

## TÜV RHEINLAND ENERGY GMBH



Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas<sup>®</sup> 200 S bzw. Fidas<sup>®</sup> 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>

TÜV-Bericht: 936/21227195/C  
Köln, 12. Oktober 2016

[www.umwelt-tuv.de](http://www.umwelt-tuv.de)



[tre-service@de.tuv.com](mailto:tre-service@de.tuv.com)

**Die TÜV Rheinland Energy GmbH ist mit der Abteilung Immissionsschutz  
für die Arbeitsgebiete:**

- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen und Geruchsstoffen;
- Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmessgeräte einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung;
- Feuerraummessungen;
- Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen und Immissionen sowie von elektronischen Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung
- Bestimmung der Schornsteinhöhen und Immissionsprognosen für Schadstoffe und Geruchsstoffe;
- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Geräuschen und Vibrationen, Bestimmung von Schallleistungspegeln und Durchführung von Schallmessungen an Windenergieanlagen

**nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.**

Die Akkreditierung ist gültig bis 22-01-2018. DAkks-Registriernummer: D-PL-11120-02-00.

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

**TÜV Rheinland Energy GmbH  
D - 51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel: 0221 806-5200, Fax: 0221 806-1349**

**Leerseite**



**Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmeseinrichtung Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5**

<b>Geprüftes Gerät:</b>	Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200
<b>Hersteller:</b>	PALAS GmbH Greschbachstraße 3b 76229 Karlsruhe Deutschland
<b>Prüfzeitraum:</b>	April 2012 bis September 2013 (Erstprüfung) Juli 2014 bis Februar 2015 (Ergänzungsprüfung)
<b>Berichtsdatum:</b>	12. Oktober 2016
<b>Berichtsnummer:</b>	936/21227195/C
<b>Bearbeiter:</b>	Dipl.-Ing. Guido Baum Tel.: +49 221 806-5463 <a href="mailto:guido.baum@de.tuv.com">guido.baum@de.tuv.com</a>
<b>Berichtsumfang:</b>	Bericht: 266 Seiten Anhang ab Seite 267 Handbuch ab Seite 322 Handbuch mit 247 Seiten Gesamt 568 Seiten

**Leerseite**



## Inhaltsverzeichnis

1.	KURZFASSUNG UND BEKANNTGABEVORSCHLAG .....	17
1.1	Kurzfassung .....	17
1.2	Bekanntgabevorschlag .....	26
1.3	Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse .....	28
2.	AUFGABENSTELLUNG .....	40
2.1	Art der Prüfung .....	40
2.2	Zielsetzung .....	40
3.	BESCHREIBUNG DER GEPRÜFTEN MESSEINRICHTUNG .....	41
3.1	Messprinzip .....	41
3.2	Funktionsweise der Messeinrichtung .....	45
3.3	Umfang und Aufbau der Messeinrichtung .....	47
4.	PRÜFPROGRAMM .....	60
4.1	Allgemeines .....	60
4.2	Laborprüfung .....	60
4.3	Feldtest .....	63
5.	REFERENZMESSVERFAHREN .....	79
6.	PRÜFERGEBNISSE .....	80
6.1	4.1.1 Messwertanzeige .....	80
6.1	4.1.2 Wartungsfreundlichkeit .....	81
6.1	4.1.3 Funktionskontrolle .....	83
6.1	4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten .....	85
6.1	4.1.5 Bauart .....	87
6.1	4.1.6 Unbefugtes Verstellen .....	88
6.1	4.1.7 Messsignalausgang .....	89
6.1	5.1 Allgemeines .....	91
6.1	5.2.1 Zertifizierungsbereiche .....	92
6.1	5.2.2 Messbereich .....	93
6.1	5.2.3 Negative Messsignale .....	94
6.1	5.2.4 Stromausfall .....	95
6.1	5.2.5 Gerätefunktionen .....	96
6.1	5.2.6 Umschaltung .....	97
6.1	5.2.7 Wartungsintervall .....	98
6.1	5.2.8 Verfügbarkeit .....	99
6.1	5.2.9 Gerätesoftware .....	101
6.1	5.3.1 Allgemeines .....	103
6.1	5.3.2 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt .....	105
6.1	5.3.3 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt .....	107
6.1	5.3.4 Linearität (Lack-of-fit) .....	108



6.1	5.3.5 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks .....	109
6.1	5.3.6 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur .....	110
6.1	5.3.7 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur .....	111
6.1	5.3.8 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung .....	115
6.1	5.3.9 Querempfindlichkeit .....	117
6.1	5.3.10 Mittelungseinfluss .....	118
6.1	5.3.11 Standardabweichung aus Doppelbestimmungen .....	119
6.1	5.3.12 Langzeitdrift .....	121
6.1	5.3.13 Kurzzeitdrift .....	130
6.1	5.3.14 Einstellzeit .....	131
6.1	5.3.15 Differenz zwischen Proben- und Kalibriereingang .....	132
6.1	5.3.16 Konverterwirkungsgrad .....	133
6.1	5.3.17 Anstieg der NO <sub>2</sub> -Konzentration durch Verweilen im Messgerät .....	134
6.1	5.3.18 Gesamtunsicherheit .....	135
6.1	5.4.1 Allgemeines .....	136
6.1	5.4.2 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems .....	137
6.1	5.4.3 Vergleichbarkeit der Probenahmesysteme .....	145
6.1	5.4.4 Kalibrierung .....	150
6.1	5.4.5 Querempfindlichkeit .....	153
6.1	5.4.6 Mittelungseinfluss .....	157
6.1	5.4.7 Konstanz des Probenahmestroms .....	158
6.1	5.4.8 Dichtheit des Probenahmesystems .....	161
6.1	Methodik der Äquivalenzprüfung (Module 5.4.9 – 5.4.11) .....	163
6.1	5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs}$ .....	164
6.1	5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge .....	176
6.1	5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen .....	199
6.1	5.5 Anforderungen an Mehrkomponentenmesseinrichtungen .....	207
7.	ERWEITERUNG DER ÄQUIVALENZPRÜFUNG UM ENGLISCHE VERGLEICHSKAMPAGNEN .....	208
7.1	5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs}$ (PM_ENVIRO_0011, D+UK) .....	209
7.1	5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge (PM_ENVIRO_0011, D+UK) .....	221
7.1	5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (PM_ENVIRO_0011, D+UK) .....	240
8.	DARSTELLUNG DER GERÄTEÄNDERUNGEN AUF BASIS DER STELLUNGNAHME VOM 27. SEPTEMBER 2014 .....	248
8.1	Qualifizierung der Indoor-Variante Fidas® 200 .....	248
8.2	Qualifizierung der Hardwareänderungen „neue LED“ und „zusätzlicher Digitalausgang“ .....	253
8.3	Neue Software .....	258

9. EMPFEHLUNGEN ZUM PRAXISEINSATZ.....	261
10. LITERATURVERZEICHNIS .....	263
11. ANLAGEN.....	266

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Beschreibung der Messstellen .....	24
Tabelle 2:	Beschreibung der Messstellen (UK) .....	24
Tabelle 3:	Ergebnisse der Äquivalenztests .....	25
Tabelle 4:	Gerätetechnische Daten Fidas <sup>®</sup> 200 S bzw. Fidas <sup>®</sup> 200 (Herstellerangaben) .....	58
Tabelle 5:	Matrix zum Einfluss einer Peakverschiebung auf die Massenkonzentration (PM_ENVIRO_0011).....	61
Tabelle 7:	Feldteststandorte .....	64
Tabelle 8:	Zusätzliche Feldteststandorte UK.....	64
Tabelle 9:	Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten (Deutschland), als Tagesmittelwerte .....	74
Tabelle 10:	Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten (UK), als Tagesmittelwerte .....	75
Tabelle 11:	Ergebnisse Grubbs-Ausreißertest – Referenz PM <sub>10</sub> .....	76
Tabelle 12:	Ergebnisse Grubbs-Ausreißertest – Referenz PM <sub>2,5</sub> .....	77
Tabelle 13:	Entfernte Wertepaare Referenz PM <sub>10</sub> nach Grubbs .....	77
Tabelle 14:	Entfernte Wertepaare Referenz PM <sub>2,5</sub> nach Grubbs.....	77
Tabelle 15:	Eingesetzte Filtermaterialien .....	78
Tabelle 16:	Zertifizierungsbereiche .....	92
Tabelle 17:	Ermittlung der Verfügbarkeit (ohne prüfungsbedingte Ausfälle).....	100
Tabelle 18:	Ermittlung der Verfügbarkeit (inkl. prüfungsbedingte Ausfälle) .....	100
Tabelle 19:	Nachweisgrenze PM <sub>10</sub> .....	106
Tabelle 20:	Nachweisgrenze PM <sub>2,5</sub> .....	106
Tabelle 21:	Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in µg/m <sup>3</sup> , Mittelwert aus drei Messungen, PM <sub>10</sub> , SN 0111 & SN 0112.....	113
Tabelle 22:	Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in µg/m <sup>3</sup> , Mittelwert aus drei Messungen, PM <sub>2,5</sub> , SN 0111 & SN 0112.....	113
Tabelle 23:	Abhängigkeit der Empfindlichkeit (CalDust 1100) von der Umgebungstemperatur, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM <sub>10</sub> , SN 0111 & SN 0112.....	114
Tabelle 24:	Abhängigkeit der Empfindlichkeit (CalDust 1100) von der Umgebungstemperatur, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM <sub>2,5</sub> , SN 0111 & SN 0112.....	114
Tabelle 25:	Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in %, PM <sub>10</sub> , SN 0111 & SN 0112.....	116
Tabelle 26:	Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in %, PM <sub>2,5</sub> , SN 0111 & SN 0112 .....	116
Tabelle 27:	Konzentrationsmittelwerte, Standardabweichung, Unsicherheitsbereich und Reproduzierbarkeit im Feld, Messkomponente PM <sub>10</sub> .....	120
Tabelle 28:	Konzentrationsmittelwerte, Standardabweichung, Unsicherheitsbereich und Reproduzierbarkeit im Feld, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> .....	120
Tabelle 29:	Nullpunktdrift SN 0111 & SN 0112, PM <sub>10</sub> , mit Nullfilter.....	123
Tabelle 30:	Nullpunktdrift SN 0111 & SN 0112, PM <sub>2,5</sub> , mit Nullfilter .....	124
Tabelle 31:	Empfindlichkeitsdrift SN 0111 & SN 0112, PM <sub>10</sub> .....	127
Tabelle 32:	Empfindlichkeitsdrift SN 0111 & SN 0112, PM <sub>2,5</sub> .....	127
Tabelle 33:	Ergebnisse der linearen Regressionsanalyse der Messungen mit den beiden Testgeräten SN 0111 und SN 0112 an den vier Standorten, Rohdaten .....	139

Tabelle 34:	Ergebnisse der linearen Regressionsanalyse der Messungen mit den beiden Testgeräten SN 0111 und SN 0112 (gesamt), Rohdaten .....	139
Tabelle 35:	Zweiseitiger 95%-Vertrauensbereich $CI_{95}$ für die Testgeräte SN 0111 und SN 0112 .....	147
Tabelle 36:	Ergebnisse der Kalibrier- und Analysenfunktion, Messkomponente $PM_{10}$ .....	151
Tabelle 37:	Ergebnisse der Kalibrier- und Analysenfunktion, Messkomponente $PM_{2,5}$ .....	151
Tabelle 38:	Abweichung zwischen Referenzmessung und Prüfling an Tagen mit einer relativen Luftfeuchte > 70 %, Messkomponente $PM_{2,5}$ .....	154
Tabelle 39:	Abweichung zwischen Referenzmessung und Prüfling an Tagen mit einer relativen Luftfeuchte > 70 %, Messkomponente $PM_{10}$ .....	155
Tabelle 40:	Vergleich Testgerät 0111 / 0112 mit Referenzgerät, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte, Messkomponente $PM_{2,5}$ .....	155
Tabelle 41:	Vergleich Testgerät 0111 / 0112 mit Referenzgerät, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte, Messkomponente $PM_{10}$ .....	156
Tabelle 42:	Ergebnisse Kontrolle Durchflussrate .....	159
Tabelle 43:	Kenngößen für die Gesamtdurchflussmessung (24h-Mittel), SN 0111 & SN 0112 .....	159
Tabelle 44:	Ergebnisse der Dichtigkeitsprüfungen im Feldtest .....	162
Tabelle 45:	Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs}$ für die Testgeräte SN 0111 und SN 0112, Messkomponente $PM_{2,5}$ .....	166
Tabelle 46:	Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs}$ für die Testgeräte SN 0111 und SN 0112, Messkomponente $PM_{10}$ .....	167
Tabelle 47:	Übersicht Äquivalenzprüfung Fidas® 200 S für $PM_{2,5}$ .....	179
Tabelle 48:	Übersicht Äquivalenzprüfung Fidas® 200 S für $PM_{10}$ .....	182
Tabelle 49:	Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten $u_{ref}$ für $PM_{2,5}$ .....	186
Tabelle 50:	Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten $u_{ref}$ für $PM_{10}$ .....	186
Tabelle 51:	Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 0111 & SN 0112, Messkomponente $PM_{2,5}$ nach Korrektur Steigung / Achsabschnitt .....	203
Tabelle 52:	Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 0111 & SN 0112, Messkomponente $PM_{10}$ nach Korrektur Steigung / Achsabschnitt .....	205
Tabelle 53:	Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs}$ für die Testgeräte SN 0111 und SN 0112, Messkomponente $PM_{2,5}$ , $PM\_ENVIRO\_0011$ .....	211
Tabelle 54:	Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs}$ für die Testgeräte SN 0111 und SN 0112, Messkomponente $PM_{10}$ , $PM\_ENVIRO\_0011$ .....	212
Tabelle 55:	Übersicht Äquivalenzprüfung Fidas® 200 S für $PM_{2,5}$ (D+UK, $PM\_ENVIRO\_0011$ ) .....	224
Tabelle 56:	Übersicht Äquivalenzprüfung Fidas® 200 S für $PM_{10}$ (D+UK, $PM\_ENVIRO\_0011$ ) .....	227
Tabelle 57:	Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten $u_{ref}$ für $PM_{2,5}$ .....	231
Tabelle 58:	Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten $u_{ref}$ für $PM_{10}$ .....	231
Tabelle 59:	Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 0111 & SN 0112, Messkomponente $PM_{2,5}$ nach Korrektur Steigung, D+UK, $PM\_ENVIRO\_0011$ .....	244
Tabelle 60:	Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 0111 & SN 0112, Messkomponente $PM_{10}$ nach Korrektur Steigung&Achsabschnitt, D+UK, $PM\_ENVIRO\_0011$ .....	246
Tabelle 61:	Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in $\mu g/m^3$ , Mittelwert aus drei Messungen, $PM_{10}$ , SN 5048 & SN 5049 .....	251



Tabelle 62:	Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Mittelwert aus drei Messungen, PM <sub>2,5</sub> , SN 5048 & SN 5049 .....	251
Tabelle 63:	Abhängigkeit der Empfindlichkeit (CalDust 1100) von der Umgebungstemperatur, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM <sub>10</sub> , SN 5048 & SN 5049.....	252
Tabelle 64:	Abhängigkeit der Empfindlichkeit (CalDust 1100) von der Umgebungstemperatur, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM <sub>2,5</sub> , SN 5048 & SN 5049 .....	252
Tabelle 65:	Stabilität Eichgewicht .....	319
Tabelle 66:	Stabilität der Kontrollfilter .....	321

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Aufbau des Sensors des Fidas <sup>®</sup> Messsystems .....	41
Abbildung 2:	Veranschaulichung der T-Blende .....	41
Abbildung 3:	Kalibrierkurve für 90° Streulichtdetektion mit monochromatischer Lichtquelle (links) und mit polychromatischer Lichtquelle (rechts) .....	42
Abbildung 4:	Messung des Streulichtsignals am Einzelpartikel. Gemessen werden die Amplitude und die Signallänge .....	42
Abbildung 5:	Vergleich eines optischen Streulichtspektrometers mit einfacher Rechteckblende (HC15, rot) mit einem opt. Streulichtspektrometer mit T-Blende (welas <sup>®</sup> , blau) unter Aufgabe von monodispersen 5 µm Partikeln .....	43
Abbildung 6:	Straßennahe Messung des Fidas <sup>®</sup> (Größenbereich ab 0,18 µm, blaue Kurve) verglichen mit einem anderen optischen Messsystem (Größenbereich ab 0,25 µm, rote Kurve) .....	43
Abbildung 7:	Schematischer Aufbau Fidas <sup>®</sup> 200 S .....	45
Abbildung 8:	Überblick über die einzelnen Messschritte Fidas <sup>®</sup> 200 S bzw. Fidas <sup>®</sup> 200 .....	46
Abbildung 9:	Überblick Gesamtsystem Fidas <sup>®</sup> 200 S (=Fidas <sup>®</sup> 200 in Wetterschutzgehäuse) .....	47
Abbildung 10:	Sigma2-Probenahmekopf für Fidas <sup>®</sup> 200 S bzw. Fidas <sup>®</sup> 200 .....	48
Abbildung 11:	Probenahmerohr mit IADS für Fidas <sup>®</sup> 200 S bzw. Fidas <sup>®</sup> 200 .....	48
Abbildung 12:	Steuereinheit Fidas <sup>®</sup> 200 S bzw. Fidas <sup>®</sup> 200 .....	49
Abbildung 13:	Wetterstation WS600-UMB .....	49
Abbildung 14:	Messsysteme Fidas <sup>®</sup> 200 S auf Messstation .....	50
Abbildung 15:	Hauptmenü .....	51
Abbildung 16:	Menü „data“ .....	52
Abbildung 17:	Menü „device status“ .....	53
Abbildung 18:	Nullfilter .....	55
Abbildung 19:	CalDust 1100 zur Verifizierung / Kalibrierung der Empfindlichkeit .....	56
Abbildung 20:	Verlauf der PM <sub>2,5</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Sommer“ .....	65
Abbildung 21:	Verlauf der PM <sub>2,5</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Winter“ .....	65
Abbildung 22:	Verlauf der PM <sub>2,5</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bonn, Winter“ .....	66
Abbildung 23:	Verlauf der PM <sub>2,5</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Sommer“ .....	66
Abbildung 24:	Verlauf der PM <sub>2,5</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“ .....	67
Abbildung 25:	Verlauf der PM <sub>2,5</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“ .....	67
Abbildung 26:	Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Sommer“ .....	68
Abbildung 27:	Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Winter“ .....	68
Abbildung 28:	Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bonn, Winter“ .....	69
Abbildung 29:	Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Sommer“ .....	69
Abbildung 30:	Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“ .....	70





Abbildung 31:	Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“ .....	70
Abbildung 32:	Feldteststandort Köln, Sommer & Winter.....	71
Abbildung 33:	Feldteststandort Bonn, Winter .....	71
Abbildung 34:	Feldteststandort Bornheim, Sommer .....	72
Abbildung 35:	Feldteststandort Teddington, UK .....	72
Abbildung 36:	Messanzeige Konzentrationsmesswerte .....	80
Abbildung 37:	Ansicht Geräterückseite Steuereinheit des Fidas® 200 S .....	90
Abbildung 38:	Anzeige der Softwareversion – hier 100327EN – das Kürzel „EN“ diente lediglich bei Palas zur Kennzeichnung der Firmware, welche in der Eignungsprüfung verwendet wurde und ist zukünftig nicht aufgeführt. ....	102
Abbildung 39:	Nullpunktdrift SN 0111, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> .....	125
Abbildung 40:	Nullpunktdrift SN 0111, Messkomponente PM <sub>10</sub> .....	125
Abbildung 41:	Nullpunktdrift SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> .....	126
Abbildung 42:	Nullpunktdrift SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> .....	126
Abbildung 43:	Drift des Messwertes SN 0111, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> .....	128
Abbildung 44:	Drift des Messwertes SN 0111, Messkomponente PM <sub>10</sub> .....	128
Abbildung 45:	Drift des Messwertes SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> .....	129
Abbildung 46:	Drift des Messwertes SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> .....	129
Abbildung 47:	Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0111, Standort Köln, Sommer .....	140
Abbildung 48:	Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0112, Standort Köln, Sommer .....	140
Abbildung 49:	Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0111, Standort Köln, Winter .....	141
Abbildung 50:	Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0112, Standort Köln, Winter .....	141
Abbildung 51:	Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0111, Standort Bonn, Winter .....	142
Abbildung 52:	Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0112, Standort Bonn, Winter .....	142
Abbildung 53:	Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0111, Standort Bornheim, Sommer .....	143
Abbildung 54:	Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0112, Standort Bornheim, Sommer .....	143
Abbildung 55:	Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0111, alle Standorte .....	144
Abbildung 56:	Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0112, alle Standorte .....	144
Abbildung 57:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Standort Köln, Sommer.....	147
Abbildung 58:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Standort Köln, Winter.....	148
Abbildung 59:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Standort Bonn, Winter.....	148
Abbildung 60:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Standort Bornheim, Sommer.....	149
Abbildung 61:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, alle Standorte.....	149
Abbildung 62:	Durchfluss am Testgerät SN 0111.....	160
Abbildung 63:	Durchfluss am Testgerät SN 0112.....	160
Abbildung 64:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , alle Standorte .....	168



Abbildung 65:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Standort Köln, Sommer .....	168
Abbildung 66:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Standort Köln, Winter .....	169
Abbildung 67:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Standort Bonn, Winter .....	169
Abbildung 68:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Standort Bornheim, Sommer .....	170
Abbildung 69:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , alle Standorte, Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .....	170
Abbildung 70:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , alle Standorte, Werte $< 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .....	171
Abbildung 71:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , alle Standorte.....	172
Abbildung 72:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Standort Köln, Sommer .....	172
Abbildung 73:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Standort Köln, Winter .....	173
Abbildung 74:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Standort Bonn, Winter .....	173
Abbildung 75:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Standort Bornheim, Sommer .....	174
Abbildung 76:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , alle Standorte, Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .....	174
Abbildung 77:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , alle Standorte, Werte $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .....	175
Abbildung 78:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , alle Standorte.....	187
Abbildung 79:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , alle Standorte.....	187
Abbildung 80:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Köln, Sommer .....	188
Abbildung 81:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Köln, Sommer .....	188
Abbildung 82:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Köln, Winter .....	189
Abbildung 83:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Köln, Winter .....	189
Abbildung 84:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Bonn, Winter .....	190



Abbildung 85:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Bonn, Winter .....	190
Abbildung 86:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Bornheim, Sommer .....	191
Abbildung 87:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Bornheim, Sommer .....	191
Abbildung 88:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .....	192
Abbildung 89:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .....	192
Abbildung 90:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>10</sub> , alle Standorte .....	193
Abbildung 91:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , alle Standorte .....	193
Abbildung 92:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Köln, Sommer .....	194
Abbildung 93:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Köln, Sommer .....	194
Abbildung 94:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Köln, Winter .....	195
Abbildung 95:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Köln, Winter .....	195
Abbildung 96:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Bonn, Winter .....	196
Abbildung 97:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Bonn, Winter .....	196
Abbildung 98:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Bornheim, Sommer .....	197
Abbildung 99:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Bornheim, Sommer .....	197
Abbildung 100:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .....	198
Abbildung 101:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .....	198
Abbildung 102:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , alle Standorte (D+UK), PM_ENVIRO_0011 .....	213
Abbildung 103:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Standort Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	213
Abbildung 104:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Standort Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	214
Abbildung 105:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , alle Standorte (D+UK), Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM_ENVIRO_0011 .....	214
Abbildung 106:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , alle Standorte (D+UK), Werte $< 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM_ENVIRO_0011 .....	216
Abbildung 107:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , alle Standorte (D+UK), PM_ENVIRO_0011 .....	217

Abbildung 108:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Standort Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	217
Abbildung 109:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Standort Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	218
Abbildung 110:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , alle Standorte (D+UK), Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM_ENVIRO_0011 .....	218
Abbildung 111:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , alle Standorte (D+UK), Werte $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM_ENVIRO_0011 .....	220
Abbildung 112:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , alle Standorte, (D+UK), PM_ENVIRO_0011 .....	232
Abbildung 113:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , alle Standorte, (D+UK), PM_ENVIRO_0011 .....	232
Abbildung 114:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	233
Abbildung 115:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	233
Abbildung 116:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	234
Abbildung 117:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	234
Abbildung 118:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , (D+UK), PM_ENVIRO_0011 .....	235
Abbildung 119:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , (D+UK), PM_ENVIRO_0011 .....	235
Abbildung 120:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>10</sub> , alle Standorte, (D+UK), PM_ENVIRO_0011 .....	236
Abbildung 121:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , alle Standorte, (D+UK), PM_ENVIRO_0011 .....	236
Abbildung 122:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	237
Abbildung 123:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	237
Abbildung 124:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	238
Abbildung 125:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	238
Abbildung 126:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , (D+UK), PM_ENVIRO_0011 .....	239
Abbildung 127:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , (D+UK), PM_ENVIRO_0011 .....	239
Abbildung 128:	Prüflinge Fidas® 200 in Klimakammer .....	249
Abbildung 129:	Geräterückseite mit zusätzlicher Buchse (gelb markiert) .....	254
Abbildung 130:	Vergleich Temperaturverhalten zwischen -10 °C und +50 °C LED, alt vs. LED, neu .....	256
Abbildung 131:	Vergleich Temperaturverhalten zwischen +5 °C und +60 °C LED, alt vs. LED, neu .....	256
Abbildung 132:	Erstbekanntgabe BAnz. AT 01.04.2014 B12, Kapitel IV Nummer 5.1 .....	264



Abbildung 133:	Bekanntgabebetext Mitteilung BAnz. AT 02.04.2015 B5, Kapitel IV Mitteilung 14.....	265
Abbildung 134:	Stabilität Eichgewicht .....	318
Abbildung 135:	Stabilität der Kontrollfilter.....	320

## 1. Kurzfassung und Bekanntgabevorschlag

### 1.1 Kurzfassung

Gemäß der Richtlinie 2008/50/EG vom 21. Mai 2008 (ersetzt die Luftqualitätsrahmenrichtlinie 96/62/EG vom 27. September 1996 inkl. der zugehörigen Tochterrichtlinien 1999/30/EG, 2000/69/EG, 2002/3/EG sowie die Entscheidung des Rates 97/101/EG) „über Luftqualität und saubere Luft für Europa“ sind als Referenzmethoden zur Messung der PM<sub>10</sub>-Konzentration die in der EN 12341 „Luftbeschaffenheit - Ermittlung der PM<sub>10</sub>-Fraktion von Schwebstaub – Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“ sowie zur Messung der PM<sub>2,5</sub>-Konzentration die in der EN 14907 „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM<sub>2,5</sub>-Massenfraktion des Schwebstaubs“ beschriebenen Methoden zu verwenden. Die Mitgliedsstaaten können bei Partikeln jedoch auch eine andere Methode verwenden, wenn nachgewiesen werden kann, „dass diese einen konstanten Bezug zur Referenzmethode aufweist. In diesem Fall müssen die mit dieser Methode erzielten Ergebnisse korrigiert werden, damit diese den Ergebnissen gleichwertig sind, die bei der Anwendung der Referenzmethode erzielt worden wären“ (2008/50/EG, Anhang VI, B).

Der Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ [5] der Ad-hoc-EG-Arbeitsgruppe vom Januar 2010

(Quelle: <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/equivalence.pdf>)

beschreibt ein Verfahren für die Prüfung auf Äquivalenz von Nicht-Standardmessverfahren. Die Anforderungen des Leitfadens zur Äquivalenzprüfung wurden in der letzten Revision der VDI-Richtlinien VDI 4202, Blatt 1 sowie VDI 4203, Blatt 3 mit aufgenommen.

Im Rahmen der vorliegenden Prüfung wurden folgende Grenzwerte angesetzt:

	<b>PM<sub>2,5</sub></b>	<b>PM<sub>10</sub></b>
Tagesgrenzwert TGW (24 h)	nicht definiert	50 µg/m <sup>3</sup>
Jahresgrenzwert JGW (1 a)	25 µg/m <sup>3*</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>

sowie für die Berechnungen gemäß des Leitfadens [5]

	<b>PM<sub>2,5</sub></b>	<b>PM<sub>10</sub></b>
Grenzwert	30 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>

Die Richtlinie VDI 4202, Blatt 1 von 2002 beschreibt die „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung“. Die allgemeinen Rahmenbedingungen für die zugehörigen Prüfungen sind in der Richtlinie VDI 4203, Blatt 1 „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen – Grundlagen“ vom Oktober 2001 beschrieben. VDI 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen – Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“ von 2004 präzisiert diese Rahmenbedingungen.

Die Richtlinien VDI 4202, Blatt 1 und VDI 4203, Blatt 3 wurden nach umfangreicher Revision mit Stand September 2010 neu veröffentlicht. Leider bestehen nach dieser Revision in Hinblick zur Prüfung von Staub-Immissionsmesseinrichtungen einige Unklarheiten und Widersprüche bezüglich konkreter Mindestanforderungen auf der einen Seite und der generellen Relevanz von Prüfpunkten auf der anderen Seite. Es besteht konkret Klärungsbedarf bei den folgenden Prüfpunkten:

- 6.1 5.3.2 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt  
→ keine Mindestanforderung definiert
- 6.1 5.3.3 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt  
→ nicht relevant für Staubgeräte
- 6.1 5.3.4 Linearität (Lack-of-fit)  
→ nicht relevant für Staubgeräte
- 6.1 5.3.7 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur  
→ keine Mindestanforderung definiert
- 6.1 5.3.8 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung  
→ keine Mindestanforderung definiert
- 6.1 5.3.11 Standardabweichung aus Doppelbestimmungen  
→ keine Mindestanforderung definiert
- 6.1 5.3.12 Langzeitdrift  
→ keine Mindestanforderung definiert
- 6.1 5.3.13 Kurzzeitdrift  
→ nicht relevant für Staubgeräte
- 6.1 5.3.18 Gesamtunsicherheit  
→ nicht relevant für Staubgeräte, abgedeckt durch 5.4.10.

Aus diesem Grunde wurde eine offizielle Anfrage an die zuständige Stelle in Deutschland gestellt, um eine abgestimmte Vorgehensweise zum Umgang mit den Inkonsistenzen der Richtlinie festzulegen.

Es wurde folgende Vorgehensweise vorgeschlagen:

Die Prüfpunkte 5.3.2, 5.3.7, 5.3.8, 5.3.11 und 5.3.12 werden wie bisher auf Basis der Mindestanforderungen aus VDI 4202 Blatt 1 von 2002 bewertet (d.h. unter Verwendung der Bezugswerte B<sub>0</sub>, B<sub>1</sub> und B<sub>2</sub>).

Auf die Prüfung der Prüfpunkte 5.3.3, 5.3.4, 5.3.13 und 5.3.18 wird verzichtet, da diese Prüfpunkte für Staubmesseinrichtungen nicht relevant sind.

Die zuständige deutsche Stelle hat dieser vorgeschlagenen Vorgehensweise per Entscheidung vom 27.06.2011 bzw. 07.10.2011 zugestimmt.

Da die gemäß der herangezogenen Richtlinien anzuwendenden Bezugswerte explizit auf die Messkomponente PM<sub>10</sub> abgestimmt waren, wird für die Messkomponente PM<sub>2,5</sub> die Anwendung der folgenden Bezugswerte vorgeschlagen:

	<b>PM<sub>2,5</sub></b>	<b>PM<sub>10</sub></b>
B <sub>0</sub>	2 µg/m <sup>3</sup>	2 µg/m <sup>3</sup>
B <sub>1</sub>	25 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>
B <sub>2</sub>	200 µg/m <sup>3</sup>	200 µg/m <sup>3</sup>

Es wird lediglich eine Anpassung des B<sub>1</sub> auf dem Niveau des Grenzwertes für das Jahresmittel vorgenommen.





Im Auftrag der Firma PALAS GmbH führte die TÜV Rheinland Energy GmbH die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200 für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5 gemäß der folgenden Richtlinien durch.

- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, September 2010 bzw. Juni 2002
- VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, September 2010 bzw. August 2004
- Europäische Norm EN 12341, „Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM<sub>10</sub>-Fraktion von Schwebstaub; Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“, Deutsche Fassung EN 12341: 1998
- Europäische Norm EN 14907, „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM<sub>2,5</sub>-Massenfraktion des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 14907: 2005
- Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung von Januar 2010

Die Messeinrichtung Fidas® 200 S wurde eignungsgeprüft und wie folgt bekanntgegeben:

- Fidas® 200 S für Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 27. Februar 2014 (BAnz. AT 01.04.2014 B12, Kapitel IV Nummer 5.1)

Darüberhinaus wurde im Herbst 2014 für die Messeinrichtung eine Mitteilung über Änderungen zum 35. Fachgespräch „Prüfberichte“ eingereicht (Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 27. September 2014) und im Fachgremium die Bekanntgabe der folgenden Sachverhalte empfohlen:

- Die Messeinrichtung Fidas® 200 S für Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> der Fa. PALAS GmbH ist auch als Indoor-Variante zur Installation an Temperatur kontrollierten Orten unter der Bezeichnung Messeinrichtung Fidas® 200 für Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> verfügbar.



- Die Messeinrichtung erhält auf der Geräterückseite eine zusätzliche Buchse für ein digitales Ausgangssignal.
- Die LED im Fidas® Sensor vom Typ Osram Ostar Projektion Art.-Nr. LE B H3W wurde abgekündigt und durch die LED vom Typ Osram Ostar Stage Art.-Nr. LE ATB S2W ersetzt.
- Die Darstellung der Softwareversion der Messeinrichtung wurde überarbeitet.

Die bislang bekanntgegebene Softwareversion der Messeinrichtung stellt sich nun wie folgt dar:

100327.0007.0001.0001.0011

- Die aktuelle Softwareversion der Messeinrichtung lautet:

100380.0014.0001.0001.0011

Die Bekanntgabe der aufgeführten Sachverhalte ist mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 25. Februar 2015 (BANz AT 02.04.2015 B5, Kapitel IV 14. Mitteilung) erfolgt.

Die vorliegende Ergänzungsprüfung wurde durchgeführt mit folgender Zielsetzung:

1. Im Zuge der Gerätezulassung in UK (basierend auf der deutschen Eignungsprüfung), Erweiterung der Äquivalenzprüfung um 2 Vergleichskampagnen aus UK auf insgesamt 6 Vergleichskampagnen, Auswertung mit Auswertalgorithmus PM\_ENVIRO\_0011. Die Untersuchungen vor Ort wurden von den britischen Prüfinstituten Bureau Veritas UK sowie National Physical Laboratory NPL durchgeführt. Die erzielten Messdaten wurden parallel und unabhängig von TÜV Rheinland und Bureau Veritas UK ausgewertet.

Darstellung in Kapitel 7 „Erweiterung der Äquivalenzprüfung um englische Vergleichskampagnen“ ab Seite 208

2. Update der Bekanntgabe auf Basis der Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 27. September 2014

Darstellung in Kapitel 8 „Darstellung der Geräteänderungen auf Basis der Stellungnahme vom 27. September 2014“ ab Seite 248

3. Aufnahme des Prüfstaubs MonoDust1500 als zusätzlichen Prüfstandard zur Überprüfung der Geräteempfindlichkeit  
Darstellung in Kapitel 3.3 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung ab Seite 47

Alle Tabellen, Abbildungen und Textpassagen die gegenüber dem Bericht der Erstprüfung [11] verändert wurden sind gelb unterlegt.

Bis auf die expliziten Untersuchungen zur Qualifizierung der Gerätevariante Fidas® 200 (siehe Kapitel 8 „Darstellung der Geräteänderungen auf Basis der Stellungnahme vom 27. September 2014“

wurden alle Untersuchungen mit der Gerätevariante Fidas® 200 S durchgeführt.

**Die erzielten Prüfergebnisse und darauffolgenden Schlüsse und Aussagen im Kapitel 6 (Prüfergebnisse aus Erstprüfung) sowie in Kapitel 7 (Erweiterung der Äquivalenzprüfung um englische Vergleichskampagnen) sind bis auf die Untersuchungen zum Einfluss der Umgebungstemperatur (Fidas® 200 S für Outdooraufstellung, Fidas® 200 für Indooraufstellung) in vollem Umfang für beide Gerätevarianten gültig.**

Die Messeinrichtung Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200 ermittelt die Staubkonzentrationen mittels des Messprinzips der Streulichtmessung mit einer Kombination einer polychromatischen LED und einer 90° Streulichtdetektion. Mit Hilfe einer Pumpe wird Umgebungsluft über einen Sigma2-Probenahmekopf (4,8 l/min @ 25 °C und 1013 hPa) angesaugt und gelangt über das Probenahmerohr zum eigentlichen Messgerät. Das Probenahmerohr beinhaltet eine Heizung für das IADS (Intelligent Aerosol Drying System), welches Kondensationseffekte auf den Partikeln vermeiden soll. Das Aerosol durchläuft nach dem Probenahmerohr direkt den Aerosolsensor. Dort wird mit Hilfe der Streulichtmesstechnik sowohl die Partikelanzahl als auch die Partikelgröße in Echtzeit gleichzeitig, aber getrennt gemessen.

Die Untersuchungen erfolgten im Labor und während eines mehrmonatigen Feldtests.

Der mehrmonatige Feldtest erfolgte an den Standorten gemäß Tabelle 1.

Tabelle 1: Beschreibung der Messstellen

	Köln, Parkplatzgelände, Sommer	Köln, Parkplatzgelände, Winter	Bonn, Straßenkreuzung, Winter	Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer
Zeitraum	05/2012 – 09/2012	11/2012 – 02/2013	02/2013 – 05/2013	05/2013 – 07/2013
Anzahl der Messwertpaare: Prüflinge	101	66	60	58
Charakterisierung	Städtischer Hinter- grund	Städtischer Hinter- grund	Verkehrsbeeinflusst	Ländliche Struktur + Autobahn
Einstufung der Im- missionsbelastung	niedrig bis durchschnittlich	durchschnittlich bis hoch	durchschnittlich bis hoch	Niedrig

Zusätzliche Untersuchungen zur Äquivalenz erfolgten in zwei Vergleichskampagnen in UK gemäß Tabelle 2:

Tabelle 2: Beschreibung der Messstellen (UK)

	Teddington, Winter	Teddington, Sommer
Zeitraum	02/2014 – 04/2014	04/2014 – 06/2014
Anzahl der Messwertpaare: Prüflinge	45	45
Charakterisierung	Städtischer Hinter- grund	Städtischer Hinter- grund
Einstufung der Im- missionsbelastung	durchschnittlich	durchschnittlich

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Ergebnisse der durchgeführten Äquivalenztests:

Tabelle 3: Ergebnisse der Äquivalenztests

Vergleichskampagnen	Auswertalgorithmus	PM <sub>x</sub>	Steigung	Achsabschnitt	Alle Datensätze W <sub>CM</sub> <25 % Rohdaten	Kalibrierung ja/nein	Alle Datensätze W <sub>CM</sub> <25 % kal. Daten
D	PM_ENVIRO_0011	PM <sub>10</sub>	1,058	-1,505	ja	ja*	ja
	PM_ENVIRO_0011	PM <sub>2,5</sub>	1,076	-0,339	nein	ja	ja
D+UK	PM_ENVIRO_0011	PM <sub>10</sub>	1,037	-1,390	ja	ja*	ja
	PM_ENVIRO_0011	PM <sub>2,5</sub>	1,060	-0,210	nein	ja	ja

\* Kalibrierung notwendig wegen Signifikanz von Steigung und/oder Achsabschnitt

Bei der Eignungsprüfung [11] sowie der vorliegenden Ergänzungsprüfung wurden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Seitens der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH wird daher eine Veröffentlichung als eignungsgeprüfte Messeinrichtung zur laufenden Aufzeichnung der Immissionen von Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> vorgeschlagen.

## 1.2 Bekanntgabevorschlag

Aufgrund der erzielten positiven Ergebnisse wird folgende Empfehlung für die Bekanntgabe als eignungsgeprüfte Messeinrichtung ausgesprochen:

### Messeinrichtung:

Fidas<sup>®</sup> 200 S bzw. Fidas<sup>®</sup> 200 für Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>

### Hersteller:

PALAS GmbH, Karlsruhe

### Eignung:

Zur kontinuierlichen parallelen Immissionsmessung der PM<sub>10</sub>- und der PM<sub>2,5</sub>-Fraktion im Schwebstaub im stationären Einsatz

### Messbereiche in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
PM <sub>10</sub>	0 – 10.000	µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2,5</sub>	0 – 10.000	µg/m <sup>3</sup>

### Softwareversion:

100380.0014.0001.0001.0011

### Einschränkungen:

keine

### **Hinweise:**

1. Die Messeinrichtung Fidas® 200 S ist auch als Indoor-Variante zur Installation an Temperatur kontrollierten Orten unter der Bezeichnung Fidas® 200 verfügbar.
2. Die Anforderungen gemäß des Leitfadens "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods" werden sowohl für die vier Vergleichskampagnen (Erstprüfung) wie auch für die sechs Vergleichskampagnen (Ergänzungsprüfung) für die Messkomponenten PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> eingehalten.
3. Die Anforderungen an den Variationskoeffizienten R<sup>2</sup> gemäß Richtlinie EN 12341:1998 wurden für den Standort Köln, Sommer für einen der beiden Prüflinge nicht eingehalten.
4. Die Empfindlichkeit des Partikelsensors muss monatlich mit CalDust 1100 oder MonoDust1500 überprüft werden.
5. Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM<sub>10</sub>- bzw. PM<sub>2,5</sub>-Referenzverfahren nach DIN EN 12341:2014 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
6. Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung ist im Internet unter [www.gal1.de](http://www.gal1.de) einsehbar.
7. Ergänzungsprüfung (Erweiterung Äquivalenzprüfung, Darstellung Geräteänderungen, Aufnahme Prüfstandard MonoDust1500) zu den Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 27. Februar 2014 (BANz. AT 01.04.2014 B12, Kapitel IV Nummer 5.1) und vom 25. Februar 2015 (BANz AT 02.04.2015 B5, Kapitel IV 14. Mitteilung).

### **Prüfbericht:**

TÜV Rheinland Energy GmbH, Köln  
Bericht-Nr.: 936/21227195/C vom 12. Oktober 2016

### 1.3 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse

#### Ergebniszusammenstellung „Erstprüfung“

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite	
4	Bauartanforderungen				
4.1	Allgemeine Anforderungen				
4.1.1	Messwertanzeige	Muss vorhanden sein.	Die Messeinrichtung besitzt eine Messwertanzeige.	ja	80
4.1.2	Wartungsfreundlichkeit	Wartungsarbeiten sollten ohne größeren Aufwand möglichst von außen durchführbar sein.	Wartungsarbeiten sind mit üblichen Werkzeugen und vertretbarem Aufwand von außen durchführbar.	ja	81
4.1.3	Funktionskontrolle	Spezielle Einrichtungen hierzu sind als zum Gerät gehörig zu betrachten, bei den entsprechenden Teilprüfungen einzusetzen und zu bewerten.	Alle im Bedienungshandbuch beschriebenen Gerätefunktionen sind vorhanden, aktivierbar und funktionieren. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und Probleme über eine Reihe von verschiedenen Meldungen angezeigt.	ja	84
4.1.4	Rüst- und Einlaufzeiten	Die Betriebsanleitung muss hierzu Angaben enthalten.	Die Rüst- und Einlaufzeiten wurden ermittelt.	ja	86
4.1.5	Bauart	Die Betriebsanleitung muss Angaben hierzu enthalten	Die in der Betriebsanleitung aufgeführten Angaben zur Bauart sind vollständig und korrekt.	ja	87
4.1.6	Unbefugtes Verstellen	Muss Sicherung dagegen enthalten.	Die Messeinrichtung ist gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen von Geräteparametern gesichert. Ferner ergibt sich ein zusätzlicher Schutz vor unbefugtem Eingriff durch die Ausführung des Wetterschutzgehäuses mit abschließbarer Tür.	ja	88
4.1.7	Messsignalausgang	Muss digital und/oder analog angeboten werden.	Die Messsignale werden digital (über Ethernet, RS 232, USB) angeboten.	ja	89



Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
<b>5. Leistungsanforderungen</b>				
5.1 Allgemeines	Herstellerangaben der Betriebsanleitung dürfen den Ergebnissen der Eignungsprüfung nicht widersprechen.	Differenzen zwischen Geräteausstattung und Handbüchern wurden nicht beobachtet.	ja	91
<b>5.2 Allgemeine Anforderungen</b>				
5.2.1 Zertifizierungsbereiche	Müssen den Anforderungen aus Tabelle 1 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 entsprechen.	Die Beurteilung der Messeinrichtung im Bereich der relevanten Grenzwerte ist möglich.	ja	92
5.2.2 Messbereich	Messbereichsendwert größer oder gleich der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs.	Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung ist größer als die jeweilige obere Grenze des Zertifizierungsbereichs.	ja	93
5.2.3 Negative Messsignale	Dürfen nicht unterdrückt werden (lebender Nullpunkt).	Negative Messsignale können von der Messeinrichtung direkt angezeigt und über die entsprechenden Messsignalausgänge ausgegeben werden, sind aber messprinzip- und bauartbedingt nicht zu erwarten.	ja	94
5.2.4 Stromausfall	Unkontrolliertes Ausströmen von Betriebs- und Kalibriergas muss unterbunden sein; Geräteparameter müssen gegen Verlust durch Pufferung geschützt sein; messbereiter Zustand bei Spannungswiederkehr muss gesichert sein und Messung muss fortgesetzt werden.	Alle Geräteparameter sind gegen Verlust durch Pufferung geschützt. Die Messeinrichtung befindet sich bei Spannungswiederkehr in störungsfreier Betriebsbereitschaft und führt selbstständig den Messbetrieb nach Erreichen des Gerätestatus „device ready“ wieder fort.	ja	95
5.2.5 Gerätefunktionen	Müssen durch telemetrisch übermittelbare Statussignale überwachbar sein.	Die Messeinrichtungen können über ein Modem bzw. einen Router von einem externen Rechner aus umfassend überwacht und gesteuert werden.	ja	96
5.2.6 Umschaltung	Messen/Funktionskontrolle und/oder Kalibrierung muss telemetrisch und manuell auslösbar sein.	Grundsätzlich können alle notwendigen Arbeiten zur Funktionskontrolle direkt am Gerät oder aber per telemetrischer Fernbedienung überwacht werden.	ja	97
5.2.7 Wartungsintervall	Möglichst 3 Monate, mindestens 2 Wochen.	Das Wartungsintervall wird durch die regelmäßige Überprüfung des Partikelsensors mit CalDust 1100 bestimmt und beträgt 4 Wochen.	ja	98

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.2.8 Verfügbarkeit	Mindestens 95 %.	Die Verfügbarkeit betrug für SN 0111 99,4 % und für SN 0112 99,1 % ohne prüfungsbedingte Ausfälle bzw. 90,6 % für SN 0111 sowie 90,3 % für SN 0112 inkl. prüfungsbedingter Ausfälle.	ja	99
5.2.9 Gerätesoftware	Muss beim Einschalten angezeigt werden. Funktionsbeeinflussende Änderungen sind dem Prüfinstitut mitzuteilen.	Die Version der Gerätesoftware wird beim Hochfahren des Systems sowie im Menü „expert user mode“ im Display angezeigt. Änderungen der Gerätesoftware werden dem Prüfinstitut mitgeteilt. Die Bestimmung der Massenkonzentrationswerte erfolgte unter Anwendung des Auswertalgorithmus PM_ENVIRO_0011. Eine Validierung eines zusätzlichen Auswertalgorithmus erfordert einen expliziten Nachweis der Einhaltung der Mindestanforderungen auf Basis der ermittelten Rohdatensätze aus der vorliegenden Eignungsprüfung.	ja	101
<b>5.3 Anforderungen an Messeinrichtungen für gasförmige Luftverunreinigungen</b>				
5.3.1 Allgemeines	Mindestanforderungen gemäß VDI 4202 Blatt 1.	Die Prüfung erfolgte auf Basis der der Mindestanforderungen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010). Die Prüfpunkte 5.3.2, 5.3.7, 5.3.8, 5.3.11 und 5.3.12 werden daher auf Basis der Mindestanforderungen aus VDI 4202 Blatt 1 von 2002 bewertet (d.h. unter Verwendung der Bezugswerte B <sub>0</sub> , B <sub>1</sub> und B <sub>2</sub> ). Auf die Prüfung der Prüfpunkte 5.3.3, 5.3.4, 5.3.13 und 5.3.18 wird verzichtet, da diese Prüfpunkte für Staubmesseinrichtungen nicht relevant sind.	ja	103
5.3.2 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt	Die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt darf im Zertifizierungsbereich nach Tabelle der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten. Für PM: Maximal B <sub>0</sub> .	Die Nachweisgrenze ermittelte sich aus den Untersuchungen zu 8,7 x 10 <sup>-7</sup> µg/m <sup>3</sup> (PM <sub>10</sub> ) bzw. 8,7 x 10 <sup>-7</sup> µg/m <sup>3</sup> (PM <sub>2,5</sub> ) für Gerät 1 (SN 0111) und zu 6,6 x 10 <sup>-7</sup> µg/m <sup>3</sup> (PM <sub>10</sub> ) bzw. 6,6 x 10 <sup>-7</sup> µg/m <sup>3</sup> (PM <sub>2,5</sub> ) für Gerät 2 (SN 0112).	ja	105
5.3.3 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt	Die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt darf im Zertifizierungsbereich nach Tabelle der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Nicht zutreffend.	-	107

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.3.4 Linearität (Lack-of-fit)	Der Zusammenhang zwischen dem Ausgangssignal und dem Wert des Luftbeschaffenheitsmerkmals muss mithilfe einer linearen Analysenfunktion darstellbar sein.	Für Staubmesseinrichtungen für PM <sub>10</sub> ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.4.2 „Gleichwertigkeit des Probenahmesystems“ durchzuführen. Für Staubmesseinrichtungen für PM <sub>2,5</sub> ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.4.10 „Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge“ durchzuführen.	-	108
5.3.5 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks	Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Nicht zutreffend.	-	109
5.3.6 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur	Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Nicht zutreffend.	-	110
5.3.7 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	Der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Nullpunkt und am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten. Für PM: Nullpunktmesswert darf bei $\Delta T_u$ um 15 K zwischen +5 °C und +20 °C bzw. um 20 K zwischen +20 °C und +40 °C B <sub>0</sub> nicht überschreiten. Der Messwert im Bereich von B <sub>1</sub> darf nicht mehr als $\pm 5\%$ bei $\Delta T_u$ um 15 K zwischen +5 °C und +20 °C bzw. um 20 K zwischen +20 °C und +40 °C betragen.	Der geprüfte Umgebungstemperaturbereich am Aufstellungsort der Messeinrichtung beträgt -20 °C bis +50 °C. Bei Betrachtung der vom Gerät ausgegebenen Werte konnte ein maximaler Einfluss der Umgebungstemperatur im Bereich -20 °C bis +50 °C auf den Nullpunkt von $-1,1 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM <sub>2,5</sub> bzw. von $-1,1 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM <sub>10</sub> festgestellt werden. Am Referenzpunkt konnten keine Abweichungen > 5,0 % für PM <sub>2,5</sub> bzw. > 4,6 % für PM <sub>10</sub> zum Ausgangswert bei 20 °C ermittelt werden.	ja	111

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.3.8 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung	Der Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten Für PM: Messwertänderung bei B <sub>1</sub> maximal B <sub>0</sub> im Spannungsintervall (230 +15/-20) V	Durch Netzspannungsänderungen konnten keine Abweichungen > 0,8 % für PM <sub>2,5</sub> bzw. > 0,7 % für PM <sub>10</sub> , bezogen auf den Startwert von 230 V, festgestellt werden.	ja	115
5.3.9 Querempfindlichkeit	Die Änderung des Messwerts aufgrund von Störeinflüssen durch die Querempfindlichkeit gegenüber im Messgut enthaltenen Begleitstoffen darf am Nullpunkt und am Referenzpunkt die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Nicht zutreffend.	-	117
5.3.10 Mittelungseinfluss	Für gasförmige Messkomponenten muss die Messeinrichtung die Bildung von Stundenmittelwerten ermöglichen. Der Mittelungseinfluss darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Nicht zutreffend.	-	118
5.3.11 Standardabweichung aus Doppelbestimmungen	Die Standardabweichung aus Doppelbestimmungen ist mit zwei baugleichen Messeinrichtungen in der Feldprüfung zu ermitteln. Sie darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten. Für PM: RD ≥ 10 bezogen auf B <sub>1</sub> .	Die Reproduzierbarkeit für PM <sub>2,5</sub> betrug im Feldtest für den Gesamtdatensatz 29, die Reproduzierbarkeit für PM <sub>10</sub> betrug im Feldtest für den Gesamtdatensatz 36.	ja	119

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.3.12 Langzeitdrift	<p>Die Langzeitdrift am Nullpunkt und am Referenzpunkt darf in der Feldprüfung die die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.</p> <p>Für PM: Nullpunkt: In 24 Stunden und im Wartungsintervall maximal B<sub>0</sub>. Referenzpunkt: In 24 Stunden und im Wartungsintervall maximal 5 % von B<sub>1</sub>.</p>	<p>Die maximal gefundene Abweichung am Nullpunkt lag für PM<sub>2,5</sub> bei 0,1 µg/m<sup>3</sup> bezogen auf den Vorgängerwert und bei 0,1 µg/m<sup>3</sup> bezogen auf den Startwert und damit innerhalb der erlaubten Grenzen von B<sub>0</sub> = 2 µg/m<sup>3</sup>.</p> <p>Die maximal gefundene Abweichung am Nullpunkt lag für PM<sub>10</sub> bei 0,1 µg/m<sup>3</sup> bezogen auf den Vorgängerwert und bei 0,1 µg/m<sup>3</sup> bezogen auf den Startwert und damit innerhalb der erlaubten Grenzen von B<sub>0</sub> = 2 µg/m<sup>3</sup>.</p> <p>Die im Rahmen der Untersuchung ermittelten Werte für die Drift der Empfindlichkeit betragen, bezogen auf den jeweiligen Startwert, maximal -4,7 % für PM<sub>2,5</sub> bzw. -8,1 % für PM<sub>10</sub> und liegen damit außerhalb der zulässigen Abweichung von ± 5 % von B<sub>1</sub>.</p> <p>Der Messgerätehersteller empfiehlt einen Abgleich der Messeinrichtung, sobald die Abweichung vom Sollkanal 130 mehr als ± 1,5 Kanäle beträgt (dies entspricht gemäß der Matrix aus Kapitel 4.2 Laborprüfung sowohl für PM<sub>2,5</sub> als auch für PM10 einer Abweichung von ca. 4 %). Auf Basis der Ergebnisse der Driftuntersuchungen am Referenzpunkt sollte eine Überprüfung der Empfindlichkeit einmal pro Monat durchgeführt werden.</p>	nein	121
5.3.13 Kurzzeitdrift	<p>Die Kurzzeitdrift am Nullpunkt und am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) in der Laborprüfung in 12 h (für Benzol in 24 h) und in der Feldprüfung in 24 h nicht überschreiten.</p>	Nicht zutreffend.	-	130
5.3.14 Einstellzeit	<p>Die Einstellzeit (Anstieg) der Messeinrichtung darf höchstens 180 s betragen. Die Einstellzeit (Abfall) der Messeinrichtung darf höchstens 180 s betragen.</p> <p>Die Differenz zwischen der Einstellzeit (Anstieg) und der Einstellzeit (Abfall) der Messeinrichtung darf maximal 10 % der Einstellzeit (Anstieg) oder 10 s betragen, je nachdem, welcher Wert größer ist.</p>	Nicht zutreffend.	-	131

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.3.15 Differenz zwischen Proben- und Kalibriereingang	Die Differenz zwischen den Messwerten bei Aufgabe am Proben- und Kalibriereingang darf den Wert der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten	Nicht zutreffend.	-	132
5.3.16 Konverterwirkungsgrad	Bei Messeinrichtungen mit einem Konverter muss dessen Wirkungsgrad mindestens 98 % betragen.	Nicht zutreffend.	-	133
5.3.17 Anstieg der NO <sub>2</sub> -Konzentration durch Verweilen im Messgerät	Bei NO <sub>x</sub> -Messeinrichtungen darf der Anstieg der NO <sub>2</sub> -Konzentration durch Verweilen im Messgerät die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.	Nicht zutreffend.	-	134
5.3.18 Gesamtunsicherheit	Die erweiterte Messunsicherheit der Messeinrichtung ist zu ermitteln. Dieser ermittelte Wert darf die in Anhang A, Tabelle A1 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) aufgeführten Vorgaben der anzuwendenden EU-Richtlinien zur Luftqualität nicht überschreiten.	Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1) ist dieser Prüfpunkt für Staubbmeseinrichtungen nicht relevant. Es wird auf das Modul 5.4.10 verwiesen.	-	135
<b>5.4 Anforderungen an Messeinrichtungen für partikelförmige Luftverunreinigungen</b>				
5.4.1 Allgemeines	Prüfung gemäß Mindestanforderungen der Tabelle 5 der Richtlinie VDI 4202, Blatt 1. Partikelmassenkonzentration muss auf definiertes Volumen bezogen sein.	Die Prüfung erfolgte gemäß der Mindestanforderungen der Tabelle 5 der Richtlinie VDI 4202, Blatt 1 (September 2010). Die Messeinrichtung Fidas <sup>®</sup> 200 S ist ein optisches Messgerät, welches im ersten Ansatz die in einem definierten Messvolumen enthaltene Partikelanzahl und Partikelgröße bestimmt und dann unter Anwendung eines Algorithmus die vorhandenen Informationen in Massenwerte umrechnet. Die ermittelte Masse wird dann auf ein definiertes und aktiv geregeltes Probenahmevolumen bezogen und somit die Partikelmassenkonzentration bestimmt.	ja	136

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.4.2 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems	Zum Referenzverfahren nach DIN EN 12 341 [T2] ist nachzuweisen.	Die Referenz-Äquivalenzfunktionen für die (unkorrigierten) Datensätze liegen für alle Vergleichskampagnen in den Grenzen des Akzeptanzbereichs. Weiterhin ist der Variationskoeffizient $R^2$ der berechneten Referenz-Äquivalenzfunktionen im betreffenden Konzentrationsbereich für alle Vergleichskampagnen mit Ausnahme Köln, Sommer (nur für SN 0112) $\geq 0,95$ . Die Äquivalenzprüfung gemäß 6.1 5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge wird dennoch uneingeschränkt für alle Standorte erfüllt.	nein	137
5.4.3 Vergleichbarkeit der Probenahmesysteme	Ist im Feldtest nach DIN EN 12 341 [T2] für zwei baugleiche Probenahmesysteme nachzuweisen.	Der zweiseitige Vertrauensbereich CI95 liegt mit maximal $1,88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich unterhalb des geforderten Wertes von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .	ja	145
5.4.4 Kalibrierung	Durch Vergleichsmessung im Feldtest mit Referenzverfahren nach DIN EN 12341 und DIN EN 14907; Zusammenhang zwischen Messsignal und gravimetrischer Referenzkonzentration als stetige Funktion ermitteln.	Ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen dem Referenzmessverfahren und der Geräteanzeige konnte nachgewiesen werden.	ja	150
5.4.5 Querempfindlichkeit	Maximal 10 % vom Grenzwert.	Es konnte kein Störeinfluss $> 0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Abweichung vom Sollwert für $\text{PM}_{2,5}$ sowie $> -1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Abweichung vom Sollwert für $\text{PM}_{10}$ durch die im Messgut enthaltene Luftfeuchte auf das Messsignal festgestellt werden. Während des Feldtestes konnte bei wechselnden relativen Luftfeuchten kein negativer Einfluss auf die Messwerte beobachtet werden. Die Vergleichbarkeit der Prüflinge mit dem Referenzverfahren gemäß Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ [5] ist auch für Tage mit einer relativen Luftfeuchte $> 70 \%$ gegeben.	ja	153
5.4.6 Mittelungseinfluss	Die Messeinrichtung muss die Bildung von 24 h-Mittelwerten ermöglichen. Die Summe aller Filterwechsel darf innerhalb von 24 h nicht mehr als 1 % dieser Mittelungszeit betragen.	Die Bildung von validen Tagesmittelwerten ist möglich.	ja	157



Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.4.7 Konstanz des Probenahmevolumenstroms	$\pm 3 \%$ vom Sollwert während der Probenahmedauer; Momentanwerte $\pm 5 \%$ vom Sollwert während der Probenahmedauer.	Alle ermittelten Tagesmittelwerte weichen weniger als $\pm 3 \%$ , alle Momentanwerte weniger als $\pm 5 \%$ vom Sollwert ab.	ja	158
5.4.8 Dichtheit des Probenahmesystems	Undichtigkeit maximal 1 % vom Probenahmevervolumen.	Das vom Gerätehersteller vorgegebene Kriterium zum Bestehen der Dichtigkeitsprüfung – Durchfluss maximal $0 \pm 0,1$ l/min bei blockiertem Einlass - erwies sich in der Prüfung als geeignete Kenngröße zur Überwachung der Gerätedichtigkeit. Die maximal ermittelte Leckrate von 0,04 l/min ist kleiner als 1 % von der nominalen Durchflussrate von 4,8 l/min.	ja	161
5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs}$	Ist im Feldtest gemäß Punkt 9.5.3.1 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ für zwei baugleiche Systeme zu ermitteln.	Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs}$ liegt mit maximal $0,84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für $\text{PM}_{2,5}$ und mit maximal $1,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für $\text{PM}_{10}$ unterhalb des geforderten Wertes von $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .	ja	164
5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge	Ermittlung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge gemäß den Punkten 9.5.3.2ff des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“.	Die ermittelten Unsicherheiten $W_{CM}$ liegen für $\text{PM}_{10}$ für alle betrachteten Datensätze ohne Anwendung von Korrekturfaktoren unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit $W_{dqo}$ von 25 % für Feinstaub. Die ermittelten Unsicherheiten $W_{CM}$ liegen für $\text{PM}_{2,5}$ für alle betrachteten Datensätze mit Ausnahme von Bornheim, Sommer ohne Anwendung von Korrekturfaktoren unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit $W_{dqo}$ von 25 % für Feinstaub. Die Anwendung von Korrekturfaktoren ist gemäß Punkt 6.1 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen entsprechend vorzunehmen.	nein	176



Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen	Ist die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge größer als die in den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [8] festgelegte erweiterte relative Unsicherheit, ist eine Anwendung von Korrekturfaktoren zulässig. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen gemäß den Punkten 9.5.3.2ff. des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ erfüllen.	Durch Anwendung der Korrekturfaktoren, erfüllen die Prüflinge die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen für alle Datensätze sowohl für PM <sub>2,5</sub> als auch für PM <sub>10</sub> . Für PM <sub>10</sub> werden die Anforderungen auch ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren erfüllt, die Korrektur der Steigung und des Achsenabschnitts führt dennoch zu einer weiteren Verbesserung der erweiterten Messunsicherheiten für den Gesamtdatensatz.	ja	199
5.5 Anforderungen an Mehrkomponentenmesseinrichtungen	Müssen für jede Einzelkomponente im Simultanbetrieb aller Messkanäle erfüllt sein.	Bei der Bewertung der Mindestanforderungen lagen die Messergebnisse für alle zwei Komponenten simultan vor.	ja	207

**Ergebniszusammenstellung**  
**„Erweiterung der Äquivalenzprüfung um englische Vergleichskampagnen,**  
**PM\_ENVIRO\_0011“**

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs}$	Ist im Feldtest gemäß Punkt 9.5.3.1 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ für zwei baugleiche Systeme zu ermitteln.	Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs}$ liegt mit maximal $0,85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM <sub>2,5</sub> und mit maximal $1,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM <sub>10</sub> unterhalb des geforderten Wertes von $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .	ja	209
5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge	Ermittlung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge gemäß den Punkten 9.5.3.2ff des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“.	Die ermittelten Unsicherheiten $W_{CM}$ liegen für PM <sub>10</sub> für alle betrachteten Datensätze ohne Anwendung von Korrekturfaktoren unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit $W_{dqo}$ von 25 % für Feinstaub. Die ermittelten Unsicherheiten $W_{CM}$ liegen für PM <sub>2,5</sub> für alle betrachteten Datensätze mit Ausnahme von Bornheim, Sommer ohne Anwendung von Korrekturfaktoren unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit $W_{dqo}$ von 25 % für Feinstaub. Die Anwendung von Korrekturfaktoren ist gemäß Punkt 7.1 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (PM_ENVIRO_0011, D+UK) entsprechend vorzunehmen.	nein	221
5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen	Ist die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge größer als die in den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [8] festgelegte erweiterte relative Unsicherheit, ist eine Anwendung von Korrekturfaktoren zulässig. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen gemäß den Punkten 9.5.3.2ff. des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ erfüllen.	Durch Anwendung der Korrekturfaktoren, erfüllen die Prüflinge die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen für alle Datensätze sowohl für PM <sub>2,5</sub> als auch für PM <sub>10</sub> . Für PM <sub>10</sub> werden die Anforderungen auch ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren erfüllt, die Korrektur der Steigung und des Achsenabschnitts führt dennoch zu einer weiteren (leichten) Verbesserung der erweiterten Messunsicherheiten für den Gesamtdatensatz.	ja	240

**Ergebniszusammenstellung**  
**„Qualifizierung Gerätevariante Fidas 200“**

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.3.7 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur	<p>Der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Nullpunkt und am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.</p> <p>Für PM: Nullpunktmesswert darf bei <math>\Delta T_u</math> um 15 K zwischen +5 °C und +20 °C bzw. um 20 K zwischen +20 °C und +40 °C B0 nicht überschreiten.</p> <p>Der Messwert im Bereich von B1 darf nicht mehr als <math>\pm 5 \%</math> bei <math>\Delta T_u</math> um 15 K zwischen +5 °C und +20 °C bzw. um 20 K zwischen +20 °C und +40 °C betragen.</p>	<p>Bei Betrachtung der vom Gerät ausgegebenen Werte konnte ein maximaler Einfluss der Umgebungstemperatur im Bereich +5 °C bis +40 °C auf den Nullpunkt von <math>5,5 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3</math> für PM2,5 bzw. von <math>5,7 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3</math> für PM10 festgestellt werden.</p> <p>Am Referenzpunkt konnten im Bereich +5 °C bis +40 °C keine Abweichungen <math>&gt; -2,2 \%</math> für PM2,5 bzw. <math>&gt; -2,2 \%</math> für PM10 zum Ausgangswert bei 20 °C ermittelt werden.</p>	ja	248

## **2. Aufgabenstellung**

### **2.1 Art der Prüfung**

Im Auftrag der PALAS GmbH wurde von der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH eine Eignungsprüfung bzw. Ergänzungsprüfung für die Messeinrichtung Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200 vorgenommen. Die Prüfung erfolgte als vollständige Eignungsprüfung.

### **2.2 Zielsetzung**

Die Messeinrichtung soll den Gehalt an PM<sub>10</sub> und an PM<sub>2,5</sub> Feinstaub in der Umgebungsluft im Konzentrationsbereich 0 bis 10.000 µg/m<sup>3</sup> (4.000 P/cm<sup>3</sup> für 10 % Koinzidenzfehler) bestimmen.

Die Eignungsprüfung war anhand der aktuellen Richtlinien zur Eignungsprüfung unter Berücksichtigung der neuesten Entwicklungen durchzuführen.

Die Prüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Richtlinien:

- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, September 2010 bzw. Juni 2002 [1]
- VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, September 2010 bzw. August 2004 [2]
- Europäische Norm EN 12341, „Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM 10-Fraktion von Schwebstaub; Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“, Deutsche Fassung EN 12341: 1998, [3]
- Europäische Norm EN 14907, „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM<sub>2,5</sub>-Massenfraktion des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 14907: 2005 [4]
- Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung von Januar 2010 [5]

### 3. Beschreibung der geprüften Messeinrichtung

#### 3.1 Messprinzip

Beim Fidas<sup>®</sup> 200 S bzw. Fidas<sup>®</sup> 200 handelt es sich um ein optisches Aerosolspektrometer, welches über die Streulichtanalyse am Einzelpartikel nach Lorenz-Mie die Partikelgröße bestimmt.

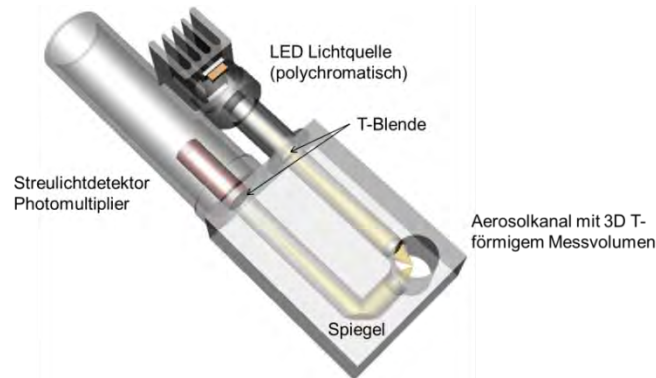


Abbildung 1: Aufbau des Sensors des Fidas<sup>®</sup> Messsystems

Die Partikel bewegen sich einzeln durch ein optisch abgegrenztes Messvolumen, das mit polychromatischem Licht homogen ausgeleuchtet ist.

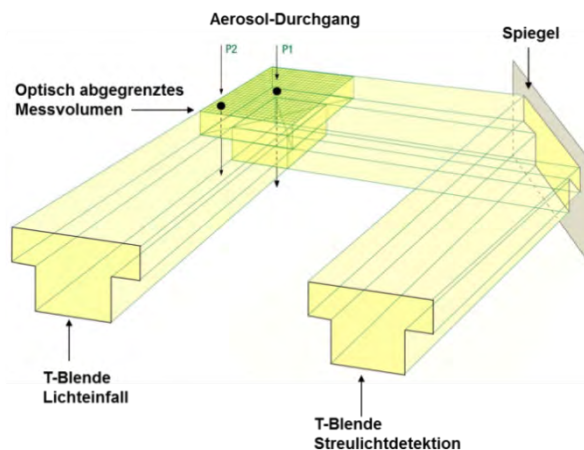


Abbildung 2: Veranschaulichung der T-Blende

Durch die Verwendung einer polychromatischen Lichtquelle (LED) und in Kombination mit einer 90° Streulichtdetektion erhält man eine sehr genau definierte Kalibrierkurve ohne Mehrdeutigkeiten im Mie-Bereich. Dadurch kann u. a. mit einer sehr hohen Größenaufösung gearbeitet werden.

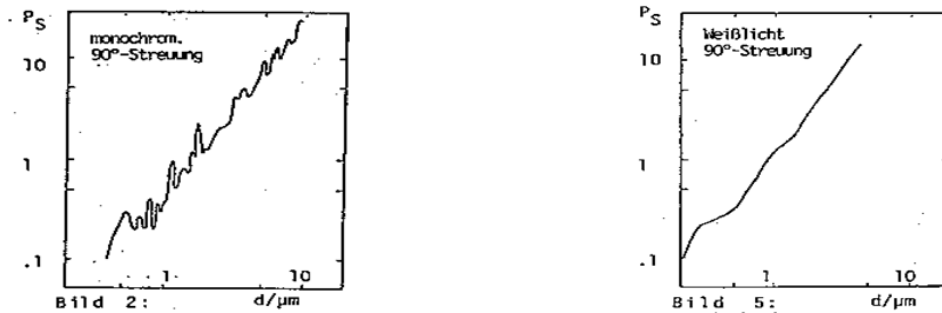


Abbildung 3: Kalibrierkurve für 90° Streulichtdetektion mit monochromatischer Lichtquelle (links) und mit polychromatischer Lichtquelle (rechts)

Von jedem einzelnen Partikel entsteht ein Streulichtimpuls, der unter einem Winkel von 85° bis 95° erfasst wird. Die Partikelanzahl wird anhand der Anzahl der Streulichtimpulse gemessen. Die Amplitude (Höhe) des Streulichtimpulses ist ein Maß für den Partikeldurchmesser. Außerdem wird auch die Signallänge gemessen.

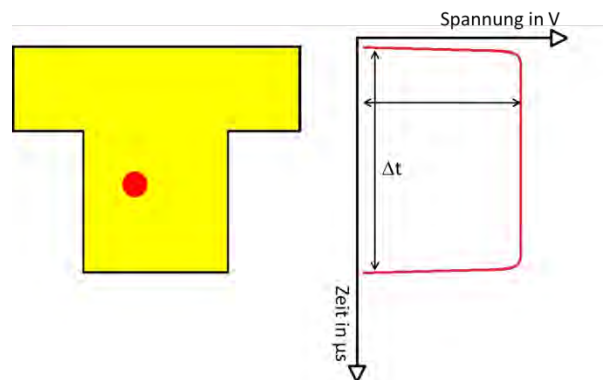


Abbildung 4: Messung des Streulichtsignals am Einzelpartikel. Gemessen werden die Amplitude und die Signallänge

Durch die spezielle T-Blenden Optik mit gleichzeitiger Messung der Signallänge kann der Randzonenfehler eliminiert werden. Als Randzonenfehler bezeichnet man die nur teilweise Ausleuchtung von Partikeln am Rand des Messbereichs. Diese teilweise Ausleuchtung hat zur Folge, dass Partikel kleiner großklassiert werden, als sie tatsächlich sind (siehe Abbildung 5, rote Kurve). Über die T-Blende lassen sich Partikel, die nur durch den Arm des T's fliegen (kürzere Signallänge) von denen unterscheiden, die auch den Mittelteil des T's passieren (längere Signallänge). Letztere sind im oberen Teil allerdings mit Sicherheit ganz ausgeleuchtet gewesen. Dadurch gibt es beim Fidas<sup>®</sup> keinen Randzonenfehler (siehe Abbildung 5, blaue Kurve).

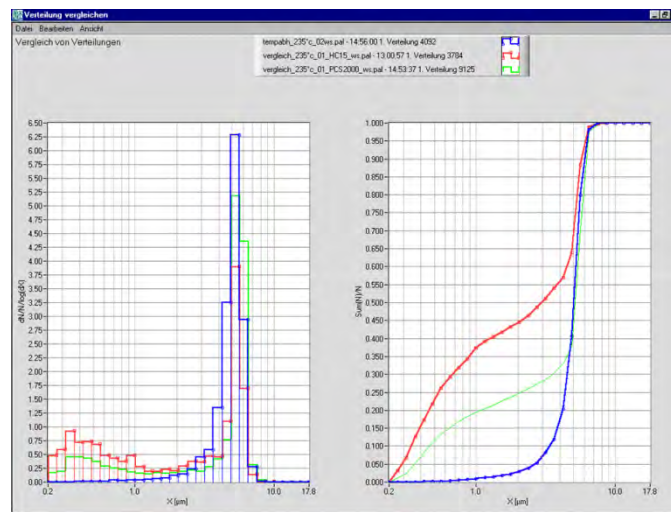


Abbildung 5: Vergleich eines optischen Streulichtspektrometers mit einfacher Rechteckblende (HC15, rot) mit einem opt. Streulichtspektrometer mit T-Blende (welas®, blau) unter Aufgabe von monodispersen 5 µm Partikeln

Die Messung der Signallänge ermöglicht des Weiteren auch eine Detektion von Koinzidenz (mehr als ein Partikel im optischen Detektionsvolumen), da in diesem Fall die Signallänge länger ist. Über eine von Dr.-Ing Umhauer und Prof. Dr. Sachweh ermittelte und verifizierte Korrektur lässt sich dann diese Koinzidenz online korrigieren.

Durch eine verbesserte Optik, eine höhere Lichtdichte durch eine neue Weißlicht-LED als Lichtquelle und eine verbesserte Signalauswerteelektronik konnte die untere Detektionsgrenze für die Immissionsmessung bis auf 180 nm gesenkt werden. Dadurch werden insbesondere kleinere Partikel, die vor allem straßennah in hohen Konzentrationen zu finden sind, sehr viel besser berücksichtigt (siehe Abbildung 6).

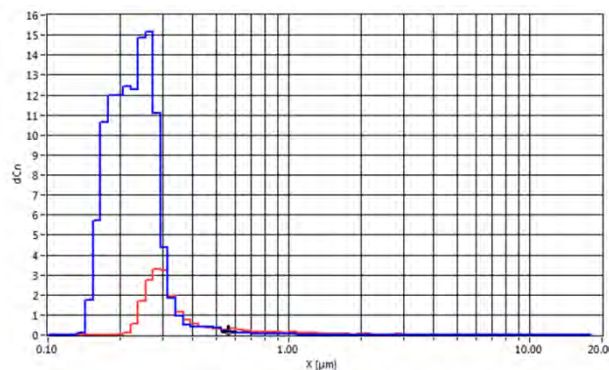


Abbildung 6: Straßennahe Messung des Fidas® (Größenbereich ab 0,18 µm, blaue Kurve) verglichen mit einem anderen optischen Messsystem (Größenbereich ab 0,25 µm, rote Kurve)





Das Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200 System zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus  
Über die dargestellten Techniken

- eindeutige Kalibrierkurve (polychromatisches Licht und 90° Streulichtdetektion)
- kein Randzonenfehler (patentierte T-Blenden Technologie)
- Koinzidenzerkennung und Koinzidenzkorrektur (digitale Einzelpartikelanalyse)

werden folgende entscheidende Vorteile erzielt

- sehr gute Größenauflösung (hohe Anzahl von Rohdatenkanälen)
- sehr gute Größenklassifiziergenauigkeit
- exakte Konzentrationsbestimmung

Neben den PM-Fractionen, die kontinuierlich und simultan ausgegeben werden stehen auch die Daten über die gemessene Partikelanzahlkonzentration und Partikelgrößenverteilung mit einer hohen Zeit- und Größenauflösung zur Verfügung.

Diese zusätzliche Information lässt sich nutzen, um ein „Source Apportionment“ durchzuführen oder um die gesundheitliche Relevanz zu beurteilen (größere Partikel dringen tiefer in den menschlichen Atemtrakt ein).



### 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung

Die Partikelprobe passiert mit einer Durchflussrate von 4,8 l/min (bezogen auf 25 °C und 1013 hPa) den Sigma2-Probenahmekopf (beschrieben in VDI 2119, Blatt 4) und gelangt in das Probenahmerohr, welches den Probenahmekopf mit der Fidas-Steuereinheit verbindet. Um mögliche Kondensationseffekte insbesondere bei hoher Außenluftfeuchte zu vermeiden, wird das Feuchtekompensationsmodul IADS eingesetzt. Die Temperatur des IADS wird geregelt in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit (gemessen mit Wetterstation). Die Minimaltemperatur beträgt 23 °C. Die Feuchtekompensation erfolgt dabei durch eine dynamische Anpassung der IADS-Temperatur bis zu einer maximalen Heizleistung von 90 Watt. Die Steuerung des IADS-Moduls erfolgt über die Fidas Firmware. Nach Durchlaufen des IADS-Moduls gelangt die Partikelprobe schließlich in den eigentlichen Aerosolsensor, wo die eigentliche Messung erfolgt. Nach dem Aerosolsensor durchläuft die Probe einen Absolutfilter, der z.B. für weitere Analysen des gesammelten Aerosols herangezogen werden kann. Die Messeinrichtung Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200 verfügt zudem über eine integrierte Wetterstation (WS600-UMB) zur Erfassung der Messgrößen Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Niederschlagsmenge, Niederschlagsart, Temperatur, Feuchte und Druck. Die Steuereinheit des Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200 enthält neben der notwendigen Elektronik zum Betrieb der Messeinrichtung auch die 2 Probenahmepumpen, welche parallel geschaltet sind. Sollte eine Pumpe ausfallen, so kann der Betrieb mit der verbleibenden Pumpe weiterhin sichergestellt werden.

Abbildung 7 zeigt den schematischen Aufbau des Fidas® 200 S, Abbildung 8 stellt die einzelnen Messschritte des Fidas® 200 S in chronologischer Reihenfolge dar.

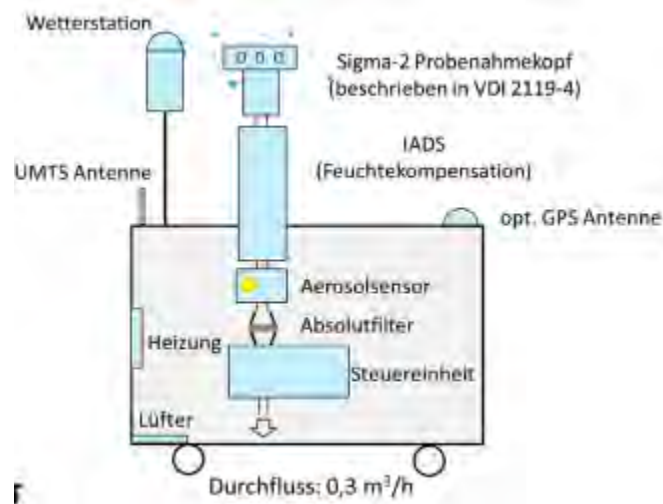


Abbildung 7: Schematischer Aufbau Fidas® 200 S

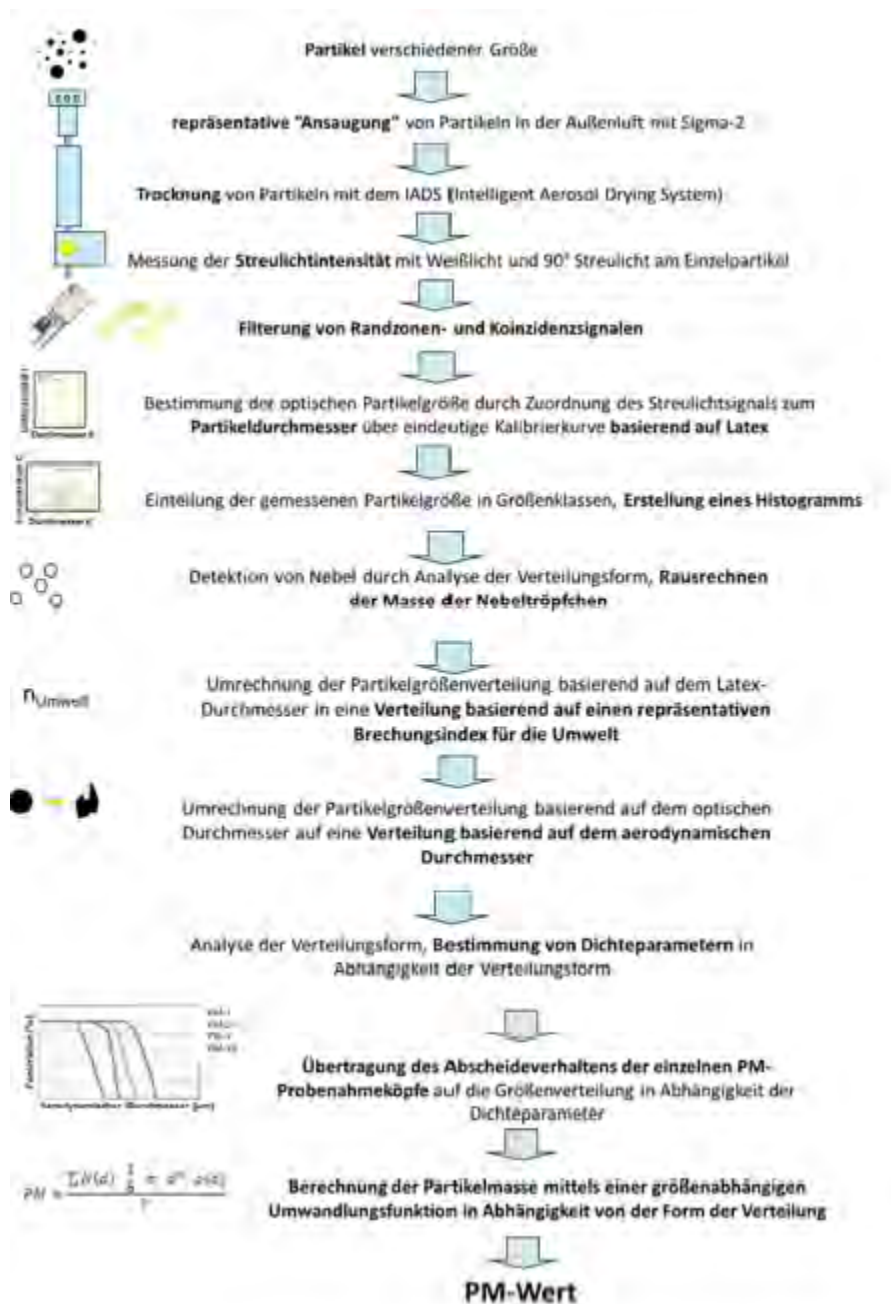


Abbildung 8: Überblick über die einzelnen Messschritte Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200

Die Messeinrichtung Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200 speichert die Daten im raw-Format ab. Zur Bestimmung der Massenkonzentrationswerte müssen diese gespeicherten Rohdaten über einen Auswertalgorithmus konvertiert werden. Dazu wird ein größenabhängiger und gewichteter Algorithmus zur Konvertierung von Partikelgröße und –anzahl hin zu den Massenkonzentrationen angewandt. Im Rahmen der ursprünglichen Eignungsprüfung erfolgte die Konvertierung mit dem Auswertalgorithmus PM\_ENVIRO\_0011.

### 3.3 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung

Das Schwebstaubimmissionsmessgerät Fidas<sup>®</sup> 200 S bzw. Fidas<sup>®</sup> 200 basiert auf dem Messprinzip der Streulichtmessung.

Die Messeinrichtung ist in den Gerätevarianten Fidas<sup>®</sup> 200 S (für Outdooreinsatz, inkl. Wettergehäuse, geprüft in Eignungsprüfung) und Fidas<sup>®</sup> 200 (für Indooreinsatz, Qualifizierung siehe Kapitel 8 „Darstellung der Geräteänderungen auf Basis der Stellungnahme vom 27. September 2014“).

Die geprüfte Messeinrichtung besteht aus dem Sigma-2 Probenahmekopf, dem Probenahmerohr mit Feuchtekompensationsmodul IADS, der Fidas<sup>®</sup> Steuereinheit mit integriertem Aerosolsensor, der kompakten Wetterstation WS600-UMB, dem UMTS-Empfänger, einem wetterfesten Gehäuse (IP 65, nur Fidas<sup>®</sup> 200 S) den jeweils zugehörigen Anschlussleitungen und -kabeln, einer Flasche mit CalDust 1100 oder MonoDust1500 sowie den Handbüchern in deutscher Sprache.

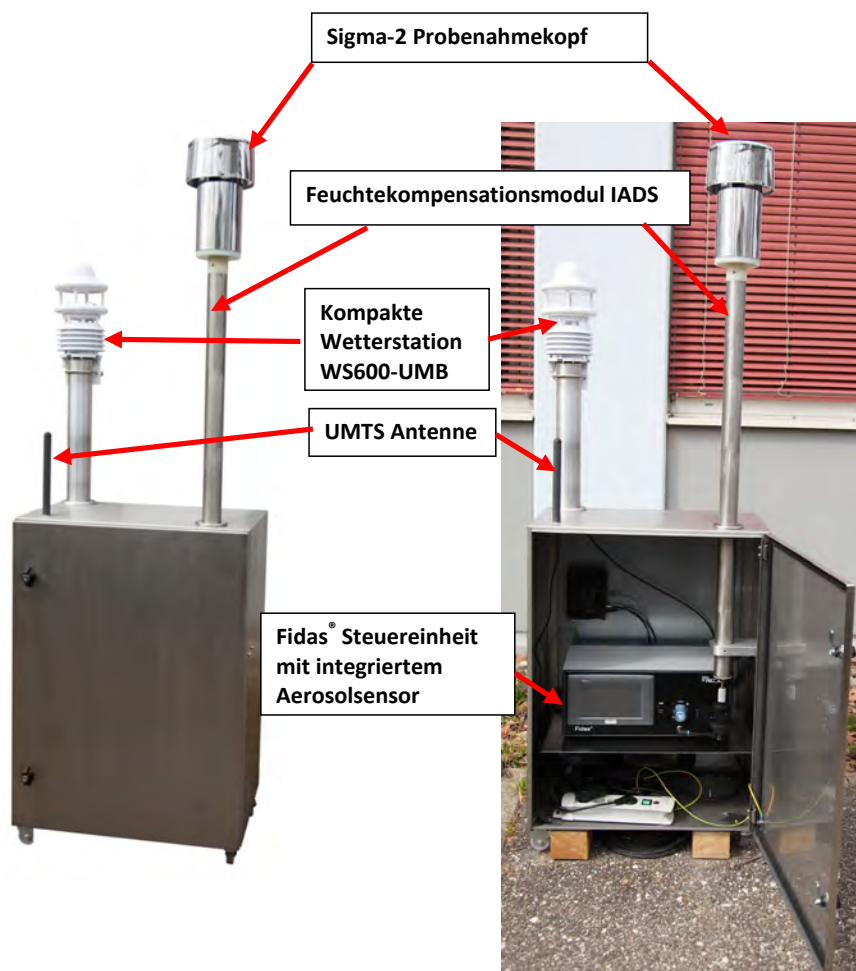


Abbildung 9: Überblick Gesamtsystem Fidas<sup>®</sup> 200 S (=Fidas<sup>®</sup> 200 in Wetterschutzgehäuse)



Abbildung 10: Sigma2-Probenahmeekopf für Fidas<sup>®</sup> 200 S bzw. Fidas<sup>®</sup> 200



Abbildung 11: Probenahmerohr mit IADS für Fidas<sup>®</sup> 200 S bzw. Fidas<sup>®</sup> 200

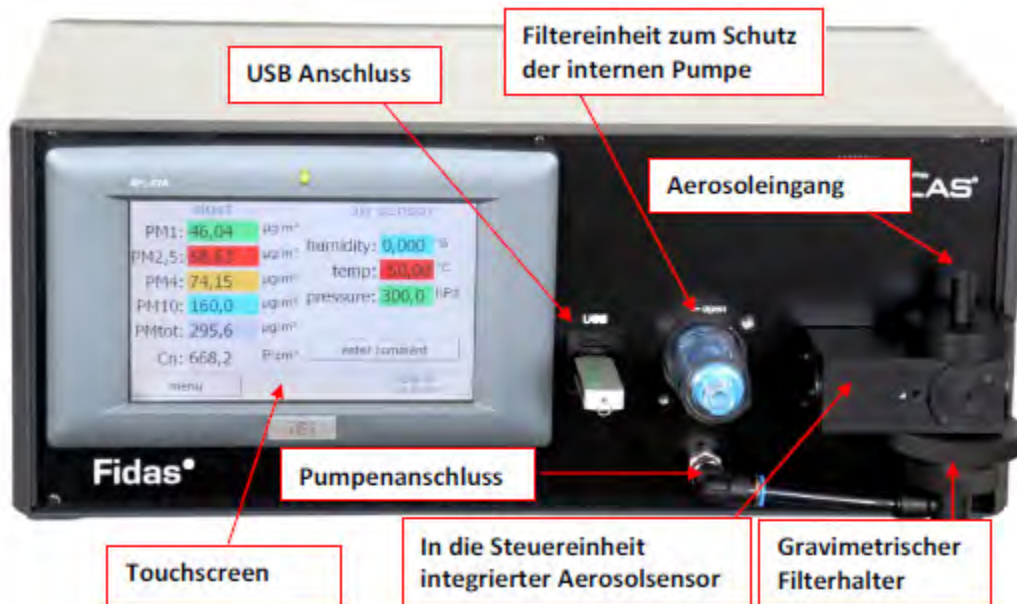


Abbildung 12: Steuereinheit Fidas<sup>®</sup> 200 S bzw. Fidas<sup>®</sup> 200



Abbildung 13: Wetterstation WS600-UMB





Abbildung 14: Messsysteme Fidas® 200 S auf Messstation

Die Bedienung des Messgerätes erfolgt entweder direkt über ein Touchscreendisplay an der Frontseite des Gerätes oder aus der Ferne über Funkmodem unter Verwendung einer entsprechenden Software (z.B. Teamviewer). Der Benutzer kann Messdaten und Geräteinformationen abrufen, Parameter ändern sowie Tests zur Kontrolle der Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung durchführen.

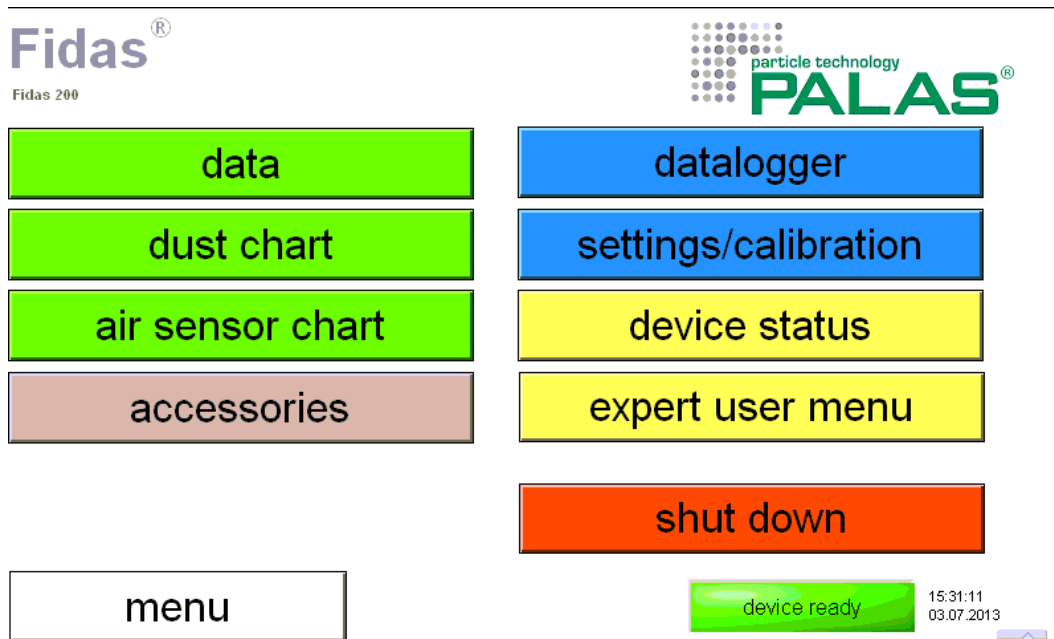


Abbildung 15: Hauptmenü

Auf der obersten Ebene liegt das Hauptfenster der Benutzeranzeige – von hier aus kann in die entsprechenden Untermenüs navigiert werden sowie das Gerät kontrolliert abgefahren werden.

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| Menü „data“:                 | Anzeige Messwerte  |
| Menü „dust chart“:           | Grafische Darstellung der PM-Konzentrationen und der Partikelanzahl  |
| Menü „air sensor chart“:     | Grafische Darstellung der Messwerte der Wetterstation  |
| Menü „accessoires“:          | Informationen zu IADS, GPS Position, Wetterstation, Alternative PM-Werte (mit anderen Auswertemethoden) etc  |
| Menü „data logger“:          | erlaubt die Eingabe von Kommentaren, die mit dem Datensatz mit abgespeichert werden und den Datentransfer vom internen Speicher auf z.B. einen USB-Stick                                       |
| Menü „settings/calibration“: | erlaubt die Überprüfung der Kalibrierung des Fidas® Sensors und ggf. eine Neukalibrierung. Zeigt außerdem eine kontinuierliche Einschätzung der Kalibrierung mit einer Abweichung vom Sollwert |
| Menü „device status“:        | zeigt eine Übersicht kritischer Systemparameter, d. h. Volumenstrom, Koinzidenz, Pumpenleistung, Wetterstation, IADS, Kalibrierung, LED Temperatur und Betriebsmodus                           |

Menü „expert user menu“: erlaubt den Wechsel in den Expertenmodus

In der rechten unteren Ecke kann zudem der aktuelle Gerätestatus erkannt werden – es erscheint entweder die grün hinterlegte Meldung „device ready“ oder die rot hinterlegte Meldung „check device status“. Um Detailinformationen über den Gerätestatus zu erhalten muss das Untermenü „device status“ angewählt werden.

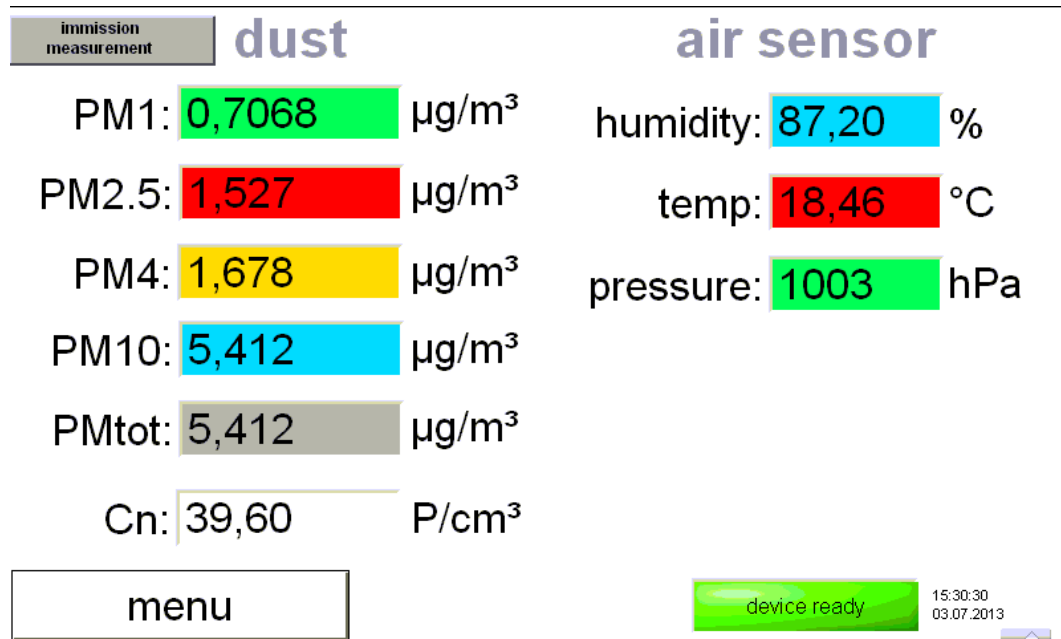


Abbildung 16: Menü „data“

Im Menü „data“ können die aktuellen Konzentrationsmesswerte für die versch. Fraktionen und die Partikelanzahl eingesehen werden. Darüber hinaus werden die aktuelle Außentemperatur, der Luftdruck und die rel. Luftfeuchte angezeigt.



## device status

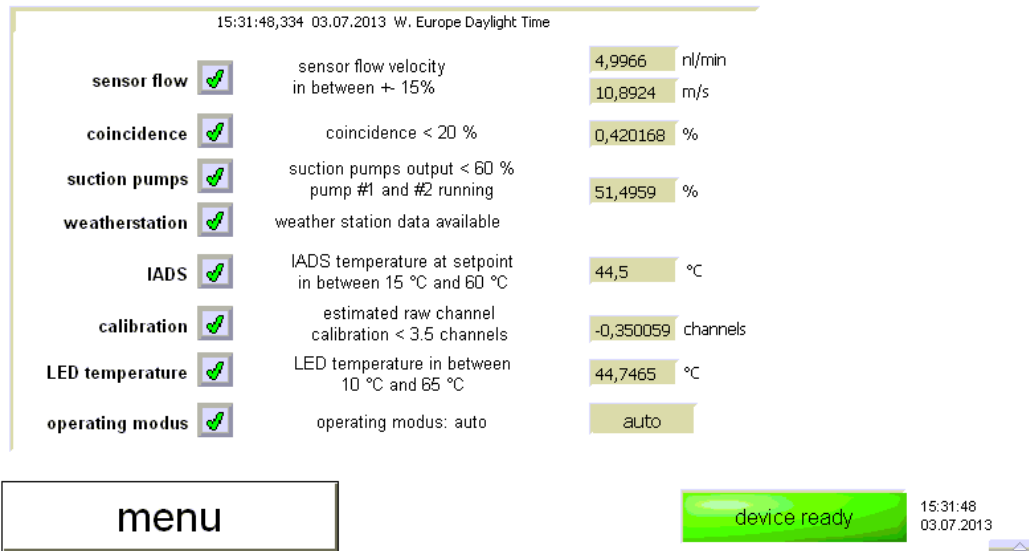


Abbildung 17: Menü „device status“

Im Menü „device status“ kann der Benutzer verschiedene relevante Parameter der Messeinrichtung mit Soll- und Istwerten einsehen. Bei unzulässigen Abweichungen eines (oder mehrerer) Parameters erscheint anstelle des „grünen Häkchens“ ein „rotes Kreuz“.

Folgende Parameter werden kontinuierlich überwacht:

**Sensor flow** Mittels eines Regelkreises mit Massflowmeter und unter Einbezug der gemessenen Werte für Temperatur und Luftdruck wird der Volumenstrom durch das Fidas® 200 auf 4,8 l/min geregelt. Normiert ist dieser Volumenstrom dann auf „standard atmospheric temperature and pressure (SATP)“, d. h. bezogen auf 25 °C und 1013 hPa.

Der zweite Wert zeigt die Geschwindigkeit der Partikel durch das optische Detektionsvolumen.

Ein Fehler wird angezeigt, wenn der Volumenstrom mehr als 15 % vom Sollwert abweicht oder wenn die Geschwindigkeit der Partikel zu stark vom geregelten Volumenstrom abweicht.

**Coincidence** Detektion von mehr als einem Partikel im optischen Detektionsvolumen. Ausgabe eines Fehlers, wenn dies mit einer Häufigkeit von mehr als 20 % auftritt.

Suction pumps	Im Fidas <sup>®</sup> 200 sorgen zwei Pumpen, die parallel geschaltet sind, für den Volumenstrom. Sollte eine Pumpe ausfallen, so kann die andere übernehmen, entsprechend höher ist dann die Leistungsaufnahme, was zu einem Fehler führt. Sollten beide Pumpen gleichmäßig altern, so wird ebenfalls bei einer Überschreitung von 60 % ein Fehler ausgelöst. Wichtig zu bemerken ist, dass das Gerät erst mal weitermisst und die Daten auch verwendbar sind, allerdings muss der Benutzer sich um einen baldigen Austausch der Pumpen kümmern
Weatherstation	Zeigt an, dass eine Wetterstation korrekt verbunden ist und Werte übermittelt.
IADS	Zeigt an, dass das IADS korrekt verbunden ist und die Temperatur dem vorgegebenen Regelpunkt entspricht.
Calibration	Überwacht die Kalibrierung online, sollte diese um mehr als 3.5 Rohdatenkanäle abweichen, wird der Fehler gesetzt.  Bemerkung: In einzelnen Fällen kann dieser Wert kurzfristig außerhalb liegen, was trotzdem bedeuten kann, dass das Gerät ordnungsgemäß funktioniert. Handlungsbedarf (d. h. eine Feldkalibrierung mit dem Kalibrierstaub) ist nur gegeben, wenn dies ein langfristiger Trend (24 Stunden) ist.
LED temperature	Die LED Lichtquelle wird temperaturgeregelt. Sollte in diesem Regelkreis ein Problem auftreten, wird dieses Fehlerbit gesetzt.
Operating modus	Der Betriebsmodus sollte auf „auto“ gesetzt sein, ansonsten werden u. U. die Daten nicht korrekt abgespeichert, bzw. startet das Gerät nach einem Stromausfall nicht wieder selbstständig.

Neben der direkten Kommunikation via Bedientasten/Display bestehen umfangreiche Möglichkeiten über RS232-Schnittstellen, USB-Schnittstellen sowie Ethernet-Schnittstelle zu kommunizieren.

Es stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- 1 x RS232 Schnittstelle zur Kommunikation via Modbus für Fernabfrage von Messwerten und externe Ansteuerung des Messgerätes (WebAccess). Die Anwendung des Bayern-Hessen-Protokolls ist ebenfalls möglich, wurde aber im Rahmen der Eignungsprüfung nicht geprüft.
- 1 x Ethernet-Schnittstelle zur Verbindung mit einem Netzwerk oder PC zur Datenübertragung und Fernsteuerung z.B. via Teamviewer Software
- 1 x USB-Schnittstelle an Gerätefrontseite zum direkten Datendownload zur Weiterverarbeitung an einem externen PC
- 1 x USB-Schnittstelle an Geräterückseite z.B. zum Anschluss eines Druckers, Tastatur, Maus oder USB-Stick

Zur externen Nullpunktsüberprüfung der Messeinrichtung wird ein Nullfilter am Geräteinlass montiert. Der Einsatz dieses Filters ermöglicht die Bereitstellung von schwebstaubfreier Luft.



Abbildung 18: Nullfilter

Zur Überprüfung und ggf. Justierung der Empfindlichkeit des Partikelsensors werden dem Gerät Partikel mit einer definierten Größe (CalDust 1100) aufgegeben. Die Partikelgrößenverteilung dieses Staubes ist monodispers und der im Messgerät erzeugte Peak in der Rohdatenverteilung muss gemäß Herstellerangaben im Kanal  $130 \pm 1,5$  liegen (entspricht einer Partikelgröße von  $0,93 \mu\text{m}$ ). Liegt der Peak außerhalb dieses Fenster, so kann der Wert über die Photomultiplier-Spannung justiert werden. Durch diesen Abgleich bei einer Partikelgröße wird automatisch die Empfindlichkeit des Messgerätes für alle Partikelgrößen abgeglichen, da das Gerät nur mit einem A/D-Wandler arbeitet.

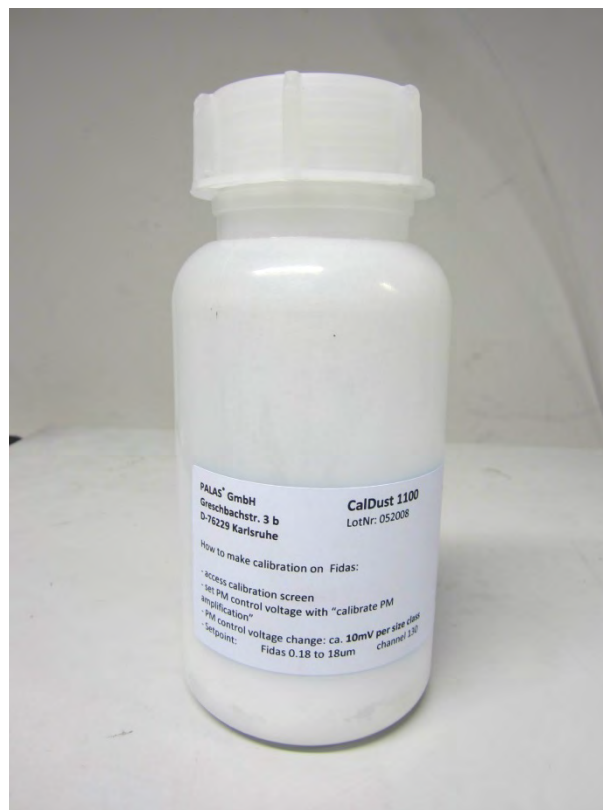


Abbildung 19: CalDust 1100 zur Verifizierung / Kalibrierung der Empfindlichkeit

### **Prüfstandard MonoDust1500**

Alternativ zum Prüfstandard CalDust1100 hat der Gerätehersteller einen weiteren Prüfstandard MonoDust1500 zur Verifizierung / Kalibrierung der Empfindlichkeit qualifiziert.

MonoDust1500 und CalDust1100 sind beides Partikel von dem gleichen Hersteller, nahezu identischer Materialzusammensetzung und sie werden beide mit dem gleichen Herstellungsverfahren hergestellt.

In umfangreichen Laboruntersuchungen hat der Gerätehersteller die Größe der monodispersen Partikel (= Position des Peaks) für MonoDust1500 bestimmt und überprüft, ob auch mit MonoDust1500 reproduzierbar Messungen zur Überprüfung der Stabilität des Peaks in der Rohdatenverteilung möglich sind.

Es ergeben sich dabei folgende Messergebnisse:

<b>Nr.</b>	<b>Peak bei 5 Wiederholungsmessungen</b>
1	141,2
2	141,2
3	141,1
4	141,0
5	141,1
	<b>141,12</b>

Der alternative Prüfstandard MonoDust1500 liefert reproduzierbar eine stabilen Peakmesswert – in diesem Fall bei ca. 141,1 – und ist daher ebenfalls geeignet zur Verifizierung / Kalibrierung der Empfindlichkeit.

Der Gerätehersteller beabsichtigt für jede Lieferung an MonoDust1500 eine explizite Vorabbestimmung des Peakwertes (Soll- bzw. Erwartungswert) durchzuführen und diesen Wert entsprechend mit dem Prüfstandard dem Anwender zur Verfügung zustellen.

Tabelle 4 enthält eine Auflistung wichtiger gerätetechnischer Kenndaten des Schwebstaubimmissionsmessgerätes Fidas® 200 S.

Tabelle 4: Gerätetechnische Daten Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200 (Herstellerangaben)

<b>Abmessungen / Gewicht</b>	<b>Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200</b>
Messgerät	195 x 450 x 310 mm / 10 kg (Steuereinheit) 1810 x 600 x 400 mm / 48 kg (Wetterschutzgehäuse mit Steuereinheit, IADS, Sigma-2 und Wetterstation)
Probenahmerohr	ca. 1,4 m zwischen Inlet und Anschlussadapter IADS an Aerosolsensor
Probenahmekopf	Sigma-2 nach VDI 2119 Blatt 4
<b>Energieversorgung</b>	100/115/230 V, 50/60 Hz
<b>Leistungsaufnahme</b>	ca. 200 W
<b>Umgebungsbedingungen</b>	
Temperatur	-20 bis +50 °C
Feuchte	Outdoor-Aufstellung, Schutzklasse IP65
<b>Probenflussrate (Inlet)</b>	4,8 l/min, bez. auf 25 °C und 1013 hPa
<b>Parameter IADS (Trockenstrecke)</b>	
Regelungsgröße	Außentemperatur und -luftfeuchte
Max. Temperatur	24 °C über Außentemperatur
<b>Aerosolsensor</b>	
Messprinzip	Streulichtmessung, Kombination von polychromatischer LED und 90° Streulichtdetektion
Messbereich (Partikelgröße)	0,18 – 18 µm
Auflösungsvermögen	32 Klassen pro Dekade
Zeitliche Auflösung	in Eignungsprüfung gleitender 15 min-Mittelwert, jede Sekunde aktualisiert, andere Konfigurationen möglich
Messvolumengröße	ca. 262 µm x 262 µm x 164 µm, die tatsächliche Messvolumengröße für das jeweilige System ist in der Software unter Settings zu finden
Maximalkonzentration (bei 10 % Koinzidenzfehler)	4 x 10 <sup>3</sup> Partikel / cm <sup>3</sup>

<b>Wetterstation WS600-UMB</b>	
Sensor für Außentemperatur	Messbereich -50 bis +60 °C
Sensor für rel. Feuchte	Messbereich 0 – 100 %
Sensor für Luftdruck	Messbereich 300 – 1200 hPa
Sensor für Windrichtung	Messbereich 0 – 359,9°
Sensor für Windgeschwindigkeit	Messbereich 0 – 60 m/s
Sensor für Niederschlagsmenge	Messbereich 0,3 bis 5 mm Tropfengröße
<b>Speicherkapazität Daten (intern)</b>	1 GB (entspricht ca. 100 Tage bei Speicherintervall für Rohdaten von 60 s)
<b>Geräteeingänge und -ausgänge</b>	<p>1 x RS232 Schnittstelle zur Kommunikation via Modbus für Fernabfrage von Messwerten und externe Ansteuerung des Messgerätes (WebAccess)</p> <p>1 x Ethernet-Schnittstelle zur Verbindung mit einem Netzwerk oder PC zur Datenübertragung und Fernsteuerung z.B. via Teamviewer Software</p> <p>1 x USB-Schnittstelle an Gerätefrontseite zum direkten Datendownload zur Weiterverbreitung an einem externen PC</p> <p>1 x USB-Schnittstelle an Geräterückseite z.B. zum Anschluss eines Druckers, Tastatur, Maus oder USB-Stick</p>
<b>Statussignale / Fehlermeldungen</b>	vorhanden (Handbuch Kapitel 4)

## 4. Prüfprogramm

### 4.1 Allgemeines

Die Eignungsprüfung erfolgte an zwei identischen Geräten mit den Seriennummern SN 0111 und SN 0112. Dies gilt auch für die Untersuchungen an den beiden englischen Standorten, die im Anschluss an die Eignungsprüfung in Deutschland stattfanden.

Die Prüfung wurde mit der Softwareversion 100327 durchgeführt. Die ermittelten Rohdatensätze wurden mit der Auswertemethode PM\_ENVIRO\_0011 in Konzentrationswerte umgerechnet.

Die Prüfung umfasste einen Labortest zur Feststellung der Verfahrenskenngrößen sowie einen mehrmonatigen Feldtest an verschiedenen Feldteststandorten.

Alle ermittelten Konzentrationen werden in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Betriebsbedingungen) angegeben. Zusätzlich werden die  $\text{PM}_{10}$ -Konzentrationen zur Auswertung gemäß Richtlinie EN 12341 in Normbedingungen in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  angegeben (273 K, 101,3 kPa).

Im folgenden Bericht wird in der Überschrift zu jedem Prüfpunkt die Mindestanforderung gemäß den berücksichtigten Richtlinien [1, 2, 3, 4, 5] mit Nummer und Wortlaut angeführt.

### 4.2 Laborprüfung

Die Laborprüfung wurde mit zwei identischen Geräten des Typs Fidas® 200 S mit den Seriennummern SN 0111 und SN 0112 durchgeführt. Die Zusatzuntersuchungen zur Qualifizierung der Gerätevariante Fidas® 200 erfolgten mit den Prüflingen SN 5048 und SN 5049.

Nach den Richtlinien [1, 2] ergab sich folgendes Versuchsprogramm im Labor:

- Beschreibung der Gerätefunktionen
- Ermittlung der Nachweisgrenze
- Ermittlung der Abhängigkeit des Nullpunktes / der Empfindlichkeit von der Umgebungstemperatur
- Ermittlung der Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der Netzspannung
- Überprüfung der Konstanz des Probenahmevervolumenstroms

Folgende Geräte kamen für den Labortest zur Ermittlung der Verfahrenskenngrößen zum Einsatz:

- Klimakammer (Temperaturbereich von  $-20\text{ °C}$  bis  $+50\text{ °C}$ , Genauigkeit besser als  $1\text{ °C}$ )
- Trennstelltrafo
- 1 Massendurchflussmesser Model 4043 (Hersteller: TSI)
- Nullfilter zur externen Nullpunktsüberprüfung
- CalDust 1100

Die Aufzeichnung der Messwerte am Nullpunkt erfolgte geräteintern. Die gespeicherten Rohdatensätze wurden via Datendownload über entweder USB oder per Fernverbindung (Software Teamviewer) ausgelesen und mittels der Software PDAnalyze unter Anwendung der Methode PM\_ENVIRO\_0011 in Konzentrationsmesswerte umgerechnet.



Die Prüfung der Empfindlichkeit erfolgte mit monodispersen Staub (CalDust 1100). Bei Aufgabe dieses Prüfstaubes ist ein Peak in der Größenverteilung im Kanal 130 zu erwarten (dies entspricht einer Partikelgröße von 0,93 µm). Um Abweichungen in der Einklassierung quantifizierbar zu machen, wurde auf Basis der vorhandenen Felddatensätze aus der Eignungsprüfung errechnet, welche Auswirkung eine Peakverschiebung bis zu maximal ±3 Kanälen auf einen PM-Messwert hätte.

Verschiebt sich der Peak im Kanal 130, so verschieben sich auch alle anderen Kanäle um die gleiche Anzahl an Rohdatenkanälen. Dies hängt mit dem eingesetzten A/D-Wandler zusammen, der eine logarithmische Kennlinie hat. Wird nun hypothetisch die gesamte Rohdatenverteilung um +- 3 Kanäle verschoben und werden die PM-Werte damit neu berechnet, so kann damit die Auswirkung auf die PM-Messwerte bestimmt werden. Hierzu wurden die tatsächlich gemessene PM-Werte mit denen aus der hypothetisch verschobenen Rohdatenverteilung neu berechneten PM-Werten in einem XY-Plot gegeneinander aufgetragen und eine lineare Regressionsgerade zwischen diesen Werten berechnet. Die Ergebnisse dieser Rechnungen sind in folgender Matrix dargestellt.

Tabelle 5: Matrix zum Einfluss einer Peakverschiebung auf die Massenkonzentration (PM\_ENVIRO\_0011)

	PM2,5		PM10	
channel shift	slope	offset	slope	offset
-3	1,086	0,03889	1,0877	0,0331
-2	1,056	0,025	1,057	0,012
-1	1,029	0,0122	1,028	0,048
0	1	0	1	0
1	0,973	-0,00785	0,976	-0,0047
2	0,945	-0,0197	0,947	0,038
3	0,918	-0,031	0,9224	0,083



Liegt z.B. bei Anwendung der Methode PM\_ENVIRO\_0011 eine Verschiebung um -3 Kanäle vor, so stehen die tatsächlichen PM-Werte mit den hypothetisch bestimmten PM-Werten wie folgt in Relation:

$$\begin{aligned} \text{PM}_{2,5\_tatsächlich} &= 1.086 * \text{PM}_{2,5\_hypothetisch} + 0,03889 \\ \text{PM}_{10\_tatsächlich} &= 1.0877 * \text{PM}_{10\_hypothetisch} + 0,0331. \end{aligned}$$

Eine Verschiebung um -3 Kanäle bedeutet, dass die Partikelgröße zu klein bestimmt wird, was dazu führt, dass der PM<sub>2,5</sub>-Wert um den Faktor 1,086 zu niedrig gemessen wird.

Zur Auswertung wurden dann für den Idealfall (Peak exakt im Kanal 130) ein hypothetischer Messwert für PM<sub>2,5</sub> von 25 µg/m<sup>3</sup> und für PM<sub>10</sub> von 40 µg/m<sup>3</sup> angesetzt und dann je nach Peakverschiebung der entsprechend zu erwartende Konzentrationswert gemäß der folgenden Matrix ermittelt.

Die Ergebnisse der Laborprüfungen sind unter Punkt 6 zusammengestellt.

### 4.3 Feldtest

Der Feldtest wurde mit 2 baugleichen Messeinrichtungen durchgeführt. Dies waren:

Gerät 1: SN 0111  
Gerät 2: SN 0112

Es ergab sich folgendes Prüfprogramm im Feldtest:

- Untersuchung der Vergleichbarkeit der Testgeräte gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods"
- Untersuchung der Vergleichbarkeit des Testgerätes mit dem Referenzverfahren gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods"
- Untersuchung der Konstanz des Probenahmeverfahrensvolumenstroms
- Ermittlung der Kalibrierfähigkeit, Aufstellung der Analysenfunktion
- Bestimmung der Reproduzierbarkeit
- Ermittlung der zeitlichen Änderung des Nullpunktes und der Empfindlichkeit
- Untersuchung der Dichtheit des Probenahmesystems
- Betrachtung der Abhängigkeit der Messwerte von der im Messgut enthaltenen Luftfeuchte
- Ermittlung des Wartungsintervalls
- Bestimmung der Verfügbarkeit
- Ermittlung der Gesamtunsicherheit der Testgeräte

Die zusätzlichen Untersuchungen in UK erfolgten für die Prüfpunkte:

- Untersuchung der Vergleichbarkeit der Testgeräte gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods"
- Untersuchung der Vergleichbarkeit des Testgerätes mit dem Referenzverfahren gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods"

Für den Feldtest wurden folgende Geräte eingesetzt:

- Messcontainer des TÜV Rheinland, klimatisiert auf ca. 20 °C bzw. Messstation DEFRA in Teddington
- Wetterstation (WS 500 der Fa. ELV Elektronik AG bzw. MK III Series der Fa. Rainwise (US) in UK) zur Erfassung meteorologischer Kenngrößen wie Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung sowie der Regenmenge
- 2 Referenzmessgeräte LVS3 für PM<sub>10</sub> gemäß Punkt 5 (Deutschland) bzw. SEQ47/50 (UK)
- 2 Referenzmessgeräte LVS3 für PM<sub>2.5</sub> gemäß Punkt 5 (Deutschland) bzw. SEQ47/50 (UK)
- 1 Gasuhr, trockene Bauart
- 1 Massendurchflussmesser Model 4043 (Hersteller: TSI)
- Messgerät zur Erfassung der Leistungsaufnahme Metraster 5 (Hersteller: Fa. Gosson Metrawatt)
- Nullfilter zur externen Nullpunktsüberprüfung
- CalDust 1100

Im Feldtest liefen jeweils für 24 h zeitgleich zwei Fidas® 200 S -Systeme und je zwei Referenzgeräte für PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>. Das Referenzgerät (Deutschland) arbeitet diskontinuierlich, d. h. nach erfolgten Probenahmen muss das Filter manuell gewechselt werden.

Die Impaktionsplatten der PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> Probenahmeköpfe der Referenzgeräte wurden in der Prüfung ca. alle 2 Wochen gereinigt und mit Silikonfett eingefettet, um eine sichere Trennung und Abscheidung der Partikel zu gewährleisten. Die Sigma2-Probenahmeköpfe der Prüflinge wurden gemäß Herstellerangabe ca. alle 3 Monate gereinigt. Der Probenahmekopf muss prinzipiell nach den Anweisungen des Herstellers gesäubert werden, wobei die örtlichen Schwebstaubkonzentrationen in Betracht zu ziehen sind.

Bei den Prüflingen sowie bei den Referenzgeräten wurde der Durchfluss vor und nach jedem Standortwechsel mit einer trockenen Gasuhr bzw. mit einem Massendurchflussmesser, der über eine Schlauchleitung an der Lufteintrittsöffnung des Gerätes angeschlossen ist, überprüft.

### Messstandorte und Messgerätstandorte

Die Messgeräte wurden im Feldtest so installiert, dass nur die Probenahmeköpfe sowie die virtuellen Impaktoren außerhalb des Messcontainers über dessen Dach eingerichtet sind. Die Zentraleinheiten der beiden Testgeräte waren im Innern des klimatisierten Messcontainers untergebracht. Die Referenzsysteme (LVS3) wurden komplett im Freien auf dem Dach installiert.

Der Feldtest wurde an folgenden Messstandorten durchgeführt:

Tabelle 6: Feldteststandorte

Nr.	Messstandort	Zeitraum	Charakterisierung
1	Köln, Sommer	05/2012 – 09/2012	Städtischer Hintergrund
2	Köln, Winter	11/2012 – 02/2013	Städtischer Hintergrund
3	Bonn, Straßenkreuzung, Winter	02/2013 – 05/2013	Verkehrseinfluss
4	Bornheim, Sommer	05/2013 – 07/2013	Ländliche Struktur + Verkehrseinfluss

Tabelle 7: Zusätzliche Feldteststandorte UK

Nr.	Messstandort	Zeitraum	Charakterisierung
1	Teddington, Winter	02/2014 – 04/2014	Städtischer Hintergrund
2	Teddington, Sommer	04/2014 – 06/2014	Städtischer Hintergrund

Abbildung 20 bis Abbildung 31 zeigen den Verlauf der PM-Konzentrationen an den Feldteststandorten, die mit den Referenzmesseinrichtungen aufgenommen wurden.

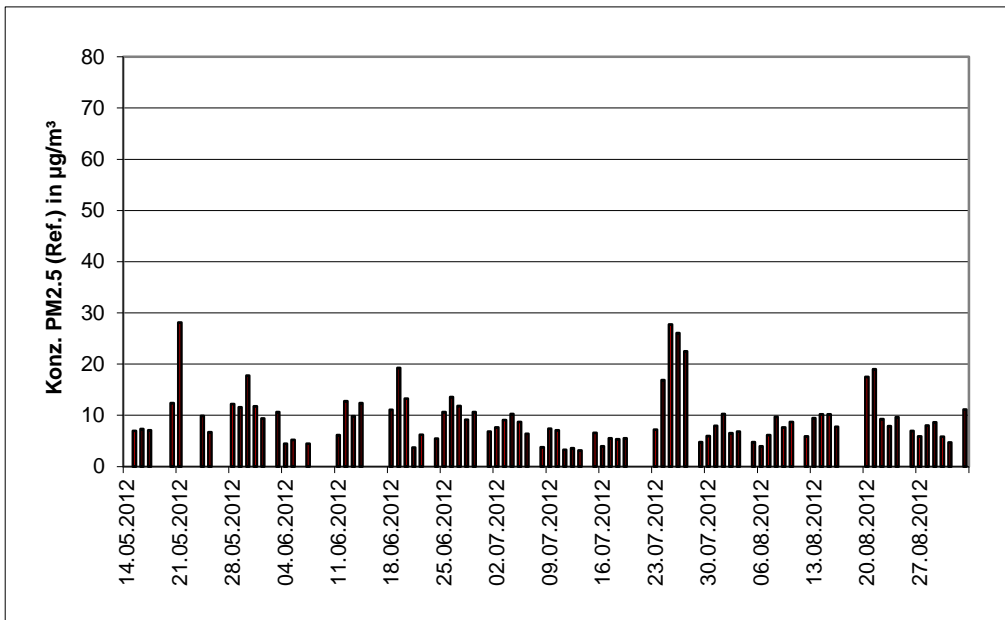


Abbildung 20: Verlauf der PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Sommer“

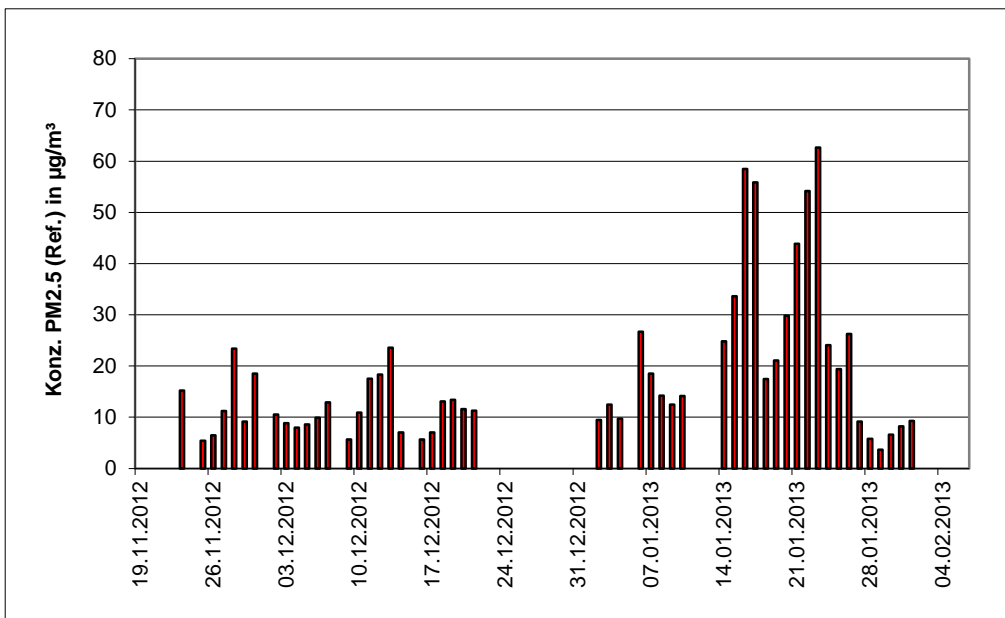


Abbildung 21: Verlauf der PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Winter“

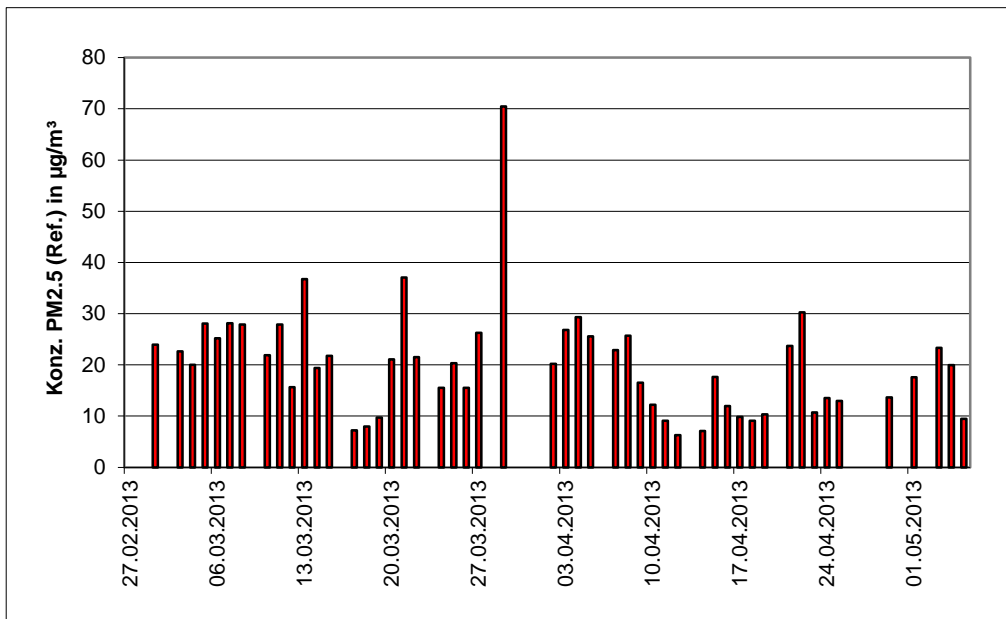


Abbildung 22: Verlauf der PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bonn, Winter“

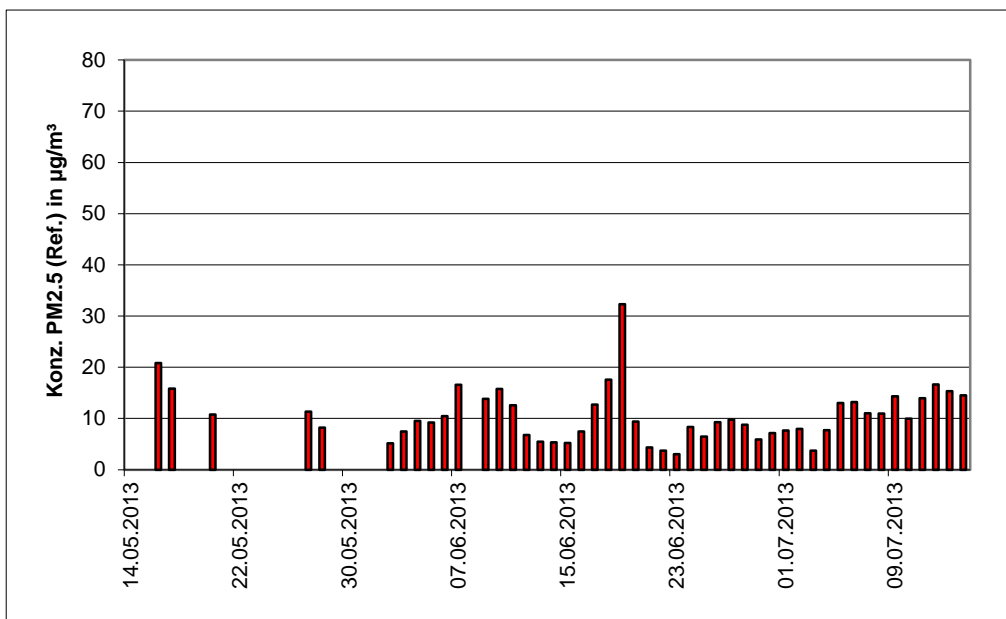


Abbildung 23: Verlauf der PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Sommer“

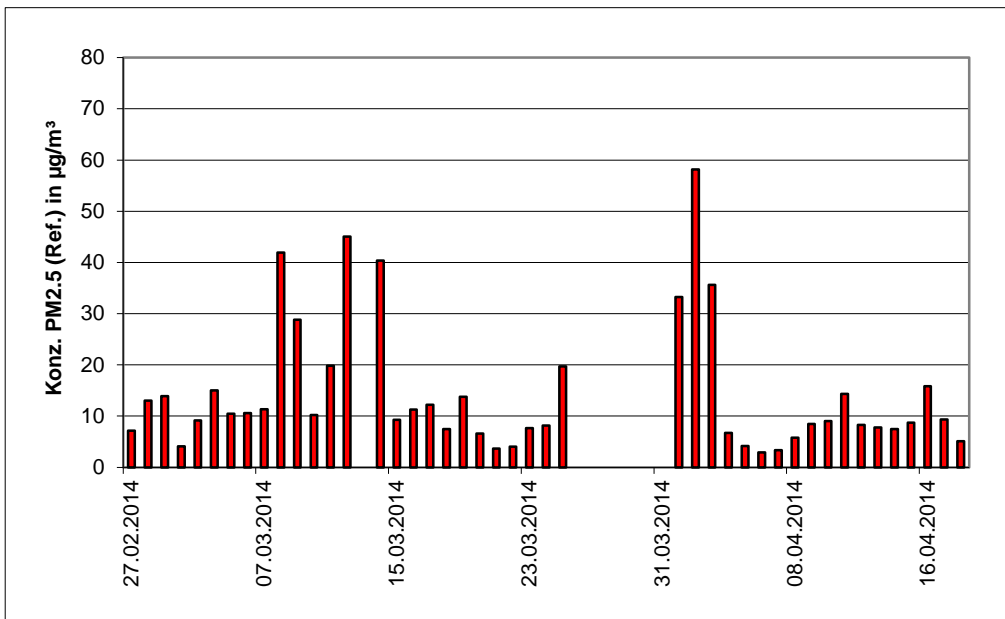


Abbildung 24: Verlauf der PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“

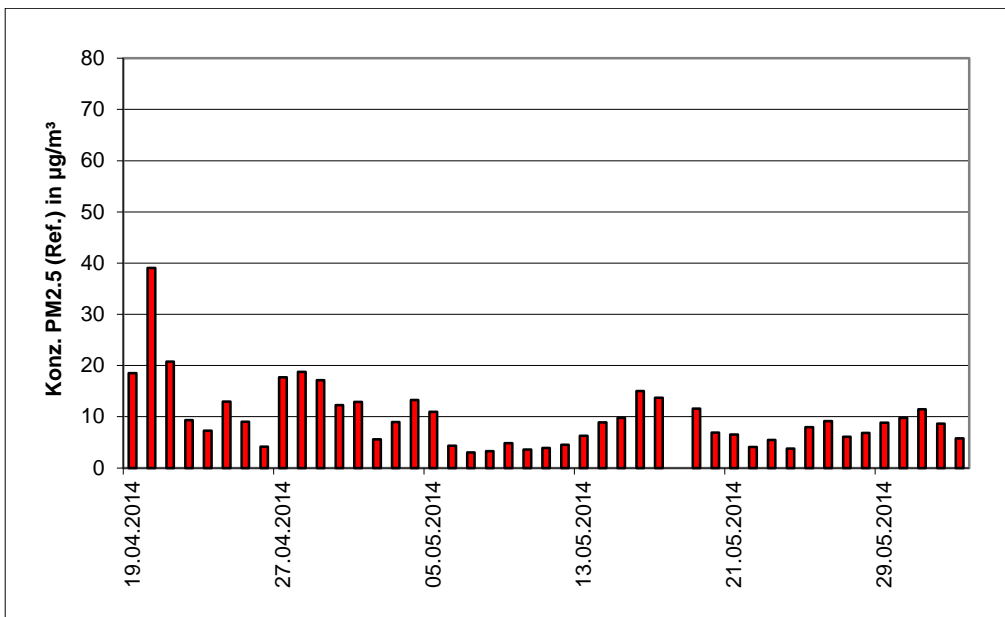


Abbildung 25: Verlauf der PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“

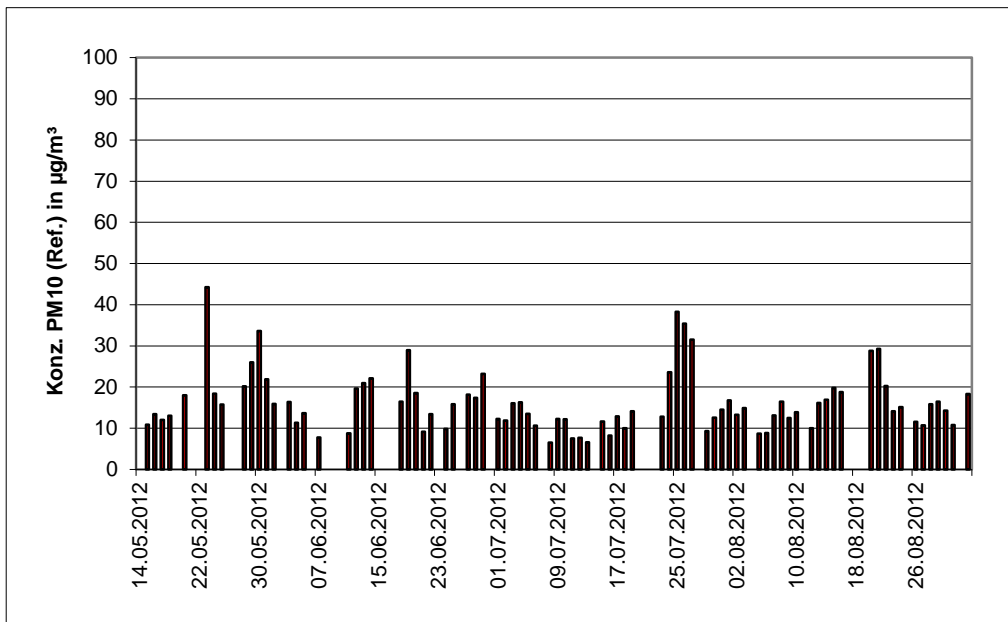


Abbildung 26: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Sommer“

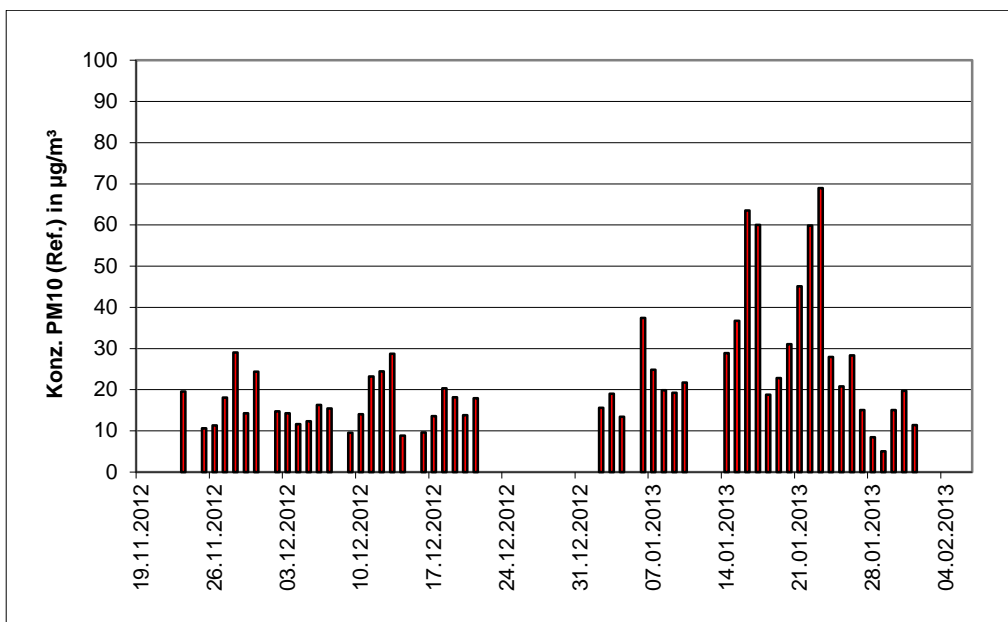


Abbildung 27: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Winter“



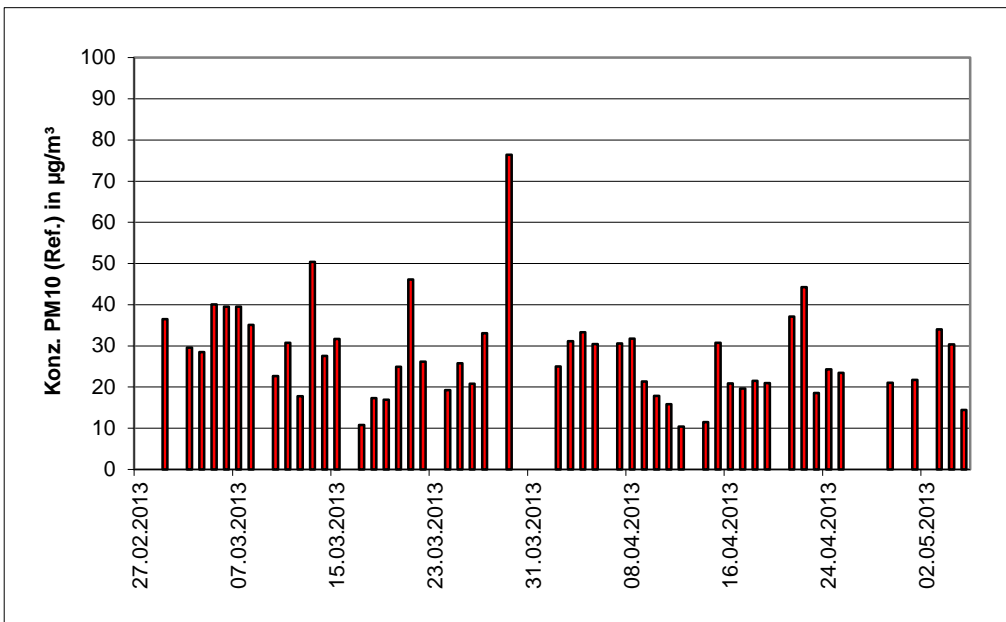


Abbildung 28: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bonn, Winter“

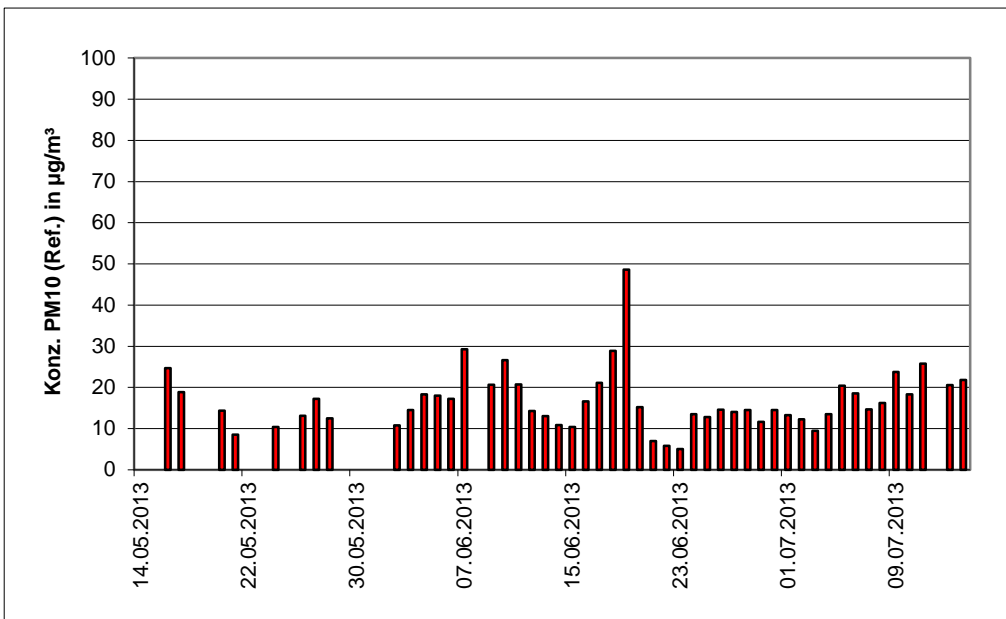


Abbildung 29: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Sommer“

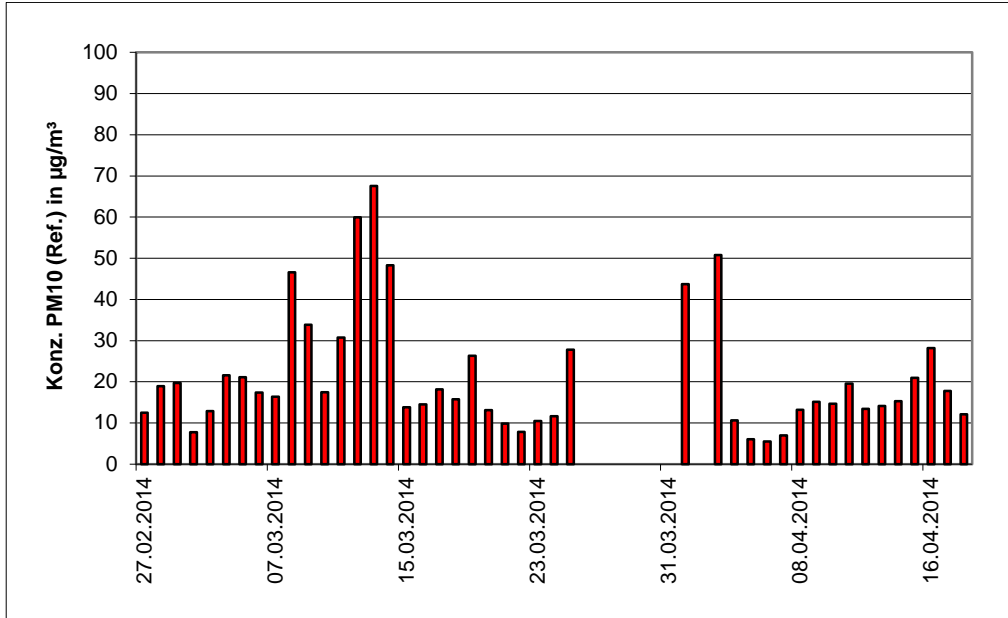


Abbildung 30: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“

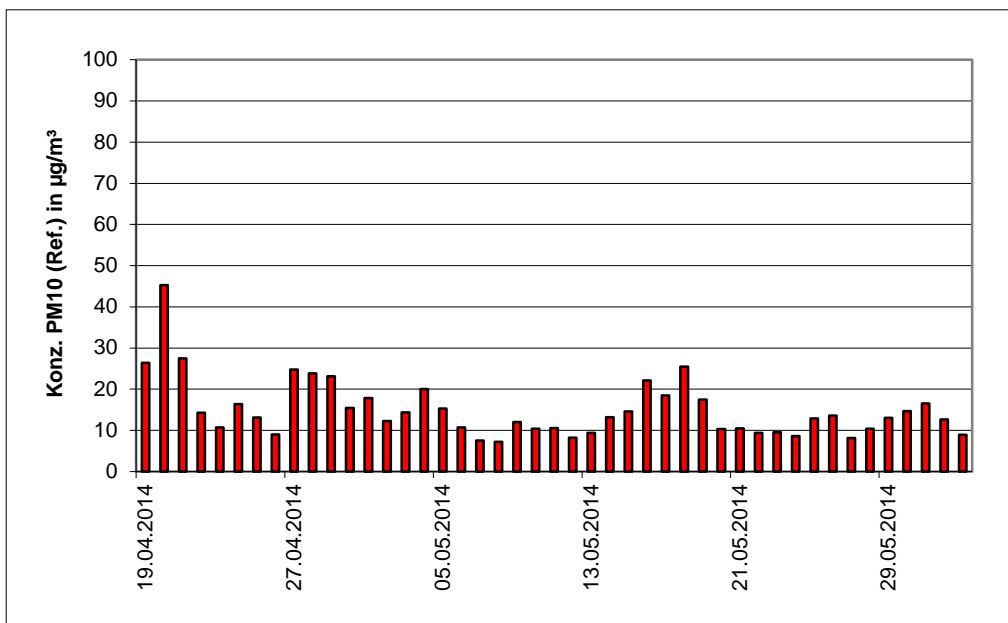


Abbildung 31: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“

Die folgenden Abbildungen zeigen den Messcontainer an den Feldteststandorten Köln, Bonn und Bornheim (Erstprüfung) sowie Teddington UK (Ergänzungsprüfung).



Abbildung 32: Feldteststandort Köln, Sommer & Winter



Abbildung 33: Feldteststandort Bonn, Winter



Abbildung 34: Feldteststandort Bornheim, Sommer



Abbildung 35: Feldteststandort Teddington, UK



Neben den Messgeräten zur Bestimmung der Schwebstaubimmissionen war eine Erfassungsanlage für meteorologische Kenndaten am Container/Messort angebracht. Es erfolgte eine kontinuierliche Erfassung von Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung sowie Niederschlagsmenge. Es wurden 30-min-Mittelwerte gespeichert.

Der Aufbau des Containers selbst sowie die Anordnung der Probenahmesonden wurde durch die folgenden Abmessungen charakterisiert:

#### Deutschland

- Höhe Containerdach: 2,50 m
- Höhe der Probenahme für Test-/ 1,70 m / 0,51 m über Containerdach
- Referenzgerät 4,20 / 3,01 m über Grund
- Höhe der Windfahne: 4,5 m über Grund

#### UK

- Höhe Containerdach: 2,50 m
- Höhe der Probenahme für Test-/ 1,70 m / 0,70 m bzw. 1,00 m über Containerdach
- Referenzgerät 4,20 / 3,20 bzw. 3,50 m über Grund
- Höhe der Windfahne: 4,00 m über Grund

Die nachfolgende Tabelle 8 enthält daher neben einem Überblick über die wichtigsten meteorologischen Kenngrößen, die während der Messungen an den 4 Feldteststandorten ermittelt wurden, auch einen Überblick über die Schwebstaubverhältnisse während des Prüfzeitraumes. Alle Einzelwerte sind in den Anhängen 5 und 6 zu finden.

Die wichtigsten meteorologischen Kenngrößen aus den englischen Vergleichskampagnen sind in Tabelle 9 und in den Anhängen 7 und 8 zu finden.

**Tabelle 8: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten (Deutschland),  
 als Tagesmittelwerte**

	Köln, Sommer	Köln, Winter	Bonn, Winter	Bornheim, Sommer
Anzahl Wertepaare Referenz PM <sub>10</sub>	82	52	50	49
Anzahl Wertepaare Referenz PM <sub>2,5</sub>	82	52	50	47
<b>Anteil PM<sub>2,5</sub> an PM<sub>10</sub> [%]</b>				
Bereich	38,2 – 73,7	41,6 – 97,2	42,2 – 96,5	39,1 – 84,6
Mittelwert	55,8	73,8	70,6	60,0
<b>Lufttemperatur [°C]</b>				
Bereich	8,9 – 30,7	-3,3 – 11,9	-3,4 – 20,0	6,4 – 27,2
Mittelwert	19,1	4,6	7,8	16,6
<b>Luftdruck [hPa]</b>				
Bereich	993 – 1021	988 – 1027	985 – 1021	989 – 1020
Mittelwert	1008	1004	1004	1007
<b>Rel. Luftfeuchte [%]</b>				
Bereich	39,9 – 87,2	70,0 – 91,2	42,8 – 85,8	52,6 – 89,1
Mittelwert	67,0	81,2	63,4	70,1
<b>Windgeschwindigkeit [m/s]</b>				
Bereich	0,1 – 2,7	0,0 – 3,3	0,4 – 4,2	0,2 – 4,7
Mittelwert	0,7	0,9	1,6	1,5
<b>Niederschlagsmenge [mm/d]</b>				
Bereich	0,0 – 29,5	0,0 – 25,7	0,0 – 13,2	0,0 – 34,6
Mittelwert	2,9	2,9	0,9	3,5

**Tabelle 9: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten (UK), als Tagesmittelwerte**

	Teddington, Winter	Teddington, Sommer
Anzahl Wertepaare Referenz PM <sub>10</sub>	44	45
Anzahl Wertepaare Referenz PM <sub>2,5</sub>	44	44
<b>Anteil PM<sub>2,5</sub> an PM<sub>10</sub> [%]</b>		
Bereich	37,0 – 90,0	34,3 – 86,3
Mittelwert	61,9	62,9
<b>Lufttemperatur [°C]</b>		
Bereich	-1,9 – 21,1	1,7 – 26,5
Mittelwert	9,9	13,6
<b>Luftdruck [hPa]</b>		
Bereich	965 – 1016	981 – 1017
Mittelwert	997	995
<b>Rel. Luftfeuchte [%]</b>		
Bereich	25,1 – 100	29,3 – 99,9
Mittelwert	74	73,3
<b>Windgeschwindigkeit [m/s]</b>		
Bereich	0,0 – 4,8	0,0 – 5,4
Mittelwert	0,6	0,7
<b>Niederschlagsmenge [mm/d]</b>		
Bereich	0,0 – 10,2	0,0 – 22,9
Mittelwert	0,9	2,6

## Dauer der Probenahmen

DIN EN 12341 legt die Probenahmedauer auf 24 h fest. Bei niedrigen Konzentrationen ist jedoch auch eine längere, bei höheren Konzentrationen eine kürzere Probenahmedauer zulässig.

DIN EN 14907 legt die Probenahmedauer auf 24 h ± 1 h fest.

Im Feldtest wurde immer eine Probenahmezeit von 24 h für alle Geräte eingestellt (von 10:00 – 10:00 (Köln, Teddington) und von 7:00 – 7:00 (Bonn, Bornheim)).

## Handhabung der Daten

Die ermittelten Messwertpaare der Referenzwerte aus den Felduntersuchungen wurden vor den jeweiligen Auswertungen für jeden Standort einem statistischen Ausreißertest nach Grubbs (99 %) unterzogen, um Auswirkungen von offensichtlich unplausiblen Daten auf das Messergebnis vorzubeugen. Als signifikante Ausreißer erkannte Messwertpaare dürfen dabei solange aus dem Wertepool entfernt, bis der kritische Wert der Prüfgröße unterschritten wurde. Die Version des Leitfadens [5] vom Januar 2010 verlangt, dass nur 2,5 % der Datenpaare als Ausreißer ermittelt und entfernt werden dürfen.

Für die Prüflinge werden prinzipiell keine Messwerte verworfen, es sei denn, es liegen begründbare technische Ursachen für unplausible Werte vor. Es wurden in der gesamten Prüfung keine Messwerte der Prüflinge verworfen.

Tabelle 10 und Tabelle 11 zeigen eine Übersicht über die für jeden Einzelstandort als signifikante Ausreißer erkannte und entfernte Anzahl an Messwertpaaren (Referenz).

Tabelle 10: Ergebnisse Grubbs-Ausreißertest – Referenz PM<sub>10</sub>

Nummer	Standort	Sammler	Anzahl Datenpaare	Maximale Anzahl Werte, die gelöscht werden dürfen	Gefundene Anzahl	Gelöschte Anzahl	Anzahl der verbliebenen Datenpaare
A	Köln (Sommer)	PM10 Referenz	83	2	1	1	82
B	Köln (Winter)	PM10 Referenz	52	0	1	0	52
C	Bonn (Winter)	PM10 Referenz	50	1	0	0	50
D	Bornheim (Sommer)	PM10 Referenz	50	1	2	1	49
E	Teddington (Winter)	PM10 Referenz	45	1	1	1	44
F	Teddington (Sommer)	PM10 Referenz	45	1	0	0	45



**Tabelle 11: Ergebnisse Grubbs-Ausreißertest – Referenz PM<sub>2,5</sub>**

Nummer	Standort	Sammler	Anzahl Datenpaare	Maximale Anzahl Werte, die gelöscht werden dürfen	Gefundene Anzahl	Gelöschte Anzahl	Anzahl der verbliebenen Datenpaare
A	Köln (Sommer)	PM2.5 Referenz	84	2	3	2	82
B	Köln (Winter)	PM2.5 Referenz	52	1	0	0	52
C	Bonn (Winter)	PM2.5 Referenz	50	1	0	0	50
D	Bornheim (Sommer)	PM2.5 Referenz	47	1	0	0	47
E	Teddington (Winter)	PM2.5 Referenz	45	1	1	1	44
F	Teddington (Sommer)	PM2.5 Referenz	45	1	1	1	44

Es wurden folgende Wertepaare entfernt:

**Tabelle 12: Entfernte Wertepaare Referenz PM<sub>10</sub> nach Grubbs**

Standort	Datum	Referenz 1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Referenz 2 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Köln, Sommer	21.05.2012	45,7	41,6
Bornheim, Sommer	12.07.2013	28,7	33,5
Teddington, Winter	02.04.2014	84,92	82,04

**Tabelle 13: Entfernte Wertepaare Referenz PM<sub>2,5</sub> nach Grubbs**

Standort	Datum	Referenz 1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Referenz 2 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Köln, Sommer	18.05.2012	7,1	16,0
Köln, Sommer	23.05.2012	27,3	35,0
Teddington, Winter	13.03.2014	54,93	56,97
Teddington, Sommer	18.05.2014	18,90	17,66

### **Filterhandling - Massenbestimmung**

Folgende Filter wurden in der Eignungsprüfung verwendet:

Tabelle 14: Eingesetzte Filtermaterialien

<b>Messgerät</b>	<b>Filtermaterial, Typ</b>	<b>Hersteller</b>
Referenzgeräte LVS3 bzw. SEQ47/50 (nur UK)	Emfab <sup>™</sup> , Ø 47 mm	Pall

Die Behandlung der Filter entspricht den Anforderungen der DIN EN 14907.

Die Verfahren zur Behandlung der Filter und zur Wägung sind im Detail im Anhang 2 zu diesem Bericht beschrieben.

## 5. Referenzmessverfahren

Im Rahmen des Feldtestes wurden gemäß der DIN EN 12341 und der DIN EN 14907 folgende Geräte eingesetzt:

1. als Referenzgerät PM<sub>10</sub>: Kleinfiltergerät Low Volume Sampler LVS3  
Hersteller: Ingenieurbüro Sven Leckel, Leberstraße 63, Berlin, Deutschland  
Herstelldatum: 2007  
PM<sub>10</sub>-Probenahmekopf
2. als Referenzgerät PM<sub>2,5</sub>: Kleinfiltergerät Low Volume Sampler LVS3  
Hersteller: Ingenieurbüro Sven Leckel, Leberstraße 63, Berlin, Deutschland  
Herstelldatum: 2007  
PM<sub>2,5</sub>-Probenahmekopf

An den zusätzlichen Vergleichskampagnen in UK kamen für die Messkomponenten PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> je zwei Referenzsysteme vom Typ Filterwechsler SEQ47/50 zum Einsatz. Der Filterwechsler basiert technisch auf dem Kleinfiltergerät LVS3. Der Filterwechselmechanismus zusammen mit dem Vorrats- und Ablagemagazin ermöglicht eine kontinuierliche 24-h-Probenahme für die Dauer von bis zu 15 Tagen. Das gesamte Probenahmesystem wird durch einen Luftmantel gekühlt – hierzu ist zusätzlich das eigentliche Ansaugrohr in einem durchspülten Aluminiumhüllrohr installiert.

Während der Prüfung wurden parallel jeweils zwei Referenzgeräte für PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> mit einem geregelten Durchsatz von 2,3 m<sup>3</sup>/h betrieben. Die Volumenstromregelgenauigkeit beträgt unter realen Einsatzbedingungen < 1 % des Nennvolumenstroms.

Die Probenahmeluft beim Kleinfiltergerät LVS3 bzw. SEQ47/50 wird von der Drehschieber-Vakuumpumpe über den Probenahmekopf gesaugt, der Probeluft-Volumenstrom wird hierbei zwischen Filter und Vakuumpumpe mit einer Messblende gemessen. Die angesaugte Luft strömt von der Pumpe aus über einen Abscheider für den Abrieb der Drehschieber zum Luftauslass.

Nach beendeter Probenahme zeigt die Messelektronik das angesaugte Probeluftvolumen in Norm- oder Betriebs-m<sup>3</sup> an.

Die PM<sub>10</sub> bzw. die PM<sub>2,5</sub> Konzentration wurde ermittelt, in dem die im Labor gravimetrisch bestimmte Schwebstaubmenge auf dem jeweiligen Filter durch das zugehörige durchgesetzte Probeluftvolumen in Betriebs-m<sup>3</sup> dividiert wurde.

## 6. Prüfergebnisse

### 6.1 4.1.1 Messwertanzeige

*Die Messeinrichtung muss eine Messwertanzeige besitzen.*

### 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zusätzliche Geräte werden nicht benötigt.

### 6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde überprüft, ob die Messeinrichtung eine Messwertanzeige besitzt.

### 6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung besitzt eine Messwertanzeige. Es werden im Untermenü „data“ neben den aktuellen Messwerten für die Fraktionen PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> auch Messwerte für die Fraktionen PM<sub>1</sub>, PM<sub>4</sub>, PM<sub>total</sub> sowie Messwerte für die Partikelanzahl und -luftfeuchte und Umgebungsdruck angezeigt (in Eignungsprüfung gleitender 15min-Mittelwert, aktualisiert jede Sekunde, andere Einstellungen sind möglich)

### 6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung besitzt eine Messwertanzeige.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Abbildung 36 zeigt die Benutzeranzeige mit den aktuellen Konzentrationsmesswerten.

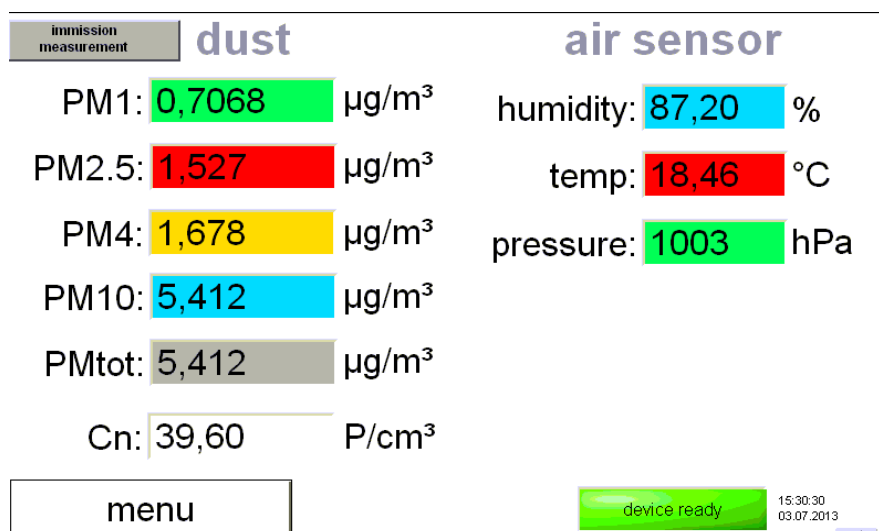


Abbildung 36: Messanzeige Konzentrationsmesswerte

## **6.1 4.1.2 Wartungsfreundlichkeit**

*Die notwendigen Wartungsarbeiten an der Messeinrichtung sollten ohne größeren Aufwand möglichst von außen durchführbar sein.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Zusätzliche Geräte werden nicht benötigt.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die notwendigen regelmäßigen Wartungsarbeiten wurden nach den Anweisungen der Betriebsanleitung ausgeführt.

## **6.4 Auswertung**

Folgende Wartungsarbeiten sind vom Benutzer durchzuführen:

1. Überprüfung des Gerätestatus  
Der Gerätestatus kann durch Kontrolle der Messeinrichtung selbst oder auch on-line überwacht und kontrolliert werden.
2. Eine Überprüfung der Empfindlichkeit des Partikelsensors mit CalDust 1100 oder MonoDust1500 muss monatlich erfolgen, der Abgleich der Empfindlichkeit des Partikelsensors bei einer Abweichung von größer  $\pm 1,5$  Kanälen vom Sollwert 130 (CalDust 1100) bzw. vom angegebenen Sollwert (MonoDust1500), sonst spätestens alle 3 Monate.
3. Der Probenahmekopf muss prinzipiell nach den Anweisungen des Herstellers gesäubert werden, wobei die örtlichen Schwebstaubkonzentrationen in Betracht zu ziehen sind (in der Eignungsprüfung ca. alle 3 Monate).
4. Eine Überprüfung der Dichtigkeit soll gemäß den Angaben des Herstellers alle 3 Monate erfolgen.
5. Eine Überprüfung der Durchflussrate soll gemäß den Angaben des Herstellers alle 3 Monate erfolgen.
6. Einmal im Jahr (oder nach Bedarf) soll gemäß den Angaben des Herstellers eine Überprüfung der Sensoren der Wetterstation WS600-UMB erfolgen.
7. Eine Reinigung des optischen Sensors ist nur erforderlich, wenn die Photomultiplier-Spannung bei der Kalibrierung des optischen Sensors mehr als 15 % über dem Wert der Kalibrierung nach der letzten Reinigung bzw. des Auslieferungszustands entspricht
8. Der Filter muss gereinigt bzw. ausgewechselt werden, falls die Leistung der Absaugpumpe mehr als 50 % beträgt

Zur Durchführung der Wartungsarbeiten sind die Anweisungen im Handbuch (Kapitel 3) zu beachten. Alle Arbeiten lassen sich grundsätzlich mit üblichen Werkzeugen durchführen.



## **6.5 Bewertung**

Wartungsarbeiten sind mit üblichen Werkzeugen und vertretbarem Aufwand von außen durchführbar. Für die Arbeiten gemäß den Punkten 2, 4 und 5 wird das Gerät in den Kalibriermodus geschaltet. Vor Beginn dieser Arbeiten im Kalibriermodus wird zur reproduzierbaren Konditionierung des Partikelstroms sowie der Volumenstrom- und Gasdynamikverhältnisse die IADS auf 35 °C eingestellt. Der Vorgang der Überprüfungen selbst benötigt ca. 15-30 min, sodass eine Wiederaufnahme des regulären Messbetriebs dann spätestens ca. 1 Stunde nach Start des Kalibriermodus möglich ist. Die Arbeiten für die Punkte 7 und 8 sind nur bei Außerbetriebnahme des Gerätes durchzuführen – diese Arbeiten fallen allerdings selten an - im Rahmen der Eignungsprüfung, die über ein Jahr angedauert hat, bestand an dieser Stelle keinerlei Handlungsbedarf. Ansonsten Zeit kann sich die Wartung im Wesentlichen auf die Kontrolle von Verschmutzungen, Plausibilitätschecks und etwaigen Status-/Fehlermeldungen beschränken.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Die Arbeiten an den Geräten wurden während der Prüfung auf Basis der in den Handbüchern beschriebenen Arbeiten und Arbeitsabläufe durchgeführt. Bei Einhaltung der dort beschriebenen Vorgehensweise konnten keine Schwierigkeiten beobachtet werden. Alle Wartungsarbeiten ließen sich bisher problemlos mit herkömmlichen Werkzeugen durchführen.

## 6.1 4.1.3 Funktionskontrolle

*Soweit zum Betrieb oder zur Funktionskontrolle der Messeinrichtung spezielle Einrichtungen erforderlich sind, sind diese als zum Gerät gehörig zu betrachten und bei den entsprechenden Teilprüfungen einzusetzen und mit in die Bewertung aufzunehmen. Zur Messeinrichtung gehörende Prüfgaserzeugungssysteme müssen der Messeinrichtung ihre Betriebsbereitschaft über ein Statussignal anzeigen und über die Messeinrichtung direkt sowie auch telemetrisch angesteuert werden können.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bedienungshandbuch, Nullfilter, CalDust 1100

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Der Gerätestatus der Messeinrichtung wird kontinuierlich überwacht und Probleme über eine Reihe von verschiedenen Statusmeldungen angezeigt. Der aktuelle Status der überwachten Kenngrößen kann entweder am Gerät selbst eingesehen werden bzw. wird auch bei der Datenaufzeichnung mit erfasst. Liegt eine Kenngröße außerhalb der erlaubten Toleranzen erscheint ein entsprechender Fehlerbit.

Es besteht die Möglichkeit, den Nullpunkt der Messeinrichtung extern zu überprüfen. Hierzu wird ein Nullfilter am Geräteinlass montiert. Der Einsatz dieses Filters ermöglicht die Bereitstellung von schwebstaubfreier Luft.

Im Rahmen der Prüfung wurde ca. alle 4 Wochen eine Bestimmung des Nullpunktes auch mit Hilfe des Nullfilters durchgeführt.

Die Messeinrichtung führt intern eine kontinuierliche Überwachung der Empfindlichkeit des Partikelsensors durch – beträgt hier die Abweichung mehr als 3,5 Rohdatenkanäle vom Soll, wird ein Fehlerstatus gesetzt.

Die Prüfung der Empfindlichkeit erfolgte mit monodispersen Staub (CalDust 1100). Bei Aufgabe dieses Prüfstaubes ist ein Peak in der Größenverteilung im Kanal 130 zu erwarten (dies entspricht einer Partikelgröße von 0,93 µm). Um Abweichungen in der Einklassierung quantifizierbar zu machen, wurde auf Basis der vorhandenen Felddatensätze aus der Eignungsprüfung errechnet, welche Auswirkung eine Peakverschiebung bis zu maximal ±3 Kanälen auf einen PM-Messwert hätte. Zur Auswertung wurden dann für den Idealfall (Peak exakt im Kanal 130) ein hypothetischer Messwert für PM<sub>2,5</sub> von 25 µg/m<sup>3</sup> und für PM<sub>10</sub> von 40 µg/m<sup>3</sup> angesetzt und dann je nach Peakverschiebung der entsprechend zu erwartende Konzentrationswert gemäß der Matrix in Kapitel 4.2 Laborprüfung ermittelt.

Im Rahmen der Prüfung wurde jeweils zu Beginn und zum Ende einer Kampagne eine Bestimmung der Empfindlichkeit des Partikelsensors durchgeführt.



#### **6.4 Auswertung**

Alle im Bedienungshandbuch aufgeführten Gerätefunktionen sind vorhanden oder aktivierbar. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und Probleme über eine Reihe von verschiedenen Warnmeldungen angezeigt.

Eine externe Überprüfung des Nullpunktes ist mit Hilfe des Nullfilters jederzeit möglich. Eine externe Überprüfung der Empfindlichkeit des Partikelsensors ist mit Hilfe des Prüfstaubs CalDust 1100 ebenfalls jederzeit möglich.

#### **6.5 Bewertung**

Alle im Bedienungshandbuch beschriebenen Gerätefunktionen sind vorhanden, aktivierbar und funktionieren. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und Probleme über eine Reihe von verschiedenen Meldungen angezeigt.

Die Ergebnisse der externen Nullpunktsüberprüfungen mit Nullfilter über die Dauer der Felduntersuchungen sowie der periodisch durchgeführten Überprüfungen der Empfindlichkeit des Partikelsensors sind im Kapitel 6.1 5.3.12 Langzeitdrift in diesem Bericht dargestellt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

#### **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Siehe unter dem Punkt:

6.1 5.3.12 Langzeitdrift



## 6.1 4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten

*Die Rüst- und Einlaufzeiten der Messeinrichtung sind in der Betriebsanleitung anzugeben.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für die Prüfung dieser Mindestanforderung wurde zusätzlich eine Uhr bereitgestellt.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messinstrumente wurden nach den Beschreibungen des Geräteherstellers in Betrieb genommen. Die erforderlichen Zeiten für Rüst- und Einlaufzeit wurden getrennt erfasst.

Erforderliche bauliche Maßnahmen im Vorfeld der Installation, wie z. B. die Einrichtung eines Durchbruchs im Containerdach, wurden hier nicht bewertet.

## 6.4 Auswertung

Die Rüstzeit umfasst den Zeitbedarf für den Aufbau der Messeinrichtung bis zur Inbetriebnahme.

Das Messsystem Fidas® 200 S ist mit einem Wetterschutzgehäuse ausgerüstet und damit für eine Außenaufstellung konzipiert. Am Installationsort wird daher lediglich ein Stromanschluss 220V benötigt. Etwaig notwendige Maßnahmen zum Schutz der Messeinrichtung

Folgende Schritte zum (erstmaligen) Aufbau der Messeinrichtung sind grundsätzlich erforderlich:

- Entpacken und Aufstellung der Messeinrichtung
- Installation der Wetterstation, der Antenne und des GPS-Empfängers, des Probennehmerohres, der Fidas® Steuereinheit und des Probenahmekopfes
- Anschluss aller Verbindungs-, Steuerungsleitungen
- Anschluss der Energieversorgung
- Einschalten der Messeinrichtung
- Nach mindestens 1 h Aufwärmzeit, Durchführung einer Kalibrierung / Verifizierung gemäß Handbuch Kapitel 3.1. Dies beinhaltet 5 Prüfschritte:
  - Automatischer Offsetabgleich
  - Prüfung der Dichtigkeit des Gesamtsystems
  - Überprüfung/Abgleich der Empfindlichkeit des Partikelsensors
  - Prüfung des Partikelstroms im Partikelsensor
  - Überprüfung des Volumenstroms
- (ggfs) Installation des gravimetrischen Filters
- Überprüfung der Geräteeinstellung bzgl. des implementierten Auswertalgorithmus, Datum und Zeit etc.
- Überprüfung der Sensoren für Umgebungstemperatur- und druck sowie der Durchflussrate
- optional Anschluss von peripheren Erfassungs- und Steuerungssystemen (Netzwerkanschluss, USB-Stick, Modbus über RS232) an die entsprechenden Schnittstellen

Die Durchführung dieser Arbeiten und damit die Rüstzeit für den erstmaligen Aufbau beträgt ca. 2 Stunden. Die Messeinrichtung kann – wenn einmal montiert – leicht als Ganzes transportiert werden und kann daher leicht von einem zum anderen Messort umgezogen werden.

Die Einlaufzeit umfasst den Zeitbedarf von der Inbetriebnahme der Messeinrichtung bis zur Messbereitschaft.

Mit dem Einschalten des Systems (Hochfahren des Windows-Betriebssystems und des Fidas<sup>®</sup> Start-Up Managers) wird automatisch der Messvorgang gestartet. Je nach eingestellter Mittelungszeit dauert es einige wenige Minuten bis erste Messwerte angezeigt werden. Sobald der Gerätestatus „device ready“ (grün hinterlegt im Display rechts unten sichtbar) erscheint, ist die Messeinrichtung voll betriebsbereit. Danach liefert das Gerät die gleitenden 30min-Mittelwerte der Massenkonzentrationen, welche jede Sekunde aktualisiert werden (Einstellung in Eignungsprüfung). Die Einlaufzeit beträgt daher in der Regel ca. 10-15 min.

Falls erforderlich, können etwaige Änderungen der Grundparametrierungen der Messeinrichtungen ebenfalls in wenigen Minuten durch mit den Geräten vertrautes Personal durchgeführt werden, allerdings wird der normale Messbetrieb hierzu unterbrochen und das Gerät in den „expert user mode“ geschaltet.

## **6.5 Bewertung**

Die Rüst- und Einlaufzeiten wurden ermittelt.

Die Messeinrichtung kann leicht an unterschiedlichen Messstellen betrieben werden. Die Rüstzeit beträgt bei erstmaliger Einrichtung ca. 2 Stunden und die Einlaufzeit je nach notwendiger Stabilisierungszeit ca. 10 – 15 min.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

## **6.1 4.1.5 Bauart**

*Die Betriebsanleitung muss Angaben des Herstellers zur Bauart der Messeinrichtung enthalten. Im Wesentlichen sind dies:*

*Bauform (z. B. Tischgerät, Einbaugerät, freie Aufstellung)*

*Einbaulage (z. B. horizontaler oder vertikaler Einbau)*

*Sicherheitsanforderungen*

*Abmessungen*

*Gewicht*

*Energiebedarf.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Für die Prüfung wird eine Messeinrichtung zur Erfassung des Energieverbrauchs und eine Waage eingesetzt.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Der Aufbau der übergebenen Geräte wurde mit der Beschreibung in den Handbüchern verglichen. Der angegebene Energieverbrauch wird über 24 h im Normalbetrieb während des Feldtests bestimmt.

## **6.4 Auswertung**

Das Messsystem Fidas<sup>®</sup> 200 S ist mit einem Wetterschutzgehäuse ausgerüstet und damit für eine Außenaufstellung konzipiert. Die Messeinrichtung muss in horizontaler Aufstellung / Einbaulage installiert werden.

Die Abmessungen und Gewichte der Messeinrichtung stimmen mit den Angaben aus dem Bedienungshandbuch überein.

Der Energiebedarf der Messeinrichtung mit der eingesetzten Pumpe wird vom Hersteller mit maximal ca. 200 W für das Gesamtsystem angegeben. In einem 24stündigen Test wurde der Gesamtenergiebedarf der Messeinrichtung ermittelt. Zu keinem Zeitpunkt wurde bei dieser Untersuchung der angegebene Wert überschritten.

## **6.5 Bewertung**

Die in der Betriebsanleitung aufgeführten Angaben zur Bauart sind vollständig und korrekt.  
Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.



## **6.1 4.1.6 Unbefugtes Verstellen**

*Die Justierung der Messeinrichtung muss gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen gesichert werden können.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Bedienung des Messgerätes erfolgt direkt über ein frontseitiges Touchscreendisplay oder indirekt über Internet / WebAccess (z.B mit Software Teamviewer) über die entsprechenden RS232- bzw. Ethernetschnittstelle von einem externen Rechner aus.

In den nicht passwortgeschützten Menüebenen können überwiegend nur Messwerte, Parameter etc eingesehen werden. Eine Änderung des Betriebsmodus der IADS sowohl die Kalibrierung des Partikelsensors ist hier ebenfalls möglich, allerdings nur über mehrere Tastenfolgen.

Die Veränderung von im System implementierten Parametern ist nur über den passwortgeschützten „expert user mode“ möglich.

Darüber hinaus ist die Tür des Wetterschutzgehäuses mit zwei Schlössern ausgerüstet und verhindert daher einen unbefugten Zugriff auf die Messeinrichtung.

## **6.4 Auswertung**

Unbeabsichtigtes Verstellen von Geräteparametern kann durch den Passwortschutz verhindert werden. Ohne Passwortschutz kann eine Änderung des Betriebsmodus der IADS sowohl die Kalibrierung des Partikelsensors nur über mehrere Tastenfolgen erfolgen. Ferner ergibt sich ein zusätzlicher Schutz vor unbefugtem Eingriff durch die Ausführung des Wetterschutzgehäuses mit abschließbarer Tür.

## **6.5 Bewertung**

Die Messeinrichtung ist gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen von Geräteparametern gesichert. Ferner ergibt sich ein zusätzlicher Schutz vor unbefugtem Eingriff durch die Ausführung des Wetterschutzgehäuses mit abschließbarer Tür.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## 6.1 4.1.7 Messsignalausgang

*Die Messsignale müssen digital (z. B. RS 232) und/oder analog (z. B. 4 mA bis 20 mA) angeboten werden.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

PC mit Software „TeamViewer“ bzw. USB-Stick

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung erfolgte unter Verwendung eines PC mit Software „Teamviewer“ (via Ethernet / GPS Modem) sowie mittels eines USB-Sticks.

Rohdatensätze können über die USB-Schnittstelle direkt auf einen USB-Stick gespeichert werden oder mittels GPS-Modem von einem externen PC mit Internetzugang über die Software „Teamviewer“ downgeloadet werden. Beide Varianten wurden im Rahmen der Eignungsprüfung angewandt. Des Weiteren können die Daten über die Netzwerkschnittstelle über ein sogenanntes UDP-Protokoll ausgegeben werden oder auch automatisch auf den Webserver des Herstellers hochgeladen werden.

Die Messeinrichtung verfügt darüber hinaus auch über die Möglichkeit der Ausgabe der Messsignale / Kommunikation via serielle Schnittstelle RS 232 (Modbus, Bayern-Hessen-Protokoll, ASCII).

Die Messeinrichtung verfügt über keine analogen Messsignale.

## 6.4 Auswertung

Die Messsignale werden auf der Geräterückseite folgendermaßen angeboten:

- 1 x RS232 Schnittstelle zur Kommunikation via Modbus für Fernabfrage von Messwerten und externe Ansteuerung des Messgerätes (WebAccess). Die Anwendung des Bayern-Hessen-Protokolls ist ebenfalls möglich, wurde aber im Rahmen der Eignungsprüfung nicht geprüft.
- 1 x Ethernet-Schnittstelle zur Verbindung mit einem Netzwerk oder PC zur Datenübertragung und Fernsteuerung z.B. via Teamviewer Software
- 1 x USB-Schnittstelle an Gerätefrontseite zum direkten Datendownload zur Weiterverarbeitung an einem externen PC
- 1 x USB-Schnittstelle an Geräterückseite z.B. zum Anschluss eines Druckers, Tastatur, Maus oder USB-Stick

## 6.5 Bewertung

Die Messsignale werden digital (über Ethernet, RS 232, USB) angeboten.

Der Anschluss von zusätzlichen Mess- und Peripheriegeräten ist über entsprechende Anschlüsse an den Geräten möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Abbildung 37 zeigt eine Ansicht der Geräterückseite mit den jeweiligen Messwertausgängen.

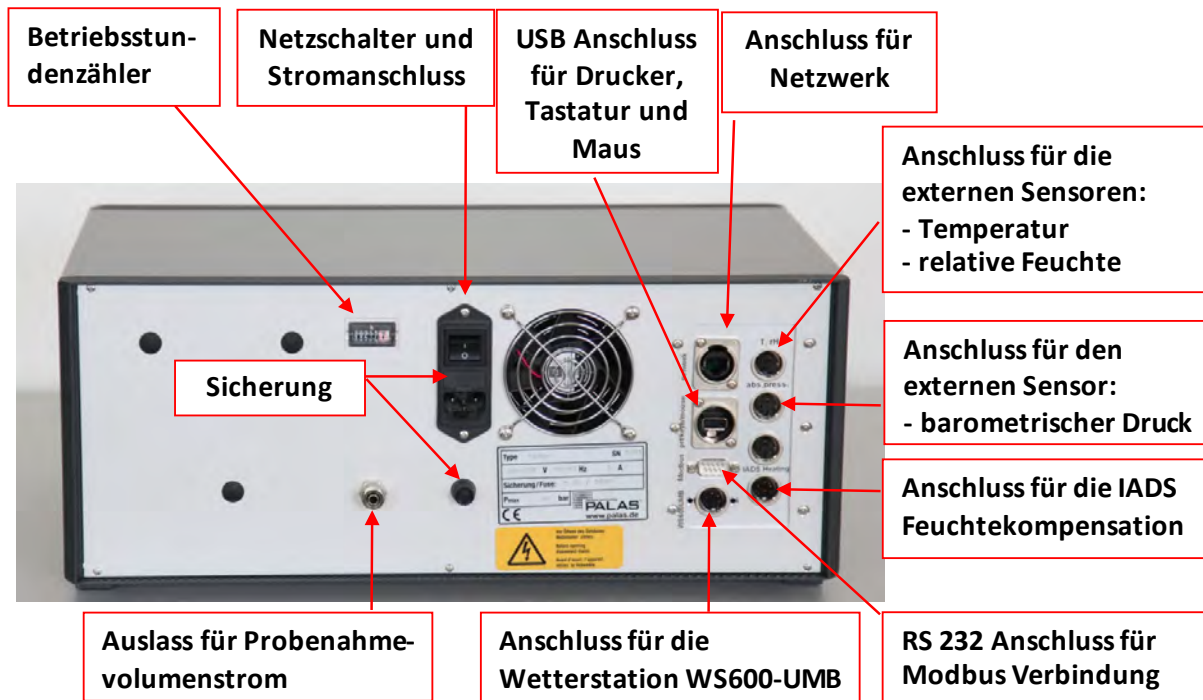


Abbildung 37: Ansicht Geräterückseite Steuereinheit des Fidas<sup>®</sup> 200 S

## **6.1 5.1 Allgemeines**

*Herstellerangaben der Betriebsanleitung dürfen den Ergebnissen der Eignungsprüfung nicht widersprechen.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Ergebnisse der Prüfungen werden mit den Angaben im Handbuch verglichen.

## **6.4 Auswertung**

Die gefundenen Abweichungen zwischen dem ersten Handbuchsentwurf und der tatsächlichen Geräteausführung wurden behoben.

## **6.5 Bewertung**

Differenzen zwischen Geräteausstattung und Handbüchern wurden nicht beobachtet.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Siehe Punkt 6.4 zu diesem Modul.

## 6.1 5.2.1 Zertifizierungsbereiche

*Der für die Prüfung vorgesehene Zertifizierungsbereich ist zu ermitteln.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Der für die Prüfung vorgesehene Zertifizierungsbereich ist zu ermitteln.

## 6.4 Auswertung

Die Richtlinie VDI 4202, Blatt 1 enthält folgende Mindestanforderungen für die Zertifizierungsbereiche von Schwebstaubimmissionsmesseinrichtungen:

Tabelle 15: Zertifizierungsbereiche

Messkomponente	Untere Grenze ZB	Obere Grenze ZB	Grenzwert	Beurteilungszeitraum
	in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
PM <sub>10</sub>	0	100	50	24h
PM <sub>2,5</sub>	0	50	25	Kalenderjahr

Die Zertifizierungsbereiche orientieren sich am Grenzwert für den kleinsten Beurteilungszeitraum und diesen zur Beurteilung der Messeinrichtung im Bereich dieses Grenzwertes. Diese Beurteilung der Messeinrichtung im Bereich des Grenzwertes erfolgt im Rahmen der Bestimmung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge gemäß Leitfaden [5]. Hierzu werden als Bezugswerte gemäß Leitfaden die folgenden Werte herangezogen:

PM<sub>10</sub>: 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

PM<sub>2,5</sub>: 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Es wird auf den Prüfpunkt 6.1 5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge im Bericht verwiesen.

## 6.5 Bewertung

Die Beurteilung der Messeinrichtung im Bereich der relevanten Grenzwerte ist möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe unter dem Prüfpunkt 6.1 5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge im Bericht.



## 6.1 5.2.2 Messbereich

*Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung muss größer oder gleich der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs sein.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde geprüft, ob der Messbereichsendwert der Messeinrichtung größer oder gleich der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches ist.

## 6.4 Auswertung

An der Messeinrichtung ist ein maximaler Messbereich von bis zu 4000 Partikel/cm<sup>3</sup> (bei 10% Koinzidenzfehler) möglich, was in etwa einer Maximalkonzentration von 0-10.000 µg/m<sup>3</sup> entspricht (vermessen mit standardisiertem Staub SAE Fine).

Messbereich: 0 – 10.000 µg/m<sup>3</sup>

Obere Grenze des Zertifizierungsbereichs: PM<sub>10</sub>: 100 µg/m<sup>3</sup>

PM<sub>2,5</sub>: 50 µg/m<sup>3</sup>

## 6.5 Bewertung

Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung ist größer als die jeweilige obere Grenze des Zertifizierungsbereichs.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.



## **6.1 5.2.3 Negative Messsignale**

*Negative Messsignale oder Messwerte dürfen nicht unterdrückt werden (lebender Nullpunkt).*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Es wurde im Labor- wie auch Feldtest geprüft, ob die Messeinrichtung auch negative Messwerte ausgeben kann.

## **6.4 Auswertung**

Die Messeinrichtung kann sowohl über Display wie auch über die Datenausgänge negative Werte ausgeben, allerdings traten zu keinem Zeitpunkt der Prüfung negative Messsignale auf. Negative Messsignale sind messprinzip- und bauartbedingt nicht zu erwarten.

## **6.5 Bewertung**

Negative Messsignale können von der Messeinrichtung direkt angezeigt und über die entsprechenden Messsignalausgänge ausgegeben werden, sind aber messprinzip- und bauartbedingt nicht zu erwarten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **6.1 5.2.4 Stromausfall**

*Bei Gerätestörungen und bei Stromausfall von bis zu 72 h muss ein unkontrolliertes Ausströmen von Betriebs- und Kalibriergas unterbunden sein. Die Geräteparameter sind durch eine Pufferung gegen Verlust durch Netzausfall zu schützen. Bei Spannungswiederkehr muss das Gerät automatisch wieder den messbereiten Zustand erreichen und gemäß der Betriebsvorgabe die Messung beginnen.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Es wurde ein Stromausfall simuliert und geprüft, ob das Gerät unbeschädigt bleibt und nach Wiedereinschalten der Stromversorgung wieder messbereit ist.

## **6.4 Auswertung**

Da die Messgeräte zum Betrieb weder Betriebs- noch Kalibriergase benötigen, ist ein unkontrolliertes Ausströmen von Gasen nicht möglich.

Im Falle eines Netzausfalles befindet sich die Messeinrichtung nach der Spannungswiederkehr nach dem Hochfahren des Windows Betriebssystems und des Fidas<sup>®</sup> Start-Up Managers innerhalb wenige Minuten wieder in messbereitem Zustand (siehe auch unter Punkt 6.1 4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten).

## **6.5 Bewertung**

Alle Geräteparameter sind gegen Verlust durch Pufferung geschützt. Die Messeinrichtung befindet sich bei Spannungswiederkehr in störungsfreier Betriebsbereitschaft und führt selbstständig den Messbetrieb nach Erreichen des Gerätestatus „device ready“ wieder fort.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.



## **6.1 5.2.5 Gerätefunktionen**

*Die wesentlichen Gerätefunktionen müssen durch telemetrisch übermittelbare Statussignale zu überwachen sein.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

PC zur Datenerfassung.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

An die Messeinrichtung wurde über Ethernet / UMTS Modem indirekt ein PC angeschlossen und der Datentransfer inkl. Gerätestatus geprüft.

Es bestehen darüber hinaus auch Möglichkeiten der Geräteüberwachung und -steuerung via serieller Schnittstelle.

Über entsprechende Router oder Modems ist eine Fernüberwachung- und -steuerung leicht möglich.

## **6.4 Auswertung**

Die Messeinrichtung ermöglicht eine umfassende telemetrische Kontrolle und Steuerung der Messeinrichtung über verschiedene Wege (Ethernet, RS232).

## **6.5 Bewertung**

Die Messeinrichtungen können über ein Modem bzw. einen Router von einem externen Rechner aus umfassend überwacht und gesteuert werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

## **6.1 5.2.6 Umschaltung**

*Die Umschaltung zwischen Messung und Funktionskontrolle und/oder Kalibrierung muss telemetrisch durch rechnerseitige Steuerung und manuell auslösbar sein.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Messeinrichtung kann durch den Bediener am Gerät oder aber durch die telemetrische Fernbedienung überwacht sowie teilweise gesteuert werden.

Einige Funktionen wie z.B. die Durchführung der Überprüfung des Partikelsensors können zwar telemetrisch angesteuert werden, benötigen aber die physische Anwesenheit vor Ort zur Durchführung der Prüfungen.

## **6.4 Auswertung**

Alle Bedienprozeduren, die keine praktischen Handgriffe vor Ort bedingen können, können sowohl vom Bedienpersonal am Gerät als auch durch telemetrische Fernbedienung überwacht werden.

## **6.5 Bewertung**

Grundsätzlich können alle notwendigen Arbeiten zur Funktionskontrolle direkt am Gerät oder aber per telemetrischer Fernbedienung überwacht werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.



## **6.1 5.2.7 Wartungsintervall**

*Das Wartungsintervall der Messeinrichtung ist in der Feldprüfung zu ermitteln und anzugeben. Das Wartungsintervall sollte möglichst drei Monate, muss jedoch mindestens zwei Wochen betragen.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Bei dieser Mindestanforderung wurde untersucht, welche Wartungsarbeiten in welchen Zeitabständen für eine einwandfreie Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung erforderlich sind. Weiterhin wurden die Ergebnisse der Driftbestimmung für Null- und Referenzpunkt gemäß 6.1 5.3.12 Langzeitdrift zur Ermittlung des Wartungsintervalls berücksichtigt.

## **6.4 Auswertung**

Es konnten für die Messeinrichtungen über den gesamten Feldtestzeitraum keinerlei unzulässige Driften am Nullpunkt festgestellt werden. Die regelmäßige Überprüfung des Referenzpunktes mit Hilfe des Prüfstandards CalDust1100 gemäß 6.1 5.3.12 Langzeitdrift im Rahmen des Feldtests hat gezeigt, dass die erlaubten Grenzen für die Abweichung von  $130 \pm 1,5$  Kanälen nicht sicher in dem Hersteller vorgeschlagenen Prüfintervall von 3 Monaten eingehalten werden kann und somit die Überprüfung monatlich stattfinden sollte.

Das Wartungsintervall wird daher durch die regelmäßige Überprüfung des Partikelsensors mit CalDust 1100 bestimmt (siehe hierzu auch Modul 4.1.2).

Innerhalb der Betriebszeit kann die Wartung im Wesentlichen auf die Kontrolle von Verschmutzungen, Plausibilitätschecks und etwaigen Status-/Fehlermeldungen beschränkt werden.

## **6.5 Bewertung**

Das Wartungsintervall wird durch die regelmäßige Überprüfung des Partikelsensors mit CalDust 1100 bestimmt und beträgt 4 Wochen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Die notwendigen Wartungsarbeiten können dem Modul 4.1.2 dieses Berichtes und dem Kapitel 3 des Bedienhandbuchs entnommen werden.

## **6.1 5.2.8 Verfügbarkeit**

*Die Verfügbarkeit der Messeinrichtung ist in der Feldprüfung zu ermitteln und muss mindestens 95 % betragen.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Start- und Endzeitpunkt der Verfügbarkeitsuntersuchungen werden durch den Start- bzw. Endzeitpunkt an jedem der vier Feldteststandorte bestimmt. Dazu werden alle Unterbrechungen der Prüfung, z. B. durch Störungen oder Wartungsarbeiten erfasst.

## **6.4 Auswertung**

Tabelle 16 und Tabelle 17 zeigen eine Aufstellung der Betriebs-, Wartungs- und Störungszeiten. Die Messeinrichtungen wurden im Feldtest über einen Zeitraum von insgesamt 322 Messtagen betrieben. Dieser Zeitraum beinhaltet insgesamt 27 Tage mit Nullfilterbetrieb sowie 1 Tag Verlust durch Wechsel vom Inlet auf den Nullfilter (siehe auch Anlage 5).

Ausfälle durch externe Einflüsse, die nicht dem Gerät angelastet werden können, wurden am 10.06.2012, 31.12.2012 und am 01.01.2013 (Stromausfall) registriert. Durch die externen Einflüsse reduziert sich die Gesamtbetriebszeit auf 319 Messtage.

Es wurden folgende Gerätestörungen beobachtet:

SN 0111:

Am 29.05.2012 wurde das Gerät versehentlich über die Fernbedienung durch Betätigen des Knopfes „Shut down“ ausgeschaltet.

Am 05.12.2012 kam es aufgrund einer durchgebrannten Sicherung der Heizung des Wetterschutzgehäuses zu einem Geräteausfall.

SN 0112:

Am 04.12.2012, 08.12.2012 und 09.12.2012 kam es auf Grund von durchgebrannten Sicherungen der Heizung des Wetterschutzgehäuses zu Geräteausfällen.

Ansonsten wurden keine weiteren Gerätestörungen beobachtet.

Die regelmäßige Überprüfung des Partikelsensors sowie die Pflege der Probenahmeköpfe, die regelmäßige Überprüfung der Durchflussraten bzw. der Dichtigkeit führen zu Ausfällen von 0,5 bis ca. 1. Betroffene Tagesmittelwerte wurden in diesen Fällen nicht verworfen.

## 6.5 Bewertung

Die Verfügbarkeit betrug für SN 0111 99,4 % und für SN 0112 99,1 % ohne prüfungsbedingte Ausfälle bzw. 90,6 % für SN 0111 sowie 90,3 % für SN 0112 inkl. prüfungsbedingter Ausfälle.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 16: Ermittlung der Verfügbarkeit (ohne prüfungsbedingte Ausfälle)

		Gerät 1 (SN 0111)	Gerät 2 (SN 0112)
Einsatzzeit	d	319	319
Ausfallzeit	d	2	3
Wartungszeit	d	-	-
Tatsächliche Betriebszeit	d	317	316
Verfügbarkeit	%	99,4	99,1

Tabelle 17: Ermittlung der Verfügbarkeit (inkl. prüfungsbedingte Ausfälle)

		Gerät 1 (SN 0111)	Gerät 2 (SN 0112)
Einsatzzeit	d	319	319
Ausfallzeit	d	2	3
Wartungszeit inkl. Nullfilter	d	28	28
Tatsächliche Betriebszeit	d	289	288
Verfügbarkeit	%	90,6	90,3



## 6.1 5.2.9 Gerätesoftware

*Die Version der zu testenden Gerätesoftware muss beim Einschalten der Messeinrichtung angezeigt werden. Funktionsbeeinflussende Änderungen der Gerätesoftware sind dem Prüfinstitut mitzuteilen.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde überprüft, ob die Gerätesoftware am Gerät angezeigt werden kann. Der Gerätehersteller wurde darauf hingewiesen, dass jegliche Änderungen der Gerätesoftware dem Prüfinstitut mitgeteilt werden müssen.

## 6.4 Auswertung

Die aktuelle Software (Firmware Fidas® 200) kann beim Hochfahren des Systems sowie jederzeit im Menü „expert user mode“ eingesehen werden.

Die Prüfung wurde mit der Softwareversion 100327 durchgeführt.

Die Messeinrichtung Fidas® 200 S speichert die Daten im raw-Format ab. Zur Bestimmung der Massenkonzentrationswerte müssen diese gespeicherten Rohdaten über einen Auswertalgorithmus konvertiert werden. Dazu wird ein größenabhängiger und gewichteter Algorithmus zur Konvertierung von Partikelgröße und –anzahl hin zu den Massenkonzentrationen angewandt. Im Rahmen der Eignungsprüfung erfolgte die Konvertierung mit dem Auswertalgorithmus PM\_ENVIRO\_0011. Eine Validierung eines zusätzlichen Auswertalgorithmus erfordert einen expliziten Nachweis der Einhaltung der Mindestanforderungen auf Basis der ermittelten Rohdatensätze aus der vorliegenden Eignungsprüfung.

Der angewandte Auswertalgorithmus ist im Gerät intern direkt hinterlegt. Konvertierte Messwerte können auf dem Display abgelesen werden oder über den seriellen Ausgang (Modbus, Bayern/Hessen, ASCII) bzw Netzwerkausgang (UDP-Protokoll) ausgegeben werden. Darüber hinaus können die gespeicherten Rohdatensätze mit der Software PDAnalyze auf einem PC unter Anwendung des Auswertalgorithmus PM\_ENVIRO\_0011 auch extern in Massenkonzentrationswerte umgewandelt werden. Die Software PDAnalyze wurde im Rahmen der Eignungsprüfung in der Version 1.009 eingesetzt. Die Software wurde im Laufe der Prüfung allerdings um die Option „Specific Intervals“ erweitert, um bei der Datenauswertung beliebig festlegbare zeitliche Intervalle zu konfigurieren. So können an dieser Stelle die Rohdatensätze z.B. direkt in 24h-Mittelwerte überführt werden und müssen nicht manuell in einem Tabellenkalkulationsprogramm verdichtet werden. Diese Änderung führt zu einer neuen Softwareversion für PDAnalyze von 1.010 und hat keinerlei Einfluss auf die Messgeräteperformance.

## 6.5 Bewertung

Die Version der Gerätesoftware wird beim Hochfahren des Systems sowie im Menü „expert user mode“ im Display angezeigt. Änderungen der Gerätesoftware werden dem Prüfinstitut mitgeteilt. Die Bestimmung der Massenkonzentrationswerte erfolgte unter Anwendung des Auswertalgorithmus PM\_ENVIRO\_0011. Eine Validierung eines zusätzlichen Auswertalgorithmus erfordert einen expliziten Nachweis der Einhaltung der Mindestanforderungen auf Basis der ermittelten Rohdatensätze aus der vorliegenden Eignungsprüfung.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

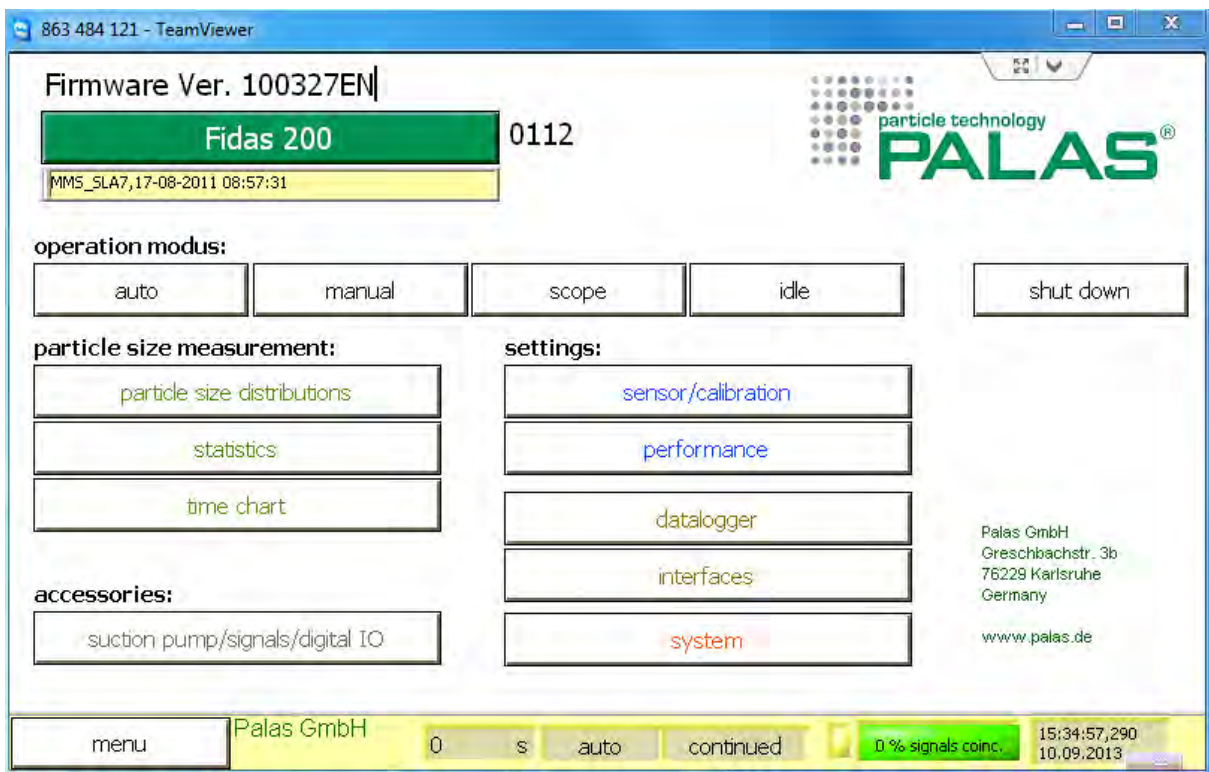


Abbildung 38: Anzeige der Softwareversion – hier 100327EN – das Kürzel „EN“ diente lediglich bei Palas zur Kennzeichnung der Firmware, welche in der Eignungsprüfung verwendet wurde und ist zukünftig nicht aufgeführt.

## **6.1 5.3.1 Allgemeines**

*Die Prüfung erfolgen auf Basis der Mindestanforderungen der Richtlinie VDI 4202, Blatt 1 (September 2010).*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung erfolgt auf Basis der Mindestanforderungen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010).

## **6.4 Auswertung**

Die Richtlinien VDI 4202, Blatt 1 und VDI 4203, Blatt 3 wurden nach umfangreicher Revision mit Stand September 2010 neu veröffentlicht. Leider bestehen nach dieser Revision in Hinblick zur Prüfung von Staub-Immissionsmesseinrichtungen einige Unklarheiten und Widersprüche bezüglich konkreter Mindestanforderungen auf der einen Seite und der generellen Sinnhaftigkeit von Prüfpunkten auf der anderen Seite. Es besteht konkret Klärungsbedarf bei den folgenden Prüfpunkten:

6.1 5.3.2 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt

→ keine Mindestanforderung definiert

6.1 5.3.3 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt

→ nicht sinnvoll für Staubgeräte

6.1 5.3.4 Linearität (Lack-of-fit)

→ nicht sinnvoll für Staubgeräte

6.1 5.3.7 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur

→ keine Mindestanforderung definiert

6.1 5.3.8 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung

→ keine Mindestanforderung definiert

6.1 5.3.11 Standardabweichung aus Doppelbestimmungen

→ keine Mindestanforderung definiert

6.1 5.3.12 Langzeitdrift

→ keine Mindestanforderung definiert

6.1 5.3.13 Kurzzeitdrift

→ nicht sinnvoll für Staubgeräte

6.1 5.3.18 Gesamtunsicherheit

→ nicht sinnvoll für Staubgeräte

Aus diesem Grunde wurde eine offizielle Anfrage an die zuständige Stelle in Deutschland gestellt, um eine abgestimmte Vorgehensweise zum Umgang mit den Inkonsistenzen der Richtlinie festzulegen.



Es wurde folgende Vorgehensweise vorgeschlagen:

Die Prüfpunkte 5.3.2, 5.3.7, 5.3.8, 5.3.11 und 5.3.12 werden wie bisher auf Basis der Mindestanforderungen aus VDI 4202 Blatt 1 von 2002 bewertet (d.h. unter Verwendung der Bezugswerte  $B_0$ ,  $B_1$  und  $B_2$ ).

Auf die Prüfung der Prüfpunkte 5.3.3, 5.3.4, 5.3.13 und 5.3.18 wird verzichtet, da diese Prüfpunkte für Staubmesseinrichtungen nicht relevant sind.

Die zuständige deutsche Stelle hat dieser vorgeschlagenen Vorgehensweise per Entscheidung vom 27.06.2011 bzw. 07.10.2011 zugestimmt.

## **6.5 Bewertung**

Die Prüfung erfolgte auf Basis der der Mindestanforderungen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010). Die Prüfpunkte 5.3.2, 5.3.7, 5.3.8, 5.3.11 und 5.3.12 werden daher auf Basis der Mindestanforderungen aus VDI 4202 Blatt 1 von 2002 bewertet (d.h. unter Verwendung der Bezugswerte  $B_0$ ,  $B_1$  und  $B_2$ ). Auf die Prüfung der Prüfpunkte 5.3.3, 5.3.4, 5.3.13 und 5.3.18 wird verzichtet, da diese Prüfpunkte für Staubmesseinrichtungen nicht relevant sind.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## 6.1 5.3.2 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt

*Die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt darf im Zertifizierungsbereich nach Tabelle 1 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.*

*Bei abweichenden Zertifizierungsbereichen darf die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt höchstens 2 % der oberen Grenze dieses Zertifizierungsbereichs betragen.*

Hinweis:

Dieser Prüfpunkt ist für Staubmesseinrichtungen auf Basis der aktuell gültigen Richtlinienversionen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) sowie VDI 4203 Blatt 3 (September 2010) aufgrund nicht definierter Mindestanforderungen nicht auswertbar. Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1), wird daher alternativ auf die nachfolgenden Anforderungen der Vorgängerversion der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (Juni 2002) verwiesen:

*Die Nachweisgrenze der Messeinrichtung darf den Bezugswert  $B_0$  nicht überschreiten. Die Nachweisgrenze ist im Feldtest zu ermitteln.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nullfilter zur Nullpunktsüberprüfung

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Bestimmung der Nachweisgrenze erfolgte bei den Testgeräten SN 0111 und SN 0112 durch den Betrieb der Messeinrichtung mit jeweils an beiden Messgeräteeinlässen installierten Null-Filtern. Die Aufgabe von schwebstaubfreier Probenluft erfolgte über 15 Tage für die Dauer von jeweils 24 h. Die Ermittlung der Nachweisgrenze erfolgte im Labor, da unter Feldbedingungen eine Bereitstellung von schwebstaubfreier Luft über den langen Zeitraum nicht möglich war.

## 6.4 Auswertung

Die Nachweisgrenze  $X$  wird aus der Standardabweichung  $s_{x_0}$  der Messwerte bei Ansaugung von schwebstaubfreier Probenluft durch beide Testgeräte ermittelt. Sie entspricht der mit Studentfaktor multiplizierten Standardabweichung des Mittelwertes  $\bar{x}_0$  der Messwerte  $x_{0i}$  für das jeweilige Testgerät:

$$X = t_{n-1;0,95} \cdot s_{x_0} \quad \text{mit} \cdot s_{x_0} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1,n} (x_{0i} - \bar{x}_0)^2}$$

Bezugswert:  $B_0 = 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

## 6.5 Bewertung

Die Nachweisgrenze ermittelte sich aus den Untersuchungen zu  $8,7 \times 10^{-7} \mu\text{g}/\text{m}^3$  (PM<sub>10</sub>) bzw.  $8,7 \times 10^{-7} \mu\text{g}/\text{m}^3$  (PM<sub>2,5</sub>) für Gerät 1 (SN 0111) und zu  $6,6 \times 10^{-7} \mu\text{g}/\text{m}^3$  (PM<sub>10</sub>) bzw.  $6,6 \times 10^{-7} \mu\text{g}/\text{m}^3$  (PM<sub>2,5</sub>) für Gerät 2 (SN 0112).

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 18: Nachweisgrenze PM<sub>10</sub>

		Gerät SN 0111	Gerät SN 0112
Anzahl der Werte n		15	15
Mittelwert der Leerwerte $\bar{x}_0$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,0001924	0,0000002
Standardabweichung der Werte $s_{x_0}$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,0004064	0,0000003
Student-Faktor $t_{n-1;0,95}$		2,14	2,14
Nachweisgrenze x	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<b>8,7E-04</b>	<b>6,6E-07</b>

Tabelle 19: Nachweisgrenze PM<sub>2,5</sub>

		Gerät SN 0111	Gerät SN 0112
Anzahl der Werte n		15	15
Mittelwert der Leerwerte $\bar{x}_0$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,0001638	0,0000002
Standardabweichung der Werte $s_{x_0}$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,0004036	0,0000003
Student-Faktor $t_{n-1;0,95}$		2,14	2,14
Nachweisgrenze x	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<b>8,7E-04</b>	<b>6,6E-07</b>

Die Einzelmesswerte zur Bestimmung der Nachweisgrenze können der Anlage 1 im Anhang entnommen werden.

## 6.1 5.3.3 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt

*Die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt darf im Zertifizierungsbereich nach Tabelle der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist der Grenzwert bzw. die Alarmschwelle zu verwenden.*

*Bei abweichenden Zertifizierungsbereichen darf die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt höchstens 2% der oberen Grenze dieses Zertifizierungsbereichs betragen. Als Referenzpunkt ist in diesem Fall ein Wert  $c_t$  bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze dieses Zertifizierungsbereichs zu verwenden.*

Hinweis:

Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1) ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen nicht relevant.

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

## 6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

## 6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.





## **6.1 5.3.4 Linearität (Lack-of-fit)**

*Der Zusammenhang zwischen dem Ausgangssignal und dem Wert des Luftbeschaffenheitsmerkmals muss mithilfe einer linearen Analysenfunktion darstellbar sein.*

*Die Linearität gilt als gesichert, wenn die Abweichung der Gruppenmittelwerte der Messwerte von der Kalibrierfunktion im Zertifizierungsbereich nach Tabelle der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) einhält.*

*Für die anderen Zertifizierungsbereiche darf die Abweichung der Gruppenmittelwerte der Messwerte von der Kalibrierfunktion nicht mehr als 5 % der oberen Grenze des entsprechenden Zertifizierungsbereichs betragen.*

### **Hinweis:**

Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1) ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen nicht relevant. Für Staubmesseinrichtungen für PM<sub>10</sub> ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.4.2 „Gleichwertigkeit des Probenahmesystems“ durchzuführen. Für Staubmesseinrichtungen für PM<sub>2,5</sub> ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.4.10 „Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge“ durchzuführen.

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Siehe Modul 5.4.2. (PM<sub>10</sub>) bzw. Modul 5.4.10 (PM<sub>2,5</sub>)

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Für Staubmesseinrichtungen für PM<sub>10</sub> ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.4.2 „Gleichwertigkeit des Probenahmesystems“ durchzuführen.

Für Staubmesseinrichtungen für PM<sub>2,5</sub> ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.4.10 „Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge“ durchzuführen.

## **6.4 Auswertung**

Siehe Modul 5.4.2. (PM<sub>10</sub>) bzw. Modul 5.4.10 (PM<sub>2,5</sub>)

## **6.5 Bewertung**

Für Staubmesseinrichtungen für PM<sub>10</sub> ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.4.2 „Gleichwertigkeit des Probenahmesystems“ durchzuführen.

Für Staubmesseinrichtungen für PM<sub>2,5</sub> ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.4.10 „Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge“ durchzuführen.

Mindestanforderung erfüllt? -

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Siehe Modul 5.4.2. (PM<sub>10</sub>) bzw. Modul 5.4.10 (PM<sub>2,5</sub>)



## **6.1 5.3.5 Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks**

*Der Empfindlichkeitskoeffizient des Probengasdrucks am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist ein Wert  $c_t$  bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.*

Hinweis:

Für Staubmesseinrichtungen ist dieser Punkt nicht relevant.

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Nicht zutreffend.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Nicht zutreffend.

## **6.4 Auswertung**

Nicht zutreffend.

## **6.5 Bewertung**

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Nicht zutreffend.



## **6.1 5.3.6 Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur**

*Der Empfindlichkeitskoeffizient der Probengastemperatur am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist ein Wert  $c_t$  bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.*

Hinweis:

Für Staubmesseinrichtungen ist dieser Punkt nicht relevant.

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Nicht zutreffend.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Nicht zutreffend.

## **6.4 Auswertung**

Nicht zutreffend.

## **6.5 Bewertung**

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Nicht zutreffend.

## 6.1 5.3.7 Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur

*Der Empfindlichkeitskoeffizient der Umgebungstemperatur am Nullpunkt und am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist ein Wert  $c_t$  bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.*

Hinweis:

Dieser Prüfpunkt ist für Staubmesseinrichtungen auf Basis der aktuell gültigen Richtlinienversionen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) sowie VDI 4203 Blatt 3 (September 2010) aufgrund nicht definierter Mindestanforderungen nicht auswertbar. Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1), wird daher alternativ auf die nachfolgenden Anforderungen der Vorgängerversion der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (Juni 2002) verwiesen:

*Die Temperaturabhängigkeit des Nullpunkt-Messwertes darf bei einer Änderung der Umgebungstemperatur um 15 K im Bereich zwischen +5 °C und +20 °C bzw. 20 K im Bereich zwischen +20 °C und +40 °C den Bezugswert  $B_0$  nicht überschreiten.*

*Die Temperaturabhängigkeit des Messwertes im Bereich des Bezugswertes  $B_1$  darf nicht mehr als  $\pm 5$  % des Messwertes bei einer Änderung der Umgebungstemperatur um 15 K im Bereich zwischen +5 °C und +20 °C bzw. 20 K im Bereich zwischen +20 °C und +40 °C betragen.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Klimakammer für den Temperaturbereich -20 bis +50 °C, Nullfilter zur Nullpunktsüberprüfung, CalDust 1100 zur Referenzpunktsüberprüfung.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Der zulässige Umgebungstemperaturbereich am Aufstellungsort der Messeinrichtung beträgt gemäß Gerätehersteller -20 °C bis 50 °C.

Zur Untersuchung der Abhängigkeit des Nullpunktes und der Messwerte von der Umgebungstemperatur wurden die vollständigen Messeinrichtungen in der Klimakammer betrieben.

Für die Nullpunktsuntersuchungen wurde den beiden Testgeräten SN 0111 und SN 0112 durch Montage von Null-Filtern am Geräteinlass schwebstaubfreie Probenluft zugeführt.

Für die Referenzpunktsuntersuchungen wurde bei den Testgeräten SN 0111 und SN 0112 zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit die Peakposition bei Aufgabe von CalDust 1100 überprüft und ausgewertet.

Die Prüfung der Empfindlichkeit erfolgte mit monodispersen Staub (CalDust 1100). Bei Aufgabe dieses Prüfstaubes ist ein Peak in der Größenverteilung im Kanal 130 zu erwarten (dies entspricht einer Partikelgröße von 0,93 µm). Um Abweichungen in der Einklassierung quantifizierbar zu machen, wurde auf Basis der vorhandenen Felddatensätze aus der Eignungsprüfung errechnet, welche Auswirkung eine Peakverschiebung bis zu maximal ±3 Kanälen auf einen PM-Messwert hätte. Zur Auswertung wurden dann für den Idealfall (Peak exakt im Kanal 130) ein hypothetischer Messwert für PM<sub>2,5</sub> von 25 µg/m<sup>3</sup> und für PM<sub>10</sub> von 40 µg/m<sup>3</sup> angesetzt und dann je nach Peakverschiebung der entsprechend zu erwartende Konzentrationswert gemäß der Matrix in Kapitel 4.2 Laborprüfung ermittelt.

Die Umgebungstemperaturen in der Klimakammer wurden in der Reihenfolge 20 °C – -20 °C – 20 °C – 50 °C – 20 °C variiert. Nach einer Äquilibrierzeit von ca. 24 h pro Temperaturstufe erfolgte die Aufnahme der Messwerte am Nullpunkt (pro Temperaturstufe je 3 x 24 h) sowie der Messwerte am Referenzpunkt (pro Temperaturstufe je 3 x).

#### **6.4 Auswertung**

Nullpunkt:

Es wurden die Messwerte für die Konzentration der jeweils 24-stündigen Einzelmessungen ausgelesen und ausgewertet. Betrachtet wird die absolute Abweichung in µg/m<sup>3</sup> pro Temperaturschritt bezogen auf den Ausgangspunkt von 20 °C.

Bezugswert:  $B_0 = 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Referenzpunkt:

Betrachtet wird die prozentuale Änderung des ermittelten Messwertes für jeden Temperaturschritt bezogen auf den Ausgangspunkt bei 20 °C.

#### **6.5 Bewertung**

Der geprüfte Umgebungstemperaturbereich am Aufstellungsort der Messeinrichtung beträgt -20 °C bis +50 °C. Bei Betrachtung der vom Gerät ausgegebenen Werte konnte ein maximaler Einfluss der Umgebungstemperatur im Bereich -20 °C bis +50 °C auf den Nullpunkt von  $-1,1 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>2,5</sub> bzw. von  $-1,1 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>10</sub> festgestellt werden.

Am Referenzpunkt konnten keine Abweichungen > 5,0 % für PM<sub>2,5</sub> bzw. > 4,6 % für PM<sub>10</sub> zum Ausgangswert bei 20 °C ermittelt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 20: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Mittelwert aus drei Messungen, PM<sub>10</sub>, SN 0111 & SN 0112

Temperatur		Abweichung	
Anfangstemperatur	Endtemperatur	SN 0111	SN 0112
°C	°C	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
20	-20	0,0E+00	-1,1E-05
-20	20	0,0E+00	-9,8E-06
20	50	1,2E-06	-1,1E-05
50	20	2,8E-07	-1,1E-05

Tabelle 21: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Mittelwert aus drei Messungen, PM<sub>2,5</sub>, SN 0111 & SN 0112

Temperatur		Abweichung	
Anfangstemperatur	Endtemperatur	SN 0111	SN 0112
°C	°C	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
20	-20	0,0E+00	-1,1E-05
-20	20	0,0E+00	-9,8E-06
20	50	1,2E-06	-1,1E-05
50	20	2,8E-07	-1,1E-05

Tabelle 22: Abhängigkeit der Empfindlichkeit (CalDust 1100) von der Umgebungstemperatur, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM<sub>10</sub>, SN 0111 & SN 0112

Temperatur		Abweichung	
Anfangstemperatur	Endtemperatur	SN 0111	SN 0112
°C	°C	[%]	[%]
20	-20	-4,4	4,6
-20	20	-0,2	0,1
20	50	-1,2	0,1
50	20	0,1	0,2

Tabelle 23: Abhängigkeit der Empfindlichkeit (CalDust 1100) von der Umgebungstemperatur, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM<sub>2,5</sub>, SN 0111 & SN 0112

Temperatur		Abweichung	
Anfangstemperatur	Endtemperatur	SN 0111	SN 0112
°C	°C	[%]	[%]
20	-20	-4,4	5,0
-20	20	-0,2	0,1
20	50	-1,3	0,1
50	20	0,1	0,2

Die jeweiligen Ergebnisse der 3 Einzelmessungen können der Anlage 2 und Anlage 3 im Anhang entnommen werden.

## 6.1 5.3.8 Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung

*Der Empfindlichkeitskoeffizient der elektrischen Spannung darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist ein Wert  $c_i$  bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.*

Hinweis:

Dieser Prüfpunkt ist für Staubmesseinrichtungen auf Basis der aktuell gültigen Richtlinienversionen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) sowie VDI 4203 Blatt 3 (September 2010) aufgrund nicht definierter Mindestanforderungen nicht auswertbar. Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1), wird daher alternativ auf die nachfolgenden Anforderungen der Vorgängerversion der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (Juni 2002) verwiesen:

*Die Änderung des Messwertes beim Bezugswert  $B_1$  durch die im elektrischen Netz üblicherweise auftretende Änderung der Spannung im Intervall (230 +15/-20) V darf nicht mehr als  $B_0$  betragen.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Trennstelltrafo, CalDust 1100 zur Referenzpunktüberprüfung.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Zur Untersuchung der Abhängigkeit des Messsignals von der Netzspannung wurde die Netzspannung ausgehend von 230 V auf 210 V reduziert und anschließend über die Zwischenstufe 230 V auf 245 V erhöht.

Für die Referenzpunktuntersuchungen wurde bei den Testgeräten SN 0111 und SN 0112 zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit die Peakposition bei Aufgabe von CalDust 1100 überprüft und ausgewertet.

Die Prüfung der Empfindlichkeit erfolgte mit monodispersen Staub (CalDust 1100). Bei Aufgabe dieses Prüfstaubes ist ein Peak in der Größenverteilung im Kanal 130 zu erwarten (dies entspricht einer Partikelgröße von 0,93  $\mu\text{m}$ ). Um Abweichungen in der Einklassierung quantifizierbar zu machen, wurde auf Basis der vorhandenen Felddatensätze aus der Eignungsprüfung errechnet, welche Auswirkung eine Peakverschiebung bis zu maximal  $\pm 3$  Kanälen auf einen PM-Messwert hätte. Zur Auswertung wurden dann für den Idealfall (Peak exakt im Kanal 130) ein hypothetischer Messwert für  $\text{PM}_{2,5}$  von 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und für  $\text{PM}_{10}$  von 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  angesetzt und dann je nach Peakverschiebung der entsprechend zu erwartende Konzentrationswert gemäß der Matrix in Kapitel 4.2 Laborprüfung ermittelt.

Da der mobile Einsatz der Messeinrichtung nicht vorgesehen ist, wurde auf die gesonderte Untersuchung der Abhängigkeit des Messsignals von der Netzfrequenz verzichtet.

## 6.4 Auswertung

Am Referenzpunkt wird die prozentuale Änderung des ermittelten Messwertes für jeden Prüfschritt bezogen auf den Ausgangspunkt bei 230 V betrachtet.

## 6.5 Bewertung

Durch Netzspannungsänderungen konnten keine Abweichungen > 0,8 % für PM<sub>2,5</sub> bzw. > 0,7 % für PM<sub>10</sub>, bezogen auf den Startwert von 230 V, festgestellt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 25 und Tabelle 24 zeigen eine zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse.

Tabelle 24: Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in %, PM<sub>10</sub>, SN 0111 & SN 0112

Netzspannung		Abweichung	
Anfangsspannung	Endspannung	SN 0111	SN 0112
V	V	[%]	[%]
230	210	0,0	0,5
210	230	0,1	0,7
230	245	0,3	0,6
245	230	0,2	0,0

Tabelle 25: Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in %, PM<sub>2,5</sub>, SN 0111 & SN 0112

Netzspannung		Abweichung	
Anfangsspannung	Endspannung	SN 0111	SN 0112
V	V	[%]	[%]
230	210	0,0	0,5
210	230	0,1	0,8
230	245	0,3	0,6
245	230	0,2	0,0

Die Einzelergebnisse können der Anlage 4 im Anhang entnommen werden.



## **6.1 5.3.9 Querempfindlichkeit**

*Die Änderung des Messwerts aufgrund von Störeinflüssen durch die Querempfindlichkeit gegenüber im Messgut enthaltenen Begleitstoffen darf am Nullpunkt und am Referenzpunkt die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.*

Hinweis:

Für Staubmesseinrichtungen ist dieser Punkt nicht relevant. Es gilt die Mindestanforderung 5.4.5. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen finden sich deshalb im Modul 5.4.5.

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Nicht zutreffend.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Nicht zutreffend.

## **6.4 Auswertung**

Nicht zutreffend.

## **6.5 Bewertung**

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Nicht zutreffend.



## **6.1 5.3.10 Mittelungseinfluss**

*Für gasförmige Messkomponenten muss die Messeinrichtung die Bildung von Stundenmittelwerten ermöglichen.*

*Der Mittelungseinfluss darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.*

Hinweis:

Für Staubmesseinrichtungen ist dieser Punkt nicht relevant.

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Nicht zutreffend.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Nicht zutreffend.

## **6.4 Auswertung**

Nicht zutreffend.

## **6.5 Bewertung**

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Nicht zutreffend.

## 6.1 5.3.11 Standardabweichung aus Doppelbestimmungen

*Die Standardabweichung aus Doppelbestimmungen ist mit zwei baugleichen Messeinrichtungen in der Feldprüfung zu ermitteln. Sie darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.*

Hinweis:

Dieser Prüfpunkt ist für Staubmesseinrichtungen auf Basis der aktuell gültigen Richtlinienversionen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) sowie VDI 4203 Blatt 3 (September 2010) aufgrund nicht definierter Mindestanforderungen nicht auswertbar. Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1), wird daher alternativ auf die nachfolgenden Anforderungen der Vorgängerversion der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (Juni 2002) verwiesen:

*Die Reproduzierbarkeit  $R_D$  der Messeinrichtung ist aus Doppelbestimmungen mit zwei baugleichen Messeinrichtungen zu ermitteln und darf den Wert 10 nicht unterschreiten. Als Bezugswert ist  $B_1$  zu verwenden.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei der Ermittlung der Reproduzierbarkeit kamen zusätzlich die in Kapitel 5 genannten Messeinrichtungen zum Einsatz.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Reproduzierbarkeit ist definiert als der Betrag, um den sich zwei zufällig ausgewählte Einzelwerte, die unter Vergleichsbedingungen gewonnen wurden, höchstens unterscheiden. Die Reproduzierbarkeit wurde mit zwei identischen und parallel betriebenen Geräten im Feldtest bestimmt. Dazu wurden Messdaten aus der gesamten Felduntersuchung herangezogen.

## 6.4 Auswertung

Die Reproduzierbarkeit berechnet sich wie folgt:

$$R = \frac{B_1}{U} \geq 10 \quad \text{mit} \quad U = \pm s_D \cdot t_{(n;0,95)} \quad \text{und} \quad s_D = \sqrt{\frac{1}{2n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_{1i} - x_{2i})^2}$$

- $R$  = Reproduzierbarkeit bei  $B_1$
- $U$  = Unsicherheit
- $B_1$  =  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  und  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$
- $s_D$  = Standardabweichung aus Doppelbestimmungen
- $n$  = Anzahl der Doppelbestimmungen
- $t_{(n;0,95)}$  = Studentfaktor für 95%ige Sicherheit
- $x_{1i}$  = Messsignal des Gerätes 1 (z.B. SN 0111) bei der i-ten Konzentration
- $x_{2i}$  = Messsignal des Gerätes 2 (z.B. SN 0112) bei der i-ten Konzentration

## 6.5 Bewertung

Die Reproduzierbarkeit für PM<sub>2,5</sub> betrug im Feldtest für den Gesamtdatensatz 29, die Reproduzierbarkeit für PM<sub>10</sub> betrug im Feldtest für den Gesamtdatensatz 36.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in Tabelle 26 und Tabelle 27 zusammenfassend dargestellt. Die grafische Darstellung erfolgt für PM<sub>10</sub> in Abbildung 71 bis Abbildung 75 und für PM<sub>2,5</sub> in Abbildung 64 bis Abbildung 68.

Anmerkung: Die ermittelten Unsicherheiten werden auf den Bezugswert B<sub>1</sub> für jeden Standort bezogen:

Tabelle 26: Konzentrationsmittelwerte, Standardabweichung, Unsicherheitsbereich und Reproduzierbarkeit im Feld, Messkomponente PM<sub>10</sub>

Standort	Anzahl	$\bar{c}$ (SN 0111)	$\bar{c}$ (SN 0112)	$\bar{c}_{ges}$	s <sub>D</sub>	t	U	R
		µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>		µg/m <sup>3</sup>	
Köln, Sommer	101	15,6	15,4	15,5	0,252	1,984	0,50	80
Köln, Winter	66	20,3	19,6	20,0	0,619	1,997	1,24	32
Bonn, Winter	60	28,8	27,9	28,4	0,787	2,000	1,57	25
Bornheim, Sommer	58	17,2	16,3	16,7	0,825	2,002	1,65	24
Alle Standorte	285	19,8	19,2	19,5	0,567	1,968	1,12	36

Tabelle 27: Konzentrationsmittelwerte, Standardabweichung, Unsicherheitsbereich und Reproduzierbarkeit im Feld, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>

Standort	Anzahl	$\bar{c}$ (SN 0111)	$\bar{c}$ (SN 0112)	$\bar{c}_{ges}$	s <sub>D</sub>	t	U	R
		µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>		µg/m <sup>3</sup>	
Köln, Sommer	101	9,9	9,9	9,9	0,109	1,984	0,22	115
Köln, Winter	66	17,0	16,4	16,7	0,517	1,997	1,03	24
Bonn, Winter	60	21,7	21,1	21,4	0,640	2,000	1,28	20
Bornheim, Sommer	58	11,4	11,0	11,2	0,475	2,002	0,95	26
Alle Standorte	285	14,4	14,0	14,2	0,431	1,968	0,85	29

- $\bar{c}$  (SN 0111): Mittelwert der Konzentrationen Gerät SN 0111
- $\bar{c}$  (SN 0112): Mittelwert der Konzentrationen Gerät SN 0112
- $\bar{c}_{ges}$ : Mittelwert der Konzentrationen der Geräte SN 0111 & SN 0112

Einzelwerte können der Anlage 5 des Anhangs entnommen werden.

## 6.1 5.3.12 Langzeitdrift

*Die Langzeitdrift am Nullpunkt und am Referenzpunkt darf in der Feldprüfung die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist ein Wert  $c_i$  bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.*

Hinweis:

Dieser Prüfpunkt ist für Staubmesseinrichtungen auf Basis der aktuell gültigen Richtlinienversionen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) sowie VDI 4203 Blatt 3 (September 2010) aufgrund nicht definierter Mindestanforderungen nicht auswertbar. Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1), wird daher alternativ auf die nachfolgenden Anforderungen der Vorgängerversion der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (Juni 2002) verwiesen:

*Die zeitliche Änderung des Nullpunkt-Messwertes darf in 24 h und im Wartungsintervall den Bezugswert  $B_0$  nicht überschreiten.*

*Die zeitliche Änderung des Messwertes im Bereich des Bezugswertes  $B_1$  darf in 24 Stunden und im Wartungsintervall  $\pm 5\%$  von  $B_1$  nicht überschreiten.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nullfilter zur Nullpunktsüberprüfung, CalDust 1100 zur Referenzpunktsüberprüfung

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung erfolgte im Rahmen des Feldtestes über einen Gesamtzeitraum von insgesamt ca. 14 Monaten.

Die Messeinrichtungen wurden im Rahmen eines regelmäßigen Checks ca. einmal pro Monat (inkl. zu Beginn und zum Ende jedes Standortes) mit Null-Filter an den Geräteeinlässen für einen Zeitraum jeweils mindestens 24 h betrieben und die gemessenen Nullwerte ausgewertet.

Darüber hinaus wurden zu Beginn und zum Ende eines jeden Standorts zur Referenzpunktüberprüfung die Stabilität der Empfindlichkeit mit CalDust 1100 überprüft und ausgewertet.

## 6.4 Auswertung

Eine Beurteilung der Drift des Nullpunktes und des Messwertes in 24 h ist prinzipiell möglich, für Staubmesseinrichtungen aber nicht sinnvoll.

Die Auswertung am Nullpunkt erfolgt auf Basis der Messergebnisse der regelmäßigen externen Nullpunktmessung durch Vergleich der jeweiligen Werte mit den jeweiligen „Messwerten“ des vorherigen Tests und mit dem „Messwert“ des ersten Tests.

Die Prüfung der Empfindlichkeit erfolgte mit monodispersen Staub (CalDust 1100). Bei Aufgabe dieses Prüfstaubes ist ein Peak in der Größenverteilung im Kanal 130 zu erwarten (dies entspricht einer Partikelgröße von 0,93 µm). Um Abweichungen in der Einklassierung quantifizierbar zu machen, wurde auf Basis der vorhandenen Felddatensätze aus der Eignungsprüfung errechnet, welche Auswirkung eine Peakverschiebung bis zu maximal ±3 Kanälen auf einen PM-Messwert hätte. Zur Auswertung wurden dann für den Idealfall (Peak exakt im Kanal 130) ein hypothetischer Messwert für PM<sub>2,5</sub> von 25 µg/m<sup>3</sup> und für PM<sub>10</sub> von 40 µg/m<sup>3</sup> angesetzt und dann je nach Peakverschiebung der entsprechend zu erwartende Konzentrationswert gemäß der Matrix in Kapitel 4.2 Laborprüfung ermittelt.

Die Auswertung am Referenzpunkt erfolgt auf Basis der Messergebnisse der regelmäßigen externen Überprüfung der Empfindlichkeit durch Vergleich der jeweiligen Werte mit den jeweiligen „Messwerten“ des vorherigen Tests und mit dem „Messwert“ des ersten Tests

## 6.5 Bewertung

Die maximal gefundene Abweichung am Nullpunkt lag für PM<sub>2,5</sub> bei 0,1 µg/m<sup>3</sup> bezogen auf den Vorgängerwert und bei 0,1 µg/m<sup>3</sup> bezogen auf den Startwert und damit innerhalb der erlaubten Grenzen von B<sub>0</sub> = 2 µg/m<sup>3</sup>.

Die maximal gefundene Abweichung am Nullpunkt lag für PM<sub>10</sub> bei 0,1 µg/m<sup>3</sup> bezogen auf den Vorgängerwert und bei 0,1 µg/m<sup>3</sup> bezogen auf den Startwert und damit innerhalb der erlaubten Grenzen von B<sub>0</sub> = 2 µg/m<sup>3</sup>.

Die im Rahmen der Untersuchung ermittelten Werte für die Drift der Empfindlichkeit betragen, bezogen auf den jeweiligen Startwert, maximal -4,7 % für PM<sub>2,5</sub> bzw. -8,1 % für PM<sub>10</sub> und liegen damit außerhalb der zulässigen Abweichung von ± 5 % von B<sub>1</sub>.

Der Messgerätehersteller empfiehlt einen Abgleich der Messeinrichtung, sobald die Abweichung vom Sollkanal 130 mehr als ± 1,5 Kanäle beträgt (dies entspricht gemäß der Matrix aus Kapitel 4.2 Laborprüfung sowohl für PM<sub>2,5</sub> als auch für PM10 einer Abweichung von ca. 4 %). Auf Basis der Ergebnisse der Driftuntersuchungen am Referenzpunkt sollte eine Überprüfung der Empfindlichkeit einmal pro Monat durchgeführt werden.

Mindestanforderung erfüllt? nein

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 28 und Tabelle 29 enthalten die ermittelten Messwerte für den Nullpunkt und die errechneten Abweichungen bezogen auf den Vorgängerwert und bezogen auf den Startwert in µg/m<sup>3</sup>.

Abbildung 39 bis Abbildung 42 zeigen eine grafische Darstellung der Nullpunktsdrift über den Untersuchungszeitraum.

In Tabelle 30 und Tabelle 31 sind die Abweichungen der Messwerte in % vom jeweiligen Vorgängerwert aufgeführt.

Abbildung 43 und Abbildung 45 zeigen eine grafische Darstellung der Drift der Messwerte (bezogen auf den Vorgängerwert).

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas<sup>®</sup>  
200 S bzw. Fidas<sup>®</sup> 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

Seite 123 von 568

Tabelle 28: Nullpunktdrift SN 0111 & SN 0112, PM<sub>10</sub>, mit Nullfilter

Datum	SN 0111			Datum	SN 0112		
	Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert		Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>		µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
10.05.2012	0,0	-	-	10.05.2012	0,0	-	-
11.05.2012	0,0	0,0	0,0	11.05.2012	0,0	0,0	0,0
12.05.2012	0,0	0,0	0,0	12.05.2012	0,0	0,0	0,0
13.05.2012	0,0	0,0	0,0	13.05.2012	0,0	0,0	0,0
16.06.2012	0,0	0,0	0,0	16.06.2012	0,0	0,0	0,0
17.06.2012	0,0	0,0	0,0	17.06.2012	0,0	0,0	0,0
20.07.2012	0,1	0,1	0,1	20.07.2012	0,0	0,0	0,0
21.07.2012	0,0	-0,1	0,0	21.07.2012	0,0	0,0	0,0
22.07.2012	0,0	0,0	0,0	22.07.2012	0,0	0,0	0,0
17.08.2012	0,0	0,0	0,0	17.08.2012	0,0	0,0	0,0
18.08.2012	0,0	0,0	0,0	18.08.2012	0,0	0,0	0,0
19.08.2012	0,0	0,0	0,0	19.08.2012	0,0	0,0	0,0
19.11.2012	0,0	0,0	0,0	19.11.2012	0,0	0,0	0,0
20.11.2012	0,0	0,0	0,0	20.11.2012	0,0	0,0	0,0
11.01.2013	0,0	0,0	0,0	11.01.2013	0,0	0,0	0,0
12.01.2013	0,0	0,0	0,0	12.01.2013	0,0	0,0	0,0
13.01.2013	0,0	0,0	0,0	13.01.2013	0,0	0,0	0,0
05.02.2013	0,0	0,0	0,0	05.02.2013	0,0	0,0	0,0
06.02.2013	0,0	0,0	0,0	06.02.2013	0,0	0,0	0,0
27.02.2013	0,0	0,0	0,0	27.02.2013	0,0	0,0	0,0
28.02.2013	0,1	0,1	0,1	28.02.2013	0,1	0,1	0,1
30.03.2013	0,0	-0,1	0,0	30.03.2013	0,0	-0,1	0,0
31.03.2013	0,0	0,0	0,0	31.03.2013	0,0	0,0	0,0
01.04.2013	0,0	0,0	0,0	01.04.2013	0,0	0,0	0,0
26.04.2013	0,0	0,0	0,0	26.04.2013	0,1	0,1	0,1
27.04.2013	0,0	0,0	0,0	27.04.2013	0,0	-0,1	0,0
28.04.2013	0,0	0,0	0,0	28.04.2013	0,0	0,0	0,0
14.05.2013	0,0	0,0	0,0	14.05.2013	0,0	0,0	0,0
15.05.2013	0,1	0,1	0,1	15.05.2013	0,1	0,1	0,1
22.06.2013	0,0	-0,1	0,0	22.06.2013	0,0	-0,1	0,0
23.06.2013	0,1	0,1	0,1	23.06.2013	0,1	0,1	0,1



Tabelle 29: Nullpunktdrift SN 0111 & SN 0112, PM<sub>2,5</sub>, mit Nullfilter

Datum	SN 0111			Datum	SN 0112		
	Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert		Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert
	µg/m³	µg/m³	µg/m³		µg/m³	µg/m³	µg/m³
10.05.2012	0,0	-	-	10.05.2012	0,0	-	-
11.05.2012	0,0	0,0	0,0	11.05.2012	0,0	0,0	0,0
12.05.2012	0,0	0,0	0,0	12.05.2012	0,0	0,0	0,0
13.05.2012	0,0	0,0	0,0	13.05.2012	0,0	0,0	0,0
16.06.2012	0,0	0,0	0,0	16.06.2012	0,0	0,0	0,0
17.06.2012	0,0	0,0	0,0	17.06.2012	0,0	0,0	0,0
20.07.2012	0,1	0,1	0,1	20.07.2012	0,0	0,0	0,0
21.07.2012	0,0	-0,1	0,0	21.07.2012	0,0	0,0	0,0
22.07.2012	0,0	0,0	0,0	22.07.2012	0,0	0,0	0,0
17.08.2012	0,0	0,0	0,0	17.08.2012	0,0	0,0	0,0
18.08.2012	0,0	0,0	0,0	18.08.2012	0,0	0,0	0,0
19.08.2012	0,0	0,0	0,0	19.08.2012	0,0	0,0	0,0
19.11.2012	0,0	0,0	0,0	19.11.2012	0,0	0,0	0,0
20.11.2012	0,0	0,0	0,0	20.11.2012	0,0	0,0	0,0
11.01.2013	0,0	0,0	0,0	11.01.2013	0,0	0,0	0,0
12.01.2013	0,0	0,0	0,0	12.01.2013	0,0	0,0	0,0
13.01.2013	0,0	0,0	0,0	13.01.2013	0,0	0,0	0,0
05.02.2013	0,0	0,0	0,0	05.02.2013	0,0	0,0	0,0
06.02.2013	0,0	0,0	0,0	06.02.2013	0,0	0,0	0,0
27.02.2013	0,0	0,0	0,0	27.02.2013	0,0	0,0	0,0
28.02.2013	0,1	0,1	0,1	28.02.2013	0,1	0,1	0,1
30.03.2013	0,0	-0,1	0,0	30.03.2013	0,0	-0,1	0,0
31.03.2013	0,0	0,0	0,0	31.03.2013	0,0	0,0	0,0
01.04.2013	0,0	0,0	0,0	01.04.2013	0,0	0,0	0,0
26.04.2013	0,0	0,0	0,0	26.04.2013	0,0	0,0	0,0
27.04.2013	0,0	0,0	0,0	27.04.2013	0,0	0,0	0,0
28.04.2013	0,0	0,0	0,0	28.04.2013	0,0	0,0	0,0
14.05.2013	0,0	0,0	0,0	14.05.2013	0,0	0,0	0,0
15.05.2013	0,0	0,0	0,0	15.05.2013	0,1	0,1	0,1
22.06.2013	0,0	0,0	0,0	22.06.2013	0,0	-0,1	0,0
23.06.2013	0,0	0,0	0,0	23.06.2013	0,0	0,0	0,0



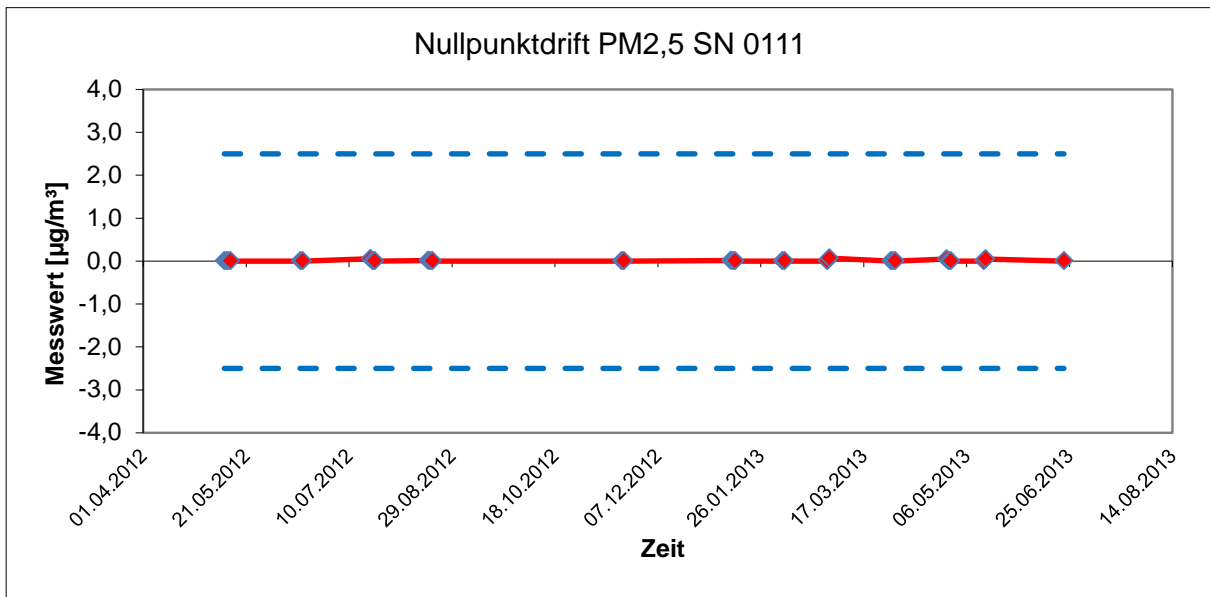


Abbildung 39: Nullpunktdrift SN 0111, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>

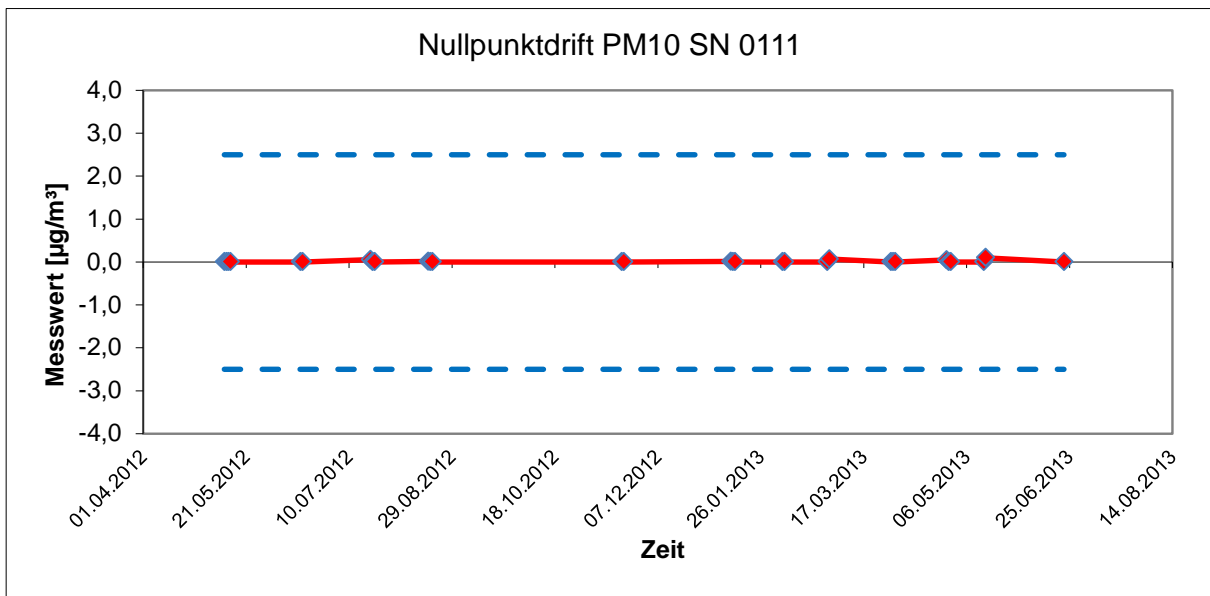


Abbildung 40: Nullpunktdrift SN 0111, Messkomponente PM<sub>10</sub>

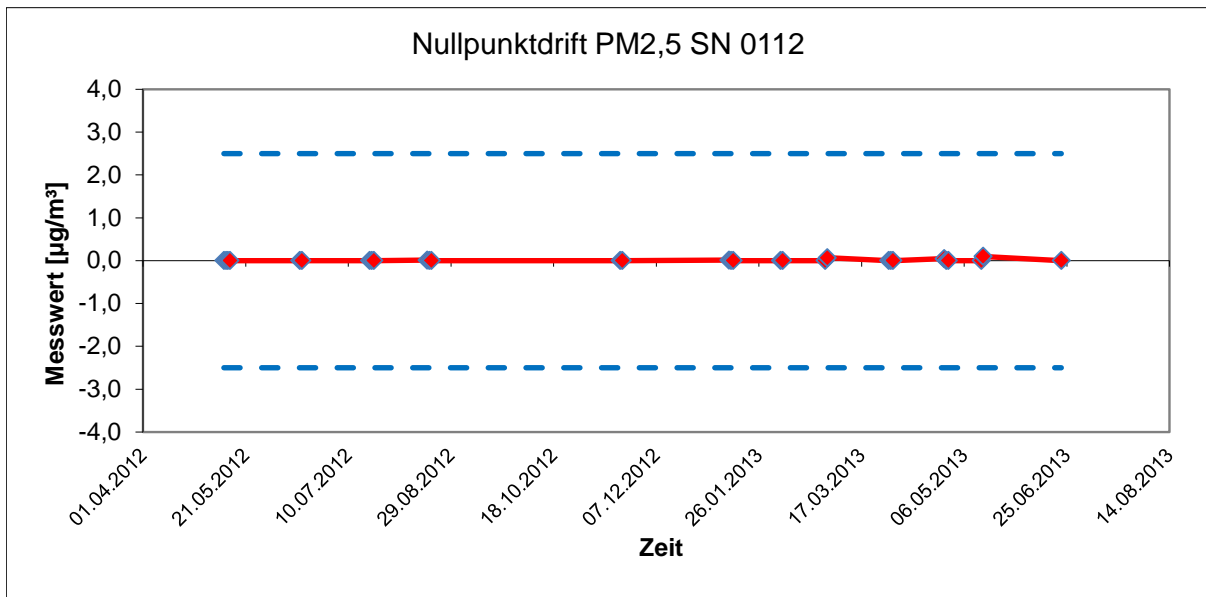


Abbildung 41: Nullpunkt drift SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>

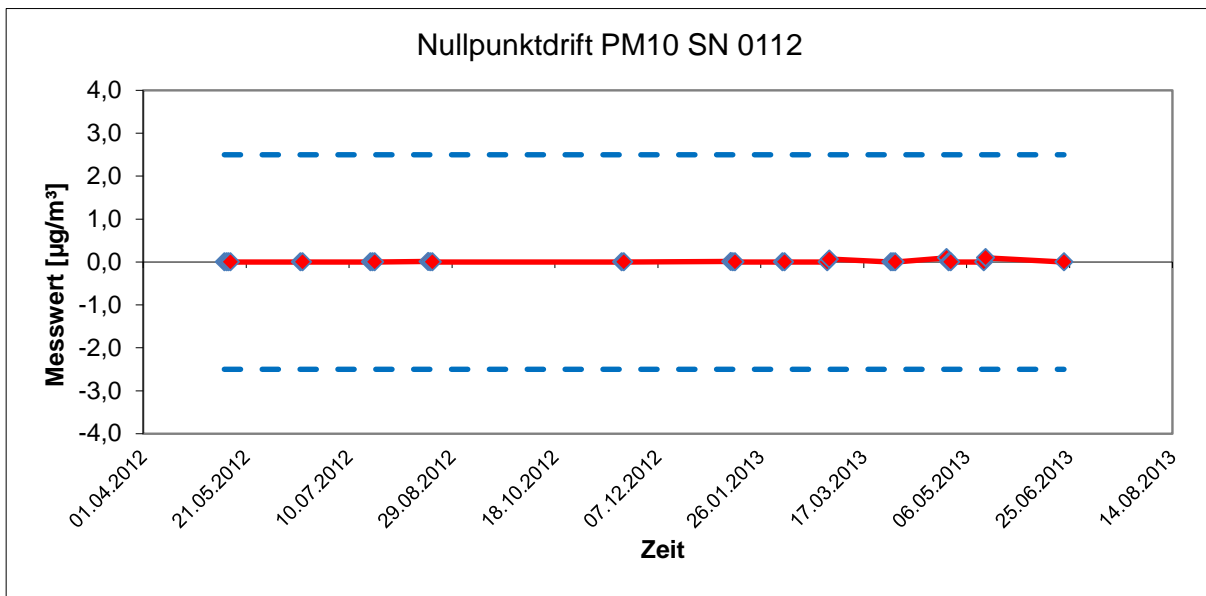


Abbildung 42: Nullpunkt drift SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas<sup>®</sup>  
200 S bzw. Fidas<sup>®</sup> 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

Seite 127 von 568

Tabelle 30: Empfindlichkeitsdrift SN 0111 & SN 0112, PM<sub>10</sub>

Datum	SN 0111			Datum	SN 0112		
	Messwert	Abweichung zum	Abweichung zum		Messwert	Abweichung zum	Abweichung zum
		Vorgängerwert	Startwert			Vorgängerwert	Startwert
		%	%			%	%
09.05.2012	40,0	-	-	09.05.2012	40,0	-	-
04.09.2012	39,5	-1,2	-1,2	04.09.2012	37,8*	-5,4	-5,4
22.11.2012	38,5	-2,5	-3,6	22.11.2012	37,8*	0,0	-5,4
05.02.2013	38,1*	-1,1	-4,7	05.02.2013	38,8	2,4	-3,1
26.02.2013	38,8	1,6	-3,1	26.02.2013	36,7**	-5,2	-8,1
02.05.2013	41,6*	7,3	4,0	02.05.2013	39,5	7,6	-1,2
13.06.2013	39,5	-4,9	-1,2	13.06.2013	40,8	3,2	2,0
11.07.2013	40,2	1,7	0,5	11.07.2013	37,8*	-7,2	-5,4

\* Abgleich auf Kanal 130

\*\* Abweichung größer 3 Kanäle, Abgleich auf Kanal 130

Tabelle 31: Empfindlichkeitsdrift SN 0111 & SN 0112, PM<sub>2,5</sub>

Datum	SN 0111			Datum	SN 0112		
	Messwert	Abweichung zum	Abweichung zum		Messwert	Abweichung zum	Abweichung zum
		Vorgängerwert	Startwert			Vorgängerwert	Startwert
		%	%			%	%
09.05.2012	25,0	-	-	09.05.2012	25,0	-	-
04.09.2012	24,7	-1,2	-1,2	04.09.2012	23,7*	-5,4	-5,4
22.11.2012	24,1	-2,5	-3,6	22.11.2012	23,7*	0,0	-5,4
05.02.2013	23,8*	-1,1	-4,7	05.02.2013	24,2	2,4	-3,1
26.02.2013	24,2	1,6	-3,1	26.02.2013	23**	-5,0	-8,0
02.05.2013	26,1*	7,7	4,3	02.05.2013	24,7	7,4	-1,2
13.06.2013	24,7	-5,3	-1,2	13.06.2013	25,6	3,4	2,2
11.07.2013	25,1	1,7	0,5	11.07.2013	23,7*	-7,5	-5,4

\* Abgleich auf Kanal 130

\*\* Abweichung größer 3 Kanäle, Abgleich auf Kanal 130

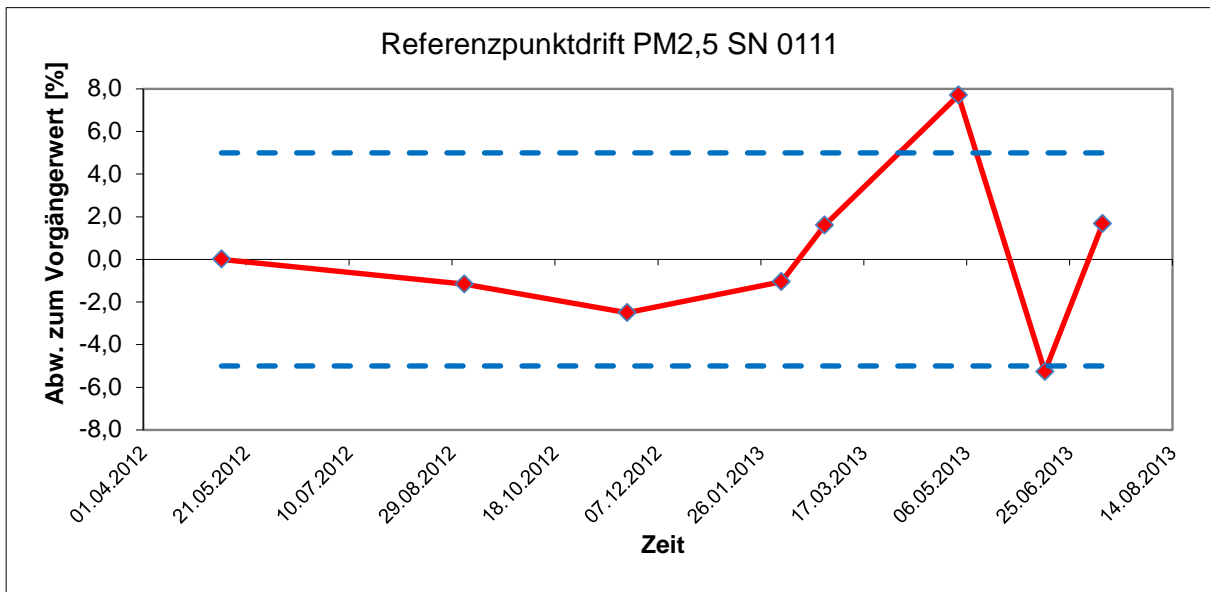


Abbildung 43: Drift des Messwertes SN 0111, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>

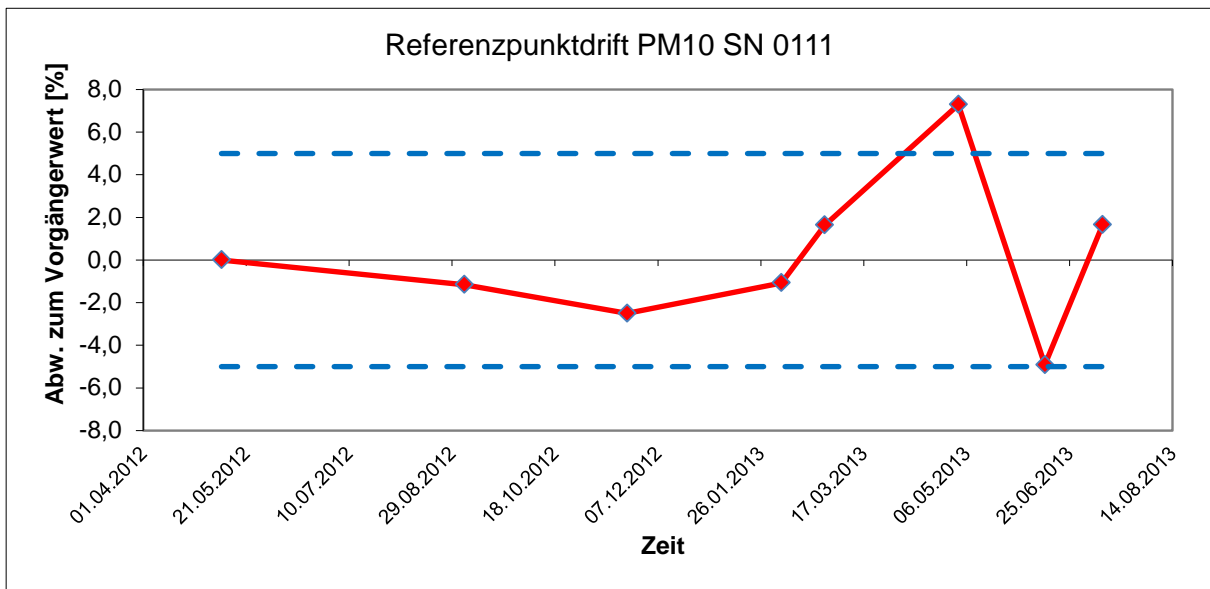


Abbildung 44: Drift des Messwertes SN 0111, Messkomponente PM<sub>10</sub>

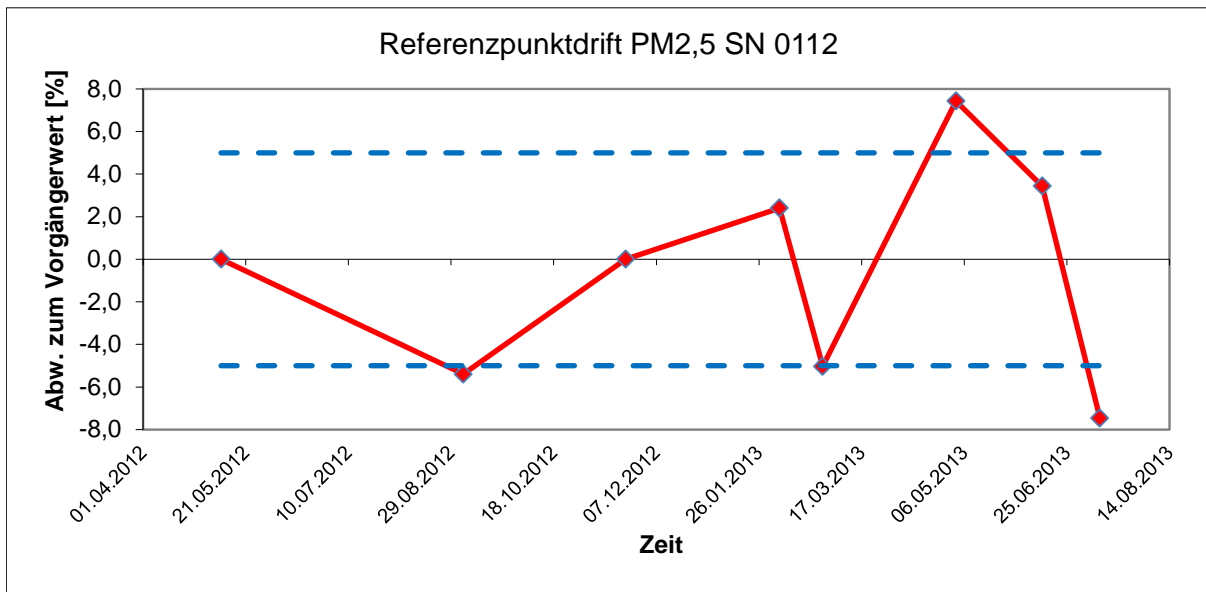


Abbildung 45: Drift des Messwertes SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>

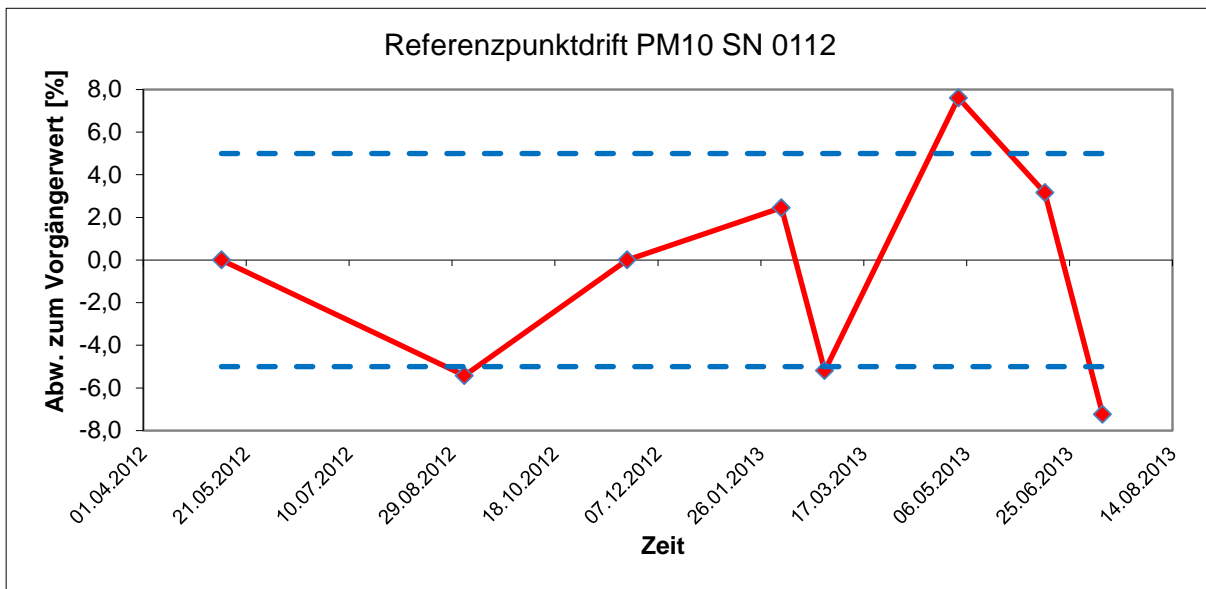


Abbildung 46: Drift des Messwertes SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>



## **6.1 5.3.13 Kurzzeitdrift**

*Die Kurzzeitdrift am Nullpunkt und am Referenzpunkt darf die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) in der Laborprüfung in 12 h (für Benzol in 24 h) und in der Feldprüfung in 24 h nicht überschreiten. Als Referenzpunkt ist ein Wert  $c_t$  bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.*

Hinweis:

Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1) ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen nicht relevant.

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Nicht zutreffend.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Nicht zutreffend.

## **6.4 Auswertung**

Nicht zutreffend.

## **6.5 Bewertung**

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Nicht zutreffend.

## **6.1 5.3.14 Einstellzeit**

*Die Einstellzeit (Anstieg) der Messeinrichtung darf höchstens 180 s betragen.*

*Die Einstellzeit (Abfall) der Messeinrichtung darf höchstens 180 s betragen.*

*Die Differenz zwischen der Einstellzeit (Anstieg) und der Einstellzeit (Abfall) der Messeinrichtung darf maximal 10 % der Einstellzeit (Anstieg) oder 10 s betragen, je nachdem, welcher Wert größer ist.*

Hinweis:

Für Staubmesseinrichtungen ist dieser Punkt nicht relevant.

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Nicht zutreffend.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Nicht zutreffend.

## **6.4 Auswertung**

Nicht zutreffend.

## **6.5 Bewertung**

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Nicht zutreffend.



## **6.1 5.3.15 Differenz zwischen Proben- und Kalibriereingang**

*Die Differenz zwischen den Messwerten bei Aufgabe am Proben- und Kalibriereingang darf den Wert der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten Als Referenzpunkt ist ein Wert  $c_i$  bei 70 % bis 80 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereichs zu verwenden.*

Hinweis:

Für Staubmesseinrichtungen ist dieser Punkt nicht relevant.

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Nicht zutreffend.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Nicht zutreffend.

## **6.4 Auswertung**

Nicht zutreffend.

## **6.5 Bewertung**

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Nicht zutreffend.



## **6.1 5.3.16 Konverterwirkungsgrad**

*Bei Messeinrichtungen mit einem Konverter muss dessen Wirkungsgrad mindestens 98 % betragen.*

Hinweis:

Für Staubmesseinrichtungen ist dieser Punkt nicht relevant.

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Nicht zutreffend.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Nicht zutreffend.

## **6.4 Auswertung**

Nicht zutreffend.

## **6.5 Bewertung**

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Nicht zutreffend.



## **6.1 5.3.17 Anstieg der NO<sub>2</sub>-Konzentration durch Verweilen im Messgerät**

*Bei NO<sub>x</sub>-Messeinrichtungen darf der Anstieg der NO<sub>2</sub>-Konzentration durch Verweilen im Messgerät die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) nicht überschreiten.*

*Die Anforderungen der Tabelle 2 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) gelten für die Zertifizierungsbereiche nach Tabelle 1 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010). Für abweichende Zertifizierungsbereiche sind die Anforderungen entsprechend linear umzurechnen.*

Hinweis:

Für Staubmesseinrichtungen ist dieser Punkt nicht relevant.

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Nicht zutreffend.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Nicht zutreffend.

## **6.4 Auswertung**

Nicht zutreffend.

## **6.5 Bewertung**

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Nicht zutreffend.

## **6.1 5.3.18 Gesamtunsicherheit**

*Die erweiterte Messunsicherheit der Messeinrichtung ist zu ermitteln. Dieser ermittelte Wert darf die in Anhang A, Tabelle A1 der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) aufgeführten Vorgaben der anzuwendenden EU-Richtlinien zur Luftqualität nicht überschreiten.*

Hinweis:

Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1) ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen nicht relevant. Es wird auf das Modul 5.4.10 verwiesen.

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1) ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen nicht relevant. Es wird auf das Modul 5.4.10 verwiesen.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1) ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen nicht relevant. Es wird auf das Modul 5.4.10 verwiesen.

## **6.4 Auswertung**

Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1) ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen nicht relevant. Es wird auf das Modul 5.4.10 verwiesen.

## **6.5 Bewertung**

Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1) ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen nicht relevant. Es wird auf das Modul 5.4.10 verwiesen.

Mindestanforderung erfüllt? -

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Gemäß Beschluss der zuständigen Stelle in Deutschland (siehe Modul 5.3.1) ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen nicht relevant. Es wird auf das Modul 5.4.10 verwiesen.



## **6.1 5.4.1 Allgemeines**

*Die Prüfung für Staubmesseinrichtungen erfolgen gemäß der Mindestanforderungen der Tabelle 5 der Richtlinie VDI 4202, Blatt 1 (September 2010).  
Partikelmassenkonzentrationen müssen auf ein definiertes Volumen bezogen sein. Der Volumenbezug hinsichtlich Druck und Temperatur muss nachvollziehbar angegeben werden.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung erfolgte gemäß der Mindestanforderungen der Tabelle 5 der Richtlinie VDI 4202, Blatt 1 (September 2010).

Es wurde geprüft, ob die gemessenen Partikelmassenkonzentrationen auf ein definiertes Volumen bezogen sind.

## **6.4 Auswertung**

Die Prüfung erfolgte gemäß der Mindestanforderungen der Tabelle 5 der Richtlinie VDI 4202, Blatt 1 (September 2010).

Die Messeinrichtung Fidas® 200 S ist ein optisches Messgerät, welches im ersten Ansatz die in einem definierten Messvolumen enthaltene Partikelanzahl und Partikelgröße bestimmt und dann unter Anwendung eines Algorithmus die vorhandenen Informationen in Massenwerte umrechnet. Die ermittelte Masse wird dann auf ein definiertes und aktiv geregeltes Probenahmevolumen bezogen und somit die Partikelmassenkonzentration bestimmt.

## **6.5 Bewertung**

Die Prüfung erfolgte gemäß der Mindestanforderungen der Tabelle 5 der Richtlinie VDI 4202, Blatt 1 (September 2010).

Die Messeinrichtung Fidas® 200 S ist ein optisches Messgerät, welches im ersten Ansatz die in einem definierten Messvolumen enthaltene Partikelanzahl und Partikelgröße bestimmt und dann unter Anwendung eines Algorithmus die vorhandenen Informationen in Massenwerte umrechnet. Die ermittelte Masse wird dann auf ein definiertes und aktiv geregeltes Probenahmevolumen bezogen und somit die Partikelmassenkonzentration bestimmt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## 6.1 5.4.2 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems

*Für das PM<sub>10</sub>-Probenahmesystem ist die Gleichwertigkeit zum Referenzverfahren nach DIN EN 12 341 [T5] nachzuweisen.*

*Für PM<sub>2,5</sub>-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Modul 5.4.10 des vorliegenden Berichts verwiesen.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für diesen Prüfpunkt kamen zusätzlich die Geräte entsprechend Punkt 5 des vorliegenden Berichts zum Einsatz.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest an mehreren Standorten gemäß Punkt 4 des vorliegenden Berichtes durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten und unterschiedlich hohe PM<sub>10</sub> Konzentrationen berücksichtigt.

Es wurden an jedem Standort mindestens 15 valide Wertepaare ermittelt.

## 6.4 Auswertung

Forderung aus der DIN EN 12341:

Der errechnete funktionale Zusammenhang  $y = f(x)$  zwischen den mit dem Testgerät ( $y$ ) und den mit dem Referenzgerät ( $x$ ) gemessenen Konzentrationswerten soll durch einen beidseitigen Akzeptanzbereich begrenzt sein. Dieser Akzeptanzbereich ist gegeben durch:

$$y = (x \pm 10) \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ für Konzentrationsmittelwerte } \leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ und}$$

$$y = 0,9x \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ bzw. } 1,1x \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ für Konzentrationsmittelwerte } > 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Des Weiteren soll der Variationskoeffizient  $R^2$  der berechneten Referenz-Äquivalenz-Funktion den Wert 0,95 nicht unterschreiten.

Die Prüfung richtet sich auf den funktionalen Zusammenhang zwischen den Konzentrationswerten, die durch Doppelbestimmungen mit dem Testgerät und dem Referenzgerät ermittelt wurden. Im Idealfall erfassen beide Geräte dieselbe Schwebstaubfraktion, so dass  $y = x$  gilt. Die Vorgehensweise bei der Auswertung ist wie folgt:

Es wurde eine lineare Regressionsanalyse aus den Messdaten für alle vier Standorte einzeln sowie nach Zusammenfassung aller Messdaten, für alle vier Standorte zusammen durchgeführt.

Man erhält für jeden Messwert  $y_i$  des jeweiligen Testgerätes und der mit dem Referenzgerät gemessenen Konzentration  $x$  – beide in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – eine Referenz-Äquivalenz-Funktion entsprechend der allgemeinen Beziehung:

$$y_i = m \cdot x + b$$

mit  $i =$  Prüfling Fidas® 200 S



## **6.5 Bewertung**

Die Referenz-Äquivalenzfunktionen für die (unkorrigierten) Datensätze liegen für alle Vergleichskampagnen in den Grenzen des Akzeptanzbereichs. Weiterhin ist der Variationskoeffizient  $R^2$  der berechneten Referenz-Äquivalenzfunktionen im betreffenden Konzentrationsbereich für alle Vergleichskampagnen mit Ausnahme Köln, Sommer (nur für SN 0112)  $\geq 0,95$ . Die Äquivalenzprüfung gemäß 6.1 5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge wird dennoch uneingeschränkt für alle Standorte erfüllt.

Mindestanforderung erfüllt? nein

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Die Ergebnisse der Regressionsanalysen sind in Tabelle 32 bis Tabelle 33 zusammengestellt. Die grafischen Darstellungen erfolgen in Abbildung 47 bis Abbildung 56. In den Diagrammen sind neben den Ausgleichsgeraden der beiden Testgeräte die als Idealfall anzusehende Kurve  $y = x$  und der beiderseitige Akzeptanzbereich eingezeichnet. Alle Einzelwerte für die Testgeräte und das Referenzgerät können, nach Standort getrennt, der Anlage 5 im Anhang entnommen werden.

Tabelle 32: Ergebnisse der linearen Regressionsanalyse der Messungen mit den beiden Testgeräten SN 0111 und SN 0112 an den vier Standorten, Rohdaten

<b>SN 0111</b>	<b>Anzahl Messwertpaare N</b>	<b>Steigung m</b>	<b>Ordinaten abschnitt b</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
Köln, Sommer	81	1,016	-1,226	0,95
Köln, Winter	51	1,056	-1,071	0,99
Bonn, Winter	50	1,024	0,455	0,97
Bornheim, S	45	1,094	-1,481	0,95
<b>SN 0112</b>				
<b>SN 0112</b>	<b>Anzahl Messwertpaare N</b>	<b>Steigung m</b>	<b>Ordinaten abschnitt b</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
Köln, Sommer	82	0,998	-1,116	0,94
Köln, Winter	50	1,019	-1,102	0,99
Bonn, Winter	50	0,984	0,651	0,96
Bornheim, S	45	1,050	0,945	0,95

Tabelle 33: Ergebnisse der linearen Regressionsanalyse der Messungen mit den beiden Testgeräten SN 0111 und SN 0112 (gesamt), Rohdaten

<b>Testgerät</b>	<b>Anzahl Messwertpaare N</b>	<b>Steigung m</b>	<b>Ordinatenabschnitt b</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
SN 0111	227	1,061	-1,295	0,97
SN 0112	227	1,025	-1,195	0,97

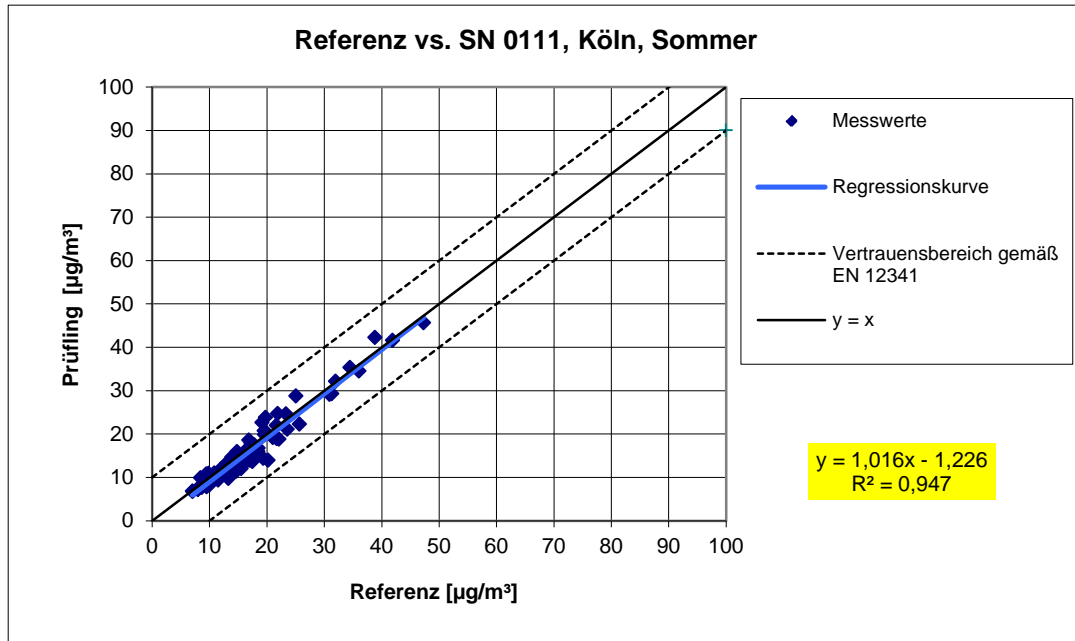


Abbildung 47: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0111, Standort Köln, Sommer

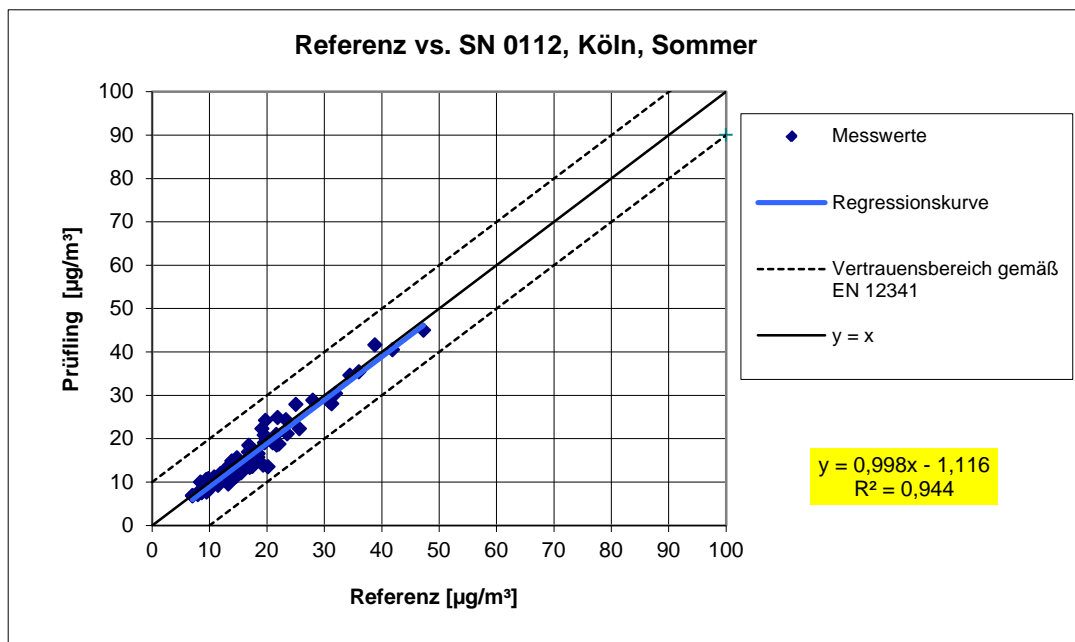


Abbildung 48: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0112, Standort Köln, Sommer



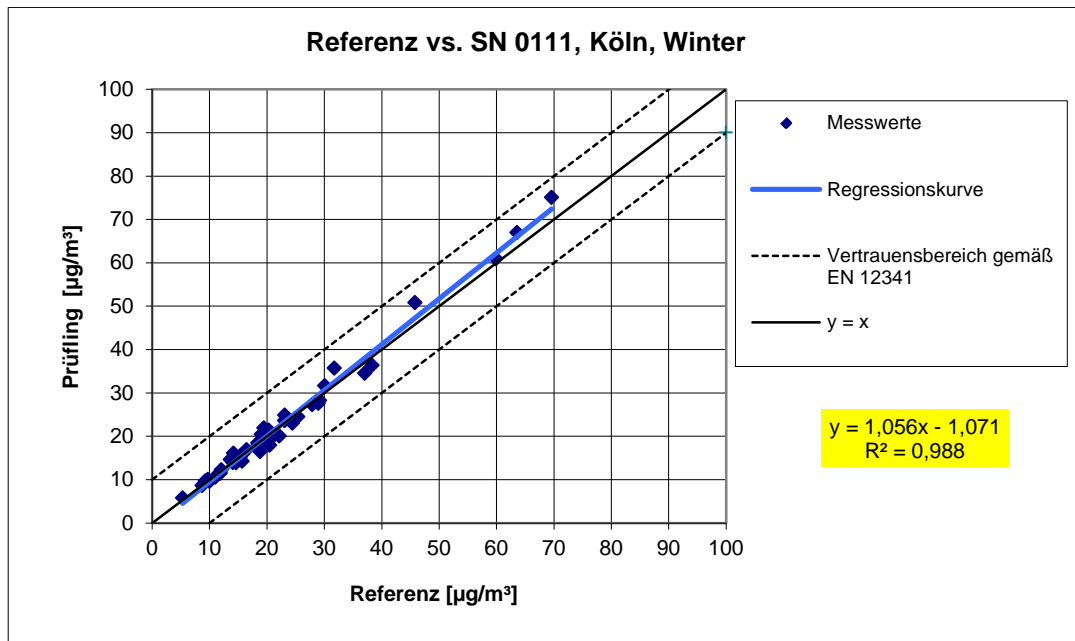


Abbildung 49: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0111, Standort Köln, Winter

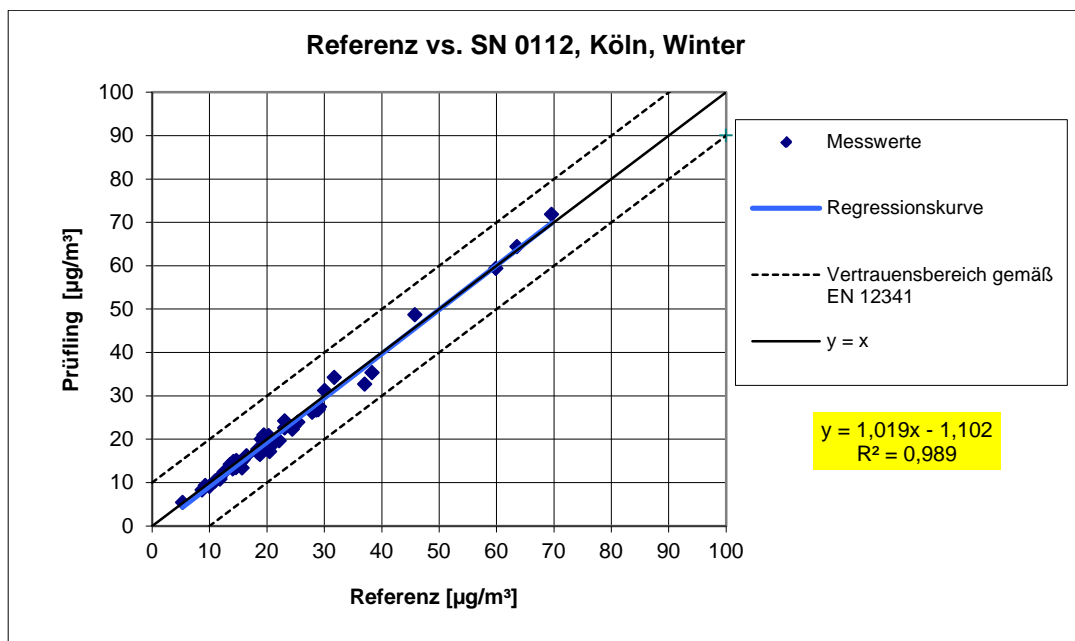


Abbildung 50: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0112, Standort Köln, Winter

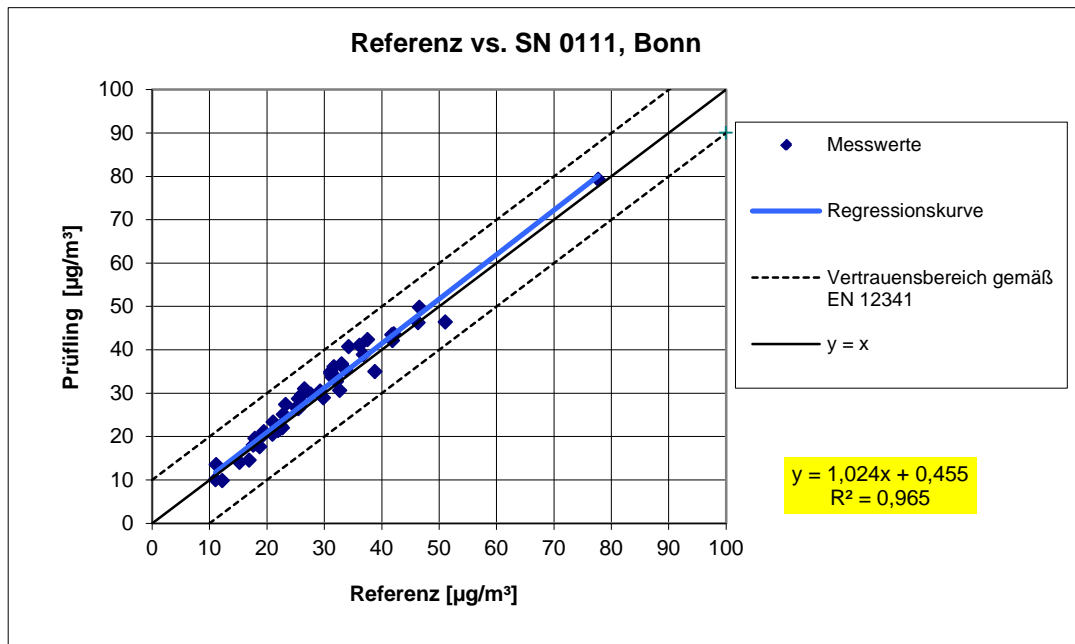


Abbildung 51: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0111, Standort Bonn, Winter

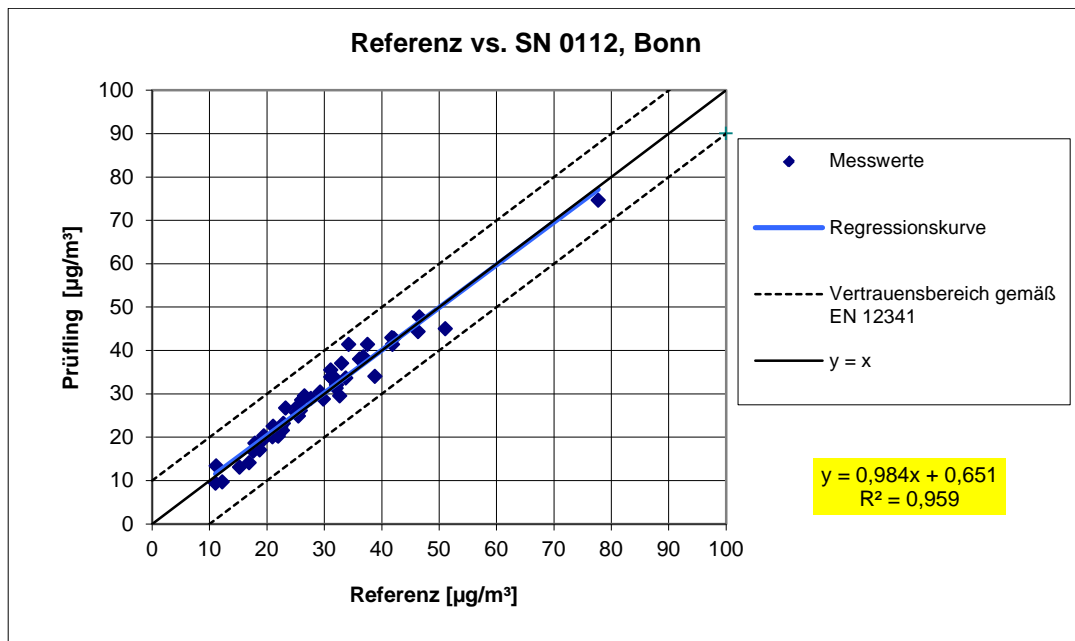


Abbildung 52: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0112, Standort Bonn, Winter

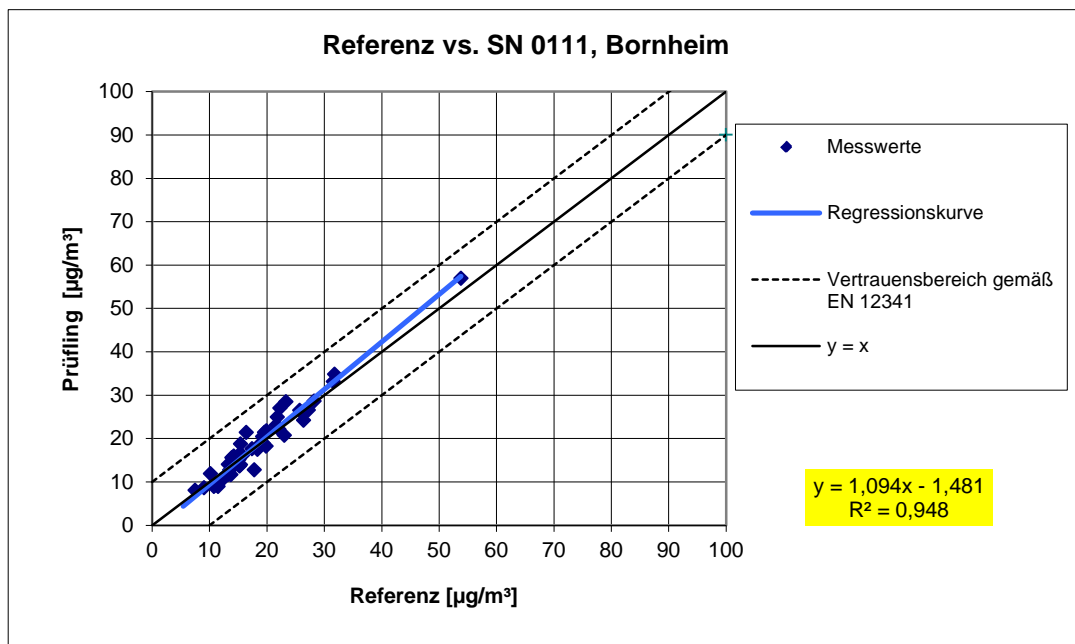


Abbildung 53: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0111, Standort Bornheim, Sommer

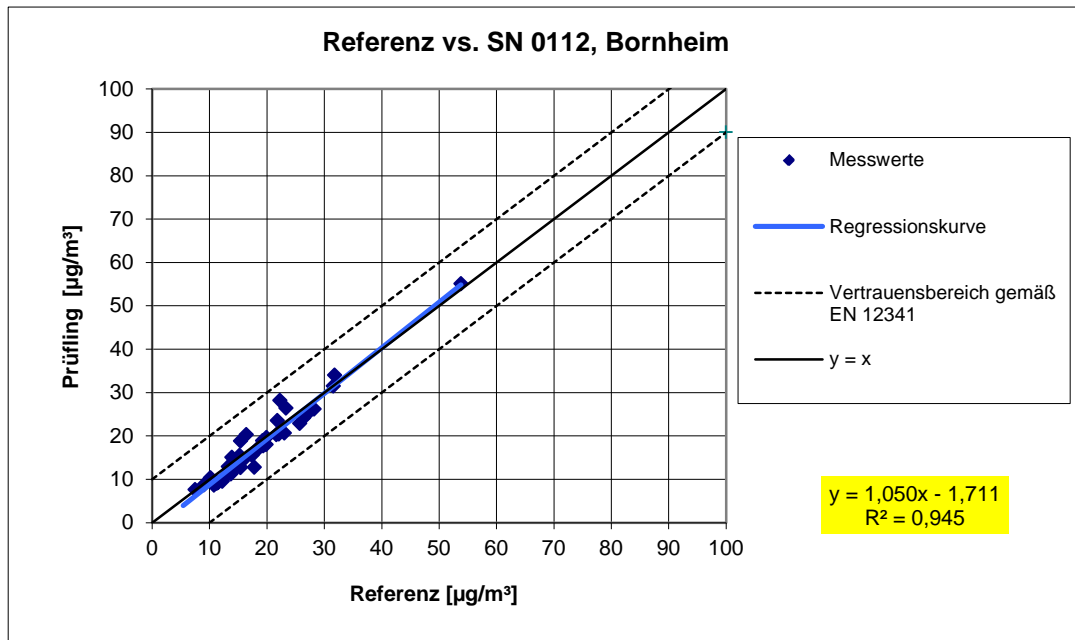


Abbildung 54: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0112, Standort Bornheim, Sommer

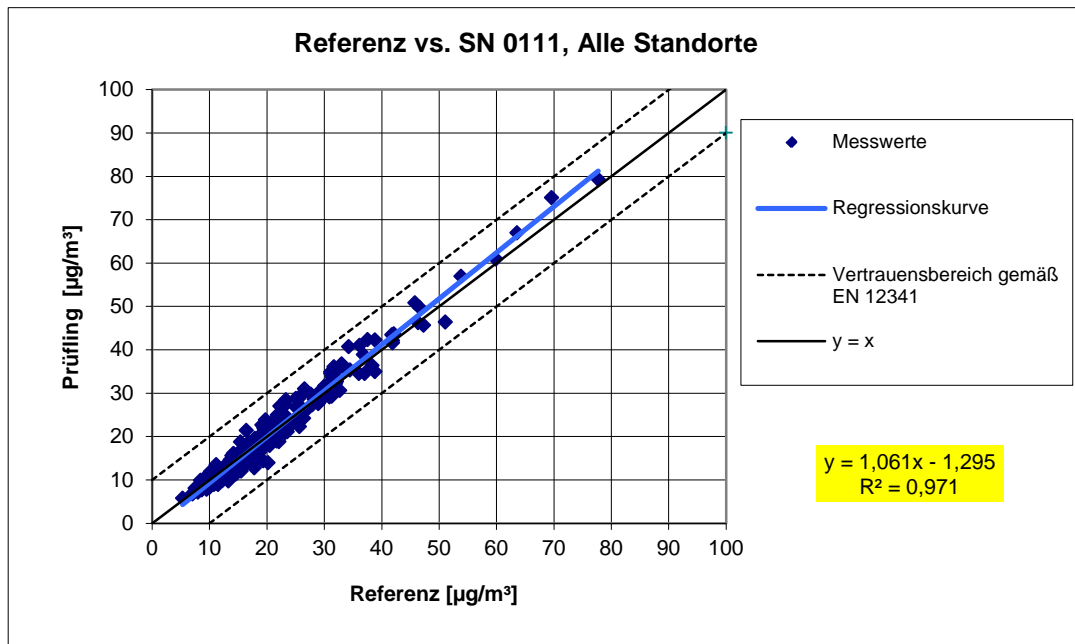


Abbildung 55: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0111, alle Standorte

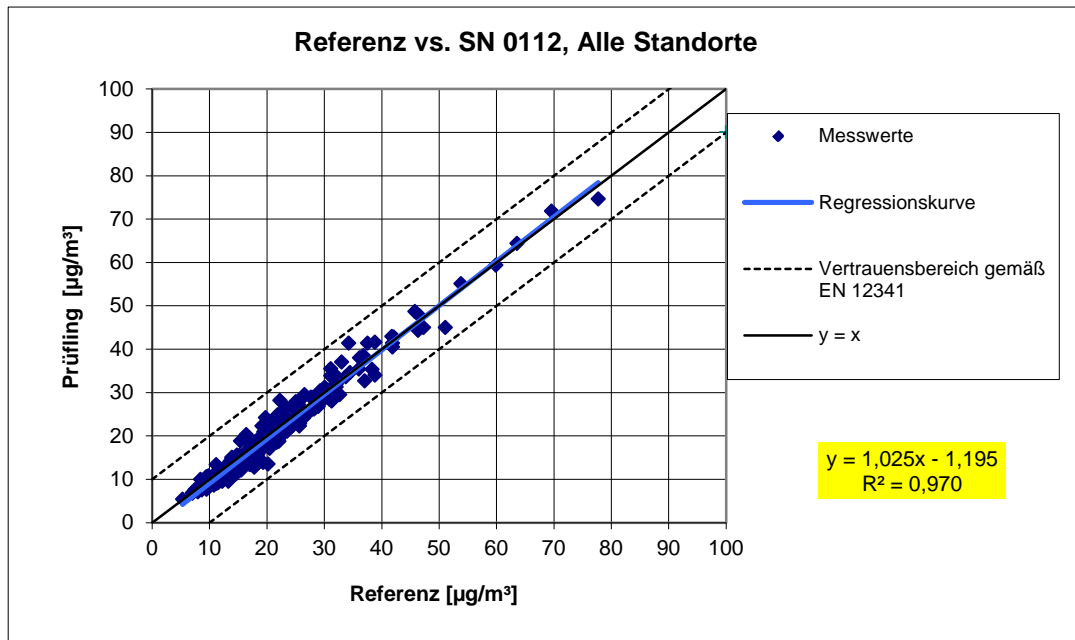


Abbildung 56: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0112, alle Standorte

## 6.1 5.4.3 Vergleichbarkeit der Probenahmesysteme

*Die PM<sub>10</sub>-Probenahmesysteme zweier baugleicher Prüflinge müssen untereinander nach DIN EN 12 341 [T5] vergleichbar sein. Dies ist während der Feldprüfung nachzuweisen.*

*Für PM<sub>2,5</sub>-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Modul 5.4.9 des vorliegenden Berichts verwiesen.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest an mehreren Standorten durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten und unterschiedlich hohe PM<sub>10</sub> Konzentrationen berücksichtigt.

Es wurden an jedem Standort mindestens 15 valide Wertepaare ermittelt.

## 6.4 Auswertung

Der aus den mit den Testgeräten gemessenen Konzentrationsmittelwerten berechnete zweiseitige Vertrauensbereich CI<sub>95</sub> darf den Wert von 5 µg/m<sup>3</sup> für Konzentrationsmittelwerte ≤ 100 µg/m<sup>3</sup> und von 0,05 für Konzentrationsmittelwerte > 100 µg/m<sup>3</sup> nicht überschreiten.

Der Nachweis der Vergleichbarkeit von Testgeräten konzentriert sich auf die Differenzen D<sub>i</sub> der Konzentrationswerte Y<sub>i</sub> der Testgeräte. Idealerweise sind beide Testgeräte gleich und erfassen demzufolge dieselbe Schwebstaubfraktion, sodass sich D<sub>i</sub> = 0 ergibt. Die Vorgehensweise bei der Auswertung der Messdaten ist folgende:

Es werden zunächst die Konzentrationsmittelwerte Y<sub>i</sub> aus den parallel mit den beiden Testgeräten gemessenen Konzentrationswerten berechnet. Im Anschluss daran werden die Konzentrationsmittelwerte Y<sub>i</sub> in zwei getrennte Datensätze gespalten:

- a) Datensatz mit Y<sub>i</sub> ≤ 100 µg/m<sup>3</sup> mit der Anzahl der Wertepaare n<sub>≤</sub> und
- b) Datensatz mit Y<sub>i</sub> > 100 µg/m<sup>3</sup> mit der Anzahl der Wertepaare n<sub>></sub>

zu a):

Aus den Wertepaaren des Datensatzes mit Y<sub>i</sub> ≤ 100 µg/m<sup>3</sup> wird die absolute Standardabweichung s<sub>a</sub> berechnet:

$$s_a = \sqrt{\left(\sum D_i^2 / 2n_{\leq}\right)}$$

Es wird der Studentfaktor t<sub>f<sub>≤</sub>,0,975</sub>, definiert als 0,975-Quantil des zweiseitigen 95%-Vertrauensbereichs der t-Verteilung nach Student mit f<sub>≤</sub> = n<sub>≤</sub> - 2 Freiheitsgraden herangezogen.



Der zweiseitige 95%-Vertrauensbereich  $Cl_{95}$  für Konzentrationsmittelwerte  $\leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ergibt sich dann wie folgt:

$$Cl_{95} = s_a \cdot t_{f_{\leq};0,975}$$

zu b):

Aus den Wertepaaren des Datensatzes mit  $Y_i > 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird die relative Standardabweichung  $s_r$  berechnet:

$$s_r = \sqrt{\left(\sum (D_i / Y_i)^2 / 2n_{>}\right)}$$

Es wird wiederum der Student-Faktor  $t_{f_{>};0,975}$ , definiert als 0,975-Quantil des zweiseitigen 95%-Vertrauensbereiches der t-Verteilung nach Student mit  $f_{>} = n_{>} - 2$  Freiheitsgraden herangezogen.

Der zweiseitige Vertrauensbereich  $Cl_{95}$  für Konzentrationsmittelwerte  $> 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ergibt sich dann wie folgt:

$$Cl_{95} = s_r \cdot t_{f_{>};0,975}$$

Während der Felduntersuchungen wurden keine Konzentrationswerte  $> 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Eine statistische Auswertung für diesen Konzentrationsbereich ist aus diesem Grund nicht möglich. Somit entfällt die Betrachtung gemäß b).

## 6.5 Bewertung

Es gilt für alle untersuchten Standorte:

Der zweiseitige Vertrauensbereich  $Cl_{95}$  liegt mit maximal  $1,88 \mu\text{g}/\text{m}^3$  deutlich unterhalb des geforderten Wertes von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 34 führt die berechneten Werte für die Standardabweichung  $s_a$  und den zweiseitigen Vertrauensbereich  $Cl_{95}$  auf. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 57 bis Abbildung 61. In den Diagrammen ist neben der Ausgleichsgerade der beiden Testgeräte (ermittelt durch lineare Regressionsanalyse) die als Idealfall anzusehende Kurve  $y = x$  und der beiderseitige Akzeptanzbereich eingezeichnet. Alle Einzelwerte für die Testgeräte können der Anlage 5 entnommen werden.

Tabelle 34: Zweiseitiger 95%-Vertrauensbereich  $CI_{95}$  für die Testgeräte SN 0111 und SN 0112

Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Standardabweichung $s_a$	Student-Faktor $t_f$	Vertrauensbereich $CI_{95}$
SN			$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$
0111/0112	Köln, Sommer	101	0,30	1,984	0,59
0111/0112	Köln, Winter	66	0,69	1,998	1,38
0111/0112	Bonn, Winter	60	0,94	2,002	1,88
0111/0112	Bornheim, Sommer	58	0,94	2,003	1,87
0111/0112	Gesamt	285	0,71	1,968	1,40

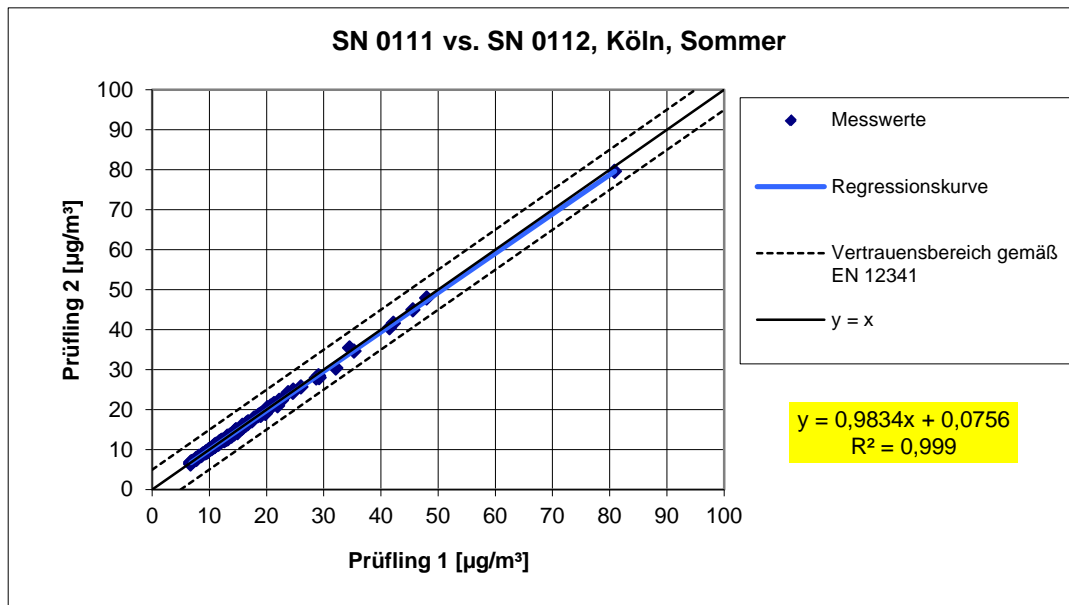


Abbildung 57: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Standort Köln, Sommer

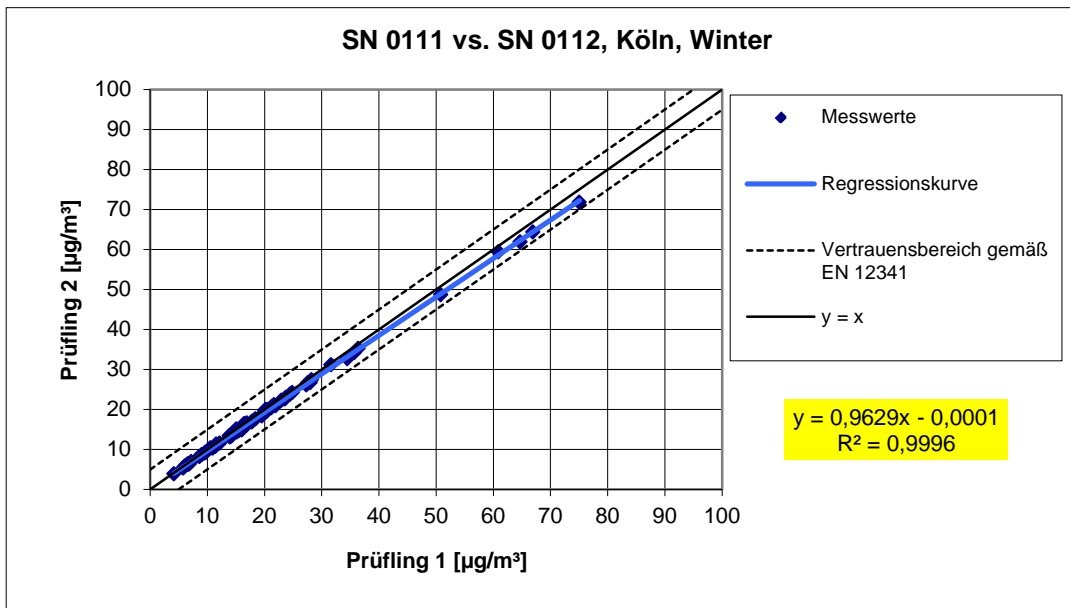


Abbildung 58: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Standort Köln, Winter

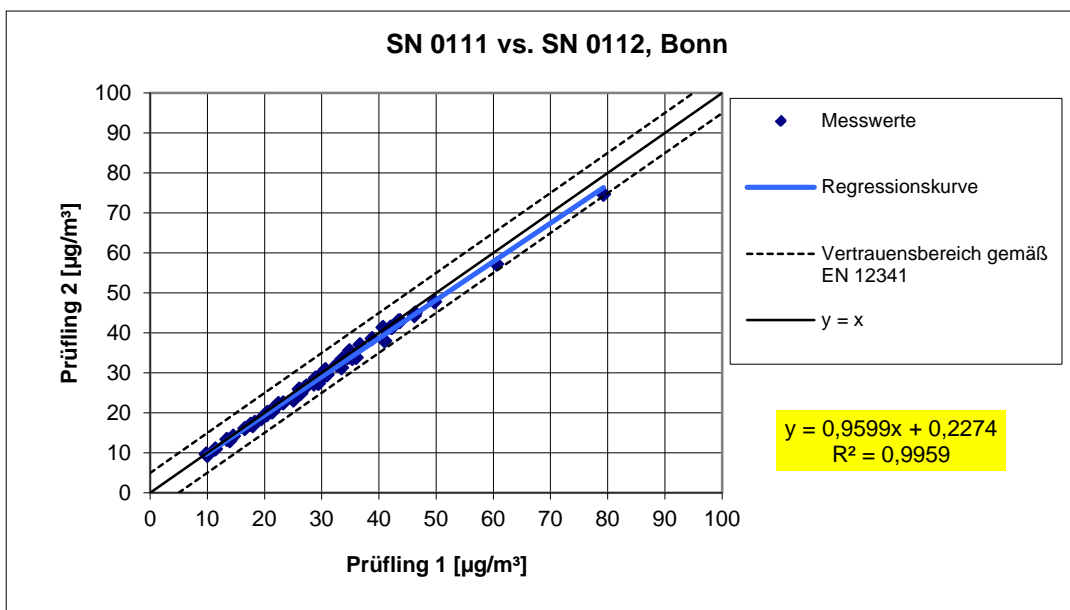


Abbildung 59: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Standort Bonn, Winter



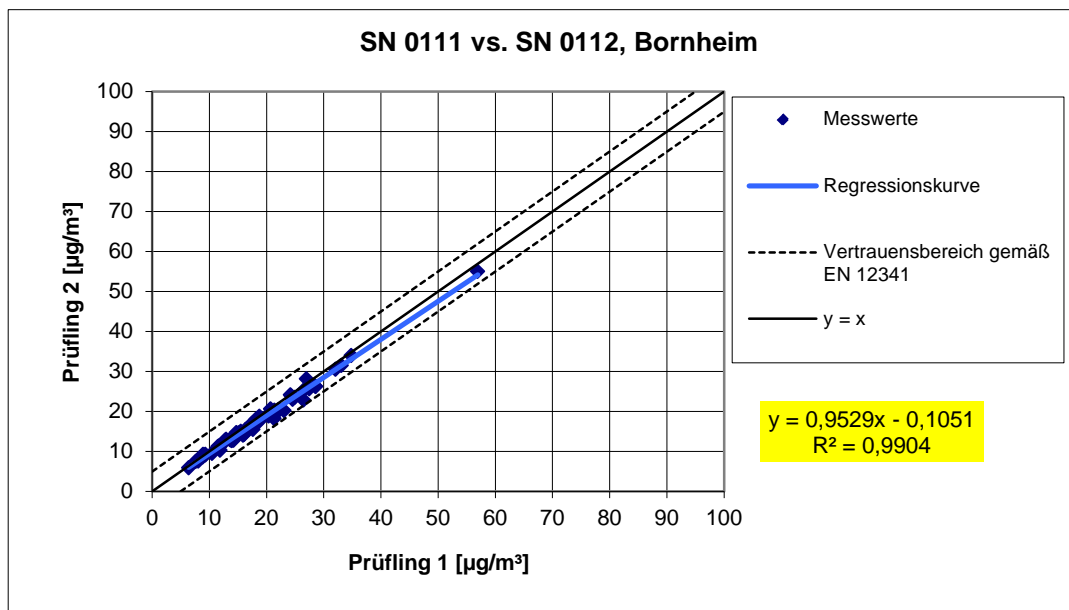


Abbildung 60: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Standort Bornheim, Sommer

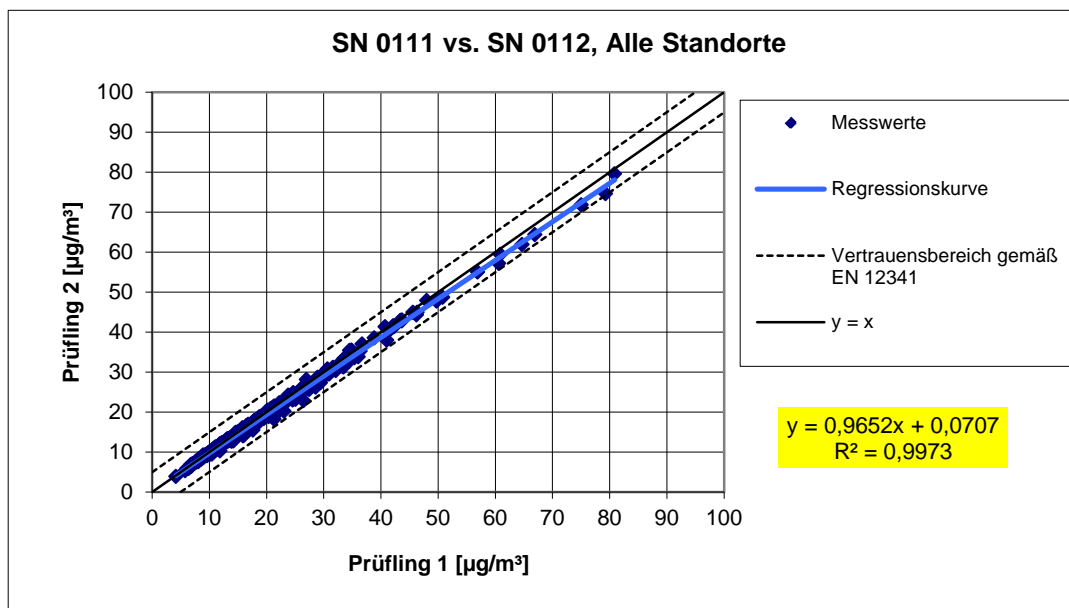


Abbildung 61: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, alle Standorte



## **6.1 5.4.4 Kalibrierung**

*Die Prüflinge sind in der Feldprüfung mit dem Referenzverfahren durch Vergleichsmessungen zu kalibrieren. Hierbei ist der Zusammenhang zwischen dem Messsignal und der gravimetrisch bestimmten Referenzkonzentration als stetige Funktion zu ermitteln.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Siehe Modul 5.4.2. bzw. Modul 5.4.10

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Für PM<sub>10</sub>:

Die Vergleichbarkeit der Messeinrichtungen wurde im Rahmen der Prüfung nachgewiesen (siehe Modul 5.4.2).

Zur Bestimmung der Kalibrier- bzw. Analysenfunktion wird auf den gesamten Datensatz (227 valide Wertepaare (SN 0111) und 227 valide Wertepaare (SN 0112)) zurückgegriffen.

Die Kennwerte der Kalibrierfunktion

$$y = m * x + b$$

wurden durch lineare Regression ermittelt. Die Analysenfunktion ist die Umkehrung der Kalibrierfunktion. Sie lautet:

$$x = 1/m * y - b/m$$

Die Steigung m der Regressionsgeraden charakterisiert die Empfindlichkeit des Messgerätes, der Ordinatenabschnitt b den Nullpunkt.

Es ergeben sich die in Tabelle 35 aufgeführten Kennwerte.

Tabelle 35: Ergebnisse der Kalibrier- und Analysenfunktion, Messkomponente PM<sub>10</sub>

Geräte-Nr.	Kalibrierfunktion		Analysenfunktion	
	Y = m * x + b		x = 1/m * y - b/m	
	m	b	1/m	b/m
	µg/m <sup>3</sup> / µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup> / µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
Gerät 1 (SN 0111)	1,061	-1,295	0,943	-1,221
Gerät 2 (SN 0112)	1,025	-1,195	0,976	-1,166

Für PM<sub>2,5</sub>:

Die Vergleichbarkeit der Messeinrichtungen gemäß Modul 5.4.10 wurde im Rahmen der Prüfung nachgewiesen.

Zur Bestimmung der Kalibrier- bzw. Analysenfunktion wird auf den gesamten Datensatz (227 valide Wertepaare (SN 0111) und 227 valide Wertepaare (SN 0112)) zurückgegriffen.

Die Kennwerte der Kalibrierfunktion

$$y = m * x + b$$

wurden durch orthogonale Regression ermittelt. Die Analysenfunktion ist die Umkehrung der Kalibrierfunktion. Sie lautet:

$$x = 1/m * y - b/m$$

Die Steigung m der Regressionsgeraden charakterisiert die Empfindlichkeit des Messgerätes, der Ordinatenabschnitt b den Nullpunkt.

#### 6.4 Auswertung

Es ergeben sich die in Tabelle 36 aufgeführten Kennwerte.

Tabelle 36: Ergebnisse der Kalibrier- und Analysenfunktion, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>

Geräte-Nr.	Kalibrierfunktion		Analysenfunktion	
	Y = m * x + b		x = 1/m * y - b/m	
	m	b	1/m	b/m
	µg/m <sup>3</sup> / µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup> / µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
Gerät 1 (SN 0111)	1,096	-0,408	0,912	-0,372
Gerät 2 (SN 0112)	1,056	-0,234	0,947	-0,222

## **6.5 Bewertung**

Ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen dem Referenzmessverfahren und der Geräteanzeige konnte nachgewiesen werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Siehe Modul 5.4.2. bzw. Modul 5.4.10.

## 6.1 5.4.5 Querempfindlichkeit

*Der Störeinfluss durch die im Messgut enthaltene Feuchte darf im Bereich des Grenzwertes nicht mehr als 10 % des Grenzwerts betragen.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht notwendig.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Ermittlung des Störeinflusses durch die im Messgut enthaltene Luftfeuchte erfolgte unter Feldbedingungen.

Hierzu wurde aus den Felduntersuchungen für Tage mit einer relativen Feuchte > 70 % die Differenzen zwischen dem ermittelten Referenzwert (= Sollwert) und dem Messwert des jeweiligen Prüfling errechnet und die mittlere Differenz als konservative Abschätzung für den Störeinfluss durch die im Messgut enthaltene Feuchte angesetzt.

Zusätzlich wurden aus den Felduntersuchungen für Tage mit einer relativen Feuchte > 70 % die Referenz-Äquivalenzfunktionen für beide Testgeräte bestimmt.

## 6.4 Auswertung

Es wurde aus den Felduntersuchungen für Tage mit einer relativen Feuchte > 70 % die mittlere Differenz zwischen dem ermittelten Referenzwert (= Sollwert) und dem Messwert des jeweiligen Prüfling errechnet und die relative Abweichung zur mittleren Konzentration ermittelt.

Jahresgrenzwert PM<sub>2,5</sub> = 25 µg/m<sup>3</sup>

10 % von JGW = 2,5 µg/m<sup>3</sup>

Jahresgrenzwert PM<sub>10</sub> = 40 µg/m<sup>3</sup>

10 % von JGW = 4 µg/m

Es wurde weiterhin untersucht, ob die Vergleichbarkeit der Prüflinge mit dem Referenzverfahren gemäß Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ [5] auch für den Fall, dass die Messwerte an Tagen mit einer relativen Feuchte > 70 % gewonnen wurden, gegeben ist.

## 6.5 Bewertung

Es konnte kein Störeinfluss  $> 0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Abweichung vom Sollwert für  $\text{PM}_{2,5}$  sowie  $> -1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Abweichung vom Sollwert für  $\text{PM}_{10}$  durch die im Messgut enthaltene Luftfeuchte auf das Messsignal festgestellt werden. Während des Feldtestes konnte bei wechselnden relativen Luftfeuchten kein negativer Einfluss auf die Messwerte beobachtet werden. Die Vergleichbarkeit der Prüflinge mit dem Referenzverfahren gemäß Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ [5] ist auch für Tage mit einer relativen Luftfeuchte  $> 70 \%$  gegeben.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 37 und Tabelle 38 zeigen eine zusammenfassende Darstellung.

Tabelle 37: Abweichung zwischen Referenzmessung und Prüfling an Tagen mit einer relativen Luftfeuchte  $> 70 \%$ , Messkomponente  $\text{PM}_{2,5}$

Feldtest, Tage mit relativer Feuchte $> 70 \%$				
		Referenz	SN 0111	SN 0112
Mittelwert	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	13,8	14,3	14,0
Abweichung zu Mittelwert Referenz in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	0,5	0,2
Abweichung in % von Mittelwert Referenz	%	-	3,9	1,2
Abweichung in % von JGW	%	-	2,2	0,7

Tabelle 38: Abweichung zwischen Referenzmessung und Prüfling an Tagen mit einer relativen Luftfeuchte > 70 %, Messkomponente PM<sub>10</sub>

Feldtest, Tage mit relativer Feuchte >70 %				
		Referenz	SN 0111	SN 0112
Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	20,2	19,7	19,1
Abweichung zu Mittelwert Referenz in µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	-	-0,5	-1,1
Abweichung in % von Mittelwert Referenz	%	-	-2,4	-5,2
Abweichung in % von JGW	%	-	-1,2	-2,6

Einzelwerte können den Anlagen 5 und 6 im Anhang entnommen werden.

Die Darstellung und Bewertung der Messunsicherheiten  $W_{CM}$  an Tagen mit einer relativen Luftfeuchte > 70 % erfolgt in Tabelle 39 bis Tabelle 40. Einzelwerte können den Anlagen 5 und 6 im Anhang entnommen werden.

Tabelle 39: Vergleich Testgerät 0111 / 0112 mit Referenzgerät, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010				
Prüfling	FIDAS 200	SN	SN 0111 & SN 0112	
Status Messwerte	Rohdaten	Grenzwert	30	µg/m <sup>3</sup>
		erlaubte Unsicherheit	25	%
Alle Standorte, rF>70%				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,52	µg/m <sup>3</sup>		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	114		113	
Steigung b	1,059		1,016	
Unsicherheit von b	0,012		0,012	
Achsabschnitt a	0,468		0,615	
Unsicherheit von a	0,237		0,240	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	17,93	%	12,36	%

**Tabelle 40: Vergleich Testgerät 0111 / 0112 mit Referenzgerät, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte, Messkomponente PM<sub>10</sub>**

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010				
Prüfung	FIDAS 200	SN	SN 0111 & SN 0112	
Status Messwerte	Rohdaten	Grenzwert erlaubte Unsicherheit	50 25	µg/m <sup>3</sup> %
<b>Alle Standorte, rF&gt;70%</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	<b>0,60</b>			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	<b>0,67</b>			µg/m <sup>3</sup>
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	117		116	
Steigung b	<b>1,045</b>		<b>1,004</b>	
Unsicherheit von b	<b>0,012</b>		<b>0,012</b>	
Achsabschnitt a	<b>-0,848</b>		<b>-0,735</b>	
Unsicherheit von a	<b>0,296</b>		<b>0,291</b>	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	<b>8,44</b>	%	<b>6,51</b> %	



## **6.1 5.4.6 Mittelungseinfluss**

*Die Messeinrichtung muss die Bildung von 24 h-Mittelwerten ermöglichen.*

*Die Summe aller Filterwechsel darf innerhalb von 24 h nicht mehr als 1 % dieser Mittelungszeit betragen.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Für die Prüfung wurde zusätzlich eine Uhr bereitgestellt.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Es wurde geprüft, ob die Messeinrichtung die Bildung eines Tagesmittelwertes ermöglicht.

## **6.4 Auswertung**

Die Messeinrichtung Fidas<sup>®</sup> 200 S arbeitet nach einem optischen Messprinzip und bestimmt die Massenkonzentrationen kontinuierlich und on-line. Filterwechsel oder sonstige zyklische Unterbrechungen des Messbetriebs sind nicht vorhanden.

Die Bildung von Tagesmittelwerten damit gesichert möglich ist.

## **6.5 Bewertung**

Die Bildung von validen Tagesmittelwerten ist möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.



## **6.1 5.4.7 Konstanz des Probenahmevervolumenstroms**

*Der über der Probenahmedauer gemittelte Probenahmevervolumenstrom muss auf  $\pm 3 \%$  vom Sollwert konstant sein. Alle Momentanwerte des Probenahmevervolumenstroms müssen während der Probenahmedauer innerhalb der Schwankungsbreite von  $\pm 5 \%$  des Sollwertes liegen.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Für die Prüfung wurden zusätzlich ein Durchflussmesser gemäß Punkt 4 bereitgestellt.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Der Probenahmevervolumenstrom wurde vor dem ersten Feldteststandort kalibriert und dann vor den Feldteststandorten mit Hilfe eines Massendurchflussmessers auf Korrektheit überprüft und falls erforderlich nachjustiert.

Die Messeinrichtung Fidas<sup>®</sup> 200 S arbeitet mit einer Durchflussrate von  $4,8 \pm 0,15$  l/min @ 25 °C und 1013 hPa.

Um die Konstanz des Probenahmevervolumenstroms zu ermitteln, wurde die Durchflussrate gemäß des zukünftig relevanten Prüfpunkts 7.4.5 „Constancy of sample flow rate“ der Technical Specification EN/TS 16450 (Mai 2013) [9] über 24 h mit Hilfe eines Massendurchflussmessers aufgezeichnet und ausgewertet.

## **6.4 Auswertung**

Aus den ermittelten Messwerten für den Durchfluss wurden Mittelwert, Standardabweichung sowie Maximal- und Minimalwert bestimmt.

## 6.5 Bewertung

Die Ergebnisse der vor den Feldteststandorten durchgeführten Überprüfungen der Durchflussrate sind in Tabelle 41 dargestellt.

Tabelle 41: Ergebnisse Kontrolle Durchflussrate

Durchflussüberprüfung vor Standort:	SN 0111		SN 0112	
	[l/min]	Abw. vom Soll [%]	[l/min]	Abw. vom Soll [%]
Köln, Sommer	4,87	1,5	4,88	1,7
Köln, Winter	4,78	-0,4	4,80	0,0
Bonn, Winter	4,77	-0,6	4,77	-0,6
Bornheim, Sommer	4,91	2,3	4,89	1,9

Die grafischen Darstellungen der Konstanz des Durchflusses zeigen, dass alle während der Probenahme ermittelten Messwerte weniger als  $\pm 5$  % vom jeweiligen Sollwert abweichen. Die Abweichung der 24h-Mittelwerte für den Gesamtdurchfluss von  $4,8 \pm 0,15$  l/min @ 25 °C und 1013 hPa sind ebenfalls deutlich kleiner als die geforderten  $\pm 3$  % vom Sollwert.

Alle ermittelten Tagesmittelwerte weichen weniger als  $\pm 3$  %, alle Momentanwerte weniger als  $\pm 5$  % vom Sollwert ab.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 42 sind die ermittelten Kenngrößen für den Durchfluss aufgeführt. Abbildung 62 bis Abbildung 63 zeigen eine grafische Darstellung der Durchflussmessungen an den beiden Testgeräten SN 0111 und SN 0112.

Tabelle 42: Kenngrößen für die Gesamtdurchflussmessung (24h-Mittel), SN 0111 & SN 0112

	Mittelwert [l/min]	Abweichung vom Sollwert [%]	Std. Abw. [l/min]	Max [l/min]	Min [l/min]
SN 0111	4,81	0,29	0,05	5,00	4,60
SN 0112	4,80	0,00	0,01	5,00	4,60

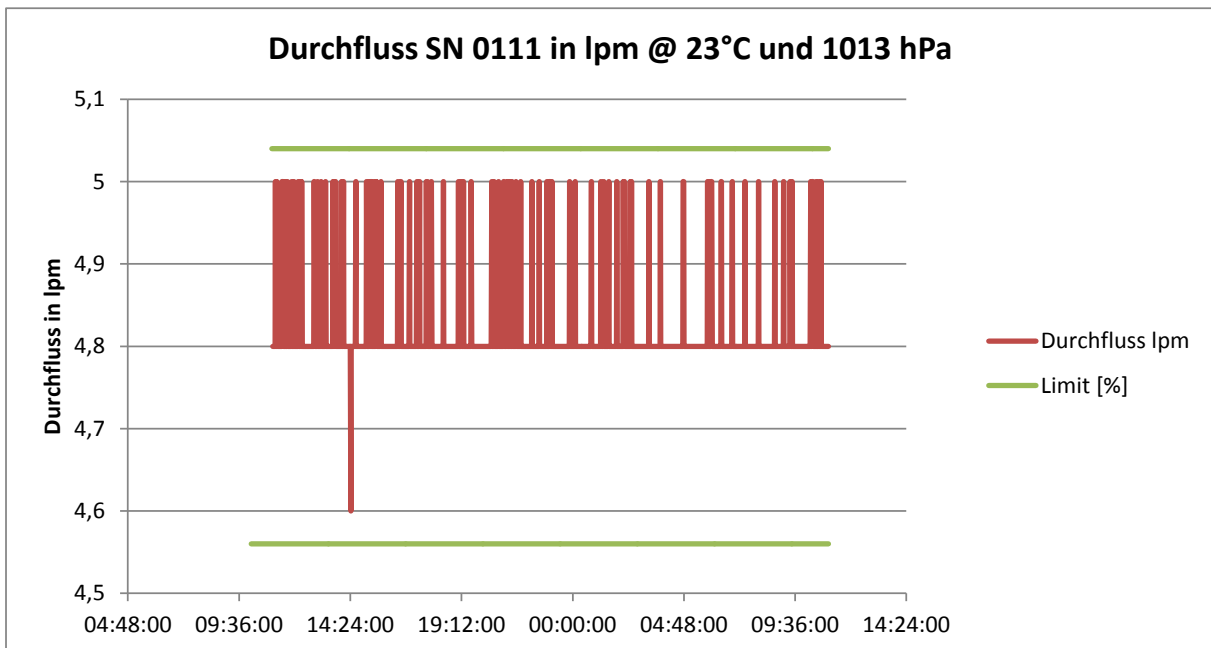


Abbildung 62: Durchfluss am Testgerät SN 0111

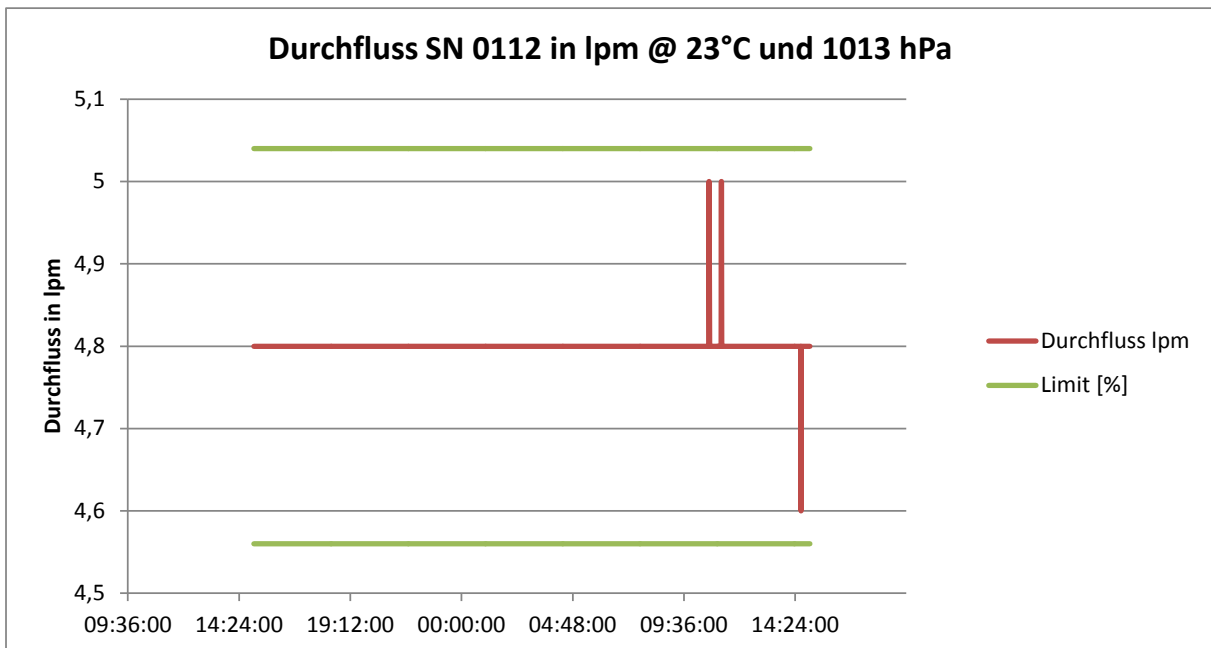


Abbildung 63: Durchfluss am Testgerät SN 0112

## **6.1 5.4.8 Dichtheit des Probenahmesystems**

*Die gesamte Messeinrichtung ist auf Dichtheit zu prüfen. Die Undichtigkeit darf nicht mehr als 1 % vom durchgesaugten Probenahmenvolumen betragen.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Bei dieser Mindestanforderung nicht notwendig.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Der Durchflusssensor der Messeinrichtung Fidas<sup>®</sup> 200 S ist unmittelbar vor der Pumpe angeordnet. Um die Leckrate der Messeinrichtung zu bestimmen, wird gemäß Kapitel 3.1 des Handbuchs das Gerät in den Kalibriermodus geschaltet und der Geräteeingang z.B. mit dem Daumen oder einem Stopfen abgedichtet. Die vom Gerät gemessene Durchflussrate muss dann gemäß Herstellerangaben auf  $0 \pm 0,1$  l/min absinken.

Diese Prozedur wurde jeweils zu Beginn eines jeden Feldteststandorts durchgeführt.

Es wird empfohlen, die Dichtigkeit der Messeinrichtung mit Hilfe der beschriebenen Prozedur alle 3 Monate zu überprüfen.

## **6.4 Auswertung**

Die Dichtigkeitsprüfung wurde jeweils zu Beginn eines jeden Feldteststandorts durchgeführt.

Das vom Gerätehersteller vorgegebene Kriterium zum Bestehen der Dichtigkeitsprüfung – Durchfluss maximal  $0 \pm 0,1$  l/min bei blockiertem Einlass - erwies sich in der Prüfung als geeignete Kenngröße zur Überwachung der Gerätedichtigkeit.

Die maximal ermittelte Leckrate von 0,04 l/min ist kleiner als 1 % von der nominalen Durchflussrate von 4,8 l/min.

## **6.5 Bewertung**

Das vom Gerätehersteller vorgegebene Kriterium zum Bestehen der Dichtigkeitsprüfung – Durchfluss maximal  $0 \pm 0,1$  l/min bei blockiertem Einlass - erwies sich in der Prüfung als geeignete Kenngröße zur Überwachung der Gerätedichtigkeit. Die maximal ermittelte Leckrate von 0,04 l/min ist kleiner als 1 % von der nominalen Durchflussrate von 4,8 l/min.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 43 enthält die ermittelten Werte aus der Dichtigkeitsprüfung.

Tabelle 43: Ergebnisse der Dichtigkeitsprüfungen im Feldtest

Standort	Datum	SN 0111	SN 0112	max. zulässige Leckrate in l/min
		Leckrate in l/min	Leckrate in l/min	
Köln, Sommer	09.05.2012	0,03	0,03	0 ± 0,1
Köln, Winter	22.11.2012	0,04	0,04	0 ± 0,1
Bonn, Winter	26.02.2013	0,03	0,04	0 ± 0,1
Bornheim, Sommer	13.05.2013	0,02	0,03	0 ± 0,1

## 6.1 Methodik der Äquivalenzprüfung (Module 5.4.9 – 5.4.11)

Gemäß der Version des Leitfadens vom Januar 2010 [5] müssen zum Nachweis der Äquivalenz die folgenden 5 Kriterien erfüllt werden:

1. Vom Gesamtdatensatz müssen mindestens 20 % der Konzentrationswerte (ermittelt mit Referenzmethode) größer sein als die in 2008/50/EG [8] festgelegte obere Beurteilungsschwelle für Jahresgrenzwerte, d.h.  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  und  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$ . Wenn dies auf Grund niedriger Konzentrationslevel nicht gewährleistet werden kann, wird eine Mindestanzahl von 32 Wertepaaren als ausreichend erachtet (Stand WG15 Januar 2015).
2. Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen muss kleiner sein als  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für alle Daten sowie für einen Datensatz mit Daten größer/gleich  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  und  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$ .
3. Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten muss kleiner sein als  $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
4. Die erweiterte Unsicherheit ( $W_{\text{CM}}$ ) wird berechnet bei  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  und bei  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$  für jeden einzelnen Prüfling gegen den Mittelwert der Referenzmethode. Für jeden der folgenden Fälle muss die erweiterte Unsicherheit kleiner 25 % sein:
  - Gesamtdatensatz;
  - Datensatz mit PM-Konzentrationen größer/gleich  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  oder größer/gleich  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$ , vorausgesetzt der Datensatz enthält 40 oder mehr gültige Datenpaare;
  - Datensätze für jeden einzelnen Standort.
5. Voraussetzung für die Akzeptanz des Komplettdatensatzes ist, dass die Steigung b insignifikant verschieden ist von 1:  $|b - 1| \leq 2 \cdot u(b)$  und der Achsabschnitt a insignifikant verschieden ist von 0:  $|a| \leq 2 \cdot u(a)$ . Wenn diese Voraussetzungen nicht erfüllt werden, dann können die Prüflinge mit den Werten des Gesamtdatensatzes für die Steigung und/oder für den Achsabschnitt kalibriert werden.

In den nachfolgenden Kapiteln wird die Erfüllung der 5 Kriterien geprüft:

Unter Punkt 6.1 5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{\text{bs}}$  werden die Kriterien 1 und 2 geprüft.

Unter Punkt 6.1 5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge werden die Kriterien 3, 4 und 5 geprüft.

Unter Punkt 6.1 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen erfolgt eine Auswertung für den Fall, dass Kriterium 5 nicht ohne Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen erfüllt werden kann.



## **6.1 5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs}$**

*Bei der Prüfung von PM<sub>2,5</sub>-Messeinrichtungen ist die Unsicherheit zwischen den Prüflingen nach Kapitel 9.5.3.1 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ im Feldtest an mindestens vier für den späteren Einsatz repräsentativen Probenahmeorten zu ermitteln.*

*Die Untersuchungen werden auch für die Komponente PM<sub>10</sub> durchgeführt.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung wurde im Feldtest in vier verschiedenen Vergleichskampagnen durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten sowie unterschiedlich hohe PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub> Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG [8]. Für PM<sub>2,5</sub> liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 17 µg/m<sup>3</sup>, für PM<sub>10</sub> bei 28 µg/m<sup>3</sup>.

Es wurden für jede Vergleichskampagne mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (4 Vergleiche, für PM<sub>10</sub>: 229 valide Messwertpaare für SN 0111, 229 valide Messwertpaare für SN 0112; für PM<sub>2,5</sub>: 227 valide Messwertpaare für SN 0111, 227 valide Messwertpaare für SN 0112) liegen insgesamt 27,1% der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 17 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub> sowie insgesamt 20,3 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 28 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub>. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

## **6.4 Auswertung**

Gemäß **Punkt 9.5.3.1** des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ gilt:

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$  muss  $\leq 2,5$  µg/m<sup>3</sup> liegen. Eine Unsicherheit über 2,5 µg/m<sup>3</sup> zwischen den beiden Prüflingen ist ein Hinweis, dass die Leistung eines oder beider Systeme unzureichend ist und die Gleichwertigkeit nicht erklärt werden kann.

Die Unsicherheit wird dabei ermittelt für:

- Alle Standorte bzw. Vergleiche gemeinsam (Kompletter Datensatz)
- 1 Datensatz mit Messwerten  $\geq 18$  µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub> (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten  $\geq 30$  µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub> (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)



Darüber hinaus erfolgt in diesem Bericht auch eine Auswertung für die folgenden Datensätze:

- Jeden Standort bzw. Vergleich einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten  $< 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$  (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten  $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{\text{bs}}$  wird aus den Differenzen aller Tagesmittelwerte (24 h-Werte) der Prüflinge, die parallel betrieben werden, nach folgender Gleichung berechnet:

$$u_{\text{bs}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{i,1} - y_{i,2})^2}{2n}$$

mit  $y_{i,1}$  und  $y_{i,2}$  = Ergebnisse der parallelen Messungen einzelner 24h-Werte  $i$   
 $n$  = Anzahl der 24h-Werte

## 6.5 Bewertung

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{\text{bs}}$  liegt mit maximal  $0,84 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$  und mit maximal  $1,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  unterhalb des geforderten Wertes von  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 44 und Tabelle 45 führen die berechneten Werte für die Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$  auf. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 64 bis Abbildung 77.

Tabelle 44: Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$  für die Testgeräte SN 0111 und SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>

Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{bs}$
SN			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>0111 / 0112</b>	<b>Alle Standorte</b>	<b>285</b>	<b>0,48</b>
Einzelstandorte			
0111 / 0112	Köln, Sommer	101	0,12
0111 / 0112	Köln, Winter	66	0,55
0111 / 0112	Bonn, Winter	60	0,70
0111 / 0112	Bornheim, Sommer	58	0,50
Klassierung über Referenzwerte			
<b>0111 / 0112</b>	<b>Werte <math>\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>54</b>	<b>0,84</b>
0111 / 0112	Werte $< 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	171	0,33

Tabelle 45: Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$  für die Testgeräte SN 0111 und SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>

Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{bs}$
SN			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>0111 / 0112</b>	<b>Alle Standorte</b>	<b>285</b>	<b>0,67</b>
Einzelstandorte			
0111 / 0112	Köln, Sommer	101	0,27
0111 / 0112	Köln, Winter	66	0,67
0111 / 0112	Bonn, Winter	60	0,90
0111 / 0112	Bornheim, Sommer	58	0,87
Klassierung über Referenzwerte			
<b>0111 / 0112</b>	<b>Werte <math>\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>54</b>	<b>1,17</b>
0111 / 0112	Werte $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	171	0,58

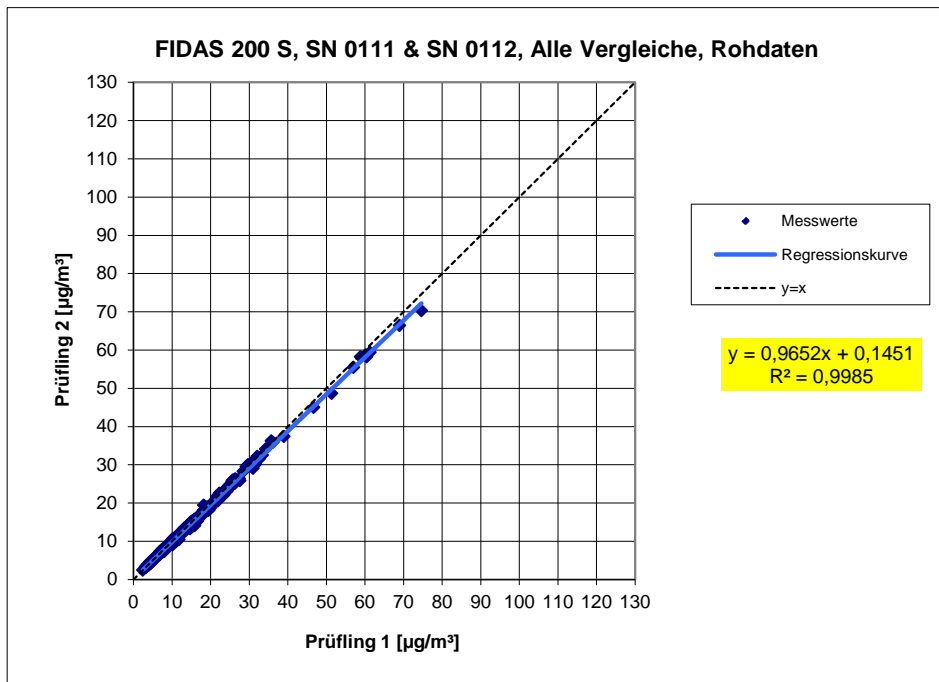


Abbildung 64: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, alle Standorte

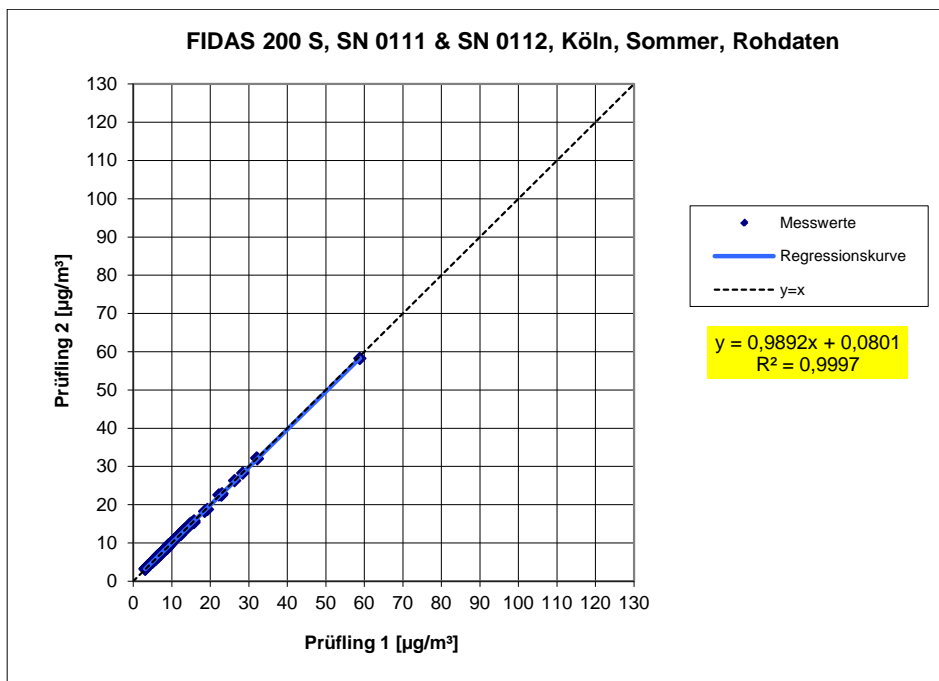


Abbildung 65: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Standort Köln, Sommer

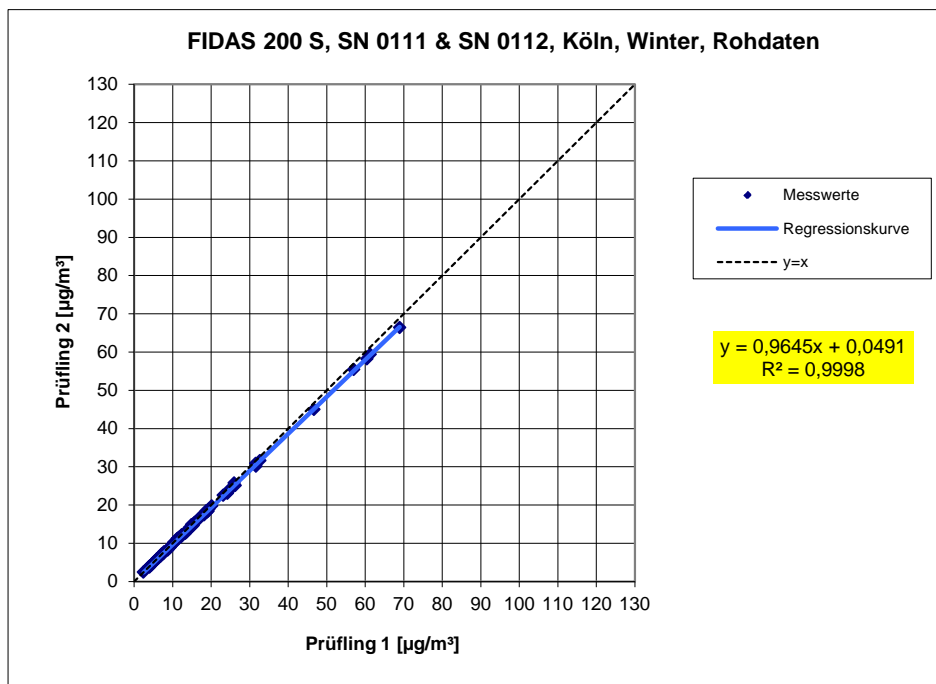


Abbildung 66: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Standort Köln, Winter

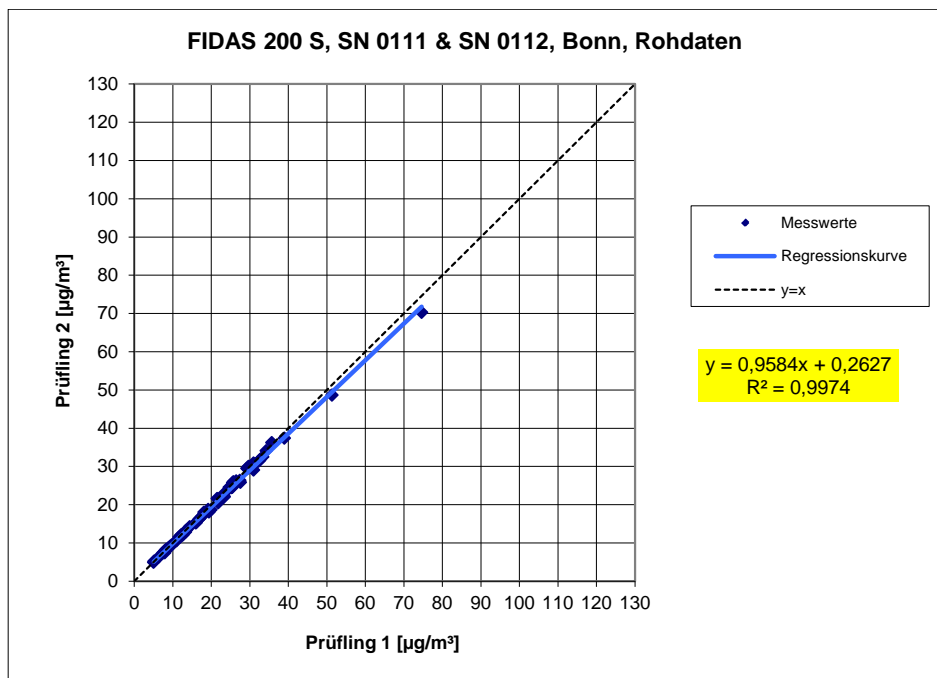


Abbildung 67: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Standort Bonn, Winter

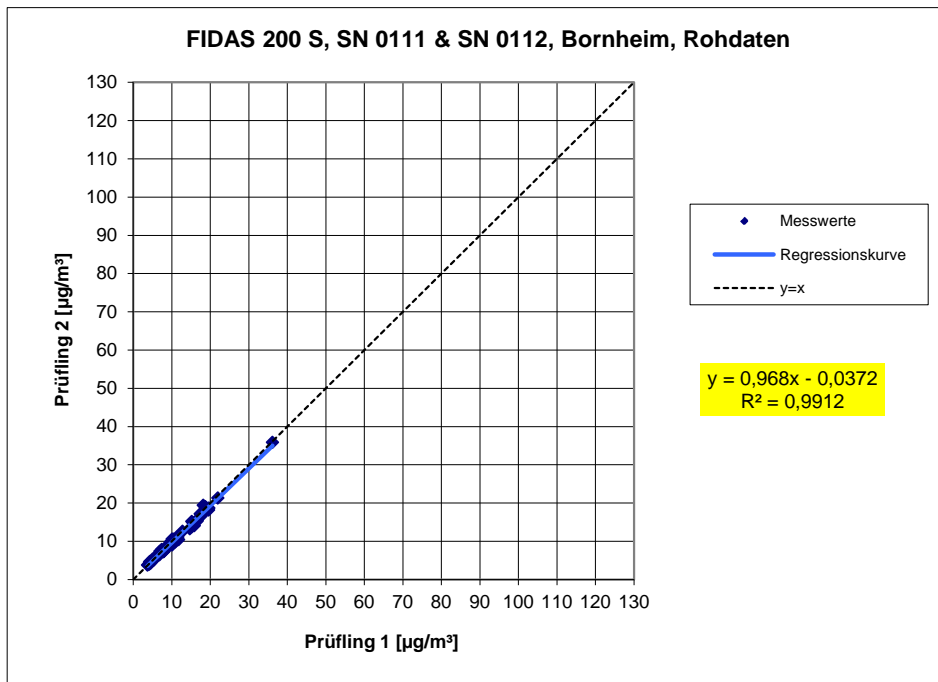


Abbildung 68: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Standort Bornheim, Sommer

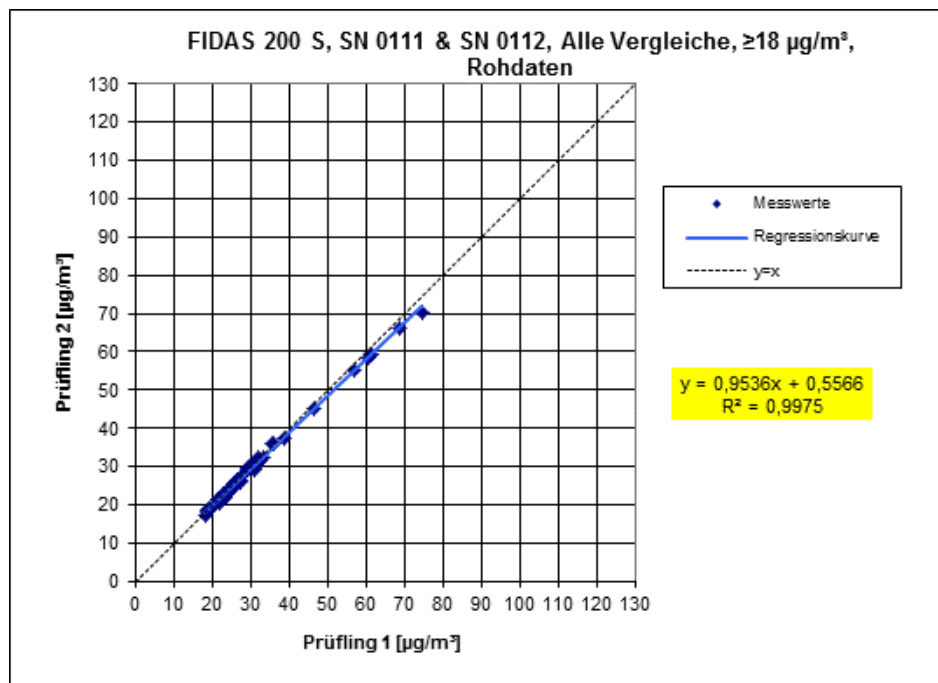


Abbildung 69: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, alle Standorte, Werte  $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$

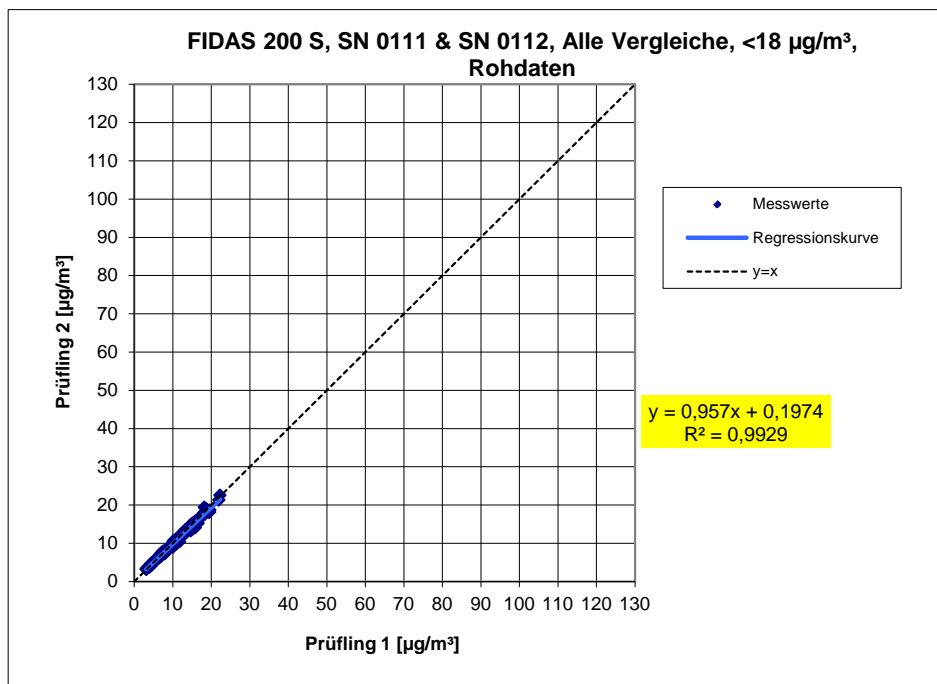


Abbildung 70: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente  $\text{PM}_{2,5}$ , alle Standorte, Werte  $<18 \mu\text{g}/\text{m}^3$

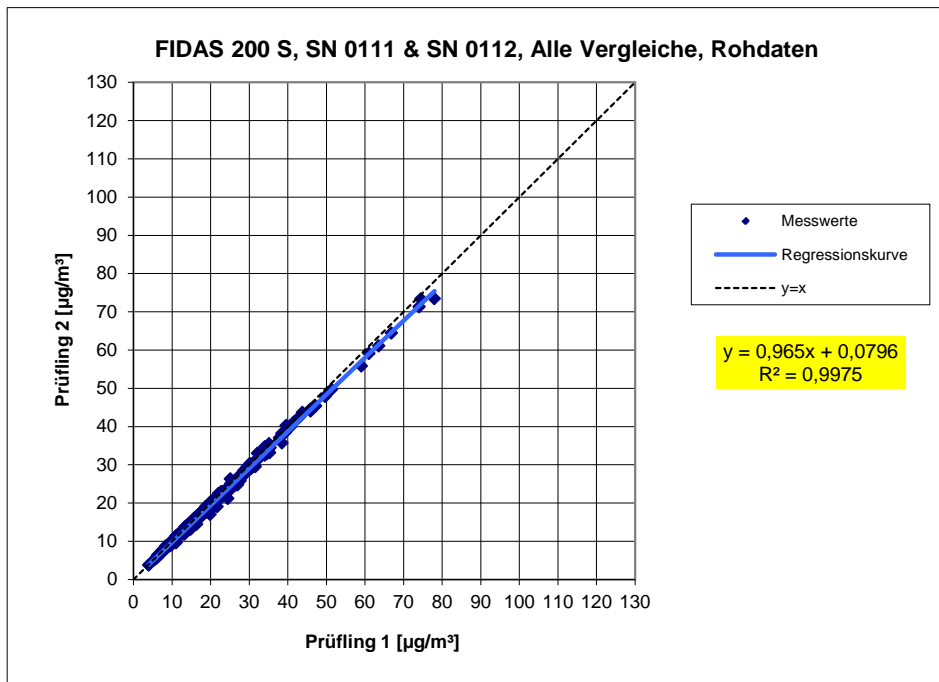


Abbildung 71: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte

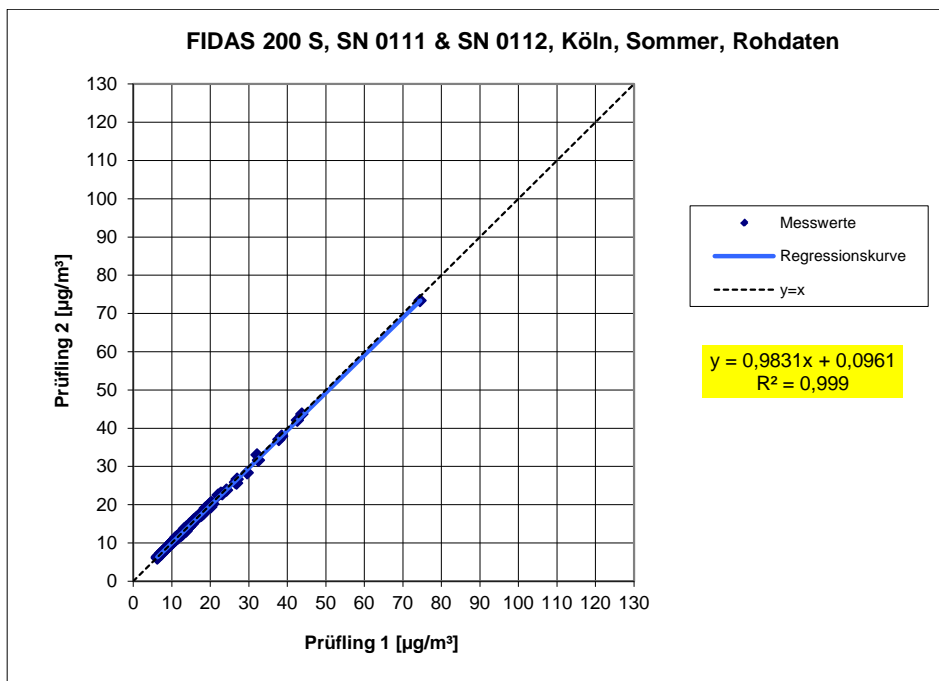


Abbildung 72: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Köln, Sommer



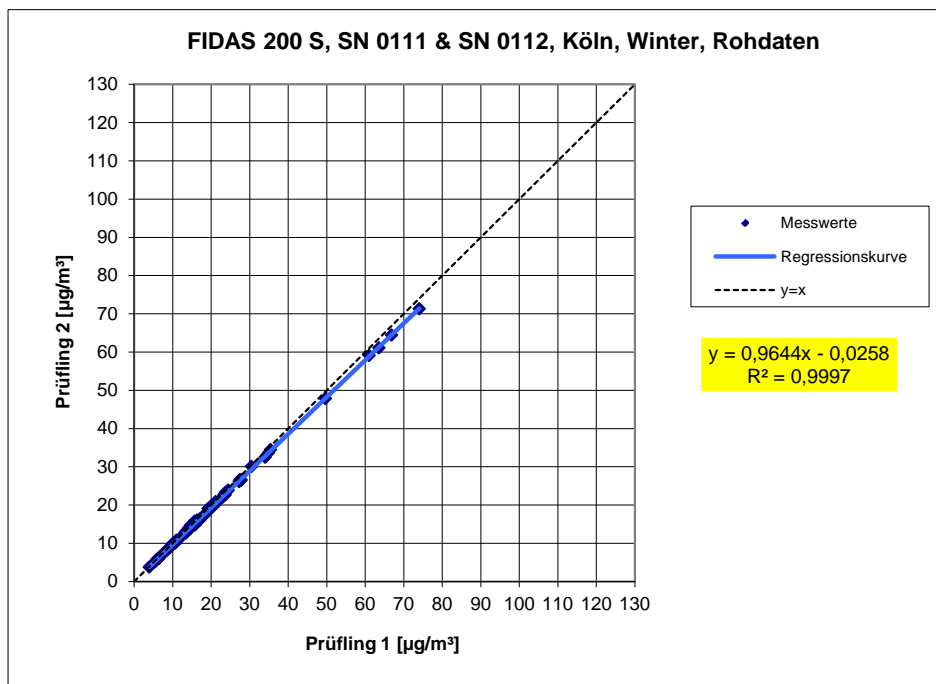


Abbildung 73: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Köln, Winter

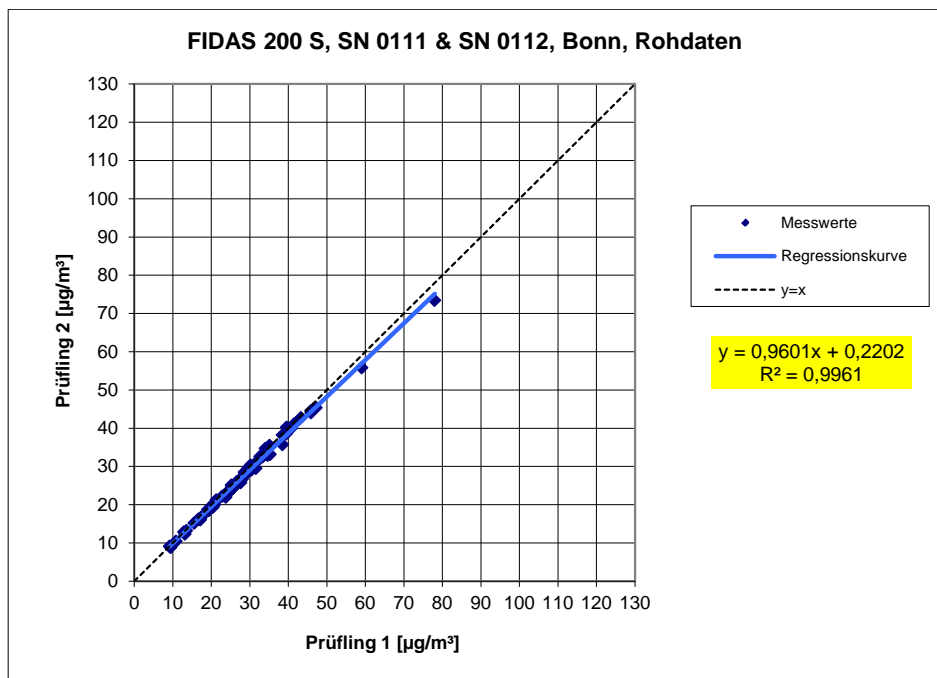


Abbildung 74: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Bonn, Winter

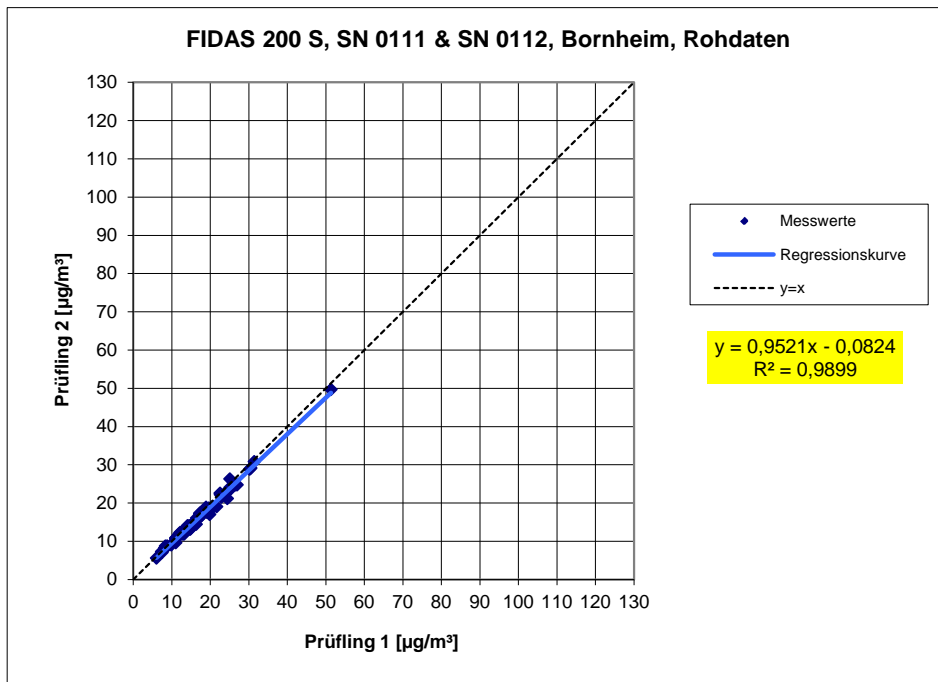


Abbildung 75: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Bornheim, Sommer

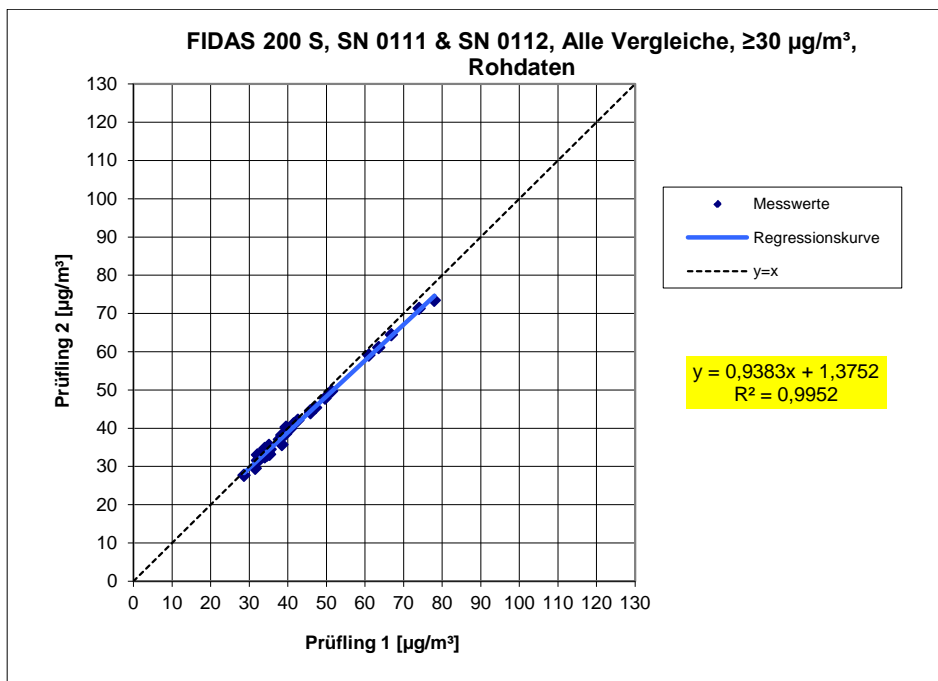


Abbildung 76: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte, Werte  $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

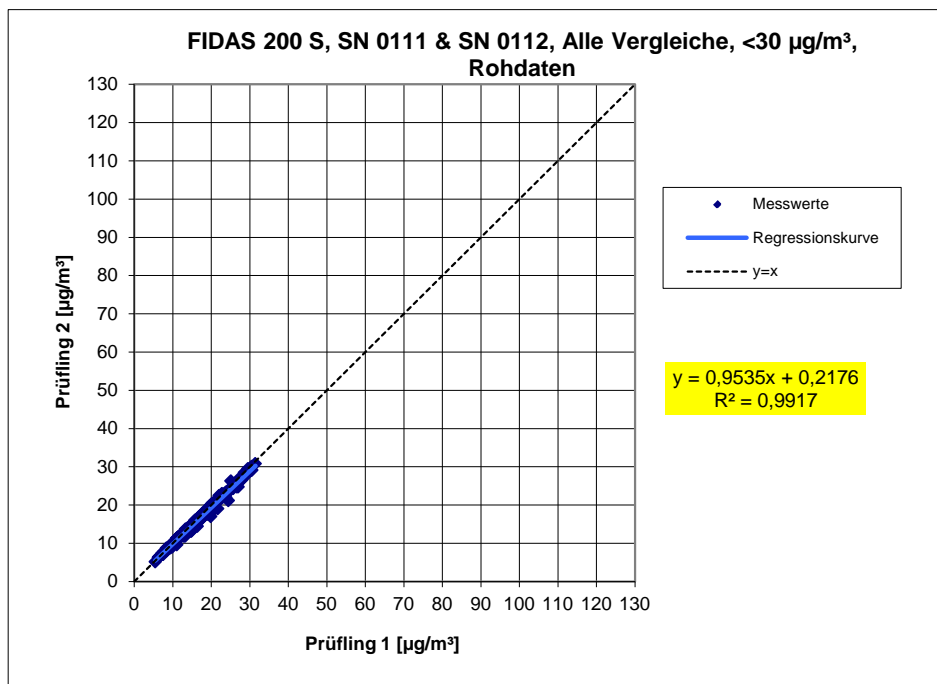


Abbildung 77: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte, Werte < 30 µg/m³



## **6.1 5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge**

*Bei der Prüfung von PM<sub>2,5</sub>-Messeinrichtungen ist die Gleichwertigkeit zum Referenzverfahren gemäß Kapitel 9.5.3.2 bis 9.6 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ im Feldtest an mindestens vier für den späteren Einsatz repräsentativen Probenahmeorten zu nachzuweisen. Die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge ist mit den Anforderungen an die Datenqualität nach Anhang A der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) zu vergleichen.*

*Die Untersuchungen werden auch für die Komponente PM<sub>10</sub> durchgeführt.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Für diesen Prüfpunkt kamen zusätzlich die Geräte entsprechend Punkt 5 des vorliegenden Berichts zum Einsatz.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung wurde im Feldtest in vier verschiedenen Vergleichskampagnen durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten sowie unterschiedlich hohe PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub> Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG [8]. Für PM<sub>2,5</sub> liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 17 µg/m<sup>3</sup>, für PM<sub>10</sub> bei 28 µg/m<sup>3</sup>.

Es wurden für jede Vergleichskampagne mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (4 Vergleiche, für PM<sub>10</sub>: 229 valide Messwertpaare für SN 0111, 229 valide Messwertpaare für SN 0112; für PM<sub>2,5</sub>: 227 valide Messwertpaare für SN 0111, 227 valide Messwertpaare für SN 0112) liegen insgesamt 27,1% der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 17 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub> sowie insgesamt 20,3 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 28 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub>. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

## **6.4 Auswertung**

[Punkt 9.5.3.2] Der Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge wird die Überprüfung der Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten  $u_{ref}$  vorangestellt.

Die Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten  $u_{ref}$  wird analog der Unsicherheit zwischen den Prüflingen bestimmt und muss  $\leq 2$  µg/m<sup>3</sup> sein.

Die Ergebnisse der Auswertung sind unter Punkt 7.6 zu diesem Prüfpunkt dargestellt.

Um die Vergleichbarkeit der Prüflinge  $y$  mit dem Referenzverfahren  $x$  zu beurteilen, wird ein linearer Zusammenhang  $y_i = a + bx_i$  zwischen den Messergebnissen beider Methoden angenommen. Der Zusammenhang zwischen den Mittelwerten der Referenzgeräte und den jeweils einzeln zu betrachtenden Prüflingen wird mittels orthogonaler Regression hergestellt.

Die Regression wird berechnet für:

- Alle Standorte bzw. Vergleiche gemeinsam
- Jeden Standort bzw. Vergleich einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten  $PM_{2,5} \geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten  $PM_{10} \geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Zur weiteren Auswertung wird die Ergebnisunsicherheit  $u_{c,s}$  der Prüflinge aus dem Vergleich mit dem Referenzverfahren gemäß der folgenden Gleichung beschrieben, welche  $u_{CR}$  als eine Funktion der Feinstaubkonzentration  $x_i$  beschreibt.

$$u_{CR}^2(y_i) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + [a + (b-1)x_i]^2$$

Mit RSS = Summe der (relativen) Residuen aus der orthogonalen Regression

$u(x_i)$  = zufällige Unsicherheit des Referenzverfahrens, sofern der Wert von  $u_{bs}$ , der für den Einsatz der Prüflinge berechnet wird, in diesem Test verwendet werden kann  
(siehe Punkt 6.1 5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$ )

Algorithmen zur Berechnung des Achsabschnitts  $a$  sowie der Steigung  $b$  und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [5] ausführlich beschrieben.

Die Summe der (relativen) Residuen RSS wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$RSS = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2$$

Die Unsicherheit  $u_{CR}$  wird berechnet für:

- Alle Standorte bzw. Vergleiche gemeinsam
- Jeden Standort bzw. Vergleich einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten  $PM_{2,5} \geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten  $PM_{10} \geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Voraussetzung für die Akzeptanz des Gesamtdatensatzes ist gemäß Leitfaden:

- Die Steigung  $b$  ist insignifikant verschieden von 1:  $|b-1| \leq 2 \cdot u(b)$

Und

- Der Achsabschnitt  $a$  ist insignifikant verschieden von 0:  $|a| \leq 2 \cdot u(a)$



Wobei  $u(b)$  und  $u(a)$  die Standardunsicherheiten der Steigung und des Achsabschnitts beschreiben, berechnet als Wurzel der Varianz. Wenn diese Vorbedingungen nicht erfüllt sind, dann können die Prüflinge gemäß Punkt 9.7 des Leitfadens kalibriert werden (siehe auch 6.1 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen. Die Kalibrierung darf nur für den Gesamtdatensatz durchgeführt werden.

[Punkt 9.5.4] Für alle Datensätze wird die kombinierte Unsicherheit der Prüflinge  $w_{c,CM}$  durch Kombination der Beiträge aus 9.5.3.1 und 9.5.3.2 gemäß der folgenden Gleichung berechnet:

$$w_{c,CM}^2(y_i) = \frac{u_{CR}^2(y_i)}{y_i^2}$$

Für jeden Datensatz wird die Unsicherheit  $w_{c,CM}$  auf einem Level von  $y_i = 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$  sowie auf einem Level von  $y_i = 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  berechnet.

[Punkt 9.5.5] Für jeden Datensatz wird die erweiterte relative Unsicherheit der Ergebnisse der Prüflinge durch Multiplizieren von  $w_{c,CM}$  mit einem Erweiterungsfaktor  $k$  nach folgender Gleichung berechnet:

$$W_{CM} = k \cdot w_{CM}$$

In der Praxis wird bei großen  $n$  für  $k=2$  eingesetzt.

[Punkt 9.6]

Die größte resultierende Unsicherheit  $W_{CM}$  wird mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [8] verglichen und bewertet. Es sind zwei Fälle möglich:

1.  $W_{CM} \leq W_{dqo}$  → Prüfling wird als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.
2.  $W_{CM} > W_{dqo}$  → Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.

Die festgelegte erweiterte relative Unsicherheit  $W_{dqo}$  beträgt für Feinstaub 25 % [8].

## 6.5 Bewertung

Die ermittelten Unsicherheiten  $W_{CM}$  liegen für  $\text{PM}_{10}$  für alle betrachteten Datensätze ohne Anwendung von Korrekturfaktoren unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit  $W_{dqo}$  von 25 % für Feinstaub. Die ermittelten Unsicherheiten  $W_{CM}$  liegen für  $\text{PM}_{2,5}$  für alle betrachteten Datensätze mit Ausnahme von Bornheim, Sommer ohne Anwendung von Korrekturfaktoren unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit  $W_{dqo}$  von 25 % für Feinstaub. Die Anwendung von Korrekturfaktoren ist gemäß Punkt 6.1 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen entsprechend vorzunehmen.

Mindestanforderung erfüllt? nein

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S bzw. Fidas® 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

Seite 179 von 568

Nachfolgende Tabelle 46 sowie Tabelle 47 zeigen einen Überblick über alle Ergebnisse der Äquivalenzprüfung für den Prüfling Fidas® 200 S für PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>. Für den Fall, dass ein Kriterium nicht erfüllt wird, ist die entsprechende Zelle mit roter Farbe hinterlegt.

Tabelle 46: Übersicht Äquivalenzprüfung Fidas® 200 S für PM<sub>2,5</sub>

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010		
Prüfling	FIDAS 200 S	SN
Status Messwerte	Rohdaten	SN 0111 & SN 0112
		Grenzwert 30 µg/m <sup>3</sup>
		erlaubte Unsicherheit 25 %
<b>Alle Vergleiche</b>		
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58	µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,48	µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>		
Anzahl Wertepaare	225	
Steigung b	1,076	signifikant
Unsicherheit von b	0,011	
Achsabschnitt a	-0,339	nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,192	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	16,84	%
<b>Alle Vergleiche, ≥18 µg/m<sup>3</sup></b>		
Unsicherheit zwischen Referenz	0,63	µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,84	µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>		
Anzahl Wertepaare	54	
Steigung b	1,046	
Unsicherheit von b	0,025	
Achsabschnitt a	0,458	
Unsicherheit von a	0,769	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	18,34	%
<b>Alle Vergleiche, &lt;18 µg/m<sup>3</sup></b>		
Unsicherheit zwischen Referenz	0,57	µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,33	µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>		
Anzahl Wertepaare	171	
Steigung b	1,198	
Unsicherheit von b	0,032	
Achsabschnitt a	-1,482	
Unsicherheit von a	0,327	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	31,33	%

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010				
Prüfling	FIDAS 200 S		SN	SN 0111 & SN 0112
Status Messwerte	Rohdaten		Grenzwert	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			erlaubte Unsicherheit	25 %
<b>Köln, Sommer</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,66	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,12	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	81		82	
Steigung b	1,119		1,116	
Unsicherheit von b	0,034		0,035	
Achsabschnitt a	-0,925		-0,885	
Unsicherheit von a	0,363		0,378	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	20,11	%	20,13	%
<b>Köln, Winter</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,54	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,55	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	51		50	
Steigung b	1,051		1,014	
Unsicherheit von b	0,014		0,014	
Achsabschnitt a	0,691		0,679	
Unsicherheit von a	0,313		0,326	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	17,05	%	11,42	%
<b>Bonn</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,70	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	50		50	
Steigung b	1,114		1,070	
Unsicherheit von b	0,025		0,027	
Achsabschnitt a	-0,783		-0,519	
Unsicherheit von a	0,571		0,619	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	21,21	%	16,63	%
<b>Bornheim</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,42	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,50	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	45		45	
Steigung b	1,214		1,186	
Unsicherheit von b	0,054		0,054	
Achsabschnitt a	-1,487		-1,606	
Unsicherheit von a	0,644		0,643	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	35,02	%	29,11	%
<b>Alle Vergleiche, <math>\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,63	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,84	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	54		54	
Steigung b	1,071		1,022	
Unsicherheit von b	0,025		0,026	
Achsabschnitt a	0,185		0,713	
Unsicherheit von a	0,754		0,80	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	20,38	%	16,90	%
<b>Alle Vergleiche, <math>&lt; 18 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,57	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,33	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	173		173	
Steigung b	1,222		1,180	
Unsicherheit von b	0,032		0,032	
Achsabschnitt a	-1,573		-1,399	
Unsicherheit von a	0,328		0,331	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	35,28	%	28,40	%
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,48	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	227		227	
Steigung b	1,096	signifikant	1,056	signifikant
Unsicherheit von b	0,011		0,011	
Achsabschnitt a	-0,408	signifikant	-0,234	nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,190		0,196	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	19,55	%	14,68	%



Die Überprüfung der fünf Kriterien aus Punkt 6.1 Methodik der Äquivalenzprüfung ergab folgendes Bild:

- Kriterium 1: Mehr als 20 % der Daten sind größer als  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
  - Kriterium 2: Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ist kleiner als  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
  - Kriterium 3: Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten ist kleiner als  $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
  - Kriterium 4: Alle erweiterten Unsicherheiten bis auf den Standort Bornheim, Sommer liegen unter 25 %.
  - Kriterium 5: Bei beiden Prüflingen ist die Steigung bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes signifikant größer als erlaubt. Bei SN 0111 ist zudem der Achsabschnitt bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes signifikant größer als erlaubt.
- Weitere: Es ergibt sich für den Gesamtdatensatz für beide Prüflinge gemeinsam eine Steigung von 1,076 und einen Achsabschnitt von -0,339 bei einer erweiterten Gesamtunsicherheit von 16,84 %.

Tabelle 47: Übersicht Äquivalenzprüfung Fidas<sup>®</sup> 200 S für PM<sub>10</sub>

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010				
Prüfung	FIDAS 200 S	SN	SN 0111 & SN 0112	
Status Messwerte	Rohdaten	Grenzwert	50	µg/m <sup>3</sup>
		erlaubte Unsicherheit	25	%
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,67			µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	227			
Steigung b	1,058		signifikant	
Unsicherheit von b	0,011			
Achsabschnitt a	-1,505		signifikant	
Unsicherheit von a	0,264			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	9,11			%
<b>Alle Vergleiche, ≥30 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,67			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,17			µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	35			
Steigung b	1,005			
Unsicherheit von b	0,038			
Achsabschnitt a	0,746			
Unsicherheit von a	1,619			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	11,09			%
<b>Alle Vergleiche, &lt;30 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,61			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,58			µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	192			
Steigung b	1,085			
Unsicherheit von b	0,022			
Achsabschnitt a	-1,979			
Unsicherheit von a	0,386			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	11,18			%

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S bzw. Fidas® 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

Seite 183 von 568

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010				
Prüfling	FIDAS 200 S		SN	SN 0111 & SN 0112
Status Messwerte	Rohdaten		Grenzwert	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			erlaubte Unsicherheit	25 %
<b>Köln, Sommer</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,90	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,27	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	81		82	
Steigung b	1,045		1,028	
Unsicherheit von b	0,028		0,028	
Achsabschnitt a	-1,637		-1,524	
Unsicherheit von a	0,490		0,489	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	6,98	%	6,56	%
<b>Köln, Winter</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,67	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	51		50	
Steigung b	1,064		1,027	
Unsicherheit von b	0,015		0,015	
Achsabschnitt a	-1,260		-1,284	
Unsicherheit von a	0,399		0,398	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	9,66	%	5,53	%
<b>Bonn</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,38	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,90	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	50		50	
Steigung b	1,043		1,004	
Unsicherheit von b	0,027		0,029	
Achsabschnitt a	-0,082		0,061	
Unsicherheit von a	0,821		0,865	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	11,98	%	9,29	%
<b>Bornheim</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,54	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,87	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	47		47	
Steigung b	1,128		1,083	
Unsicherheit von b	0,040		0,039	
Achsabschnitt a	-1,986		-2,169	
Unsicherheit von a	0,733		0,720	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	19,05	%	10,63	%
<b>Alle Vergleiche, <math>\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,67	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,17	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	35		35	
Steigung b	1,037		0,974	
Unsicherheit von b	0,038		0,039	
Achsabschnitt a	0,054		1,391	
Unsicherheit von a	1,628		1,65	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	12,93	%	10,55	%
<b>Alle Vergleiche, <math>&lt; 30 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,61	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,58	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	194		194	
Steigung b	1,109		1,063	
Unsicherheit von b	0,022		0,021	
Achsabschnitt a	-2,089		-1,870	
Unsicherheit von a	0,394		0,378	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	14,98	%	8,17	%
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,67	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	229		229	
Steigung b	1,077	signifikant	1,039	signifikant
Unsicherheit von b	0,011		0,011	
Achsabschnitt a	-1,561	signifikant	-1,436	signifikant
Unsicherheit von a	0,266		0,264	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	11,74	%	7,53	%



Die Überprüfung der fünf Kriterien aus Punkt 6.1 Methodik der Äquivalenzprüfung ergab folgendes Bild:

- Kriterium 1: Mehr als 20 % der Daten sind größer als  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
  - Kriterium 2: Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ist kleiner als  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
  - Kriterium 3: Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten ist kleiner als  $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
  - Kriterium 4: Alle erweiterten Unsicherheiten liegen unter 25 %.
  - Kriterium 5: Bei beiden Prüflingen ist die Steigung sowie der der Achsabschnitt bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes signifikant größer als erlaubt.
- Weitere: Es ergibt sich für den Gesamtdatensatz für beide Prüflinge gemeinsam eine Steigung von 1,058 und einen Achsabschnitt von -1,505 bei einer erweiterten Gesamtunsicherheit von 9,11 %.

Die Version vom Januar 2010 des Leitfadens ist nicht eindeutig darin, welche Steigung und welcher Achsabschnitt konkret zur Korrektur eines Prüflings verwendet werden sollen, falls dieser Prüfling die Äquivalenzprüfung nicht besteht. Nach Rücksprache mit dem Vorsitzenden der für die Erstellung des Leitfadens verantwortlichen EU-Arbeitsgruppe Arbeitsgruppe (Herr Theo Hafkenschied) wurde entschieden, dass die Anforderung aus der Version vom November 2005 des Leitfadens weiterhin gültig ist und dass die Steigung und der Achsabschnitt aus der orthogonalen Regression für den Gesamtdatensatz herangezogen werden. Diese sind bei der Überprüfung der fünf Kriterien zusätzlich unter dem Punkt "Weitere" aufgeführt.

Der UK Equivalence Report aus 2006 [10] hat diesen Punkt als Schwachstelle in der Statistik für den Äquivalenznachweis in der November 2005 Version des Leitfadens beschrieben, da „präzisere“ Geräte dadurch benachteiligt werden (Anhang E Abschnitt 4.2). Die gleiche Schwachstelle wurde 1:1 in die Januar 2010 Version des Leitfadens übernommen. Dadurch wird die Messeinrichtung Fidas® 200 S für  $\text{PM}_{2,5}$  sowie  $\text{PM}_{10}$  in der Tat durch die Statistik für seine Präzision benachteiligt. Es wird daher vorgeschlagen, denselben pragmatischen Ansatz zu wählen, der in der Vergangenheit in früheren Studien schon zur Anwendung kam.

Gemäß der Tabelle 46 muss daher aufgrund der zu hohen ermittelten Unsicherheiten  $W_{\text{CM}}$  am Standort „Bornheim, Sommer“ sowie aufgrund der ermittelten Signifikanz eine Korrektur der Steigung und des Achsabschnitts für  $\text{PM}_{2,5}$  erfolgen. Für  $\text{PM}_{10}$  muss gemäß Tabelle 47 aufgrund der ermittelten Signifikanz ebenfalls eine Korrektur der Steigung und des Achsabschnitts für  $\text{PM}_{10}$  erfolgen. Es ist an dieser Stelle zu beachten, dass die ermittelten Unsicherheiten  $W_{\text{CM}}$  für  $\text{PM}_{10}$  auch ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit  $W_{\text{dqo}}$  von 25 % für Feinstaub liegen.

#### Für PM<sub>2,5</sub>:

Die Steigung für den Gesamtdatensatz liegt bei 1,076. Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei -0,339. Es erfolgt daher unter Punkt 6.1 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen eine zusätzliche Auswertung unter Anwendung der entsprechenden Kalibrierfaktoren auf die Datensätze.

#### Für PM<sub>10</sub>:

Die Steigung für den Gesamtdatensatz liegt bei 1,058. Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei -1,505. Es erfolgt daher unter Punkt 6.1 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen eine zusätzliche Auswertung unter Anwendung der entsprechenden Kalibrierfaktoren auf die Datensätze.

Die überarbeitete Fassung des Leitfadens von Januar 2010 enthält die Forderung, dass für eine richtlinienkonforme Überwachung fortlaufend stichprobenweise Überprüfungen bei einer gewissen Anzahl von Geräten in einem Messnetz durchgeführt werden müssen und dass die Anzahl der betroffenen Messorte abhängig ist von der erweiterten Messunsicherheit des Gerätes. Die entsprechende Umsetzung liegt in der Verantwortung des Messnetzbetreibers oder der zuständigen Behörde des Mitgliedstaates. Allerdings empfiehlt der TÜV Rheinland, dass die erweiterte Unsicherheit des Gesamtdatensatzes (hier: unkorrigierte Rohdaten) hierzu herangezogen wird, nämlich 16,8 % für PM<sub>2,5</sub>, was wiederum eine jährliche Überprüfung an 4 Messorten erfordern würde sowie 9,1 % für PM<sub>10</sub>, was wiederum eine jährliche Überprüfung an 2 Messorten erfordern würde (Leitfaden [5], Kapitel 9.9.2, Tabelle 6). Aufgrund der notwendigen Anwendung der entsprechenden Kalibrierfaktoren, sollte diese Bewertung jedoch auf Basis der Auswertung der korrigierten Datensätze erfolgen (siehe Punkt 6.1 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen).

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 48 und Tabelle 49 zeigen einen Überblick über die Unsicherheiten zwischen den Referenzgeräten  $u_{ref}$  aus den Felduntersuchungen.

Tabelle 48: Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten  $u_{ref}$  für PM<sub>2,5</sub>

Referenz-Geräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{bs}$
Nr.			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 / 2	Köln, Sommer	82	0,66
1 / 2	Köln, Winter	52	0,54
1 / 2	Bonn, Winter	50	0,62
1 / 2	Bornheim, Sommer	47	0,42
1 / 2	Alle Standorte	231	0,58

Tabelle 49: Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten  $u_{ref}$  für PM<sub>10</sub>

Referenz-Geräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{bs}$
Nr.			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 / 2	Köln, Sommer	82	0,80
1 / 2	Köln, Winter	52	0,53
1 / 2	Bonn, Winter	50	0,38
1 / 2	Bornheim, Sommer	49	0,54
1 / 2	Alle Standorte	233	0,62

Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten  $u_{ref}$  ist an allen Standorten  $< 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

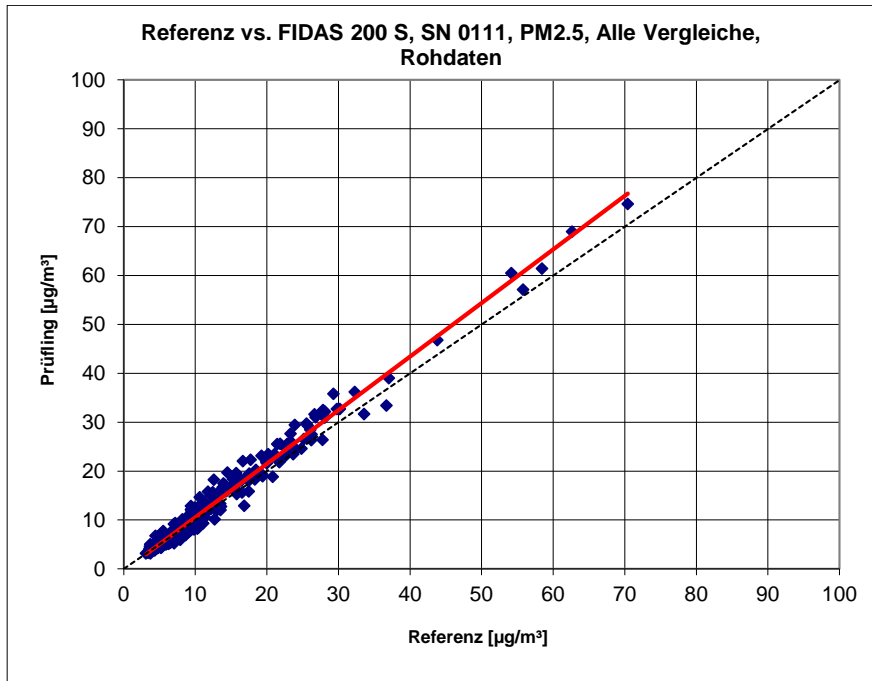


Abbildung 78: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, alle Standorte

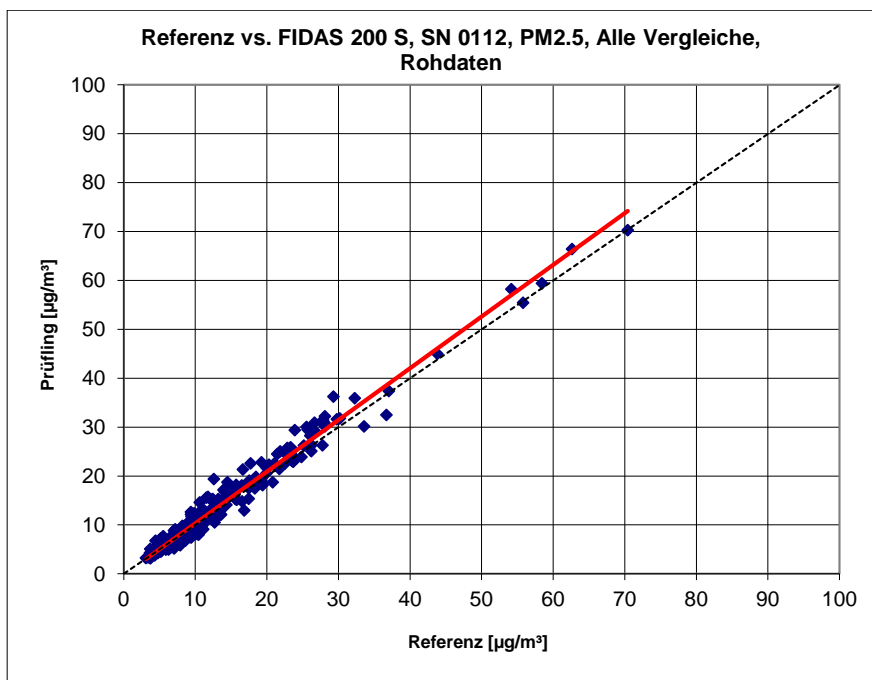


Abbildung 79: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, alle Standorte

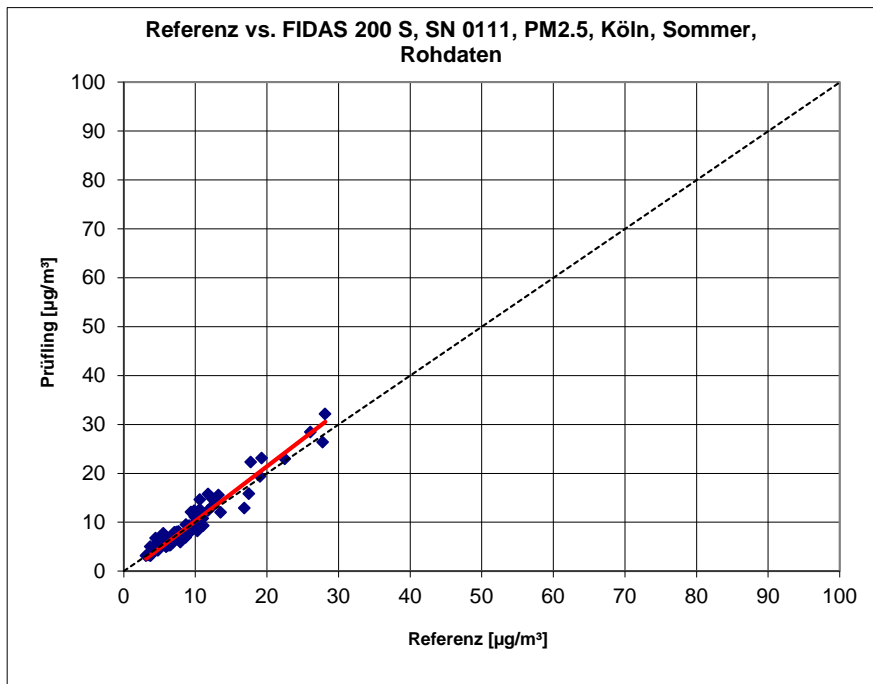


Abbildung 80: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Köln, Sommer

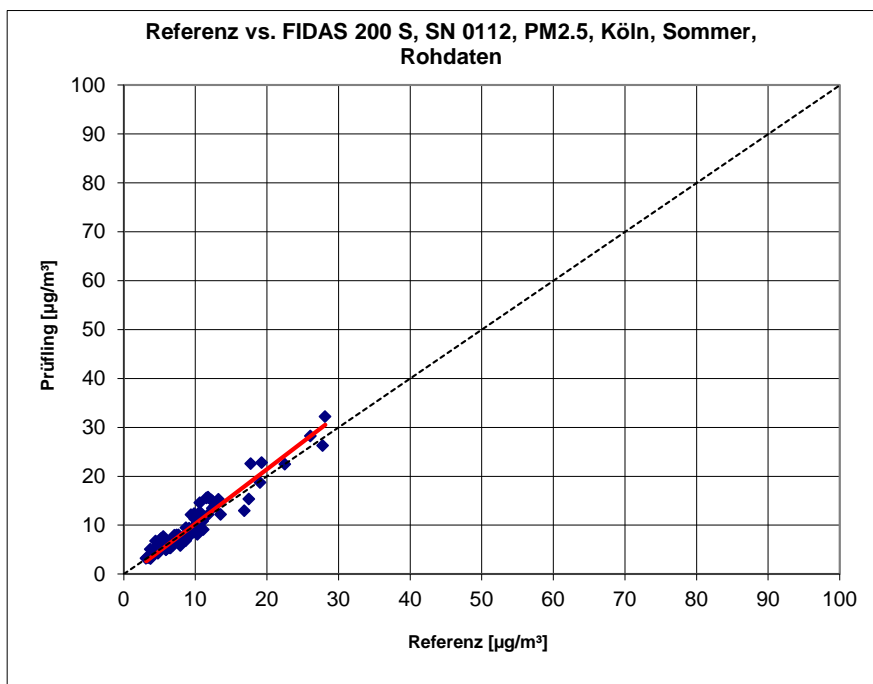


Abbildung 81: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Köln, Sommer



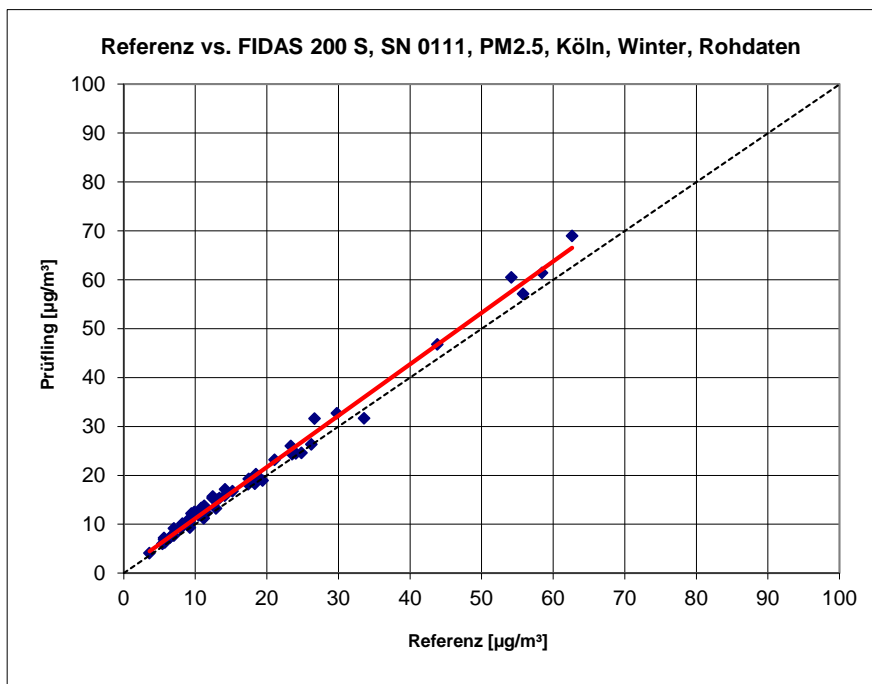


Abbildung 82: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Köln, Winter

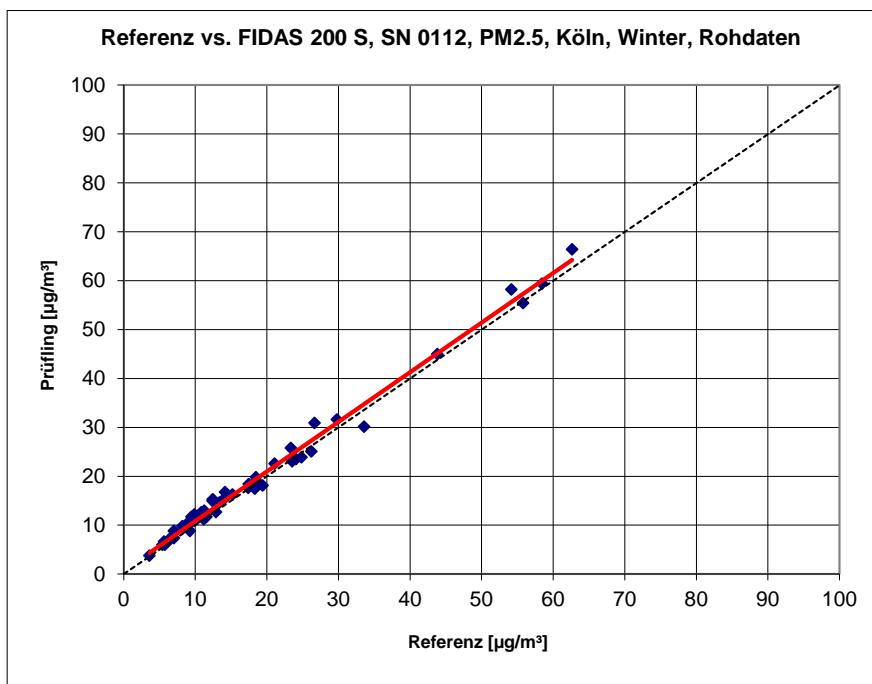


Abbildung 83: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Köln, Winter

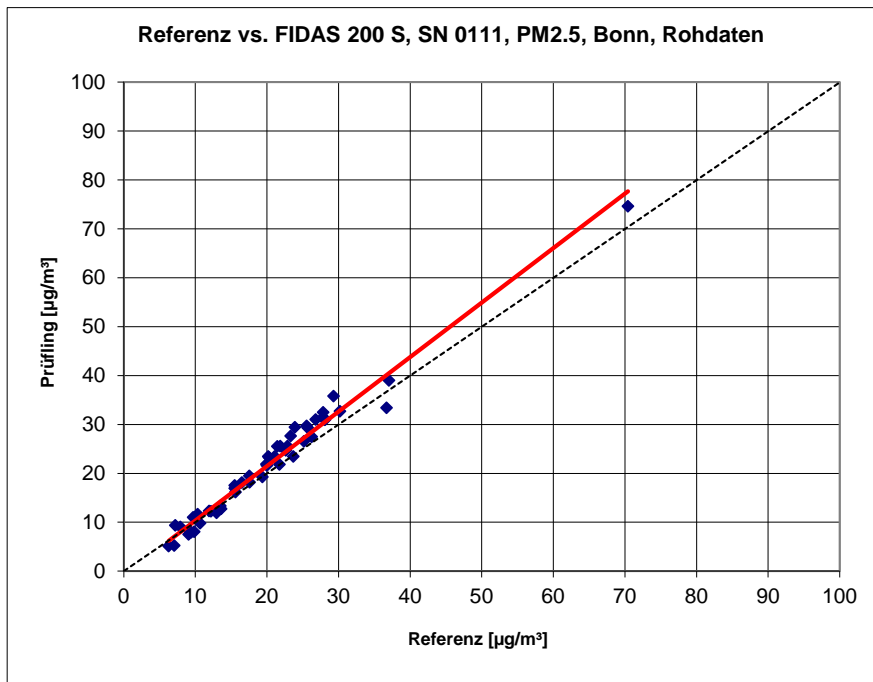


Abbildung 84: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Bonn, Winter

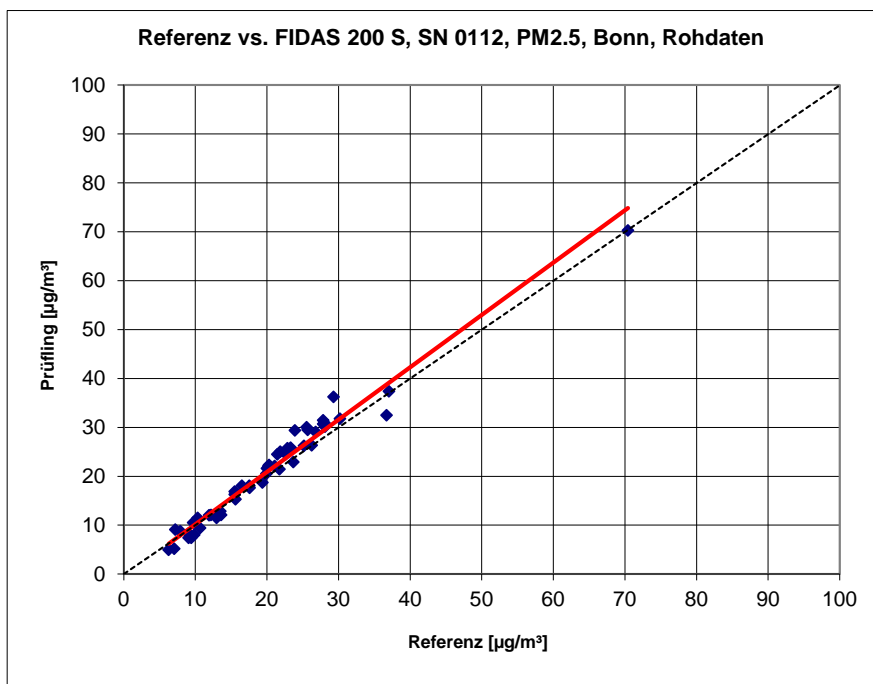


Abbildung 85: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Bonn, Winter

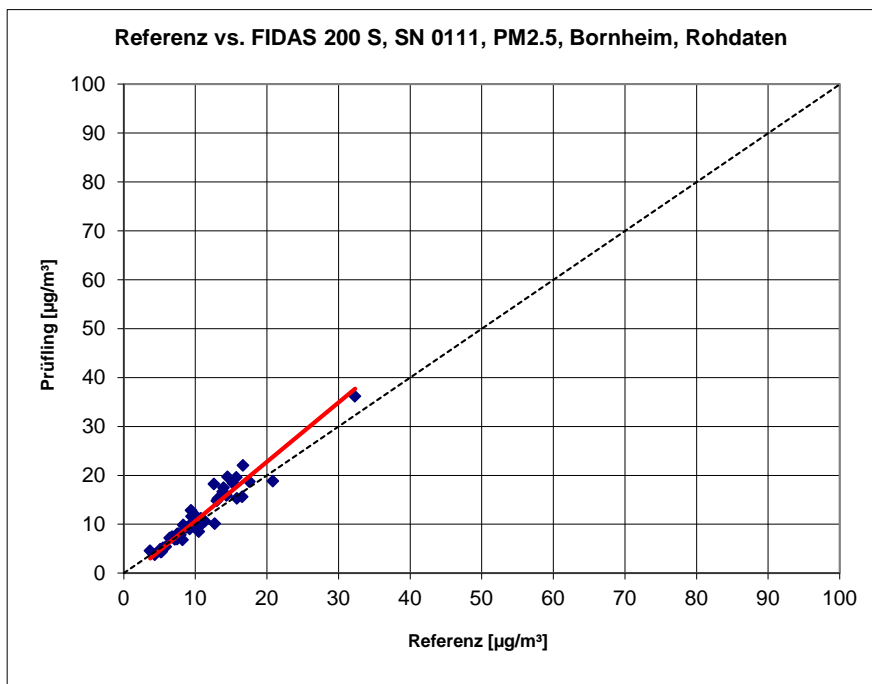


Abbildung 86: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Bornheim, Sommer

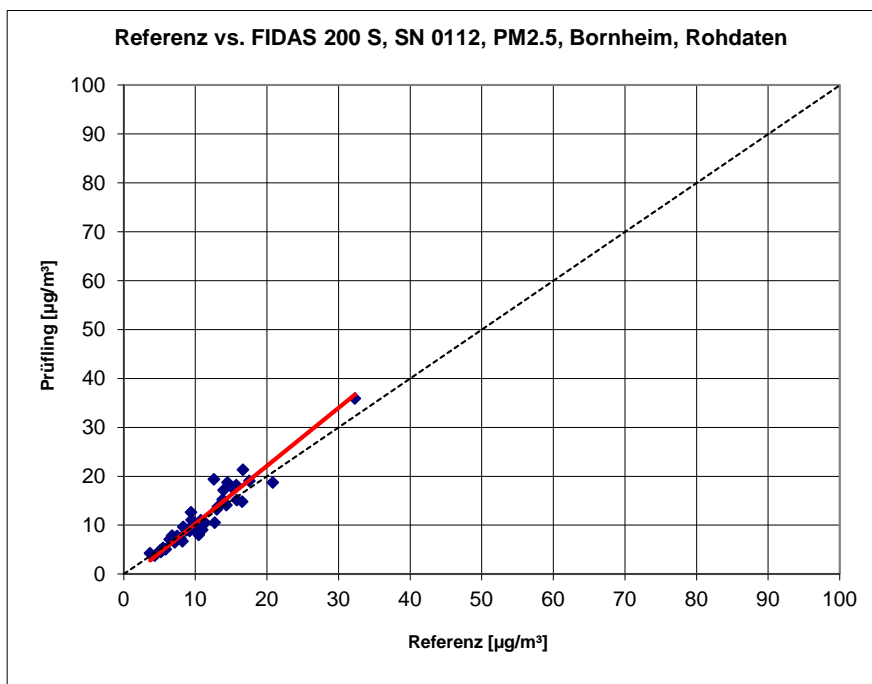


Abbildung 87: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Bornheim, Sommer

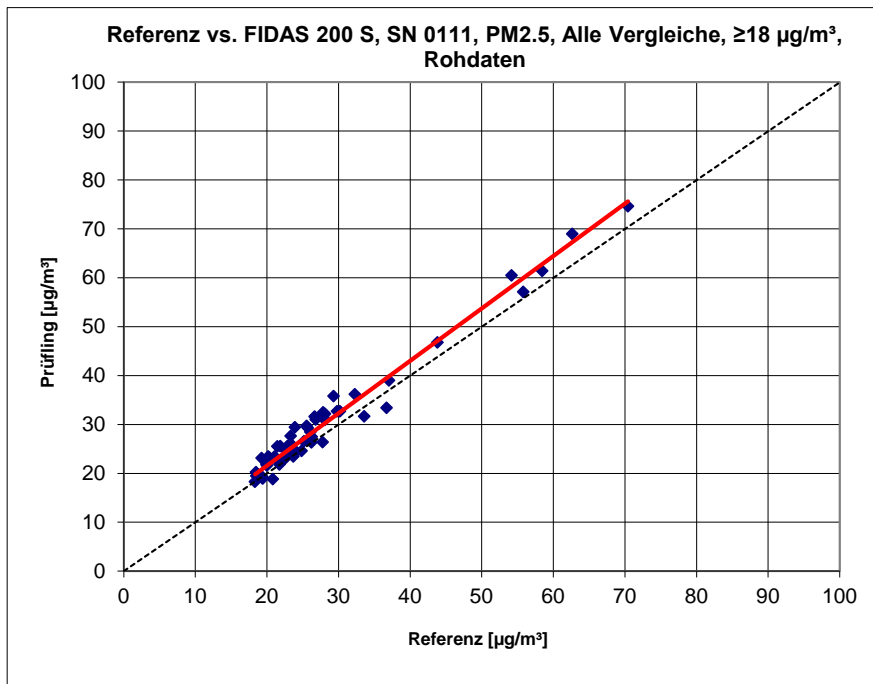


Abbildung 88: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Werte  $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$

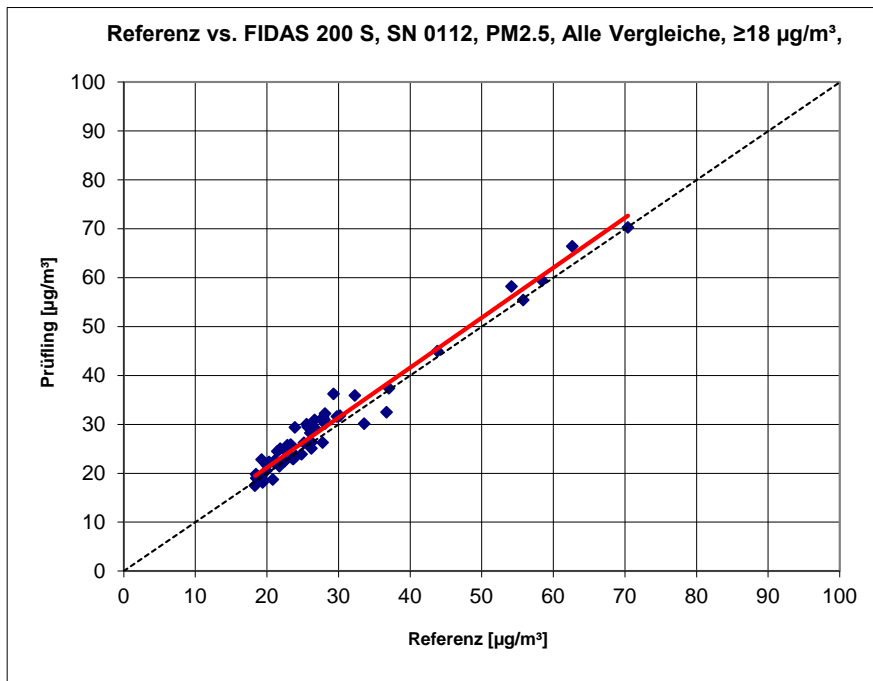


Abbildung 89: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Werte  $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$

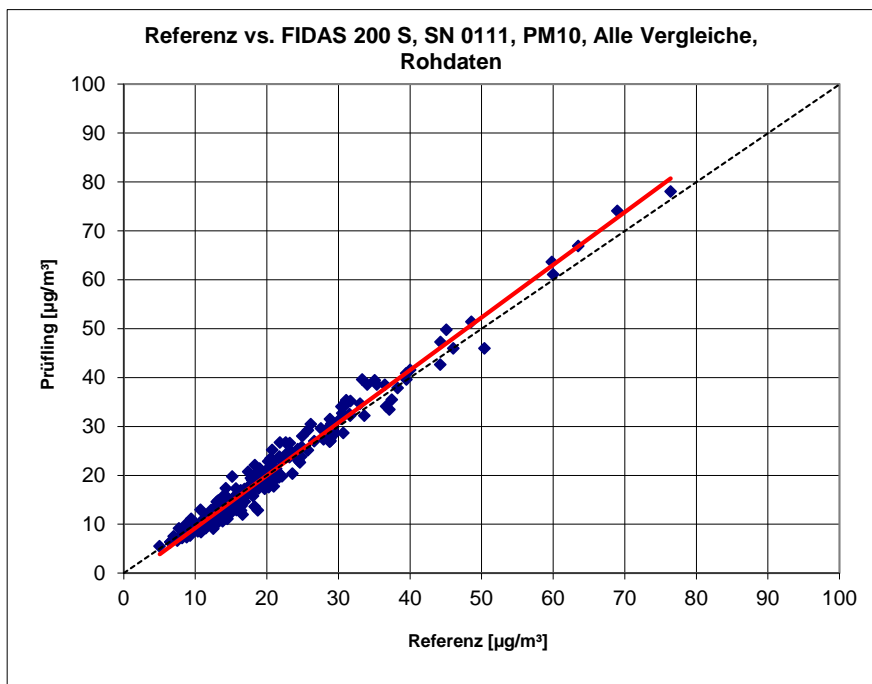


Abbildung 90: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte

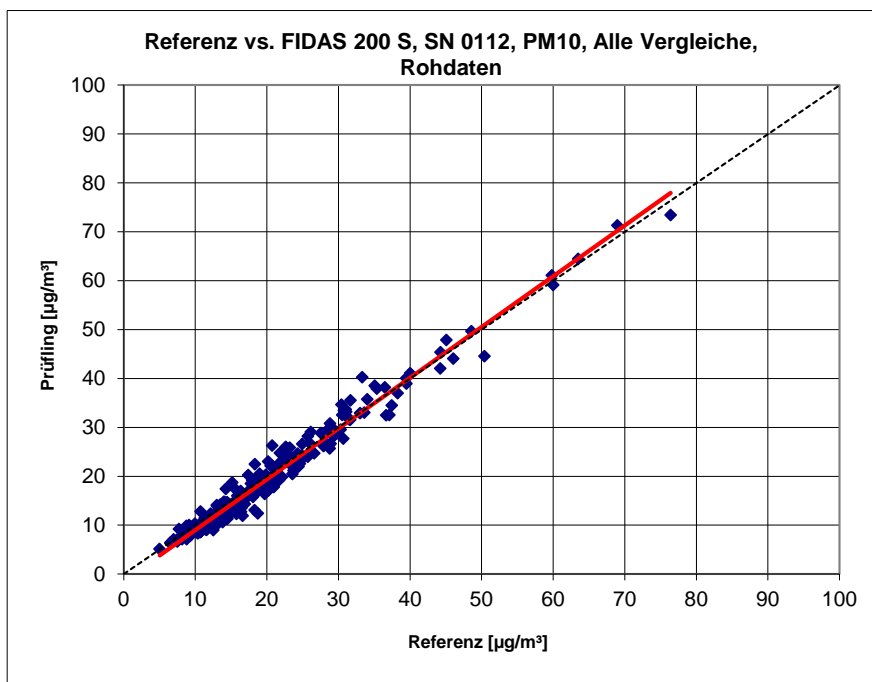


Abbildung 91: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte

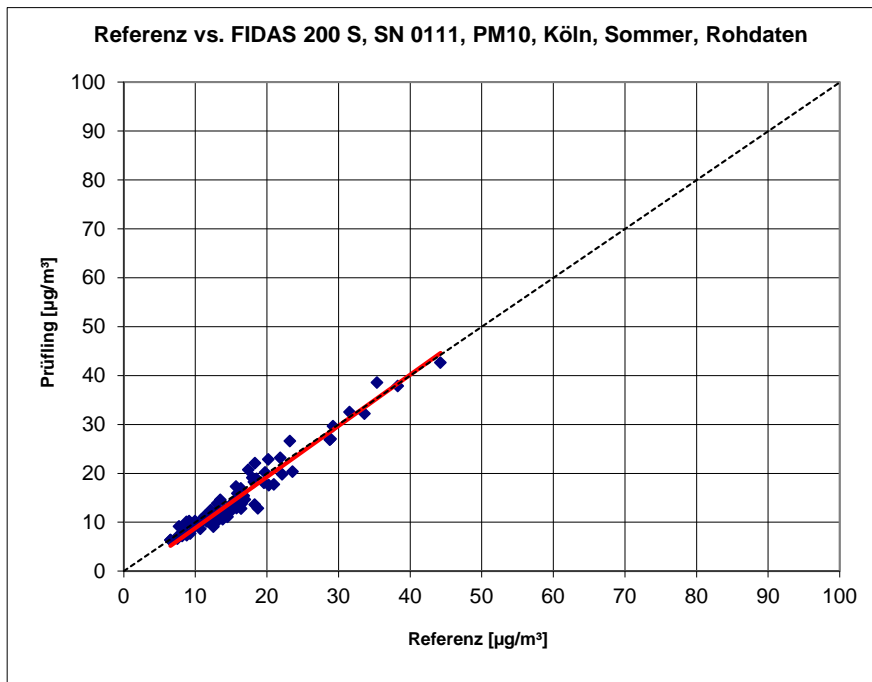


Abbildung 92: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Köln, Sommer

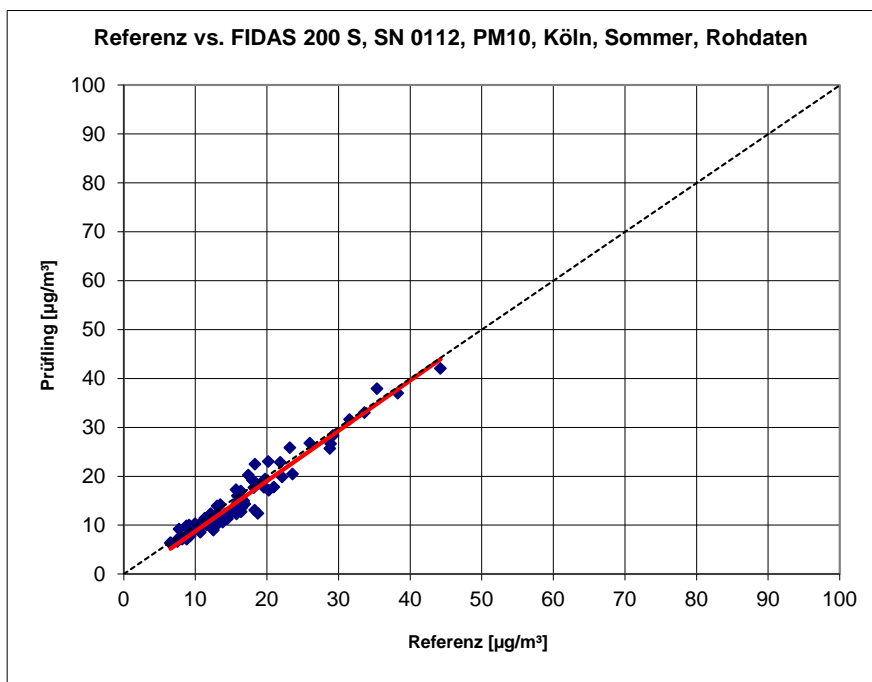


Abbildung 93: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Köln, Sommer

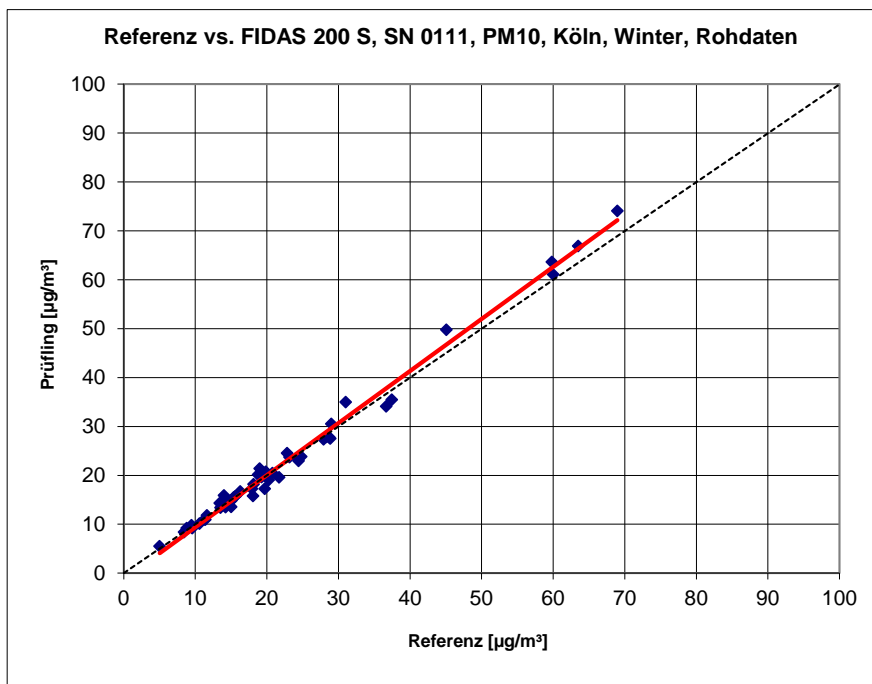


Abbildung 94: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Köln, Winter

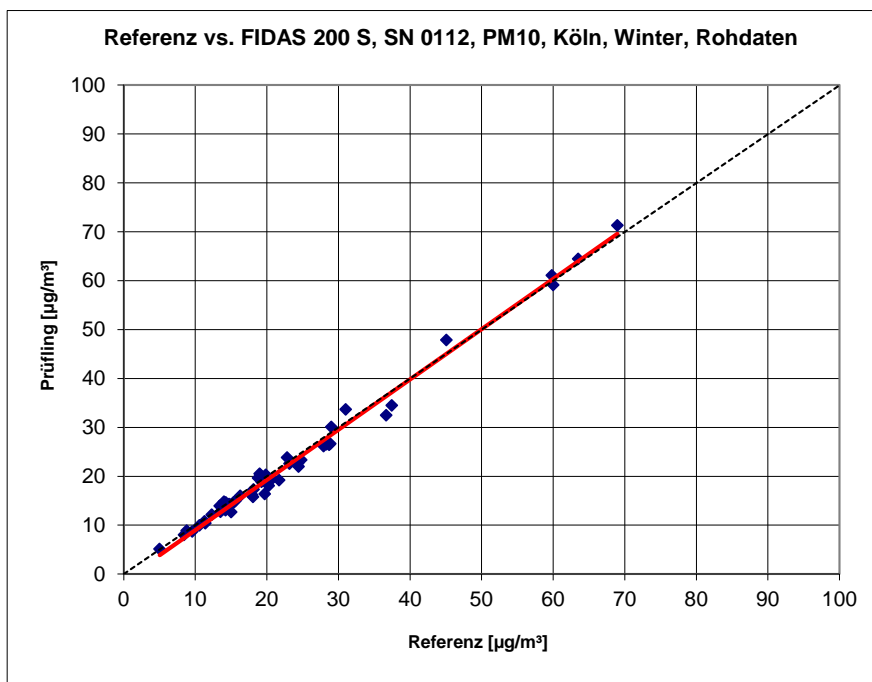


Abbildung 95: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Köln, Winter

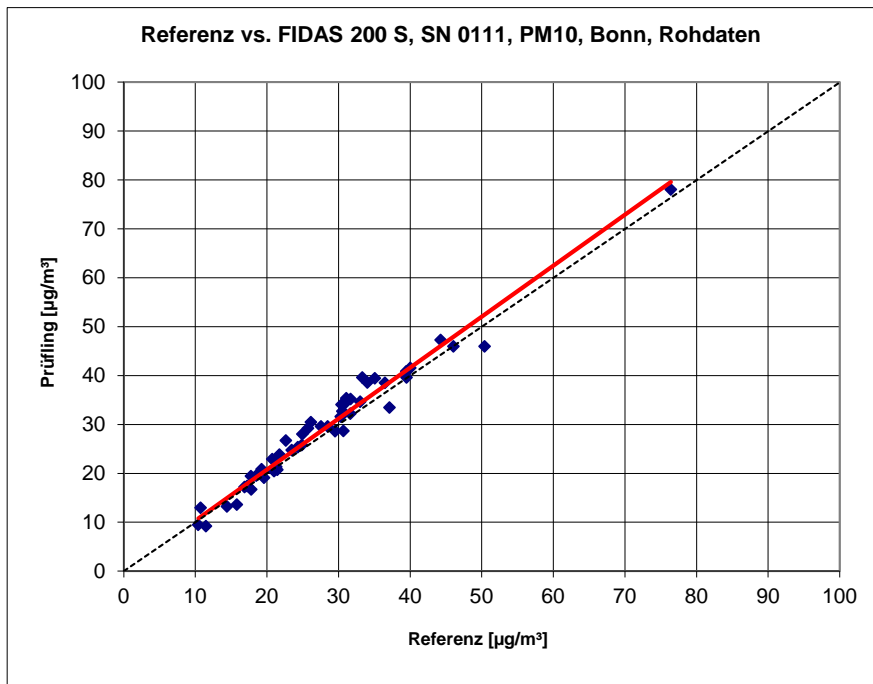


Abbildung 96: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Bonn, Winter

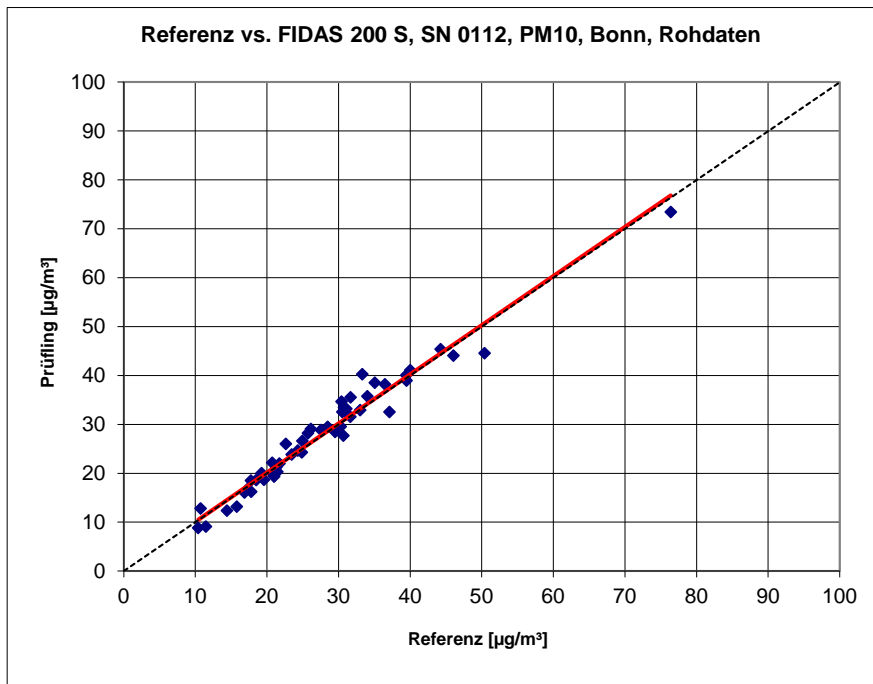


Abbildung 97: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Bonn, Winter



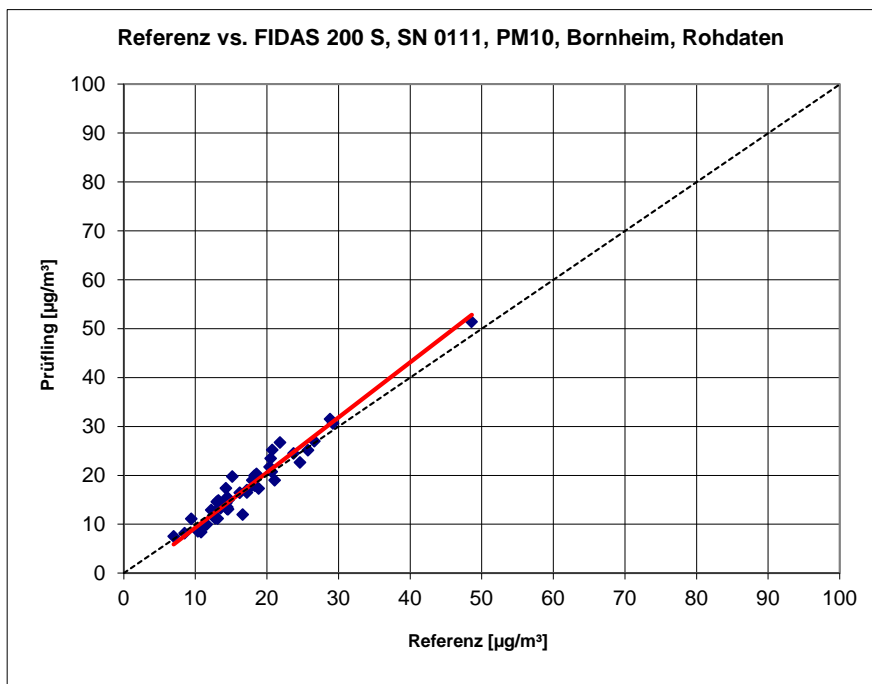


Abbildung 98: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Bornheim, Sommer

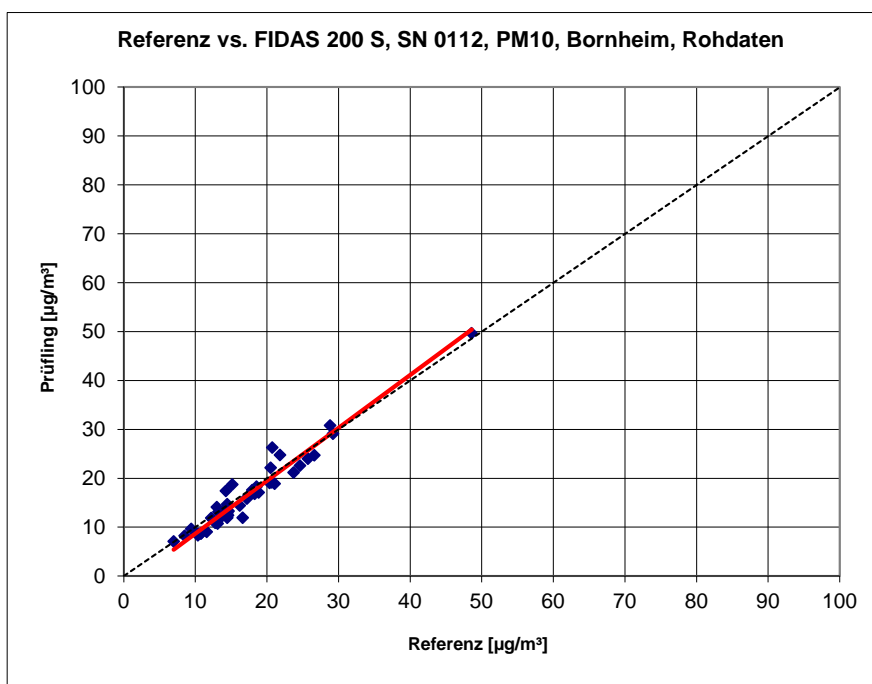


Abbildung 99: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Bornheim, Sommer

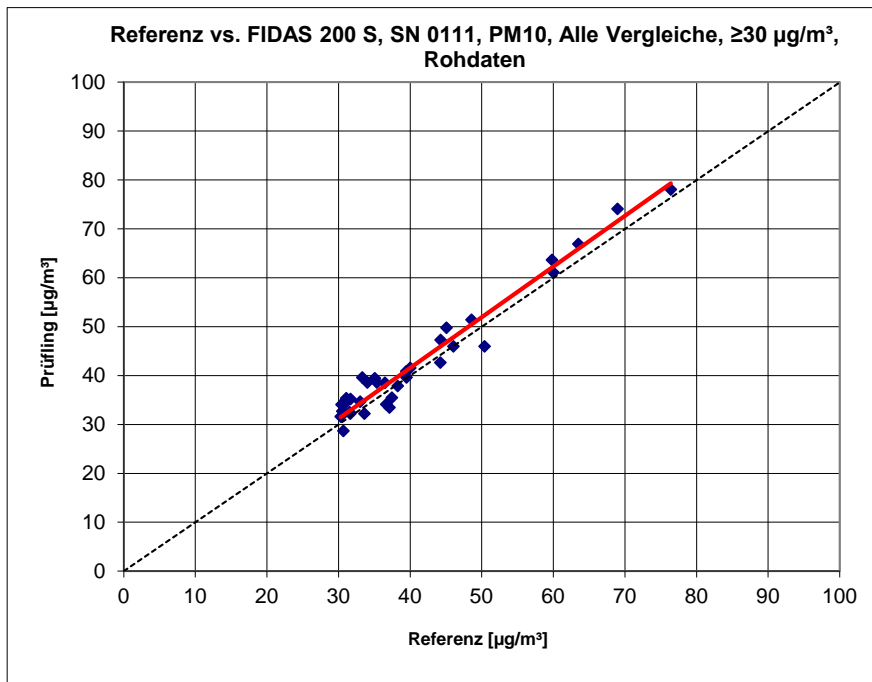


Abbildung 100: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Werte  $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

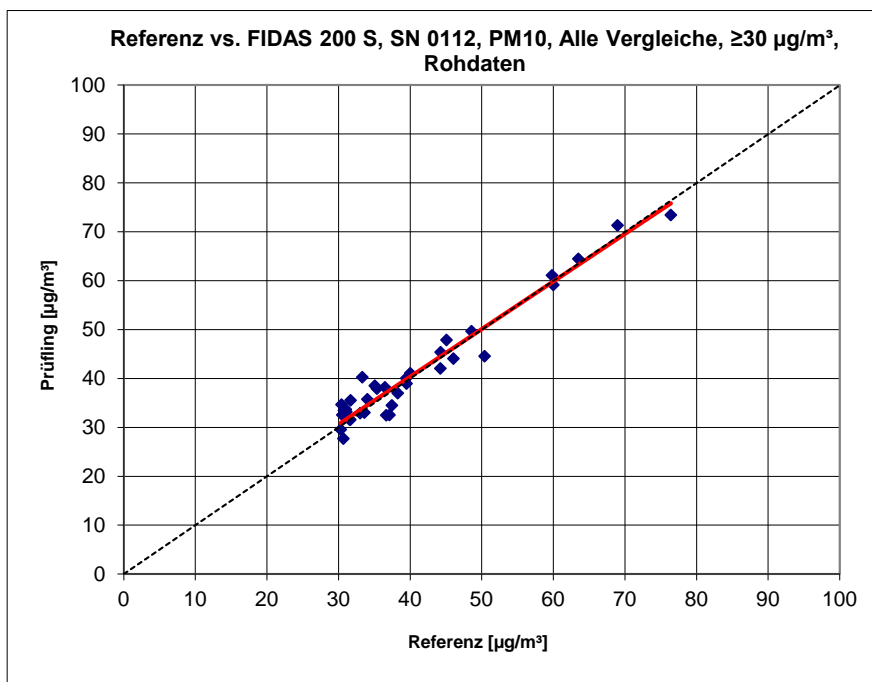


Abbildung 101: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Werte  $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

## 6.1 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen

*Ist bei der Prüfung von PM<sub>2,5</sub>-Messeinrichtungen die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge größer als die in den Anforderungen an die Datenqualität nach Anhang B der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) festgelegte erweiterte relative Unsicherheit, ist eine Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen zulässig. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen gemäß den Punkten 9.5.3.2ff. des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ erfüllen.*

*Die Untersuchungen werden auch für die Komponente PM<sub>10</sub> durchgeführt.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Siehe Modul 5.4.10

## 6.4 Auswertung

Tritt bei der Auswertung der Rohwerte gemäß Modul 5.4.10 der Fall  $W_{CM} > W_{dqo}$  auf, d.h. Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet, dann ist es zulässig, einen Korrekturfaktor oder -term anzuwenden, der aus der Regressionsgleichung für den gesamten Datensatz resultiert. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen für alle Datensätze oder Teildatensätze erfüllen (siehe Modul 5.4.10). Darüber hinaus kann eine Korrektur auch für den Fall, dass  $W_{CM} \leq W_{dqo}$  ist, genutzt werden, um die Genauigkeit der Prüflinge zu verbessern.

Es können drei verschiedene Fälle auftreten:

a) Steigung b nicht signifikant von 1 verschieden:  $|b - 1| \leq 2u(b)$ ,

Achsenabschnitt a signifikant von 0 verschieden:  $|a| > 2u(a)$

b) Steigung b signifikant von 1 verschieden:  $|b - 1| > 2u(b)$ ,

Achsenabschnitt a nicht signifikant von 0 verschieden:  $|a| \leq 2u(a)$

c) Steigung b signifikant von 1 verschieden:  $|b - 1| > 2u(b)$

Achsenabschnitt a signifikant von 0 verschieden:  $|a| > 2u(a)$

zu a)

Der Wert des Achsenabschnittes a kann als Korrekturterm verwendet werden, um alle Eingangswerte  $y_i$  gemäß folgender Gleichung zu korrigieren:

$$y_{i,corr} = y_i - a$$

Die resultierenden Werte von  $y_{i,corr}$  können dazu dienen, mit einer linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u_{c-s}^2(y_{i,corr}) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + [c + (d-1)x_i]^2 + u^2(a)$$

mit  $u(a)$  = Unsicherheit des Originalachsenabschnittes  $a$ , deren Wert benutzt wurde, um  $y_{i,corr}$  zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [5] ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 5.4.10 ermittelt.

zu b)

Der Wert der Steigung  $b$  kann als Korrekturterm verwendet werden, um alle Eingangswerte  $y_i$  gemäß folgender Gleichung zu korrigieren.

$$y_{i,corr} = \frac{y_i}{b}$$

Die resultierenden Werte von  $y_{i,corr}$  können dazu dienen, mit einer neuen linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u_{c-s}^2(y_{i,corr}) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + [c + (d-1)x_i]^2 + x_i^2 u^2(b)$$

mit  $u(b)$  = Unsicherheit der Originalsteigung  $b$ , deren Wert benutzt wurde, um  $y_{i,corr}$  zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [5] ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 5.4.10 ermittelt.

zu c)

Die Werte der Steigung  $b$  und des Achsenabschnittes  $a$  können als Korrekturterme verwendet werden, um alle Eingangswerte  $y_i$  gemäß folgender Gleichung zu korrigieren.

$$y_{i,corr} = \frac{y_i - a}{b}$$

Die resultierenden Werte von  $y_{i,corr}$  können dazu dienen, mit einer neuen linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u_{c-s}^2(y_{i,corr}) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + [c + (d-1)x_i]^2 + x_i^2 u^2(b) + u^2(a)$$

mit  $u(b)$  = Unsicherheit der Originalsteigung  $b$ , deren Wert benutzt wurde, um  $y_{i,corr}$  zu ermitteln und mit  $u(a)$  = Unsicherheit des Originalachsenabschnittes  $a$ , deren Wert benutzt wurde, um  $y_{i,corr}$  zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [5] ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 5.4.10 ermittelt.

Die Werte für  $u_{c-s,corr}$  werden dann zur Berechnung der kombinierten relativen Unsicherheit der Prüflinge nach der Korrektur gemäß der folgenden Gleichung herangezogen:

$$w_{c,CM,corr}^2(y_i) = \frac{u_{c-s,corr}^2(y_i)}{y_i^2}$$

Für den korrigierten Datensatz wird die Unsicherheit  $w_{c,CM,corr}$  am 24 h-Grenzwert berechnet, wobei  $y_i$  als Konzentration am Grenzwert eingesetzt wird.

Die erweiterte relative Unsicherheit  $W_{CM,corr}$  wird entsprechend der folgenden Gleichung berechnet:

$$W_{CM',corr} = k \cdot w_{CM,corr}$$

In der Praxis wird bei großen  $n$  für  $k = 2$  eingesetzt.

Die größte resultierende Unsicherheit  $W_{CM,corr}$  wird mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [8] verglichen und bewertet. Es sind zwei Fälle möglich:

1.  $W_{CM,corr} \leq W_{d,qo}$  → Prüfling wird als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.
2.  $W_{CM,corr} > W_{d,qo}$  → Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.

Die festgelegte erweiterte relative Unsicherheit  $W_{d,qo}$  beträgt für Feinstaub 25 % [8].

## 6.5 Bewertung

Durch Anwendung der Korrekturfaktoren, erfüllen die Prüflinge die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen für alle Datensätze sowohl für  $PM_{2,5}$  als auch für  $PM_{10}$ . Für  $PM_{10}$  werden die Anforderungen auch ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren erfüllt, die Korrektur der Steigung und des Achsabschnitts führt dennoch zu einer weiteren Verbesserung der erweiterten Messunsicherheiten für den Gesamtdatensatz.

Mindestanforderung erfüllt? ja



Die Auswertung des Gesamtdatensatzes für beide Prüflinge ergibt für beide Messkomponenten PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub> einen signifikanten Achsabschnitt.

Für PM<sub>2,5</sub>:

Die Steigung für den Gesamtdatensatz liegt bei 1,076. Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei -0,339. (siehe Tabelle 46).

Für PM<sub>10</sub>:

Die Steigung für den Gesamtdatensatz liegt bei 1,058. Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei -1,505 (siehe Tabelle 47).

Es wurde für beide Messkomponenten eine Steigungs- und Achsabschnittskorrektur des gesamten Datensatzes durchgeführt und mit den korrigierten Werten alle Datensätze neu ausgewertet.

Alle Datensätze erfüllen nach der Korrektur die Anforderungen an die Datenqualität und die Messunsicherheiten verbessern sich bei einigen Standorten erheblich.

Die Version des Leitfadens vom Januar 2010 verlangt für den Fall des Betriebs der Messeinrichtung in einem Messnetz, dass die Geräte jährlich an einer Anzahl von Messstellen, die wiederum abhängig ist von der höchsten erweiterten Unsicherheit in der Äquivalenzprüfung, überprüft werden. Das entsprechende Kriterium zur Festlegung der Anzahl der Messstellen ist in 5 % Schritte unterteilt (Leitfaden [4], Kapitel 9.9.2, Tabelle 6). Es bleibt festzustellen, dass die höchste ermittelte erweiterte Unsicherheit für PM<sub>2,5</sub> nach Korrektur im Bereich 10 % bis 15 % liegt, während sie vor der Korrektur im Bereich 15 % bis 20 % lag. Für PM<sub>10</sub> liegt die höchste ermittelte erweiterte Unsicherheit sowohl vor als auch nach der Korrektur im Bereich <10 %.

Die entsprechende Umsetzung der oben genannten Anforderung zur regelmäßigen Überprüfung in den Messnetzen liegt in der Verantwortung des Messnetzbetreibers oder der zuständigen Behörde des Mitgliedstaates. Allerdings empfiehlt der TÜV Rheinland, dass die erweiterte Unsicherheit des Gesamtdatensatzes des Datensatzes hierzu herangezogen wird, nämlich 16,8 % (PM<sub>2,5</sub>, unkorrigierter Datensatz) respektive 10,2 % (PM<sub>2,5</sub>, Datensatz nach Steigungs-/Offset-Korrektur), was wiederum eine jährliche Überprüfung an 4 Messorten (unkorrigiert) bzw. 3 Messorten (korrigiert) erfordern würde, bzw. 9,1 % (PM<sub>10</sub>, unkorrigierter Datensatz) respektive 7,2 % (PM<sub>10</sub>, Datensatz nach Steigungs-/Offset-Korrektur), was wiederum eine jährliche Überprüfung an jeweils 2 Messorten (unkorrigiert und korrigiert) erfordern würde.

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 50 und Tabelle 51 zeigen die Ergebnisse der Auswertungen der Äquivalenzprüfung nach Anwendung des Korrekturfaktors für die Steigung bzw. den Achsabschnitt auf den Gesamtdatensatz.

Tabelle 50: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 0111 & SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub> nach Korrektur Steigung / Achsabschnitt

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010				
Prüfung	FIDAS 200 S		SN	SN 0111 & SN 0112
Status Messwerte	Korrektur Steigung & Offset		Grenzwert erlaubte Unsicherheit	30 25 µg/m <sup>3</sup> %
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	<b>0,58</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	<b>0,44</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>		
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	<b>225</b>			
Steigung b	<b>0,999</b>	<b>nicht signifikant</b>		
Unsicherheit von b	<b>0,010</b>			
Achsabschnitt a	<b>0,012</b>	<b>nicht signifikant</b>		
Unsicherheit von a	<b>0,178</b>			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	<b>10,17</b>	<b>%</b>		
<b>Alle Vergleiche, ≥18 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	<b>0,63</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	<b>0,78</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>		
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	<b>54</b>			
Steigung b	<b>0,971</b>			
Unsicherheit von b	<b>0,023</b>			
Achsabschnitt a	<b>0,771</b>			
Unsicherheit von a	<b>0,715</b>			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	<b>12,87</b>	<b>%</b>		
<b>Alle Vergleiche, &lt;18 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	<b>0,57</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	<b>0,31</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>		
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	<b>171</b>			
Steigung b	<b>1,108</b>			
Unsicherheit von b	<b>0,030</b>			
Achsabschnitt a	<b>-1,010</b>			
Unsicherheit von a	<b>0,304</b>			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	<b>17,50</b>	<b>%</b>		

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010				
Prüfling	FIDAS 200 S		SN	SN 0111 & SN 0112
Status Messwerte	Korrektur Steigung & Offset		Grenzwert	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			erlaubte Unsicherheit	25 %
<b>Köln, Sommer</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,66	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,11	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	81		82	
Steigung b	1,036		1,034	
Unsicherheit von b	0,031		0,033	
Achsabschnitt a	-0,518		-0,478	
Unsicherheit von a	0,337		0,351	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	10,06	%	10,40	%
<b>Köln, Winter</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,54	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,51	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	51		50	
Steigung b	0,976		0,942	
Unsicherheit von b	0,013		0,013	
Achsabschnitt a	0,962		0,951	
Unsicherheit von a	0,291		0,303	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	8,36	%	9,90	%
<b>Bonn</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,65	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	50		50	
Steigung b	1,034		0,993	
Unsicherheit von b	0,023		0,025	
Achsabschnitt a	-0,394		-0,144	
Unsicherheit von a	0,531		0,575	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	11,94	%	12,42	%
<b>Bornheim</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,42	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,46	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	45		45	
Steigung b	1,124		1,098	
Unsicherheit von b	0,050		0,050	
Achsabschnitt a	-1,027		-1,137	
Unsicherheit von a	0,598		0,598	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	21,34	%	16,63	%
<b>Alle Vergleiche, <math>\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,63	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,78	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	54		54	
Steigung b	0,994		0,948	
Unsicherheit von b	0,023		0,024	
Achsabschnitt a	0,515		1,011	
Unsicherheit von a	0,701		0,74	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	12,77	%	13,86	%
<b>Alle Vergleiche, <math>&lt; 18 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,57	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,31	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	173		173	
Steigung b	1,130		1,090	
Unsicherheit von b	0,030		0,030	
Achsabschnitt a	-1,095		-0,929	
Unsicherheit von a	0,304		0,308	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	20,87	%	15,14	%
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,44	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	227		227	
Steigung b	1,017	nicht signifikant	0,981	nicht signifikant
Unsicherheit von b	0,010		0,010	
Achsabschnitt a	-0,053	nicht signifikant	0,111	nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,176		0,182	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	10,57	%	10,89	%



Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas<sup>®</sup>  
200 S bzw. Fidas<sup>®</sup> 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

Seite 205 von 568

Tabelle 51: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 0111 & SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub> nach Korrektur Steigung / Achsabschnitt

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010				
Prüfung	FIDAS 200 S	SN	SN 0111 & SN 0112	
Status Messwerte	Steigung & Offset korrigiert	Grenzwert erlaubte Unsicherheit	50 25	µg/m <sup>3</sup> %
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,64			µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	227			
Steigung b	0,999			nicht signifikant
Unsicherheit von b	0,011			
Achsabschnitt a	0,015			nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,249			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	7,22			%
<b>Alle Vergleiche, ≥30 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,67			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,10			µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	35			
Steigung b	0,949			
Unsicherheit von b	0,036			
Achsabschnitt a	2,181			
Unsicherheit von a	1,530			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	10,17			%
<b>Alle Vergleiche, &lt;30 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,61			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,55			µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	192			
Steigung b	1,023			
Unsicherheit von b	0,021			
Achsabschnitt a	-0,408			
Unsicherheit von a	0,364			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	7,23			%

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010				
Prüfling	FIDAS 200 S		SN	SN 0111 & SN 0112
Status Messwerte	Steigung & Offset korrigiert		Grenzwert	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			erlaubte Unsicherheit	25 %
<b>Köln, Sommer</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	81		82	
Steigung b	0,986		0,970	
Unsicherheit von b	0,026		0,026	
Achsabschnitt a	-0,098		0,009	
Unsicherheit von a	0,463		0,462	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	7,28 %		8,86 %	
<b>Köln, Winter</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	51		50	
Steigung b	1,006		0,971	
Unsicherheit von b	0,014		0,014	
Achsabschnitt a	0,238		0,216	
Unsicherheit von a	0,378		0,377	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	6,23 %		7,62 %	
<b>Bonn</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	50		50	
Steigung b	0,985		0,948	
Unsicherheit von b	0,026		0,027	
Achsabschnitt a	1,372		1,510	
Unsicherheit von a	0,776		0,817	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	8,95 %		10,01 %	
<b>Bornheim</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	47		47	
Steigung b	1,064		1,022	
Unsicherheit von b	0,037		0,037	
Achsabschnitt a	-0,425		-0,597	
Unsicherheit von a	0,693		0,681	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	13,33 %		7,44 %	
<b>Alle Vergleiche, <math>\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	35		35	
Steigung b	0,979		0,919	
Unsicherheit von b	0,036		0,037	
Achsabschnitt a	1,526		2,795	
Unsicherheit von a	1,539		1,56	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	10,30 %		11,37 %	
<b>Alle Vergleiche, <math>&lt; 30 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	194		194	
Steigung b	1,046		1,002	
Unsicherheit von b	0,021		0,020	
Achsabschnitt a	-0,510		-0,305	
Unsicherheit von a	0,372		0,358	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	9,79 %		6,52 %	
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	229		229	
Steigung b	1,017		0,981	
Unsicherheit von b	0,011		0,011	
Achsabschnitt a	-0,037		0,081	
Unsicherheit von a	0,252		0,249	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	8,05 %		8,01 %	
		nicht signifikant		nicht signifikant
		nicht signifikant		nicht signifikant

## **6.1 5.5 Anforderungen an Mehrkomponentenmesseinrichtungen**

*Mehrkomponentenmesseinrichtungen müssen die Anforderungen für jede Einzelkomponente erfüllen, auch bei Simultanbetrieb aller Messkanäle.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Nicht zutreffend.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Messeinrichtung Fidas<sup>®</sup> 200 S ist ein automatisches Messgerät auf Basis von Streulichtmessung. Die Messwertausgabe für die Staubfraktionen erfolgt kontinuierlich und simultan.

Die Prüfung erfolgte nach den Prüfvorschriften einzeln für die verschiedenen Fraktionen.

## **6.4 Auswertung**

Die Auswertung bezogen auf die einzelnen Mindestanforderungen erfolgte bezogen auf die jeweiligen Messkomponenten.

## **6.5 Bewertung**

Bei der Bewertung der Mindestanforderungen lagen die Messergebnisse für alle zwei Komponenten simultan vor.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **7. Erweiterung der Äquivalenzprüfung um englische Vergleichskampagnen**

Im Anschluss an die Eignungsprüfung in Deutschland, bestehend aus Labortest und Feldtest (4 Vergleichskampagnen), wurden mit den beiden Prüflingen SN 0111 und SN 0112 zwei weitere Vergleichskampagnen beim National Physical Laboratory NPL in Teddington (UK) durchgeführt. Ziel ist hierbei die Zulassung (MCERTS bzw. DEFRA Approval) der Messeinrichtung Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200 für den Einsatz in Großbritannien (MCERTS bzw. DEFRA Approval).

Vor dem Hintergrund einer europäischen Harmonisierung und zur Steigerung der Robustheit der Äquivalenzprüfung wird daher unter diesem Punkt eine erweiterte Äquivalenzprüfung für die Kombination der 4 Vergleichskampagnen aus Deutschland mit den 2 Vergleichskampagnen aus UK dargestellt. Im Rahmen der Auswertung wurden die Messdaten mit dem Auswertalgorithmus PM\_ENVIRO\_0011 ermittelt.

Die Untersuchungen vor Ort wurden von den britischen Prüfinstituten Bureau Veritas UK sowie National Physical Laboratory NPL durchgeführt. Die erzielten Messdaten wurden parallel und unabhängig von TÜV Rheinland und Bureau Veritas UK ausgewertet.

Die Darstellung der Auswertungen erfolgt in den nachfolgenden Punkten in Kapitel 7 sowie in Anlage 8 und 9 zu diesem Bericht. Dabei wird auf eine erneute ausführliche Darstellung der deutschen Vergleichskampagnen verzichtet – diese sind unter Punkt 6.1 5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen abs bzw. 6.1 5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge zu finden.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, da sich die beiden zusätzlichen Vergleichskampagnen aus UK sehr gut zu den vorhandenen 4 Kampagnen aus Deutschland einfügen und der Nachweis der Äquivalenz auch mit insgesamt 6 Vergleichskampagnen sowohl für PM<sub>10</sub> wie auch für PM<sub>2,5</sub> sicher erbracht werden kann.

## 7.1 5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs}$ (PM\_ENVIRO\_0011, D+UK)

*Bei der Prüfung von PM<sub>2,5</sub>-Messeinrichtungen ist die Unsicherheit zwischen den Prüflingen nach Kapitel 9.5.3.1 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ im Feldtest an mindestens vier für den späteren Einsatz repräsentativen Probenahmeorten zu ermitteln.*

*Die Untersuchungen werden auch für die Komponente PM<sub>10</sub> durchgeführt.*

## 7.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## 7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest in sechs verschiedenen Vergleichskampagnen durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten sowie unterschiedlich hohe PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub> Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG [8]. Für PM<sub>2,5</sub> liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 17 µg/m<sup>3</sup>, für PM<sub>10</sub> bei 28 µg/m<sup>3</sup>. Wenn dies auf Grund niedriger Konzentrationslevel nicht gewährleistet werden kann, wird eine Mindestanzahl von 32 Wertepaaren als ausreichend erachtet (Stand WG15 Januar 2015).

Es wurden für jede Vergleichskampagne mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (6 Vergleiche, für PM<sub>10</sub>: 318 valide Messwertpaare für SN 0111, 318 valide Messwertpaare für SN 0112; für PM<sub>2,5</sub>: 315 valide Messwertpaare für SN 0111, 315 valide Messwertpaare für SN 0112) liegen insgesamt 24,3 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 17 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub> sowie insgesamt 17,7 % (entspricht 56 > 32 Messwertpaaren) der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 28 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub>. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

## 7.4 Auswertung

Gemäß **Punkt 9.5.3.1** des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ gilt:

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$  muss  $\leq 2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegen. Eine Unsicherheit über  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zwischen den beiden Prüflingen ist ein Hinweis, dass die Leistung eines oder beider Systeme unzureichend ist und die Gleichwertigkeit nicht erklärt werden kann.

Die Unsicherheit wird dabei ermittelt für:

- Alle Standorte bzw. Vergleiche gemeinsam (Kompletter Datensatz)
- 1 Datensatz mit Messwerten  $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>2,5</sub> (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten  $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>10</sub> (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Darüber hinaus erfolgt in diesem Bericht auch eine Auswertung für die folgenden Datensätze:

- Jeden Standort bzw. Vergleich einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten < 18 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub> (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten < 30 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub> (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$  wird aus den Differenzen aller Tagesmittelwerte (24 h-Werte) der Prüflinge, die parallel betrieben werden, nach folgender Gleichung berechnet:

$$u_{bs}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{i,1} - y_{i,2})^2}{2n}$$

mit  $y_{i,1}$  und  $y_{i,2}$  = Ergebnisse der parallelen Messungen einzelner 24h-Werte  $i$   
 $n$  = Anzahl der 24h-Werte

## 7.5 Bewertung

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$  liegt mit maximal 0,85 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub> und mit maximal 1,19 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub> unterhalb des geforderten Wertes von 2,5 µg/m<sup>3</sup>.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 52 und Tabelle 53 führen die berechneten Werte für die Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$  auf. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 102 bis Abbildung 111.

Tabelle 52: Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$  für die Testgeräte SN 0111 und SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, PM\_ENVIRO\_0011

Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{bs}$
SN			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>0111 / 0112</b>	<b>Alle Standorte</b>	<b>375</b>	<b>0,48</b>
Einzelstandorte			
0111 / 0112	Köln, Sommer	101	0,12
0111 / 0112	Köln, Winter	66	0,55
0111 / 0112	Bonn, Winter	60	0,70
0111 / 0112	Bornheim, Sommer	58	0,50
0111 / 0112	Teddington, Winter	45	0,55
0111 / 0112	Teddington, Sommer	45	0,37
Klassierung über Referenzwerte			
<b>0111 / 0112</b>	<b>Werte <math>\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>67</b>	<b>0,85</b>
0111 / 0112	Werte $< 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	246	0,32

Tabelle 53: Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$  für die Testgeräte SN 0111 und SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, PM\_ENVIRO\_0011

Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{bs}$
SN			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>0111 / 0112</b>	<b>Alle Standorte</b>	<b>375</b>	<b>0,67</b>
Einzelstandorte			
0111 / 0112	Köln, Sommer	101	0,27
0111 / 0112	Köln, Winter	66	0,67
0111 / 0112	Bonn, Winter	60	0,90
0111 / 0112	Bornheim, Sommer	58	0,87
0111 / 0112	Teddington, Winter	45	0,76
0111 / 0112	Teddington, Sommer	45	0,56
Klassierung über Referenzwerte			
<b>0111 / 0112</b>	<b>Werte <math>\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>67</b>	<b>1,19</b>
0111 / 0112	Werte $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	246	0,57



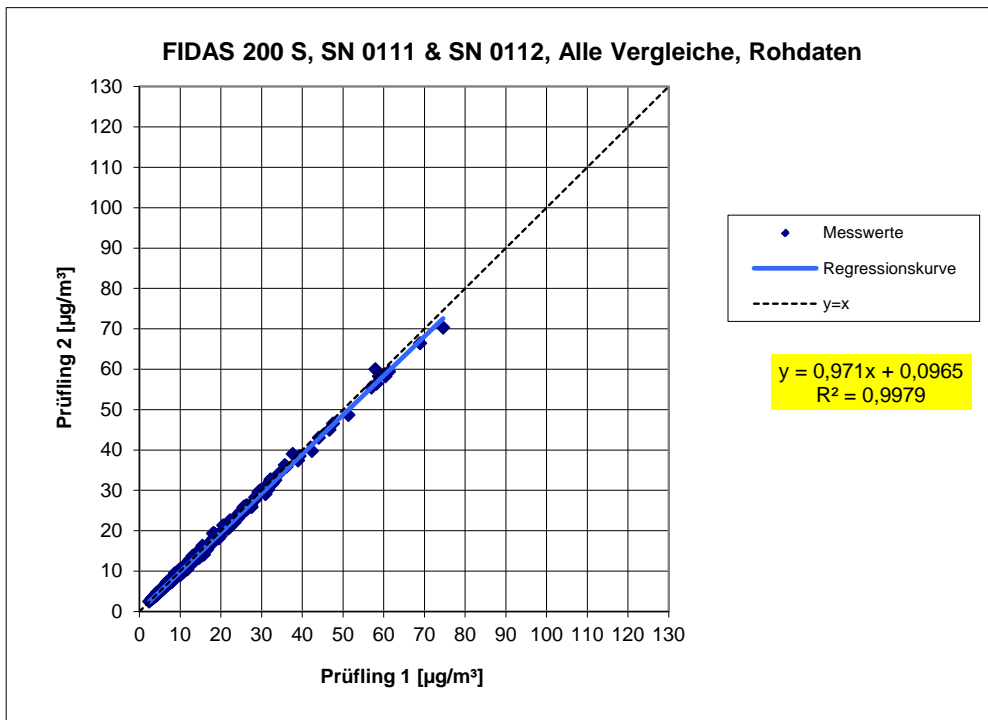


Abbildung 102: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, alle Standorte (D+UK), PM\_ENVIRO\_0011

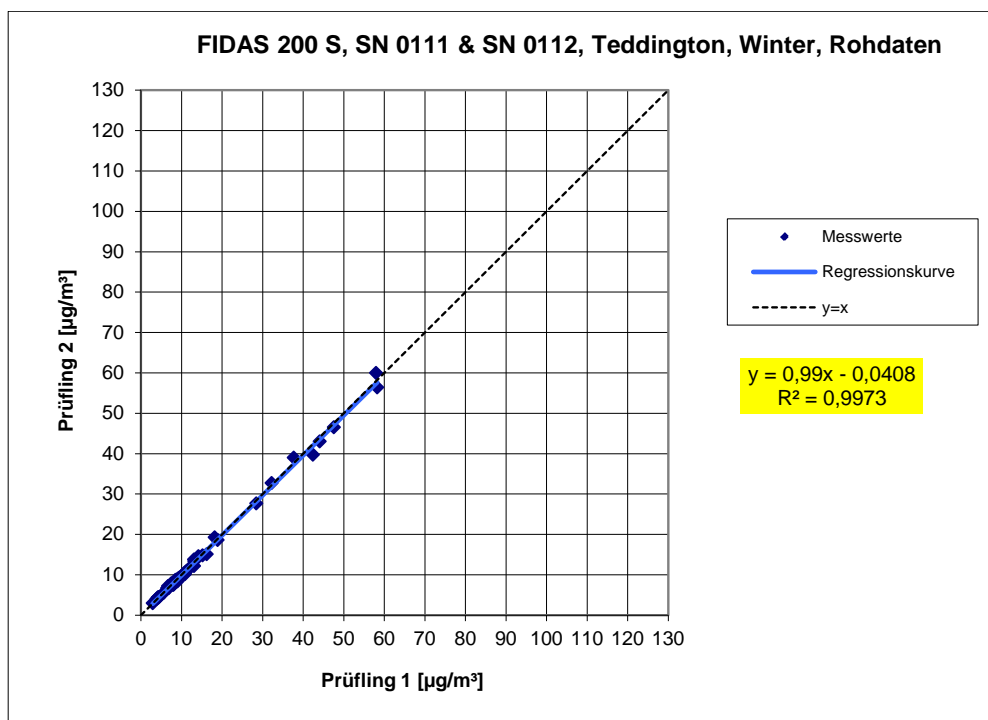


Abbildung 103: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Standort Teddington, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

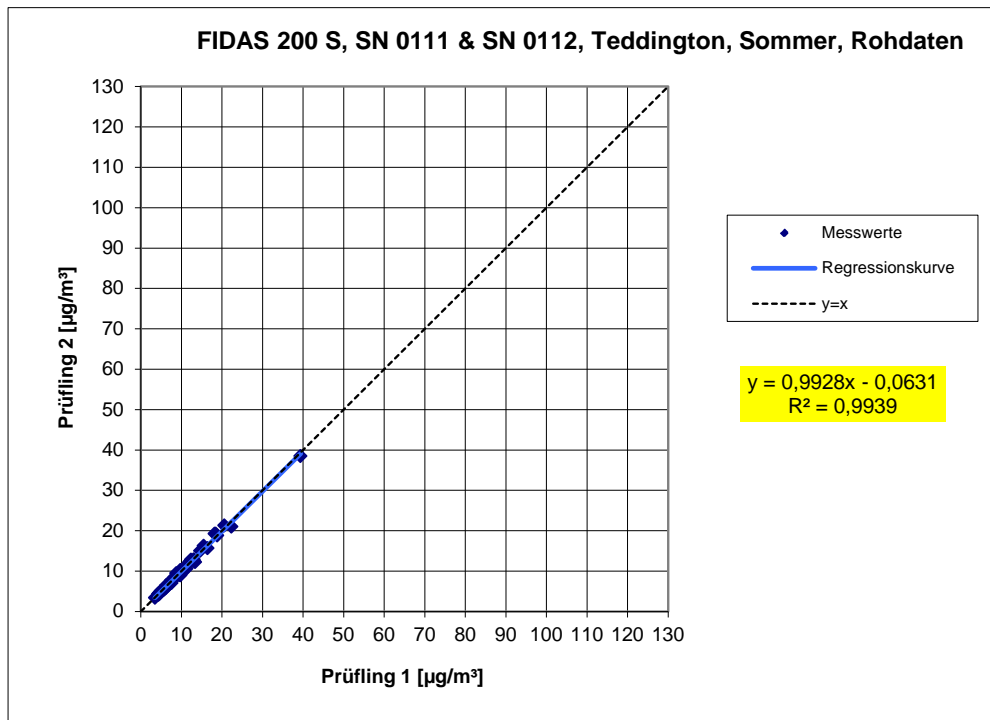


Abbildung 104: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Standort Teddington, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

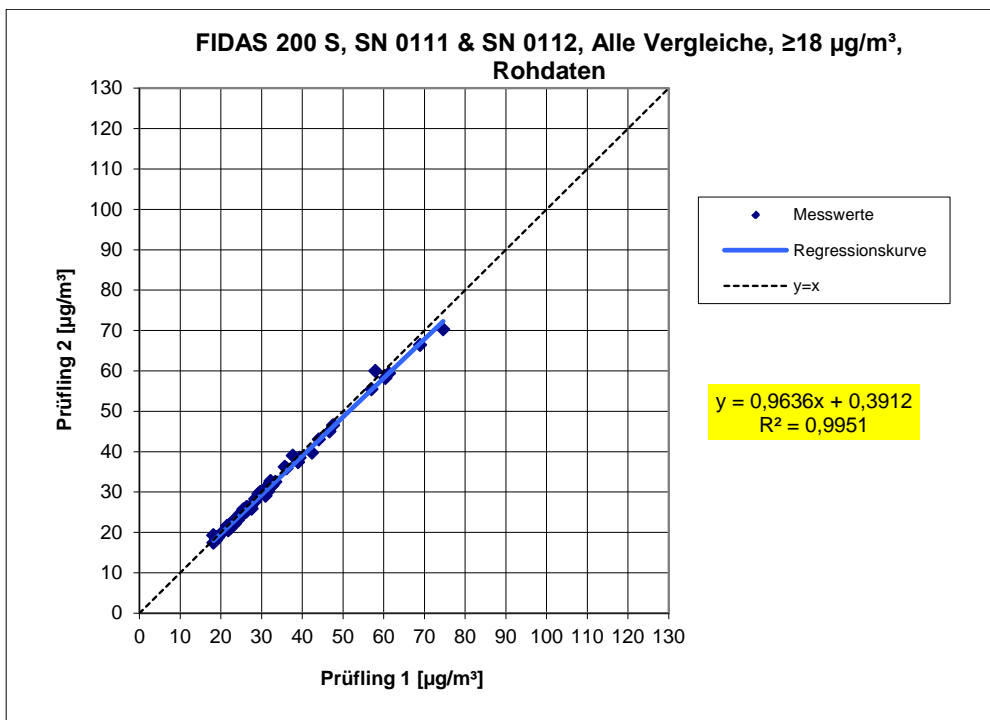


Abbildung 105: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, alle Standorte (D+UK), Werte  $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM\_ENVIRO\_0011

**TÜV Rheinland Energy GmbH**  
Luftreinhaltung

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S bzw. Fidas® 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C



Seite 215 von 568

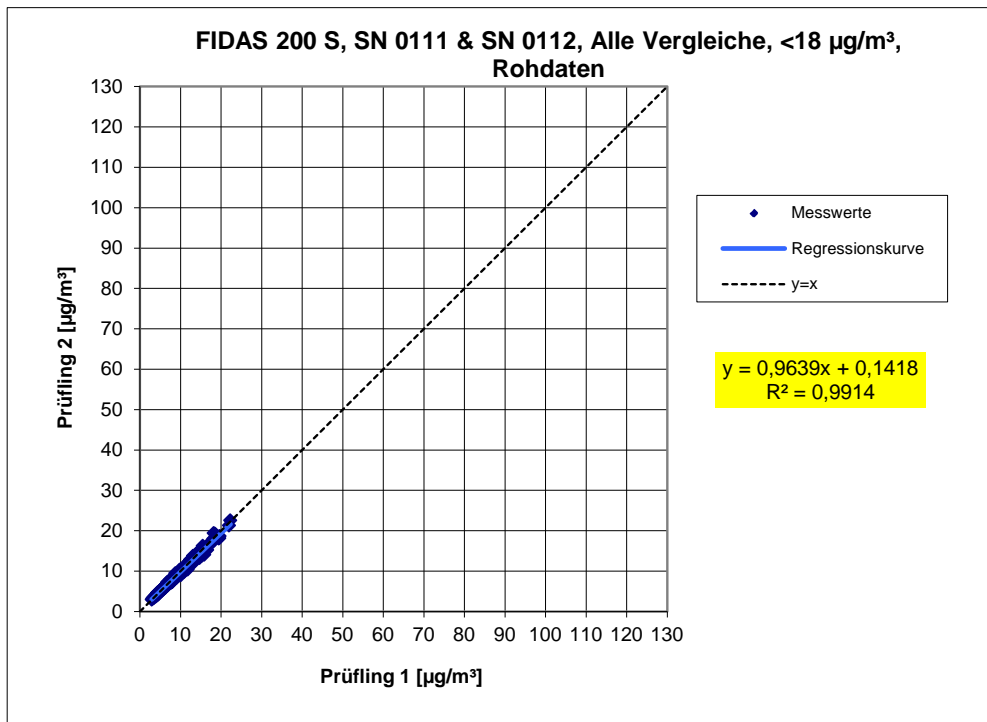


Abbildung 106: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, alle Standorte (D+UK), Werte < 18 µg/m³, PM\_ENVIRO\_0011

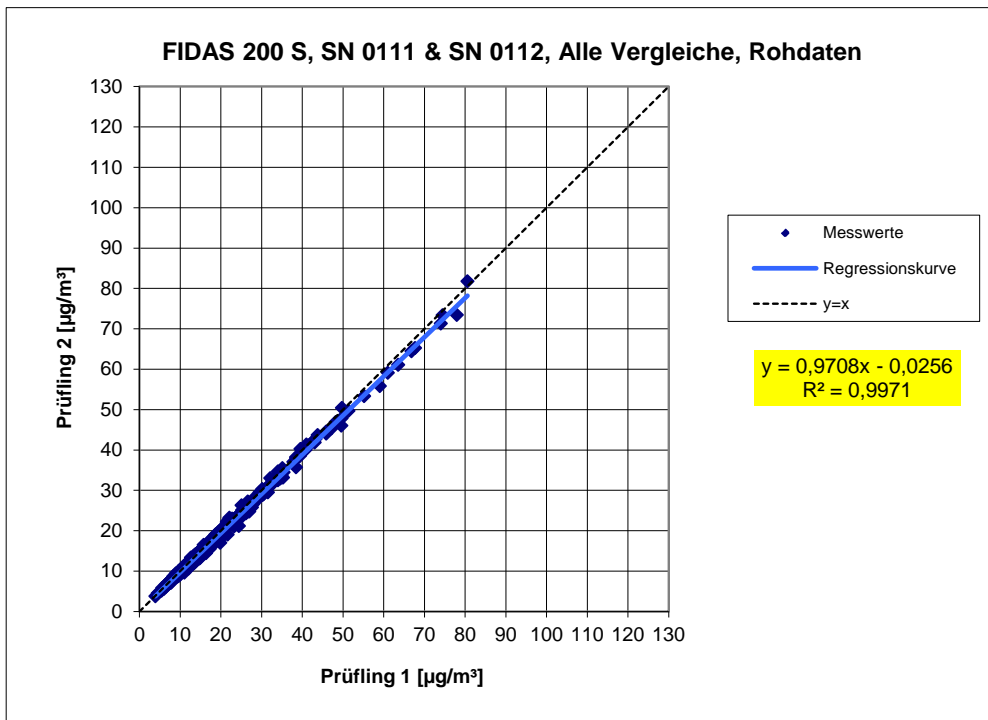


Abbildung 107: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte (D+UK), PM\_ENVIRO\_0011

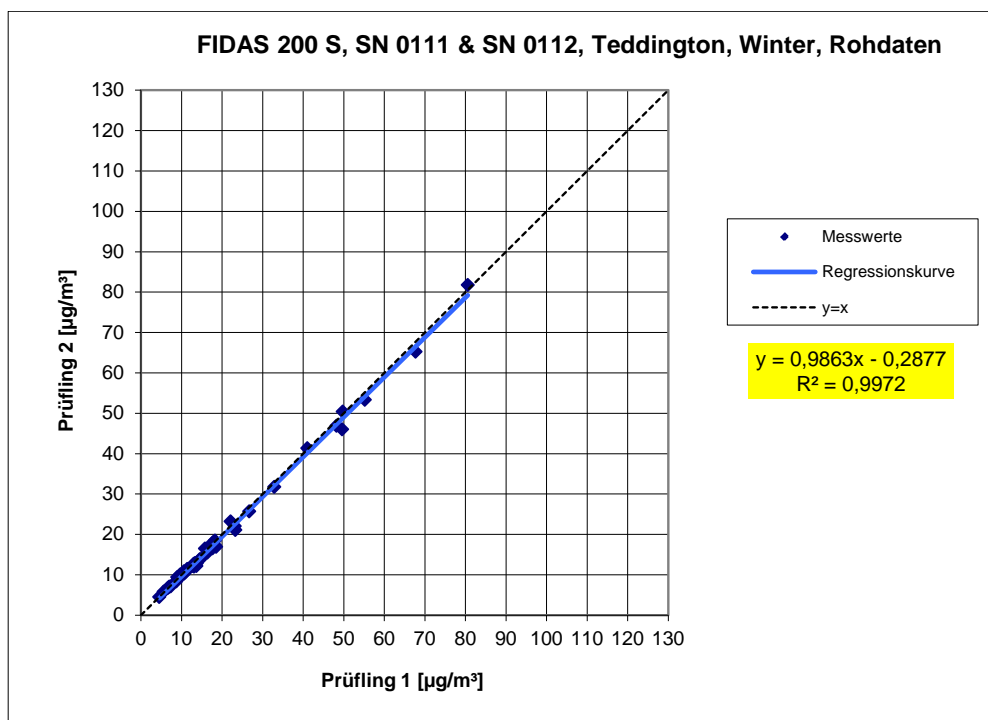


Abbildung 108: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Teddington, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

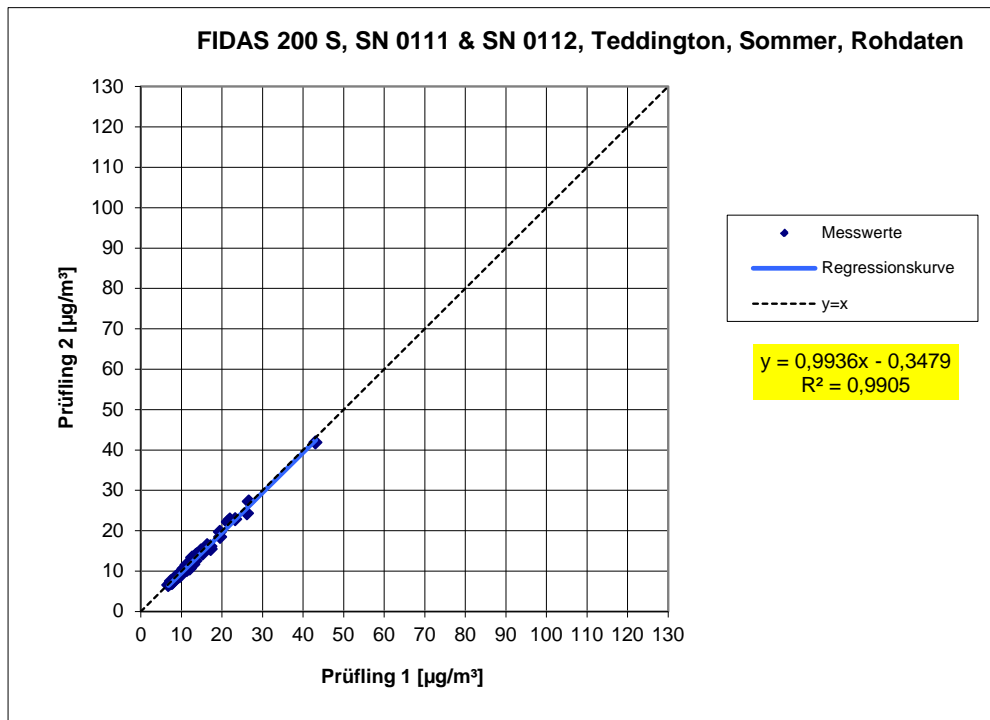


Abbildung 109: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Teddington, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

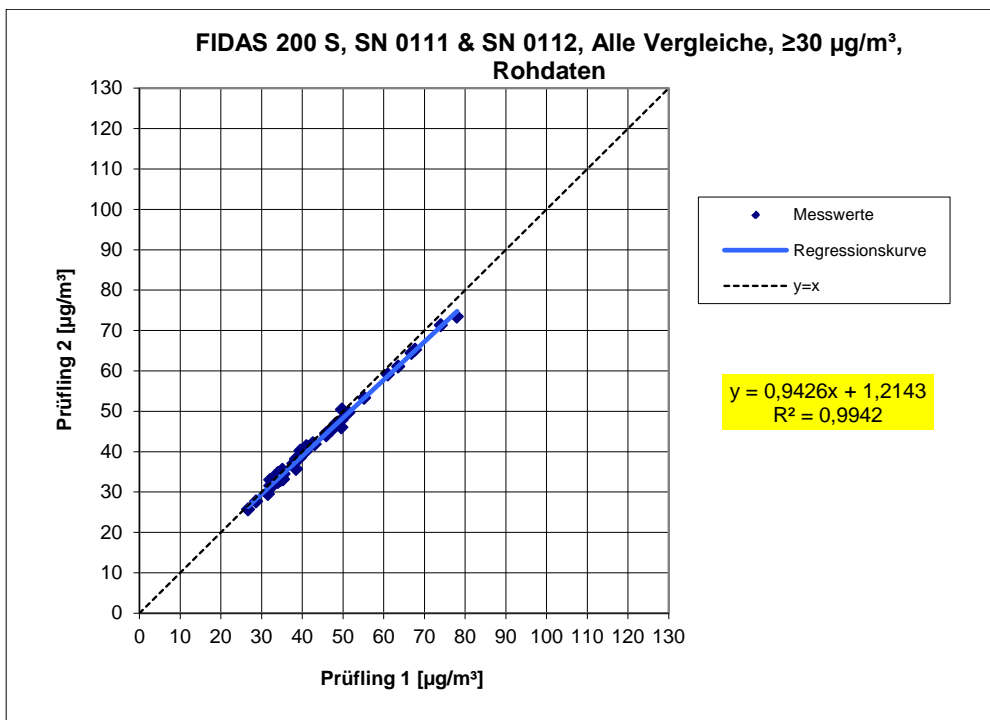


Abbildung 110: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte (D+UK), Werte  $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM\_ENVIRO\_0011

**TÜV Rheinland Energy GmbH**  
Luftreinhaltung

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S bzw. Fidas® 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C



Seite 219 von 568

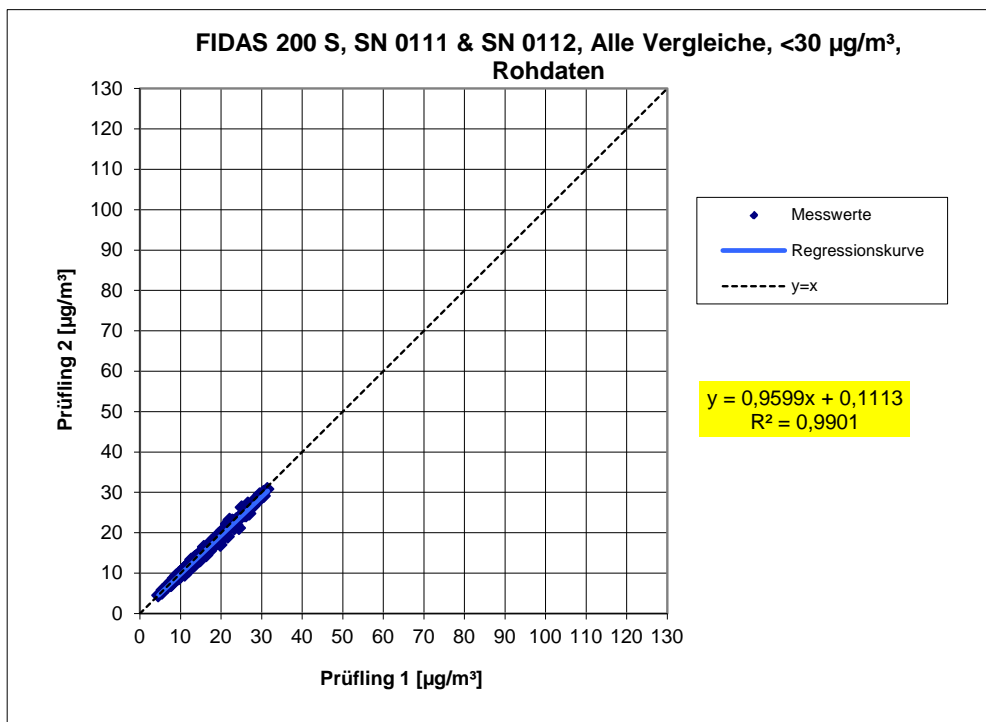


Abbildung 111: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte (D+UK), Werte < 30 µg/m<sup>3</sup>, PM\_ENVIRO\_0011



## 7.1 5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge (PM\_ENVIRO\_0011, D+UK)

*Bei der Prüfung von PM<sub>2,5</sub>-Messeinrichtungen ist die Gleichwertigkeit zum Referenzverfahren gemäß Kapitel 9.5.3.2 bis 9.6 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ im Feldtest an mindestens vier für den späteren Einsatz repräsentativen Probenahmeorten zu nachzuweisen. Die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge ist mit den Anforderungen an die Datenqualität nach Anhang A der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) zu vergleichen.*

*Die Untersuchungen werden auch für die Komponente PM<sub>10</sub> durchgeführt.*

## 7.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für diesen Prüfpunkt kamen zusätzlich die Geräte entsprechend Punkt 5 des vorliegenden Berichts zum Einsatz.

## 7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest in sechs verschiedenen Vergleichskampagnen durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten sowie unterschiedlich hohe PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub> Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG [8]. Für PM<sub>2,5</sub> liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 17 µg/m<sup>3</sup>, für PM<sub>10</sub> bei 28 µg/m<sup>3</sup>. Wenn dies auf Grund niedriger Konzentrationslevel nicht gewährleistet werden kann, wird eine Mindestanzahl von 32 Wertepaaren als ausreichend erachtet (Stand WG15 Januar 2015).

Es wurden für jede Vergleichskampagne mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (6 Vergleiche, für PM<sub>10</sub>: 318 valide Messwertpaare für SN 0111, 318 valide Messwertpaare für SN 0112; für PM<sub>2,5</sub>: 315 valide Messwertpaare für SN 0111, 315 valide Messwertpaare für SN 0112) liegen insgesamt 24,3% der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 17 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub> sowie insgesamt 17,7 % (entspricht 56 > 32 Messwertpaaren) der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 28 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub>. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

## 7.4 Auswertung

[Punkt 9.5.3.2] Der Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge wird die Überprüfung der Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten  $u_{ref}$  vorangestellt.

Die Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten  $u_{ref}$  wird analog der Unsicherheit zwischen den Prüflingen bestimmt und muss  $\leq 2$  µg/m<sup>3</sup> sein.

Die Ergebnisse der Auswertung sind unter Punkt 8.6 zu diesem Prüfpunkt dargestellt.

Um die Vergleichbarkeit der Prüflinge  $y$  mit dem Referenzverfahren  $x$  zu beurteilen, wird ein linearer Zusammenhang  $y_i = a + bx_i$  zwischen den Messergebnissen beider Methoden angenommen. Der Zusammenhang zwischen den Mittelwerten der Referenzgeräte und den jeweils einzeln zu betrachtenden Prüflingen wird mittels orthogonaler Regression hergestellt.

Die Regression wird berechnet für:

- Alle Standorte bzw. Vergleiche gemeinsam
- Jeden Standort bzw. Vergleich einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten  $PM_{2,5} \geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten  $PM_{10} \geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Zur weiteren Auswertung wird die Ergebnisunsicherheit  $u_{c,s}$  der Prüflinge aus dem Vergleich mit dem Referenzverfahren gemäß der folgenden Gleichung beschrieben, welche  $u_{CR}$  als eine Funktion der Feinstaubkonzentration  $x_i$  beschreibt.

$$u_{CR}^2(y_i) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + [a + (b-1)x_i]^2$$

Mit RSS = Summe der (relativen) Residuen aus der orthogonalen Regression

$u(x_i)$  = zufällige Unsicherheit des Referenzverfahrens, sofern der Wert von  $u_{bs}$ , der für den Einsatz der Prüflinge berechnet wird, in diesem Test verwendet werden kann

(siehe Punkt 6.1 5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$ )

Algorithmen zur Berechnung des Achsabschnitts  $a$  sowie der Steigung  $b$  und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [5] ausführlich beschrieben.

Die Summe der (relativen) Residuen RSS wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$RSS = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2$$

Die Unsicherheit  $u_{CR}$  wird berechnet für:

- Alle Standorte bzw. Vergleiche gemeinsam
- Jeden Standort bzw. Vergleich einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten  $PM_{2,5} \geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten  $PM_{10} \geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Voraussetzung für die Akzeptanz des Gesamtdatensatzes ist gemäß Leitfaden:

- Die Steigung  $b$  ist insignifikant verschieden von 1:  $|b-1| \leq 2 \cdot u(b)$

Und

- Der Achsabschnitt  $a$  ist insignifikant verschieden von 0:  $|a| \leq 2 \cdot u(a)$

Wobei  $u(b)$  und  $u(a)$  die Standardunsicherheiten der Steigung und des Achsabschnitts beschreiben, berechnet als Wurzel der Varianz. Wenn diese Vorbedingungen nicht erfüllt sind, dann können die Prüflinge gemäß Punkt 9.7 des Leitfadens kalibriert werden (siehe auch 7.1 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (PM\_ENVIRO\_0011, D+UK)). Die Kalibrierung darf nur für den Gesamtdatensatz durchgeführt werden.

[Punkt 9.5.4] Für alle Datensätze wird die kombinierte Unsicherheit der Prüflinge  $w_{c,CM}$  durch Kombination der Beiträge aus 9.5.3.1 und 9.5.3.2 gemäß der folgenden Gleichung berechnet:

$$w_{c,CM}^2(y_i) = \frac{u_{CR}^2(y_i)}{y_i^2}$$

Für jeden Datensatz wird die Unsicherheit  $w_{c,CM}$  auf einem Level von  $y_i = 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$  sowie auf einem Level von  $y_i = 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  berechnet.

[Punkt 9.5.5] Für jeden Datensatz wird die erweiterte relative Unsicherheit der Ergebnisse der Prüflinge durch Multiplizieren von  $w_{c,CM}$  mit einem Erweiterungsfaktor  $k$  nach folgender Gleichung berechnet:

$$W_{CM} = k \cdot w_{c,CM}$$

In der Praxis wird bei großen  $n$  für  $k=2$  eingesetzt.

[Punkt 9.6]

Die größte resultierende Unsicherheit  $W_{CM}$  wird mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [8] verglichen und bewertet. Es sind zwei Fälle möglich:

1.  $W_{CM} \leq W_{dqo}$  → Prüfling wird als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.
2.  $W_{CM} > W_{dqo}$  → Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.

Die festgelegte erweiterte relative Unsicherheit  $W_{dqo}$  beträgt für Feinstaub 25 % [8].

## 7.5 Bewertung

Die ermittelten Unsicherheiten  $W_{CM}$  liegen für  $\text{PM}_{10}$  für alle betrachteten Datensätze ohne Anwendung von Korrekturfaktoren unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit  $W_{dqo}$  von 25 % für Feinstaub. Die ermittelten Unsicherheiten  $W_{CM}$  liegen für  $\text{PM}_{2,5}$  für alle betrachteten Datensätze mit Ausnahme von Bornheim, Sommer ohne Anwendung von Korrekturfaktoren unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit  $W_{dqo}$  von 25 % für Feinstaub. Die Anwendung von Korrekturfaktoren ist gemäß Punkt 7.1 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (PM\_ENVIRO\_0011, D+UK) entsprechend vorzunehmen.

Mindestanforderung erfüllt? nein

Auf Grund der überschrittenen Unsicherheit am Standort „Bornheim, Sommer“, der Signifikanz der Steigung für den Gesamtdatensatz für PM<sub>2,5</sub> und der Signifikanz für Steigung und Achsabschnitt für PM<sub>10</sub> erfolgt eine Anwendung von Korrekturfaktoren gemäß Kapitel 7.1

5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (PM\_ENVIRO\_0011, D+UK).

Nachfolgende Tabelle 54 sowie Tabelle 55 zeigen einen Überblick über alle Ergebnisse der Äquivalenzprüfung für den Prüfling Fidas<sup>®</sup> 200 S für PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>. Für den Fall, dass ein Kriterium nicht erfüllt wird, ist die entsprechende Zelle mit roter Farbe hinterlegt.

Tabelle 54: Übersicht Äquivalenzprüfung Fidas<sup>®</sup> 200 S für PM<sub>2,5</sub> (D+UK, PM\_ENVIRO\_0011)

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010				
Prüfling	FIDAS 200 S	SN	SN 0111 & SN 0112	
Status Messwerte	Rohdaten	Grenzwert	30	µg/m <sup>3</sup>
		erlaubte Unsicherheit	25	%
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	<b>0,53</b>			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	<b>0,48</b>			µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	313			
Steigung b	<b>1,060</b>			signifikant
Unsicherheit von b	<b>0,008</b>			
Achsabschnitt a	<b>-0,210</b>			nicht signifikant
Unsicherheit von a	<b>0,144</b>			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	<b>14,43</b>			%
<b>Alle Vergleiche, ≥18 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	<b>0,60</b>			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	<b>0,85</b>			µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	67			
Steigung b	<b>1,041</b>			
Unsicherheit von b	<b>0,021</b>			
Achsabschnitt a	<b>0,300</b>			
Unsicherheit von a	<b>0,668</b>			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	<b>16,63</b>			%
<b>Alle Vergleiche, &lt;18 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	<b>0,51</b>			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	<b>0,32</b>			µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	246			
Steigung b	<b>1,133</b>			
Unsicherheit von b	<b>0,024</b>			
Achsabschnitt a	<b>-0,866</b>			
Unsicherheit von a	<b>0,237</b>			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	<b>22,55</b>			%

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas<sup>®</sup>  
200 S bzw. Fidas<sup>®</sup> 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

Seite 225 von 568

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010				
Prüfung	FIDAS 200 S	SN	SN 0111 & SN 0112	
Status Messwerte	Rohdaten	Grenzwert	30	µg/m <sup>3</sup>
		erlaubte Unsicherheit	25	%
<b>Köln, Sommer</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,66	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,12	µg/m <sup>3</sup>		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	81		82	
Steigung b	1,119		1,116	
Unsicherheit von b	0,034		0,035	
Achsabschnitt a	-0,925		-0,885	
Unsicherheit von a	0,363		0,378	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	20,11	%	20,13	%
<b>Köln, Winter</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,54	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,55	µg/m <sup>3</sup>		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	51		50	
Steigung b	1,051		1,014	
Unsicherheit von b	0,014		0,014	
Achsabschnitt a	0,691		0,679	
Unsicherheit von a	0,313		0,326	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	17,05	%	11,42	%
<b>Bonn</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,70	µg/m <sup>3</sup>		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	50		50	
Steigung b	1,114		1,070	
Unsicherheit von b	0,025		0,027	
Achsabschnitt a	-0,783		-0,519	
Unsicherheit von a	0,571		0,619	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	21,21	%	16,63	%
<b>Bornheim</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,42	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,50	µg/m <sup>3</sup>		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	45		45	
Steigung b	1,214		1,186	
Unsicherheit von b	0,054		0,054	
Achsabschnitt a	-1,487		-1,606	
Unsicherheit von a	0,644		0,643	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	35,02	%	23,11	%
<b>Teddington, Winter</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,42	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,55	µg/m <sup>3</sup>		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	44		44	
Steigung b	1,022		1,022	
Unsicherheit von b	0,012		0,012	
Achsabschnitt a	-0,007		-0,154	
Unsicherheit von a	0,237		0,220	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	7,71	%	6,65	%
<b>Teddington, Sommer</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,25	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,37	µg/m <sup>3</sup>		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	44		44	
Steigung b	0,991		0,982	
Unsicherheit von b	0,021		0,021	
Achsabschnitt a	0,483		0,418	
Unsicherheit von a	0,246		0,243	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	5,89	%	5,68	%
<b>Alle Vergleiche, ≥18 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,60	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,85	µg/m <sup>3</sup>		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	67		67	
Steigung b	1,060		1,024	
Unsicherheit von b	0,022		0,022	
Achsabschnitt a	0,117		0,443	
Unsicherheit von a	0,681		0,68	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	18,51	%	15,51	%
<b>Alle Vergleiche, &lt;18 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,51	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,32	µg/m <sup>3</sup>		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	248		248	
Steigung b	1,152		1,119	
Unsicherheit von b	0,024		0,024	
Achsabschnitt a	-0,929		-0,827	
Unsicherheit von a	0,241		0,239	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	25,80	%	20,34	%
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,48	µg/m <sup>3</sup>		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	315		315	
Steigung b	1,075	signifikant	1,045	signifikant
Unsicherheit von b	0,009		0,009	
Achsabschnitt a	-0,247	nicht signifikant	-0,154	nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,146		0,146	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	16,71	%	12,75	%



Die Überprüfung der fünf Kriterien aus Punkt 6.1 Methodik der Äquivalenzprüfung ergab folgendes Bild:

- Kriterium 1: Mehr als 20 % der Daten sind größer als  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Kriterium 2: Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ist kleiner als  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Kriterium 3: Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten ist kleiner als  $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Kriterium 4: Alle erweiterten Unsicherheiten bis auf den Standort Bornheim, Sommer liegen unter 25 %.
- Kriterium 5: Bei beiden Prüflingen ist die Steigung bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes signifikant größer als erlaubt.
- Weitere: Es ergibt sich für den Gesamtdatensatz für beide Prüflinge gemeinsam eine Steigung von 1,060 und einen Achsabschnitt von -0,210 bei einer erweiterten Gesamtunsicherheit von 14,43 %.

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas<sup>®</sup>  
200 S bzw. Fidas<sup>®</sup> 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

Seite 227 von 568

Tabelle 55: Übersicht Äquivalenzprüfung Fidas<sup>®</sup> 200 S für PM<sub>10</sub> (D+UK, PM\_ENVIRO\_0011)

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010				
Prüfung	FIDAS 200 S	SN	SN 0111 & SN 0112	
Status Messwerte	Rohdaten	Grenzwert erlaubte Unsicherheit	50 25	µg/m <sup>3</sup> %
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,67	µg/m <sup>3</sup>		
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	316			
Steigung b	1,037	signifikant		
Unsicherheit von b	0,009			
Achsabschnitt a	-1,390	signifikant		
Unsicherheit von a	0,216			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	7,54	%		
<b>Alle Vergleiche, ≥30 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,68	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,19	µg/m <sup>3</sup>		
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	44			
Steigung b	0,991			
Unsicherheit von b	0,035			
Achsabschnitt a	0,704			
Unsicherheit von a	1,545			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	10,92	%		
<b>Alle Vergleiche, &lt;30 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,56	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,57	µg/m <sup>3</sup>		
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	272			
Steigung b	1,045			
Unsicherheit von b	0,018			
Achsabschnitt a	-1,543			
Unsicherheit von a	0,311			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	7,08	%		

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas<sup>®</sup>  
200 S bzw. Fidas<sup>®</sup> 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010					
Prüfung	FIDAS 200 S	SN	SN 0111 & SN 0112		
Status Messwerte	Rohdaten	Grenzwert	50	µg/m <sup>3</sup>	
		erlaubte Unsicherheit	25	%	
<b>Köln, Sommer</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,80	µg/m <sup>3</sup>			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,27	µg/m <sup>3</sup>			
	SN 0111		SN 0112		
Anzahl Wertepaare	81		82		
Steigung b	1,045		1,028		
Unsicherheit von b	0,028		0,028		
Achsabschnitt a	-1,637		-1,524		
Unsicherheit von a	0,490		0,489		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	6,98	%	6,56	%	
<b>Köln, Winter</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53	µg/m <sup>3</sup>			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,67	µg/m <sup>3</sup>			
	SN 0111		SN 0112		
Anzahl Wertepaare	51		50		
Steigung b	1,064		1,027		
Unsicherheit von b	0,015		0,015		
Achsabschnitt a	-1,260		-1,284		
Unsicherheit von a	0,399		0,398		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	9,66	%	5,53	%	
<b>Bonn</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,38	µg/m <sup>3</sup>			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,90	µg/m <sup>3</sup>			
	SN 0111		SN 0112		
Anzahl Wertepaare	50		50		
Steigung b	1,043		1,004		
Unsicherheit von b	0,027		0,029		
Achsabschnitt a	-0,082		0,061		
Unsicherheit von a	0,821		0,865		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	11,98	%	9,29	%	
<b>Bornheim</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,54	µg/m <sup>3</sup>			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,87	µg/m <sup>3</sup>			
	SN 0111		SN 0112		
Anzahl Wertepaare	47		47		
Steigung b	1,128		1,083		
Unsicherheit von b	0,040		0,039		
Achsabschnitt a	-1,986		-2,169		
Unsicherheit von a	0,733		0,720		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	19,05	%	10,63	%	
<b>Teddington, Winter</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,48	µg/m <sup>3</sup>			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,76	µg/m <sup>3</sup>			
	SN 0111		SN 0112		
Anzahl Wertepaare	44		44		
Steigung b	0,999		0,969		
Unsicherheit von b	0,017		0,016		
Achsabschnitt a	-1,598		-1,580		
Unsicherheit von a	0,441		0,420		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	9,16	%	13,91	%	
<b>Teddington, Sommer</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,46	µg/m <sup>3</sup>			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,56	µg/m <sup>3</sup>			
	SN 0111		SN 0112		
Anzahl Wertepaare	45		45		
Steigung b	0,946		0,944		
Unsicherheit von b	0,029		0,031		
Achsabschnitt a	-0,090		-0,502		
Unsicherheit von a	0,474		0,507		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	12,26	%	14,26	%	
<b>Alle Vergleiche, ≥30 µg/m<sup>3</sup></b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,68	µg/m <sup>3</sup>			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,19	µg/m <sup>3</sup>			
	SN 0111		SN 0112		
Anzahl Wertepaare	44		44		
Steigung b	1,021		0,964		
Unsicherheit von b	0,036		0,036		
Achsabschnitt a	0,096		1,252		
Unsicherheit von a	1,574		1,56		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	11,98	%	11,20	%	
<b>Alle Vergleiche, &lt;30 µg/m<sup>3</sup></b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,56	µg/m <sup>3</sup>			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,57	µg/m <sup>3</sup>			
	SN 0111		SN 0112		
Anzahl Wertepaare	274		274		
Steigung b	1,064		1,028		
Unsicherheit von b	0,019		0,018		
Achsabschnitt a	-1,597		-1,522		
Unsicherheit von a	0,320		0,308		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	9,38	%	6,49	%	
<b>Alle Vergleiche</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58	µg/m <sup>3</sup>			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,67	µg/m <sup>3</sup>			
	SN 0111		SN 0112		
Anzahl Wertepaare	318		318		
Steigung b	1,054	signifikant	1,020	signifikant	
Unsicherheit von b	0,010		0,010		
Achsabschnitt a	-1,420	signifikant	-1,355	signifikant	
Unsicherheit von a	0,220		0,216		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	9,13	%	7,47	%	



Die Überprüfung der fünf Kriterien aus Punkt 6.1 Methodik der Äquivalenzprüfung ergab folgendes Bild:

- Kriterium 1: Mehr als 32 valide Wertepaare sind größer als  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
  - Kriterium 2: Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ist kleiner als  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
  - Kriterium 3: Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten ist kleiner als  $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
  - Kriterium 4: Alle erweiterten Unsicherheiten liegen unter 25 %.
  - Kriterium 5: Bei beiden Prüflingen ist die Steigung sowie der der Achsabschnitt bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes signifikant größer als erlaubt.
- Weitere: Es ergibt sich für den Gesamtdatensatz für beide Prüflinge gemeinsam eine Steigung von 1,037 und einen Achsabschnitt von -1,390 bei einer erweiterten Gesamtunsicherheit von 7,54 %.

Die Version vom Januar 2010 des Leitfadens ist nicht eindeutig darin, welche Steigung und welcher Achsabschnitt konkret zur Korrektur eines Prüflings verwendet werden sollen, falls dieser Prüfling die Äquivalenzprüfung nicht besteht. Nach Rücksprache mit dem Vorsitzenden der für die Erstellung des Leitfadens verantwortlichen EU-Arbeitsgruppe Arbeitsgruppe (Herr Theo Hafkenschied) wurde entschieden, dass die Anforderung aus der Version vom November 2005 des Leitfadens weiterhin gültig ist und dass die Steigung und der Achsabschnitt aus der orthogonalen Regression für den Gesamtdatensatz herangezogen werden. Diese sind bei der Überprüfung der fünf Kriterien zusätzlich unter dem Punkt "Weitere" aufgeführt.

Der UK Equivalence Report aus 2006 [10] hat diesen Punkt als Schwachstelle in der Statistik für den Äquivalenznachweis in der November 2005 Version des Leitfadens beschrieben, da „präzisere“ Geräte dadurch benachteiligt werden (Anhang E Abschnitt 4.2). Die gleiche Schwachstelle wurde 1:1 in die Januar 2010 Version des Leitfadens übernommen. Dadurch wird die Messeinrichtung Fidas® 200 S für  $\text{PM}_{2,5}$  sowie  $\text{PM}_{10}$  in der Tat durch die Statistik für seine Präzision benachteiligt. Es wird daher vorgeschlagen, denselben pragmatischen Ansatz zu wählen, der in der Vergangenheit in früheren Studien schon zur Anwendung kam.

Gemäß der Tabelle 54 muss daher aufgrund der ermittelten Signifikanz bei SN 0111 eine Korrektur der Steigung für  $\text{PM}_{2,5}$  erfolgen. Für  $\text{PM}_{10}$  muss gemäß Tabelle 55 aufgrund der ermittelten Signifikanz eine Korrektur der Steigung und des Achsabschnitts erfolgen.

Es ist an dieser Stelle zu beachten, dass die ermittelten Unsicherheiten  $W_{\text{CM}}$  für  $\text{PM}_{10}$  auch ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit  $W_{\text{dqo}}$  von 25 % für Feinstaub liegen.



Für PM<sub>2,5</sub>:

Die Steigung für den Gesamtdatensatz liegt bei 1,060. Es erfolgt daher unter Kapitel 7.1

5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (PM\_ENVIRO\_0011, D+UK) eine zusätzliche Auswertung unter Anwendung des entsprechenden Kalibrierfaktors auf die Datensätze.

Für PM<sub>10</sub>:

Die Steigung für den Gesamtdatensatz liegt bei 1,037. Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei -1,390. Es erfolgt daher unter Kapitel 7.1 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (PM\_ENVIRO\_0011, D+UK) eine zusätzliche Auswertung unter Anwendung der entsprechenden Kalibrierfaktoren auf die Datensätze.

Die überarbeitete Fassung des Leitfadens von Januar 2010 enthält die Forderung, dass für eine richtlinienkonforme Überwachung fortlaufend stichprobenweise Überprüfungen bei einer gewissen Anzahl von Geräten in einem Messnetz durchgeführt werden müssen und dass die Anzahl der betroffenen Messorte abhängig ist von der erweiterten Messunsicherheit des Gerätes. Die entsprechende Umsetzung liegt in der Verantwortung des Messnetzbetreibers oder der zuständigen Behörde des Mitgliedstaates. Allerdings empfiehlt der TÜV Rheinland, dass die erweiterte Unsicherheit des Gesamtdatensatzes (hier: unkorrigierte Rohdaten) hierzu herangezogen wird, nämlich 14,43 % für PM<sub>2,5</sub>, was wiederum eine jährliche Überprüfung an 3 Messorten erfordern würde sowie 7,54 % für PM<sub>10</sub>, was wiederum eine jährliche Überprüfung an 2 Messorten erfordern würde (Leitfaden [5], Kapitel 9.9.2, Tabelle 6). Auf Grund der notwendigen Anwendung der entsprechenden Kalibrierfaktoren, sollte diese Bewertung jedoch auf Basis der Auswertung der korrigierten Datensätze erfolgen (siehe Kapitel 7.1 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (PM\_ENVIRO\_0011, D+UK)).

## 7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 56 und Tabelle 57 zeigen einen Überblick über die Unsicherheiten zwischen den Referenzgeräten  $u_{ref}$  aus den Felduntersuchungen.

Tabelle 56: Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten  $u_{ref}$  für PM<sub>2,5</sub>

Referenz-Geräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{bs}$
Nr.			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 / 2	Köln, Sommer	82	0,66
1 / 2	Köln, Winter	52	0,54
1 / 2	Bonn, Winter	50	0,62
1 / 2	Bornheim, Sommer	47	0,42
1 / 2	Teddington, Winter	44	0,42
1 / 2	Teddington, Sommer	44	0,25
1 / 2	Alle Standorte	319	0,53

Tabelle 57: Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten  $u_{ref}$  für PM<sub>10</sub>

Referenz-Geräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{bs}$
Nr.			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 / 2	Köln, Sommer	82	0,80
1 / 2	Köln, Winter	52	0,53
1 / 2	Bonn, Winter	50	0,38
1 / 2	Bornheim, Sommer	49	0,54
1 / 2	Teddington, Winter	44	0,48
1 / 2	Teddington, Sommer	45	0,46
1 / 2	Alle Standorte	322	0,58

Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten  $u_{ref}$  ist an allen Standorten  $< 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

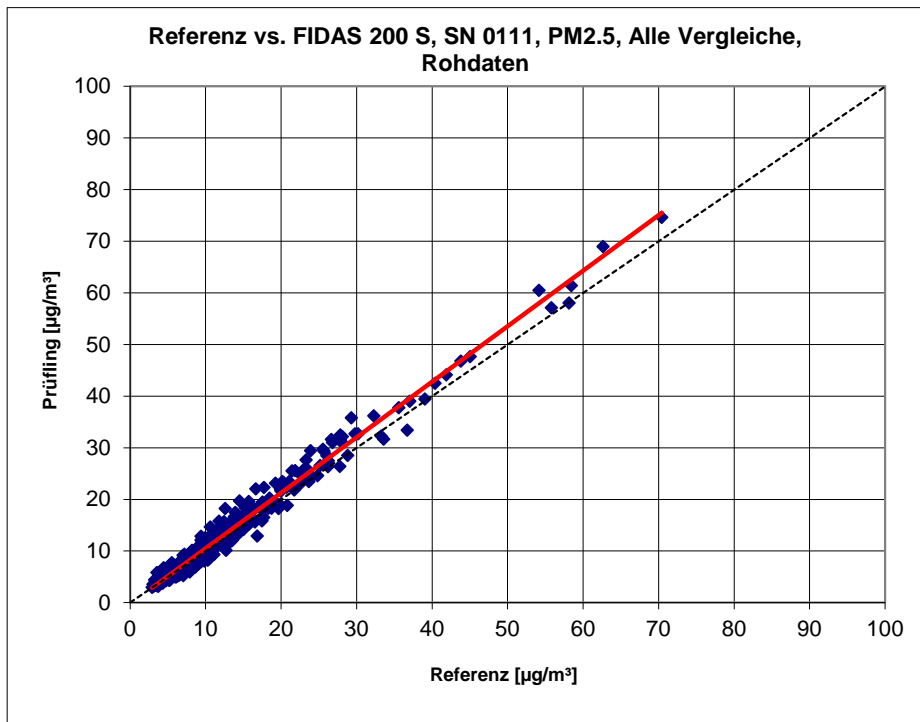


Abbildung 112: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, alle Standorte, (D+UK), PM\_ENVIRO\_0011

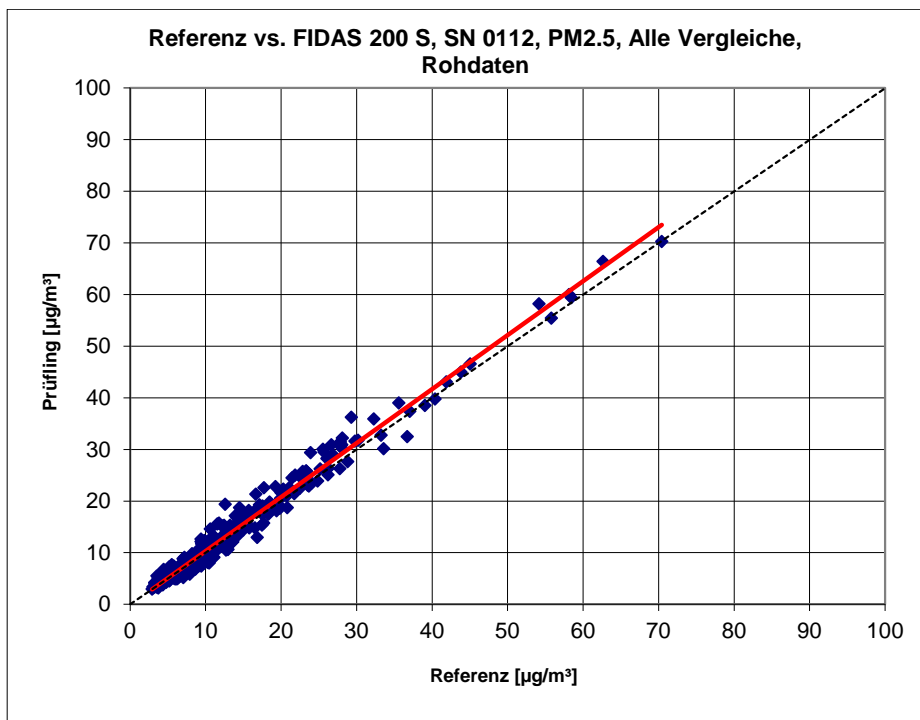


Abbildung 113: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, alle Standorte, (D+UK), PM\_ENVIRO\_0011

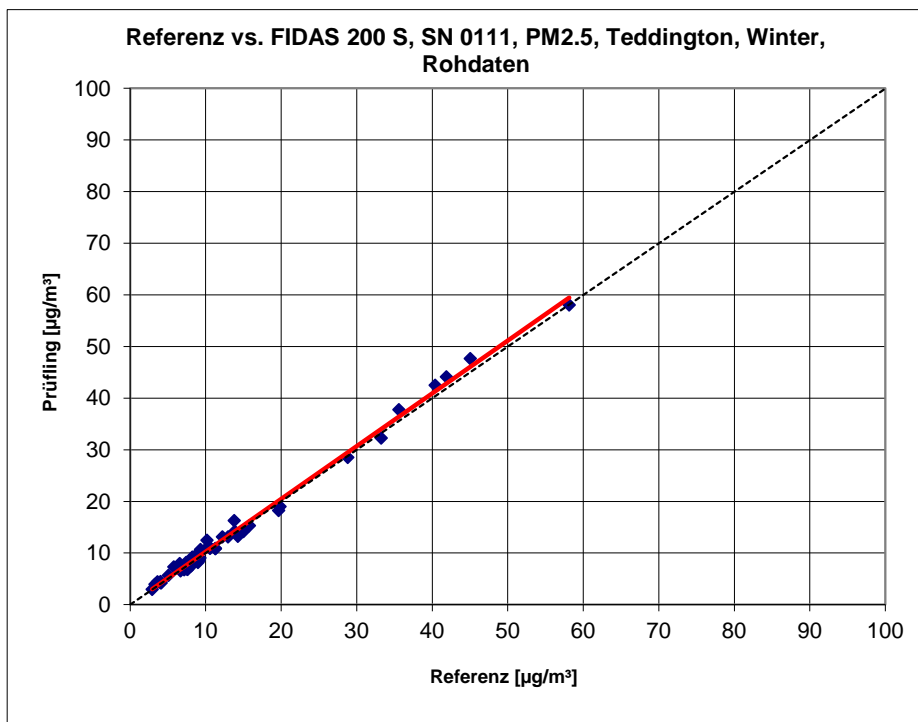


Abbildung 114: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Teddington, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

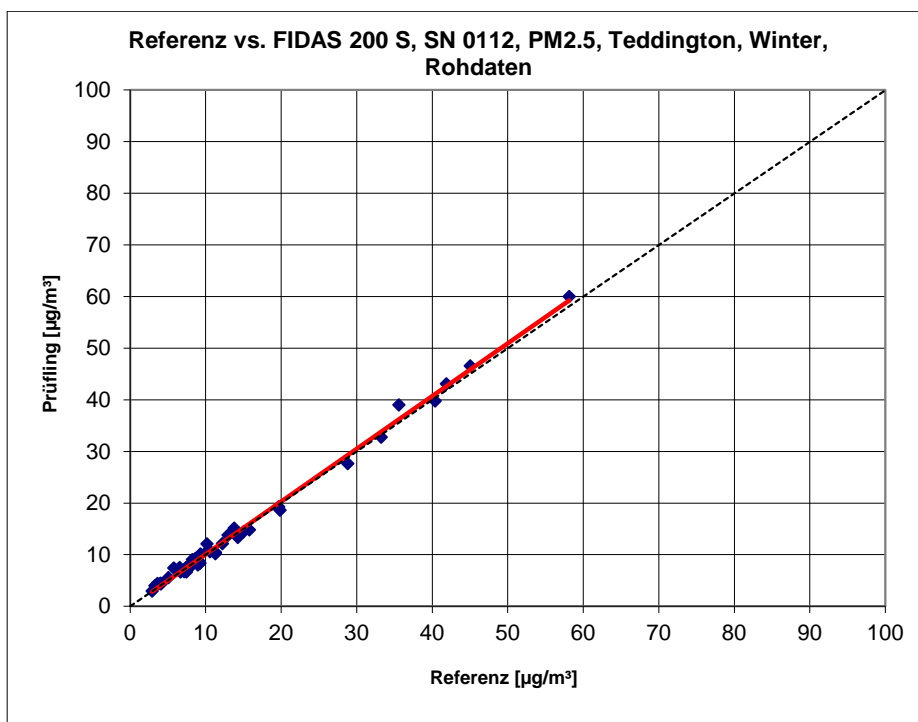


Abbildung 115: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Teddington, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

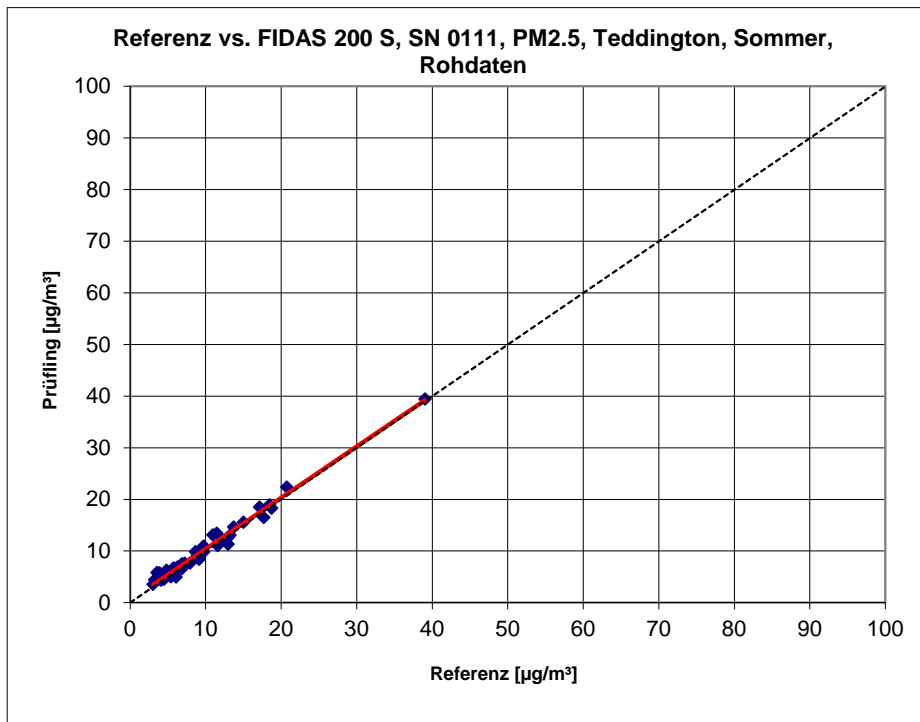


Abbildung 116: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Teddington, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

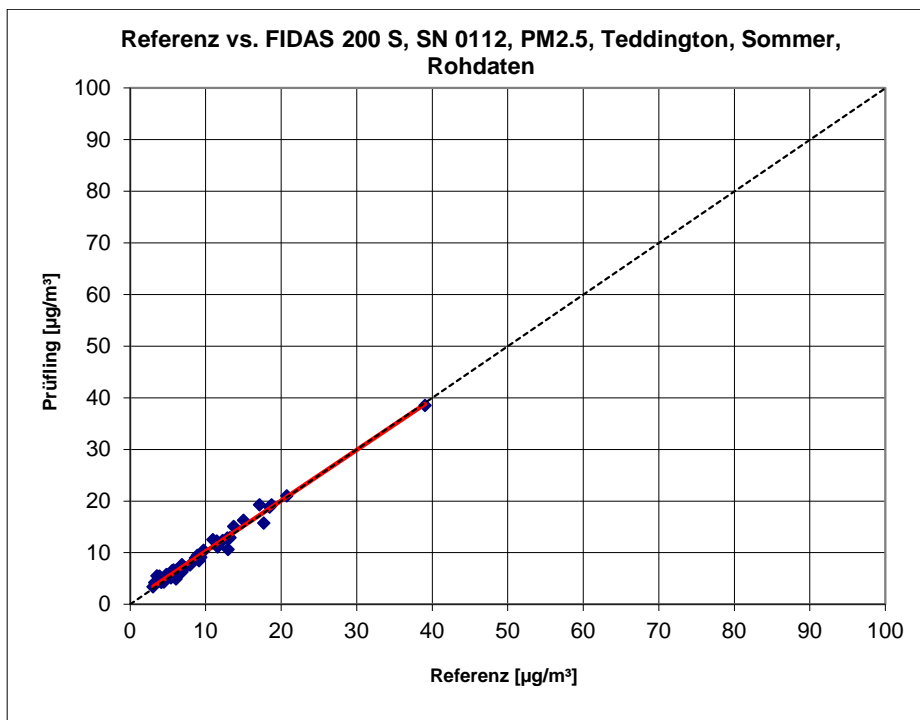


Abbildung 117: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Teddington, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

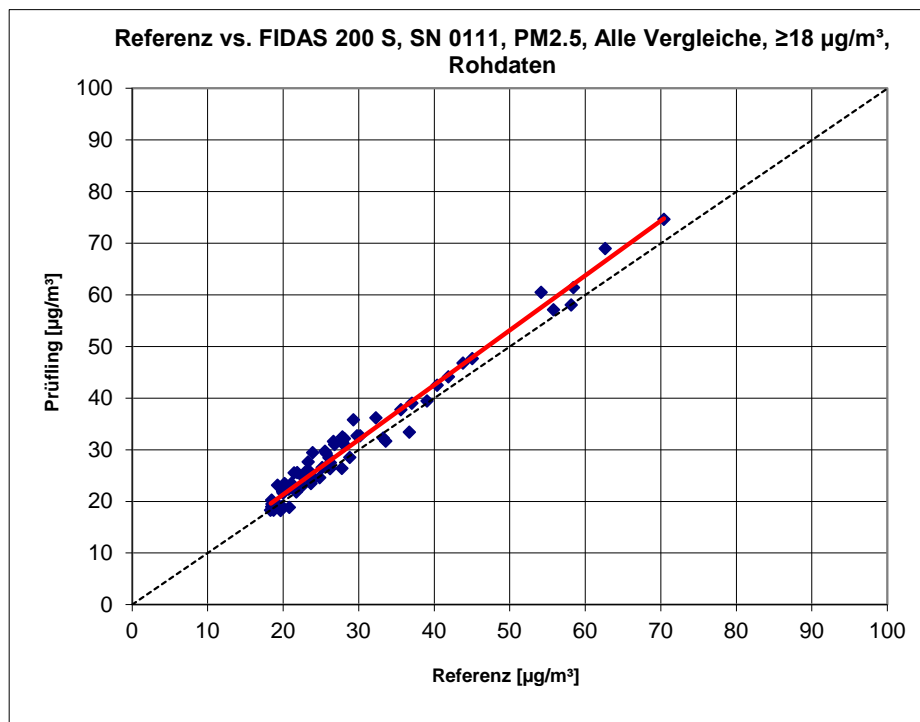


Abbildung 118: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Werte  $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , (D+UK), PM\_ENVIRO\_0011

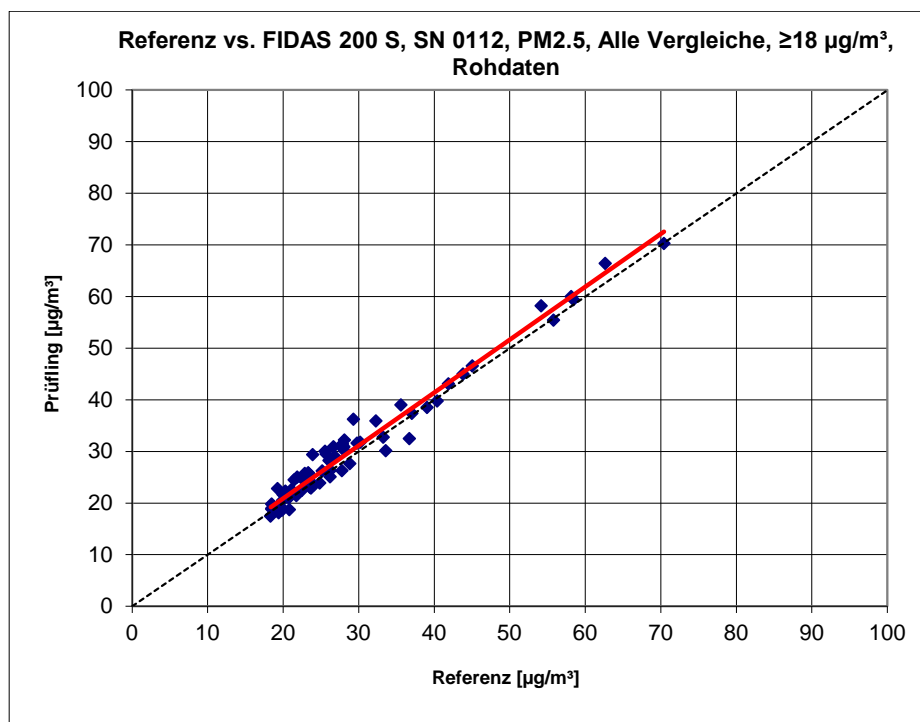


Abbildung 119: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Werte  $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , (D+UK), PM\_ENVIRO\_0011

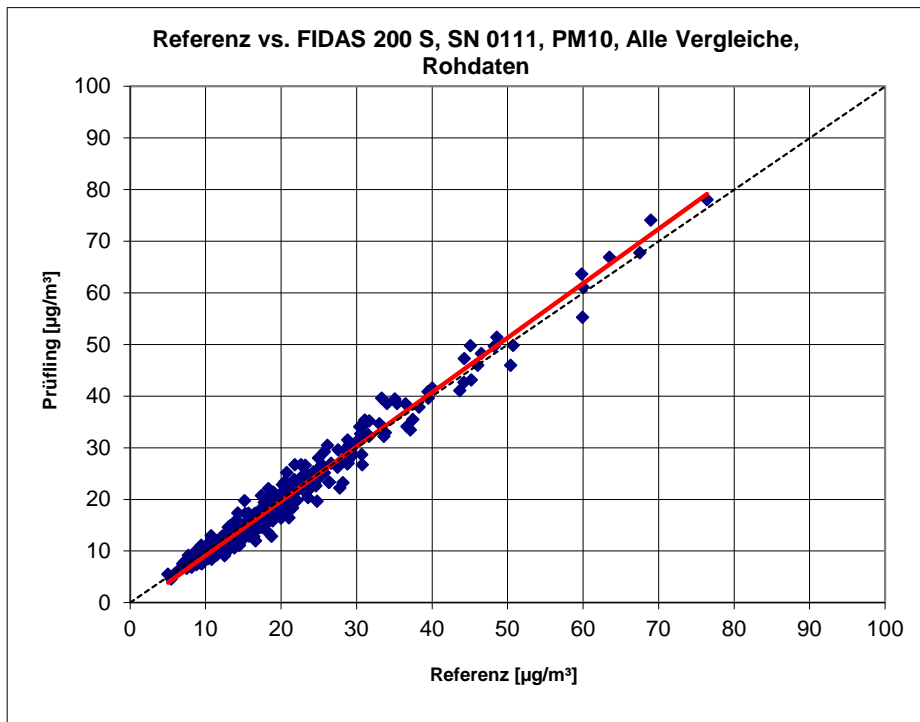


Abbildung 120: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte, (D+UK), PM\_ENVIRO\_0011

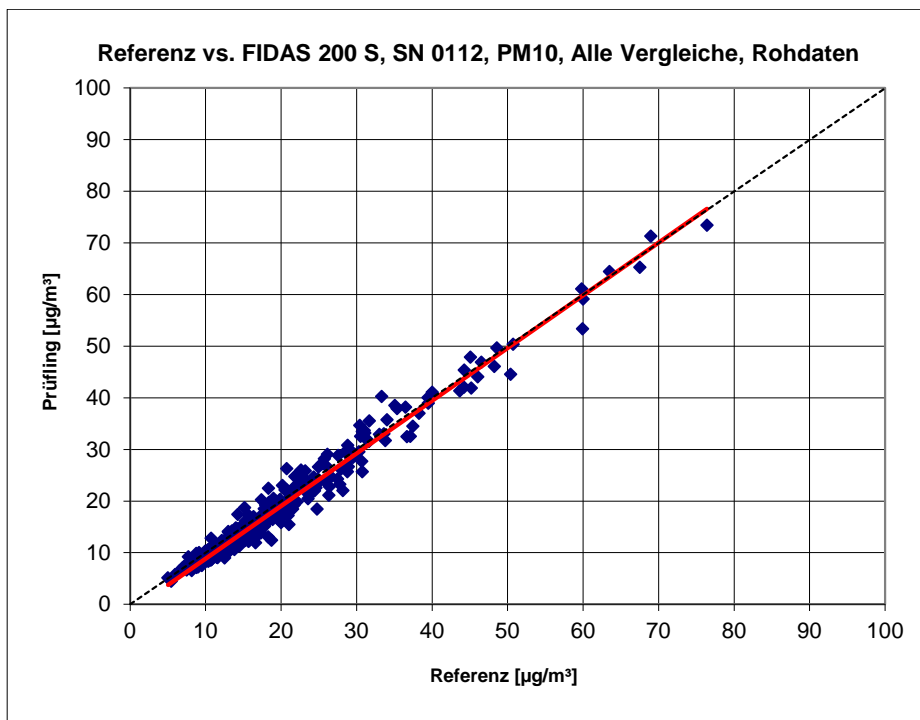


Abbildung 121: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte, (D+UK), PM\_ENVIRO\_0011



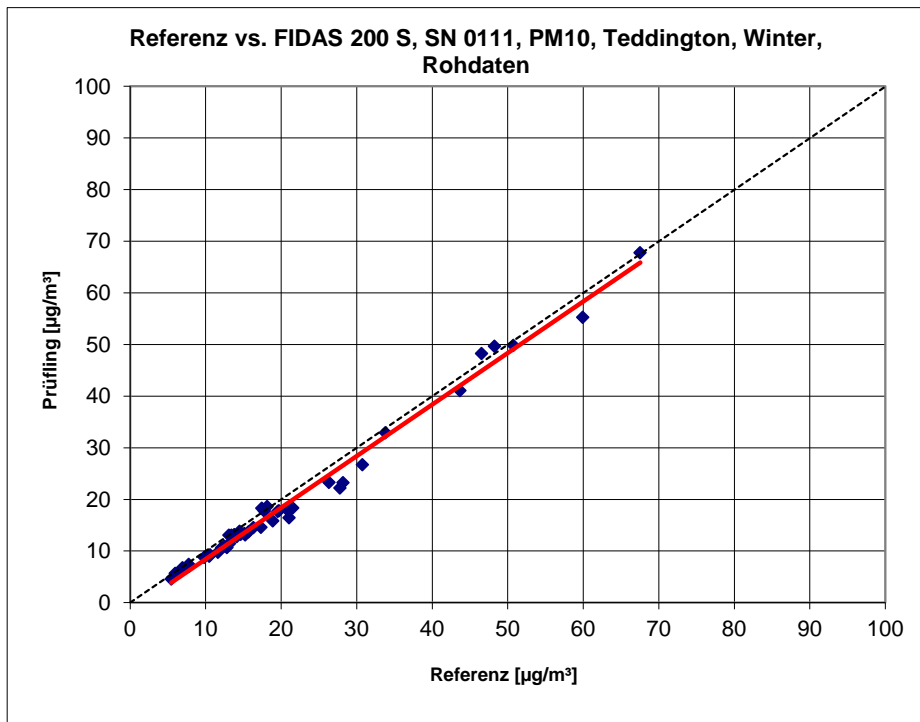


Abbildung 122: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Teddington, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

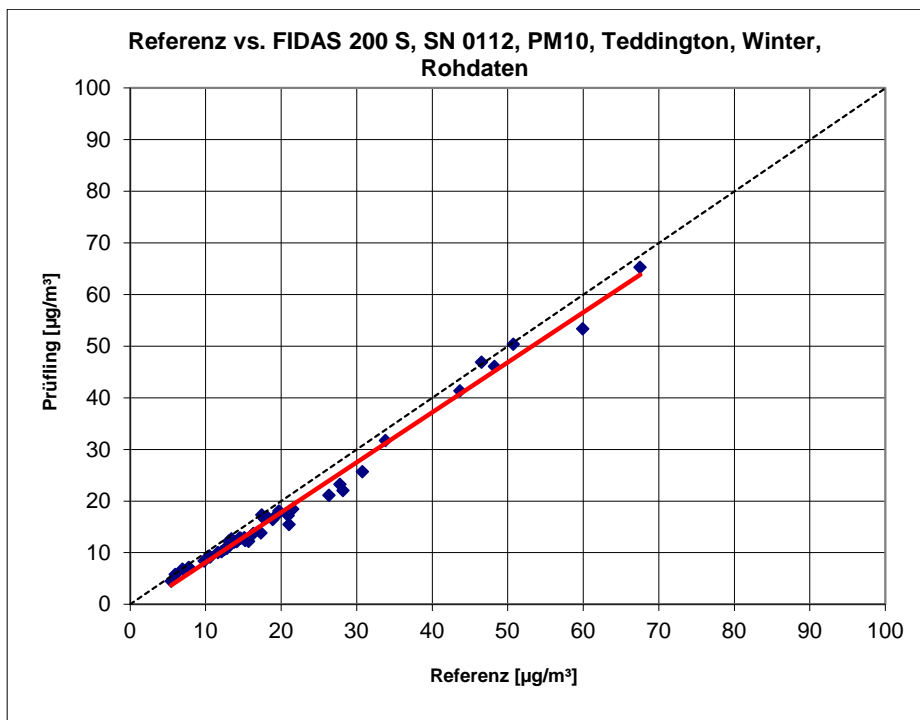


Abbildung 123: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Teddington, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

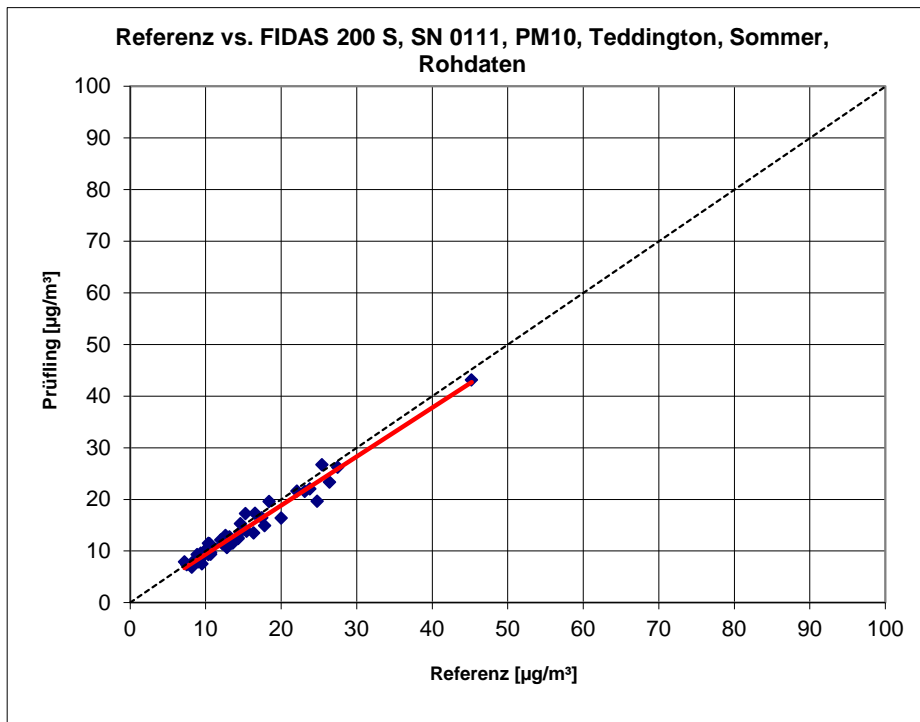


Abbildung 124: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Teddington, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

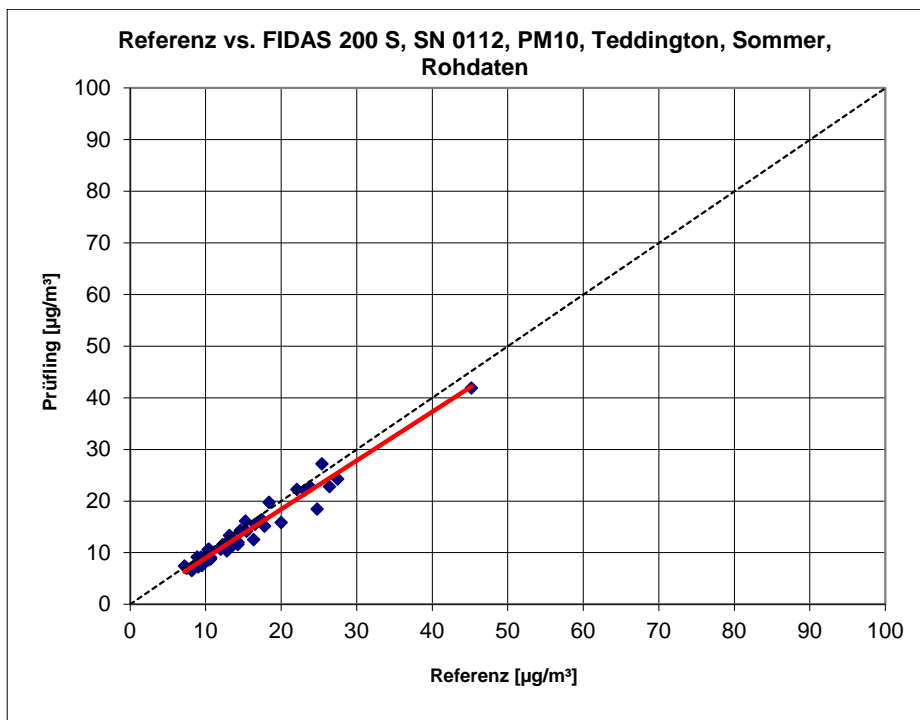


Abbildung 125: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Teddington, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

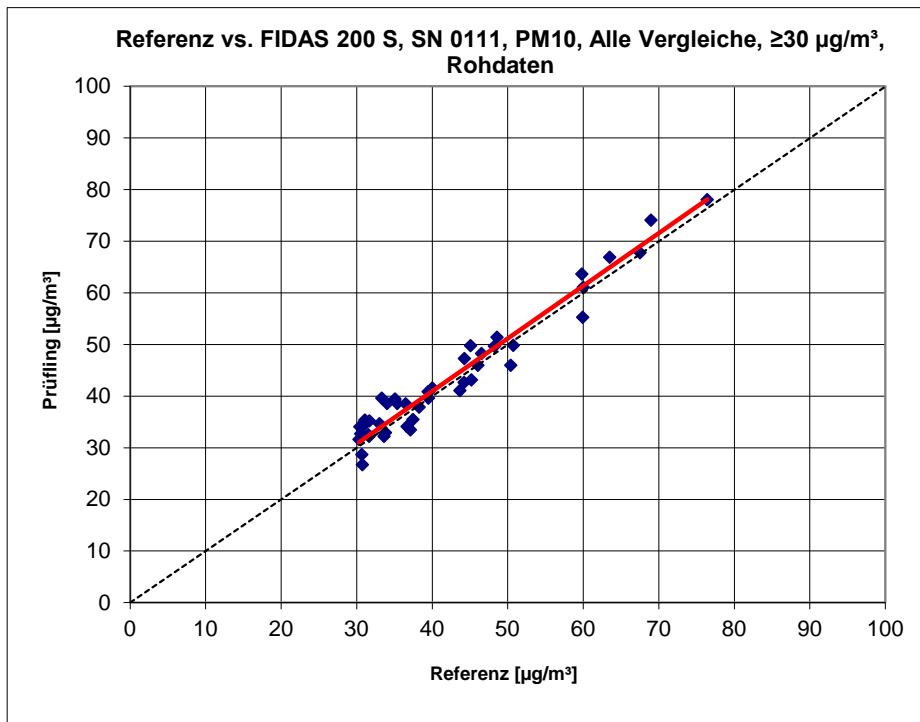


Abbildung 126: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Werte  $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , (D+UK), PM\_ENVIRO\_0011

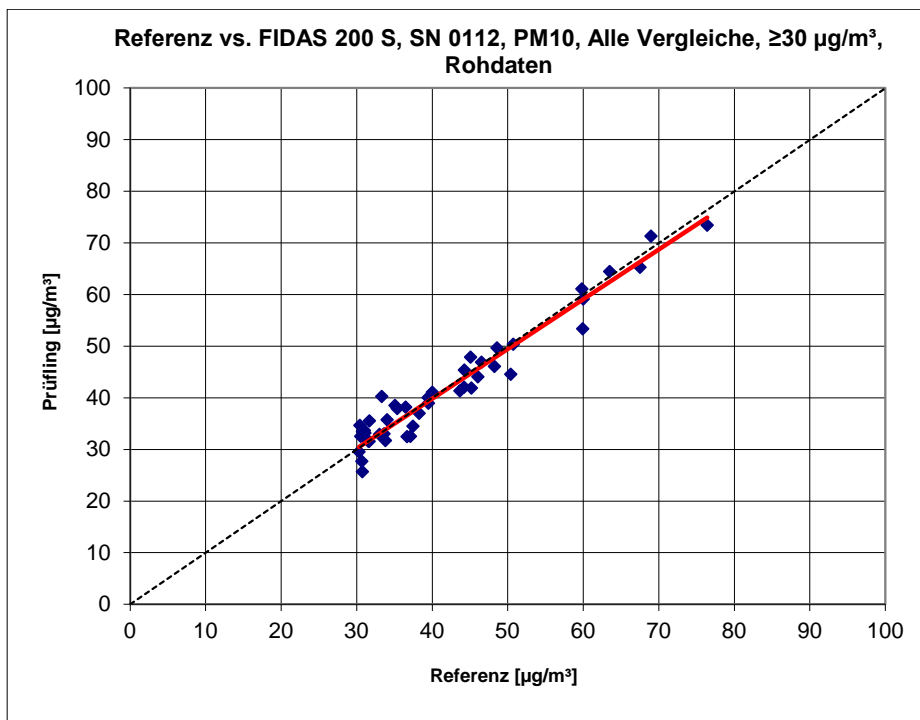


Abbildung 127: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Werte  $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , (D+UK), PM\_ENVIRO\_0011

## 7.1 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (PM\_ENVIRO\_0011, D+UK)

*Ist bei der Prüfung von PM<sub>2,5</sub>-Messeinrichtungen die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge größer als die in den Anforderungen an die Datenqualität nach Anhang B der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) festgelegte erweiterte relative Unsicherheit, ist eine Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen zulässig. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen gemäß den Punkten 9.5.3.2ff. des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ erfüllen.*

*Die Untersuchungen werden auch für die Komponente PM<sub>10</sub> durchgeführt.*

## 7.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## 7.3 Durchführung der Prüfung

Siehe Modul 5.4.10

## 7.4 Auswertung

Tritt bei der Auswertung der Rohwerte gemäß Modul 5.4.10 der Fall  $W_{CM} > W_{dqo}$  auf, d.h. Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet, dann ist es zulässig, einen Korrekturfaktor oder -term anzuwenden, der aus der Regressionsgleichung für den gesamten Datensatz resultiert. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen für alle Datensätze oder Teildatensätze erfüllen (siehe Modul 5.4.10). Darüber hinaus kann eine Korrektur auch für den Fall, dass  $W_{CM} \leq W_{dqo}$  ist, genutzt werden, um die Genauigkeit der Prüflinge zu verbessern.

Es können drei verschiedene Fälle auftreten:

a) Steigung b nicht signifikant von 1 verschieden:  $|b - 1| \leq 2u(b)$ ,

Achsenabschnitt a signifikant von 0 verschieden:  $|a| > 2u(a)$

b) Steigung b signifikant von 1 verschieden:  $|b - 1| > 2u(b)$ ,

Achsenabschnitt a nicht signifikant von 0 verschieden:  $|a| \leq 2u(a)$

c) Steigung b signifikant von 1 verschieden:  $|b - 1| > 2u(b)$

Achsenabschnitt a signifikant von 0 verschieden:  $|a| > 2u(a)$

zu a)

Der Wert des Achsenabschnittes a kann als Korrekturterm verwendet werden, um alle Eingangswerte  $y_i$  gemäß folgender Gleichung zu korrigieren:

$$y_{i,corr} = y_i - a$$

Die resultierenden Werte von  $y_{i,corr}$  können dazu dienen, mit einer linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u_{c-s}^2(y_{i,corr}) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + [c + (d-1)x_i]^2 + u^2(a)$$

mit  $u(a)$  = Unsicherheit des Originalachsenabschnittes  $a$ , deren Wert benutzt wurde, um  $y_{i,corr}$  zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [5] ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 5.4.10 ermittelt.

zu b)

Der Wert der Steigung  $b$  kann als Korrekturterm verwendet werden, um alle Eingangswerte  $y_i$  gemäß folgender Gleichung zu korrigieren.

$$y_{i,corr} = \frac{y_i}{b}$$

Die resultierenden Werte von  $y_{i,corr}$  können dazu dienen, mit einer neuen linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u_{c-s}^2(y_{i,corr}) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + [c + (d-1)x_i]^2 + x_i^2 u^2(b)$$

mit  $u(b)$  = Unsicherheit der Originalsteigung  $b$ , deren Wert benutzt wurde, um  $y_{i,corr}$  zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [5] ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 5.4.10 ermittelt.

zu c)

Die Werte der Steigung  $b$  und des Achsenabschnittes  $a$  können als Korrekturterme verwendet werden, um alle Eingangswerte  $y_i$  gemäß folgender Gleichung zu korrigieren.

$$y_{i,corr} = \frac{y_i - a}{b}$$

Die resultierenden Werte von  $y_{i,corr}$  können dazu dienen, mit einer neuen linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$



und

$$u_{c-s}^2(y_{i,corr}) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + [c + (d-1)x_i]^2 + x_i^2 u^2(b) + u^2(a)$$

mit  $u(b)$  = Unsicherheit der Originalsteigung  $b$ , deren Wert benutzt wurde, um  $y_{i,corr}$  zu ermitteln und mit  $u(a)$  = Unsicherheit des Originalachsenabschnittes  $a$ , deren Wert benutzt wurde, um  $y_{i,corr}$  zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [5] ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 5.4.10 ermittelt.

Die Werte für  $u_{c-s,corr}$  werden dann zur Berechnung der kombinierten relativen Unsicherheit der Prüflinge nach der Korrektur gemäß der folgenden Gleichung herangezogen:

$$w_{c,CM,corr}^2(y_i) = \frac{u_{c-s,corr}^2(y_i)}{y_i^2}$$

Für den korrigierten Datensatz wird die Unsicherheit  $w_{c,CM,corr}$  am 24 h-Grenzwert berechnet, wobei  $y_i$  als Konzentration am Grenzwert eingesetzt wird.

Die erweiterte relative Unsicherheit  $W_{CM,corr}$  wird entsprechend der folgenden Gleichung berechnet:

$$W_{CM',corr} = k \cdot w_{CM,corr}$$

In der Praxis wird bei großen  $n$  für  $k = 2$  eingesetzt.

Die größte resultierende Unsicherheit  $W_{CM,corr}$  wird mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [8] verglichen und bewertet. Es sind zwei Fälle möglich:

1.  $W_{CM,corr} \leq W_{d,qo}$  → Prüfling wird als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.
2.  $W_{CM,corr} > W_{d,qo}$  → Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.

Die festgelegte erweiterte relative Unsicherheit  $W_{d,qo}$  beträgt für Feinstaub 25 % [8].

## 7.5 Bewertung

Durch Anwendung der Korrekturfaktoren, erfüllen die Prüflinge die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen für alle Datensätze sowohl für  $PM_{2,5}$  als auch für  $PM_{10}$ . Für  $PM_{10}$  werden die Anforderungen auch ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren erfüllt, die Korrektur der Steigung und des Achsabschnitts führt dennoch zu einer weiteren (leichten) Verbesserung der erweiterten Messunsicherheiten für den Gesamtdatensatz.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Die Auswertung des Gesamtdatensatzes ergibt für die Messkomponente PM<sub>2,5</sub> eine signifikante Steigung und für die Messkomponente PM<sub>10</sub> eine signifikante Steigung und einen signifikanten Achsabschnitt.

Für PM<sub>2,5</sub>:

Die Steigung für den Gesamtdatensatz liegt bei 1,060. Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei -0,210. (siehe Tabelle 54).

Für PM<sub>10</sub>:

Die Steigung für den Gesamtdatensatz liegt bei 1,037. Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei -1,390 (siehe Tabelle 55).

Es wurde für die Messkomponente PM<sub>2,5</sub> eine Steigungskorrektur des gesamten Datensatzes durchgeführt und mit den korrigierten Werten alle Datensätze neu ausgewertet.

Es wurde für die Messkomponente PM<sub>10</sub> eine Steigungs- und Achsabschnittskorrektur des gesamten Datensatzes durchgeführt und mit den korrigierten Werten alle Datensätze neu ausgewertet.

Alle Datensätze erfüllen nach der Korrektur die Anforderungen an die Datenqualität und die Messunsicherheiten verbessern sich bei einigen Standorten erheblich.

Die Version des Leitfadens vom Januar 2010 verlangt für den Fall des Betriebs der Messeinrichtung in einem Messnetz, dass die Geräte jährlich an einer Anzahl von Messstellen, die wiederum abhängig ist von der höchsten erweiterten Unsicherheit in der Äquivalenzprüfung, überprüft werden. Das entsprechende Kriterium zur Festlegung der Anzahl der Messstellen ist in 5 % Schritte unterteilt (Leitfaden [4], Kapitel 9.9.2, Tabelle 6). Es bleibt festzustellen, dass die höchste ermittelte erweiterte Unsicherheit für PM<sub>2,5</sub> nach Korrektur im Bereich < 10 % liegt, während sie vor der Korrektur im Bereich 10 % bis 15 % lag. Für PM<sub>10</sub> liegt die höchste ermittelte erweiterte Unsicherheit sowohl vor als auch nach der Korrektur im Bereich <10 %.

Die entsprechende Umsetzung der oben genannten Anforderung zur regelmäßigen Überprüfung in den Messnetzen liegt in der Verantwortung des Messnetzbetreibers oder der zuständigen Behörde des Mitgliedstaates. Allerdings empfiehlt der TÜV Rheinland, dass die erweiterte Unsicherheit des Gesamtdatensatzes des Datensatzes hierzu herangezogen wird, nämlich 14,43 % (PM<sub>2,5</sub>, unkorrigierter Datensatz) respektive 9,3 % (PM<sub>2,5</sub>, Datensatz nach Steigungs-/Offset-Korrektur), was wiederum eine jährliche Überprüfung an 3 Messorten (unkorrigiert) bzw. 2 Messorten (korrigiert) erfordern würde, bzw. 7,54 % (PM<sub>10</sub>, unkorrigierter Datensatz) respektive 7,33 % (PM<sub>10</sub>, Datensatz nach Steigungs-/Offset-Korrektur), was wiederum eine jährliche Überprüfung an jeweils 2 Messorten (unkorrigiert und korrigiert) erfordern würde.

## 7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 58 und Tabelle 59 zeigen die Ergebnisse der Auswertungen der Äquivalenzprüfung nach Anwendung der Korrekturfaktoren auf den Gesamtdatensatz.

Tabelle 58: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 0111 & SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub> nach Korrektur Steigung, D+UK, PM\_ENVIRO\_0011

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010				
Prüfling	FIDAS 200 S	SN	SN 0111 & SN 0112	
Status Messwerte	Korrektur Steigung	Grenzwert erlaubte Unsicherheit	30 25	µg/m <sup>3</sup> %
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	<b>0,53</b>			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	<b>0,45</b>			µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	<b>313</b>			
Steigung b	<b>0,999</b>			nicht signifikant
Unsicherheit von b	<b>0,008</b>			
Achsabschnitt a	<b>-0,190</b>			nicht signifikant
Unsicherheit von a	<b>0,136</b>			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	<b>9,35</b>			%
<b>Alle Vergleiche, ≥18 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	<b>0,60</b>			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	<b>0,80</b>			µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	<b>67</b>			
Steigung b	<b>0,981</b>			
Unsicherheit von b	<b>0,020</b>			
Achsabschnitt a	<b>0,306</b>			
Unsicherheit von a	<b>0,630</b>			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	<b>12,51</b>			%
<b>Alle Vergleiche, &lt;18 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	<b>0,51</b>			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	<b>0,31</b>			µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	<b>246</b>			
Steigung b	<b>1,065</b>			
Unsicherheit von b	<b>0,023</b>			
Achsabschnitt a	<b>-0,782</b>			
Unsicherheit von a	<b>0,224</b>			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	<b>11,34</b>			%



Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas<sup>®</sup>  
200 S bzw. Fidas<sup>®</sup> 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

Seite 245 von 568

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010				
Prüfung	FIDAS 200 S	SN	SN 0111 & SN 0112	
Status Messwerte	Korrektur Steigung	Grenzwert	30	µg/m <sup>3</sup>
		erlaubte Unsicherheit	25	%
<b>Köln, Sommer</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,66	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,11	µg/m <sup>3</sup>		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	81		82	
Steigung b	1,053		1,050	
Unsicherheit von b	0,032		0,033	
Achsabschnitt a	-0,850		-0,810	
Unsicherheit von a	0,342		0,357	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	10,46	%	10,77	%
<b>Köln, Winter</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,54	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,52	µg/m <sup>3</sup>		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	51		50	
Steigung b	0,991		0,956	
Unsicherheit von b	0,013		0,013	
Achsabschnitt a	0,656		0,645	
Unsicherheit von a	0,296		0,307	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	8,50	%	9,43	%
<b>Bonn</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,66	µg/m <sup>3</sup>		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	50		50	
Steigung b	1,050		1,008	
Unsicherheit von b	0,024		0,026	
Achsabschnitt a	-0,723		-0,471	
Unsicherheit von a	0,539		0,584	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	12,32	%	12,33	%
<b>Bornheim</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,42	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,47	µg/m <sup>3</sup>		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	45		45	
Steigung b	1,142		1,115	
Unsicherheit von b	0,051		0,050	
Achsabschnitt a	-1,370		-1,482	
Unsicherheit von a	0,607		0,607	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	22,40	%	17,49	%
<b>Teddington, Winter</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,42	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,52	µg/m <sup>3</sup>		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	44		44	
Steigung b	0,964		0,963	
Unsicherheit von b	0,012		0,011	
Achsabschnitt a	-0,004		-0,143	
Unsicherheit von a	0,223		0,208	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	9,46	%	10,01	%
<b>Teddington, Sommer</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,25	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,35	µg/m <sup>3</sup>		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	44		44	
Steigung b	0,934		0,926	
Unsicherheit von b	0,020		0,020	
Achsabschnitt a	0,461		0,399	
Unsicherheit von a	0,232		0,229	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	11,50	%	13,40	%
<b>Alle Vergleiche, ≥18 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,60	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,80	µg/m <sup>3</sup>		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	67		67	
Steigung b	0,999		0,965	
Unsicherheit von b	0,020		0,021	
Achsabschnitt a	0,134		0,443	
Unsicherheit von a	0,642		0,65	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	12,67	%	13,39	%
<b>Alle Vergleiche, &lt;18 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,51	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,31	µg/m <sup>3</sup>		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	248		248	
Steigung b	1,083		1,052	
Unsicherheit von b	0,023		0,023	
Achsabschnitt a	-0,841		-0,744	
Unsicherheit von a	0,227		0,226	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	13,84	%	9,97	%
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,45	µg/m <sup>3</sup>		
	<b>SN 0111</b>		<b>SN 0112</b>	
Anzahl Wertepaare	315		315	
Steigung b	1,014	nicht signifikant	0,985	nicht signifikant
Unsicherheit von b	0,008		0,008	
Achsabschnitt a	-0,225	nicht signifikant	-0,137	nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,137		0,137	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	9,50	%	10,17	%

**Tabelle 59:** Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 0111 & SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub> nach Korrektur Steigung&Achsenabschnitt, D+UK, PM\_ENVIRO\_0011

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010				
Prüfling	FIDAS 200 S	SN	SN 0111 & SN 0112	
Status Messwerte	Korrektur Steigung & Offset	Grenzwert erlaubte Unsicherheit	50 25	µg/m <sup>3</sup> %
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	<b>0,58</b>			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	<b>0,65</b>			µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	<b>316</b>			
Steigung b	<b>1,000</b>			nicht signifikant
Unsicherheit von b	<b>0,009</b>			
Achsenabschnitt a	<b>0,010</b>			nicht signifikant
Unsicherheit von a	<b>0,208</b>			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	<b>7,33</b>			%
<b>Alle Vergleiche, ≥30 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	<b>0,68</b>			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	<b>1,15</b>			µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	<b>44</b>			
Steigung b	<b>0,955</b>			
Unsicherheit von b	<b>0,034</b>			
Achsenabschnitt a	<b>2,060</b>			
Unsicherheit von a	<b>1,490</b>			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	<b>10,68</b>			%
<b>Alle Vergleiche, &lt;30 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	<b>0,56</b>			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	<b>0,55</b>			µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	<b>272</b>			
Steigung b	<b>1,006</b>			
Unsicherheit von b	<b>0,018</b>			
Achsenabschnitt a	<b>-0,122</b>			
Unsicherheit von a	<b>0,300</b>			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	<b>6,63</b>			%

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas<sup>®</sup>  
200 S bzw. Fidas<sup>®</sup> 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

Seite 247 von 568

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010				
Prüfung	FIDAS 200 S	SN	SN 0111 & SN 0112	
Status Messwerte	Korrektur Steigung & Offset	Grenzwert	50	µg/m <sup>3</sup>
		erlaubte Unsicherheit	25	%
<b>Köln, Sommer</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,80	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,26	µg/m <sup>3</sup>		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	81		82	
Steigung b	1,007		0,990	
Unsicherheit von b	0,027		0,027	
Achsabschnitt a	-0,221		-0,112	
Unsicherheit von a	0,473		0,471	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	6,59	%	7,00	%
<b>Köln, Winter</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,64	µg/m <sup>3</sup>		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	51		50	
Steigung b	1,026		0,990	
Unsicherheit von b	0,014		0,014	
Achsabschnitt a	0,130		0,107	
Unsicherheit von a	0,385		0,384	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	8,19	%	5,89	%
<b>Bonn</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,38	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,87	µg/m <sup>3</sup>		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	50		50	
Steigung b	1,005		0,968	
Unsicherheit von b	0,026		0,028	
Achsabschnitt a	1,279		1,419	
Unsicherheit von a	0,792		0,834	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	10,60	%	9,15	%
<b>Bornheim</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,54	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,84	µg/m <sup>3</sup>		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	47		47	
Steigung b	1,086		1,043	
Unsicherheit von b	0,038		0,038	
Achsabschnitt a	-0,555		-0,731	
Unsicherheit von a	0,707		0,694	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	16,74	%	9,15	%
<b>Teddington, Winter</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,48	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,73	µg/m <sup>3</sup>		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	44		44	
Steigung b	0,963		0,934	
Unsicherheit von b	0,017		0,016	
Achsabschnitt a	-0,195		-0,179	
Unsicherheit von a	0,426		0,405	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	10,41	%	15,18	%
<b>Teddington, Sommer</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,46	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,54	µg/m <sup>3</sup>		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	45		45	
Steigung b	0,912		0,910	
Unsicherheit von b	0,028		0,029	
Achsabschnitt a	1,264		0,868	
Unsicherheit von a	0,457		0,489	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	13,68	%	15,62	%
<b>Alle Vergleiche, ≥30 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,68	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,15	µg/m <sup>3</sup>		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	44		44	
Steigung b	0,983		0,928	
Unsicherheit von b	0,035		0,034	
Achsabschnitt a	1,474		2,590	
Unsicherheit von a	1,518		1,50	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	11,17	%	11,47	%
<b>Alle Vergleiche, &lt;30 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,56	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,55	µg/m <sup>3</sup>		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	274		274	
Steigung b	1,025		0,990	
Unsicherheit von b	0,018		0,017	
Achsabschnitt a	-0,172		-0,102	
Unsicherheit von a	0,308		0,297	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	8,05	%	6,99	%
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,65	µg/m <sup>3</sup>		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	318		318	
Steigung b	1,016	nicht signifikant	0,983	nicht signifikant
Unsicherheit von b	0,009	nicht signifikant	0,009	nicht signifikant
Achsabschnitt a	-0,019	nicht signifikant	0,043	nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,212		0,209	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	8,16	%	8,01	%

## **8. Darstellung der Geräteänderungen auf Basis der Stellungnahme vom 27. September 2014**

### **8.1 Qualifizierung der Indoor-Variante Fidas® 200**

Die Messeinrichtung Fidas® 200 S ist für eine Aufstellung im Außenbereich konzipiert. Das bedeutet, dass die Fidas® Steuereinheit (inkl. dem Aerosolsensor) in einem wetterfesten Gehäuse (IP65, mit Heizung und Lüftung) installiert ist.

Zur Erweiterung des Einsatzbereiches der Messeinrichtung soll nun auch eine Indoor-Variante mit der Bezeichnung Fidas® 200 zugelassen werden, welche dann auch direkt in Messstationen installiert werden kann. Bei dieser Gerätevariante entfällt das wetterfeste Gehäuse – ansonsten ist die Messeinrichtung baugleich mit der Variante Fidas® 200 S.

Um mögliche Einflüsse durch die Umgebungstemperatur auf die Indoor-Variante Fidas® 200 zu quantifizieren, wurde daher ein erneuter Klimakammertest mit zwei vollständigen Messeinrichtungen im Bereich +5 °C bis +40 °C durchgeführt. Alle Untersuchungsergebnisse erfüllen ohne Probleme die entsprechenden Mindestanforderungen. Auf Basis der vorliegenden Dokumentation (Stellungnahme des TÜV Rheinland vom 27. September 2014) wurde die Bekanntgabe des Sachverhaltes (Zulassung Indoor-Variante Fidas® 200 als weitere Gerätevariante) im Rahmen des 35. FG Prüfberichte empfohlen. Die offizielle Bekanntgabe im Bundesanzeiger ist mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 25. Februar 2015 (BAnz AT 02.04.2015 B5, Kapitel IV 14. Mitteilung) erfolgt.

### **Technische Unterlage zur Qualifizierung der Indoor-Variante Fidas® 200**

Die Messeinrichtung Fidas® 200 S ist für eine Aufstellung im Außenbereich konzipiert. Das bedeutet, dass die Fidas® Steuereinheit (inkl. dem Aerosolsensor) in einem wetterfesten Gehäuse (IP65, mit Heizung und Lüftung) installiert ist.

Zur Erweiterung des Einsatzbereiches der Messeinrichtung soll nun auch eine Indoor-Variante mit der Bezeichnung Fidas® 200 zugelassen werden, welche dann auch direkt in Messstationen installiert werden kann. Bei dieser Gerätevariante entfällt das wetterfeste Gehäuse – ansonsten ist die Messeinrichtung baugleich mit der Variante Fidas® 200 S.

Um mögliche Einflüsse durch die Umgebungstemperatur auf die Indoor-Variante Fidas® 200 zu quantifizieren, wurde daher ein erneuter Klimakammertest mit zwei vollständigen Messeinrichtungen im Bereich +5 °C bis +40 °C durchgeführt.

Zur Untersuchung der Abhängigkeit des Nullpunktes und der Messwerte von der Umgebungstemperatur wurden die vollständigen Messeinrichtungen in der Klimakammer betrieben (siehe Abbildung 128).



Abbildung 128: Prüflinge Fidas® 200 in Klimakammer

Für die Nullpunktuntersuchungen wurde den beiden Testgeräten mit den Seriennummern SN 5048 und SN 5049 durch Montage von Null-Filtern am Geräteinlass schwebstaubfreie Probenluft zugeführt.

Für die Referenzpunktuntersuchungen wurde bei den Testgeräten mit den Seriennummern SN 5048 und SN 5049 zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit die Peakposition bei Aufgabe von CalDust 1100 überprüft und ausgewertet.

Die Prüfung der Empfindlichkeit erfolgte mit monodispersen Staub (CalDust 1100). Bei Aufgabe dieses Prüfstaubes ist ein Peak in der Größenverteilung im Kanal 130 zu erwarten (dies entspricht einer Partikelgröße von 0,93 µm). Um Abweichungen in der Einklassierung quantifizierbar zu machen, wurde auf Basis der vorhandenen Felddatensätze aus der Eignungsprüfung errechnet, welche Auswirkung eine Peakverschiebung bis zu maximal ±3 Kanälen auf einen PM-Messwert hätte. Zur Auswertung wurden dann für den Idealfall (Peak exakt im Kanal 130) ein hypothetischer Messwert für PM<sub>2,5</sub> von 25 µg/m<sup>3</sup> und für PM<sub>10</sub> von 40 µg/m<sup>3</sup> angesetzt und dann je nach Peakverschiebung der entsprechend zu erwartende Konzentrationswert gemäß der Matrix in Kapitel 4.2 Laborprüfung ermittelt.

Die Umgebungstemperaturen in der Klimakammer wurden in der Reihenfolge 20 °C – 5 °C – 20 °C – 40 °C – 20 °C variiert. Nach einer Äquilibrierzeit von ca. 6 h pro Temperaturstufe erfolgte die Aufnahme der Messwerte am Nullpunkt (pro Temperaturstufe je 3 x 24 h) sowie der Messwerte am Referenzpunkt (pro Temperaturstufe je 3 x).

Die Auswertung der Untersuchungen stellt sich wie folgt dar:

Nullpunkt:

Es wurden die Messwerte für die Konzentration der jeweils 24-stündigen Einzelmessungen ausgelesen und ausgewertet. Betrachtet wird die absolute Abweichung in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pro Temperaturschritt bezogen auf den Ausgangspunkt von 20 °C.

Bezugswert:  $B_0 = 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Bei Betrachtung der vom Gerät ausgegebenen Werte konnte ein maximaler Einfluss der Umgebungstemperatur im Bereich +5 °C bis +40 °C auf den Nullpunkt von  $5,5 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>2,5</sub> bzw. von  $5,7 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>10</sub> festgestellt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Referenzpunkt:

Betrachtet wird die prozentuale Änderung des ermittelten Messwertes für jeden Temperaturschritt bezogen auf den Ausgangspunkt bei 20 °C.

Am Referenzpunkt konnten im Bereich +5 °C bis +40 °C keine Abweichungen > -2,2 % für PM<sub>2,5</sub> bzw. > -2,2 % für PM<sub>10</sub> zum Ausgangswert bei 20 °C ermittelt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Somit erfüllt die Indoor-Variante Fidas<sup>®</sup> 200 die Mindestanforderungen im relevanten Temperaturbereich von +5 °C bis +40 °C.

Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 60: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Mittelwert aus drei Messungen, PM<sub>10</sub>, SN 5048 & SN 5049

Temperatur		Abweichung	
Anfangstemperatur	Endtemperatur	SN 5048	SN 5049
°C	°C	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
20	5	5,7E-05	7,9E-07
5	20	4,2E-05	0,0E+00
20	40	-9,8E-06	0,0E+00
40	20	-7,5E-06	0,0E+00

Tabelle 61: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Mittelwert aus drei Messungen, PM<sub>2,5</sub>, SN 5048 & SN 5049

Temperatur		Abweichung	
Anfangstemperatur	Endtemperatur	SN 5048	SN 5049
°C	°C	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
20	5	5,5E-05	7,9E-07
5	20	4,2E-05	0,0E+00
20	40	-9,8E-06	0,0E+00
40	20	-7,5E-06	0,0E+00

Tabelle 62: Abhängigkeit der Empfindlichkeit (CalDust 1100) von der Umgebungstemperatur, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM<sub>10</sub>, SN 5048 & SN 5049

Temperatur		Abweichung	
Anfangstemperatur	Endtemperatur	SN 5048	SN 5049
°C	°C	[%]	[%]
20	5	-2,2	-1,9
5	20	-0,9	-0,5
20	40	1,0	0,6
40	20	-0,1	-0,5

Tabelle 63: Abhängigkeit der Empfindlichkeit (CalDust 1100) von der Umgebungstemperatur, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM<sub>2,5</sub>, SN 5048 & SN 5049

Temperatur		Abweichung	
Anfangstemperatur	Endtemperatur	SN 5048	SN 5049
°C	°C	[%]	[%]
20	5	-2,2	-1,9
5	20	-0,9	-0,5
20	40	1,1	0,7
40	20	-0,1	-0,5



## **8.2 Qualifizierung der Hardwareänderungen „neue LED“ und „zusätzlicher Digitalausgang“**

Bei der Messeinrichtung Fidas® 200 bzw. Fidas® 200 S wurden folgende berichtenswerte Änderungen seit der Erstbekanntgabe vorgenommen:

### Änderung #1 (Typ 0):

Auf der Geräterückseite wird eine zusätzliche Buchse für ein digitales Signal (digital out, z.B. zur Schwellwertüberwachung) eingefügt.

Die Änderung wurde korrekt als Typ 0 - Änderung eingestuft und hat somit keinen Einfluss auf die Messeinrichtung. Eine Darstellung der Änderung erfolgt in der folgenden technischen Unterlage.

### Änderung #2 (Typ 1):

Auf Grund der Bauteilabkündigung für die aktuell verwendete LED im Fidas – Sensor, muss eine entsprechende Nachfolge-LED zukünftig in der Messeinrichtung eingesetzt werden. Die neue LED der Firma Osram vom Typ Ostar Stage Art.-Nr. LE ATB S2W ist dabei die offizielle Nachfolge-LED zur ursprünglich eingesetzten LED der Firma Osram vom Typ Ostar Projektion Art.-Nr. LE B H3W. Hinsichtlich des Lichtspektrums (dominante Wellenlänge) sind beide LEDs nahezu identisch.

Da die Änderung potentiell einen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Messeinrichtung haben könnte, wurde die Änderung als Typ1-Änderung klassifiziert. Die Firma Palas hat umfangreiche Tests zur Qualifizierung der neuen LED durchgeführt und es konnte bestätigt werden, dass die Verwendung der neuen LED keinen Einfluss auf die Performance der Messeinrichtung hat. Die durchgeführten Untersuchungen und Auswertungen der Daten wurden im Rahmen des Überwachungsaudit 2014 ausführlich begutachtet und sind in der nachfolgenden technischen Unterlage ausführlich dargestellt.

Auf Basis der vorliegenden Dokumentation und Prüfergebnisse ist kein signifikanter Einfluss auf die Messeinrichtung zu erwarten.

Auf Basis der vorliegenden Dokumentation (Stellungnahme des TÜV Rheinland vom 27. September 2014) wurde die Bekanntgabe des Sachverhaltes (Zulassung neue LED und zusätzlicher Digitalausgang) im Rahmen des 35. FG Prüfberichte empfohlen. Die offizielle Bekanntgabe im Bundesanzeiger ist mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 25. Februar 2015 (BAnz AT 02.04.2015 B5, Kapitel IV 14. Mitteilung) erfolgt.

## Technische Unterlage zur Darstellung des zusätzlichen Digitalausgangs auf der Geräterückseite

Die Messeinrichtung erhält auf der Geräterückseite eine zusätzliche Buchse für ein digitales Ausgangssignal (siehe Abbildung 129). Diese Änderung hat keinen Einfluss auf die Messeinrichtung.



Abbildung 129: Geräterückseite mit zusätzlicher Buchse (gelb markiert)

## **Technische Unterlage zur Qualifizierung der LED im Fidas® – Sensor**

Auf Grund der Bauteilabkündigung für die aktuell verwendete LED im Fidas® – Sensor, muss eine entsprechende Nachfolge-LED zukünftig in der Messeinrichtung eingesetzt werden. Die neue LED der Firma Osram vom Typ Ostar Stage Art.-Nr. LE ATB S2W ist dabei die offizielle Nachfolge-LED zur ursprünglich eingesetzten LED der Firma Osram vom Typ Ostar Projektion Art.-Nr. LE B H3W.

Bei der Auswahl der LED wurde insbesondere Wert auf möglichst identische optische Daten gelegt.

Die ursprünglich eingesetzte LED der Firma Osram vom Typ Ostar Projektion Art.-Nr. LE B H3W arbeitet im relevanten Bereich mit einer dominanten Wellenlänge im Bereich zwischen 456 nm und 469 nm (typische Wellenlänge 464 nm).

Die neue LED der Firma Osram vom Typ Ostar Stage Art.-Nr. LE ATB S2W arbeitet im relevanten Bereich mit einer dominanten Wellenlänge im Bereich zwischen 462 nm und 466 nm.

Um sicherzustellen, dass der Wechsel der LED keinen signifikanten Einfluss auf die Messeinrichtung hat, hat die Firma PALAS GmbH umfangreiche Untersuchungen durchgeführt zu den Punkten:

- a) Temperaturabhängigkeit – Vergleich LED, alt vs. LED, neu
- b) Vergleich von Feinstaubmesswerten von Geräten mit neuer LED im Vergleich zum Referenzgerät SN 0108 (mit alter LED) am Aerosolprüfstand

Zu a): Temperaturabhängigkeit – Vergleich LED, alt vs. LED, neu

Es wurde je ein Gerät mit LED, alt und ein Gerät mit LED, neu im Klimaschrank bei Umgebungstemperaturen zwischen einmal -10 °C und +50 °C sowie zwischen +5 °C und +60 °C betrieben und die LED Temperatur aufgenommen. Mittels Aufgabe von CalDust1100 wurde die Peak-Position nun bei den verschiedenen LED-Temperaturen bestimmt.

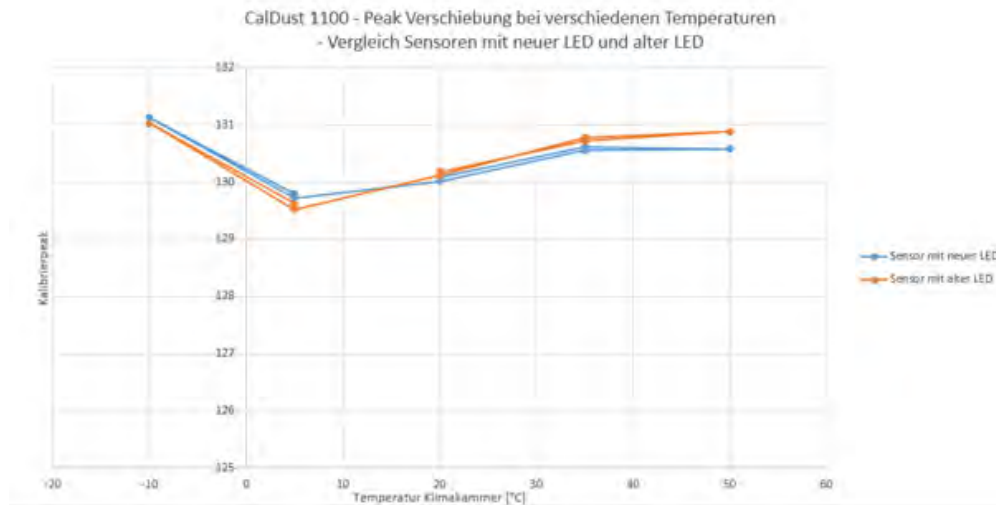


Abbildung 130: Vergleich Temperaturverhalten zwischen -10°C und +50°C LED, alt vs. LED, neu

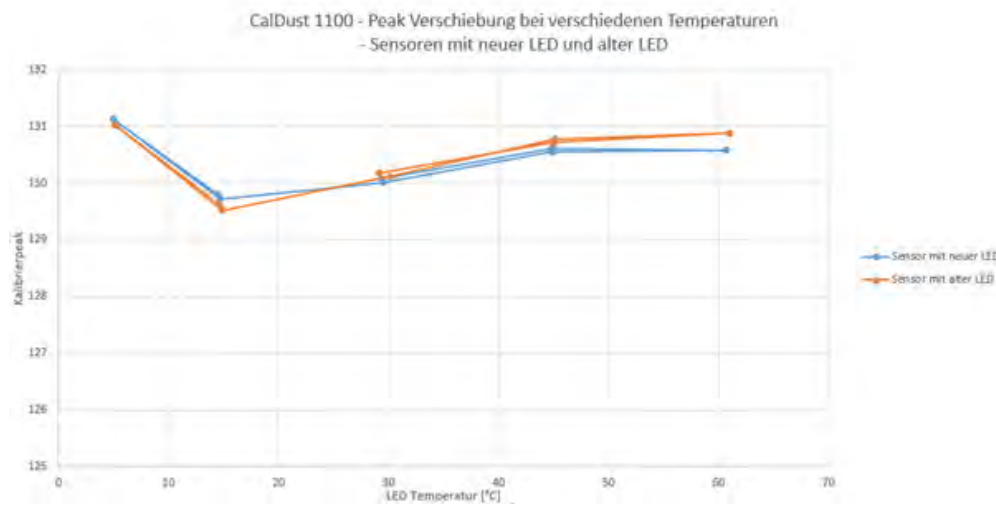


Abbildung 131: Vergleich Temperaturverhalten zwischen +5°C und +60°C LED, alt vs. LED, neu

Es zeigt sich, dass zwischen dem Temperaturverhalten der alten LED und dem der neuen LED kein signifikanter Unterschied zu erkennen ist.

Zu b): Vergleich von Feinstaubmesswerten von Geräten mit alter LED und mit neuer LED im Vergleich zum Referenzgerät SN 0108 am Aerosolprüfstand

Es wurden am Aerosolprüfstand insgesamt 10 Sensoren mit neuer LED (eingebaut in immer das gleiche Messgerät – somit sind andere Einflüsse auf die Ergebnisse, z.B. durch den Durchfluss ausgeschlossen und es wird nur die Abhängigkeit vom Sensor selbst gemessen) gegen das Referenzgerät SN 0108 (mit alter LED) gefahren. Hierzu wurden PM-Werte in einem Bereich von 0 bis ca. 180 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>2,5</sub> bzw. 0 bis ca. 260 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>10</sub> den Geräten angeboten. Aus den Vergleichsmessungen wurde die Steigung (Mittelwert aus PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>) zwischen dem Gerät mit alter LED und dem Gerät mit neuer LED ermittelt.

Sensor ID	Steigung
Fidas A 20.Aug.2014	1,01
Fidas B 20.Aug.2014	1,02
Fidas C 20.Aug.2014	0,98
Fidas D 20.Aug.2014	1,01
Fidas E 20.Aug.2014	1,03
Fidas F 20.Aug.2014	1,03
Fidas G 20.Aug.2014	1,01
Fidas H 20.Aug.2014	1,00
Fidas I 20.Aug.2014	1,00
Fidas J 20.Aug.2014	0,97

Die Ergebnisse der Vergleichsmessungen zeigen, dass die ermittelten Abweichungen zwischen Prüflingen und Referenzgeräten keine signifikanten Unterschiede aufzeigen zwischen Prüflingen mit neuer LED und dem Referenzgerät mit alter LED. Die ermittelten Steigungen liegen alle im Bereich von 0,97 – 1,03.

Auf Basis der vorliegenden Dokumentation und Prüfergebnisse ist somit kein signifikanter Einfluss auf die Messeinrichtung zu erwarten.

### 8.3 Neue Software

Die Messeinrichtung wurde mit den folgenden Softwareversionen geprüft und zugelassen:

Messsystem: 100327  
Implementierter Auswertalgorithmus: PM\_ENVIRO\_0011  
Auswertesoftware PDAnalyze: 1.010 (zur Auswertung auf externem PC)

Die aufgeführte Softwareversion für das Messsystem (hier: 100327) dient dem Betrieb des Panel-PCs. Da über diese Version hinaus allerdings in der Messeinrichtung im Hintergrund noch 3 weitere Softwarestände unabhängig voneinander implementiert sind (und zwar auf den Platinen SLA (Streulicht-Auswertung), MIO (Multifunktionskarte, interne Steuerung von z.B. Pumpensteuerung etc.) und Pt100 (Steuerung Heizung IADS), wurde im Rahmen des ersten Überwachungsaudits 2014 eine präzisere Darstellung der Softwarestände in einem einzigen und damit eindeutigen String diskutiert.

Es wurde folgende grundsätzliche Struktur für den Softwarestring für die Zukunft festgelegt:

FirmwarePanel.FirmwareSLA.FirmwareMIO.FirmwarePt100.Auswertalgorithmus

Die im Rahmen der Eignungsprüfung implementierte Software stellt sich demnach wie folgt dar:

100327.0007.0001.0001.0011

Seit der Erstzulassung der Messeinrichtung wurde die Firmware (Panel) sowie die Firmware (SLA) überarbeitet. Die Firmware (MIO), die Firmware (Pt100) sowie der implementierte Auswertalgorithmus sind unverändert.

Bei der Firmware (Panel) erfolgten folgende Änderungen:

- a) Serielles IO Protokoll erweitert (nicht Bestandteil der Eignungsprüfung)
- b) Digitaler Alarm hinzugefügt
- c) Automatische Kalibrierüberwachung nach anstehendem Patent hinzugefügt (Add-On, noch nicht geprüft, daher noch nicht durch Zulassung abgedeckt)
- d) Kosmetische Änderungen an der Bedienoberfläche
- e) Kalibrierscreen erweitert für Durchflusskalibrierung (-> höhere Bedienfreundlichkeit)
- f) Fehler im Bayern/Hessen-Protokoll behoben
- g) Verschiedene Änderungen, die nur relevant für die Messeinrichtungen UF-CPC und Fidas mobile sind, nicht Fidas 200.
- h) Zusätzliche Aufnahme DiSC mini in Fidas Software Plug In
- i) Veränderung der Verteilungsdarstellung
- j) E-Mail Alarm bei Fidas – Bugfix bei SMTP Versand
- k) Erweiterung Fidas plugin auf Horiba APDA (OEM-Version)
- l) Start-Up-Manager erweitert auf Horiba APDA (OEM-Version)

- m) Kalibrierung optional sicherbar, so dass nur noch kalibriert werden kann, wenn 35°C wirklich stabil erreicht sind.
- n) Überarbeitung der Darstellung der Firmwareversion in einem String

Die Änderungen der Firmware (Panel) dienen vornehmlich der Funktionserweiterung sowie der Erhöhung der Betriebssicherheit.

Die aktuelle Firmware-Nr. lautet nun 100380.

Die Änderungen der Firmware (SLA) umfassen zusätzliche Signalerfassungsmodi sowie neue Befehle und sind allesamt nicht relevant für die Messeinrichtung Fidas 200 S bzw. Fidas 200. Es ist anzumerken, dass die SLA-Platine (und somit die Firmware) bei allen Aerosolspektrometern und Kondensationskernzählern der Firma Palas GmbH eingesetzt wird. Die aktuelle Firmware-Nr. lautet nun 0014.

Die somit aktuelle Software stellt sich demnach wie folgt dar:

100380.0014.0001.0001.0011



Firmware Ver. 100380.0014.0001.0001.0011

**Fidas 200** 0101  
MMS-SLA 14, 22-09-2014 12:37:18

**operation modus:**

auto manual scope idle shut down

**particle size measurement:**

particle size distributions  
statistics  
time chart

**settings:**

sensor/calibration  
performance  
datalogger  
interfaces  
system

**accessories:**

suction pump/signals/digital IO

menu 0 S scope started 89 % signals coinc 00:00:00.000 DD.MM.YYYY

Die Änderungen der Software wurden korrekt als Typ 0 Änderung eingestuft und haben somit keinen Einfluss auf die Messeinrichtung. Die entsprechende Dokumentation liegt beim Prüfinstitut vor.

Auf Basis der vorliegenden Dokumentation (Stellungnahme des TÜV Rheinland vom 27. September 2014) wurde die Bekanntgabe des Sachverhaltes (Neue Software + neue Struktur) im Rahmen des 35. FG Prüfberichte empfohlen. Die offizielle Bekanntgabe im Bundesanzeiger ist mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 25. Februar 2015 (BAnz AT 02.04.2015 B5, Kapitel IV 14. Mitteilung) erfolgt.



## **9. Empfehlungen zum Praxiseinsatz**

### **9.1 Arbeiten im Wartungsintervall (4 Wochen)**

Folgende regelmäßige Arbeiten sind an der geprüften Messeinrichtung erforderlich:

- Regelmäßige Sichtkontrolle / Telemetrische Überwachung
- Überprüfung des Gerätestatus  
Der Gerätestatus kann durch Kontrolle der Messeinrichtung selbst oder auch on-line überwacht und kontrolliert werden.
- Es muss eine Überprüfung der Empfindlichkeit des Partikelsensors mit CalDust 1100 oder MonoDust1500 monatlich erfolgen, der Abgleich der Empfindlichkeit des Partikelsensors bei einer Abweichung von größer  $\pm 1,5$  Kanälen vom Sollwert 130 (CalDust 1100) bzw. vom angegebenen Sollwert (MonoDust1500), sonst spätestens alle 3 Monate.

Im Übrigen sind die Anweisungen des Herstellers zu beachten.

## 9.2 Weitergehende Wartungsarbeiten

Über die regelmäßigen Wartungsarbeiten im Wartungsintervall hinausgehend sind folgende Tätigkeiten durchzuführen:

- Der Probenahmekopf muss prinzipiell nach den Anweisungen des Herstellers gesäubert werden, wobei die örtlichen Schwebstaubkonzentrationen in Betracht zu ziehen sind (in der Eignungsprüfung ca. alle 3 Monate).
- Eine Überprüfung der Dichtigkeit soll gemäß den Angaben des Herstellers alle 3 Monate erfolgen.
- Eine Überprüfung der Durchflussrate soll gemäß den Angaben des Herstellers alle 3 Monate erfolgen.
- Einmal im Jahr (oder nach Bedarf) soll gemäß den Angaben des Herstellers eine Überprüfung der Sensoren der Wetterstation WS600-UMB erfolgen.
- Eine Reinigung des optischen Sensors ist nur erforderlich, wenn die Photomultiplier-spannung bei der Kalibrierung des optischen Sensors mehr als 15 % über dem Wert der Kalibrierung nach der letzten Reinigung bzw. des Auslieferungszustands entspricht
- Der Filter muss gereinigt bzw. ausgewechselt werden, falls die Leistung der Absaugpumpe mehr als 50 % beträgt

Weitere Einzelheiten können der Bedienungsanleitung entnommen werden.

Immissionsschutz / Luftreinhaltung



---

Dipl.-Ing. Guido Baum



---

B.-Eng. Stefan Heift

Köln, 12. Oktober 2016  
936/21227195/C

## 10. Literaturverzeichnis

- [1] VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmessenrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, Juni 2002 & September 2010
- [2] VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, August 2004 & September 2010
- [3] Europäische Norm EN 12341, „Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM 10-Fraktion von Schwebstaub; Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“, Deutsche Fassung EN 12341: 1998
- [4] Europäische Norm EN 14907, „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM<sub>2,5</sub>-Massenfraktion des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 14907: 2005
- [5] Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“, Englische Fassung vom Januar 2010
- [6] Bedienungshandbuch Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200, bestehend aus den Bedienungshandbüchern Fidas®, Fidas® Firmware, PDAnalyze Software, Kompaktwetterstation WS600-UMB, Stand 2014
- [7] Bedienungshandbuch LVS3, Stand 2000
- [8] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa
- [9] Technical Specification CEN/TS 16450, „Ambient air – Automated measuring systems for the measurement of the concentration of particulate matter (PM10; PM2,5); Englische Fassung vom Mai 2013
- [10] Bericht „UK Equivalence Programme for Monitoring of Particulate Matter“, Berichts-Nr.: BV/AQ/AD202209/DH/2396 vom 05.06.2006
- [11] TÜV Rheinland Bericht Nr. 936/21218896/A vom 20. September 2013; Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200S der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>



5.1 Fidas® 200 S für Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>

Hersteller:

PALAS GmbH, Karlsruhe

Eignung:

Zur kontinuierlichen parallelen Immissionsmessung der PM<sub>10</sub>- und der PM<sub>2,5</sub>-Fraktion im Schwebstaub im stationären Einsatz

Messbereiche in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
PM <sub>10</sub>	0 – 10 000	µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2,5</sub>	0 – 10 000	µg/m <sup>3</sup>

Softwareversionen: Messsystem: 100327

Implementierter Auswertalgorithmus: PM\_ENVIRO\_0011

Auswertesoftware PDAnalyze: 1.010

Einschränkungen:

Keine

Hinweise:

1. Die Anforderungen gemäß des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ werden für die Messkomponenten PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> eingehalten.
2. Die Anforderungen an den Variationskoeffizienten R<sup>2</sup> gemäß Richtlinie EN 12341 wurden für den Standort Köln, Sommer für einen der beiden Prüflinge nicht eingehalten.
3. Die Empfindlichkeit des Partikelsensors muss monatlich mit CalDust 1100 überprüft werden.
4. Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM<sub>10</sub>-Referenzverfahren nach DIN EN 12341 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
5. Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM<sub>2,5</sub>-Referenzverfahren nach DIN EN 14907 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
6. Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung ist im Internet unter [www.qal1.de](http://www.qal1.de) einsehbar.

Prüfinstitut: TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, Köln

Bericht-Nr.: 936/21218896/A vom 20. September 2013

Abbildung 132: Erstbekanntgabe BAnz. AT 01.04.2014 B12, Kapitel IV Nummer 5.1

**14 Mitteilung zu der Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 27.  
Februar 2014 (BANz AT 01.04.2014 B12, Kapitel IV Nummer 5.1)**

Die Messeinrichtung Fidas® 200 S für Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> der Fa.  
PALAS GmbH ist auch als Indoor-Variante zur Installation an temperatur-  
kontrollierten Orten unter der Bezeichnung Messeinrichtung Fidas® 200 für  
Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> verfügbar.

Die Messeinrichtung erhält auf der Geräterückseite eine zusätzliche Buchse für  
ein digitales Ausgangssignal.

Die LED im Fidas® Sensor vom Typ Osram Ostar Projektion Art.-Nr. LE B H3W  
wurde abgekündigt und durch die LED vom Typ Osram Ostar Stage Art.-Nr. LE  
ATB S2W ersetzt.

Die Darstellung der Softwareversion der Messeinrichtung wurde überarbeitet.

Die bislang bekanntgegebene Softwareversion der Messeinrichtung stellt sich  
nun wie folgt dar:

100327.0007.0001.0001.0011

Die aktuelle Softwareversion der Messeinrichtung lautet:

100380.0014.0001.0001.0011

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 27.  
September 2014

Abbildung 133: Bekanntgabebetext Mitteilung BANz. AT 02.04.2015 B5, Kapitel IV Mitteilung 14

## 11. Anlagen

### **Anhang 1      Mess- und Rechenwerte**

- Anlage 1: Nachweisgrenze
- Anlage 2: Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes
- Anlage 3: Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit
- Anlage 4: Netzspannungsabhängigkeit
- Anlage 5: Messwerte aus den Feldteststandorten, PM\_ENVIRO\_0011, D
- Anlage 6: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten, D
- Anlage 7: Messwerte aus den Feldteststandorten, PM\_ENVIRO\_0011, UK
- Anlage 8: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten, UK

### **Anhang 2      Verfahren zur Filterwägung**

### **Anhang 3      Handbücher**

**Anlage 1**

**Nachweisgrenze (PM10)**

**Blatt 1 von 2**

<b>Hersteller</b> Palas				
<b>Gerätetyp</b> FIDAS 200		Standards	NP	Nullfilter
<b>Serien-Nr.</b> SN 0111 / SN 0112				
Nr.	Datum	Messwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] SN 0111	Datum	Messwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] SN 0112
1	05.04.2012	0,0000000	05.04.2012	0,0000000
2	06.04.2012	0,0000000	06.04.2012	0,0000005
3	07.04.2012	0,0000000	07.04.2012	0,0000000
4	08.04.2012	0,0000000	08.04.2012	0,0000000
5	09.04.2012	0,0000000	09.04.2012	0,0000000
6	10.04.2012	0,0000008	10.04.2012	0,0000000
7	11.04.2012	0,0000000	11.04.2012	0,0000008
8	12.04.2012	0,0000008	12.04.2012	0,0000003
9	13.04.2012	0,0000000	13.04.2012	0,0000006
10	14.04.2012	0,0000000	14.04.2012	0,0000000
11	15.04.2012	0,0000177	15.04.2012	0,0000008
12	16.04.2012	0,0012831	16.04.2012	0,0000000
13	17.04.2012	0,0010071	17.04.2012	0,0000000
14	18.04.2012	0,0001465	18.04.2012	0,0000000
15	19.04.2012	0,0004303	19.04.2012	0,0000000
	Anzahl Werte	15	Anzahl Werte	15
	Mittelwert	0,0001924	Mittelwert	0,0000002
	Standardabweichung $s_{x0}$	0,0004064	Standardabweichung $s_{x0}$	0,0000003
	Nachweisgrenze X	<b>8,7E-04</b>	Nachweisgrenze X	<b>6,6E-07</b>

$$s_{x_0} = \sqrt{\left(\frac{1}{n-1}\right) \cdot \sum_{i=1,n} (x_{oi} - \bar{x}_0)^2}$$

**Anlage 1**

**Nachweisgrenze (PM2,5)**

**Blatt 2 von 2**

<b>Hersteller</b>	Palas			
<b>Gerätetyp</b>	FIDAS 200		Standards	NP Nullfilter
<b>Serien-Nr.</b>	SN 0111 / SN 0112			

Nr.	Datum	Messwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] SN 0111	Datum	Messwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] SN 0112
1	05.04.2012	0,0000003	05.04.2012	0,0000000
2	06.04.2012	0,0000000	06.04.2012	0,0000005
3	07.04.2012	0,0000000	07.04.2012	0,0000000
4	08.04.2012	0,0000000	08.04.2012	0,0000000
5	09.04.2012	0,0000000	09.04.2012	0,0000000
6	10.04.2012	0,0000000	10.04.2012	0,0000000
7	11.04.2012	0,0000008	11.04.2012	0,0000008
8	12.04.2012	0,0000000	12.04.2012	0,0000003
9	13.04.2012	0,0000008	13.04.2012	0,0000006
10	14.04.2012	0,0000000	14.04.2012	0,0000000
11	15.04.2012	0,0000000	15.04.2012	0,0000008
12	16.04.2012	0,0000177	16.04.2012	0,0000000
13	17.04.2012	0,0012831	17.04.2012	0,0000000
14	18.04.2012	0,0010071	18.04.2012	0,0000000
15	19.04.2012	0,0001465	19.04.2012	0,0000000
	Anzahl Werte	15	Anzahl Werte	15
	Mittelwert	0,0001638	Mittelwert	0,0000002
	Standardabweichung $s_{x0}$	0,0004036	Standardabweichung $s_{x0}$	0,0000003
	Nachweisgrenze X	<b>8,7E-04</b>	Nachweisgrenze X	<b>6,6E-07</b>

$$s_{x0} = \sqrt{\left(\frac{1}{n-1}\right) \cdot \sum_{i=1,n} (x_{0i} - \bar{x}_0)^2}$$



**Anlage 2**

**Umgebungstemperaturabhängigkeit am Nullpunkt (PM10)**

**Blatt 1 von 2**

<b>Hersteller</b>		PALAS		<b>Standards</b>				Nullfilter	
<b>Gerätetyp</b>		FIDAS 200							
<b>Serien-Nr.</b>		SN 0111 / SN 0112							
		Durchgang 1		Durchgang 2		Durchgang 3			
SN 0111	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	
NP	1	20	0,000000	-	0,000000	-	0,000000	-	
	2	-20	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	
	3	20	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	
	4	50	0,000005	0,000005	0,000016	0,000016	0,000014	0,000014	
	5	20	0,000000	0,000000	0,000008	0,000008	0,000000	0,000000	
SN 0112	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	
NP	1	20	0,000003	-	0,000000	-	0,0000332	-	
	2	-20	0,000000	-0,000003	0,000017	0,000017	0,000000	-0,0000332	
	3	20	0,000000	-0,000003	0,000001	0,000001	0,000040	-0,0000292	
	4	50	0,000000	-0,000003	0,000000	0,000000	0,000000	-0,0000332	
	5	20	0,000006	0,000003	0,000000	0,000000	0,000000	-0,0000332	

**Anlage 2**

**Umgebungstemperaturabhängigkeit am Nullpunkt (PM2,5)**

**Blatt 2 von 2**

<b>Hersteller</b>		PALAS		<b>Standards</b>				Nullfilter	
<b>Gerätetyp</b>		FIDAS 200							
<b>Serien-Nr.</b>		SN 0111 / SN 0112							
		Durchgang 1		Durchgang 2		Durchgang 3			
SN 0111	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	
NP	1	20	0,000000	-	0,000000	-	0,000000	-	
	2	-20	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	
	3	20	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	
	4	50	0,000005	0,000005	0,000016	0,000016	0,000014	0,000014	
	5	20	0,000000	0,000000	0,000008	0,000008	0,000000	0,000000	
SN 0112	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	
NP	1	20	0,000003	-	0,000000	-	0,0000332	-	
	2	-20	0,000000	-0,000003	0,000017	0,000017	0,000000	-0,0000332	
	3	20	0,000000	-0,000003	0,000001	0,000001	0,000040	-0,0000292	
	4	50	0,000000	-0,000003	0,000000	0,000000	0,000000	-0,0000332	
	5	20	0,000006	0,000003	0,000000	0,000000	0,000000	-0,0000332	

**Anlage 3**

**Umgebungstemperaturabhängigkeit am Referenzpunkt (PM10)**

**Blatt 1 von 2**

<b>Hersteller</b>		Palas		<b>Standards</b>				CalDust 1100			
<b>Gerätetyp</b>		FIDAS 200									
<b>Serien-Nr.</b>		SN 0111 / SN 0112									
				Durchgang 1		Durchgang 2		Durchgang 3			
SN 0111	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert	Abw. [%]	Messwert	Abw. [%]	Messwert	Abw. [%]			
RP	1	20	40,0	-	40,0	-	40,0	-			
	2	-20	38,2	-4,4	38,2	-4,4	38,2	-4,4			
	3	20	39,9	-0,3	39,9	-0,3	40,0	0,0			
	4	50	39,4	-1,4	39,4	-1,4	39,7	-0,9			
	5	20	40,0	0,0	40,1	0,2	40,0	0,0			
SN 0112	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert	Abw. [%]	Messwert	Abw. [%]	Messwert	Abw. [%]			
RP	1	20	40,0	-	40,0	-	40,0	-			
	2	-20	41,8	4,6	41,8	4,6	41,8	4,6			
	3	20	40,0	0,0	40,0	0,0	40,1	0,2			
	4	50	39,9	-0,3	40,1	0,2	40,1	0,2			
	5	20	40,0	0,0	40,1	0,2	40,1	0,2			

**Anlage 3**

**Umgebungstemperaturabhängigkeit am Referenzpunkt (PM2,5)**

**Blatt 2 von 2**

<b>Hersteller</b>		Palas		<b>Standards</b>				CalDust 1100			
<b>Gerätetyp</b>		FIDAS 200									
<b>Serien-Nr.</b>		SN 0111 / SN 0112									
				<b>Durchgang 1</b>		<b>Durchgang 2</b>		<b>Durchgang 3</b>			
SN 0111	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert	Abw. [%]	Messwert	Abw. [%]	Messwert	Abw. [%]			
RP	1	20	25,0	-	25,0	-	25,0	-			
	2	-20	23,9	-4,4	23,9	-4,4	23,9	-4,4			
	3	20	24,9	-0,3	24,9	-0,3	25,0	0,0			
	4	50	24,6	-1,5	24,6	-1,5	24,8	-0,9			
	5	20	25,0	0,0	25,1	0,3	25,0	0,0			
SN 0112	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert	Abw. [%]	Messwert	Abw. [%]	Messwert	Abw. [%]			
RP	1	20	25,0	-	25,0	-	25,0	-			
	2	-20	26,2	5,0	26,2	5,0	26,2	5,0			
	3	20	25,0	0,0	25,0	0,0	25,1	0,3			
	4	50	24,9	-0,3	25,1	0,3	25,1	0,3			
	5	20	25,0	0,0	25,1	0,3	25,1	0,3			

**Anlage 4**

**Netzspannungsabhängigkeit am Referenzpunkt (PM10)**

**Blatt 1 von 2**

<b>Hersteller</b>		PALAS				<b>Standards</b>		0	
<b>Gerätetyp</b>		FIDAS 200							
<b>Serien-Nr.</b>		SN 0111 / SN 0112							
		<b>Durchgang 1</b>		<b>Durchgang 2</b>		<b>Durchgang 3</b>			
SN 0111	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert	Abw. [%]	Messwert	Abw. [%]	Messwert	Abw. [%]	
RP	1	230	40,1	-	39,9	-	40,0	-	
	2	210	40,0	-0,2	40,0	0,3	40,0	0,0	
	3	230	40,1	0,0	40,0	0,3	40,0	0,0	
	4	245	40,1	0,0	40,1	0,5	40,1	0,2	
	5	230	40,0	-0,2	40,0	0,3	40,2	0,5	
SN 0112	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert	Abw. [%]	Messwert	Abw. [%]	Messwert	Abw. [%]	
RP	1	230	40,1	-	40,0	-	40,0	-	
	2	210	40,2	0,2	40,3	0,7	40,2	0,5	
	3	230	40,4	0,7	40,3	0,7	40,3	0,7	
	4	245	40,2	0,2	40,4	1,0	40,2	0,5	
	5	230	40,1	0,0	39,7	-0,9	40,3	0,7	

**Anlage 4**

**Netzspannungsabhängigkeit am Referenzpunkt (PM2,5)**

**Blatt 2 von 2**

<b>Hersteller</b>		PALAS		<b>Standards</b>		0			
<b>Gerätetyp</b>		FIDAS 200							
<b>Serien-Nr.</b>		SN 0111 / SN 0112							
		Durchgang 1		Durchgang 2		Durchgang 3			
SN 0111	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert	Abw. [%]	Messwert	Abw. [%]	Messwert	Abw. [%]	
RP	1	230	25,1	-	24,9	-	25,0	-	
	2	210	25,0	-0,3	25,0	0,3	25,0	0,0	
	3	230	25,1	0,0	25,0	0,3	25,0	0,0	
	4	245	25,1	0,0	25,1	0,6	25,1	0,3	
	5	230	25,0	-0,3	25,0	0,3	25,1	0,5	
SN 0112	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert	Abw. [%]	Messwert	Abw. [%]	Messwert	Abw. [%]	
RP	1	230	25,1	-	25,0	-	25,0	-	
	2	210	25,1	0,3	25,2	0,8	25,1	0,5	
	3	230	25,3	0,8	25,2	0,8	25,2	0,8	
	4	245	25,1	0,3	25,3	1,1	25,1	0,5	
	5	230	25,1	0,0	24,8	-0,9	25,2	0,8	

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S bzw. Fidas® 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

Seite 275 von 568

**Anlage 5**

**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 1 von 22**

Hersteller PALAS												Schwebstaub PM10 und PM2,5 Messwerte in µg/m³ i.B.
Gerätetyp FIDAS 200 S												
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112												
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM2,5 [µg/m³]	SN 0112 PM2,5 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
1	14.05.2012						12,9	13,0	20,1	20,3		Köln, Sommer
2	15.05.2012	6,8	7,2	11,7	10,0	64,1	7,0	7,0	10,5	10,5		
3	16.05.2012	6,4	8,2	13,8	13,1	54,4	7,0	7,0	12,0	11,9		
4	17.05.2012	6,5	7,6	12,4	11,6	58,9	6,8	6,9	11,1	11,1		
5	18.05.2012			14,4	11,7		8,8	9,0	13,8	13,9	Ausreisser Ref. PM2,5	
6	19.05.2012						9,2	9,4	13,5	13,5		
7	20.05.2012	12,0	12,8	19,1	16,8	69,0	13,3	13,4	19,1	19,2		
8	21.05.2012	27,7	28,6				32,1	32,2	43,8	43,6	Ausreisser Ref. PM10	
9	22.05.2012						58,8	58,2	74,5	73,3		
10	23.05.2012			45,2	43,3		32,2	32,0	42,6	42,0	Ausreisser Ref. PM2,5	
11	24.05.2012	10,7	9,1	19,7	17,0	54,1	11,1	11,2	22,1	22,4		
12	25.05.2012	6,8	6,6	16,6	14,8	42,6	6,1	6,2	17,3	17,2		
13	26.05.2012						8,8	9,0	18,7	19,0		
14	27.05.2012						9,2	9,4	14,6	14,9		
15	28.05.2012	12,2	12,3	20,6	19,8	60,5	15,1	15,2	22,8	23,0		
16	29.05.2012	11,3	11,9	26,8	25,2	44,5		15,5		26,8	SN 0111 versehentlich über Remotebedienung ausgeschaltet	
17	30.05.2012	17,6	17,8	34,8	32,4	52,8	22,3	22,6	32,2	33,0		
18	31.05.2012	11,6	12,0	22,6	21,2	53,8	15,8	15,7	23,1	22,8		
19	01.06.2012	9,5	9,3	16,6	15,2	59,1	12,1	12,1	15,9	16,0		
20	02.06.2012						10,6	10,6	13,9	14,1		
21	03.06.2012	10,7	10,6	16,7	16,0	65,0	14,6	14,5	16,9	16,9		
22	04.06.2012	4,1	4,8	11,5	11,2	39,4	6,7	6,7	11,2	11,4		
23	05.06.2012	5,7	4,8	14,2	13,2	38,2	7,1	7,2	11,4	11,6		
24	06.06.2012						6,7	6,8	10,1	10,1		
25	07.06.2012	4,9	4,0	8,5	7,0	57,7	5,3	5,4	9,1	9,2		
26	08.06.2012						3,9	3,9	8,3	8,3		
27	09.06.2012						4,6	4,7	8,8	8,8		
28	10.06.2012										Stromausfall	
29	11.06.2012	4,2	8,1	9,4	8,2	70,2	5,7	5,7	10,0	9,8		
30	12.06.2012	13,2	12,3	19,5	19,7	65,1	14,1	14,0	18,0	17,7		

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 2 von 22

Hersteller PALAS												Schwebstaub PM10 und PM2,5	
Gerätetyp FIDAS 200 S												Messwerte in µg/m³ i.B.	
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112													
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
31	13.06.2012	9,7	10,0	21,2	20,7	47,0	12,4	12,3	17,7	17,8	Inlet -> Nullfilter Nullfilter Nullfilter	Köln, Sommer	
32	14.06.2012	11,7	13,0	22,9	21,4	55,9	14,8	14,9	19,8	19,8			
33	15.06.2012												
34	16.06.2012												
35	17.06.2012												
36	18.06.2012	11,2	10,9	17,1	15,8	67,3	10,8	10,8	15,4	15,5			
37	19.06.2012	19,5	19,1	29,2	28,7	66,7	23,1	22,8	27,0	26,6			
38	20.06.2012	13,5	13,0	18,8	18,3	71,5	15,5	15,3	18,9	18,5			
39	21.06.2012	3,6	3,8	9,6	8,7	40,4	5,0	5,1	10,2	10,0			
40	22.06.2012	5,3	7,1	13,4	13,4	46,2	6,5	6,5	11,6	11,6			
41	23.06.2012						6,9	7,0	10,5	10,6			
42	24.06.2012	6,0	5,0	8,9	10,8	55,7	5,4	5,4	9,0	8,9			
43	25.06.2012	10,0	11,3	15,2	16,5	67,1	9,6	9,5	14,7	14,4			
44	26.06.2012	13,4	13,7	19,8	19,8		12,0	12,2	16,4	16,5			
45	27.06.2012	11,8	11,8	17,6	18,7	64,9	12,4	12,1	18,2	17,7			
46	28.06.2012	8,0	10,3	17,7	17,1	52,7	9,3	9,3	20,7	20,2			
47	29.06.2012	10,4	10,8	22,9	23,5	45,8	12,6	12,7	26,6	25,8			
48	30.06.2012						8,3	8,3	17,8	17,3			
49	01.07.2012	6,3	7,3	12,4	12,1	55,8	5,8	5,8	10,9	10,7			
50	02.07.2012	6,7	8,5	11,5	12,3	64,2	6,9	6,9	10,8	10,6			
51	03.07.2012	8,7	9,5	17,1	15,1	56,6	7,8	7,9	13,3	13,7			
52	04.07.2012	9,9	10,6	15,8	16,8	62,9	10,4	10,4	16,0	15,7			
53	05.07.2012	8,8	8,6	13,2	13,8	64,3	9,5	9,4	14,6	14,2			
54	06.07.2012	7,0	5,8	10,8	10,4	60,0	5,3	5,3	9,8	9,8			
55	07.07.2012						4,6	4,6	8,0	7,9			
56	08.07.2012	3,4	4,1	6,4	6,7	57,6	3,1	3,2	6,3	6,3			
57	09.07.2012	7,2	7,7	12,4	12,1	60,4	8,0	8,0	12,2	12,1			
58	10.07.2012	7,1	7,1	12,8	11,5	58,4	8,0	8,0	12,4	12,4			
59	11.07.2012	3,7	2,9	7,0	8,1	43,9	3,3	3,4	6,7	6,6			
60	12.07.2012	3,6	3,6	8,2	7,0	46,7	3,3	3,3	7,2	7,2			



Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S bzw. Fidas® 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

Seite 277 von 568

**Anlage 5**

**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 3 von 22**

Hersteller PALAS												Schwebstaub PM10 und PM2,5 Messwerte in µg/m³ i.B.	
Gerätetyp FIDAS 200 S													
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112													
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
61	13.07.2012	3,2	3,1	6,6	6,5	47,9	3,2	3,2	6,4	6,4		Köln, Sommer	
62	14.07.2012						3,8	3,9	6,6	6,5			
63	15.07.2012	6,0	7,1	12,0	11,3	56,6	6,3	6,5	10,2	10,2			
64	16.07.2012	3,7	4,3	9,1	7,3	48,6	3,7	3,8	7,2	7,1			
65	17.07.2012	5,4	5,7	12,6	13,1	43,0	7,7	7,7	12,2	12,0			
66	18.07.2012	5,1	5,6	10,6	9,3	53,6	5,2	5,2	10,2	10,3			
67	19.07.2012	5,4	5,6	14,5	13,8	39,2	6,5	6,5	12,6	12,3			
68	20.07.2012										Nullfilter		
69	21.07.2012										Nullfilter		
70	22.07.2012										Nullfilter		
71	23.07.2012	8,1	6,3	13,0	12,6	56,5	6,4	6,5	11,0	11,3			
72	24.07.2012	17,1	16,6	24,5	22,7	71,5	12,9	12,9	20,3	20,5			
73	25.07.2012	27,6	28,0	39,0	37,6	72,6	26,4	26,3	37,8	37,0			
74	26.07.2012	26,0	26,1	35,7	35,1	73,7	28,5	28,2	38,6	37,9			
75	27.07.2012	22,3	22,7	31,6	31,4	71,4	23,0	22,5	32,5	31,6			
76	28.07.2012						18,6	18,2	24,3	23,8			
77	29.07.2012	4,9	4,7	9,9	8,7	51,7	4,2	4,2	7,7	7,8			
78	30.07.2012	5,8	6,1	12,3	12,8	47,4	5,0	5,0	9,1	9,0			
79	31.07.2012	8,0	7,9	14,4	14,6	55,0	6,4	6,5	11,1	11,3			
80	01.08.2012	10,2	10,4	16,5	17,1	61,3	8,2	8,1	15,4	15,0			
81	02.08.2012	6,4	6,7	13,2	13,4	49,2	5,3	5,3	11,3	11,4			
82	03.08.2012	6,7	7,0	14,4	15,5	45,9	6,6	6,6	12,2	12,3			
83	04.08.2012						7,6	7,6	10,9	10,8			
84	05.08.2012	4,2	5,4	8,4	8,9	54,9	4,9	4,9	8,0	7,8			
85	06.08.2012	4,0	4,0	8,1	9,6	44,9	3,6	3,6	7,4	7,1			
86	07.08.2012	6,8	5,5	13,5	12,8	46,8	5,3	5,3	10,3	10,2			
87	08.08.2012	10,4	9,0	16,2	16,6	59,2	8,7	8,6	12,8	12,7			
88	09.08.2012	7,7	7,6	12,3	12,7	61,1	8,1	8,0	11,7	11,6			
89	10.08.2012	8,6	8,7	13,3	14,3	62,7	6,9	6,9	10,6	10,6			
90	11.08.2012						6,0	5,9	8,9	8,7			

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 4 von 22

Hersteller PALAS												Schwebstaub PM10 und PM2,5 Messwerte in µg/m³ i.B.	
Gerätetyp FIDAS 200 S													
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112													
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
91	12.08.2012	6,2	5,6	10,0	10,0	59,1	5,4	5,4	9,7	9,7	Nullfilter Nullfilter Nullfilter	Köln, Sommer	
92	13.08.2012	9,7	9,2	15,4	16,8	58,6	8,2	8,2	15,0	14,8			
93	14.08.2012	10,3	10,1	17,2	16,6	60,4	8,9	8,8	14,6	14,3			
94	15.08.2012	10,1	10,4	19,5	20,0	51,7	9,8	9,7	20,2	19,4			
95	16.08.2012	7,6	7,9	18,0	19,5	41,5	6,7	6,6	12,8	12,4			
96	17.08.2012												
97	18.08.2012												
98	19.08.2012												
99	20.08.2012	17,1	17,9	28,6	29,0	60,8	15,8	15,3	26,9	25,6			
100	21.08.2012	18,3	19,8	29,3	29,3	65,1	19,3	18,7	29,6	28,3			
101	22.08.2012	8,7	9,9	20,7	19,9	45,7	8,9	8,9	17,5	17,1			
102	23.08.2012	7,6	8,3	14,5	13,8	56,1	5,9	5,8	11,7	11,3			
103	24.08.2012	9,0	10,3	15,2	15,0	64,0	8,8	8,6	13,8	13,1			
104	25.08.2012						3,2	3,1	6,3	6,0			
105	26.08.2012	6,6	7,3	12,0	11,1	60,0	7,6	7,4	10,3	10,1			
106	27.08.2012	5,4	6,5	10,7	10,7	55,2	5,0	4,9	8,7	8,5			
107	28.08.2012	8,2	7,9	14,7	16,9	50,9	6,5	6,4	12,9	12,3			
108	29.08.2012	8,4	8,9	16,5	16,5	52,5	6,9	6,8	13,7	13,6			
109	30.08.2012	5,6	6,1	14,2	14,4	40,8	6,6	6,5	12,3	12,0			
110	31.08.2012	4,4	5,0	10,7	10,9	43,4	5,7	5,6	9,9	9,8			
111	01.09.2012						8,7	8,4	12,6	12,0			
112	02.09.2012	10,3	11,9	18,7	17,9	60,7	9,3	9,1	13,6	13,0			
113	19.11.2012										Nullfilter Nullfilter	Köln, Winter	
114	20.11.2012												
115	21.11.2012												
116	22.11.2012						11,4	11,3	14,2	13,8			
117	23.11.2012	15,3	15,1	19,6	19,6	77,8	16,8	16,3	20,4	19,7			
118	24.11.2012						15,0	14,8	19,2	19,0			
119	25.11.2012	5,1	5,8	10,8	10,4	51,1	6,0	6,0	10,1	9,9			
120	26.11.2012	6,1	6,9	11,0	11,6	57,4	7,2	7,2	11,0	10,8			

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S bzw. Fidas® 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

Seite 279 von 568

**Anlage 5**

**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 5 von 22**

Hersteller PALAS												Schwebstaub PM10 und PM2,5 Messwerte in µg/m³ i.B.	
Gerätetyp FIDAS 200 S													
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112													
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
121	27.11.2012	10,9	11,5	18,5	17,6	62,0	11,2	11,2	15,8	15,8		Köln, Winter	
122	28.11.2012	23,3	23,5	29,0	29,1	80,5	26,0	25,7	30,5	30,0			
123	29.11.2012	9,0	9,3	14,2	14,4	64,0	10,3	10,2	14,7	14,6			
124	30.11.2012	17,8	19,3	24,5	24,3	76,0	19,5	19,0	23,4	22,7			
125	01.12.2012						14,4	14,0	15,9	15,5			
126	02.12.2012	10,0	11,0	14,8	14,6	71,2	11,8	11,6	14,6	14,3			
127	03.12.2012	8,8	9,0	14,1	14,4	62,2	10,6	10,3	13,5	13,0			
128	04.12.2012	8,3	7,6	11,6	11,6	68,3	9,1		11,8				
129	05.12.2012	8,7	8,5	12,1	12,5	69,8		9,6		12,1	SN 0112 Heizung Sicherung durchgebrannt		
130	06.12.2012	9,5	10,3	16,5	16,1	60,7	12,5	12,2	16,7	16,0	SN 0111 Heizung Sicherung durchgebrannt		
131	07.12.2012	13,0	12,8	15,4	15,4	83,8	13,2	12,7	15,5	14,7			
132	08.12.2012						29,0		31,5				
133	09.12.2012	5,5	5,8	10,1	8,9	59,5	7,2		9,8		SN 0112 Heizung Sicherung durchgebrannt		
134	10.12.2012	10,6	11,2	14,5	13,5	77,5	13,3	12,6	15,9	14,8	SN 0112 Heizung Sicherung durchgebrannt		
135	11.12.2012	17,3	17,7	23,6	22,8	75,4	19,2	18,3	23,7	22,6			
136	12.12.2012	18,2	18,5	24,7	24,2	75,1	18,2	17,4	22,9	22,0			
137	13.12.2012	23,4	23,7	29,3	28,2	82,0	24,3	23,0	27,8	26,4			
138	14.12.2012	7,3	6,7	8,9	8,8	79,5	7,7	7,3	9,2	8,9			
139	15.12.2012						4,5	4,3	6,5	6,1			
140	16.12.2012	5,4	5,9	9,7	9,5	58,9	6,9	6,6	9,2	8,7			
141	17.12.2012	6,8	7,2	13,7	13,4	51,9	9,1	8,8	13,4	12,7			
142	18.12.2012	12,9	13,3	20,1	20,5	64,5	15,0	14,3	19,0	18,1			
143	19.12.2012	13,4	13,3	18,3	18,0	73,7	15,4	14,6	18,1	17,3			
144	20.12.2012	11,6	11,6	14,1	13,6	83,8	12,3	11,7	13,8	13,2			
145	21.12.2012	11,7	10,8	18,1	17,8	62,7	13,7	12,9	17,2	16,2			
146	22.12.2012						4,4	4,2	6,4	6,0			
147	23.12.2012						4,0	3,9	6,3	6,0			
148	24.12.2012						7,8	7,8	14,6	14,2			
149	25.12.2012						2,5	2,4	3,9	3,8			
150	26.12.2012						5,5	5,4	9,3	8,9			

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 6 von 22

Hersteller PALAS												Schwebstaub PM10 und PM2,5 Messwerte in µg/m <sup>3</sup> i.B.	
Gerätetyp FIDAS 200 S													
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112													
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 1 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 2 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	SN 0112 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	SN 0111 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	SN 0112 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Bemerkung	Standort	
151	27.12.2012						12,3	12,1	16,3	16,1		Köln, Winter	
152	28.12.2012						5,1	5,0	7,0	6,7			
153	29.12.2012						4,1	4,0	5,9	5,7			
154	30.12.2012						5,7	5,5	8,7	8,4			
155	31.12.2012												
156	01.01.2013										Stromausfall		
157	02.01.2013	9,7	9,3	16,1	15,0	60,9	12,2	11,7	15,7	14,9	Stromausfall		
158	03.01.2013	11,9	13,1	19,4	18,6	65,6	15,7	15,3	21,4	20,5			
159	04.01.2013	9,5	9,9	13,8	13,0	72,5	11,6	11,3	14,3	13,9			
160	05.01.2013						18,7	18,5	21,2	20,8			
161	06.01.2013	26,7	26,6	37,5	37,4	71,3	31,6	30,9	35,4	34,5			
162	07.01.2013	17,6	19,4	24,6	25,0	74,5	20,2	19,8	23,8	23,3			
163	08.01.2013	13,6	14,7	19,6	20,1	71,4	17,1	16,8	20,7	20,3			
164	09.01.2013	11,6	13,3	18,9	19,7	64,5	15,3	15,0	19,6	18,9			
165	10.01.2013	13,6	14,7	21,9	21,5	65,1	15,8	15,5	19,5	19,2			
166	11.01.2013										Nullfilter		
167	12.01.2013										Nullfilter		
168	13.01.2013										Nullfilter		
169	14.01.2013	24,9	24,8	28,4	29,4	86,0	24,6	23,9	27,5	26,6			
170	15.01.2013	33,4	33,8	36,3	37,1	91,5	31,6	30,1	34,1	32,5			
171	16.01.2013	58,5	58,4	63,7	63,3	92,0	61,4	59,4	66,9	64,4			
172	17.01.2013	55,4	56,2	60,2	59,8	93,0	57,1	55,4	61,0	59,1			
173	18.01.2013	17,4	17,5	19,0	18,6	92,7	18,2	17,6	20,1	19,6			
174	19.01.2013	21,1	21,1	22,6	23,0	92,4	23,2	22,6	24,5	23,8			
175	20.01.2013	29,7	30,0	30,9	31,2	96,2	32,7	31,6	35,0	33,6			
176	21.01.2013	44,9	42,8	45,4	44,8	97,2	46,7	45,0	49,7	47,8			
177	22.01.2013	53,5	54,9	61,5	58,2	90,5	60,5	58,2	63,6	61,1	Ausreisser Ref. PM10 - nicht verworfen		
178	23.01.2013	62,1	63,2	69,2	68,8	90,8	69,0	66,4	74,0	71,3			
179	24.01.2013	23,6	24,5	27,8	28,1	86,1	24,5	23,5	27,3	26,1			
180	25.01.2013	19,6	19,3	21,2	20,4	93,3	18,9	18,1	20,5	19,5			

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S bzw. Fidas® 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

Seite 281 von 568

**Anlage 5**

**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 7 von 22**

Hersteller PALAS												Schwebstaub PM10 und PM2,5 Messwerte in µg/m³ i.B.	
Gerätetyp FIDAS 200 S													
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112													
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
181	26.01.2013	26,6	25,9	28,3	28,4	92,5	26,3	25,1	27,8	26,5		Köln, Winter	
182	27.01.2013	9,1	9,2	15,0	15,0	61,1	10,6	10,2	14,8	14,2			
183	28.01.2013	5,7	5,9	8,9	7,9	68,6	6,2	5,9	8,4	8,0			
184	29.01.2013	3,4	3,9	5,5	4,5	72,0	4,1	3,7	5,5	5,1			
185	30.01.2013	6,4	6,8	15,2	14,8	43,8	7,4	7,2	13,5	12,7			
186	31.01.2013	8,0	8,5	20,3	19,2	41,6	10,1	9,8	17,2	16,4			
187	01.02.2013	9,2	9,4	11,9	10,9	81,4	9,3	8,8	10,9	10,4			
188	02.02.2013						6,9	6,7	11,9	11,3			
189	03.02.2013						8,7	8,2	10,6	10,0			
190	04.02.2013						9,4	9,0	14,5	13,7			
191	05.02.2013										Nullfilter		
192	06.02.2013										Nullfilter		
193	27.02.2013										Nullfilter	Bonn, Winter	
194	28.02.2013										Nullfilter		
195	01.03.2013	24,9	23,0	36,3	36,7	65,6	29,4	29,4	38,5	38,1			
196	02.03.2013						34,3	34,1	43,3	42,7			
197	03.03.2013	22,1	23,2	29,3	29,8	76,6	24,7	24,5	28,6	28,4			
198	04.03.2013	19,6	20,5	28,2	28,7	70,2	21,6	21,6	29,6	29,5			
199	05.03.2013	28,4	27,7	40,2	39,9	70,1	31,0	30,9	41,6	41,1			
200	06.03.2013	25,8	24,5	39,3	39,7	63,8	26,5	26,2	39,6	38,9			
201	07.03.2013	28,0	28,3	39,5	39,5	71,2	30,9	30,1	40,9	40,0			
202	08.03.2013	28,8	27,0	35,4	34,8	79,5	32,4	31,4	39,4	38,5			
203	09.03.2013						12,1	11,8	15,6	15,1			
204	10.03.2013	21,8	22,0	23,1	22,3	96,5	25,6	25,0	26,7	26,0			
205	11.03.2013	27,6	28,1	31,2	30,3	90,6	31,5	30,7	34,1	33,4			
206	12.03.2013	15,6	15,6	17,8	17,7	87,9	16,1	15,3	19,4	18,5			
207	13.03.2013	36,7	36,7	50,8	50,0	72,9	33,4	32,5	45,9	44,5			
208	14.03.2013	19,6	19,2	27,5	27,6	70,3	19,2	18,7	29,6	28,8			
209	15.03.2013	22,0	21,5	31,7	31,7	68,7	21,8	21,4	32,2	31,5			
210	16.03.2013						14,4	14,2	25,2	25,1			

## Anlage 5

## Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

## Blatt 8 von 22

Hersteller PALAS												Schwebstaub PM10 und PM2,5	
Gerätetyp FIDAS 200 S												Messwerte in µg/m³ i.B.	
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112													
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
211	17.03.2013	7,0	7,4	11,0	10,5	67,2	9,4	9,1	12,9	12,8		Bonn, Winter	
212	18.03.2013	7,7	8,2	17,4	17,2	45,9	9,0	8,7	17,4	16,7			
213	19.03.2013	9,5	9,9	17,1	16,8	57,5	11,0	10,5	17,2	16,1			
214	20.03.2013	21,3	20,9	25,2	24,5	84,7	23,4	22,1	25,7	24,3			
215	21.03.2013	37,5	36,6	46,3	45,9	80,5	39,0	37,4	45,9	44,0			
216	22.03.2013	21,4	21,6	26,0	26,3	82,2	25,5	24,5	30,4	29,0			
217	23.03.2013						25,3	24,4	28,3	27,5			
218	24.03.2013	15,1	15,9	19,7	18,8	80,6	17,5	16,8	20,8	20,0			
219	25.03.2013	20,1	20,6	26,0	25,6	78,9	23,2	22,3	29,2	28,1			
220	26.03.2013	15,7	15,3	21,1	20,4	74,7	16,9	16,2	22,9	22,1			
221	27.03.2013	26,6	25,9	33,3	32,8	79,5	27,5	26,3	34,6	32,9			
222	28.03.2013						51,4	48,7	59,1	55,8			
223	29.03.2013	71,1	69,8	76,5	76,3	92,2	74,6	70,3	78,0	73,4			
224	30.03.2013										Nullfilter		
225	31.03.2013										Nullfilter		
226	01.04.2013										Nullfilter		
227	02.04.2013	20,2	20,2	24,7	25,2	81,0	23,4	22,0	28,0	26,6			
228	03.04.2013	27,2	26,5	31,4	30,8	86,3	31,0	29,0	35,3	33,2			
229	04.04.2013	29,5	29,1	33,5	33,2	88,0	35,8	36,2	39,6	40,2			
230	05.04.2013	25,8	25,4	30,8	30,0	84,1	29,7	30,0	34,1	34,6			
231	06.04.2013						25,8	26,0	30,2	30,3			
232	07.04.2013	23,0	22,8	30,9	30,2	74,9	25,5	25,7	32,7	32,5			
233	08.04.2013	26,3	25,1	31,7	31,7	81,0	29,3	29,4	35,2	35,5			
234	09.04.2013	16,5	16,5	21,6	21,0	77,4	18,1	18,0	21,3	21,2			
235	10.04.2013	12,2	12,2	17,9	17,8	68,4	12,3	12,1	16,7	16,2			
236	11.04.2013	9,4	8,8	15,9	15,7	57,4	7,5	7,4	13,6	13,2			
237	12.04.2013	6,2	6,3	10,4	10,4	60,4	5,1	4,9	9,5	8,8			
238	13.04.2013						6,5	6,4	10,9	10,4			
239	14.04.2013	7,2	6,9	11,9	11,1	61,4	5,2	5,2	9,2	9,1			
240	15.04.2013	18,5	16,8	31,2	30,2	57,3	18,1	17,6	28,7	27,6			

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S bzw. Fidas® 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

Seite 283 von 568

**Anlage 5**

**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 9 von 22**

Hersteller PALAS												Schwebstaub PM10 und PM2,5 Messwerte in µg/m³ i.B.		
Gerätetyp FIDAS 200 S														
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112														
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort		
241	16.04.2013	12,7	11,2	21,1	20,7	57,2	12,3	12,0	20,8	20,3		Bonn, Winter		
242	17.04.2013	9,9	9,8	19,5	19,7	50,2	8,0	8,0	19,1	18,6				
243	18.04.2013	9,4	8,7	21,4	21,5	42,2	8,3	8,3	20,7	20,3				
244	19.04.2013	10,3	10,3	21,0	20,8	49,4	11,7	11,5	20,6	19,8				
245	20.04.2013						13,5	13,3	20,8	20,1				
246	21.04.2013	24,4	23,0	36,7	37,6	63,8	23,4	22,9	33,4	32,5				
247	22.04.2013	31,0	29,4	44,7	43,9	68,3	32,7	31,7	47,2	45,3				
248	23.04.2013	11,0	10,4	18,2	18,8	57,6	9,8	9,4	19,5	18,6				
249	24.04.2013	14,3	12,7	24,2	24,4	55,6	13,3	12,8	25,3	24,6				
250	25.04.2013	13,8	12,1	23,3	23,6	55,3	11,9	11,5	24,7	23,8				
251	26.04.2013												Nullfilter Nullfilter Nullfilter	
252	27.04.2013													
253	28.04.2013													
254	29.04.2013	14,3	12,9	20,6	21,4	64,9	12,7	12,1	20,5	19,3				
255	30.04.2013						16,0	15,2	24,5	23,1				
256	01.05.2013	16,9	18,2	21,4	22,2	80,7	19,5	18,1	23,8	21,9				
257	02.05.2013						20,0	18,6	27,7	25,7				
258	03.05.2013	23,2	23,4	33,7	34,4	68,5	27,6	25,8	38,5	35,7				
259	04.05.2013	20,2	19,7	30,1	30,6	65,7	21,9	20,5	31,6	29,5				
260	05.05.2013	9,6	9,3	14,0	14,8	65,4	7,9	7,4	13,2	12,3				
261	14.05.2013										Nullfilter Nullfilter	Bornheim, Sommer		
262	15.05.2013													
263	16.05.2013	21,0	20,7	24,5	24,7	84,6	18,8	18,7	22,6	22,5				
264	17.05.2013	16,1	15,5	18,3	19,4	83,8	15,3	15,1	17,3	17,1				
265	18.05.2013						9,5	9,7	12,3	12,3				
266	19.05.2013						18,9	18,8	22,6	22,2				
267	20.05.2013	11,3	10,3	13,9	14,7	75,2	11,2	11,0	14,3	13,9				
268	21.05.2013		5,4	8,3	8,8		4,9	4,9	8,2	8,2				
269	22.05.2013						6,9	6,9	11,1	10,8				
270	23.05.2013						5,5	5,5	7,4	7,2				

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 10 von 22

Hersteller PALAS												Schwebstaub PM10 und PM2,5 Messwerte in µg/m³ i.B.
Gerätetyp FIDAS 200 S												
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112												
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
271	24.05.2013			10,1	10,7		5,9	5,8	8,6	8,3	Stromausfall Ref. PM2,5 G#1	Bornheim, Sommer
272	25.05.2013						10,5	10,5	14,1	14,0		
273	26.05.2013		6,6	12,9	13,4		7,9	7,6	11,1	10,7	Stromausfall Ref. PM2,5 G#1	
274	27.05.2013	11,7	11,0	16,9	17,6	65,7	10,6	10,5	16,4	16,0		
275	28.05.2013	8,7	7,7	12,8	12,2	65,8	6,8	6,7	11,7	11,4		
276	29.05.2013						4,1	3,9	6,1	5,6		
277	30.05.2013						9,1	8,7	11,1	10,5		
278	31.05.2013						16,7	15,6	22,9	21,5		
279	01.06.2013						15,7	14,9	19,3	18,3		
280	02.06.2013	5,3	5,0	10,8	10,7	47,7	4,9	4,8	8,9	8,7		
281	03.06.2013	8,0	7,0	14,5	14,5	51,5	8,0	7,8	13,5	12,9		
282	04.06.2013	9,5	9,5	18,2	18,4	51,9	11,6	11,0	17,9	16,8		
283	05.06.2013	9,1	9,3	17,2	18,8	51,2	9,8	9,3	19,0	17,6		
284	06.06.2013	10,8	10,2	17,0	17,5	60,8	8,5	8,0	16,9	15,8		
285	07.06.2013	17,0	16,1	28,6	29,9	56,6	15,6	14,8	30,6	29,1		
286	08.06.2013						17,6	16,5	25,3	23,7		
287	09.06.2013	14,0	13,6	20,1	21,3	66,9	16,6	15,2	20,7	19,1		
288	10.06.2013	16,1	15,4	26,1	27,1	59,1	19,6	18,2	27,0	24,7		
289	11.06.2013	13,0	12,2	20,8	20,7	60,7	18,2	19,4	25,2	26,3		
290	12.06.2013	7,1	6,4	14,6	14,0	47,4	7,4	7,8	17,3	17,4		
291	13.06.2013	5,6	5,4	13,4	12,7	42,1	5,1	5,3	14,5	14,1		
292	14.06.2013	5,0	5,7	10,8	10,8	49,3	4,4	4,7	8,4	8,7		
293	15.06.2013	5,1	5,3	10,6	10,2	50,0	4,3	4,5	8,7	8,7		
294	16.06.2013	7,3	7,6	16,7	16,6	44,8	7,0	7,4	11,9	11,9		
295	17.06.2013	12,2	13,3	21,3	20,9	60,3	10,1	10,5	19,0	18,8		
296	18.06.2013	17,8	17,3	28,6	29,1	60,9	18,7	19,0	31,5	30,8		
297	19.06.2013	31,9	32,7	48,7	48,5	66,5	36,2	35,9	51,4	49,7		
298	20.06.2013	8,7	10,1	15,5	14,9	62,1	12,8	12,6	19,7	18,7		
299	21.06.2013	4,2	4,5	7,2	6,8	62,2	3,7	3,8	7,5	7,1		
300	22.06.2013	3,3	4,1	5,7	5,9	63,8					Nullfilter	



Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S bzw. Fidas® 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

Seite 285 von 568

**Anlage 5**

**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 11 von 22**

Hersteller PALAS												Schwebstaub PM10 und PM2,5 Messwerte in µg/m³ i.B.		
Gerätetyp FIDAS 200 S														
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112														
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort		
301	23.06.2013	3,1	3,0	4,6	5,5	59,8					Nullfilter	Bornheim, Sommer		
302	24.06.2013	8,7	8,0	13,9	13,2	61,6	9,8	9,6	13,5	13,0				
303	25.06.2013	6,3	6,6	12,9	12,7	50,4	7,2	7,0	11,2	10,9				
304	26.06.2013	9,1	9,4	14,6	14,5	63,4	9,0	8,8	13,1	12,4				
305	27.06.2013	9,8	9,6	14,2	13,8	69,5	9,9	9,5	14,0	13,1				
306	28.06.2013	8,8	8,7	14,2	14,7	60,4	9,4	8,9	15,5	14,7				
307	29.06.2013	6,0	5,8	11,7	11,5	50,8	5,4	5,0	9,9	9,0				
308	30.06.2013	7,4	6,9	14,6	14,4	49,3	6,9	6,5	13,1	11,9				
309	01.07.2013	7,7	7,6	13,4	13,2	57,5	8,0	7,4	14,8	13,1				
310	02.07.2013	7,9	7,9	12,5	12,0	64,9	7,8	7,3	12,9	11,8				
311	03.07.2013	3,6	3,8	9,0	9,9	39,1	4,6	4,2	11,1	9,6				
312	04.07.2013	7,5	7,9	13,5	13,6	56,8	8,0	7,2	13,3	11,9				
313	05.07.2013	12,9	13,1	20,9	19,9	63,8	14,8	13,2	21,7	19,0				
314	06.07.2013	13,3	13,1	18,7	18,5	71,0	15,2	13,8	20,3	18,3				
315	07.07.2013	11,3	10,7	14,9	14,4	75,0	10,9	9,8	15,0	13,2				
316	08.07.2013	11,3	10,6	16,3	16,1	67,7	10,1	9,0	16,4	14,4				
317	09.07.2013	14,2	14,5	24,9	22,6	60,5	15,9	14,1	24,5	21,1				
318	10.07.2013	9,7	10,2	19,1	17,5	54,6	11,8	10,4	19,9	17,0				
319	11.07.2013	13,6	14,3	26,6	24,9	54,1	17,5	17,1	25,1	24,0				
320	12.07.2013	16,5	16,8				22,0	21,3	30,3	28,8				
321	13.07.2013	15,3	15,3	20,4	20,7	74,5	18,3	17,5	23,4	22,1				
322	14.07.2013	14,5	14,5	22,2	21,5	66,5	19,7	18,7	26,7	24,7				
													Ausreisser Ref. PM10	

Anlage 5

PM<sub>10</sub>-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]

Blatt 12 von 22

Hersteller PALAS Gerätetyp FIDAS 200 S Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112										Schwebstaub PM10 und PM2,5 Messwerte in µg/m³ i.N.	
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm³]	Ref. 2 PM10 [µg/Nm³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/Nm³]	SN 0112 PM10 [µg/Nm³]	Bemerkung	Standort	
1	14.05.2012	-	-	-	-	-	21,3	21,5		Köln, Sommer	
2	15.05.2012	-	-	12,1	10,5	-	10,9	10,9			
3	16.05.2012	-	-	14,1	13,5	-	12,4	12,2			
4	17.05.2012	-	-	13,1	12,3	-	11,7	11,7			
5	18.05.2012	-	-	15,3	12,5	-	14,7	14,8	Ausreisser Ref. PM2,5		
6	19.05.2012	-	-	-	-	-	14,6	14,6			
7	20.05.2012	-	-	20,7	18,4	-	20,7	20,8			
8	21.05.2012	-	-	-	-	-	48,0	47,9	Ausreisser Ref. PM10		
9	22.05.2012	-	-	-	-	-	80,9	79,6			
10	23.05.2012	-	-	48,2	46,4	-	45,6	45,0	Ausreisser Ref. PM2,5		
11	24.05.2012	-	-	21,2	18,3	-	23,8	24,2			
12	25.05.2012	-	-	17,8	15,9	-	18,6	18,5			
13	26.05.2012	-	-	-	-	-	20,2	20,5			
14	27.05.2012	-	-	-	-	-	15,8	16,1			
15	28.05.2012	-	-	22,2	21,5	-	24,7	24,9			
16	29.05.2012	-	-	28,8	27,2	-	-	28,8	SN 0111 versehentlich über Remotebedienung ausgeschaltet		
17	30.05.2012	-	-	37,2	34,9	-	34,5	35,4			
18	31.05.2012	-	-	23,9	22,7	-	24,6	24,3			
19	01.06.2012	-	-	17,5	16,1	-	16,8	16,9			
20	02.06.2012	-	-	-	-	-	14,7	15,0			
21	03.06.2012	-	-	17,6	17,0	-	17,9	17,9			
22	04.06.2012	-	-	12,1	11,8	-	11,9	12,0			
23	05.06.2012	-	-	15,0	14,0	-	12,2	12,3			
24	06.06.2012	-	-	-	-	-	10,9	10,9			
25	07.06.2012	-	-	9,2	7,6	-	9,9	10,0			
26	08.06.2012	-	-	-	-	-	8,9	8,9			
27	09.06.2012	-	-	-	-	-	9,4	9,4			
28	10.06.2012	-	-	-	-	-	-	-	Stromausfall		
29	11.06.2012	-	-	10,1	8,8	-	10,7	10,6			
30	12.06.2012	-	-	20,8	21,3	-	19,2	19,0			

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S bzw. Fidas® 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

Seite 287 von 568

**Anlage 5**

**PM<sub>10</sub>-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]**

**Blatt 13 von 22**

Hersteller		PALAS								Schwebstaub PM10 und PM2,5 Messwerte in µg/m³ i.N.	
Gerätetyp		FIDAS 200 S									
Serien-Nr.		SN 0111 / SN 0112									
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm³]	Ref. 2 PM10 [µg/Nm³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/Nm³]	SN 0112 PM10 [µg/Nm³]	Bemerkung	Standort	
31	13.06.2012	-	-	22,3	21,9	-	18,8	18,7	Köln, Sommer		
32	14.06.2012	-	-	24,3	22,8	-	21,1	21,1			
33	15.06.2012	-	-			-					
34	16.06.2012	-	-			-					
35	17.06.2012	-	-			-					
36	18.06.2012	-	-	18,3	16,9	-	16,6	16,6			
37	19.06.2012	-	-	31,1	30,8	-	29,1	28,5			
38	20.06.2012	-	-	20,2	19,7	-	20,3	19,8			
39	21.06.2012	-	-	10,3	9,4	-	10,9	10,8			
40	22.06.2012	-	-	14,2	14,3	-	12,3	12,3			
41	23.06.2012	-	-			-	11,2	11,3			
42	24.06.2012	-	-	9,4	11,5	-	9,6	9,5			
43	25.06.2012	-	-	16,0	17,5	-	15,7	15,2			
44	26.06.2012	-	-	0,0	21,2	-	17,7	17,6			
45	27.06.2012	-	-	19,0	20,2	-	19,9	19,0			
46	28.06.2012	-	-	19,4	18,9	-	22,6	22,3			
47	29.06.2012	-	-	24,7	25,4	-	28,7	27,9			
48	30.06.2012	-	-			-	19,1	18,7			
49	01.07.2012	-	-	13,1	12,9	-	11,7	11,4			
50	02.07.2012	-	-	12,2	13,1	-	11,6	11,3			
51	03.07.2012	-	-	18,5	16,4	-	14,6	14,8			
52	04.07.2012	-	-	17,3	18,4	-	17,5	17,2			
53	05.07.2012	-	-	14,5	15,2	-	15,9	15,5			
54	06.07.2012	-	-	11,7	11,3	-	10,6	10,6			
55	07.07.2012	-	-			-	8,7	8,6			
56	08.07.2012	-	-	6,9	7,2	-	6,8	6,8			
57	09.07.2012	-	-	13,4	13,1	-	13,1	13,0			
58	10.07.2012	-	-	13,7	12,4	-	13,3	13,3			
59	11.07.2012	-	-	7,4	8,6	-	7,1	7,1			
60	12.07.2012	-	-	8,8	7,5	-	7,7	7,7			

Anlage 5

PM<sub>10</sub>-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]

Blatt 14 von 22

Hersteller		PALAS								Schwebstaub PM10 und PM2,5	
Gerätetyp		FIDAS 200 S								Messwerte in µg/m <sup>3</sup> i.N.	
Serien-Nr.		SN 0111 / SN 0112									
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm <sup>3</sup> ]	Ref. 2 PM10 [µg/Nm <sup>3</sup> ]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/Nm <sup>3</sup> ]	SN 0112 PM10 [µg/Nm <sup>3</sup> ]	Bemerkung	Standort	
61	13.07.2012	-	-	7,1	7,0	-	6,8	6,9		Köln, Sommer	
62	14.07.2012	-	-			-	7,0	7,0			
63	15.07.2012	-	-	12,6	11,9	-	10,8	10,8			
64	16.07.2012	-	-	9,6	7,8	-	7,7	7,5			
65	17.07.2012	-	-	13,4	13,9	-	13,1	12,8			
66	18.07.2012	-	-	11,5	10,2	-	11,0	11,1			
67	19.07.2012	-	-	15,4	14,7	-	13,4	13,1			
68	20.07.2012	-	-			-			Nullfilter		
69	21.07.2012	-	-			-			Nullfilter		
70	22.07.2012	-	-			-			Nullfilter		
71	23.07.2012	-	-	13,9	13,5	-	12,0	12,0			
72	24.07.2012	-	-	26,6	24,8	-	22,3	22,3			
73	25.07.2012	-	-	42,6	41,2	-	41,6	40,5			
74	26.07.2012	-	-	39,1	38,6	-	42,2	41,6			
75	27.07.2012	-	-			-	35,3	34,6			
76	28.07.2012	-	-			-	26,0	25,7			
77	29.07.2012	-	-	10,6	9,3	-	8,2	8,3			
78	30.07.2012	-	-	13,0	13,6	-	9,7	9,5			
79	31.07.2012	-	-	15,3	15,7	-	12,0	12,1			
80	01.08.2012	-	-	18,1	18,9	-	16,8	16,5			
81	02.08.2012	-	-	14,2	14,5	-	12,2	12,2			
82	03.08.2012	-	-			-	13,2	13,3			
83	04.08.2012	-	-			-	11,7	11,7			
84	05.08.2012	-	-	9,0	9,7	-	8,6	8,4			
85	06.08.2012	-	-	8,7	10,3	-	7,9	7,6			
86	07.08.2012	-	-	14,3	13,6	-	11,0	10,8			
87	08.08.2012	-	-	17,3	17,7	-	13,6	13,5			
88	09.08.2012	-	-	13,0	13,6	-	12,5	12,3			
89	10.08.2012	-	-			-	11,3	11,2			
90	11.08.2012	-	-			-	9,6	9,3			

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S bzw. Fidas® 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

Seite 289 von 568

**Anlage 5**

**PM<sub>10</sub>-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]**

**Blatt 15 von 22**

Hersteller		PALAS								Schwebstaub PM10 und PM2,5	
Gerätetyp		FIDAS 200 S								Messwerte in µg/m³ i.N.	
Serien-Nr.		SN 0111 / SN 0112									
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm³]	Ref. 2 PM10 [µg/Nm³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/Nm³]	SN 0112 PM10 [µg/Nm³]	Bemerkung	Standort	
91	12.08.2012	-	-	10,8	10,9	-	10,5	10,4	Nullfilter Nullfilter Nullfilter	Köln, Sommer	
92	13.08.2012	-	-	16,8	18,3	-	16,4	16,1			
93	14.08.2012	-	-	18,7	18,1	-	16,0	15,7			
94	15.08.2012	-	-	21,4	22,0	-	22,0	21,0			
95	16.08.2012	-	-	19,3	21,1	-	14,0	13,5			
96	17.08.2012	-	-			-					
97	18.08.2012	-	-			-					
98	19.08.2012	-	-			-					
99	20.08.2012	-	-	31,0	31,6	-	29,3	28,0			
100	21.08.2012	-	-	31,9	32,0	-	32,1	30,4			
101	22.08.2012	-	-	22,1	21,4	-	19,0	18,5			
102	23.08.2012	-	-	15,6	14,9	-	12,7	12,2			
103	24.08.2012	-	-	16,5	16,4	-	15,0	14,2			
104	25.08.2012	-	-			-	6,7	6,3			
105	26.08.2012	-	-	12,7	11,8	-	11,0	10,8			
106	27.08.2012	-	-	11,5	11,5	-	9,4	9,2			
107	28.08.2012	-	-	15,8	18,2	-	13,9	13,3			
108	29.08.2012	-	-	17,8	17,9	-	14,7	14,5			
109	30.08.2012	-	-	15,2	15,4	-	13,0	12,6			
110	31.08.2012	-	-	11,2	11,5	-	10,4	10,2			
111	01.09.2012	-	-			-	13,3	12,7			
112	02.09.2012	-	-	19,8	19,0	-	14,4	13,9			
113	19.11.2012	-	-			-			Nullfilter Nullfilter	Köln, Winter	
114	20.11.2012	-	-			-					
115	21.11.2012	-	-			-					
116	22.11.2012	-	-			-	14,6	14,3			
117	23.11.2012	-	-	20,2	20,3	-	21,1	20,3			
118	24.11.2012	-	-			-	20,2	20,0			
119	25.11.2012	-	-	11,2	10,9	-	10,5	10,4			
120	26.11.2012	-	-	11,5	12,2	-	11,6	11,3			

Anlage 5

PM<sub>10</sub>-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]

Blatt 16 von 22

Hersteller		PALAS								Schwebstaub PM10 und PM2,5	
Gerätetyp		FIDAS 200 S								Messwerte in µg/m <sup>3</sup> i.N.	
Serien-Nr.		SN 0111 / SN 0112									
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm <sup>3</sup> ]	Ref. 2 PM10 [µg/Nm <sup>3</sup> ]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/Nm <sup>3</sup> ]	SN 0112 PM10 [µg/Nm <sup>3</sup> ]	Bemerkung	Standort	
121	27.11.2012	-	-	19,2	18,4	-	16,5	16,4		Köln, Winter	
122	28.11.2012	-	-	30,0	30,2	-	31,7	31,2			
123	29.11.2012	-	-	14,6	14,8	-	15,1	15,1			
124	30.11.2012	-	-	24,7	24,7	-	23,7	23,0			
125	01.12.2012	-	-	-	-	-	16,3	15,8			
126	02.12.2012	-	-	15,1	15,0	-	14,9	14,6			
127	03.12.2012	-	-	14,5	14,8	-	13,9	13,4			
128	04.12.2012	-	-	12,0	12,1	-	12,2		SN 0112 Heizung Sicherung durchgebrannt		
129	05.12.2012	-	-	12,3	12,8	-		12,4	SN 0111 Heizung Sicherung durchgebrannt		
130	06.12.2012	-	-	16,7	16,3	-	16,9	16,2			
131	07.12.2012	-	-	15,4	15,5	-	15,5	14,7			
132	08.12.2012	-	-	-	-	-	31,1		SN 0112 Heizung Sicherung durchgebrannt		
133	09.12.2012	-	-	10,4	9,1	-	10,0		SN 0112 Heizung Sicherung durchgebrannt		
134	10.12.2012	-	-	14,6	13,7	-	16,0	14,8			
135	11.12.2012	-	-	23,4	22,7	-	23,6	22,6			
136	12.12.2012	-	-	24,6	24,3	-	23,0	22,3			
137	13.12.2012	-	-	29,7	28,7	-	28,2	27,4			
138	14.12.2012	-	-	9,3	9,2	-	9,7	9,3			
139	15.12.2012	-	-	-	-	-	6,8	6,4			
140	16.12.2012	-	-	10,1	9,9	-	9,6	9,1			
141	17.12.2012	-	-	14,2	13,9	-	13,9	13,1			
142	18.12.2012	-	-	20,5	21,0	-	19,5	18,4			
143	19.12.2012	-	-	18,5	18,3	-	18,4	17,6			
144	20.12.2012	-	-	14,3	13,9	-	14,1	13,5			
145	21.12.2012	-	-	18,5	18,4	-	17,7	16,9			
146	22.12.2012	-	-	-	-	-	6,7	6,3			
147	23.12.2012	-	-	-	-	-	6,6	6,4			
148	24.12.2012	-	-	-	-	-	15,5	14,9			
149	25.12.2012	-	-	-	-	-	4,1	3,9			
150	26.12.2012	-	-	-	-	-	9,7	9,2			

**Anlage 5**

**PM<sub>10</sub>-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]**

**Blatt 17 von 22**

Hersteller		PALAS									Schwebstaub PM10 und PM2,5 Messwerte in µg/m³ i.N.	
Gerätetyp		FIDAS 200 S										
Serien-Nr.		SN 0111 / SN 0112										
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm³]	Ref. 2 PM10 [µg/Nm³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/Nm³]	SN 0112 PM10 [µg/Nm³]	Bemerkung	Standort		
151	27.12.2012	-	-			-	16,9	16,6		Köln, Winter		
152	28.12.2012	-	-			-	7,2	7,0				
153	29.12.2012	-	-			-	6,1	5,9				
154	30.12.2012	-	-			-	9,0	8,7				
155	31.12.2012	-	-			-						
156	01.01.2013	-	-			-						
157	02.01.2013	-	-	16,4	15,3	-	16,0	15,2				
158	03.01.2013	-	-	19,8	19,1	-	21,9	20,9				
159	04.01.2013	-	-	14,0	13,3	-	14,6	14,2				
160	05.01.2013	-	-			-	21,7	21,2				
161	06.01.2013	-	-	38,2	38,4	-	36,4	35,3				
162	07.01.2013	-	-	25,0	25,7	-	24,5	23,9				
163	08.01.2013	-	-	20,0	20,6	-	21,4	20,8				
164	09.01.2013	-	-	19,2	20,2	-	20,1	19,4				
165	10.01.2013	-	-	22,3	22,0	-	20,1	19,6				
166	11.01.2013	-	-			-						
167	12.01.2013	-	-			-			Nullfilter			
168	13.01.2013	-	-			-			Nullfilter			
169	14.01.2013	-	-	28,4	29,5	-	27,6	26,7				
170	15.01.2013	-	-	36,5	37,6	-	34,5	32,7				
171	16.01.2013	-	-	63,6	63,6	-	66,9	64,4				
172	17.01.2013	-	-	59,9	59,9	-	60,9	59,4				
173	18.01.2013	-	-	19,2	18,9	-	20,4	20,0				
174	19.01.2013	-	-	22,9	23,4	-	24,9	24,2				
175	20.01.2013	-	-	31,5	32,0	-	35,7	34,2				
176	21.01.2013	-	-	45,8	45,8	-	50,8	48,7				
177	22.01.2013	-	-	62,3	59,3	-	64,7	61,9				
178	23.01.2013	-	-	69,6	69,6	-	75,1	71,8				
179	24.01.2013	-	-	27,7	28,1	-	27,3	26,1				
180	25.01.2013	-	-	21,1	20,5	-	20,5	19,6	Ausreisser Ref. PM10 - nicht verworfen			

Anlage 5

PM<sub>10</sub>-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]

Blatt 18 von 22

Hersteller		PALAS								Schwebstaub PM10 und PM2,5	
Gerätetyp		FIDAS 200 S								Messwerte in µg/m <sup>3</sup> i.N.	
Serien-Nr.		SN 0111 / SN 0112									
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm <sup>3</sup> ]	Ref. 2 PM10 [µg/Nm <sup>3</sup> ]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/Nm <sup>3</sup> ]	SN 0112 PM10 [µg/Nm <sup>3</sup> ]	Bemerkung	Standort	
181	26.01.2013	-	-	28,5	28,7	-	28,0	26,7		Köln, Winter	
182	27.01.2013	-	-	15,3	15,4	-	15,2	14,5			
183	28.01.2013	-	-	9,2	8,2	-	8,6	8,2			
184	29.01.2013	-	-	5,8	4,8	-	5,8	5,4			
185	30.01.2013	-	-	15,8	15,6	-	14,2	13,4			
186	31.01.2013	-	-	21,0	20,0	-	17,9	17,1			
187	01.02.2013	-	-	12,3	11,4	-	11,4	10,7			
188	02.02.2013	-	-	-	-	-	12,2	11,6			
189	03.02.2013	-	-	-	-	-	10,9	10,3			
190	04.02.2013	-	-	-	-	-	15,2	14,4			
191	05.02.2013	-	-	-	-	-	-	-	Nullfilter		
192	06.02.2013	-	-	-	-	-	-	-	Nullfilter		
193	27.02.2013	-	-	-	-	-	-	-	Nullfilter		
194	28.02.2013	-	-	-	-	-	-	-	Nullfilter		
195	01.03.2013	-	-	36,6	37,1	-	38,9	38,5		Bonn, Winter	
196	02.03.2013	-	-	-	-	-	43,7	43,1			
197	03.03.2013	-	-	29,5	30,2	-	28,9	28,7			
198	04.03.2013	-	-	28,9	29,7	-	30,5	30,4			
199	05.03.2013	-	-	41,8	41,8	-	43,4	42,9			
200	06.03.2013	-	-	41,5	42,3	-	42,1	41,4			
201	07.03.2013	-	-	41,9	42,3	-	43,7	42,8			
202	08.03.2013	-	-	37,8	37,4	-	42,3	41,3			
203	09.03.2013	-	-	0,0	0,0	-	16,6	16,1			
204	10.03.2013	-	-	23,6	22,9	-	27,4	26,7			
205	11.03.2013	-	-	31,5	30,8	-	34,5	33,8			
206	12.03.2013	-	-	17,9	17,9	-	19,5	18,6			
207	13.03.2013	-	-	51,3	50,9	-	46,4	44,9			
208	14.03.2013	-	-	27,5	27,9	-	29,7	28,9			
209	15.03.2013	-	-	32,0	32,3	-	32,7	32,0			
210	16.03.2013	-	-	-	-	-	26,1	25,9			



**Anlage 5**

**PM<sub>10</sub>-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]**

**Blatt 19 von 22**

Hersteller		PALAS								Schwebstaub PM10 und PM2,5			
Gerätetyp		FIDAS 200 S								Messwerte in µg/m³ i.N.			
Serien-Nr.		SN 0111 / SN 0112											
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm³]	Ref. 2 PM10 [µg/Nm³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/Nm³]	SN 0112 PM10 [µg/Nm³]	Bemerkung	Standort			
211	17.03.2013	-	-	11,4	11,0	-	13,5	13,3		Bonn, Winter			
212	18.03.2013	-	-	18,2	18,1	-	18,3	17,6					
213	19.03.2013	-	-	17,7	17,5	-	18,0	16,8					
214	20.03.2013	-	-	25,8	25,2	-	26,4	24,8					
215	21.03.2013	-	-	46,4	46,3	-	46,2	44,3					
216	22.03.2013	-	-	26,4	26,8	-	31,0	29,5					
217	23.03.2013	-	-			-	28,7	27,8					
218	24.03.2013	-	-	19,9	19,1	-	21,1	20,3					
219	25.03.2013	-	-	26,2	25,9	-	29,6	28,5					
220	26.03.2013	-	-	21,4	20,8	-	23,3	22,5					
221	27.03.2013	-	-	33,9	33,6	-	35,4	33,6					
222	28.03.2013	-	-			-	60,6	57,2					
223	29.03.2013	-	-	78,1	77,4	-	79,3	74,6					
224	30.03.2013	-	-			-			Nullfilter				
225	31.03.2013	-	-			-			Nullfilter				
226	01.04.2013	-	-			-			Nullfilter				
227	02.04.2013	-	-	25,2	25,8	-	28,7	27,2					
228	03.04.2013	-	-	31,9	31,5	-	36,0	33,8					
229	04.04.2013	-	-	34,3	34,2	-	40,7	41,4					
230	05.04.2013	-	-	31,5	30,8	-	34,9	35,5					
231	06.04.2013	-	-			-	30,7	30,8					
232	07.04.2013	-	-	31,7	31,2	-	33,6	33,4					
233	08.04.2013	-	-	32,9	33,1	-	36,7	37,0					
234	09.04.2013	-	-	22,6	22,2	-	22,4	22,3					
235	10.04.2013	-	-	18,7	18,8	-	17,6	17,1					
236	11.04.2013	-	-	16,9	16,9	-	14,5	14,1					
237	12.04.2013	-	-	11,0	11,1	-	10,1	9,3					
238	13.04.2013	-	-			-	11,4	10,9					
239	14.04.2013	-	-	12,6	11,9	-	9,8	9,7					
240	15.04.2013	-	-	33,0	32,3	-	30,6	29,5					

Anlage 5

PM<sub>10</sub>-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]

Blatt 20 von 22

Hersteller		PALAS								Schwebstaub PM10 und PM2,5 Messwerte in µg/m <sup>3</sup> i.N.	
Gerätetyp		FIDAS 200 S									
Serien-Nr.		SN 0111 / SN 0112									
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm <sup>3</sup> ]	Ref. 2 PM10 [µg/Nm <sup>3</sup> ]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/Nm <sup>3</sup> ]	SN 0112 PM10 [µg/Nm <sup>3</sup> ]	Bemerkung	Standort	
241	16.04.2013	-	-	22,4	22,2	-	22,2	21,7		Bonn, Winter	
242	17.04.2013	-	-	20,9	21,2	-	20,5	20,0			
243	18.04.2013	-	-	22,6	22,9	-	22,0	21,5			
244	19.04.2013	-	-	21,7	21,7	-	21,4	20,5			
245	20.04.2013	-	-	-	-	-	21,5	20,8			
246	21.04.2013	-	-	38,2	39,4	-	34,9	34,0			
247	22.04.2013	-	-	46,8	46,4	-	49,7	47,7			
248	23.04.2013	-	-	19,0	19,8	-	20,5	19,5			
249	24.04.2013	-	-	25,7	26,0	-	26,9	26,1			
250	25.04.2013	-	-	24,9	25,4	-	26,6	25,6			
251	26.04.2013	-	-	-	-	-	-	-	Nullfilter		
252	27.04.2013	-	-	-	-	-	-	-	Nullfilter		
253	28.04.2013	-	-	-	-	-	-	-	Nullfilter		
254	29.04.2013	-	-	21,5	22,6	-	21,4	20,2			
255	30.04.2013	-	-	-	-	-	25,6	24,1			
256	01.05.2013	-	-	22,4	23,4	-	25,1	23,1			
257	02.05.2013	-	-	-	-	-	29,4	27,4			
258	03.05.2013	-	-	35,6	36,7	-	41,0	38,0			
259	04.05.2013	-	-	31,7	32,5	-	33,5	31,3			
260	05.05.2013	-	-	14,8	15,7	-	14,0	13,0			
261	14.05.2013	-	-	-	-	-	-	-	Nullfilter	Borheim, Sommer	
262	15.05.2013	-	-	-	-	-	-	-	Nullfilter		
263	16.05.2013	-	-	26,2	26,6	-	24,2	24,1			
264	17.05.2013	-	-	19,3	20,5	-	18,2	18,0			
265	18.05.2013	-	-	-	-	-	13,0	13,0			
266	19.05.2013	-	-	-	-	-	24,4	23,9			
267	20.05.2013	-	-	14,6	15,6	-	15,1	14,6			
268	21.05.2013	-	-	8,7	9,4	-	8,6	8,7			
269	22.05.2013	-	-	-	-	-	11,5	11,3			
270	23.05.2013	-	-	-	-	-	7,6	7,5			

**Anlage 5**

**PM<sub>10</sub>-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]**

**Blatt 21 von 22**

Hersteller		PALAS									Schwebstaub PM10 und PM2,5 Messwerte in µg/m³ i.N.	
Gerätetyp		FIDAS 200 S										
Serien-Nr.		SN 0111 / SN 0112										
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm³]	Ref. 2 PM10 [µg/Nm³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/Nm³]	SN 0112 PM10 [µg/Nm³]	Bemerkung	Standort		
271	24.05.2013	-	-	10,5	11,1	-	8,9	8,6	Stromausfall Ref. PM2,5 G#1	Bornheim, Sommer		
272	25.05.2013	-	-			-	14,8	14,7				
273	26.05.2013	-	-	13,4	14,0	-	11,6	11,2	Stromausfall Ref. PM2,5 G#1			
274	27.05.2013	-	-	18,0	18,7	-	17,5	17,0				
275	28.05.2013	-	-	13,8	13,3	-	12,7	12,4				
276	29.05.2013	-	-			-	6,4	5,9				
277	30.05.2013	-	-			-	11,8	11,2				
278	31.05.2013	-	-			-	24,6	23,0				
279	01.06.2013	-	-			-	20,3	19,1				
280	02.06.2013	-	-	11,3	11,3	-	9,3	9,1				
281	03.06.2013	-	-	15,0	15,1	-	14,0	13,4				
282	04.06.2013	-	-	19,2	19,5	-	18,9	17,7				
283	05.06.2013	-	-	18,4	20,2	-	20,4	18,9				
284	06.06.2013	-	-	18,2	18,9	-	18,3	17,0				
285	07.06.2013	-	-	30,8	32,3	-	33,1	31,5				
286	08.06.2013	-	-			-	27,5	25,7				
287	09.06.2013	-	-	21,4	22,8	-	22,1	20,4				
288	10.06.2013	-	-	27,6	28,9	-	28,6	26,2				
289	11.06.2013	-	-	22,2	22,3	-	27,0	28,2				
290	12.06.2013	-	-	15,7	15,1	-	18,7	18,8				
291	13.06.2013	-	-	14,2	13,6	-	15,5	15,0				
292	14.06.2013	-	-	11,5	11,5	-	8,9	9,2				
293	15.06.2013	-	-	11,3	10,9	-	9,3	9,3				
294	16.06.2013	-	-	17,9	17,7	-	12,8	12,8				
295	17.06.2013	-	-	23,3	22,8	-	20,8	20,6				
296	18.06.2013	-	-	31,5	32,1	-	34,8	34,0				
297	19.06.2013	-	-	53,8	53,8	-	56,9	55,0				
298	20.06.2013	-	-	16,8	16,1	-	21,4	20,3				
299	21.06.2013	-	-	7,7	7,3	-	8,1	7,6				
300	22.06.2013	-	-	6,1	6,4	-			Nullfilter			

Anlage 5

PM<sub>10</sub>-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]

Blatt 22 von 22

Hersteller		PALAS						Schwebstaub PM10 und PM2,5				
Gerätetyp		FIDAS 200 S						Messwerte in µg/m³ i.N.				
Serien-Nr.		SN 0111 / SN 0112										
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm³]	Ref. 2 PM10 [µg/Nm³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/Nm³]	SN 0112 PM10 [µg/Nm³]	Bemerkung	Standort		
301	23.06.2013	-	-	4,9	5,8	-			Nullfilter	Bornheim, Sommer		
302	24.06.2013	-	-	14,6	13,9	-	14,3	13,7				
303	25.06.2013	-	-	13,5	13,2	-	11,7	11,3				
304	26.06.2013	-	-	15,3	15,2	-	13,6	12,9				
305	27.06.2013	-	-	14,9	14,5	-	14,7	13,8				
306	28.06.2013	-	-	15,0	15,6	-	16,3	15,5				
307	29.06.2013	-	-	12,3	12,2	-	10,5	9,5				
308	30.06.2013	-	-	15,5	15,4	-	13,9	12,7				
309	01.07.2013	-	-	14,3	14,2	-	15,9	14,0				
310	02.07.2013	-	-	13,6	13,0	-	14,0	12,9				
311	03.07.2013	-	-	9,7	10,6	-	11,9	10,3				
312	04.07.2013	-	-	14,4	14,6	-	14,2	12,7				
313	05.07.2013	-	-	22,2	21,2	-	23,1	20,2				
314	06.07.2013	-	-	20,0	19,9	-	21,7	19,6				
315	07.07.2013	-	-	16,0	15,5	-	16,1	14,2				
316	08.07.2013	-	-	17,6	17,3	-	17,7	15,5				
317	09.07.2013	-	-	26,9	24,5	-	26,5	22,9				
318	10.07.2013	-	-	20,4	18,8	-	21,3	18,2				
319	11.07.2013	-	-	28,1	26,3	-	26,5	25,3				
320	12.07.2013	-	-			-	32,1	30,5				
321	13.07.2013	-	-	21,7	22,0	-	24,9	23,5				
322	14.07.2013	-	-	23,7	23,0	-	28,5	26,4				
											Ausreisser Ref. PM10	

**Anlage 6**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 1 von 11**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
1	14.05.2012	Köln, Sommer	15,4	22,1	1006	52,7	0,9	144	0,9
2	15.05.2012		9,2	15,7	1006	76,3	1,2	119	6,0
3	16.05.2012		8,9	14,6	1016	65,0	1,1	138	1,2
4	17.05.2012		14,4	18,8	1008	46,4	0,9	177	0,0
5	18.05.2012		15,4	20,0	1003	72,3	0,6	187	0,0
6	19.05.2012		19,3	24,9	1002	65,9	0,2	231	0,0
7	20.05.2012		19,5	27,8	997	70,6	0,2	148	0,3
8	21.05.2012		21,2	26,4	993	68,1	0,4	135	0,0
9	22.05.2012		21,5	27,6	1005	72,2	0,5	110	0,0
10	23.05.2012		20,3	26,0	1015	76,0	0,2	176	0,0
11	24.05.2012		23,2	31,5	1017	50,4	0,7	159	0,0
12	25.05.2012		21,2	28,6	1016	39,9	1,0	177	0,0
13	26.05.2012		21,3	28,1	1013	46,2	0,6	187	0,0
14	27.05.2012		21,4	28,1	1010	51,8	0,3	200	0,0
15	28.05.2012		21,7	27,8	1007	53,4	0,8	108	0,0
16	29.05.2012		20,4	25,4	1008	57,7	0,9	104	0,0
17	30.05.2012		19,8	24,7	1011	61,7	0,7	140	0,0
18	31.05.2012		17,1	24,4	1009	76,1	0,9	130	13,3
19	01.06.2012		15,0	18,4	1011	68,6	0,8	107	0,0
20	02.06.2012		15,2	20,2	1006	58,2	0,7	151	3,0
21	03.06.2012		11,9	15,2	1002	87,2	0,3	154	6,8
22	04.06.2012		12,2	20,2	1006	80,4	0,9	125	7,2
23	05.06.2012		14,2	19,0	1007	60,8	0,5	167	6,5
24	06.06.2012		16,0	20,0	1000	78,5	0,4	165	5,0
25	07.06.2012		19,7	24,5	996	69,4	1,1	178	0,3
26	08.06.2012		17,5	23,1	1003	58,9	2,7	189	0,3
27	09.06.2012		15,5	19,9	1006	57,5	1,6	166	0,0
28	10.06.2012		17,8	26,6	1000	56,8	0,3	184	0,0
29	11.06.2012		15,5	19,9	995	81,8	0,4	151	26,6
30	12.06.2012		16,4	21,1	1000	72,0	0,8	116	0,0

Anlage 6

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 2 von 11

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
31	13.06.2012	Köln, Sommer	13,9	15,4	1010	71,0	0,2	114	0,0
32	14.06.2012		16,4	20,9	1010	65,0	0,2	174	0,3
34	15.06.2012		17,8	21,8	1007	79,2	0,4	152	11,6
34	16.06.2012		15,7	18,1	1010	82,0	0,6	155	1,8
35	17.06.2012		18,4	24,1	1011	61,8	0,6	133	0,0
36	18.06.2012		18,9	24,9	1011	69,1	0,7	137	0,0
37	19.06.2012		18,6	21,4	1010	73,9	0,1	149	7,5
38	20.06.2012		18,6	23,0	1006	82,1	0,3	135	2,1
39	21.06.2012		19,0	24,6	1005	76,2	0,4	151	12,7
40	22.06.2012		17,0	21,9	1013	64,6	1,2	161	0,6
41	23.06.2012		18,6	23,4	1014	59,4	0,7	138	0,0
42	24.06.2012		15,7	20,0	1006	76,5	1,6	162	6,9
43	25.06.2012		15,5	19,9	1012	71,5	0,8	124	0,6
44	26.06.2012		19,1	24,2	1014	61,4	0,5	138	0,0
45	27.06.2012		20,3	23,2	1009	82,7	0,3	136	0,3
46	28.06.2012		24,9	32,0	1001	68,1	0,7	172	10,0
47	29.06.2012		19,7	27,4	1004	84,5	0,2	146	29,5
48	30.06.2012		21,2	26,0	1006	67,3	0,6	152	0,0
49	01.07.2012		17,3	23,2	1012	64,9	0,4	150	0,0
50	02.07.2012		17,5	21,9	1012	71,0	0,2	183	0,0
51	03.07.2012		22,2	27,7	1009	59,9	0,2	163	0,0
52	04.07.2012		24,0	28,8	1004	60,6	0,5	171	0,0
53	05.07.2012		23,6	30,6	1002	68,8	0,4	189	0,0
54	06.07.2012		21,0	27,2	1005	63,9	0,7	167	0,0
55	07.07.2012		20,6	25,9	1003	65,6	0,2	157	5,9
56	08.07.2012		18,8	22,6	1002	72,1	1,6	170	9,8
57	09.07.2012		19,8	25,2	1006	65,8	0,5	144	0,0
58	10.07.2012		18,4	24,8	1005	77,5	0,5	145	8,0
59	11.07.2012		16,1	21,6	1006	70,2	1,2	163	1,5
60	12.07.2012		17,2	22,2	1005	66,6	0,9	150	11,3

**Anlage 6**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 3 von 11**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
61	13.07.2012	Köln, Sommer	16,0	22,7	996	83,8	0,8	133	unplausibel
62	14.07.2012		16,3	19,5	1001	74,9	1,4	110	3,0
63	15.07.2012		14,6	17,5	1011	81,4	0,9	106	9,8
64	16.07.2012		16,0	18,9	1014	77,8	1,8	130	unplausibel
65	17.07.2012		17,8	22,2	1014	79,3	1,3	108	unplausibel
66	18.07.2012		21,0	28,2	1003	60,9	1,9	128	unplausibel
67	19.07.2012		17,0	21,6	1005	73,5	1,6	114	unplausibel
68	20.07.2012		16,1	20,1	1010	80,0	0,2	117	8,6
69	21.07.2012		15,0	19,5	1017	69,3	0,4	175	0,0
70	22.07.2012		17,6	24,8	1021	62,3	0,1	202	0,0
71	23.07.2012		20,6	27,2	1016	56,2	0,6	161	0,0
72	24.07.2012		23,7	31,4	1009	60,7	0,2	166	0,0
73	25.07.2012		25,3	32,0	1008	59,5	0,1	124	0,0
74	26.07.2012		26,1	32,7	1008	59,4	0,4	138	0,0
75	27.07.2012		23,3	34,6	1002	76,6	0,4	151	12,4
76	28.07.2012		19,3	23,1	1002	83,5	0,1	137	15,4
77	29.07.2012		17,8	23,3	1008	64,0	0,9	143	6,5
78	30.07.2012		16,6	21,8	1011	69,1	0,5	144	1,2
79	31.07.2012		18,4	22,2	1010	67,4	0,2	171	0,0
80	01.08.2012		25,4	31,1	1003	57,8	0,9	182	0,0
81	02.08.2012		20,5	25,0	1008	69,7	0,4	143	0,0
82	03.08.2012		20,5	25,9	1008	67,8	0,3	161	1,8
83	04.08.2012		20,1	26,8	1005	74,3	0,3	162	3,6
84	05.08.2012		19,3	25,8	1002	81,7	0,5	159	8,9
85	06.08.2012		19,2	23,6	1008	64,4	1,8	149	0,0
86	07.08.2012		17,3	20,9	1015	66,3	0,6	137	0,0
87	08.08.2012		19,2	22,6	1017	72,0	0,3	118	0,0
88	09.08.2012		18,7	24,6	1018	65,8	0,6	136	0,0
89	10.08.2012		17,3	23,9	1018	64,3	0,5	150	0,0
90	11.08.2012		18,7	24,4	1012	61,4	0,4	174	0,0

Anlage 6

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 4 von 11

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
91	12.08.2012	Köln, Sommer	20,8	26,6	1007	53,4	0,8	170	0,0
92	13.08.2012		23,0	28,9	1006	57,3	0,4	188	0,0
93	14.08.2012		22,6	29,6	1006	69,6	0,3	156	1,5
94	15.08.2012		24,4	33,2	1005	62,6	0,8	148	8,0
95	16.08.2012		22,0	28,2	1012	58,4	0,5	149	0,0
96	17.08.2012		24,3	30,8	1012	55,0	0,5	169	unplausibel
97	18.08.2012		27,8	35,8	1010	53,2	0,7	170	0,0
98	19.08.2012		30,7	39,5	1008	53,8	0,7	149	0,0
99	20.08.2012		24,4	31,1	1012	70,9	0,2	154	1,2
100	21.08.2012		24,3	31,1	1008	64,2	0,3	123	0,6
101	22.08.2012		19,4	25,9	1010	60,8	0,5	139	0,0
102	23.08.2012		20,7	27,4	1004	53,8	0,4	158	3,0
103	24.08.2012	20,1	26,0	999	70,6	0,3	136	7,1	
104	25.08.2012	20,5	25,7	1000	61,1	2,3	194	4,4	
105	26.08.2012	15,7	18,5	1010	83,5	0,8	148	2,7	
106	27.08.2012	20,3	26,0	1010	59,3	0,5	177	0,0	
107	28.08.2012	21,0	26,8	1010	65,6	0,5	160	0,0	
108	29.08.2012	22,3	29,9	1008	62,7	0,8	148	0,0	
109	30.08.2012	18,7	23,4	1009	63,3	0,8	153	1,2	
110	31.08.2012								
111	01.09.2012								
112	02.09.2012								
113	19.11.2012	Köln, Winter							
114	20.11.2012								
115	21.11.2012								
116	22.11.2012		8,2	13,4	1013	79,5	0,6	150	0,0
117	23.11.2012		8,5	9,6	1010	88,3	0,1	147	9,3
118	24.11.2012		11,6	14,7	1005	78,5	0,9	156	0,3
119	25.11.2012		8,8	13,7	1004	70,3	1,4	161	0,3
120	26.11.2012		8,9	9,8	997	83,3	0,3	150	5,9



**Anlage 6**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 5 von 11**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
121	27.11.2012	Köln, Winter	7,5	10,6	998	81,2	0,1	125	0,3
122	28.11.2012		6,0	7,4	997	81,3	1,8	84	0,0
123	29.11.2012		4,0	5,3	999	81,0	1,0	80	0,0
124	30.11.2012		1,6	4,7	1005	83,8	0,1	157	0,0
125	01.12.2012		2,9	5,8	1003	83,1	0,7	156	5,1
126	02.12.2012		3,9	5,3	1006	82,3	1,3	146	0,3
127	03.12.2012		3,7	5,8	997	87,7	0,5	158	7,2
128	04.12.2012		4,5	6,6	993	84,3	1,0	114	5,7
129	05.12.2012		2,1	4,2	999	85,7	0,8	120	4,2
130	06.12.2012		0,9	4,1	1005	79,9	0,7	151	0,0
131	07.12.2012		-2,6	0,0	1001	89,4	0,0	108	0,0
132	08.12.2012		-2,6	1,9	1016	86,2	0,0	125	0,9
134	09.12.2012		4,0	4,9	1002	87,0	1,8	149	16,1
134	10.12.2012		1,9	4,6	1010	81,4	2,6	78	1,8
135	11.12.2012		-0,2	1,4	1018	74,8	0,8	128	0,0
136	12.12.2012		-0,5	4,7	1010	71,4	0,5	136	0,0
137	13.12.2012		0,9	3,8	1000	75,6	0,5	148	0,0
138	14.12.2012		7,1	9,5	988	82,4	1,3	157	4,2
139	15.12.2012		8,7	12,1	995	78,6	1,2	173	4,7
140	16.12.2012		7,2	11,0	997	85,2	0,4	151	7,4
141	17.12.2012		7,2	10,1	999	85,4	0,1	141	3,0
142	18.12.2012		6,2	7,6	1011	88,1	0,0	145	0,9
143	19.12.2012		4,2	6,3	1014	85,6	0,3	154	0,0
144	20.12.2012		2,8	4,2	1003	85,8	1,4	150	7,2
145	21.12.2012		6,0	7,6	1007	91,2	0,0	153	2,1
146	22.12.2012		8,7	13,3	1001	89,0	1,0	148	25,7
147	23.12.2012		10,6	14,5	1001	87,5	0,8	139	8,4
148	24.12.2012		11,8	13,8	995	76,0	0,7	155	2,4
149	25.12.2012		9,4	11,8	996	77,1	2,1	162	4,2
150	26.12.2012		9,1	10,9	1000	76,1	2,3	165	4,2

Anlage 6

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 6 von 11

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
151	27.12.2012	Köln, Winter	7,3	10,9	1004	86,2	0,5	129	9,8
152	28.12.2012		8,4	10,0	1015	85,1	0,5	157	1,8
153	29.12.2012		10,4	12,2	1005	72,7	2,2	168	0,3
154	30.12.2012		8,6	9,9	1009	72,5	2,6	171	3,3
155	31.12.2012		9,9	11,2	1000	71,3	3,3	177	2,1
156	01.01.2013		6,1	8,9	1006	82,0	0,7	143	3,0
157	02.01.2013		7,5	9,4	1020	79,6	0,8	155	1,8
158	03.01.2013		10,6	11,0	1026	88,3	0,6	126	2,4
159	04.01.2013		9,1	10,8	1027	89,3	0,7	120	0,9
160	05.01.2013		8,4	9,2	1025	86,1	0,3	126	0,0
161	06.01.2013		9,1	9,7	1022	86,6	0,4	115	0,0
162	07.01.2013		8,2	10,2	1020	80,0	0,3	143	0,0
163	08.01.2013		7,6	8,9	1017	78,6	0,3	141	0,0
164	09.01.2013		5,8	6,3	1010	87,0	0,2	136	6,3
165	10.01.2013		4,0	7,6	1006	80,2	0,7	129	2,4
166	11.01.2013		-1,4	2,3	1011	78,3	0,0	153	0,0
167	12.01.2013		-1,5	2,6	1010	70,1	0,1	141	0,0
168	13.01.2013		-0,6	2,7	1009	70,0	0,2	145	0,0
169	14.01.2013		-2,5	0,0	1003	77,5	0,6	140	0,0
170	15.01.2013		-1,5	-0,1	999	87,5	0,1	139	0,0
171	16.01.2013		-2,1	-1,3	1006	84,8	0,0	87	0,0
172	17.01.2013		-2,0	-1,2	1009	84,7	0,2	118	0,0
173	18.01.2013		-1,2	0,4	997	75,2	0,9	147	0,0
174	19.01.2013		-3,3	-1,4	990	73,9	0,7	147	0,0
175	20.01.2013		-0,9	-0,1	988	84,1	0,0	148	0,0
176	21.01.2013		-0,1	0,9	993	84,0	0,0	152	0,0
177	22.01.2013		0,2	1,3	999	80,4	0,0	149	0,0
178	23.01.2013		-0,5	1,8	1002	78,9	0,2	128	0,6
179	24.01.2013		-1,1	-0,3	1010	74,4	0,6	126	0,0
180	25.01.2013		-1,9	-0,7	1008	77,1	1,0	155	0,0

**Anlage 6**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 7 von 11**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
181	26.01.2013	Köln, Winter	-0,1	2,7	1004	81,5	0,9	148	0,6
182	27.01.2013		3,1	5,2	999	85,4	0,9	160	10,2
183	28.01.2013		6,9	10,2	1004	78,3	1,9	172	9,8
184	29.01.2013		11,9	15,0	1001	82,4	2,0	177	4,2
185	30.01.2013		10,9	15,8	1005	71,5	2,9	149	4,4
186	31.01.2013		8,6	10,1	1004	72,4	2,4	155	5,9
187	01.02.2013		5,0	7,5	990	88,1	0,9	127	11,7
188	02.02.2013		3,7	4,9	1006	78,8	1,8	94	0,9
189	03.02.2013		5,8	9,2	1006	82,0	2,0	144	3,0
190	04.02.2013		7,5	10,9	1000	76,2	1,9	149	3,3
191	05.02.2013		2,5	7,0	990	79,2	1,0	142	0,9
192	06.02.2013		2,4	3,6	997	84,5	0,9	112	5,4
193	27.02.2013	Bonn, Winter	2,5	3,6	1021	78,9	0,9	185	0,0
194	28.02.2013		4,1	6,8	1017	71,8	1,2	250	0,0
195	01.03.2013		3,5	4,8	1016	72,0	1,7	249	0,0
196	02.03.2013		3,0	5,8	1015	67,4	1,2	238	0,0
197	03.03.2013		3,1	6,0	1014	72,8	0,5	196	0,0
198	04.03.2013		6,6	12,4	1007	57,8	1,4	140	0,0
199	05.03.2013		8,5	14,0	999	56,5	1,2	136	0,0
200	06.03.2013		11,5	18,7	993	48,5	0,4	143	0,0
201	07.03.2013		12,3	16,4	990	67,5	0,5	144	2,1
202	08.03.2013		13,7	18,3	990	72,1	1,4	138	1,5
203	09.03.2013		10,6	13,7	991	72,2	1,2	178	3,6
204	10.03.2013		1,6	5,7	993	81,8	3,6	273	2,4
205	11.03.2013		-1,4	0,4	996	78,7	1,9	241	0,0
206	12.03.2013		-3,4	-1,2	995	83,9	2,0	276	0,0
207	13.03.2013		-1,2	0,8	999	72,8	1,1	224	0,3
208	14.03.2013		-1,3	2,0	1004	75,3	1,1	209	2,1
209	15.03.2013		2,3	5,7	1006	58,8	1,0	132	2,1
210	16.03.2013		5,3	7,8	998	49,0	3,4	131	0,0

Anlage 6

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 8 von 11

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
211	17.03.2013	Bonn, Winter	4,7	6,1	988	78,3	2,2	131	0,9
212	18.03.2013		6,6	11,1	985	60,3	0,7	131	0,0
213	19.03.2013		5,8	10,0	991	74,5	0,6	157	1,2
214	20.03.2013		2,6	4,9	999	85,8	1,9	240	13,2
215	21.03.2013		0,6	3,3	1010	78,8	1,0	229	0,3
216	22.03.2013		2,9	7,3	1006	63,4	3,2	146	0,0
217	23.03.2013		1,1	3,4	1005	56,8	4,2	146	0,0
218	24.03.2013		1,0	4,7	1005	42,8	3,3	153	0,0
219	25.03.2013		0,9	4,6	1004	49,0	2,6	153	0,0
220	26.03.2013		1,6	6,1	1003	44,1	2,3	168	0,0
221	27.03.2013		2,6	6,4	1001	49,5	2,0	148	0,0
222	28.03.2013		3,0	6,7	999	58,9	1,2	243	0,0
223	29.03.2013		0,4	3,1	999	77,8	1,1	271	1,5
224	30.03.2013		1,8	4,4	1000	68,9	1,3	271	0,0
225	31.03.2013		1,7	4,0	1003	68,2	1,1	269	0,0
226	01.04.2013		3,2	7,3	1001	52,9	1,5	190	0,0
227	02.04.2013		3,6	8,5	1003	52,2	1,8	201	0,0
228	03.04.2013		3,0	6,6	1005	58,0	1,8	158	0,0
229	04.04.2013		4,4	8,7	1001	60,5	1,8	166	0,0
230	05.04.2013		3,8	4,7	1003	67,8	1,6	267	0,0
231	06.04.2013		3,6	6,2	1012	73,9	1,7	221	0,3
232	07.04.2013		6,4	11,4	1008	51,4	0,7	174	0,0
234	08.04.2013		7,0	11,5	996	63,9	1,4	130	0,9
234	09.04.2013		8,3	10,6	992	78,0	1,2	133	1,8
235	10.04.2013		9,7	13,2	996	77,3	1,4	154	6,0
236	11.04.2013		13,0	17,3	991	69,6	1,3	169	6,0
237	12.04.2013		12,2	16,8	997	69,0	1,1	154	4,4
238	13.04.2013		13,9	17,2	1011	56,8	1,4	152	0,6
239	14.04.2013		18,3	24,1	1011	57,0	1,5	136	0,0
240	15.04.2013		17,5	23,1	1011	67,0	1,5	214	2,7

**Anlage 6**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 9 von 11**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
241	16.04.2013	Bonn, Winter	18,4	22,8	1011	54,4	0,9	149	0,0
242	17.04.2013		18,7	25,0	1009	54,3	0,6	141	0,0
243	18.04.2013		15,6	19,8	1009	46,2	3,1	210	0,0
244	19.04.2013		11,4	14,7	1017	57,7	3,5	260	0,0
245	20.04.2013		10,3	13,9	1018	51,5	3,3	274	0,0
246	21.04.2013		11,1	13,1	1009	57,4	1,1	253	0,0
247	22.04.2013		13,2	17,4	1009	46,5	1,4	217	0,0
248	23.04.2013		13,7	18,9	1014	63,6	1,7	187	0,0
249	24.04.2013		17,9	24,6	1016	56,5	1,0	167	0,0
250	25.04.2013		20,0	26,6	1010	51,5	0,4	146	0,0
251	26.04.2013		11,9	20,3	1000	77,3	2,2	230	9,9
252	27.04.2013		7,8	9,8	1003	70,3	3,2	293	0,0
253	28.04.2013		9,2	12,2	1007	68,3	0,7	169	0,0
254	29.04.2013		12,0	16,9	1010	56,1	1,9	209	0,0
255	30.04.2013		11,8	15,1	1014	57,9	1,0	214	0,0
256	01.05.2013		14,6	18,3	1011	62,8	0,9	173	0,3
257	02.05.2013		16,5	21,6	1009	60,4	1,1	200	0,0
258	03.05.2013		16,0	20,6	1007	60,0	1,5	253	0,0
259	04.05.2013		15,7	21,0	1011	54,5	2,4	238	0,0
260	05.05.2013		16,4	22,1	1013	55,9	1,3	190	0,0
261	14.05.2013	Bornheim, Sommer	Keine Wetterdaten vorhanden						
262	15.05.2013		Keine Wetterdaten vorhanden						
263	16.05.2013		12,6	16,7	989	85,5	0,7	263	8,6
264	17.05.2013		10,0	10,6	995	89,1	0,8	265	2,4
265	18.05.2013		12,0	17,8	1000	77,7	0,4	216	0,0
266	19.05.2013		16,7	22,4	998	66,5	2,7	273	7,4
267	20.05.2013		11,9	15,0	1000	83,1	0,3	175	6,2
268	21.05.2013		12,9	18,2	1001	78,8	1,8	239	13,1
269	22.05.2013		8,8	11,1	1004	82,4	2,4	258	7,4
270	23.05.2013		6,4	10,6	1000	81,9	1,8	255	2,4

Anlage 6

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 10 von 11

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
271	24.05.2013	Bornheim, Sommer	8,3	14,6	1003	69,9	0,7	192	0,9
272	25.05.2013		10,5	15,0	1005	70,9	2,8	270	3,0
273	26.05.2013		9,8	11,8	1002	79,9	3,2	271	5,7
274	27.05.2013		14,0	20,5	1000	61,4	1,6	244	0,0
275	28.05.2013		17,2	23,9	993	60,4	2,0	179	1,2
276	29.05.2013		9,7	11,1	995	88,4	0,6	207	15,0
277	30.05.2013		13,5	16,6	999	69,6	1,7	237	2,4
278	31.05.2013		16,1	22,0	1001	73,0	4,7	299	0,9
279	01.06.2013		11,9	14,7	1009	79,4	4,4	290	0,3
280	02.06.2013		13,3	18,6	1016	57,6	4,0	288	0,0
281	03.06.2013		12,9	17,9	1017	61,6	3,6	269	0,0
282	04.06.2013		15,6	21,6	1012	64,5	1,7	237	0,0
283	05.06.2013		19,9	26,6	1009	54,2	0,6	197	0,0
284	06.06.2013		20,9	28,3	1010	52,6	0,8	168	0,0
285	07.06.2013		21,7	29,1	1010	55,5	1,0	211	0,0
286	08.06.2013		21,1	26,8	1005	62,3	2,1	243	0,0
287	09.06.2013		15,6	19,2	1001	78,7	1,8	273	4,5
288	10.06.2013		14,4	18,1	1005	75,9	1,2	253	0,6
289	11.06.2013		18,8	23,8	1008	61,5	0,6	198	0,0
290	12.06.2013		21,1	23,7	1008	67,1	1,0	181	0,0
291	13.06.2013		17,0	27,6	1007	77,9	1,3	209	22,5
292	14.06.2013		16,1	21,2	1009	65,4	0,6	181	0,0
293	15.06.2013		17,2	22,6	1005	63,1	1,4	209	0,0
294	16.06.2013		17,7	23,7	1007	63,9	0,7	226	0,0
295	17.06.2013		23,3	29,7	1004	64,7	0,9	185	0,0
296	18.06.2013		27,2	34,8	1005	61,3	0,4	178	0,0
297	19.06.2013		26,9	35,0	1003	67,8	1,9	244	0,0
298	20.06.2013		20,5	25,1	1003	78,5	1,0	187	34,6
299	21.06.2013		19,0	23,4	1005	69,8	1,6	196	0,3
300	22.06.2013		19,0	23,7	1004	67,8	1,8	198	1,5

**Anlage 6**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 11 von 11**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
301	23.06.2013	Bornheim, Sommer	16,2	19,2	1005	69,9	1,6	216	0,9
302	24.06.2013		14,2	17,4	1013	76,9	1,8	255	1,5
303	25.06.2013		13,4	16,8	1018	71,1	1,8	259	0,3
304	26.06.2013		13,9	16,7	1018	70,9	1,1	250	9,8
305	27.06.2013		13,2	17,1	1014	78,5	0,7	230	3,9
306	28.06.2013		14,1	16,7	1010	86,1	0,3	174	16,4
307	29.06.2013		14,8	18,8	1012	73,9	2,6	269	1,8
308	30.06.2013		17,7	22,4	1012	66,4	0,6	198	0,0
309	01.07.2013		18,8	25,4	1008	74,9	0,7	215	21,0
310	02.07.2013		21,6	27,1	1003	62,7	0,6	183	0,3
311	03.07.2013		17,5	20,1	1004	85,6	0,2	213	16,0
312	04.07.2013		20,0	24,7	1014	71,1	0,9	232	0,0
313	05.07.2013		19,8	24,8	1020	74,4	0,3	222	0,0
314	06.07.2013		22,4	29,3	1020	65,4	1,0	191	0,0
315	07.07.2013		23,1	29,7	1020	58,8	1,2	218	0,0
316	08.07.2013		23,0	29,8	1019	59,6	1,4	214	0,0
317	09.07.2013		23,4	29,9	1014	59,4	1,4	237	0,0
318	10.07.2013		19,5	24,2	1012	62,6	3,5	261	0,0
319	11.07.2013		15,7	19,7	1013	70,1	1,7	215	0,0
320	12.07.2013		16,5	21,9	1013	70,8	1,2	250	0,0
321	13.07.2013		17,7	22,9	1014	68,3	1,1	241	0,0
322	14.07.2013		18,9	24,2	1014	69,1	1,7	249	0,0

Anlage 7

Messwerte aus den Feldteststandorten UK, PM\_ENVIRO\_0011, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 1 von 4

Hersteller PALAS											Schwebstaub PM10 and PM2.5		
Gerätetyp FIDAS 200 S											Messwerte in µg/m³ i.B.		
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112													
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
1	27.02.2014	7,0	7,4	12,7	12,2	57,4	6,7	6,7	10,9	10,6		Teddington, Winter	
2	28.02.2014	12,4	13,6	19,3	18,5	68,7	13,1	13,7	15,8	16,4			
3	01.03.2014	13,7	14,0	19,8	19,7	70,3	14,2	14,5	17,8	18,0			
4	02.03.2014	3,9	4,2	7,9	7,7	52,3	4,4	4,4	7,4	7,1			
5	03.03.2014	8,9	9,4	12,5	13,1	71,4	8,5	8,7	10,7	10,8			
6	04.03.2014	14,7	15,4	21,7	21,4	69,8	14,1	14,4	18,3	18,4			
7	05.03.2014	9,6	11,3	21,3	20,9	49,5	11,3	10,9	16,4	15,4			
8	06.03.2014	10,5	10,7	17,2	17,5	61,1	10,8	10,5	14,6	13,8			
9	07.03.2014	11,3	11,4	16,5	16,2	69,3	10,8	10,4	14,5	13,7			
10	08.03.2014	41,7	42,2	47,0	46,1	90,0	44,1	43,0	48,2	46,9			
11	09.03.2014	28,6	29,1	34,2	33,5	85,2	28,5	27,6	32,9	31,7			
12	10.03.2014	10,0	10,4	17,5	17,4	58,4	12,4	12,0	18,3	17,3			
13	11.03.2014	19,2	20,5	31,1	30,5	64,5	19,0	18,6	26,7	25,7			
14	12.03.2014	44,5	45,7	60,2	59,7	75,2	47,6	46,5	55,2	53,3			
15	13.03.2014			68,0	67,1		58,3	56,4	67,7	65,2	Ausreisser Ref. PM2,5		
16	14.03.2014	40,1	40,6	48,7	47,9	83,7	42,5	39,7	49,7	46,0			
17	15.03.2014	9,3	9,3	14,2	13,4	67,1	9,0	8,3	13,1	12,0			
18	16.03.2014	11,1	11,5	14,8	14,3	77,8	10,8	10,1	13,8	12,8			
19	17.03.2014	12,0	12,5	18,4	18,0	67,3	13,1	12,1	18,6	16,9			
20	18.03.2014	7,3	7,6	16,0	15,4	47,4	8,1	7,5	13,7	12,2			
21	19.03.2014	13,4	14,2	27,0	25,7	52,4	16,3	15,1	23,3	21,1			
22	20.03.2014	6,2	6,9	13,5	12,7	50,2	7,9	7,5	13,0	12,2			
23	21.03.2014	3,4	3,9	10,0	9,7	37,0	4,4	4,4	8,7	8,4			
24	22.03.2014	3,9	4,2	8,0	7,7	51,7	4,2	4,4	7,0	7,1			
25	23.03.2014	7,6	7,6	10,6	10,4	72,7	6,8	7,2	9,0	9,4			
26	24.03.2014	8,1	8,2	11,8	11,6	69,7	7,5	7,8	9,7	10,0			
27	25.03.2014	19,5	19,9	28,1	27,5	70,8	18,2	19,3	22,2	23,2			
28	26.03.2014												
29	27.03.2014												
30	28.03.2014												



Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S bzw. Fidas® 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

Seite 309 von 568

**Anlage 7**

**Messwerte aus den Feldteststandorten UK, PM\_ENVIRO\_0011, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 2 von 4**

Hersteller PALAS											Schwebstaub PM10 and PM2.5	
Gerätetyp FIDAS 200 S											Messwerte in µg/m³ i.B.	
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112												
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
31	29.03.2014											Teddington, Winter
32	30.03.2014											
33	31.03.2014											
34	01.04.2014	33,9	32,7	44,5	42,9	76,2	32,2	32,7	41,1	41,3	Ausreisser Ref. PM10	
35	02.04.2014	58,6	57,7				58,0	59,9	80,6	81,8		
36	03.04.2014	35,6	35,6	51,6	49,9	70,1	37,7	39,0	49,8	50,4		
37	04.04.2014	6,8	6,6	10,6	10,6	63,3	6,5	6,6	9,2	9,1		
38	05.04.2014	4,2	4,1	6,1	6,0	68,9	4,2	4,4	5,6	5,8		
39	06.04.2014	3,1	2,8	5,6	5,3	53,6	2,9	2,9	4,6	4,5		
40	07.04.2014	3,4	3,2	7,2	6,7	47,8	3,9	3,9	6,7	6,8		
41	08.04.2014	5,8	5,8	13,5	12,8	44,1	7,3	7,4	11,4	11,4		
42	09.04.2014	8,4	8,5	15,5	14,8	56,0	8,9	8,8	13,4	12,9		
43	10.04.2014	9,1	8,9	14,8	14,5	61,4	8,2	8,0	13,2	12,8		
44	11.04.2014	14,3	14,3	19,9	19,3	73,1	13,2	13,3	17,6	17,5		
45	12.04.2014	8,3	8,2	13,9	13,0	61,4	9,2	9,0	13,1	12,7		
46	13.04.2014	8,0	7,5	14,5	13,8	54,8	7,9	7,7	12,8	12,1		
47	14.04.2014	7,5	7,4	15,6	15,0	49,0	6,9	6,7	13,1	12,4		
48	15.04.2014	9,0	8,4	21,4	20,5	41,4	9,4	9,3	17,8	17,2		
49	16.04.2014	16,1	15,6	28,4	28,0	56,2	15,3	14,8	23,2	22,0		
50	17.04.2014	9,6	9,1	18,1	17,5	52,5	10,6	10,1	17,7	16,5		
51	18.04.2014	5,3	5,0	12,5	11,8	42,1	5,7	5,5	10,6	10,2		
52	19.04.2014	18,5	18,5	26,6	26,2	70,0	18,9	18,8	23,3	22,8		Teddington, Sommer
53	20.04.2014	39,0	39,1	45,7	44,7	86,3	39,4	38,5	43,1	41,9		
54	21.04.2014	20,7	20,8	28,0	26,9	75,5	22,3	21,0	26,2	24,3		
55	22.04.2014	8,9	9,8	14,6	14,0	65,5	9,7	9,1	12,6	11,6		
56	23.04.2014	7,2	7,4	10,9	10,4	68,1	7,6	7,1	9,7	8,7		
57	24.04.2014	13,2	12,8	16,8	16,0	79,3	11,3	10,6	13,5	12,5		
58	25.04.2014	9,0	9,0	13,5	12,8	68,8	9,3	9,1	11,5	11,4		
59	26.04.2014	4,1	4,2	9,2	8,9	46,1	4,4	4,2	7,9	7,2		
60	27.04.2014	17,9	17,6	25,1	24,4	71,5	16,4	15,7	19,6	18,4		

Anlage 7

Messwerte aus den Feldteststandorten UK, PM\_ENVIRO\_0011, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 3 von 4

Hersteller PALAS											Schwebstaub PM10 and PM2.5		
Gerätetyp FIDAS 200 S											Messwerte in µg/m³ i.B.		
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112													
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
61	28.04.2014	18,7	18,9	24,3	23,3	78,8	18,2	19,2	22,0	22,8		Teddington, Sommer	
62	29.04.2014	17,5	16,8	23,5	22,8	74,1	18,5	19,2	21,5	22,1			
63	30.04.2014	12,5	12,1	15,6	15,3	79,6	12,0	12,3	13,8	14,1			
64	01.05.2014	13,0	12,8	17,8	17,8	72,5	12,4	12,8	14,9	15,1			
65	02.05.2014	5,4	5,8	12,3	12,2	45,4	6,3	6,5	11,3	11,5			
66	03.05.2014	8,9	9,0	14,3	14,3	62,5	9,1	9,0	12,4	12,0			
67	04.05.2014	13,1	13,4	20,3	19,7	66,3	13,1	12,9	16,4	15,8			
68	05.05.2014	10,7	11,2	15,4	15,2	71,8	13,1	12,5	17,2	16,1			
69	06.05.2014	4,2	4,4	10,8	10,5	40,6	5,0	4,8	9,4	9,0			
70	07.05.2014	3,1	3,0	7,7	7,4	40,6	3,5	3,4	7,3	7,0			
71	08.05.2014	3,4	3,1	7,3	7,1	45,4	4,4	4,2	7,9	7,4			
72	09.05.2014	5,1	4,6	12,3	11,7	40,2	6,2	5,8	12,1	10,6			
73	10.05.2014	3,8	3,3	10,6	10,1	34,3	5,8	5,5	11,5	10,4			
74	11.05.2014	4,1	3,7	11,0	10,1	37,1	5,8	5,4	11,4	10,2			
75	12.05.2014	4,4	4,6	8,4	8,0	54,8	4,5	4,3	7,7	7,0			
76	13.05.2014	6,3	6,2	9,7	9,1	66,7	6,9	6,7	9,5	9,1			
77	14.05.2014	8,7	9,1	13,5	12,9	67,8	8,8	9,4	12,7	13,3			
78	15.05.2014	9,7	9,8	14,8	14,4	66,9	9,8	10,3	13,6	14,0			
79	16.05.2014	15,3	14,8	22,4	21,7	68,1	15,6	16,3	21,6	22,2			
80	17.05.2014	13,9	13,6	18,6	18,3	74,4	14,6	15,0	19,5	19,7			
81	18.05.2014			25,4	25,4		20,6	21,3	26,7	27,2	Ausreisser Ref. PM2,5		
82	19.05.2014	11,8	11,3	17,7	17,1	66,5	11,0	11,1	16,4	16,4			
83	20.05.2014	7,2	6,6	10,7	10,0	66,4	7,5	7,7	10,6	10,6			
84	21.05.2014	6,7	6,4	10,6	10,3	62,3	6,9	6,8	10,8	10,7			
85	22.05.2014	4,4	3,8	9,8	8,9	43,7	4,3	4,3	8,6	8,4			
86	23.05.2014	5,6	5,3	9,9	9,1	57,1	5,0	5,1	7,5	7,5			
87	24.05.2014	3,9	3,7	9,0	8,3	43,9	4,5	4,5	7,9	7,6			
88	25.05.2014	8,1	7,9	13,1	12,6	62,1	7,7	7,6	10,7	10,3			
89	26.05.2014	9,2	9,1	14,2	13,0	67,2	8,4	8,4	11,5	11,4			
90	27.05.2014	6,0	6,2	8,4	8,0	74,7	4,9	4,9	6,8	6,5			

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S bzw. Fidas® 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

**Anlage 7**

**Messwerte aus den Feldteststandorten UK, PM\_ENVIRO\_0011, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 4 von 4**

<b>Hersteller</b> PALAS											Schwebstaub PM10 and PM2.5	
<b>Gerätetyp</b> FIDAS 200 S											Messwerte in µg/m³ i.B.	
<b>Serien-Nr.</b> SN 0111 / SN 0112												
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
91	28.05.2014	6,7	7,0	10,5	10,2	66,2	6,6	6,3	9,3	8,6		Teddington, Sommer
92	29.05.2014	8,6	9,1	13,2	12,9	67,7	9,6	9,1	12,4	11,5		
93	30.05.2014	9,7	9,8	15,0	14,2	66,5	10,9	10,4	15,3	14,3		
94	31.05.2014	11,3	11,7	17,0	16,1	69,4	13,4	12,2	17,3	15,5		
95	01.06.2014	8,7	8,7	13,1	12,2	68,6	9,8	8,9	13,0	11,7		
96	02.06.2014	5,5	6,0	9,5	8,3	64,9	6,7	6,6	9,3	9,1		
97												
98												
99												
100												
101												
102												
103												
104												
105												
106												
107												
108												
109												
110												
111												
112												
113												
114												
115												
116												
117												
118												
119												
120												

**Anlage 8**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten, UK**

**Blatt 1 von 4**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
1	27.02.2014	Teddington, Winter	6,4	12,6	984	80,6	0,2	109	2,5
2	28.02.2014		4,8	9,6	984	89,3	0,8	8	5,1
3	01.03.2014		4,9	10,6	983	83,7	0,1	189	0,0
4	02.03.2014		6,9	11,4	969	88,1	1,1	162	10,2
5	03.03.2014		4,4	8,9	976	92,1	0,1	116	10,2
6	04.03.2014		4,8	12,2	992	85,6	0,0	188	0,0
7	05.03.2014		8,5	15,1	1005	76,0	0,1	199	0,0
8	06.03.2014		9,2	14,4	1004	80,5	0,4	177	0,0
9	07.03.2014		11,0	17,1	1007	77,5	0,4	131	0,0
10	08.03.2014		11,5	16,7	1004	64,2	0,5	156	0,0
11	09.03.2014		10,7	19,5	1005	68,2	0,4	155	0,0
12	10.03.2014		9,1	14,4	1013	75,6	2,3	14	0,0
13	11.03.2014		7,4	12,4	1015	84,2	1,0	27	0,0
14	12.03.2014		9,4	17,5	1012	76,7	0,3	40	0,0
15	13.03.2014		9,8	19,6	1011	74,5	0,2	21	0,0
16	14.03.2014		11,4	18,9	1007	71,5	0,0	266	0,0
17	15.03.2014		11,4	18,9	1006	69,7	0,2	307	0,0
18	16.03.2014		12,2	20,6	1004	69,2	0,2	294	0,0
19	17.03.2014		10,4	15,9	1000	73,7	0,1	250	0,0
20	18.03.2014		10,3	14,4	1000	74,6	0,2	239	0,0
21	19.03.2014		10,9	18,5	1000	75,7	0,3	188	0,0
22	20.03.2014		10,1	14,4	987	79,5	0,5	200	2,5
23	21.03.2014		8,3	13,8	984	73,2	0,6	187	7,6
24	22.03.2014		6,2	12,8	984	76,6	0,2	224	0,0
25	23.03.2014		5,5	11,1	994	72,3	0,7	309	0,0
26	24.03.2014		7,9	12,0	991	70,6	1,3	139	5,1
27	25.03.2014		6,2	9,4	996	81,3	0,6	40	0,0
28	26.03.2014		8,8	10,2	999	59,6	1,7	359	0,0
29	27.03.2014								
30	28.03.2014								

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S bzw. Fidas® 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

Seite 313 von 568

**Anlage 8**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten, UK**

**Blatt 2 von 4**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
31	29.03.2014	Teddington, Winter							
32	30.03.2014		14,1	15,0	994	67,3	0,8	119	0,0
33	31.03.2014		15,5	17,3	993	60,3	0,7	127	0,0
34	01.04.2014		14,5	21,1	988	71,7	0,3	26	0,0
35	02.04.2014		14,7	19,6	982	73,4	0,9	49	0,0
36	03.04.2014		13,8	18,9	983	77,1	0,5	112	0,0
37	04.04.2014		10,8	17,2	993	77,6	0,1	157	0,0
38	05.04.2014		13,7	16,1	994	86,5	0,6	173	2,5
39	06.04.2014		13,7	15,6	993	88,0	0,6	178	0,0
40	07.04.2014		10,3	15,0	991	86,5	0,2	194	2,5
41	08.04.2014		9,2	16,2	1005	70,7	0,3	299	0,0
42	09.04.2014		12,0	20,0	1005	69,0	0,0	222	0,0
43	10.04.2014		13,5	18,2	1002	56,2	0,3	329	0,0
44	11.04.2014		11,1	17,6	1002	63,8	0,3	351	0,0
45	12.04.2014		11,3	16,1	1001	70,3	0,2	275	0,0
46	13.04.2014		11,6	18,0	1003	64,8	0,5	312	0,0
47	14.04.2014		10,9	17,7	1009	59,0	0,8	354	0,0
48	15.04.2014		9,8	16,6	1011	60,2	0,5	75	0,0
49	16.04.2014		10,9	19,4	1005	59,7	0,3	123	0,0
50	17.04.2014		12,3	19,4	1000	60,1	1,0	332	0,0
51	18.04.2014		9,3	13,8	1002	57,5	1,4	13	0,0
52	19.04.2014	Teddington, Sommer	10,7	15,1	995	68,0	1,5	34	0,0
53	20.04.2014		9,9	17,8	986	90,0	0,4	38	7,6
54	21.04.2014		13,8	20,8	986	80,0	0,2	348	22,9
55	22.04.2014		11,7	16,7	994	81,9	0,3	165	0,0
56	23.04.2014		12,8	17,4	1000	81,2	0,3	164	2,5
57	24.04.2014		13,4	19,4	996	71,8	0,4	16	0,0
58	25.04.2014		10,2	14,3	989	93,3	0,5	138	5,1
59	26.04.2014		12,2	16,7	984	70,4	1,4	138	0,0
60	27.04.2014		12,3	15,4	987	77,1	0,8	58	0,0

**Anlage 8**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten, UK**

**Blatt 3 von 4**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
61	28.04.2014	Teddington, Sommer	13,0	18,4	993	75,8	0,6	49	0,0
62	29.04.2014		11,6	17,7	994	79,4	0,4	59	0,0
63	30.04.2014		13,6	21,6	992	74,4	0,3	180	5,1
64	01.05.2014		11,5	13,9	995	90,2	0,7	358	12,7
65	02.05.2014		8,5	13,1	1009	69,6	1,0	16	0,0
66	03.05.2014		10,6	17,0	1008	58,7	0,3	16	0,0
67	04.05.2014		11,9	19,4	1000	66,3	0,3	161	0,0
68	05.05.2014		15,3	19,1	988	61,6	0,6	158	0,0
69	06.05.2014		15,0	21,7	987	63,2	0,2	201	0,0
70	07.05.2014		13,4	17,2	991	69,4	0,2	208	2,5
71	08.05.2014		13,5	16,4	988	83,9	0,2	211	2,5
72	09.05.2014		14,2	18,9	991	68,0	0,3	209	2,5
73	10.05.2014		12,1	18,5	983	71,6	0,5	198	2,5
74	11.05.2014		11,9	16,1	988	66,8	0,2	242	0,0
75	12.05.2014		12,0	19,4	994	74,9	0,2	309	5,1
76	13.05.2014		11,6	17,2	1006	76,2	0,4	331	0,0
77	14.05.2014		14,2	20,4	1014	62,1	0,6	346	0,0
78	15.05.2014		15,3	22,6	1015	65,2	0,1	59	0,0
79	16.05.2014		17,1	24,4	1008	64,4	0,1	55	0,0
80	17.05.2014		18,5	26,5	999	67,4	0,2	150	0,0
81	18.05.2014		18,7	24,5	987	57,2	0,7	142	0,0
82	19.05.2014		20,0	25,3	983	56,9	1,3	124	0,0
83	20.05.2014		14,9	20,3	990	75,0	0,3	158	0,0
84	21.05.2014		16,0	20,1	984	71,4	0,7	49	7,6
85	22.05.2014		14,6	18,3	983	70,7	1,4	138	5,1
86	23.05.2014		13,7	17,6	988	74,1	0,7	145	10,2
87	24.05.2014		12,7	17,1	994	75,1	0,6	163	0,0
88	25.05.2014		13,1	19,6	1000	69,9	0,3	161	5,1
89	26.05.2014		11,9	13,3	997	93,2	0,5	324	2,5
90	27.05.2014		11,2	13,4	994	94,4	0,8	318	15,2

Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S bzw. Fidas® 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten  
Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

Seite 315 von 568

**Anlage 8**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten, UK**

**Blatt 4 von 4**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
91	28.05.2014	Teddington, Sommer	13,9	16,8	993	89,4	0,1	46	0,0
92	29.05.2014		15,6	19,3	999	76,3	0,8	54	0,0
93	30.05.2014		13,2	19,3	1006	71,0	0,5	40	0,0
94	31.05.2014		16,1	20,7	1004	65,3	0,3	333	0,0
95	01.06.2014		18,1	24,9	1000	60,5	0,1	351	0,0
96	02.06.2014		16,4	23,2	996	74,3	0,1	174	0,0

## Anhang 2

### Verfahren zur Filterwägung

#### A.1 Ausführung der Wägung

Die Wägungen werden im klimatisierten Wägeraum durchgeführt. Die Bedingungen sind 20 °C ±1 °C und 50 % ±5 % rel. Feuchte und entsprechen damit den Vorgaben der DIN EN 14907.

Die Filter für den Feldtest werden manuell gewogen. Für die Konditionierung werden die Filter einschließlich der Kontrollfilter auf Siebe gelegt, sodass keine Überlappung vorliegt. Die Bedingungen für die Hin und Rückwägung werden vorher festgelegt und entsprechen der Richtlinie.

Vor der Probenahme = Hinwägung	Nach der Probenahme = Rückwägung
Konditionierung 48 Stunden + 2 Stunden	Konditionierung 48 Stunden + 2 Stunden
Wiegen der Filter	Wiegen der Filter
nochmals Konditionierung 24 Stunden + 2 Stunden	nochmals Konditionierung 24 Stunden + 2 Stunden
Wiegen der Filter und sofort verpacken	Wiegen der Filter

Die Waage steht immer betriebsbereit zur Verfügung. Vor jeder Wägeserie wird die interne Waagenkalibrierung gestartet. Ist alles in Ordnung, wird als Referenzgewicht das Eichgewicht von 200 mg gewogen und die Randbedingungen notiert. Die Abweichungen zur vorhergehenden Wägung entsprechen der Richtlinie und überschreiten die 20 µg nicht (siehe Abbildung 134). Dann werden die sechs Kontrollfilter gewogen. Die Kontrollfilter mit einer Abweichung von über 40 µg werden in der Auswerteseite mit einer Warnung angezeigt und nicht für die Rückwägung verwendet. Für die Rückwägung werden die ersten drei einwandfreien Kontrollfilter genommen, während die anderen sicher in ihren Döschen bleiben, um bei Beschädigungen und/oder größeren Abweichungen der ersten drei Kontrollfilter zum Einsatz zu kommen. Den exemplarischen Verlauf über einen Zeitraum von über vier Monate zeigt Abbildung 135.

Bei der Hinwägung der Filter werden die Filter, die zwischen der ersten und zweiten Wägung eine Differenz von über 40 µg aufweisen, ausgemustert. Bei der Rückwägung werden die Filter mit einer Differenz von über 60 µg normgerecht nicht zur Auswertung genommen.



Für den Transport von und zu der Messstelle und für die Lagerung werden die gewogenen Filter einzeln in Polystyrol-Döschen verpackt. Erst vor dem Einlegen in den Filterhalter wird das Döschen geöffnet. Die unbeladenen Filter können im Wägeraum bis zu 28 Tage vor der Probenahme gelagert werden. Sollte dieser Zeitraum einmal überschritten werden, so wird die Hinwägung der Filter wiederholt.

Die Lagerung der beaufschlagten Filter kann bei oder unterhalb von 23 °C max. 15 Tage erfolgen. Die Filter werden bei 7 °C im Kühlschrank gelagert.

## **A2 Auswertung der Filter**

Die Auswertung der Filter erfolgt unter Verwendung eines Korrekturterms. Zweck dieser Korrekturrechnung ist es, die relative Masseänderung durch die Wägeraumbedingungen zu minimieren.

Formel:

$$\text{Staub} = MF_{\text{rück}} - ( M_{\text{Tara}} \times ( MKon_{\text{rück}} / MKon_{\text{hin}} ) ) \quad (\text{F1})$$

$MKon_{\text{hin}}$  = mittlere Masse der 3 Kontrollfilter von 48 h und 72h Hinwägung

$MKon_{\text{rück}}$  = mittlere Masse der 3 Kontrollfilter von 48 h und 72 h Rückwägung

$M_{\text{Tara}}$  = mittlere Masse des Filters von 48 h und 72 h Hinwägung

$MF_{\text{rück}}$  = mittlere Masse des bestaubten Filters von 48 h und 72 h Rückwägung

Staub = korrigierte Staubmasse auf dem Filter

Es zeigt sich, dass durch die Korrekturrechnung das Verfahren unabhängig von den Wägeraumbedingungen wird. Damit sind die Einflüsse des Wassergehaltes der Filtermasse zwischen beladenen und unbeladenen Filtern kontrollierbar und verändern nicht die Staubgehalte auf den beladenen Filtern. Damit ist der Punkt EN 14907 9.3.2.5 hinreichend erfüllt.

Der exemplarische Verlauf des Eichgewichtes für den Zeitraum von Nov. 2008 bis Feb. 2009 zeigt, dass die zulässige Differenz von 20 µg zur vorhergehenden Messung nicht überschritten wird.

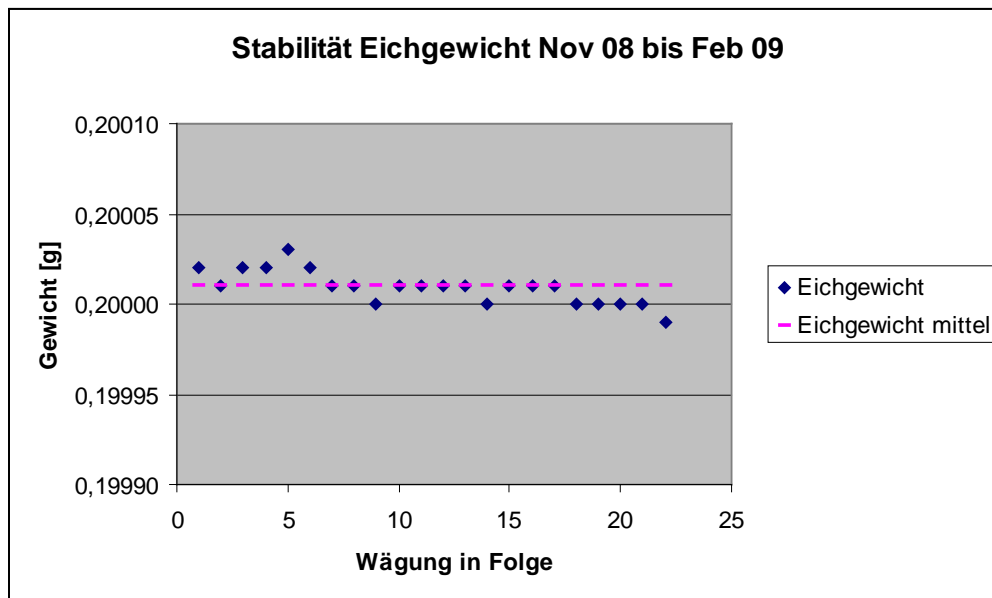


Abbildung 134: Stabilität Eichgewicht

**Tabelle 64: Stabilität Eichgewicht**

Datum	Wägung Nr.	Eichgewicht g	Differenz zur vorhergehenden Wägung µg
12.11.2008	1	0,20002	
13.11.2008	2	0,20001	-10
10.12.2008	3	0,20002	10
11.12.2008	4	0,20002	0
17.12.2008	5	0,20003	10
18.12.2008	6	0,20002	-10
07.01.2009	7	0,20001	-10
08.01.2009	8	0,20001	0
14.01.2009	9	0,20000	-10
15.01.2009	10	0,20001	10
21.01.2009	11	0,20001	0
22.01.2009	12	0,20001	0
29.01.2009	13	0,20001	0
30.01.2009	14	0,20000	-10
04.02.2008	15	0,20001	10
05.02.2009	16	0,20001	0
11.02.2009	17	0,20001	0
12.02.2009	18	0,20000	-10
18.02.2009	19	0,20000	0
19.02.2009	20	0,20000	0
26.02.2009	21	0,20000	0
27.02.2009	22	0,19999	-10

Gelb hinterlegt = Mittelwert

Grün hinterlegt = niedrigster Wert

Blau hinterlegt = höchster Wert

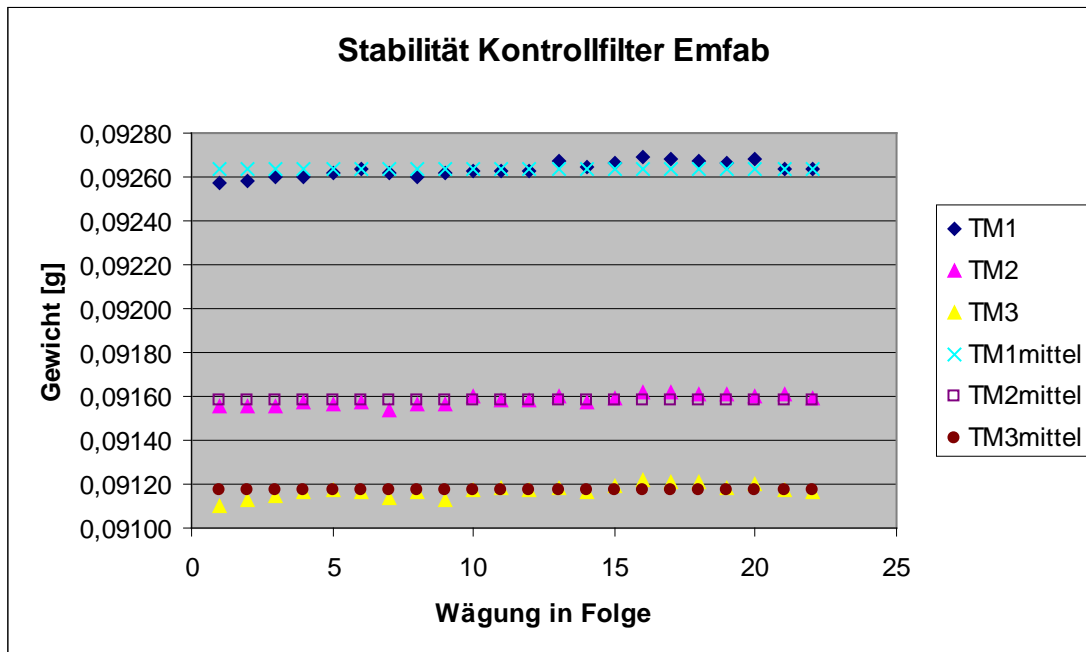


Abbildung 135: Stabilität der Kontrollfilter

Tabelle 65: Stabilität der Kontrollfilter

Wägung Nr.	Kontrollfilter Nr.		
	TM1	TM2	TM3
1	0,09257	0,09155	0,09110
2	0,09258	0,09155	0,09113
3	0,09260	0,09155	0,09115
4	0,09260	0,09157	0,09116
5	0,09262	0,09156	0,09117
6	0,09264	0,09157	0,09116
7	0,09262	0,09154	0,09114
8	0,09260	0,09156	0,09116
9	0,09262	0,09156	0,09113
10	0,09263	0,09160	0,09117
11	0,09263	0,09158	0,09118
12	0,09263	0,09158	0,09117
13	0,09267	0,09160	0,09118
14	0,09265	0,09157	0,09116
15	0,09266	0,09159	0,09119
16	0,09269	0,09162	0,09122
17	0,09268	0,09162	0,09121
18	0,09267	0,09161	0,09121
19	0,09266	0,09161	0,09118
20	0,09268	0,09160	0,09120
21	0,09264	0,09161	0,09117
22	0,09264	0,09159	0,09116
Mittelwert	0,09264	0,09158	0,09117
Standardabw.	3,2911E-05	2,4937E-05	2,8558E-05
rel. Standardabw.	0,036	0,027	0,031
Median	0,09264	0,09158	0,09117
kleinster Wert	0,09257	0,09154	0,09110
höchster Wert	0,09269	0,09162	0,09122

Gelb hinterlegt = Mittelwert  
Grün hinterlegt = niedrigster Wert  
Blau hinterlegt = höchster Wert

## **Anhang 3**

### **Handbücher**

# Bedienungsanleitung

## Feinstaubmonitorsystem

### Fidas<sup>®</sup>

Fidas<sup>®</sup> 100  
Fidas<sup>®</sup> 200/200 S  
Fidas<sup>®</sup> 300/300 S



Modell 100/200/300



Modell 200 S/300 S

**INHALTSVERZEICHNIS:**

<b>1</b>	<b>INSTALLATION UND ERSTE INBETRIEBNAHME.....</b>	<b>5</b>
1.1	Überprüfen der Netzspannung.....	5
1.2	Überprüfen der Vollständigkeit der Lieferung.....	5
1.3	Geräteübersicht .....	8
1.3.1	Vorderansicht der Fidas® Steuereinheit.....	8
1.3.2	Rückansicht der Fidas® Steuereinheit.....	9
1.3.3	Anschlüsse auf der Rückseite der Steuereinheit .....	10
1.4	Erste Messung .....	11
<b>2</b>	<b>FIDAS 200 S / FIDAS 300 S – EINBAU DER KOMPONENTEN IN DAS IP-65 WETTERSCHUTZGEHÄUSE .....</b>	<b>13</b>
2.1	Anbringen der Wetterstation .....	13
2.2	Anbringen der Antenne .....	15
2.3	Anbringen des Probenahmerohres .....	15
2.4	Einschub der Fidas® Steuereinheit .....	16
2.5	Anbringen des Sigma-2 Probenahmekopfes.....	20
2.6	Abschließende Handgriffe .....	20
<b>3</b>	<b>WARTUNG.....</b>	<b>22</b>
3.1	Kalibrierung/Verifizierung des Fidas® .....	24
3.1.1	Automatischer Offsetabgleich .....	24
3.1.2	Prüfen der Dichtigkeit des Gesamtsystems .....	24
3.1.3	Abgleich der Empfindlichkeit des Partikelsensors .....	24
3.1.4	Prüfen des Partikelstroms im Partikelsensor .....	25
3.1.5	Prüfen des Volumenstroms.....	25
3.2	Ausbau des gravimetrischen Filters/Filterwechsel.....	28
3.3	Reinigung des optischen Sensors.....	29
3.3.1	Für Fidas® 200/200 S und Fidas® 300/300 S Systeme.....	29
3.3.2	Für alle Fidas® Systeme .....	29
3.4	Reinigung des Absaugfilters der internen Pumpe .....	31
3.5	Reinigung des Sigma-2 Kopfes .....	31
<b>4</b>	<b>PARTIKELMESSUNG MIT DEM FIDAS® SYSTEM .....</b>	<b>32</b>
4.1	Das Fidas® System zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus .....	34
4.2	Schematischer Aufbau des Fidas® 200 S Messsystems .....	35
4.3	Überblick über die einzelnen Messschritte .....	35
4.4	Weitere Vorteile.....	38
4.5	Begriffliche Definitionen.....	40
4.6	Auswirkungen der Gerätekenngößen.....	40
<b>5</b>	<b>SICHERSTELLEN KORREKTER MESSBEDINGUNGEN .....</b>	<b>42</b>
<b>6</b>	<b>TECHNISCHE DATEN FIDAS® SYSTEM: .....</b>	<b>43</b>
<b>7</b>	<b>ANHÄNGE:.....</b>	<b>44</b>
7.1	IP 65-Wetterschutzgehäuse für Fidas® Systeme: .....	44
7.2	Feuchtekompensationsmodul IADS .....	45
7.3	Sigma-2 Probenahmekopf .....	46



<b>7.4</b>	<b>Kompakte Wetterstation WS600-UMB.....</b>	<b>46</b>
7.4.1	Technische Daten der WS600-UMB .....	48
<b>8</b>	<b>FEEDBACK-FORMULAR .....</b>	<b>49</b>

**WICHTIGE HINWEISE !!!**

- Bitte überprüfen Sie sofort nach dem Auspacken, ob das Gerät äußerlich erkennbare Transportschäden aufweist. Sind Beschädigungen zu erkennen, darf das Gerät aus Sicherheitsgründen auf keinen Fall in Betrieb genommen werden. Bitte halten Sie in diesem Fall Rücksprache mit dem Hersteller.
- Nehmen Sie Fidas® erst nach gründlichem Studium der Bedienungsanleitung in Betrieb!!
- Der Hersteller haftet nicht für Schäden, die durch unsachgemäße Inbetriebnahme, Anwendung, Reinigung, Bedienungsfehler oder die Messung an Aerosolen entstehen, für deren Gaszustand und -zusammensetzung das Gerät nicht spezifiziert ist.
- Das Gerät darf nur unter atmosphärischem Umgebungsdruck und bei Temperaturen von -20°C bis +50°C betrieben werden.  
Für den Betrieb unter anderen Umgebungsbedingungen wie z.B. in korrosiven oder explosiven Umgebungen, in starken elektrischen oder elektromagnetischen Feldern, in Bereichen mit ionisierender Strahlung sowie in Bereichen mit Schock- und Vibrationsbelastung wird vom Hersteller keine Funktionsgarantie übernommen.
- **Zum Ausschalten der Fidas® Steuereinheit muss der Button "shut down" betätigt werden, Fidas® schaltet sich dann automatisch aus. Erst wenn das Betriebssystem heruntergefahren ist, darf der Netzschalter betätigt werden!**
- Fidas® ist vom Hersteller für die bei der Bestellung angegebene Netzspannung fest eingestellt worden. Bitte überprüfen Sie, ob die auf dem Typenschild angegebene Netzspannung mit der Netzspannung am vorgesehenen Einsatzort übereinstimmt.
- Nur Originalersatzteile verwenden! Bitte setzen Sie sich bei Bedarf mit dem Hersteller in Verbindung.
- Das Messverfahren des Fidas® Systems ist nicht gravimetrisch, sondern eine Äquivalenzmethode. Daher kann eine exakte Übereinstimmung zur Gravimetrie nicht in jedem Falle garantiert werden.
- Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM<sub>10</sub>-Referenzverfahren nach DIN EN 12341 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
- Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM<sub>2,5</sub>-Referenzverfahren nach DIN EN 14907 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
- **Achtung:** Aerosole können je nach Art gesundheitsschädlich sein. Deshalb sollten sie nicht eingeatmet werden. Bei gefährlichen Stoffen ist außerdem auf entsprechende Schutzkleidung (Atemschutzmaske) zu achten. Bitte beachten Sie die entsprechenden Richtlinien und Unfallverhütungsvorschriften.
- Allgemeine Hinweise zu optischen Partikelzählern, wie z. B. Auflösungsvermögen, Zählwirkungsgrad, Nachweisgrenze, finden sich in der VDI-Richtlinie 3489, Blatt 3.

## 1 Installation und erste Inbetriebnahme

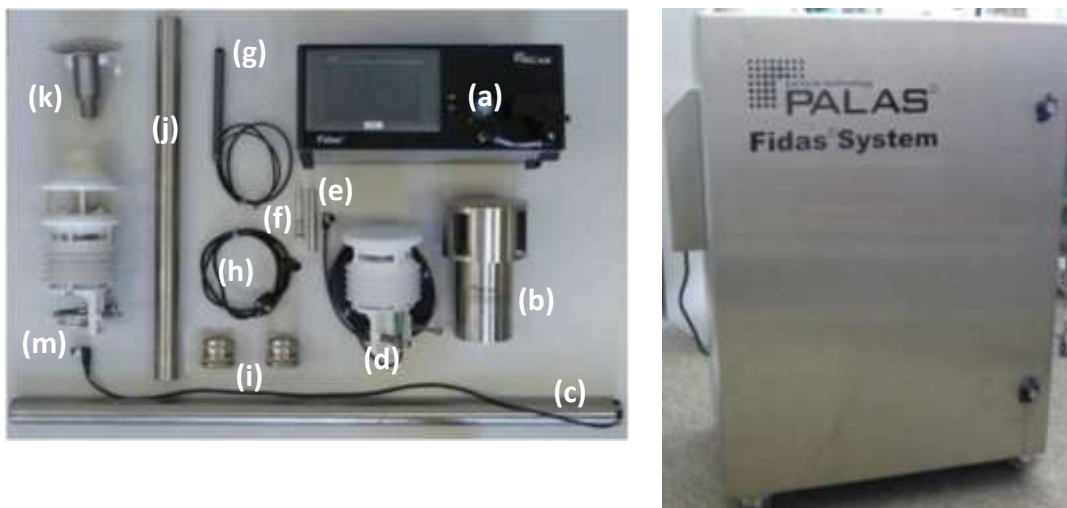
### 1.1 Überprüfen der Netzspannung

Das Gerät ist vom Hersteller für die bei der Bestellung angegebene Netzspannung fest eingestellt worden. Bitte überprüfen Sie, ob die auf dem Typenschild angegebene Netzspannung mit der Netzspannung am vorgesehenen Einsatzort übereinstimmt.

Der Hersteller haftet nicht für Schäden, die durch den Betrieb an falscher Netzspannung hervorgerufen werden!!!

### 1.2 Überprüfen der Vollständigkeit der Lieferung

Für einen Transport des Fidas durch ein Lieferunternehmen ist das Fidas System in Komponenten zerlegt worden. Vor einer ersten Inbetriebnahme muss das System wieder zusammengesetzt werden. Folgende Teile sollten vorhanden sein:



Abbildungen 1 A+B: links Komponenten eines Fidas® Systems, rechts IP-65 Wetterschutzgehäuse

Für alle Versionen sollten folgende Komponenten und Dokumentation vorhanden sein (die Buchstaben in Klammer beziehen sich auf die Angaben in Abbildung 1):

- Fidas® Steuereinheit (a)
- Aerosoleinlassführungsrohr (f)
- Netzkabel (h)
- Plastikschauch ca. 30 cm für Kalibrierung und Verifikation
- Flasche CalDust 1100 für Kalibrierung und Verifikation
- Nachfüllpäckchen CalDust 1100
- Reinigungsset bestehend aus optischen Tüchern

- Bedienungsanleitung Fidas® Feinstaubmonitorsystem gedruckt
- Beschreibung Fidas® Firmware gedruckt
- Bedienungsanleitung PDAnalyze gedruckt
- Bedienungsanleitung Wetterstation WS300-UMB
- Kalibrierzertifikat gedruckt
- CD oder USB-Stick mit Auswertesoftware PDAnalyze
- Serielles Kabel (Nullmodem)
- Pointer für Touchscreen

Zusätzlich sind je nach Modell folgende weitere Komponenten im Lieferumfang enthalten:

Nur Fidas® 100:

- Sensor für Temperatur, relative Feuchte und Druck

Nur Fidas® 200:

- Wetterstation WS300-UMB (d) – optional stattdessen auch WS600-UMB (m)
- Probenahmerohr mit IADS (c)
- Verbindung Probenahmekopf zu Probenahmerohr (e)
- Probenahmekopf Sigma-2 (b) – optional stattdessen oder zusätzlich auch PM-10 oder PM-2,5 Probenahmekopf (k)
- Fixierung des Probenahmerohres am Gehäuse (i)

Nur Fidas® 200 S:

- Wetterstation WS300-UMB (d) – optional stattdessen auch WS600-UMB (m)
- Probenahmerohr mit IADS (c)
- Verbindung Probenahmekopf zu Probenahmerohr (e)
- Probenahmekopf Sigma-2 (b) – optional stattdessen oder zusätzlich auch PM-10 oder PM-2,5 Probenahmekopf (k)
- 2x Fixierung des Probenahmerohres und des Wetterstationrohres am Gehäuse (i)
- Rohr für Wetterstation (j)
- Antenne (g)
- IP-65 Wetterschutzgehäuse

Nur Fidas® 300:

- Wetterstation WS300-UMB (d) – optional stattdessen auch WS600-UMB (m)
- Probenahmerohr mit IADS (c)
- Verbindung Probenahmekopf zu Probenahmerohr (e)
- Probenahmekopf Sigma-2 (b) – optional stattdessen oder zusätzlich auch PM-10 oder PM-2,5 Probenahmekopf (k)

- Fixierung des Probenahmerohres am Gehäuse (i)
- Große Pumpe für Volumenstrom 2,3 m<sup>3</sup>/h

Nur Fidas® 300 S:

- Wetterstation WS300-UMB (d) – optional stattdessen auch WS600-UMB (m)
- Probenahmerohr mit IADS (c)
- Verbindung Probenahmekopf zu Probenahmerohr (e)
- Probenahmekopf Sigma-2 (b) – optional stattdessen oder zusätzlich auch PM-10 oder PM-2,5 Probenahmekopf (k)
- 2x Fixierung des Probenahmerohres und des Wetterstationrohres am Gehäuse (i)
- Rohr für Wetterstation (j)
- Antenne (g)
- Große Pumpe für Volumenstrom 2,3 m<sup>3</sup>/h
- IP-65 Wetterschutzgehäuse

## 1.3 Geräteübersicht

### 1.3.1 Vorderansicht der Fidas® Steuereinheit

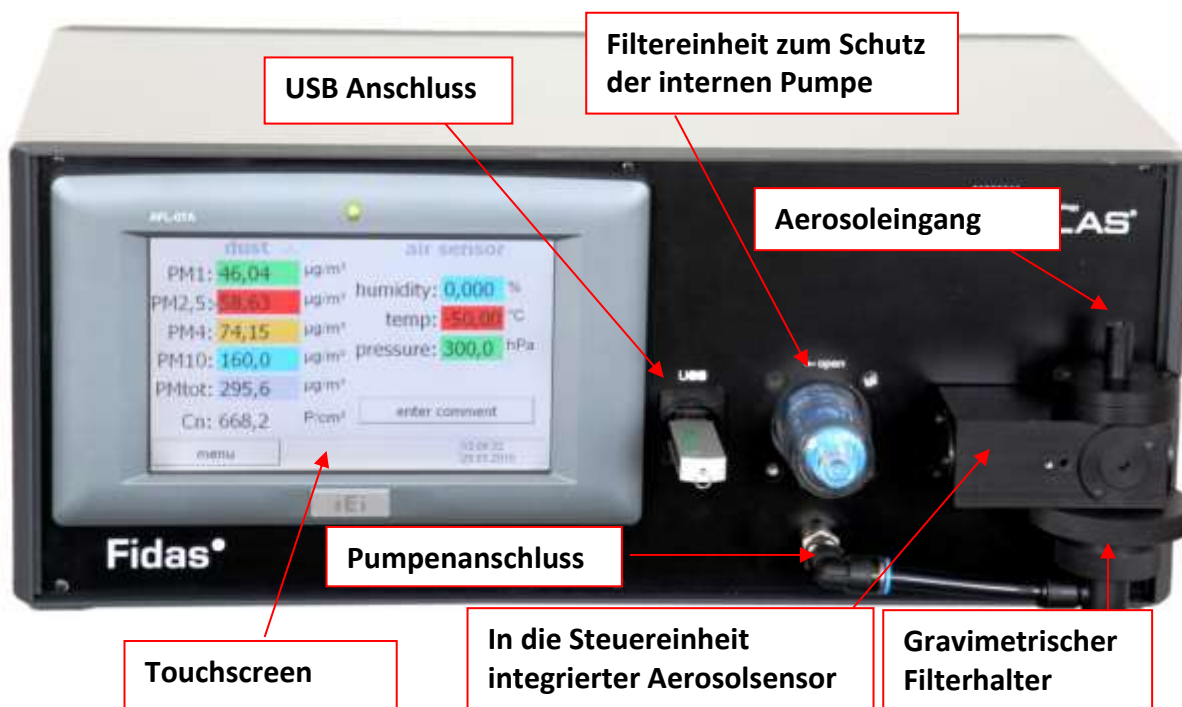


Abbildung 2: Vorderseite der Fidas® Steuereinheit

Die Bedienung des Fidas® Gerätes erfolgt über einen Touchscreen (siehe hierzu gesonderte Bedienungsanleitung Fidas® Firmware).

Über den USB Anschluss können die Daten ausgelesen werden und mit der zusätzlichen PDAnalyze Software (ist im Lieferumfang enthalten) an einem externen PC weiterverarbeitet werden.

### 1.3.2 Rückansicht der Fidas® Steuereinheit

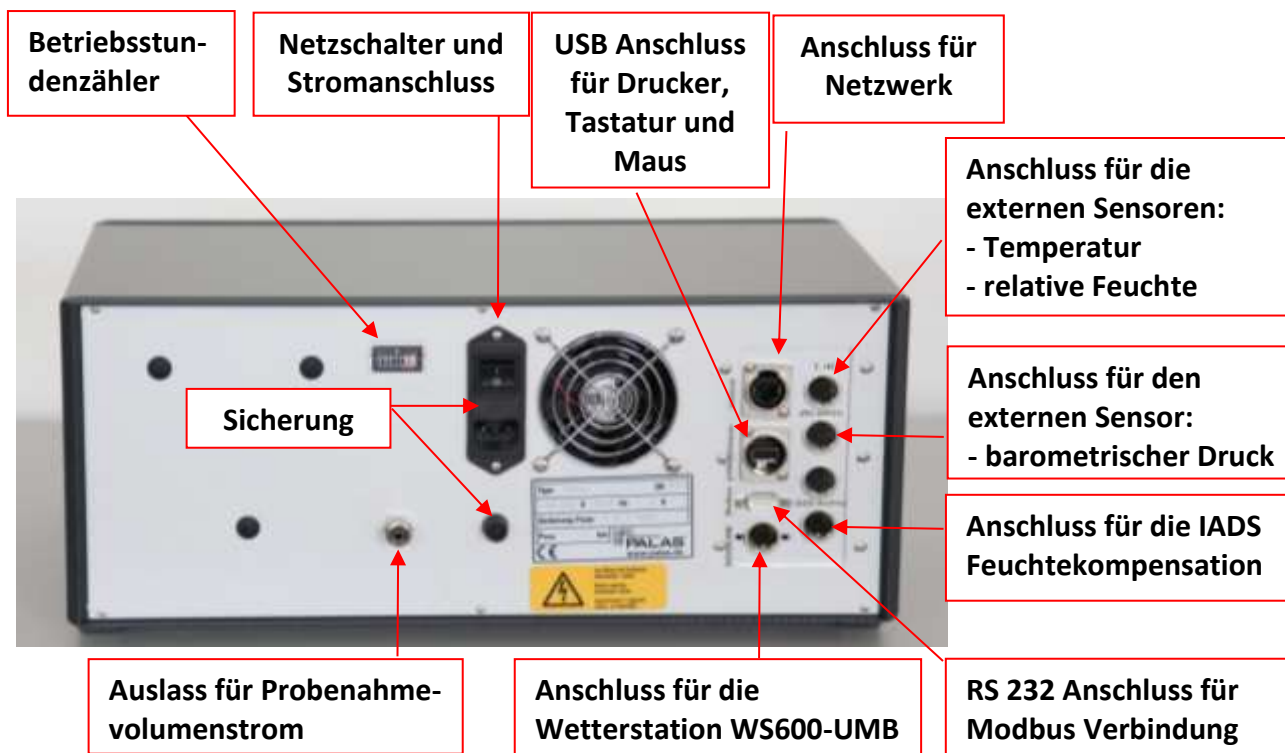


Abbildung 3: Rückseite der Fidas® Steuereinheit

Die Steuereinheit wird am Netzschalter ein- bzw. ausgeschaltet.

Das Gerät besitzt zwei Sicherungen, T 2 A / 250 V die auf der Rückseite angebracht sind.

Die LED wird mit dem Netzschalter eingeschaltet. Der Betriebsstundenzähler läuft, solange das Gerät an ist. Die Lichtquelle hat eine Lebensdauer (MTTF) von >20.000 Betriebsstunden.

### 1.3.3 Anschlüsse auf der Rückseite der Steuereinheit

Auf der rechten Seite befinden sich folgende Anschlussmöglichkeiten:

- **Netzwerk**, zur Verbindung des Fidas® Systems an ein Netzwerk, z. B. für Online-Servicesupport und für Übertragung von Softwareupdates
- **USB-Eingang**, z.B. für den Anschluss eines Druckers, Tastatur, Maus bzw. USB-Stick an die Fidas® Steuereinheit
- Modbus über **RS 232** Verbindung für Fernabfrage der Messwerte und externe Ansteuerung des Messgerätes (WebAccess)
- **Anschluss für die Wetterstation WS600-UMB** (bei Fidas® 200 S und Fidas® 300 S System) zur Aufnahme von:
  - Windstärke
  - Windrichtung
  - Niederschlagsmenge
  - Niederschlagsart
  - Temperatur
  - Feuchte
  - Druck
- **Eingang für externe Sensoren** zur Aufnahme der Temperatur und der relativen Feuchte
- **Eingang für externen Sensor** zur Aufnahme des barometrischen Druckes
- **Anschluss für das Feuchtekompensationsmodul IADS** (Intelligent Aerosol Drying System)

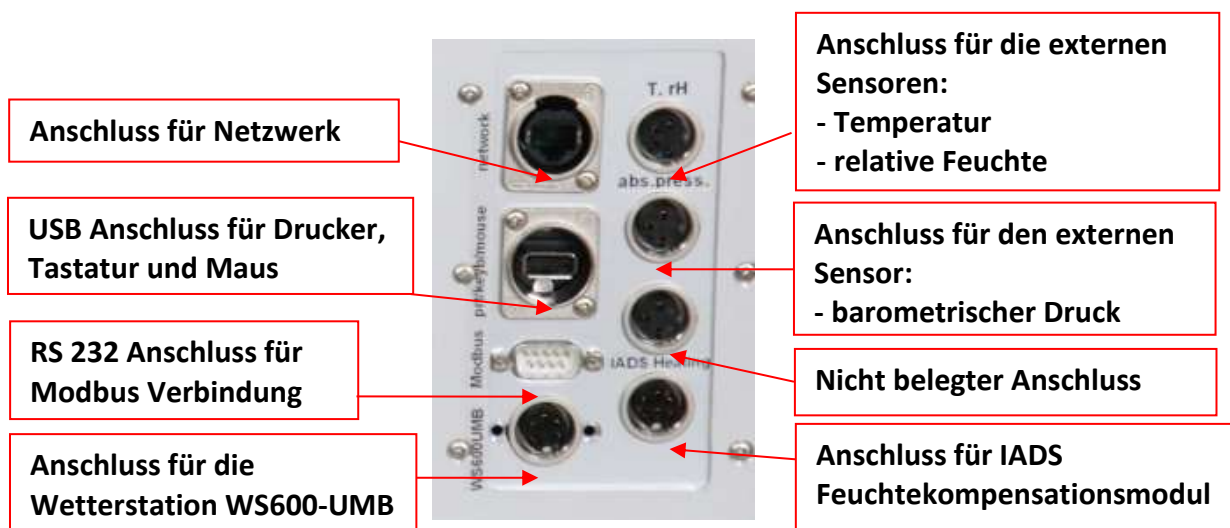


Abbildung 4: Anschlussmöglichkeiten auf der Rückseite der Fidas® Steuereinheit



## 1.4 Erste Messung

Schalten Sie das Gerät ein (I/O-Schalter auf der Geräterückseite der Fidas® Steuereinheit). Mit dem Einschalten des Gerätes startet automatisch der Messvorgang. Auch alle gewonnenen Daten werden automatisch im internen Speicher abgelegt. Nach dem Starten des Gerätes erscheint der Startbildschirm (siehe Abbildung 5).

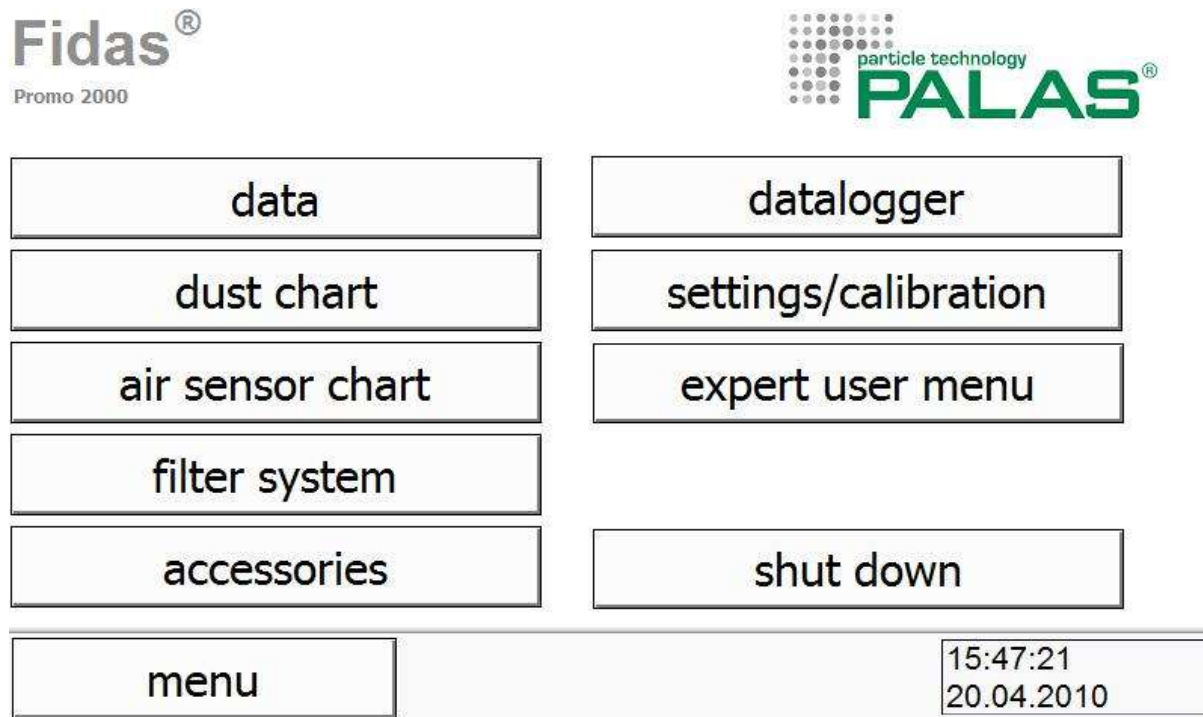


Abbildung 5: Startbildschirm

Über das Touchdisplay kann nun zwischen den einzelnen Darstellungsmöglichkeiten gewechselt werden. Abbildung 6 zeigt als Beispiel die Übersicht der Staubwerte:

- PM 1
- PM 2,5
- PM 4
- PM 10
- PM total (Gesamtmassenkonzentration)
- Cn: Partikelkonzentration in P/cm<sup>3</sup>

Luftsensoren:

- Relative Feuchte
- Temperatur
- Barometrischer Luftdruck

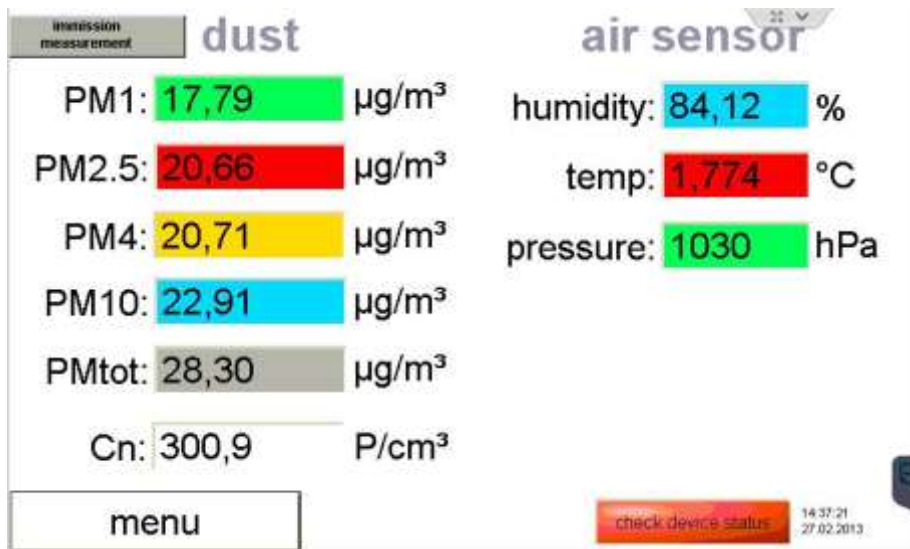


Abbildung 6: Datenübersicht, z. B. PM Werte

Nähere Informationen entnehmen Sie bitte der separaten Bedienungsanleitung Fidas® Firmware.

## **2 Fidas 200 S / Fidas 300 S – Einbau der Komponenten in das IP-65 Wetterschutzgehäuse**

### 2.1 Anbringen der Wetterstation

Das kürzere Edelstahlrohr ist die Halterung für die Wetterstation. Als Komponenten brauchen Sie:

- Kurzes Edelstahlrohr
- Fixierung des Rohrs am Gehäuse
- Wetterstation WS300-UMB – oder optional stattdessen WS600-UMB

Als Werkzeug brauchen Sie:

- 13er Gabelschlüssel
- 40er Gabelschlüssel oder verstellbare Zange

Abbildung 7 zeigt die Fixierung in Ihre Bestandteile zerlegt. Achten Sie bitte unbedingt darauf, dass die Dichtungsringe mit eingebaut werden und diese unbeschädigt sind. Diese dienen der Abdichtung, so dass kein Wasser von außen in das Gehäuse kommen kann. Sollte Wasser von außen eindringen können, kann es zu Schäden am Steuergerät führen bis zu einem Totalausfall des Fidas®.

Palas® übernimmt keine Haftung für Schäden, die sich aus einer undichten Fixierung ergeben!



Abbildung 7: Die Bestandteile der Fixierung des Wetterstationrohres

Stellen Sie sicher, dass alle Bestandteile vorhanden sind. Kombinieren Sie dann die ersten 5 Bestandteile (von links nach rechts in Abbildung 7) und schieben Sie sie über das Rohr (das obere Ende ist mit einer Abdeckung versehen, darunter befindet sich der Durchgang für das Kabel zur Wetterstation). Gehen Sie dann mit diesem Teil der Fixierung und dem unteren Teil des Rohres von außen durch die linke hintere Öffnung des Wetterschutzgehäuses. Bringen Sie dann von innen zuerst den Dichtungsring (in Abbildung 7 ganz rechts gezeigt) und dann die dünne Mutter (zweite von rechts in Abbildung 7) an. Ziehen Sie dann sowohl die innere als auch die äußere Mutter mit einem Gabelschlüssel oder einer verstellbaren Zange gut an.



Abbildung 8: Fixierung des Wetterstationrohres

Abbildung 8 zeigt wie die Fixierung des Wetterstationrohres aussehen sollte.

Bevor Sie die Wetterstation selbst am Rohr befestigen, verifizieren Sie bitte, dass das Rohr oben eine Abdeckung hat. Schieben Sie dann die Wetterstation auf das Rohr (Abbildung 10) und ziehen die Muttern leicht an (die Wetterstation muss sich noch leicht drehen lassen!).



Abbildung 9: Anbringen der Wetterstation am Rohr

Richten Sie die Wetterstation gen Norden aus.

Ziehen Sie dann die beiden Muttern abwechseln so fest an, dass sich die Wetterstation nicht mehr bewegen lässt.

**Vorsicht: wenn Sie die Muttern zu fest anziehen, kann die Halterung der Wetterstation zerspringen!**

Verbinden Sie dann das Kabel mit der Wetterstation (handfest!) wie in Abbildung 9 gezeigt.



Abbildung 10: Verbinden des Kabels mit der Wetterstation

## 2.2 Anbringen der Antenne

Die Antenne besteht aus dem Plastikteil der außen auf dem Gehäuse anzubringen ist, einem Dichtungsring, einer Fächerscheibe, einer Mutter und einem Kabel wie in Abbildung 12 gezeigt.



Abbildung 11: Die Antenne

Führen Sie das Kabel von außen durch das dafür vorgesehene kleine Loch auf der Oberseite des Gehäuses. Befestigen Sie dann die Antenne von innen mittels der Fächerscheibe und der Mutter.

Achten Sie auch hier darauf, dass der Dichtungsring die Öffnung abdichtet, Sie allerdings die Mutter nicht zu fest anziehen, da auch hier das Plastik Risse bekommen kann.

## 2.3 Anbringen des Probenahmerohres

Zum Fixieren des Probenahmerohres am Wetterschutzgehäuse wird dieselbe Fixierung verwendet wie bei der Fixierung des Wetterstationrohres. Abbildung 6 zeigt die Bestandteile.

Das Probenahmerohr enthält die Heizung für das IADS (intelligent aerosol drying system), daher ist ein Kabel damit verbunden.

Führen Sie zuerst das untere Ende mit dem Kabel von außen durch die Öffnung rechts vorne (siehe Abbildung 13). Legen Sie dann vorerst das Probenahmerohr auf der Standfläche des Steuergerätes (nicht auf das Steuergerät selbst!) ab.



Abbildung 12: Einführen des Probenahmerohres

Schieben Sie dann die äußeren Bestandteile der Fixierung über das Probenahmerohr. Abbildung 14 zeigt wie gerade der Dichtungsgummi von oben in die graue Manschette geführt wird. Übrig sind noch die große äußere Mutter, die erst ganz am Schluss angebracht wird, und der Dichtungsring und die Mutter, die von innen angebracht werden.



Abbildung 13 A+B: Äußere Fixierung des Probenahmerohres

Bringen Sie dann über das Kabel den verbliebenen dünnen Dichtungsring und dann die dünne Mutter von innen am Rest der Fixierung an. Ziehen die dann diese Mutter gut an. Achten Sie allerdings darauf, dass Sie für die nachfolgende Installation der Fidas® Steuereinheit das Probenahmerohr noch verschieben können.

#### 2.4 Einschub der Fidas® Steuereinheit

Als erstes stecken Sie bitte das Aerosoleinlassführungsrohr in die dafür vorgesehene Öffnung am Sensorkopf (Abbildung 14).



Abbildung 14 A+B: Anbringen des Aerosoleinlassführungsrohres

Heben Sie die Fidas® Steuereinheit vorsichtig an und führen Sie diese wie in Abbildung 16 gezeigt in das Wetterschutzgehäuse ein und legen es auf der Standfläche ab.



Abbildung 15: Einschub der Fidas® Steuereinheit

Verbinden Sie dann die Kabel von der Wetterstation und dem IADS (Probenahmerohr) mit den dafür vorgesehenen und bezeichneten Anschlüssen (Ort kann von den in Abbildung 16 gezeigten je nach Modell abweichen). Verbinden Sie auch das Netzkabel (und gegebenenfalls auch ein Netzwerkkabel), aber schalten Sie das Fidas® noch nicht ein!





Abbildung 16: Verbinden der Wetterstation, IADS mit den Anschlüssen auf der Rückseite

Verschieben Sie dann die Steuereinheit so, dass Sie mit der Öffnung des Probeeintragsführungsrohres genau unterhalb des Probenahmerohres sind. Dazu müssen Sie zuvor das Probenahmerohr angehoben haben. Führen Sie dann vorsichtig (!) das Probenahmerohr über das Probeeintragsführungsrohr wie in Abbildung 17 gezeigt. Das Probenahmerohr sollte dabei möglichst senkrecht sein, ggfs. müssen Sie die Position der Steuereinheit entsprechend ändern.

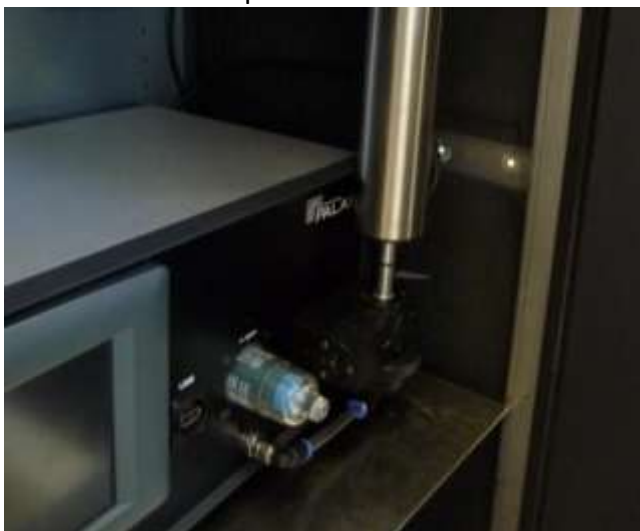


Abbildung 17: Verbinden des Probenahmerohres mit dem Probeeintragsführungsrohr und der Steuereinheit

Fahren Sie damit fort, bis das Probenahmerohr auf der Sensoreinheit aufliegt, d. h. es sollte kein Spalt mehr vorhanden sein. Abbildung 18 rechts zeigt die korrekte Position.





Abbildungen 18 A+B: links falsche Position des Probenahmerohres, rechts richtige Position

Befestigen Sie dann vorsichtig die Schellen der Halterung etwas oberhalb:



Abbildung 19: Interne Fixierung des Probenahmerohres

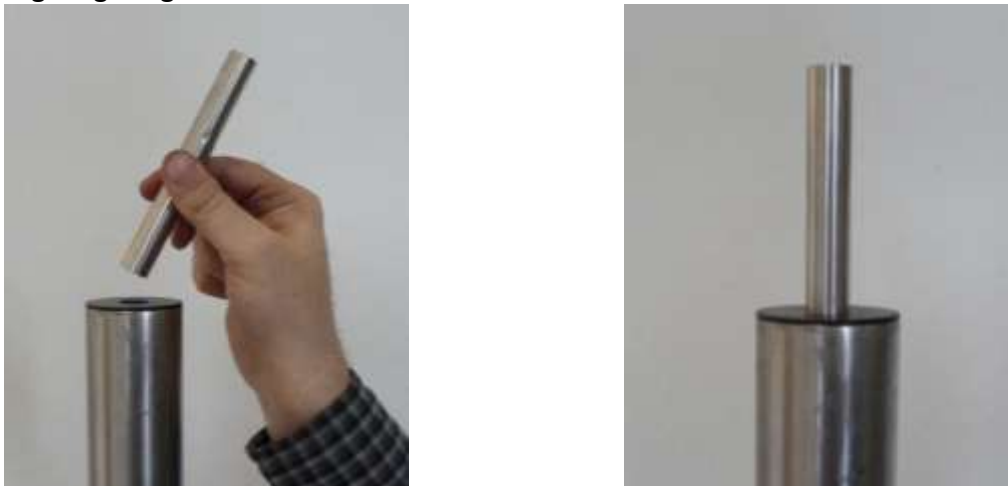
Schieben Sie dann die große übriggebliebene Mutter der Fixierung des Probenahmerohres über den Rest und ziehen Sie diese gut fest (Abbildung 20). Achten Sie auch hier darauf, dass der Dichtungsring die Öffnung abdichtet.



Abbildung 20 A+B: Abschließende Fixierung des Probenahmerohres

## 2.5 Anbringen des Sigma-2 Probenahmekopfes

Platzieren Sie bitte zuerst das Verbindungsstück Probenahmekopf zu Probenahmerohr wie in Abbildung 21 gezeigt:



Abbildungen 21 A+B: Platzieren des Verbindungsstücks

Schieben Sie dann den Sigma-2 Probenahmekopf auf dieses Verbindungsstück (er sollte satt auf dem Probenahmerohr aufliegen) und fixieren Sie dann den Probenahmekopf mit der 2er Inbusschraube (siehe Abbildung 22).

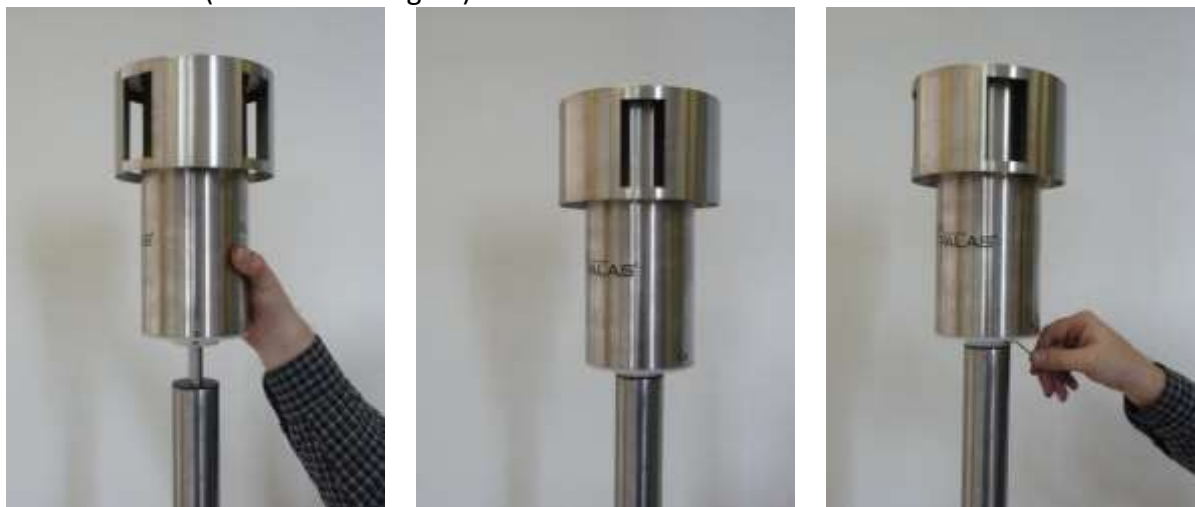


Abbildung 22 A-C: Anbringen des Sigma-2 Probenahmekopfes

Sollten Sie statt dem Sigma-2 Probenahmekopf einen PM-10 oder PM-2,5 Probenahmekopf verwenden wollen, verfahren Sie bitte entsprechend.

## 2.6 Abschließende Handgriffe

An Ort und Stelle verbinden Sie bitte das Netzkabel mit dem dafür vorgesehenen Anschluss des Wetterschutzgehäuses. Schieben Sie dann die Abdeckung über diesen Anschluss (Abbildung 23)



Abbildung 23 A+B: Netzanschluss des Wetterschutzgehäuses

Betätigen Sie dann den Netzschalter auf der Rückseite der Fidas® Steuereinheit. Nach dem Hochfahren des Windows Betriebssystems und des Fidas® Start-up Managers sehen Sie den Bildschirm mit den verschiedenen PM-Fraktionen, der Partikelanzahlkonzentration und den Umgebungsbedingungen (Temperatur, relative Feuchte, Luftdruck). Für die ersten Werte der PM-Fraktionen müssen Sie aufgrund der Mittelung etwa 4 Minuten warten.

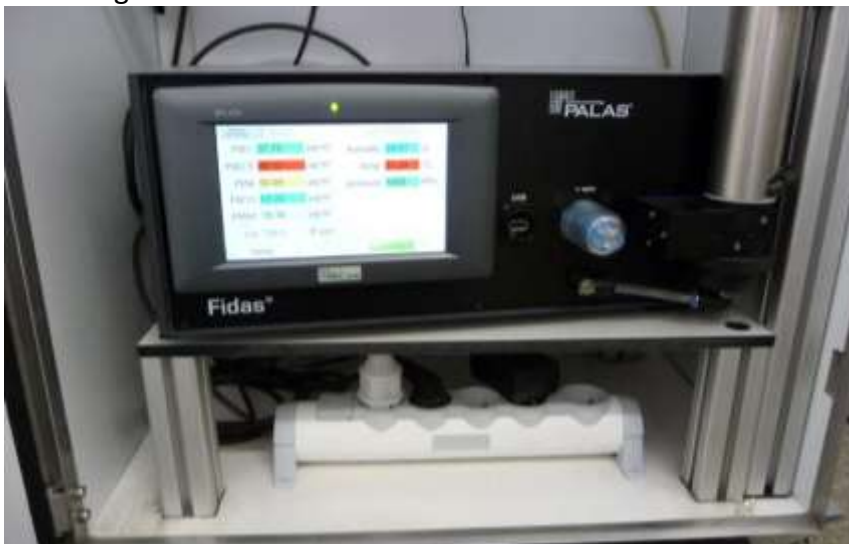


Abbildung 24: Fidas® im laufenden Betrieb

### 3 Wartung

Wir empfehlen eine regelmäßige Überprüfung der korrekten Funktionsweise des Fidas® (siehe 3.1). Ansonsten muss das Gerät nur dann gewartet werden, falls eines der Fehlerbits (siehe Abbildung 25) anspricht.

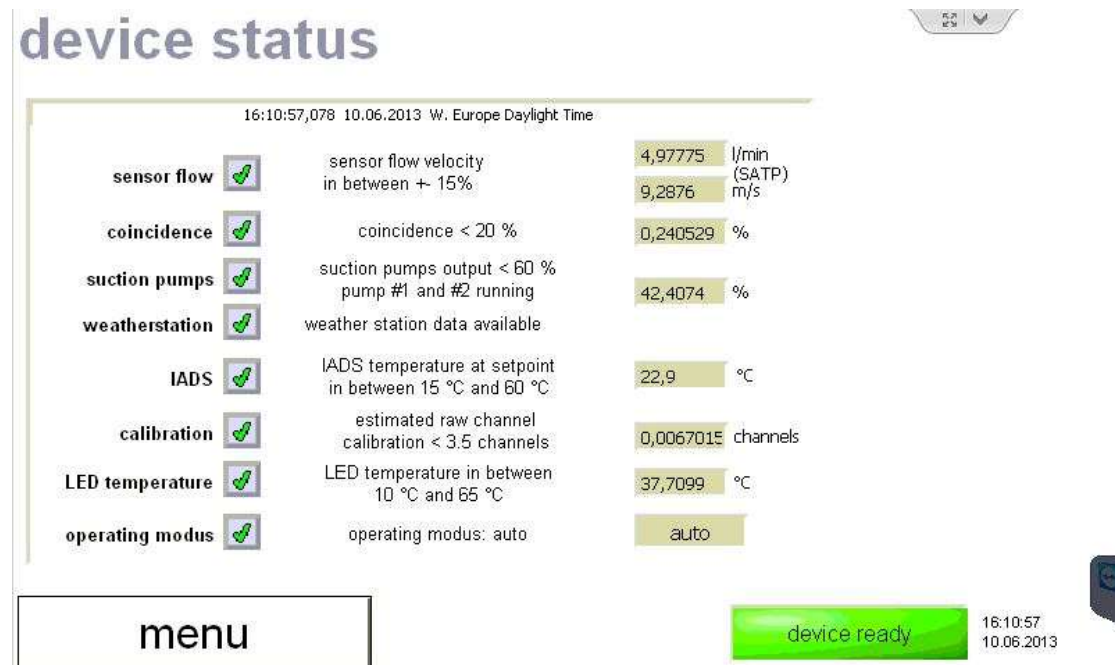


Abbildung 25: Statusübersicht zeigt verschiedene Sensorinformationen, die für einen korrekten Betrieb des Fidas® nötig sind. Diese Informationen werden auch in Form eines Fehlerbytes mit jedem Datensatz mit abgespeichert.

Im Einzelnen sind dies:

**Sensor flow** mittels eines Regelkreises mit Massflowmeters und unter Einbezug der gemessenen Werte für Temperatur und Luftdruck wird der Volumenstrom durch das Fidas® 100 oder 200 auf 4,8 l/min geregelt. Normiert ist dieser Volumenstrom dann auf „standard atmospheric temperature and pressure (SATP)“, d.h. bezogen auf 25°C & 1013 hPa.

Der zweite Wert zeigt die Geschwindigkeit der Partikel durch das optische Detektionsvolumen.

Ein Fehler wird angezeigt, wenn der Volumenstrom mehr als 15% vom Sollwert abweicht oder wenn die Geschwindigkeit der Partikel zu stark vom geregelten Volumenstrom abweicht.

**Coincidence** Detektion von mehr als einem Partikel im optischen Detektionsvolumen. Ausgabe eines Fehlers, wenn dies mit einer Häufigkeit von mehr als 20% auftritt.

**Suction pumps** Im Fidas® 100 und 200 sorgen zwei Pumpen, die parallel geschaltet sind für den Volumenstrom. Sollte eine Pumpe ausfallen, so kann die

andere übernehmen, entsprechend höher ist dann die Leistungsaufnahme, was zu einem Fehler führt. Sollten beide Pumpen gleichmäßig altern, so wird ebenfalls bei einer Überschreitung von 60% ein Fehler ausgelöst. Wichtig zu bemerken ist, dass das Gerät erst mal korrekt weitermisst, allerdings muss der Benutzer sich um einen baldigen Austausch der Pumpen kümmern

Weatherstation zeigt an, dass eine Wetterstation korrekt verbunden ist und Werte übermittelt

IADS zeigt an, dass das IADS korrekt verbunden ist und die Temperatur dem vorgegebenen Regelpunkt entspricht

Calibration Überwacht die Kalibrierung online, sollte diese um mehr als 3.5 Rohdatenkanäle abweichen, wird der Fehler gesetzt.

**Bemerkung: In einzelnen Fällen kann dieser Wert kurzfristig außerhalb liegen, was trotzdem bedeuten kann, dass das Gerät ordnungsgemäß funktioniert. Handlungsbedarf (i.e. eine Feldkalibrierung mit dem Kalibrierstaub) ist nur gegeben, wenn dies ein langfristiger Trend (24 Stunden) ist.**

LED temperature Die LED Lichtquelle wird temperaturgeregelt. Sollte in diesem Regelkreis ein Problem auftreten wird dieses Fehlerbit gesetzt.

Operating modus Der Betriebsmodus sollte auf „auto“ gesetzt sein, ansonsten werden u.U. die Daten nicht korrekt abgespeichert bzw. startet das Gerät nach einem Stromausfall nicht selbstständig wieder.

### 3.1 Kalibrierung/Verifizierung des Fidas®

Eine Kalibrierung des Gerätes sollte stets vor dem Beginn einer Messkampagne erfolgen. Während einer laufenden Messkampagne sollte die Kalibrierung in regelmäßigen Abständen überprüft werden (siehe Tabelle 1).

Vor der Kalibrierung muss das Gerät mindestens eine Stunde laufen, damit es sich in einem thermisch stabilen Zustand befindet. Die Umgebungstemperatur muss dabei zwischen 5 und 35 °C liegen. Zur Kalibrierung wird das Gerät dann in den Kalibriermodus geschaltet. Beim Start des Kalibriervorgangs wird zunächst die IADS (Trockenstrecke) auf 35 °C geheizt bzw. abgekühlt, damit der Volumenstrom und die Gasdynamik bei der Kalibrierung immer gleich sind und der Staub welcher bei der Kalibrierung eingesetzt wird, eine Konditionierung erfährt. In der Regel müssen mindestens 10 Minuten gewartet werden. Während dieses Vorgangs wird die Temperatur angezeigt und, wenn der Benutzer sieht, dass die Temperatur stabil bei 35°C (+- 0,1 °C) steht, mit der eigentlichen Kalibrierung begonnen.

Die vollständige Kalibrierung besteht aus fünf Einzelschritten:

- 1.) Automatischer Offsetabgleich
- 2.) Prüfen der Dichtigkeit des Gesamtsystems
- 3.) Abgleich der Empfindlichkeit des Partikelsensors
- 4.) Prüfen des Partikelstroms im Partikelsensor
- 5.) Prüfen des Volumenstroms

Im Folgenden werden die Schritte im Einzelnen beschrieben:

#### 3.1.1 Automatischer Offsetabgleich

Beim Offsetabgleich (siehe Abbildung 27) wird der elektronische Nullpunkt des Systems abgeglichen und somit das Eigenrauschen des Gerätes minimiert. Der Offsetabgleich erfolgt vollautomatisch und wird über den Button „adjust offset“ gestartet. Der Abgleich dauert ca. 2 Minuten. Das Minimum der ermittelten Offsetspannung „offset“ muss kleiner 0,2 mV liegen, die Offsetkalibrierspannung „offset adjustment voltage“ muss zwischen 2 und 3 V liegen.

#### 3.1.2 Prüfen der Dichtigkeit des Gesamtsystems

Die Dichtigkeit des Gesamtsystems ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Kalibrierung. Das Fidas 200 hat einen Flowsensor, der unmittelbar vor der Pumpe sitzt (siehe Abbildung 26). Zur Überprüfung der Dichtigkeit des Gesamtsystems reicht es, wenn der Eingang z.B. mit dem Daumen abgedichtet wird. Der gemessene Volumenstrom muss dann auf 0 l/min (+- 0,1 l/min) sinken.

#### 3.1.3 Abgleich der Empfindlichkeit des Partikelsensors

Zum Abgleich der Empfindlichkeit des Partikelsensors wird Staub (CalDust 1100), der mit dem Gerät mitgeliefert wird, mit Partikeln einer definierten Größe aufgegeben. Die Partikelgrößenverteilung dieses Staubes ist monodispers. Das Gerät zeigt die Rohdatenverteilung der Messung an (siehe Abbildung 27). Der Peak dieser Rohdatenverteilung muss im Kanal 130 liegen. Dies entspricht einer Partikelgröße von 0,93

µm. Bei einer Abweichung von 1,5 Kanälen muss neu kalibriert werden. In diesem Fall muss die Photomultiplierspannung verändert und anschließend der Vorgang wiederholt werden. Die Spannung kann mit dem Button „calibrate PM amplification“ verändert werden. Liegt der Peak < 128,5, muss die Photomultiplierspannung erhöht werden. Liegt der Peak > 131,5, muss die Photomultiplierspannung verringert werden. Durch diesen Abgleich der Photomultiplierspannung bei einer Partikelgröße wird automatisch die Empfindlichkeit des Messgerätes für alle Partikelgrößen abgeglichen, da das Gerät im Gegensatz zu anderen Herstellern von Aerosolspektrometern nur mit einem einzigen A/D-Wandler arbeitet. Wiederholen Sie den Vorgang bis der Peak der Rohdatenverteilung bei 130 (+- 0,5) liegt.

#### 3.1.4 Prüfen des Partikelstroms im Partikelsensor

Neben der Signalamplitude für jedes einzelne Partikel misst der Sensor zusätzlich die Signallänge für jedes einzelne Partikel. Diese Signallänge ist direkt proportional zur Geschwindigkeit der Partikel im Sensor, da die Höhe des optischen Messvolumens bekannt ist. Stimmt die Geschwindigkeit der Partikel im Sensor nicht, stimmt auch die Flussrate im Sensor nicht oder die Strömungsführung im Sensor ist gestört. Aus diesem Grund muss die Geschwindigkeit überprüft werden, da sonst die Konzentration falsch bestimmt wird. Falls der Grund für eine falsche Geschwindigkeitskalibrierung keine Leckage ist, muss das Gerät zum Hersteller zurückgeschickt werden. Zur Kalibrierung der Geschwindigkeit wird auch CalDust 1100 aufgegeben, da Partikel unterschiedlicher Größe geringfügig unterschiedliche Geschwindigkeiten aufweisen. Durch die Verwendung von CalDust 1100 wird auch für die Geschwindigkeitskalibrierung immer die gleiche Partikelgröße verwendet. Das untere Diagramm (siehe Abbildung 33) im Kalibriermodus zeigt die Signallängenverteilung an. Es sind zwei Maxima zu erkennen. Das linke Maximum liegt bei der Länge der Signale in der Randzone des Sensors (T-Blende), das rechte Maximum bei der Länge der Signale durch die Kernzone. Wenn man nun mit den Pfeiltasten das Fadenkreuz in das rechte Maximum fährt, bekommt man die mit dieser Signallänge bestimmte Geschwindigkeit angezeigt („measured velocity“). Diese Geschwindigkeit muss der vom Werk vorgegebenen Geschwindigkeit entsprechen (+- 0,2 m/s). Auf Grund von Fertigungstoleranzen bei der Düse sind die Geschwindigkeiten bei einzelnen Geräten geringfügig unterschiedlich.

#### 3.1.5 Prüfen des Volumenstroms

Der Volumenstrom des Gerätes muss 4,8 l/min (+- 0,15 l/min) bei 23 °C und 1013 hPa betragen. Dies kann z.B. mit einem „Bubble-flow-meter“ überprüft werden. Ist das Gerät dicht (Punkt 2.) und stimmt die Geschwindigkeit des Partikelstroms im Sensor (Punkt 4.), ist eine Überprüfung des Volumenstroms nicht notwendig.

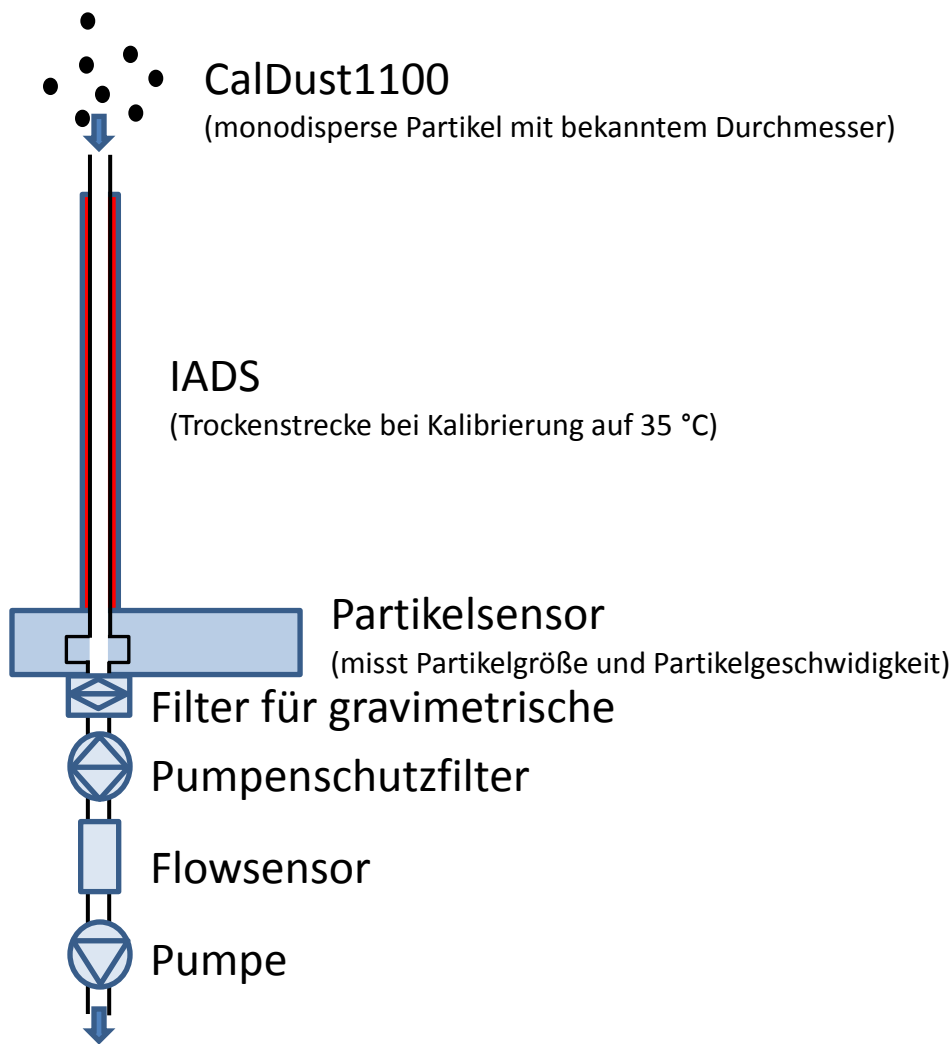


Abbildung 25: Schematische Darstellung des Flusses des Probenahmevolumenstromes

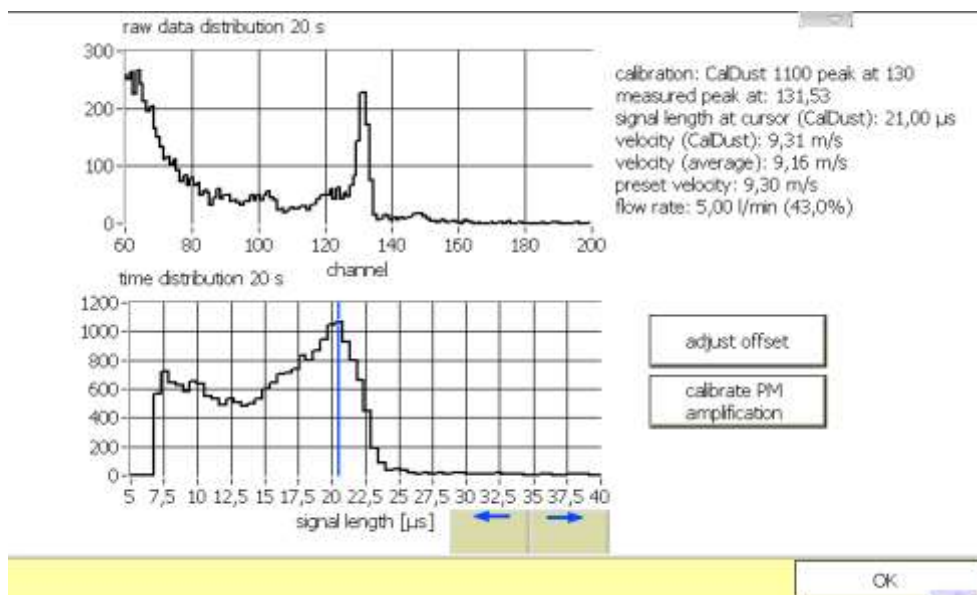


Abbildung 26: Bildschirmdarstellung während der Kalibrierung (oben: Rohdatenverteilung von Kanal 60 bis 250 mit Maximum bei 131,53; unten: gemessene Signallängenverteilung mit daraus bestimmter Geschwindigkeit – hier 9,31 m/s)



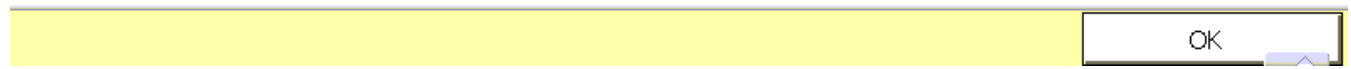
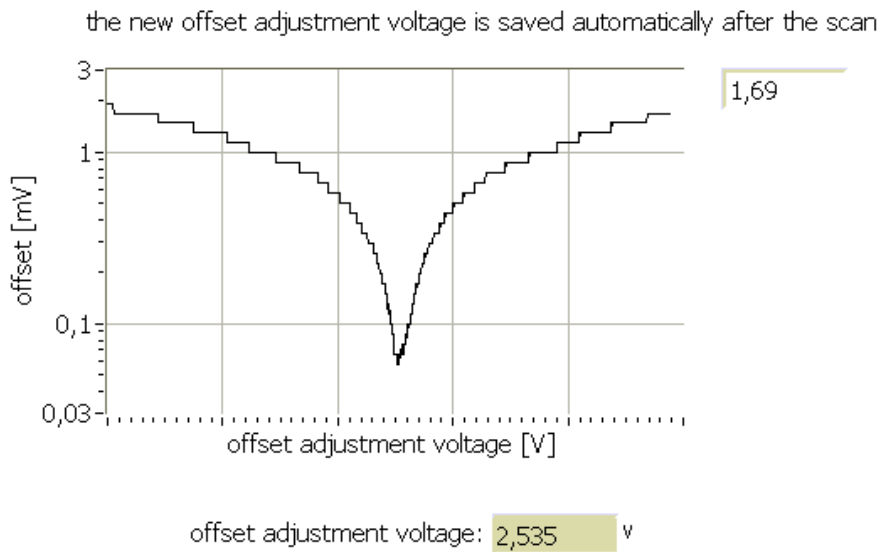


Abbildung 27: Bildschirmdarstellung während des automatischen Offsetabgleichs

Vorgang (inkl. Prüfintervall)	zu kalibrierende Größe	Grenzbereiche	Anmerkung
automatischer Offsetabgleich (3 Monate)	offset	< 0,2 mV	vollautomatisch
	offset adjustment voltage	> 2 V; < 3V	vollautomatisch
Prüfen der Dichtigkeit des Gesamtsystems (3 Monate)	flow rate	< 0,1 l/min	durch Abdichten der Ansaugung
Prüfen der Empfindlichkeit des Partikelsensors (1 Monat)	measured peak	130 +- 0,5	mit Kalibrierstaub CalDust1100
Prüfen des Partikelstroms im Partikelsensor (3 Monate)	velocity (CalDust)	+ - 0,2 m/s vom Werkswert	mit Kalibrierstaub CalDust1100 durch Markieren des rechten Maximums
Prüfen des Volumenstroms (3 Monate)		4,8 l/min ± 0,15 l/min bezogen auf 25 °C und 1013 hPa (Standard Ambient Temperature and Pressure - SATP)	mit geeichtem Volumenstrommessgerät

Tabelle1: Vorgehensweise bei der Kalibrierung

### 3.2 Ausbau des gravimetrischen Filters/Filterwechsel

Um den gravimetrischen Filter auszubauen, muss der gravimetrische Filterhalter an der Unterseite des Aerosolsensors entfernt werden.



Abbildung 28 A-C: Entfernen des Filterhalters

Der Filterhalter (Abbildung 28A) lässt sich einfach nach unten hin abziehen (Abbildung 28B). Anschließend kann die Steckverbindung des Absaugeschlauches gelöst werden. Dazu wird die Steckverbindung nach hinten gedrückt und gleichzeitig der Schlauch mit der anderen Hand abgezogen (Abbildung 28C).

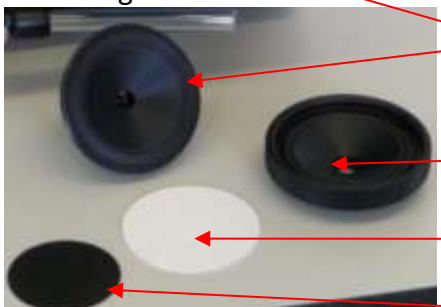
Der Filterhalter ist nun einfach durch eine Linksdrehung zu öffnen.



Der Filterhalter besteht aus einem Ober- und Unterteil, die durch einen Schraubverschluss aneinander befestigt werden (siehe Abbildung 29A + B).

Auf der Unterseite ist zusätzlich ein Stützgitter als Auflagefläche für den gravimetrischen Filter vorhanden.

Abbildung 29A: Aufbau des Filterhalters



Unterteil des Filterhalters mit Anschluss für den Absaugeschlauch

Oberteil des Filterhalters mit Anschluss für den Aerosolsensors

Gravimetrischer Filter

Stützgitter für den Gravimetrischer Filter

Abbildung 29B: Aufbau des Filterhalters

### 3.3 Reinigung des optischen Sensors

Eine Reinigung des optischen Sensors ist nur erforderlich, wenn die Photomultiplier-Spannung bei der Kalibrierung des optischen Sensors (siehe 3.1) mehr als 15% über dem Wert der Kalibrierung nach der letzten Reinigung bzw. des Auslieferungszustands entspricht.

#### 3.3.1 Für Fidas® 200/200 S und Fidas® 300/300 S Systeme

Das IADS muss zuerst vom Aerosoleingang des Sensors entfernt werden, so dass die Fidas® Steuereinheit mit dem integrierten Aerosolsensor zur Seite bewegt werden kann.



Bitte vorsichtig die Befestigung des IADS lösen.

Anschließend kann das IADS komplett nach oben verschoben werden, so dass der Eingang des Aerosolsensors frei zugänglich ist.

Abbildung 30: Verbindung des Sensoreingangs mit Feuchtekompensationsmodul IADS

#### 3.3.2 Für alle Fidas® Systeme

Zum Reinigen der internen optischen Gläser des Sensors ist der Filterhalter vom Sensorausgang, sowie die Steckverbindung zwischen dem Filterhalter und dem Eingang der Absaugpumpe zu entfernen.



Abbildung 31 A-C: Entfernen des Filters

Der Filterhalter (Abbildung 31A) lässt sich einfach nach unten hin abziehen (Abbildung 31B). Anschließend kann die Steckverbindung des Absaugschlauches gelöst werden. Dazu wird die Steckverbindung nach hinten gedrückt und gleichzeitig der Schlauch mit der anderen Hand abgezogen (Abbildung 31C).

Danach sind die beiden M3 Kreuzschlitzschrauben mit einem passenden Schraubendreher zu lösen.



**Lösen der beiden M3 Kreuzschlitzschrauben**

Anschließend kann das Aerosolführungsrohr vorsichtig durch Drücken an der Unterseite und gleichzeitigem Ziehen an der Oberseite nach oben hin aus dem Aerosolsensor entfernt werden.



Abbildung 33:  
Herausnehmen  
des Aerosolführungsrohres

Abbildung 32: Lösen der M3 Kreuzschlitzschrauben

**Achtung:**

Bei der Herausnahme des Aerosolführungsrohres ist darauf zu achten, dass die innenliegenden optischen Gläser des Aerosolsensors nicht mit dem Aerosolrohr verkratzt bzw. beschädigt werden!

Nun können die beiden optischen Gläser in der Innenseite des Aerosoleingangs gereinigt werden. Dies darf nur mit einem optischen Tuch erfolgen (im Lieferumfang enthalten).



**Die beiden optischen Gläser im Inneren des Aerosolgangs**

**Achtung:**

Die Gläser nicht mit den Fingern berühren!  
Reinigung nur mit optischen Tüchern!

**Optisches Tuch zur Reinigung der optischen Gläser**



Abbildung 34: Optische Gläser im Innern des Aerosolsensors

Abbildung35:  
Optisches Tuch

Das Aerosolführungsrohr kann mit Pressluft gereinigt werden.

### 3.4 Reinigung/Auswechslung des Absaugfilters der internen Pumpe

Der Filter muss gereinigt bzw. ausgewechselt werden, falls die Leistung der Absaugpumpe mehr als 50% beträgt.

Die Schutzkappe des Absaugfilters (Abbildung 36) der internen Pumpe



ist einfach durch eine Linksdrehung zu lösen und abzuziehen.

**Durch eine Linksdrehung zu entfernen**



Der eigentliche Filter ist ebenso mit einer Linksdrehung zu entfernen. (Abbildung 38)



Abbildung 36: Entfernen der Schutzkappe  
Abbildung 37: Filter ohne Schutzkappe

Der Filter kann entweder mit Pressluft freigeblasen werden oder bei zu starker Verschmutzung ausgewechselt werden.

**Filterschutzkappe**

**Filter der internen Absaugpumpe**



Abbildung 38: Herausnehmen des Filters

Abbildung 39: Ausgebauter Filter und Schutzkappe

Beim Einbau ist in umgekehrter Reihenfolge vorzugehen.

### 3.5 Reinigung des Sigma-2 Kopfes

Zur Kontrolle sollte der Sigma-2 Kopf alle drei Monate (in Zusammenhang mit der Kalibrierung) auf Grobschmutz überprüft und gegebenenfalls gereinigt werden.

#### 4 Partikelmessung mit dem Fidas® System

Beim Fidas® handelt es sich um ein optisches Aerosolspektrometer, welches über die Streulichtanalyse am Einzelpartikel nach Lorenz Mie die Partikelgröße bestimmt.

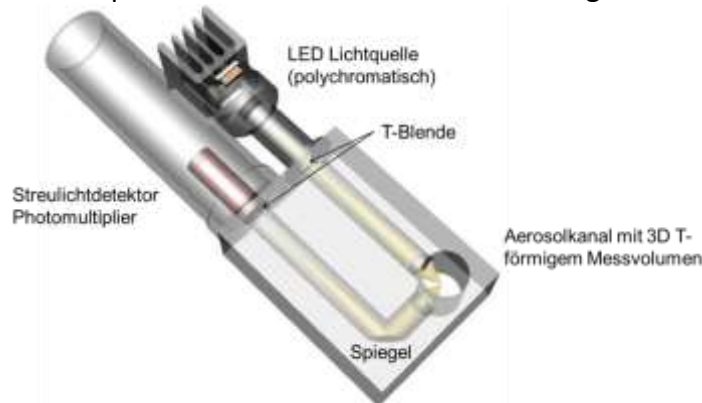


Abbildung 40: Aufbau des Sensors des Fidas® Messsystems

Die Partikel bewegen sich einzeln durch ein optisch abgegrenztes Messvolumen, das mit polychromatischem Licht homogen ausgeleuchtet ist.

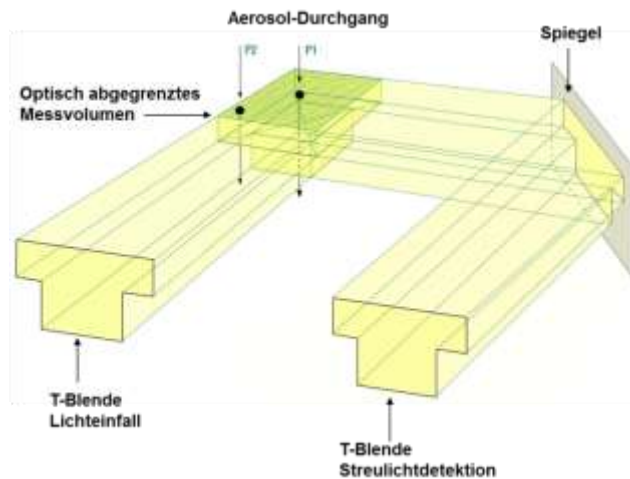


Abbildung 41: Veranschaulichung der T-Blende

Durch die Verwendung einer polychromatischen Lichtquelle (LED) und in Kombination mit einer 90° Streulichtdetektion erhält man eine sehr genau definierte Kalibrierkurve ohne Mehrdeutigkeiten im Mie-Bereich. Dadurch kann u.a. mit einer sehr hohen Größenauflösung gearbeitet werden.

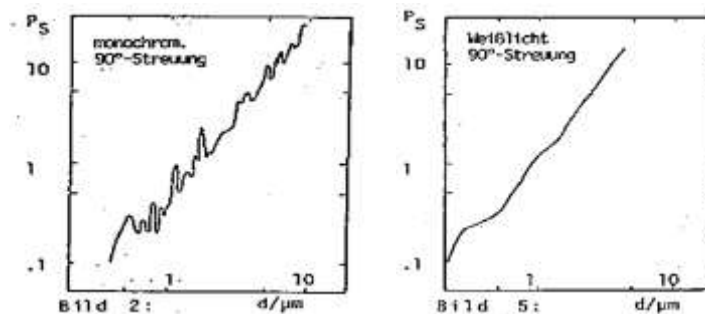


Abbildung 42: Kalibrierkurve für 90° Streulichtdetektion mit monochromatischer Lichtquelle (links) und mit polychromatischer Lichtquelle (rechts)

Von jedem einzelnen Partikel entsteht ein Streulichtimpuls, der unter einem Winkel von 85° bis 95° erfasst wird. Die Partikelanzahl wird anhand der Anzahl der Streulichtimpulse gemessen. Die Amplitude (Höhe) des Streulichtimpulses ist ein Maß für den Partikeldurchmesser. Außerdem wird auch die Signallänge gemessen.

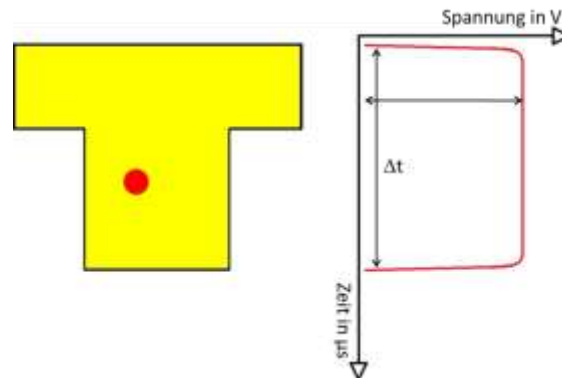


Abbildung 42: Messung des Streulichtsignals am Einzelpartikel. Gemessen wird die Amplitude und die Signallänge

Durch die spezielle T-Blenden Optik mit gleichzeitiger Messung der Signallänge kann der Randzonenfehler eliminiert werden. Als Randzonenfehler bezeichnet man die nur teilweise Ausleuchtung von Partikeln am Rand des Messbereichs. Diese teilweise Ausleuchtung hat zur Folge, dass Partikel kleiner Größenklassiert werden, als sie tatsächlich sind (siehe Abbildung 43, rote Kurve). Über die T-Blende lassen sich Partikel die nur durch den Arm des T's fliegen (kürzere Signallänge) von denen unterscheiden, die auch den Mittelteil des T's passieren (längere Signallänge). Letztere sind im oberen Teil allerdings mit Sicherheit ganz ausgeleuchtet gewesen. Dadurch gibt es beim Fidas® keinen Randzonenfehler (Abb. 43, blaue Kurve).

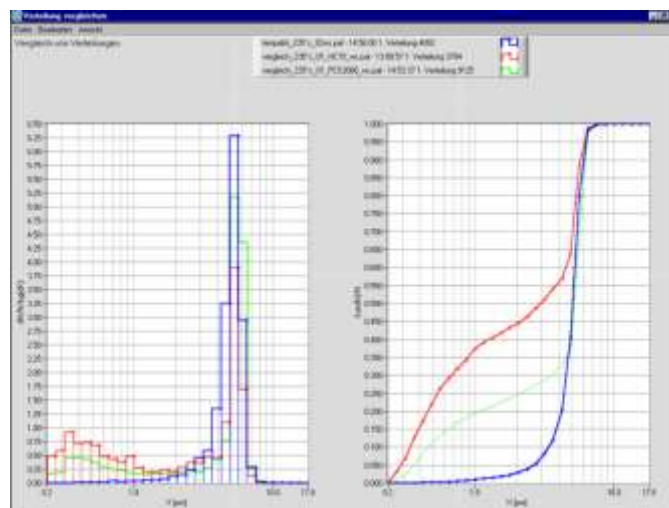


Abbildung 43: Vergleich eines optischen Streulichtspektrometers mit einfacher Rechteckblende (HC15, rot) mit einem opt. Streulichtspektrometer mit T-Blende (welas®, blau) unter Aufgabe von monodispersen 5 μm Partikeln

Die Messung der Signallänge ermöglicht des Weiteren auch eine Detektion von Koinzidenz (mehr als ein Partikel im optischen Detektionsvolumen), da in diesem Fall die Signallänge länger ist. Über eine von Dr.-Ing Umhauer und Prof. Dr. Sachweh ermittelte und verifizierte Korrektur lässt sich dann diese Koinzidenz online korrigieren.



Durch eine verbesserte Optik, eine höhere Lichtdichte durch eine neue Weißlicht-LED als Lichtquelle und eine verbesserte Signalauswerteelektronik (logarithmischer A/D Wandler) konnte die untere Detektionsgrenze für die Immissionsmessung bis auf 180 nm gesenkt werden. Dadurch werden insbesondere kleinere Partikel, die vor allem straßennah in hohen Konzentrationen zu finden sind, sehr viel besser berücksichtigt (Abbildung 44).

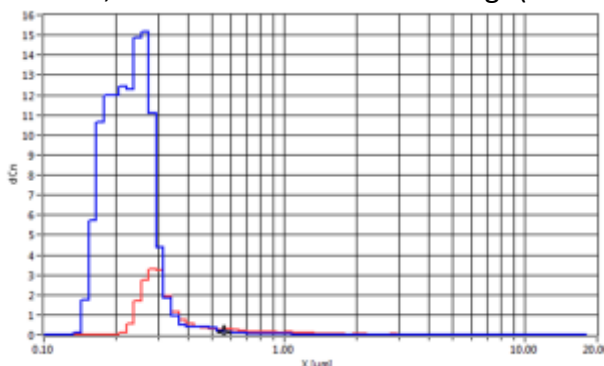


Abbildung 44: Straßen nahe Messung des Fidas® (Größenbereich ab 0,18 µm, blaue Kurve) verglichen mit einem anderen optischen Messsystem (Größenbereich ab 0,25 µm, rote Kurve)

#### 4.1 Das Fidas® System zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus

Über die dargestellten Techniken

- eindeutige Kalibrierkurve (polychromatisches Licht und 90° Streulichtdetektion)
- kein Randzonenfehler (patentierte T-Blenden Technologie)
- Koinzidenzerkennung und Koinzidenzkorrektur (Digitale Einzelpartikelanalyse)

werden folgende entscheidende Vorteile erzielt

- sehr gute Größenauflösung (hohe Anzahl von Rohdatenkanälen)
- sehr gute Größenklassifiziergenauigkeit
- exakte Konzentrationsbestimmung

**Zusammenfassend lässt sich sagen:**

**Nur mit einer sehr guten Größenauflösung und einer sehr guten Größenklassifiziergenauigkeit sowie mit einer exakten Konzentrationsbestimmung kann die Massenkonzentration zuverlässig bestimmt werden.**



## 4.2 Schematischer Aufbau des Fidas® 200 S Messsystems

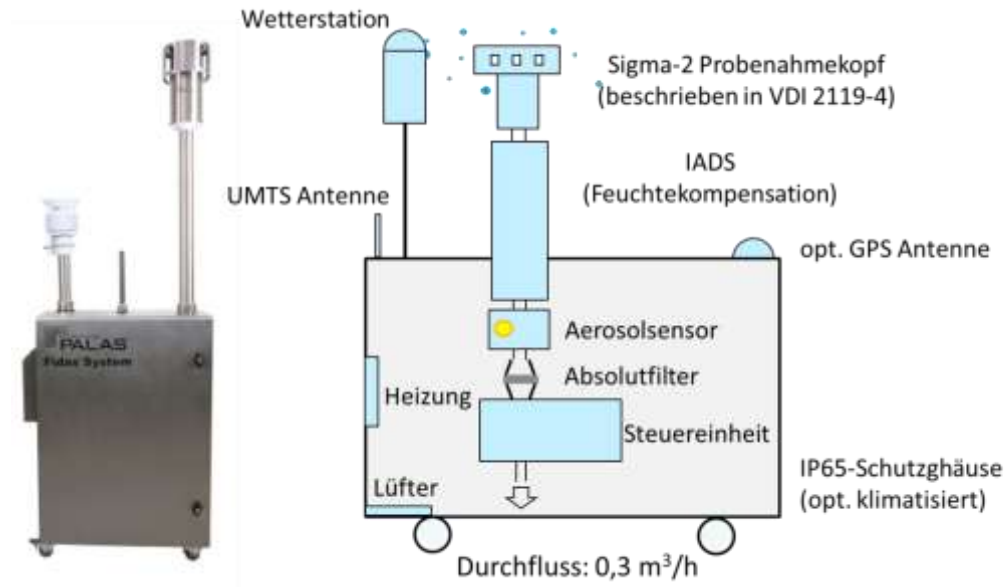
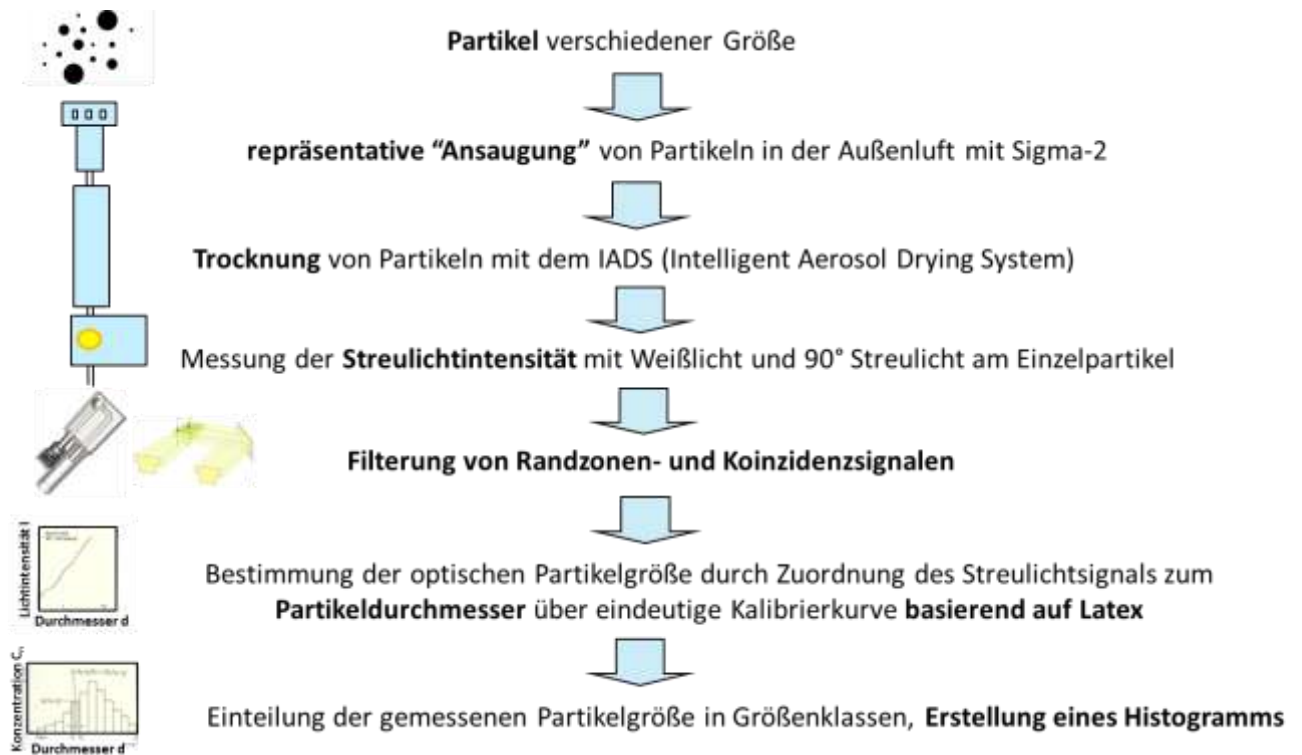
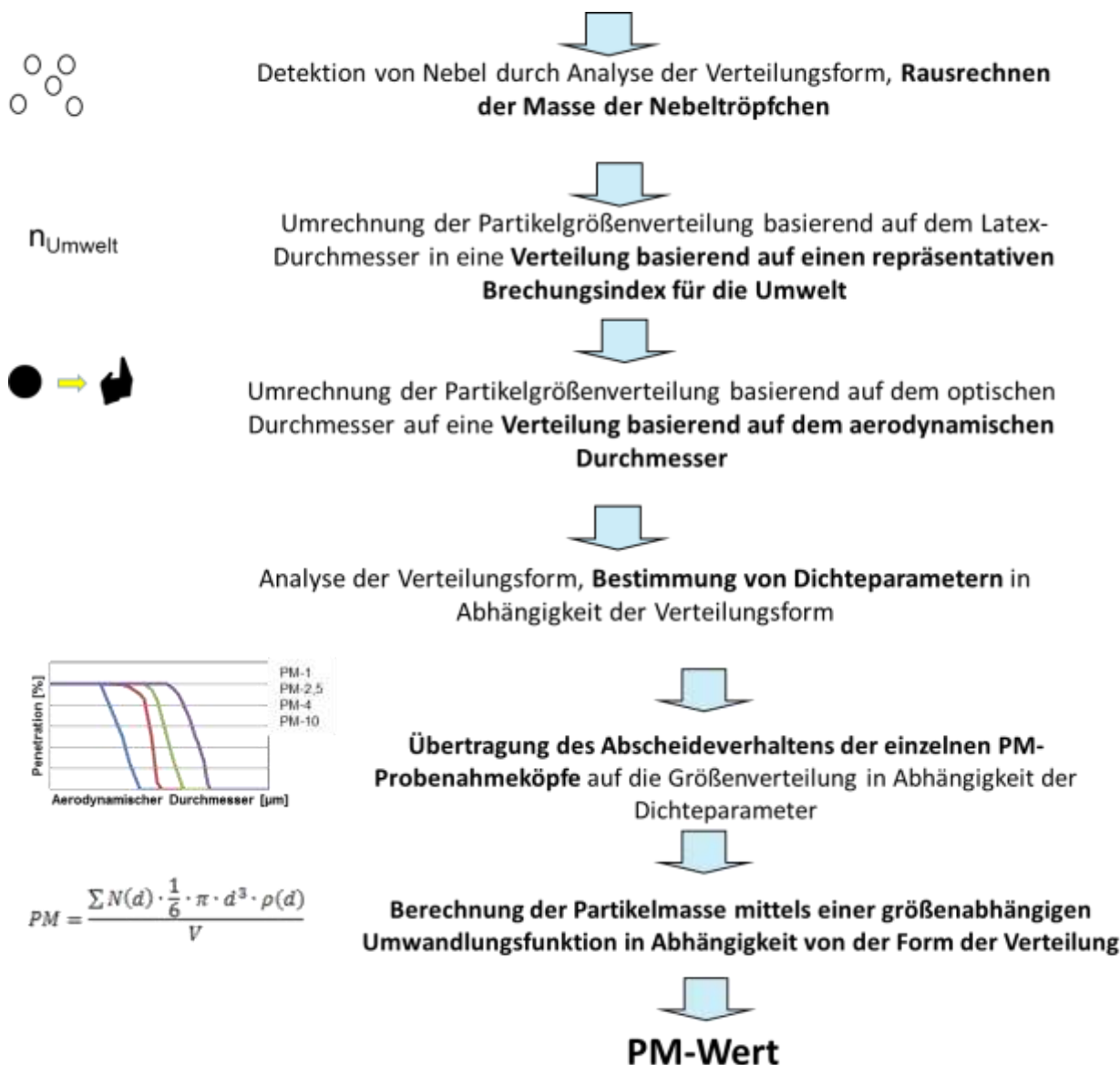


Abbildung 45: Schematischer Aufbau des Fidas® 200 S Messsystems

## 4.3 Überblick über die einzelnen Messschritte





Das Fidas® nutzt die gemessene **Partikelgrößeninformation** für die Berechnung folgender Staubwerte:

**PM-1** [µg/m<sup>3</sup>]: Staubanteil kleiner als d<sub>50,Aero</sub> = 1 µm gemäß US-EPA

**P-2,5** [µg/m<sup>3</sup>]: Staubanteil kleiner als d<sub>50,Aero</sub> = 2,5 µm gemäß US-EPA

**PM-4** [µg/m<sup>3</sup>]: Staubanteil kleiner als d<sub>50,Aero</sub> = 4 µm

**PM-10** [µg/m<sup>3</sup>]: Staubanteil kleiner als d<sub>50,Aero</sub> = 10 µm gemäß US-EPA

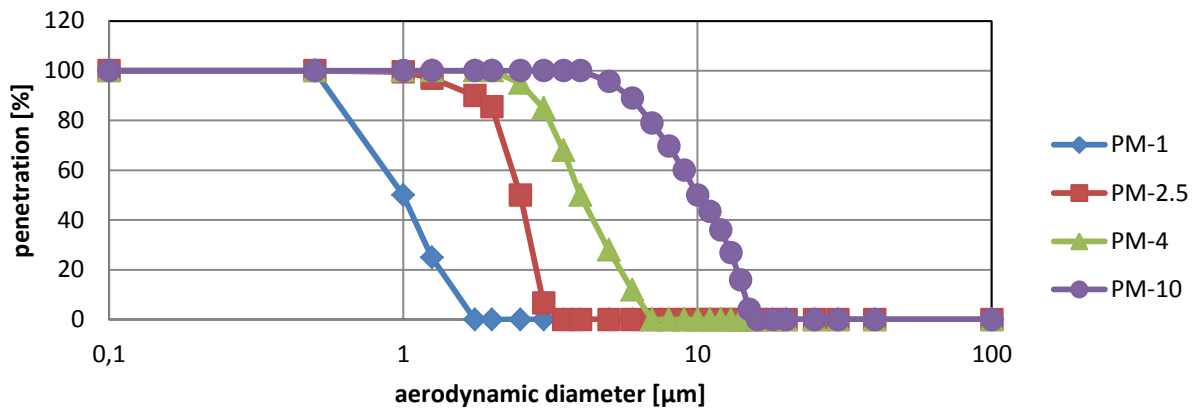
**PM-Brust** [µg/m<sup>3</sup>]: Staubanteil, der in die Bronchien gelangt

**PM-Lungenbläschen** [µg/m<sup>3</sup>]: Staubanteil, der in die Lungenbläschen gelangt

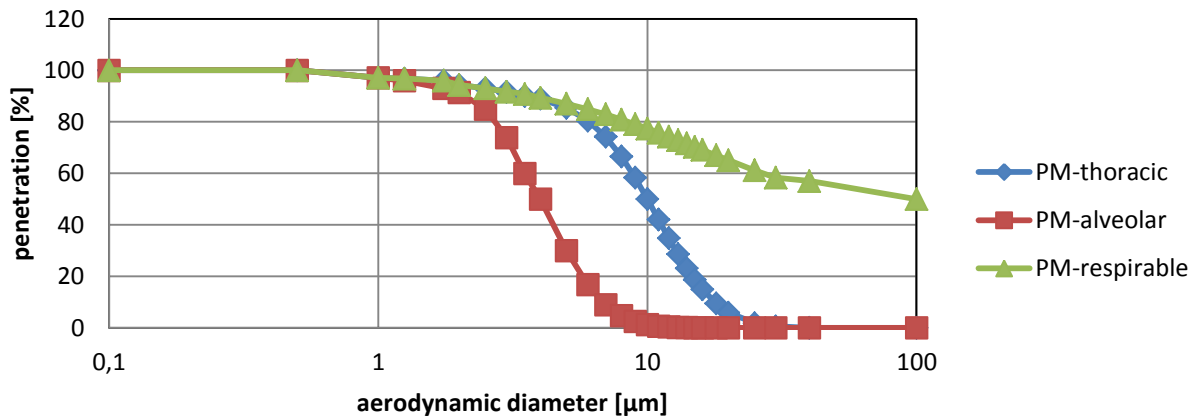
**PM-einatembar** [µg/m<sup>3</sup>]: Gesamter einatembarer Staubanteil

**PM-gesamt** [µg/m<sup>3</sup>]: Gemessener Gesamtstaub

Die oben genannten Staubanteile werden durch Anwendung der Durchdringungskurven für standardisierte Probenahmeköpfe der EN-481 (PM-einatembar, PM-Brust und PM-Lungenbläschen) sowie der US-EPA (PM-1, PM-2,5, PM10) errechnet.



**Bild 1:** verwendete Durchdringungskurven für PM-1, PM-2.5, PM-4, PM-10 (US-EPA)



**Bild 2:** verwendete Durchdringungskurven für Staubmessungen an Arbeitsplätzen im Gesundheitsbereich (EN-481)

**Tabelle 1:** verwendete Durchdringungen für die Bestimmung der Staubmassenkonzentration

aerodynamischer Durchmesser [μm]	PM-1 [%]	PM-2.5 [%]	PM-4 [%]	PM-10 [%]	PM-Brust [%]	PM-Lungenbläschen [%]	PM-einatembar [%]
0.1	100	100	100	100	100	100	100
0.5	100	100	100	100	100	100	100
1	50	99.5	100	100	97.1	97.1	97.1
1.25	25	97	100	100	96.8	96	96.8
1.75	0	90	100	100	96	93	96
2	0	85.5	100	100	94.3	91.4	94.3
2.5	0	50	95	100	93	85	93
3	0	6.7	85	100	91.7	73.9	91.7
3.5	0	0	68	100	90	60	90.8
4	0	0	50	100	89	50	89.3
5	0	0	28	95.7	85.4	30	87
6	0	0	12	89	80.5	16.8	84.9
7	0	0	0	79	74.2	9	82.9

8	0	0	0	69.7	66.6	4.8	80.9
9	0	0	0	60	58.3	2.5	79.1
10	0	0	0	50	50	1.3	77.4
11	0	0	0	43.5	42.1	0.7	75.8
12	0	0	0	36	34.9	0.4	74.3
13	0	0	0	26.9	28.6	0.2	72.9
14	0	0	0	15.9	23.2	0.2	71.6
15	0	0	0	4.1	18.7	0.1	70.3
16	0	0	0	0	15	0	69.1
18	0	0	0	0	9.5	0	67
20	0	0	0	0	5.9	0	65.1
25	0	0	0	0	1.8	0	61.2
30	0	0	0	0	0.6	0	58.3
40	0	0	0	0	0	0	57
100	0	0	0	0	0	0	50

Die oben genannten Staubanteile basieren auf dem aerodynamischen Durchmesser. Der aerodynamische Durchmesser kann wie folgt berechnet werden:

$$x_{aerodynamic} = x \cdot \sqrt{\frac{\rho_{particle}}{1 \frac{g}{cm^3} \chi}}$$

Generell liegt die Dichte der Partikel  $\rho_{particle}$  zwischen 0,7 und 3 g/cm<sup>3</sup>, der Formfaktor  $\chi$  zwischen 1 und 1,5. Für die Berechnung der PM-Werte geht das Fidas® von einer Dichte von 1,5 g/cm<sup>3</sup> und einem Formfaktor von 1 aus. Diese Werte eignen sich für die meisten Aerosole. Das Fidas® ist jedoch mit einem gravimetrischen Filtersystem ausgestattet, das für die Messung des Korrekturfaktors C verwendet werden kann. Dieses System berücksichtigt auch den Einfluss des Brechungsindex auf die gemessenen PM-Werte. Durch diesen Faktor C werden die PM-Werte wie folgt korrigiert:

$$PM_{corrected} = C \cdot PM.$$

#### 4.4 Weitere Vorteile

Neben den PM-Fraktionen, die kontinuierlich und simultan ausgegeben werden stehen auch die Daten über die gemessene Partikelanzahlkonzentration und Partikelgrößenverteilung mit einer hohen Zeit- und Größenauflösung (bis zu 128 Größenklassen) zur Verfügung.

Diese zusätzliche Information lässt sich nutzen, um ein „Source Apportionment“ durchzuführen oder um die gesundheitliche Relevanz zu beurteilen (größere Partikel dringen tiefer in den menschlichen Atemtrakt ein).

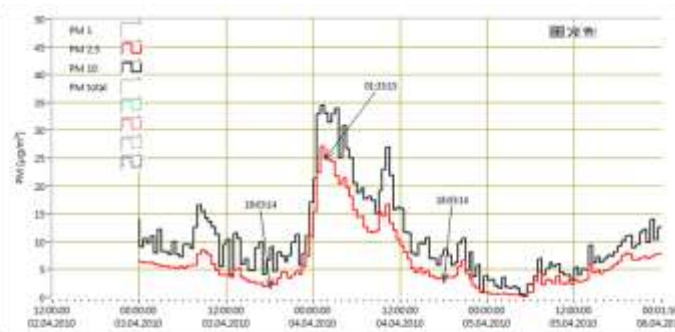
Abbildung 46 zeigt ein Beispiel aus Wien um die Osterzeit. Im zeitlichen Verlauf der PM-Fraktionen war plötzlich ein erheblicher Anstieg zu sehen, der dann langsam wieder abklang. Eine Untersuchung des Phänomens mit Einbeziehung Partikelgrößenverteilung ergab, dass dies durch einen massiven Anstieg der Anzahlkonzentration sehr kleiner Partikel, wie sie für einen Verbrennungsprozess typisch sind, hervorgerufen wurde.

Tatsächlich ist alljährlich in vielen Städten in Deutschland und Österreich in der Nacht zum Ostersonntag eine deutlich erhöhte Partikelbelastung messbar. Verursacht wird dies durch Osterfeuer – ein Brauch aus alten Zeiten, der dazu dient, den Winter zu vertreiben, zu verbrennen. Die hierbei entstehenden Verbrennungsaerosole beinhalten eine hohe Anzahl an kleinen Partikeln.

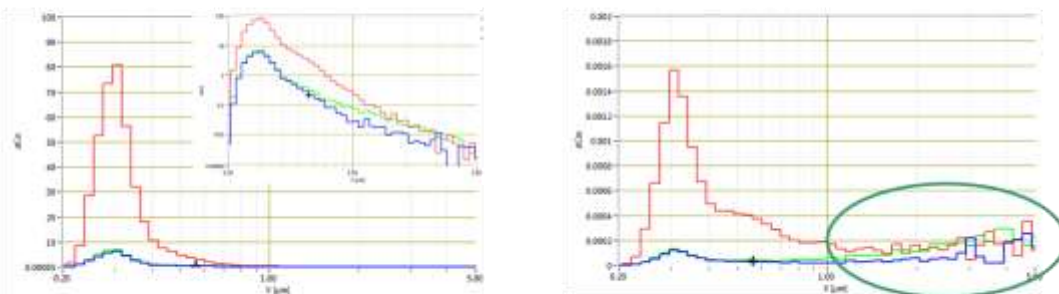
Um das Ausbreitungsverhalten von Feinstaub modellieren zu können, ist neben einer hohen Zeitauflösung (technisch machbar mit dem Fidas® System ist eine Zeitauflösung von einer Sekunde) auch die Partikelgrößenverteilung von Bedeutung, da für die Vorhersage der Ausbreitung die physikalischen Eigenschaften der Partikel maßgeblich sind. Aus dem Durchmesser lässt sich z.B. die Sinkgeschwindigkeit und aus der Anzahlkonzentration das Koagulationsverhalten ableiten.



*Osterfeuer  
Ein Brauch aus alten Zeiten,  
der dazu dient, den Winter zu  
vertreiben, zu verbrennen.*



Zeitlicher Verlauf der PM-Konzentrationen in der Nacht zum Ostersonntag in Wien



Anzahlgrößenverteilung (links) und Massengrößenverteilung (rechts) des Verbrennungsaerosols des Osterfeuers.  
Blau – 3.4.2010 18:03 Uhr, rot – 4.4.2010 1:33 Uhr, grün – 4.4.2010 18:03 Uhr

Abbildung 46: Zusätzliche Information durch Partikelgrößenverteilungen während eines Anstiegs der PM Konzentrationen

## 4.5 Begriffliche Definitionen

### Klassifiziergenauigkeit

Wie exakt ist die Messung des Prüfaerosols? Inwieweit stimmt die ermittelte Partikelgrößenverteilung mit der tatsächlichen Partikelgrößenverteilung des Prüfaerosols überein?

### Auflösungsvermögen

Wie hoch ist die Empfindlichkeit des Geräts? Detektiert der optische Partikelzähler auch eng beieinander liegende Partikelgrößen?

### Mehrdeutigkeit

Erkennt der optische Partikelzähler die Partikelgrößen im Wellenlängenbereich des Laserlichts eindeutig? In 180° - Vorwärtsstreuung entsteht auch bei Weißlicht ebenfalls Mehrdeutigkeit.

### Randzonenfehler

Berücksichtigt das Gerät die durch die Gaußverteilung des Laserlichts entstehenden Abweichungen in den Randbereichen?

### Zählwirkungsgrad

Wie viele Partikel des Prüfaerosols werden bei bekannter Konzentration tatsächlich gemessen?

### Koinzidenzfehler

Wie sorgen Sie dafür, dass der Lichtimpuls von nur einem Partikel erzeugt wird?

## 4.6 Auswirkungen der Gerätekenngößen

- Randzonenfehler

Das Korngrößenspektrum wird mit einem zu hohen Feinanteil gemessen. Je breiter das Partikelgrößenspektrum, desto größer der Randzonenfehler.

- Koinzidenzfehler

Das Korngrößenspektrum wird zu grob, die Partikelkonzentration wird zu klein gemessen. Laut Definition ist eine 10%ige Koinzidenz während einer Messung erlaubt.

- Zählwirkungsgrad

Der untere Zählwirkungsgrad bewirkt eine Verschiebung der Partikelgrößenverteilung hin zu größeren Partikeln, da der Feinanteil unterbewertet wird. Beim oberen Zählwirkungsgrad wird dementsprechend der Grobanteil unterbewertet. Die Menge wird falsch bestimmt.

Wird mit mehreren Partikelzählern gemessen, so muss der Zählwirkungsgradunterschied zwischen den eingesetzten Zählern bekannt sein. Nur dann sind die Ergebnisse vergleichbar!

- **Klassifiziergenauigkeit**

Bei Korrelationsmessungen, z. B. mit Impaktoren, wird der Korrelationsfaktor besser, je besser diese Gerätekenngroße ist.

Geräte mit guter Klassifiziergenauigkeit über den gesamten Messbereich liefern zuverlässige Verteilungen.

- **Auflösungsvermögen**

Bei Korrelationsmessungen, z. B. mit Impaktoren, wird der Korrelationsfaktor besser, je besser diese Gerätekenngroße ist. Geräte mit hohem Auflösungsvermögen können auch eng beieinander liegende bi- und trimodale Verteilungen messen.

## 5 Sicherstellen korrekter Messbedingungen

Das Messergebnis, d. h. die ermittelte Partikelgrößenverteilung der Einzelmessungen, kann unter ungünstigen Messbedingungen stark von den real vorhandenen, im Aerosolstrom gegebenen Werten abweichen.

Achten Sie deshalb auf:

- Repräsentative Probenahme
- Isokinetische Probenahme
- Minimale Partikelverluste durch den Aerosoltransport
- Kein Koinzidenzfehler

**Beachten Sie:** Zu diesen Themen bietet Palas® regelmäßig Schulungen an.

Grundsätzlich kann das Fidas® System nur das messen und darstellen, was es in seinem optischen Messvolumen registriert hat. Das bedeutet, dass der Probenahmestrom des Aerosols möglichst unverfälscht dorthin geführt werden sollte.

Dazu sollten folgende Punkte beachtet werden:

- kurze Leitungen für das Aerosol
- möglichst Leitungen aus Metall, auf keinen Fall längere Kunststoffschläuche (starke Partikelabscheidung wegen elektrostatischer Aufladung)
- vertikale Aerosolführung, da große Partikel (größer 5 µm) sedimentieren bzw. das Aerosol sich entmischt

Grundsätzlich darf sich bei allen zählenden Streulichtmessverfahren im optisch abgegrenzten Messvolumen im Aerosolsensor zur gleichen Zeit immer nur ein einzelnes Partikel befinden, da das Streulicht des Einzelpartikels für die Ermittlung der Partikelgröße ausgewertet wird.

Befinden sich mehr als ein Partikel im Messvolumen, so werden diese Partikel als ein Partikel registriert, d. h. das Partikel wird zu groß und die Anzahl zu klein gemessen.

Zur korrekten Messung muss verdünnt werden. Die Palas® Verdünnungssysteme haben sich hierfür in der Praxis bestens bewährt. Die Palas® Verdünnungssysteme können zudem auch beheizt werden und in Über- und Unterdruck-Betrieb verwendet werden.

Wird mit einer Verdünnung korrekt gemessen, so liefert diese Messung im Vergleich zu einer koinzidenzbehafteten Messung eine feinere Partikelgrößenverteilung und eine höhere Partikelkonzentration als Ergebnis. Der gemessene Abscheidegrad mit Koinzidenzfehler ist immer schlechter als bei richtiger Messung.

Die hier gegebenen Hinweise sind sicher nicht in jedem Fall ausreichend, um eine korrekte Messung sicherzustellen. Bei besonderen Problemen wenden Sie sich bitte direkt an Palas®.



**6 Technische Daten Fidas® System:**

Messvolumengröße BxTxH	262 µm x 262 µm x 164 µm	
Maximalkonzentration für 10 % Koinzidenzfehler	In die Steuereinheit integrierter Sensor max. Konzentration bis zu 4.000 P/cm <sup>3</sup>	
Maximalkonzentration mit Koinzidenzerkennung und Koinzidenzkorrektur	20.000 P/cm <sup>3</sup>	
Maximalkonzentration (Masse)	10.000 µg/m <sup>3</sup>	
Kommunikation zwischen Steuereinheit und Auswerterechner	RS-232 (Bayern-Hessen, ASCII oder Modbus) Ethernet (UDP ASCII, TeamViewer, etc.)	
Probenvolumenstrom	1,4 l/min SATP (Modell Fidas® mobile) 4,8 l/min SATP (Modelle 100 und 200) 2,3 m <sup>3</sup> /h SATP (Modelle 300)	
Reinigung	Die Gehäuse können mit nicht aggressivem Waschmittel (z.B. Geschirrspülmittel) oder Spiritus gereinigt werden. Reinigung der optischen Teile: siehe Wartung	
Netzanschluss: s. Typenschild! Versorgungsspannung Netzsicherung	230 V, +/-10% 2 Stück T 2 A / 250 V	115 V, +/-10% 2 Stück T 4 A / 130 V
Leistungsaufnahme Netzfrequenz	200 W 47-63 Hz	
Umgebungsbedingungen	Temperaturbereich -20 °C bis 50 °C (Fidas® 200 S) Schallemission des Gerätes << 85 dBA	
Abmessungen (HxBxT)	Steuereinheit inkl. eingebautem Sensor: 185 mm x 450 mm x 320 mm Wetterschutzgehäuse mit IADS und Wetterstation: 1810 mm x 600 mm x 400 mm	
Gewicht	Steuereinheit inkl. eingebautem Sensor: 9,3 kg Wetterschutzgehäuse mit IADS, Sigma-2 und Wetterstation: 48 kg	

**Technische Änderungen vorbehalten**

## 7 Anhänge:

### 7.1 IP-65 Wetterschutzgehäuse für Fidas® Systeme:

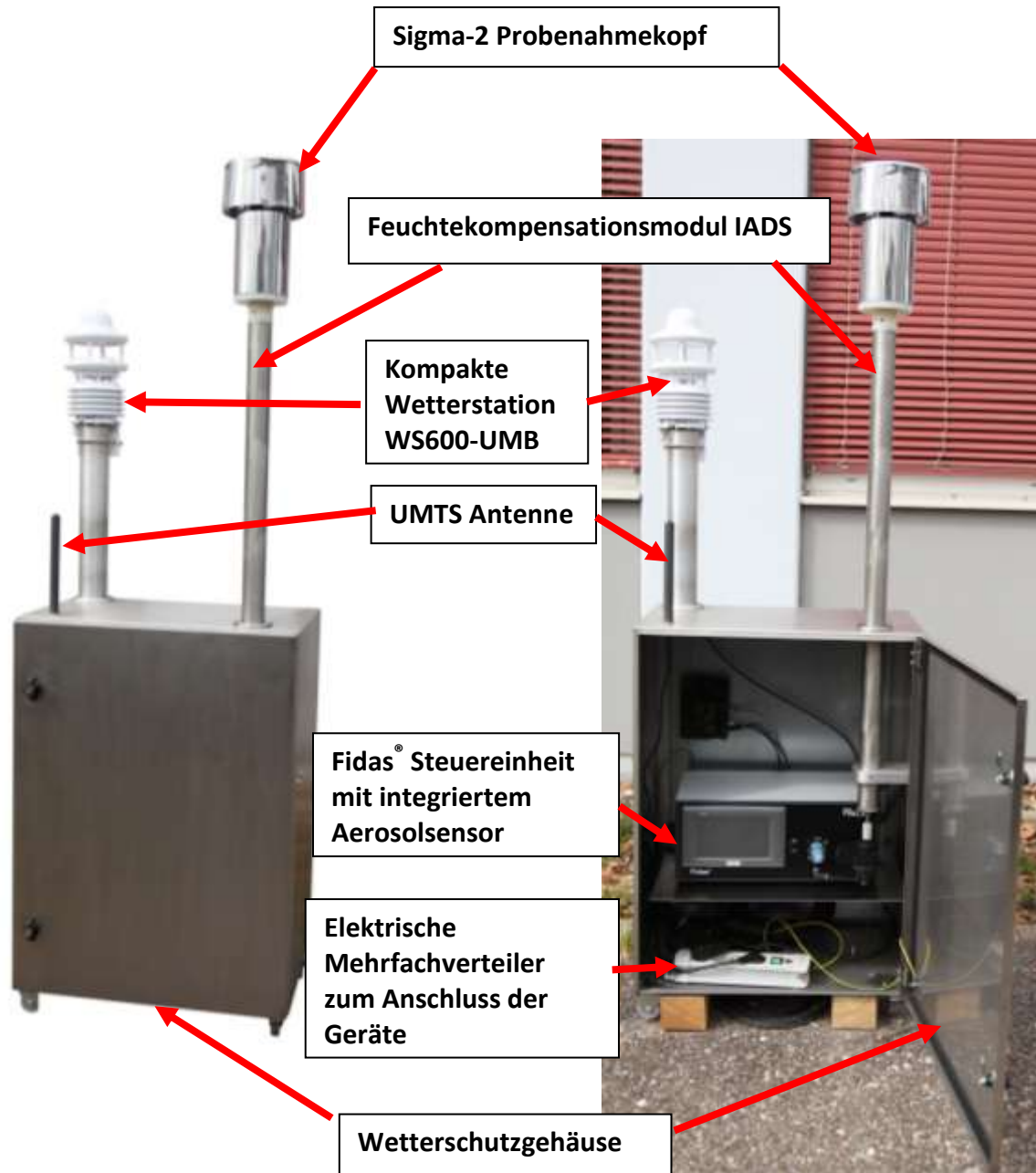


Abbildung 42: Wetterschutzgehäuse geschlossen

Abbildung 43: Wetterschutzgehäuse offen

## 7.2 Feuchtekompensationsmodul IADS

Bei hoher Außenfeuchtigkeit kondensiert Wasser auf die Partikel auf und verfälscht somit die Partikelgröße. Dieser Effekt wird durch den Einsatz des Feuchtekompensationsmoduls IADS vermieden.

Das IADS wird geregelt in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit (gemessen mit Wetterstation).

Die Minimaltemperatur beträgt 23°C. Maximaltemperatur des IADS beträgt 24°C über Außentemperatur bei einer Heizleistung von maximal 90 Watt.

Das Feuchtekompensationsmodul IADS wird mit einem Adapter an den Aerosolsensor des Fidas® Systems angeschlossen. Bei der Reinigung des Fidas® Aerosolsensors wird der Adapter nach unten geschoben, sodass das Feuchtekompensationsmodul IADS komplett nach oben geschoben werden kann und der Aerosoleingang des Fidas® Sensors frei zugänglich ist.

Die Steuerung des Feuchtekompensationsmoduls erfolgt über die Fidas® Firmware (siehe hierzu die Bedienungsanleitung Fidas® Firmware).

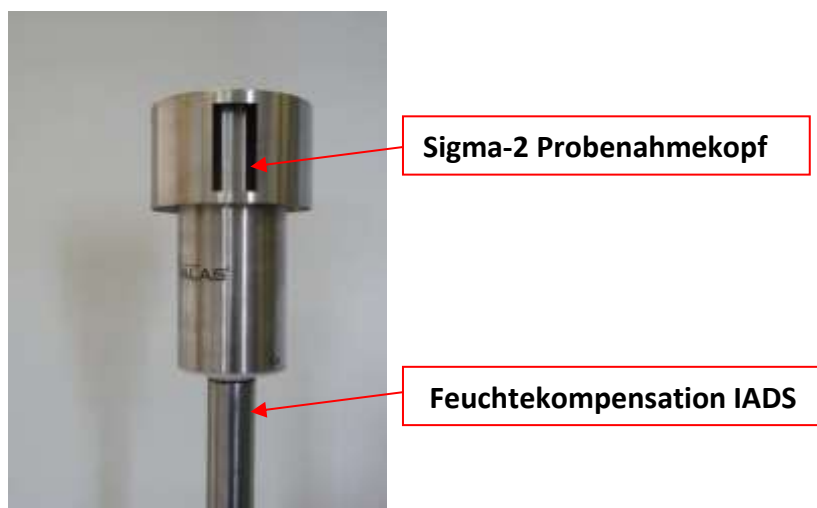


Abbildung 44: Sigma-2 Probenahmekopf

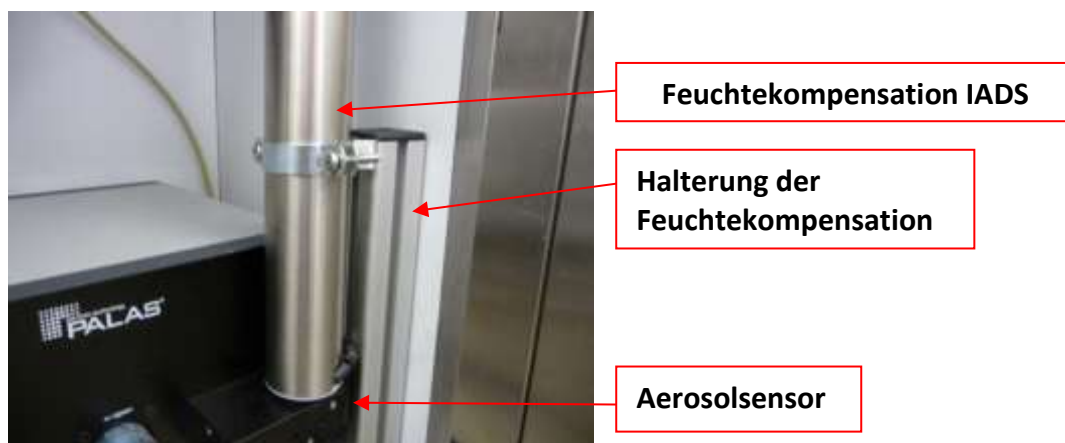


Abbildung 45: Fidas® Stuereinheit, Aerosolsensor mit IADS

### 7.3 Sigma-2 Probenahmekopf

Sigma-2 Probenahmekopf nach VDI 2119-4 für weitgehend windunabhängige Messungen wird einfach auf den Eingang des Fidas® Sensors gesteckt oder aber, falls vorhanden, auf die Trockenstrecke IADS aufgesteckt und an der Feststellschraube mittels eines Inbusschlüssels fixiert.

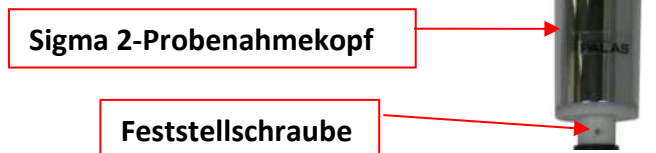


Abbildung 46: Sigma-2 Probenahmekopf

Zur Kontrolle sollte der Sigma-2 Kopf alle drei Monate (in Zusammenhang mit der Kalibrierung) auf Grobschmutz überprüft werden.

### 7.4 Kompakte Wetterstation WS600-UMB

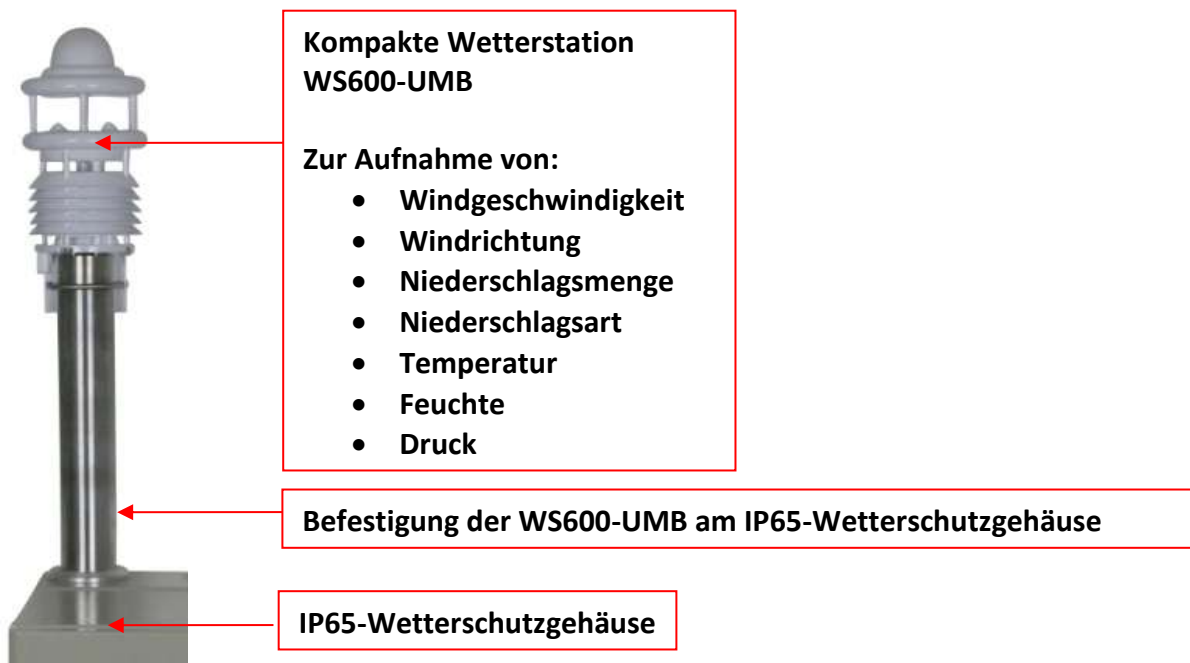


Abbildung 47: Kompakte Wetterstation WS600-UMB

Die Wetterstation WS600-UMB wird über die Fidas® Firmware ausgelesen (siehe hierzu die Bedienungsanleitung Fidas® Firmware).

#### Besondere Merkmale:

- All in One
- Ventilierter Strahlenschutz
- Wartungsfreies Messverfahren
- Offenes Kommunikationsprotokoll

**Beschreibung Ländervariante: EU, USA, Kanada**

WS600-UMB Kompaktwetterstation zur Messung von Lufttemperatur, relativer Feuchte, Niederschlagsintensität, Niederschlagsart, Niederschlagsmenge, Luftdruck, Windrichtung und Windgeschwindigkeit. Die relative Feuchte wird mittels eines kapazitiven Sensorelements erfasst, die Lufttemperatur mit einem präzisen NTC-Messelement. Die Niederschlagsmessung erfolgt mittels eines 24 GHz-Dopplerradars. Gemessen wird die Tropfengeschwindigkeit jedes einzelnen Tropfens (Regen/Schnee). Anhand der Korrelation von Tropfengröße und -geschwindigkeit werden Niederschlagsmenge bzw. -intensität ermittelt. Die Art des Niederschlages (Regen/Schnee) wird durch die unterschiedliche Fallgeschwindigkeit bestimmt. Ein großer Vorteil gegenüber den gängigen Kipplöffel- bzw. Kippwaagen- Verfahren besteht in der wartungsfreien Messung. Die Windmessung erfolgt mit Ultraschall-Sensorik. Die Messdaten stehen in Form eines Standard-Protokolls (Luft-UMB-Protokoll) zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung.

## 7.4.1 Technische Daten der WS600-UMB

Abmessungen	∅ ca. 150mm, Höhe ca. 345mm
Gewicht	ca. 2,2kg
Schnittstelle	RS485, 2-Draht, halbdublex
Spannungsversorgung	24 VDC ±10% <4VA (ohne Heizung)
zul. Betriebstemperatur	-50...60°C
zul. rel. Feuchte	0...100% r.F.
Heizung	40VA bei 24VDC
Kabellänge	10m
<b>Sensor für Temperatur:</b>	
Prinzip	NTC
Messbereich	-50 .. 60 °C
Einheit	°C
Genauigkeit	±0,2°C (-20...50°C), sonst ±0,5°C (>-30°C)
<b>Sensor für Rel. Feuchte:</b>	
Prinzip	kapazitiv
Messbereich	0 .. 100 % r.F.
Einheit	% r.F.
Genauigkeit	±2% r.F.
<b>Sensor für Luftdruck:</b>	
Prinzip	MEMS kapazitiv
Messbereich	300 .. 1200 hPa
Einheit	hPa
Genauigkeit	±1,5hPa
<b>Sensor für Windrichtung:</b>	
Prinzip	Ultraschall
Messbereich	0 .. 359.9 °
Einheit	°
Genauigkeit	±3°
<b>Sensor für Windgeschwindigkeit:</b>	
Prinzip	Ultraschall
Messbereich	0 .. 60 m/s
Einheit	m/s
Genauigkeit	±0,3m/s oder 3% (0...35m/s)
<b>Sensor für Niederschlagsmenge:</b>	
Auflösung	0.01 mm
Reproduzierbarkeit	typ.>90%
Messbereich Tropfengröße	0,3...5mm
Niederschlagsart	Regen/Schnee
<b>Zubehör der WS600-UMB Kompaktwetterstation:</b>	
UMB Schnittstellenkonverter ISOCON	
Mast 4,5m feuerverzinkt kippbar	
Netzteil 24V/4A	

## 8 Feedback-Formular

Um unsere Bedienungsanleitungen kontinuierlich zu verbessern, bitten wir Sie, diesen Fragebogen auszufüllen und an uns zurückzuschicken. Vielen Dank für Ihr Feedback!

Wie Sie uns erreichen:

Adresse: Greschbachstraße 3 b, 76229 Karlsruhe, Deutschland

Telefon: +49 721 96213-0 Fax: +49 721 96213-33 E-Mail: [mail@palas.de](mailto:mail@palas.de)

Diese Auswertung betrifft: Fidas Feinstaubmonitorsystem, V0060913

Bitte teilen Sie uns Ihre Kontaktdaten mit:

Firma: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

Adresse: \_\_\_\_\_

Telefonnummer oder E-Mail: \_\_\_\_\_

Waren die Anleitungen deutlich formuliert und leicht verständlich?

ja  nein

Falls nein, bitte präzisieren Sie hier: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Haben Ihnen Informationen gefehlt?

ja  nein

Falls ja, bitte präzisieren Sie hier: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Waren Sie mit dem Aufbau der Bedienungsanleitung zufrieden? Haben Sie die gesuchten Informationen schnell gefunden?

ja  nein

Falls nein, bitte präzisieren Sie hier: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Waren Sie bei technischen Problemen mit dem Telefonservice zufrieden?

ja  nein

Falls nein, bitte präzisieren Sie hier: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Hier können Sie uns mitteilen, was Ihnen sonst noch wichtig und hilfreich erscheint:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

PALAS GmbH  
Partikel- und Lasermesstechnik  
Greschbachstrasse 3b  
76229 Karlsruhe  
Phone +49 (0)721 96213-0  
Fax +49 (0)721 96213-33  
mail@palas.de  
www.palas.de



# **Bedienungsanleitung**

# **PDAnalyze Software**

**Für die Geräte der**

**Fidas® Serie**



## INHALTSVERZEICHNIS

1.	ÜBERBLICK .....	3
2.	INBETRIEBNAHME DER PDANALYZE-FIDAS SOFTWARE.....	3
2.1	Installation von der CD oder vom USB-Stick.....	3
2.2	Installation von der Palas® Internetseite .....	3
3.	AUSFÜHREN DER PDANALYZE SOFTWARE.....	5
4.	LINKER BEREICH DER PDANALYZE-FIDAS SOFTWARE - "FILES", "INTERVALS" .....	7
4.1	Reiter "files" .....	7
4.2	Reiter "intervals" .....	9
5.	RECHTER BEREICH DER PDANALYZE-FIDAS – ANZEIGE UND AUSWERTUNG DER DATEN .	10
5.1	Reiter "PM data" .....	10
5.2	Reiter "internal sensors" .....	13
5.3	Reiter "filter" .....	14
5.4	Reiter "operating parameter" .....	15
5.5	Reiter "comments" .....	16
5.6	Reiter "weather station" .....	17
5.7	Reiter "heating units" .....	18
5.8	Reiter "settings" .....	19
5.9	Reiter "status" .....	20
5.10	Reiter "specific intervals" .....	21
5.11	Reiter "algorithm" .....	22
6.	FEEDBACK-FORMULAR .....	24

## 1. Überblick

Die PDAnalyze-Fidas Software ist eine leistungsfähige Software zur Auswertung der Daten des Fidas® Feinstaubmesssystems.

**Bitte beachten:** Verwechseln Sie bitte diese Software, die speziell für die Fidas® Systeme entwickelt wurde, nicht mit der **PDAnalyze Software** für unsere Aerosolspektrometersysteme (z. B. Promo®) und Nanopartikelmesssysteme (z. B. UF-CPC, U-SMPS).

## 2. Inbetriebnahme der PDAnalyze-Fidas Software

### 2.1 Installation von der CD oder vom USB-Stick

Im Verzeichnis Software PC/Software PDAnalyze sind die folgenden Ordner vorhanden:



Name ^	Änderungsdatum	Typ
 PDAnalyze	26.03.2013 09:11	Dateiordner
 PDAnalyze Fidas	26.03.2013 09:11	Dateiordner
 Runtime Installer	26.03.2013 09:10	Dateiordner

Abb.: 1: Software Ordner auf der mitgelieferten CD oder auf dem USB-Stick

Bitte führen Sie zuerst die setup.exe im Ordner „Runtime Installer“ aus, um die benötigten LabView Komponenten zusammen mit einer Version der PDAnalyze Software zu installieren (weitere Informationen zur Software PDAnalyze für unsere Partikelmesssysteme finden Sie in der Bedienungsanleitung „PDAnalyze Software“).

Bitte kopieren Sie dann die Dateien im Ordner „PDAnalyze Fidas“ in ein von Ihnen ausgewähltes Verzeichnis auf Ihrem Computer.

**Bitte beachten:** Vergewissern Sie sich bitte, dass Sie über Lese-, Schreib- und Löschrechte des Verzeichnisses verfügen, in das Sie die Dateien kopieren möchten. Ansonsten kann es sein, dass die PDAnalyze-Fidas Software nicht korrekt funktioniert.

### 2.2 Installation von der Palas® Internetseite

Bitte loggen Sie sich in den passwortgeschützten Benutzerbereich auf der Palas® Internetseite ein.



Abb.: 2: Einloggen auf der Palas® Internetseite

Falls Sie noch keinen Zugang zu unserem Benutzerbereich haben, müssen Sie sich zuerst als Benutzer registrieren („Register user“) und einen Benutzernamen, Passwort und Ihre E-Mail-Adresse eingeben. Ihre Registrierungsanfrage wird dann automatisch an den Palas® Administrator geschickt. Nach Prüfung Ihrer Registrierungsanfrage erhalten Sie eine E-Mail mit der Information, dass Ihr Zugang nun freigeschaltet ist. Bitte beachten Sie, dass es bis zu zwei Werktagen dauern kann, bis Ihr Zugang freigeschaltet ist.

Im Benutzerbereich wählen Sie den Menüpunkt „Software Updates“ und dann den Ordner „PDAnalyze and PDAnalyze Fidas“. In diesem Unterordner wählen Sie dann PDAnalyze-Fidas aus und es erscheinen die folgenden Dateien:



[Go back to overview page](#)

### Files

Download required files from this folder by clicking the download symbol:

File	Size	Date	
<b>Volume.zip</b>	54 MB	4. Apr. 2013	
<b>pdanalyze-fidas.exe</b>	2 MB	4. Apr. 2013	

Abb.: 3: Installation der PDAnalyze-Fidas Software von der Palas® Internetseite

Bitte laden Sie sich zuerst die Datei Volume.zip auf Ihren Rechner und entpacken diese. Dann führen Sie die setup.exe aus, um die benötigten LabView Komponenten zusammen mit einer Version der PDAnalyze Software zu installieren (weitere Informationen zur Software PDAnalyze für unsere Partikelmesssysteme finden Sie in der Bedienungsanleitung „PDAnalyze Software“). Danach laden Sie sich bitte die pdanalyze-fidas.exe in ein von Ihnen ausgewähltes Verzeichnis auf Ihrem Rechner.

**Bitte beachten:** Vergewissern Sie sich bitte, dass Sie über Lese-, Schreib- und Löschrechte des Verzeichnisses verfügen, in das Sie die Dateien kopieren möchten. Ansonsten kann es sein, dass die PDAnalyze-Fidas Software nicht korrekt funktioniert.

### 3. Starten der PDAnalyze Software

Bitte führen Sie die **pdanalyze-fidas.exe** aus, um die Datenauswertungssoftware zu starten.

Die PDAnalyze-Fidas Software ist die geeignete Datenauswertungssoftware für die Fidas® Feinstaubmesssysteme:

- Fidas® mobile
- Fidas® 100
- Fidas® 200 und 200 S
- Fidas® 300 und 300 S

Abbildung 4 zeigt den Hauptbildschirm, der beim Start der Software angezeigt wird. Er ist in zwei Bereiche untergliedert. Im linken Bereich sind die folgenden zwei Reiter zu sehen:

- Dateien wählt den Dateiornt und das Durchschnittsintervall aus und welche Dateien importiert werden sollen
- Intervalle zeigt die Dateien an, untergliedert in aktuelle Durchschnittsintervalle

Der rechte Bereich ist der Datenanzeige und –Auswertung vorbehalten und ist in die folgenden elf Reiter unterteilt:

- PM data zeigt und exportiert die Daten nach PM-Werten
- Internal sensors zeigt Feuchtigkeits-, Temperatur- und Luftdruck-Daten an (nur wenn ein entsprechender Sensor verbunden ist)
- Filter zeigt die Historie der Filterwechsel mit den eingegebenen Daten an (nicht verfügbar beim Fidas® mobile und nur wenn die Filter manuell eingesetzt und gewechselt wurden)
- Operating parameter zeigt die Partikelgeschwindigkeit, Pumpenleistung, LED-Temperatur und den Durchfluss an
- Comments zeigt Kommentare an, wenn diese während einer Messung eingegeben wurden
- Weather station zeigt Wetterstationsdaten an
- Heating units zeigt die eingestellten und gemessenen Temperaturen der IADS etc. an
- Settings zeigt die Betriebseinstellungen des Gerätes an (gleicher Bildschirm wie auf dem Gerät selbst)
- Status zeigt den Status des Gerätes an
- Specific intervals stellt individuell die benutzerdefinierten Intervalllängen ein, z. B. wenn die Auswerteprozedur besondere Intervalle erfordert
- algorithm wählt den Algorithmus aus, der für die Auswertung der Daten genutzt wird. Benutzerdefinierte Algorithmen für besondere Umstände (z. B. Aufstellen des Geräts in

der Nähe einer Zementfabrik) können erstellt und angewendet werden)

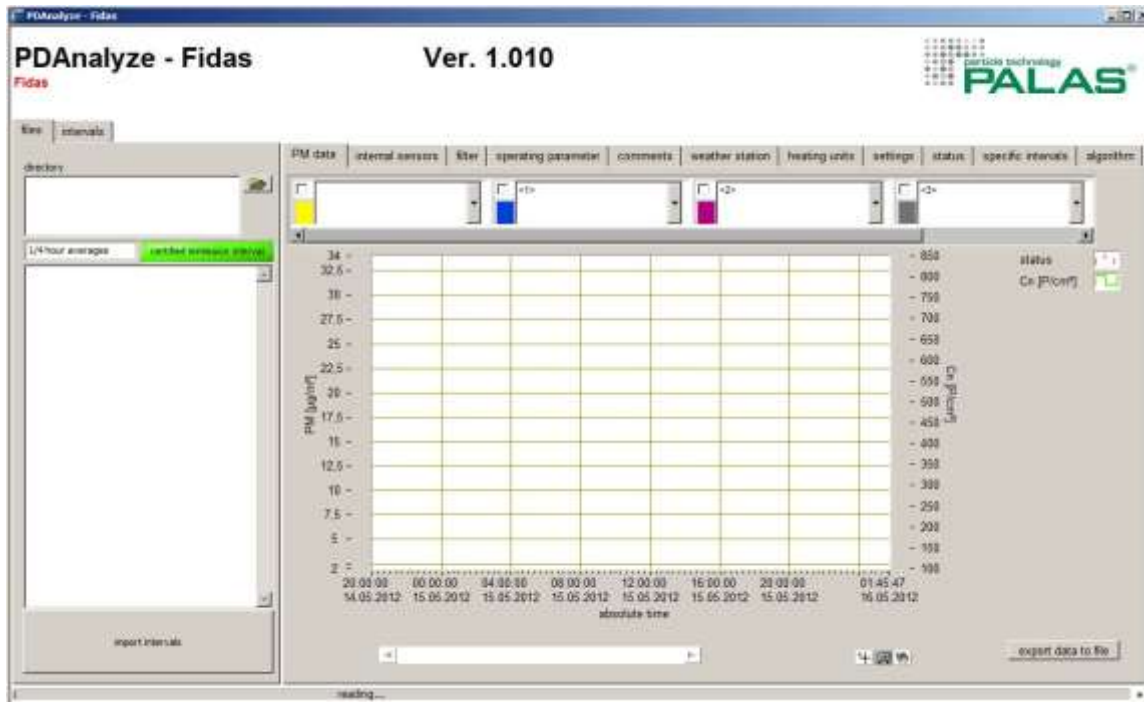


Abb.: 4: Hauptbildschirm der PDAnalyze-Fidas Auswertungssoftware

## 4. Linker Bereich der PDAnalyze-Fidas Software - “files”, “intervals”

### 4.1 Reiter “files”

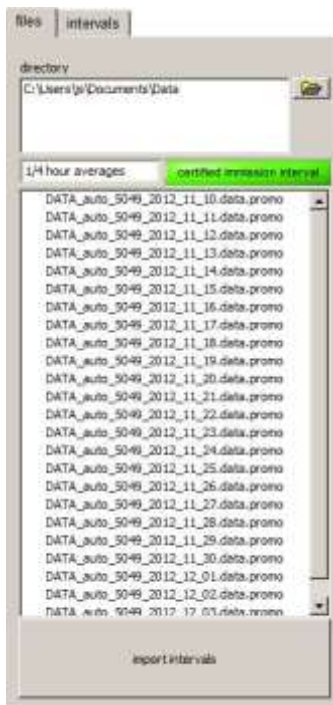


Abb.: 5: Reiter “Dateien”

Im oberen Bereich kann der Speicherort der Dateien ausgewählt werden. Bitte klicken Sie das Menüverzeichnis an und wählen den Ordner aus, in dem die Dateien gespeichert sind. Bestätigen Sie dann die Auswahl mit „select folder“. Im unteren Bereich werden dann alle Dateien aufgelistet, die in diesem Verzeichnis abgespeichert sind (siehe Abbildung 5).

Standardmäßig ist das Auswerteintervall auf ¼-stündige Durchschnittswerte eingestellt, welches dem zertifizierten Immissionsintervall entspricht. Nur wenn dieser Intervall ausgewählt ist, erscheint die grüne Nachricht „certified immission interval“. Abbildung 6 zeigt die anderen Auswahlmöglichkeiten an:

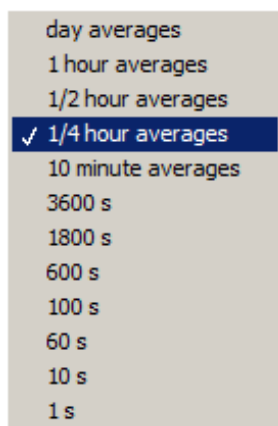


Abb.: 6: Auswahlmöglichkeiten an Durchschnittsintervallen

Nach Auswahl des Durchschnittsintervalls müssen Sie dann die Dateien auswählen. Bitte wählen Sie eine Datei durch Anklicken mit der linken Maustaste aus, mehrere Dateien können durch die Tasten-/Mauskombination 'Strg'+linker Mausklick ausgewählt werden.

Sobald die Dateien ausgewählt wurden, klicken Sie bitte auf "import intervals" um die Daten zur Auswertung zu laden.

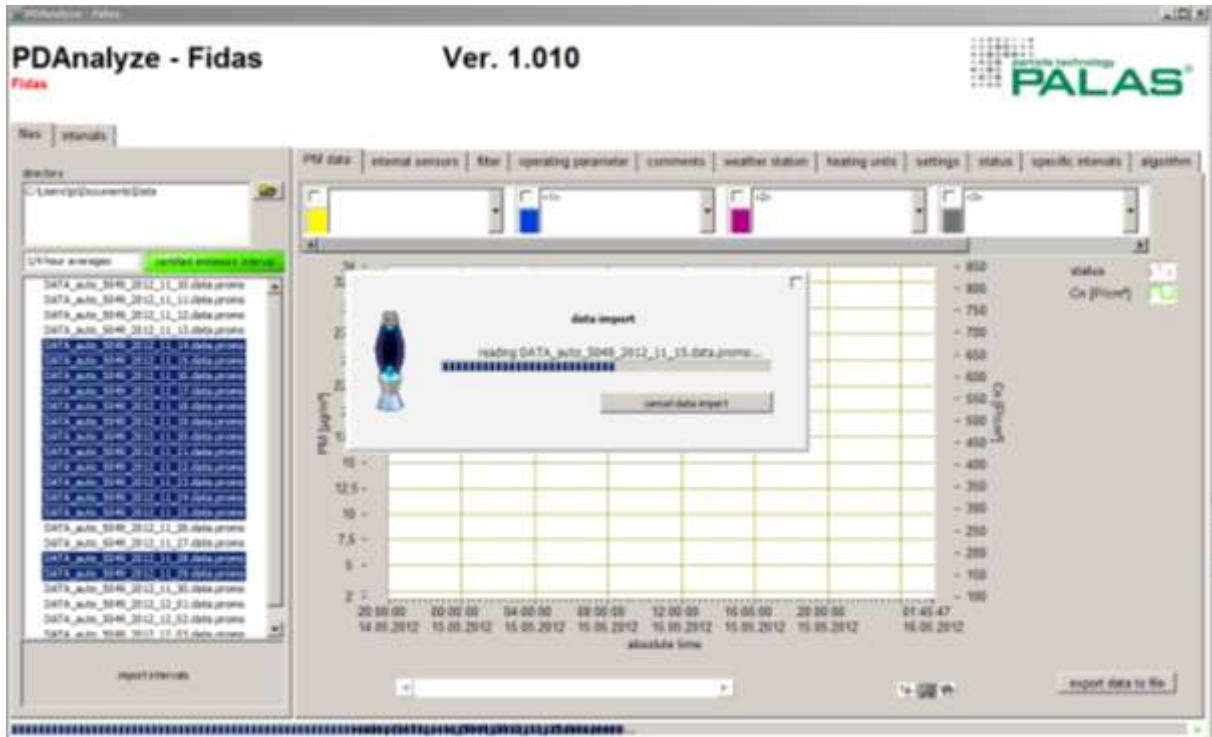


Abb.: 7: Import der ausgewählten Dateien mit den ausgewählten Durchschnittsintervallen

Wenn alle ausgewählten Dateien importiert wurden, zeigt die Software das folgende Ergebnis neben der Versionsnummer der Software an:



Abb.: 8: Ergebnis des Datenimports

**Bitte beachten:** Wenn Sie die PDAnalyze-Fidas Software zum ersten Mal benutzen, kann es sein, dass Sie bei Anklicken von „import intervals“ aufgefordert werden einen Algorithmus auszuwählen. Bitte wählen Sie dann einen Algorithmus aus (siehe Abbildung 5.11) und fahren wie beschrieben fort.

## 4.2 Reiter "intervals"



Abb.: 9: Reiter "intervals"

In diesem Reiter können die Dateien für die folgenden Anzeige- und Auswertoptionen (Reiter im rechten Bereich) ausgewählt werden.

Die Intervalle werden im folgenden Format angezeigt:

Datum (tt.mm.jjj) – Startzeit Intervall – Länge des Intervalls in Sekunden / Anzahl der Originaldaten – Status des Geräts

Der Status des Gerätes kann wie folgt sein:

- |   |                  |  |
|---|------------------|--|
| a | auto mode        | Standardbetriebsmodus des Gerätes  |
| c | calibration mode | während der Kalibrierung/Überprüfung des Gerätes werden die Daten automatisch als "c" markiert und fließen nicht in die Auswertung mit ein |
| i | idle             | Das Gerät befindet sich im Leerlauf, d. h. es misst keine Daten  |
| m | manual mode      | Das Geräte befindet sich im manuellen Modus  |

Wenn das Gerät in einer Umgebung mit hohen Konzentrationen eingesetzt wird und die Koinzidenz signifikant wird, werden die Intervalle mit dem Symbol "∅" gekennzeichnet.

Die letzte Zeile in dieser Liste (Bereich erster Intervall – letzter Intervall) beinhaltet alle Intervalle und kann ausgewählt werden, wenn alle Daten ausgewertet und angezeigt werden sollen.



## 5. Rechter Bereich der PDAnalyze-Fidas Software – Anzeige und Auswertung der Daten

### 5.1 Reiter “PM data”

Bitte wählen Sie die Daten aus, die angezeigt werden sollen. Hierfür gibt es verschiedene Auswahlmöglichkeiten:

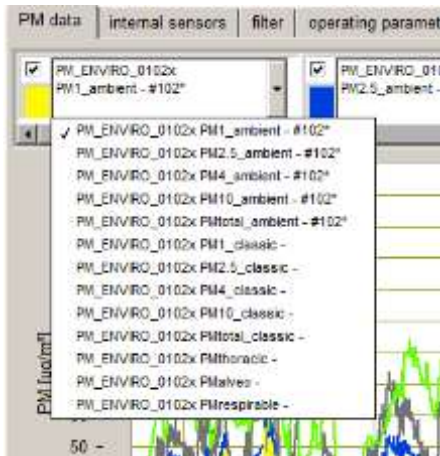


Abb.: 10: Bitte wählen Sie aus, welche Daten angezeigt werden sollen

**Anmerkung:** **PMxxx\_ambient** nutzt einen größenabhängigen und gewichteten Konvertierungsalgorithmus von der Partikelgröße und –Anzahl zu den PM-Werten. Dieser Konvertierungsalgorithmus basiert auf vielen Vergleichsmessungen von Aerosolen an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Jahreszeiten und befindet sich zurzeit in der TÜV-Zertifizierung.

**PMxxx\_classic** nutzt eine feste Dichte um die Partikelgröße und –Anzahl in PM-Werte umzuwandeln. Diese Einstellung sollte grundsätzlich verwendet werden, wenn ein bekanntes Aerosol ausgewertet wird (z. B. ein Aerosol, das mit einem Generator erzeugt wurde, bitte kontaktieren Sie Palas®, um Empfehlungen für geeignete Aerosolgeneratoren für bestimmte Anwendungen zu erhalten).

**PMthoracic, PMalveo, PMrespirable** nutzt Konvertierungsalgorithmen von der Partikelgröße und –Anzahl zu den PM-Werten, die auf der DIN EN 481:1993 „Arbeitsplatzatmosphäre - Festlegung der Teilchengrößenverteilung zur Messung luftgetragener Partikel“ basieren.

Nachdem die Auswahl getroffen wurde, werden die Daten in der folgenden Grafik dargestellt.

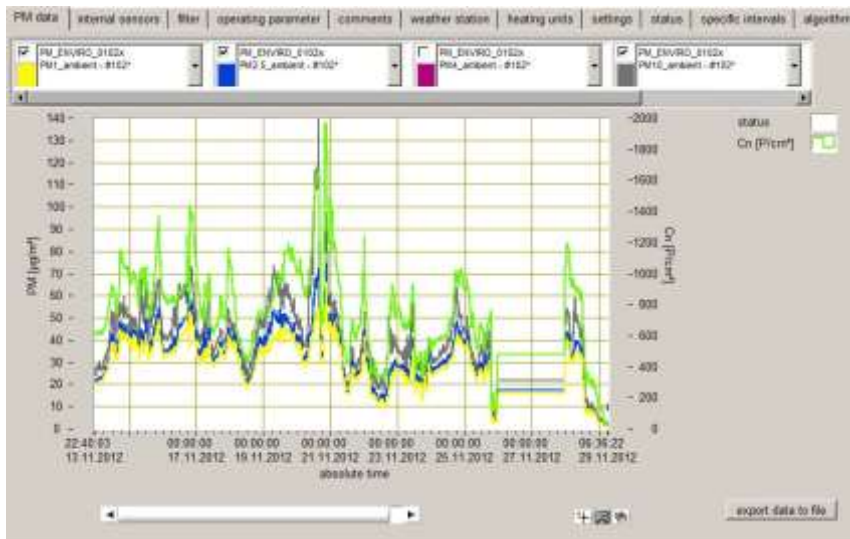


Abb.: 11: Reiter "PM data"

Nachdem eine Auswahl in den Kästchen oberhalb der Grafik getroffen wurde, zeigt Abbildung 11 die entsprechenden Daten an. Die Anzahlkonzentration wird immer in der Farbe Grün angezeigt (Die Werte beziehen sich auf die rechte Achse).

Wenn Sie die Kurve mit der Anzahlkonzentration entfernen möchten, klicken Sie bitte mit der rechten Maustaste auf das Kästchen neben "Cn" [ $\text{P}/\text{cm}^3$ ], d. h. auf das Kästchen mit den grünen Strichen. Im Kontextmenü wählen Sie dann "Colour" (zweiter Menüpunkt von oben), dann wählen Sie "T" für transparente Farbe (siehe Abbildung 12). Dies entfernt die grüne Kurve aus der Grafik.

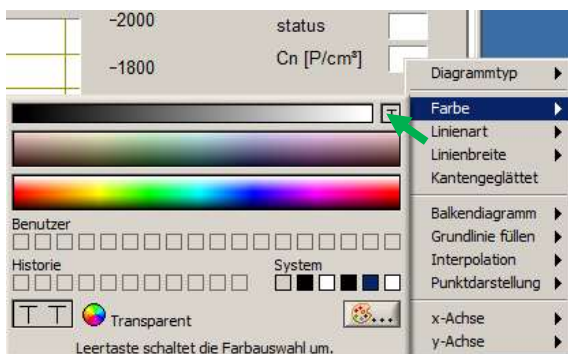


Abb.: 12: Entfernen der Kurve für die Anzahlkonzentration "Cn" aus der Grafik

**Bitte beachten:** Wenn ein Fehler während den Messungen auftritt, erscheint eine rote vertikale Linie in der Grafik genau zu dem Zeitpunkt, an dem der Fehler auftrat. Wenn der Fehler andauert, wird die Datenanzeige hinter mehreren roten Linien verdeckt. In diesem Fall können Sie die roten Linien auf die gleiche Art und Weise entfernen, wie Sie die Kurve für die Anzahlkonzentration entfernen, durch Ändern der Farbe in transparent.

Wenn Sie die Grafik anklicken und den Mauszeiger nach links bewegen, können Sie in die Daten zoomen. Mit dem Schieberegler unterhalb der Grafik können Sie durch die Daten scannen.

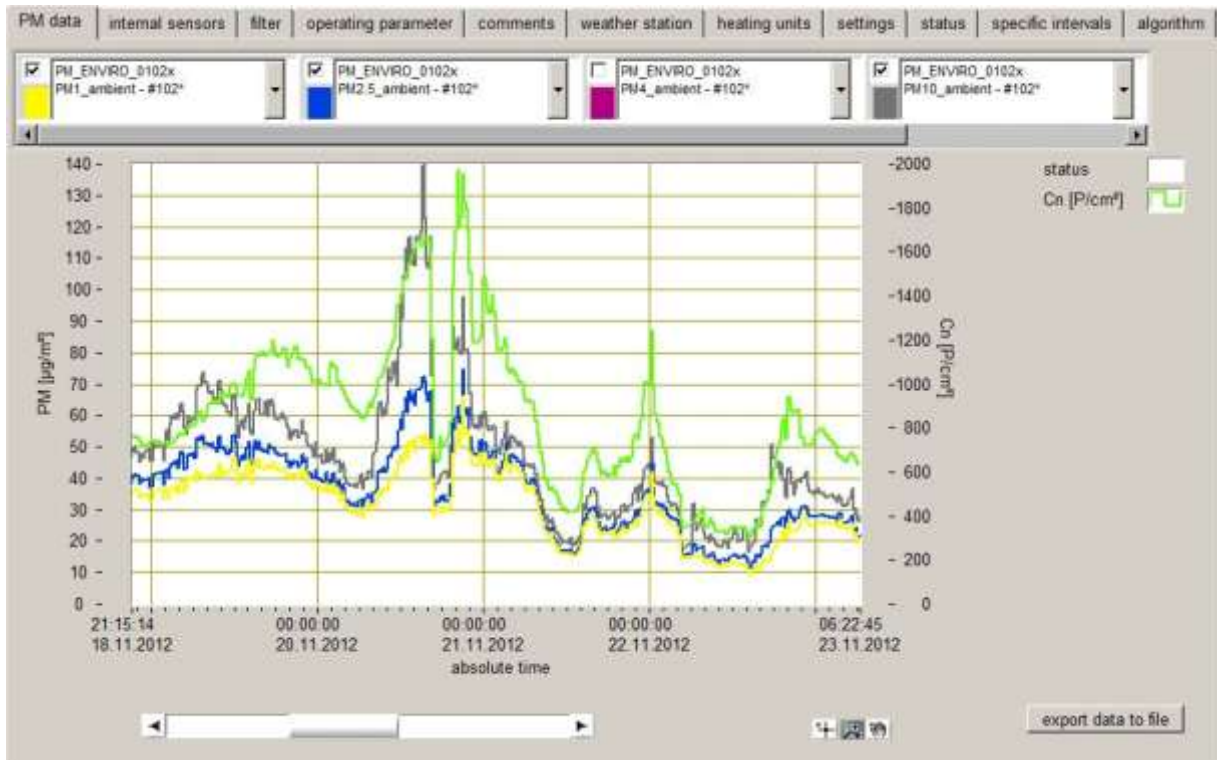


Abb.: 13: In die Daten zoomen

Mit "export data to file" werden die angezeigten Daten (komplette Datenreihe) in eine durch Tabulatoren getrennte Textdatei mit der folgenden Kopfzeile exportiert (Beispiel):

```
*
13.11.2012 23:58:47 ___ 29.11.2012 23:46:46
14 file(s)
1343 intervals of 1/4 hour averages
FIDAS®, 0.18 - 18.0 µm #1
date beginning time beginning date end time end date beginning (UTC) time
beginning (UTC) date end (UTC) time end (UTC) relative time [s] status Cn [P/cm³]
PM_ENVIRO_0102x - PM1_ambient - #102* PM_ENVIRO_0102x - PM2.5_ambient - #102*
PM_ENVIRO_0102x - PM4_ambient - #102* PM_ENVIRO_0102x - PM10_ambient - #102*
```

## 5.2 Reiter "internal sensors"

Vom 1. April 2013 an sind alle Fidas® mobile und Fidas® 100-Geräte mit internen Sensoren zur Messung des Umgebungsdruckes, der Umgebungstemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit ausgestattet.

Andere Fidas® Modelle können zusätzlich zur mitgelieferten Wetterstation mit einem Sensor zur Erfassung von p, T und rH verbunden werden (Palas® Zubehör), um zum Beispiel die Temperatur im Wetterschutzgehäuse zu überwachen. Wenn ein solcher Sensor vorhanden ist, werden diese Daten zusammen mit den Partikeldaten aufgezeichnet und können über den Reiter „internal sensors“ angezeigt werden (siehe Abbildung 14).

**Bitte beachten:** Wenn kein p, T, rH-Sensor verbunden ist, zeigt der Reiter keine Daten an.

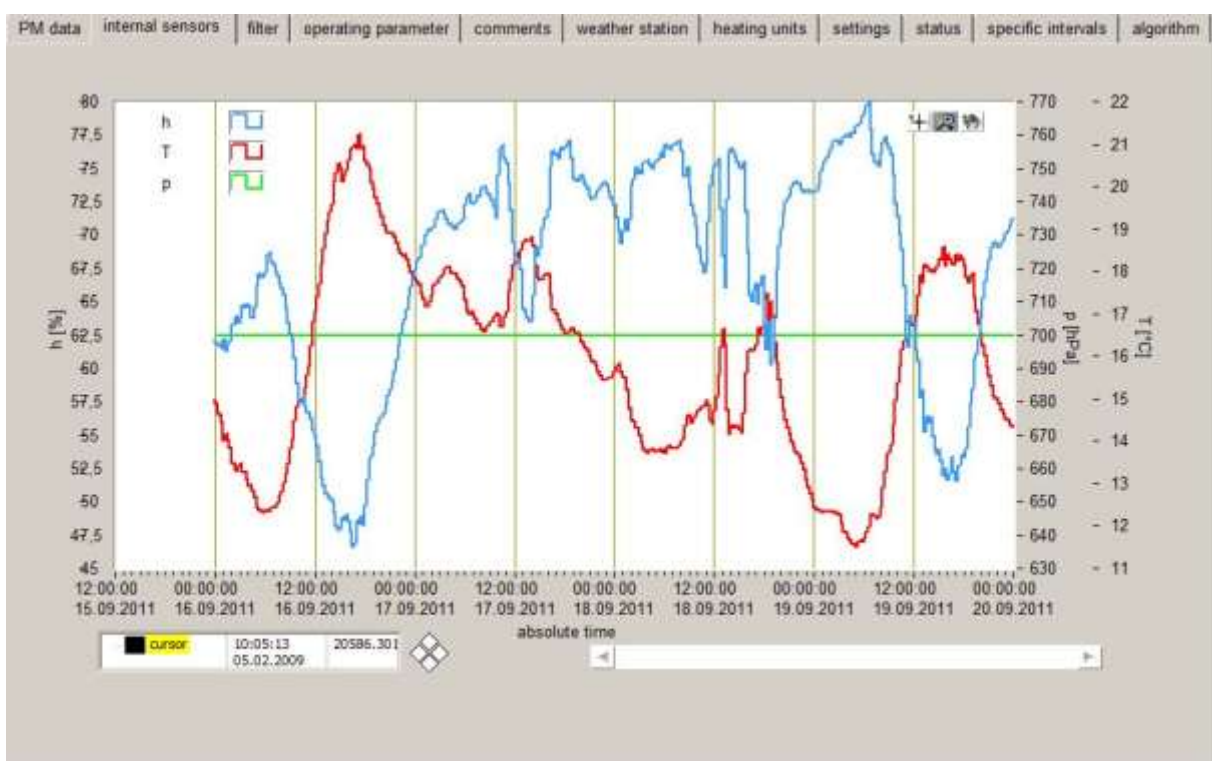


Abb.: 14: Reiter "internal sensors" wenn ein p, T, rH-Sensor mit dem Gerät verbunden ist.

Die Grafik zeigt den zeitlichen Verlauf für die relative Luftfeuchtigkeit (h-blau), die Temperatur (T-rot) und den Umgebungsdruck (p-grün).

**Bitte beachten:** Diese Werte können nicht in eine Textdatei exportiert werden.



## 5.4 Reiter “operating parameter”

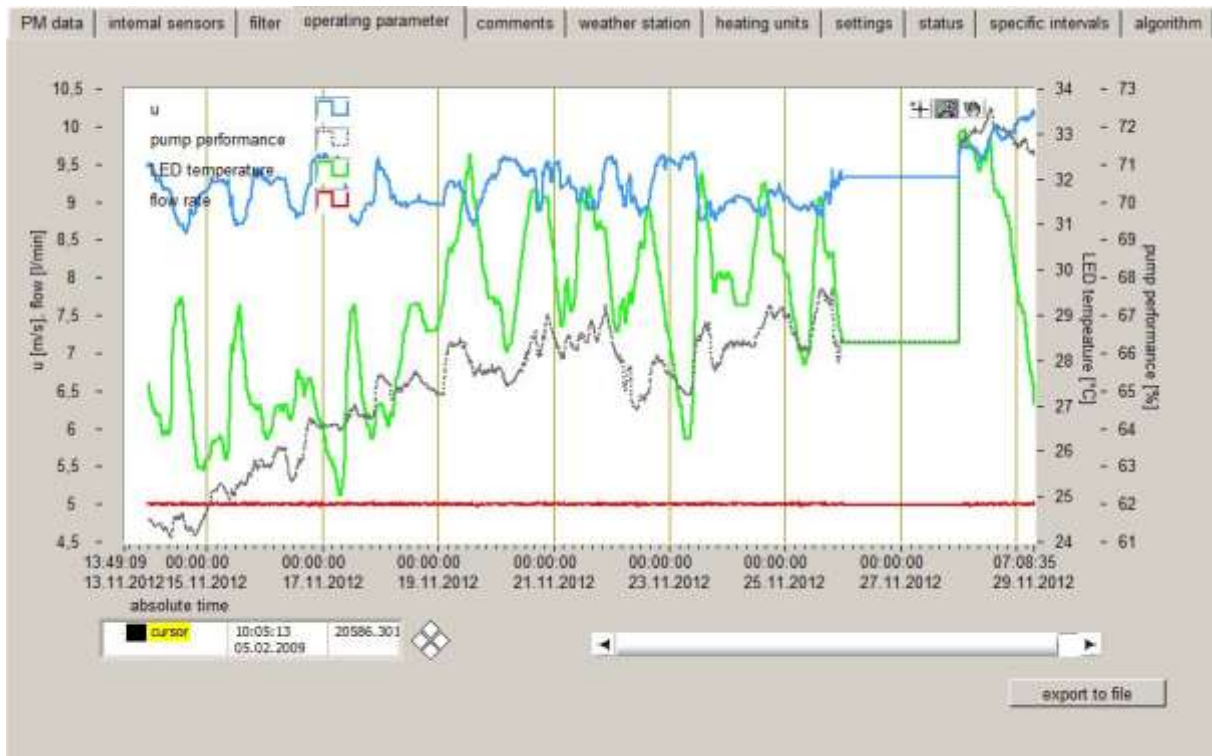


Abb.: 16: Reiter “operating parameter” – zeigt die Partikelgeschwindigkeit, Pumpenleistung, LED-Temperatur und den Durchfluss an.

In dieser Grafik werden wichtige Betriebsparameter des Gerätes für die gesamte Dauer der importierten Daten gezeigt.

u	(blau)	Partikelgeschwindigkeit durch das optische Sensorvolumen
pump performance	(grau)	Prozentuale Auslastung der Pumpe(n), die im Gerät eingesetzt werden. Werte über 60 % erzeugen eine Warnung (siehe auch Kapitel 5.9)
LED temperature	(green)	Änderungen der Umgebungstemperaturen erfordern, dass die LED-Lichtquelle temperaturabhängig überprüft und kontrolliert wird, um eine konstante Leistung zu gewährleisten.
flow rate	(red)	Volumenstrom im Gerät reguliert auf 1,4 l/min für das Fidas® mobile und reguliert auf 4,8 l/min für den Fidas® 100, Fidas® 200/200 S und Fidas® 300/300 S

Bemerkung: Ältere Modelle wurden auf 5,0 l/min geregelt.

Mit “export to file” werden die angezeigten Daten in eine durch Tabulatoren getrennte Textdatei mit der folgenden Kopfzeile exportiert (Beispiel):



FIDAS®, 0.19 - 18.0 µm #1

12.03.2012 16:58:02 \_\_\_\_ 13.03.2012 13:31:40

2 file(s)

41 intervals of 1/2 hour averages

date end      time end      relative time [s]      in sensor particle velocity u [m/s]      pump  
performance [%]      LED temperature [°C]      flow rate [l/min]

## 5.5 Reiter “comments”

PM data	internal sensors	filter	operating parameter	comments	weather station	heating units	settings	status	specific intervals	algorithm
time	comment									
20.01.2012 08:56:10	BLERO									
20.01.2012 09:04:30	H602H02									
20.01.2012 09:14:36	HDEP HE-PRUEFANLAGE									
20.01.2012 09:23:30	HDEP LOGISTIKPLATZ									
20.01.2012 09:32:17	MDEG									
20.01.2012 09:40:27	PNS Q-PLATZ									
20.01.2012 14:15:55	H602H02									
20.01.2012 14:23:31	HDEP HE-PRUEF									
20.01.2012 14:28:18	HDEP LOGISTIK									
20.01.2012 14:34:40	MDEG									
20.01.2012 14:42:19	PNS Q-PLATZ									
20.01.2012 16:37:25	H602H02									
20.01.2012 16:45:24	HDEP HE-PRUEF									
20.01.2012 16:51:47	HDEP LOG									
20.01.2012 16:57:37	MDEG									
23.01.2012 08:47:57	H602H									
23.01.2012 08:54:31	HDEP HE-PRUEFUNG									
23.01.2012 08:59:34	HDEP LOG									
23.01.2012 09:07:00	MDEG									
23.01.2012 09:13:28	PNS Q									
23.01.2012 09:26:06	ROB									
23.01.2012 12:57:18	H602H									
23.01.2012 13:05:50	HDEP HE									
23.01.2012 13:14:17	HDEP LOG									
23.01.2012 13:21:15	MDEG									
23.01.2012 13:29:42	PNS Q									
23.01.2012 17:38:32	H602H02									
23.01.2012 17:44:50	HDEP HE									

Abb.: 17: Reiter “comments”

Wenn Kommentare während der Messung eingegeben werden, z. B. um zwischen verschiedenen Messstellen während der Nutzung des Fidas® mobile zu unterscheiden, werden diese Kommentare hier nach Datum und Uhrzeit geordnet, angezeigt.

**Bitte beachten:** Diese Kommentare erscheinen auch als Anmerkung zu der Grafik, die im Reiter “PM data” gezeigt wird (siehe Kapitel 5.1).

## 5.6 Reiter "weather station"

Wenn das Gerät mit einer Luft Wetterstation verbunden ist (Standard für Fidas® 200/200 S und Fidas® 300/300 S) werden die Wetterstationen in diesem Reiter angezeigt.

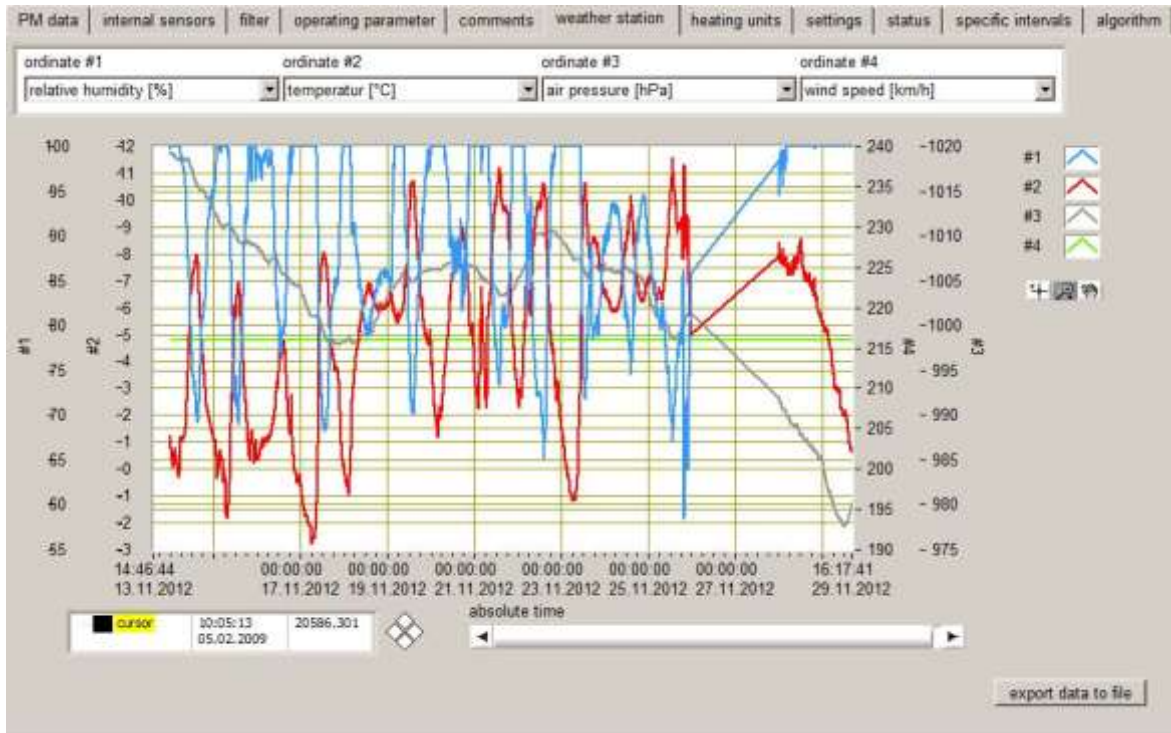


Abb.: 18: Reiter "weather station" zeigt die Wetterstationsdaten an

Abhängig von der angeschlossenen Wetterstation, z. B. WS-300-UMB (p, T, rH) oder WS-600-UMB (p, T, rH, Windgeschwindigkeit, Windrichtung etc.) können verschiedene Werte angezeigt werden.

Abbildung 19 zeigt die momentan in der Software integrierten Auswahlmöglichkeiten an.

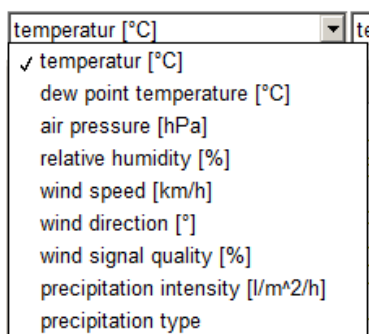


Abb.: 19: Auswahl an Werten, die bei angeschlossener Wetterstation angezeigt werden können (abhängig von der jeweiligen Wetterstation).



Mit "export data to file" werden die angezeigten Daten in eine durch Tabulatoren getrennte Textdatei mit der folgenden Kopfzeile exportiert (Beispiel):

```
FIDAS®, 0.19 - 18.0 µm #1
12.03.2012 16:58:02 ___ 13.03.2012 13:31:40
2 file(s)
41 intervals of 1/2 hour averages
date   time   relative time [s] humidity [%]   wind speed [km/h]   wind direction [°]
      precipitation intensity [l/m²/h]   precipitation type   dew point temperature [°C]   air
pressure [hPa]   wind signal quality [%]   temperature [°C]
```

## 5.7 Reiter "heating units"

Das Fidas® mobile und das Fidas® 100 sind nicht mit Heizelementen ausgestattet, deshalb wird dieser Reiter bei diesen beiden Geräten nicht angezeigt. Im Fidas® 200/200 S, 300/300 S beziehen sich die Heizelemente auf die in der IADS (intelligent aerosol drying system) eingebaute Heizung.

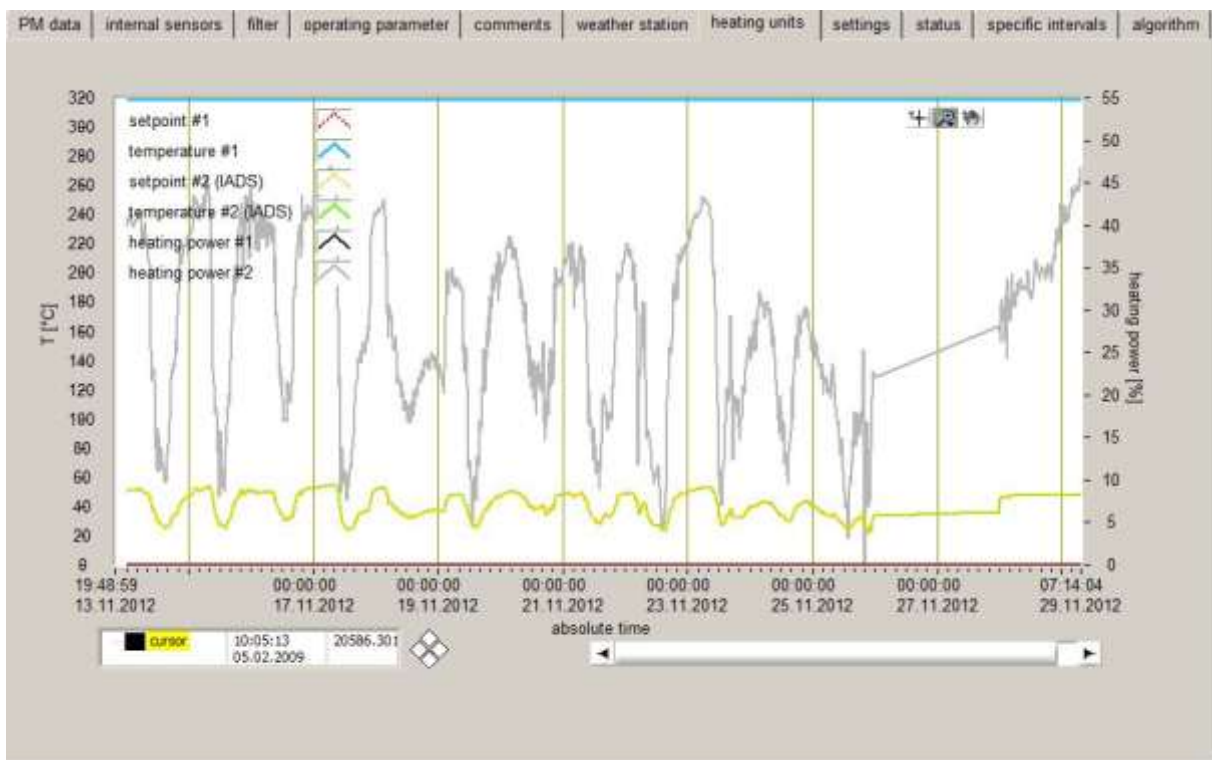


Abb.: 20: Überblick über die Heizelemente im Fidas® 200/200 S, 300/300 S

Dieser Reiter zeigt einen Überblick über die Heizelemente, die im Fidas® 200/200 S, und Fidas® 300/300 S genutzt werden.

**Bitte beachten:** Obwohl "setpoint #1", "temperature #1" und "heating power #1" in der Grafik aufgelistet sind, werden diese momentan nicht genutzt, sondern stehen für zukünftige Weiterentwicklungen zur Verfügung.

- setpoint #2 (IADS) zeigt den Temperatursollwert für die im Gerät genutzte IADS an. Abhängig von der Betriebsart kann dies ein fixer Wert sein, oder ein Wert, der sich aufgrund der Umgebungsbedingungen ständig ändert. (siehe Handbuch Fidas® Firmware für weitere Informationen)
- temperature (IADS) aktuell gemessene Temperatur des IADS Heizelements. Diese Temperatur sollte mit der Solltemperatur in etwa übereinstimmen.
- heating power #2 Prozentuale Belastung des IADS Heizelements (rechte Achse). Wenn dieser Wert bei 99 % ist, hat das Heizelement sein Limit erreicht. Bitte kontaktieren Sie Palas® in diesem Fall!

### 5.8 Reiter "settings"

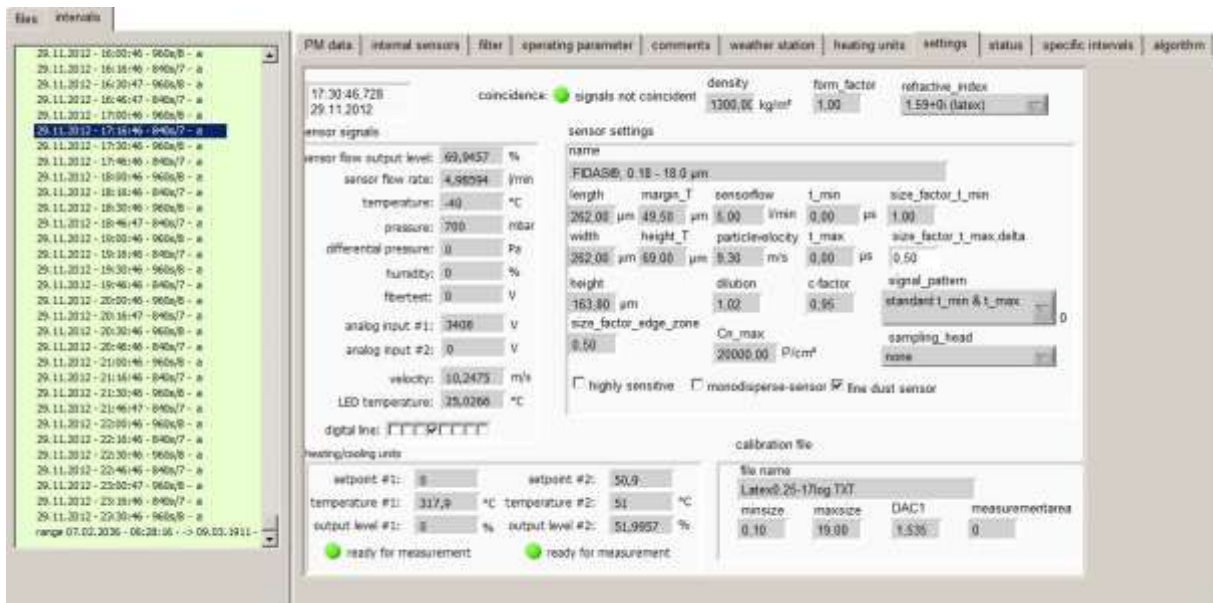


Abb.: 21: Geräteeinstellungen für die Messungen

Für jedes Messintervall werden die Geräteeinstellungen zusammen mit den Messdaten gespeichert und können durch Auswahl des gewünschten Intervalls angezeigt werden.

Im oberen Bereich werden die Uhrzeit, das Datum und die genutzten Partikeleigenschaften (Dichte, Formfaktor und Brechungsindex) angezeigt und ob die Signale über dem Koinzidenzlimit liegen (siehe Kapitel 5.9)

**Bitte beachten:** wenn "fine dust sensor" ausgewählt ist (im unteren, mittleren Bereich) werden die angezeigten Partikeleigenschaften nicht genutzt, anstelle wird ein größenabhängiger Konvertierungsalgorithmus angewendet (siehe Kapitel 5.11).

Der mittlere Bereich zeigt sensorspezifische Informationen an (z. B. die Dimensionen der T-Blende), die für einen Servicetechniker möglicherweise relevant sind.

Der untere Bereich beinhaltet Informationen über das IADS Heizelement (siehe Kapitel 5.7) und Informationen zur Kalibrierung (z. B. Spannung des Photomultipliers, genutzte Kalibrierungsdatei).

## 5.9 Reiter "status"

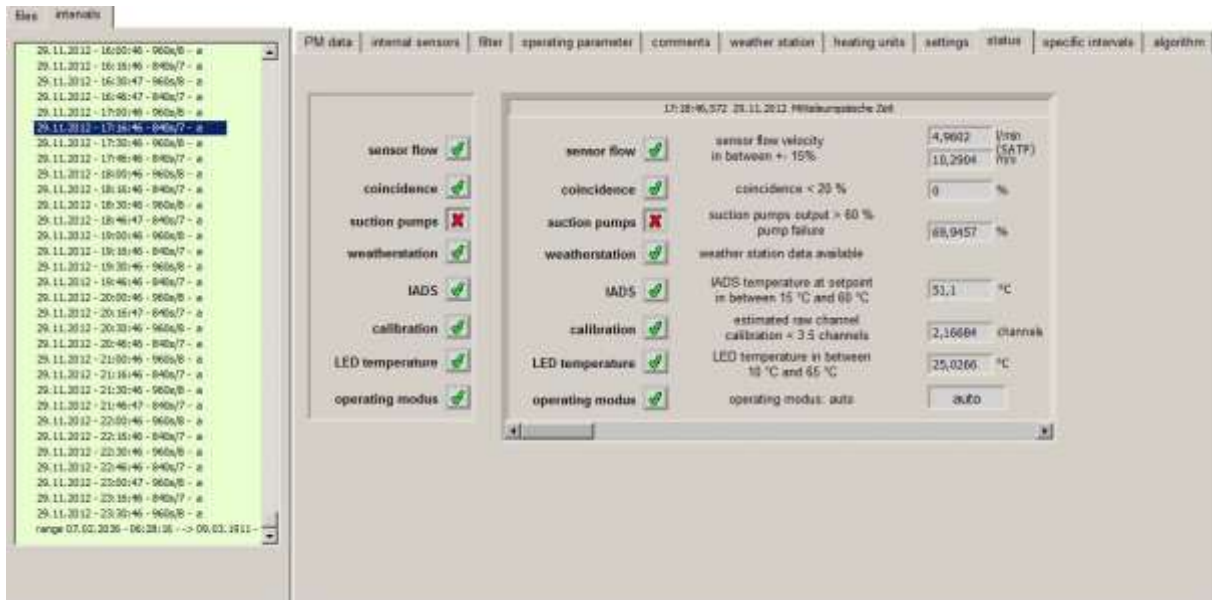


Abb.: 22: Reiter "status" mit Informationen zum Gerät

Dieser Reiter zeigt eine Kopie des Gerätestatus für das ausgewählte Intervall an.

Wenn sich ein Leistungsparameter nicht innerhalb der Grenzwerte befindet, zeigt ein rotes Kreuz ein Problem an, welches hohe Aufmerksamkeit erfordert und die Daten sind markiert (siehe Kapitel 5.1 und 5.4).

Die überwachten Leistungsparameter sind die folgenden:

sensor flow	Volumenstrom des Sensors, zwei Werte werden unabhängig voneinander aufgezeichnet: 1. Der Volumenstrom durch einen Massendurchflussmesser beinhaltet T & p von der Wetterstation oder dem internen Sensor und wird als Standardtemperatur (25°C) und Druck (1013 mbar) angezeigt – (SATP) 2. Geschwindigkeit der Partikel durch das optische Detektionsvolumen in m/s. Wenn diese Werte von den werkseitig eingestellten Sollwerten oder voneinander um mehr als 15 % abweichen, wechselt der grüne Haken in ein rotes Kreuz
coincidence	erkennt, ob sich mehr als ein Partikel im optischen Volumen während der Messungen befunden hat und zeigt einen Alarm an, wenn dies in mehr als 20 % der Zeit vorkommt.
suction pumps	überwacht die Belastung der integrierten Pumpe(n) und kann dafür genutzt werden, um das Alter der Pumpen zu überwachen. Ein Alarm wird angezeigt, wenn die Belastung 60 % überschreitet.

- Bitte beachten:** Das Fidas® mobile verfügt über eine Pumpe, das Fidas® 100, 200/200 S, 300/300 S verfügt über zwei parallel arbeitende Pumpen.
- weather station überprüft, ob die Wetterstation ordnungsgemäß mit dem Gerät verbunden ist und ob Daten verfügbar sind.
  - IADS überprüft, ob die IADS (intelligent aerosol drying system) ordnungsgemäß mit dem Gerät verbunden ist und ob die gemessene Temperatur dem Sollwert entspricht und sich zwischen 15°C und 60°C befindet.
  - calibration nutzt einen patentierten Algorithmus für die Überprüfung der Kalibrierung.  
**Bitte beachten:** Wenn die Abweichung über eine längere Zeit (24 h) größer als 3,5 ist, überprüfen Sie bitte die Kalibrierung des Geräts unter Verwendung des CalDust 1100 (weitere Informationen finden Sie im Gerätehandbuch). Falls die Werte nur ab und an den Grenzwert übersteigen, muss nichts unternommen werden.
  - LED temperature Änderungen der Umgebungstemperaturen erfordern, dass die LED-Lichtquelle temperaturabhängig überprüft und kontrolliert wird, um eine konstante Leistung zu gewährleisten. Der aktuelle Wert der Temperaturkontrolle wird angezeigt und es wird überprüft, ob dieser innerhalb der Grenzwerte liegt.
  - operating modus dieser Parameter sollte die ganze Zeit im Auto-Modus sein.

### 5.10 Reiter “specific intervals”

Wenn die Daten des Fidas® Gerätes mit den gravimetrischen Daten verglichen werden, kann es passieren, dass das Intervall der gravimetrischen Probe nicht von Mitternacht (0 Uhr) bis Mitternacht dauert. In diesem Fall kann es sehr umständlich sein, die Daten zu korrelieren.

Für diesen Zweck können Sie in diesem Reiter beliebige Auswertintervalle für ihre Daten festlegen.

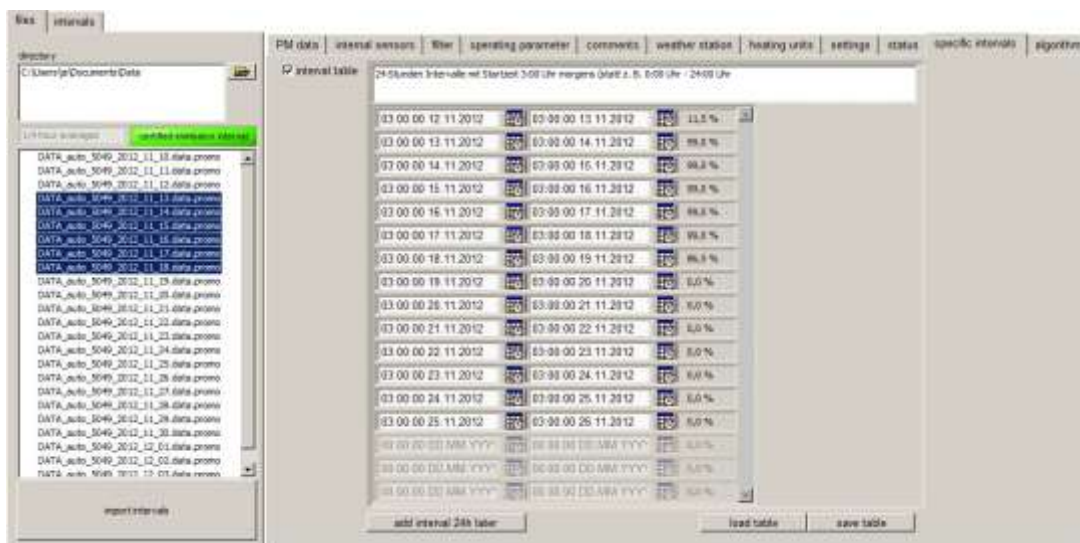


Abb.: 23: Auswahl beliebig festgelegter Auswertintervalle in der Tabelle

Zuerst geben Sie bitte die Anfangszeit und das Anfangsdatum des Intervalls ein, oder Sie wählen dieses über den Kalender aus. Dann geben Sie die Endzeit und das Enddatum des Intervalls ein. Wenn Sie diesen Vorgang am nächsten Tag wiederholen möchten, klicken Sie einfach "add interval 24h later" an. Im weißen Kästchen oberhalb der Tabelle können Sie Kommentare eingeben.

Nachdem Sie alle Intervalle eingegeben haben, können Sie diese Tabelle durch Anklicken von "save table" speichern. Zuvor generierte, spezifisch festgelegte Intervalltabellen können durch Anklicken von "load table" geladen werden.

**Bitte beachten:** Wenn Sie diese Tabelle für die Auswahl beliebig festgelegter Auswertintervalle nutzen, wird die Länge des Intervalls (linker Bereich) auf ¼-stündige Durchschnittswerte festgelegt.

Nachdem die Daten importiert wurden, zeigt hinter dem Intervall angegebene Prozentsatz an, wie viele der gemessenen Daten im festgelegten Intervall liegen.

### 5.11 Reiter "algorithm"

Die Fidas® Geräte speichern die Daten im raw-Format mit vielen zusätzlichen Informationen ab. Es ist darüber hinaus möglich, die Daten zu einem späteren Zeitpunkt mit einem anderen Algorithmus auszuwerten. Dies kann sinnvoll sein, um:

- Daten des Standardalgorithmus mit Daten eines individuellen Algorithmus zu vergleichen, der z. B. besondere Probenahmeorte besser berücksichtigt (z. B. Platzierung eines Gerätes in der Nähe eines Stahlwerkes).
- vor Ort die Korrelation mit den gravimetrischen Daten zu optimieren.

Bitte kontaktieren Sie Palas® für weitere Informationen zu dieser Funktion.

Um die gemessenen Daten auswerten zu können, ist es notwendig, dass ein Algorithmus ausgewählt ist. Der korrekte Algorithmus sollte standardmäßig ausgewählt sein, wenn nicht, wählen Sie bitte den Algorithmus mit der höchsten Nummer aus (falls eine Auswahl angezeigt wird).

**Wichtig:** Sie müssen einen Algorithmus auswählen, ansonsten kann keine Datenauswertung erfolgen. Wenn Sie keinen Algorithmus angezeigt bekommen, überprüfen Sie bitte, ob Sie über Lese-, Schreib- und Löschrechte des Verzeichnisses verfügen, in das Sie die PDAnalyze-Fidas Dateien hineinkopiert haben. Sollte diese Problem fortbestehen kontaktieren Sie bitte Palas®.

Um den korrekten Algorithmus auszuwählen, wählen Sie bitte zuerst das Gerät aus:

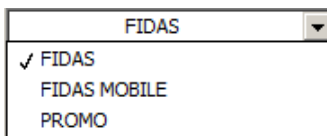


Abb.: 24: Auswahl des Geräts

Dann wählen Sie den Algorithmus aus:

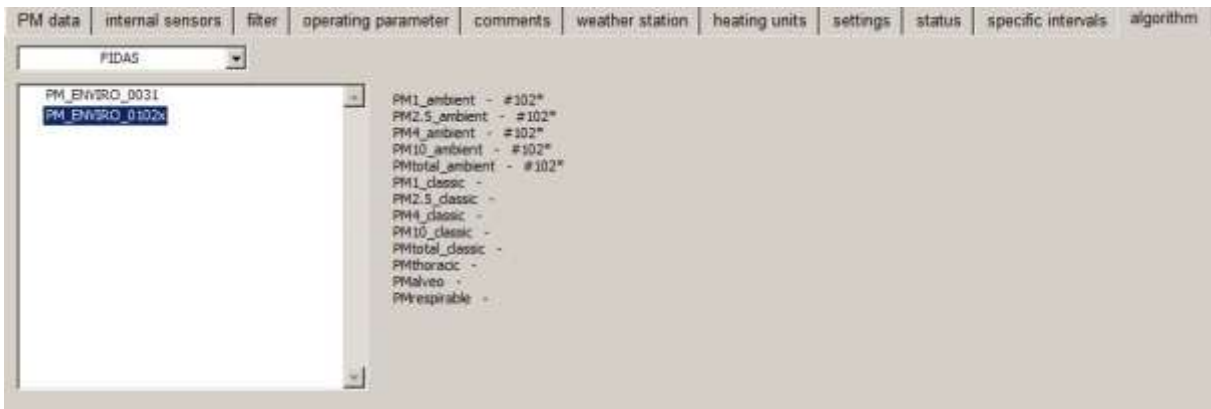


Abb.: 25: Auswahl des Algorithmus, der für die Datenauswertung herangezogen wird

**Bitte beachten:** Obwohl es nicht ausdrücklich angezeigt wird, beinhaltet der Algorithmus die Informationen für alle möglichen Auswertemodi (siehe Kapitel 5.1).

## 6. Feedback-Formular

Um unsere Bedienungsanleitungen kontinuierlich zu verbessern, bitten wir Sie, diesen Fragebogen auszufüllen und an uns zurückzuschicken. Vielen Dank für Ihr Feedback!

Wie Sie uns erreichen:

Adresse: Greschbachstraße 3 b, 76229 Karlsruhe, Deutschland

Telefon: +49 721 96213-0 Fax: +49 721 96213-33 E-Mail: [mail@palas.de](mailto:mail@palas.de)

Diese Auswertung betrifft: PDAnalyze Fidas® Software, V0010713

Bitte teilen Sie uns Ihre Kontaktdaten mit:

Firma: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

Adresse: \_\_\_\_\_

Telefonnummer oder E-Mail: \_\_\_\_\_

Waren die Anleitungen deutlich formuliert und leicht verständlich?

ja  nein

Falls nein, bitte präzisieren Sie hier: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Haben Ihnen Informationen gefehlt?

ja  nein

Falls ja, bitte präzisieren Sie hier: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Waren Sie mit dem Aufbau der Bedienungsanleitung zufrieden? Haben Sie die gesuchten Informationen schnell gefunden?

ja  nein

Falls nein, bitte präzisieren Sie hier: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Waren Sie bei technischen Problemen mit dem Telefonservice zufrieden?

ja  nein

Falls nein, bitte präzisieren Sie hier: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Hier können Sie uns mitteilen, was Ihnen sonst noch wichtig und hilfreich erscheint:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

PALAS GmbH  
Partikel- und Lasermesstechnik  
Greschbachstrasse 3b  
76229 Karlsruhe

Phone +49 (0)721 96213-0  
Fax +49 (0)721 96213-33  
mail@palas.de  
www.palas.de



# Beschreibung

## Fidas<sup>®</sup> Firmware

**Fidas<sup>®</sup> mobile**

**Fidas<sup>®</sup> 100**

**Fidas<sup>®</sup> 200/200 S**

**Fidas<sup>®</sup> 300/300 S**



---

**Inhalt**

<b>1</b>	<b>Wichtige Informationen zum Ein-/und Ausschalten von Fidas® Modellen .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Fidas® Benutzeroberfläche.....</b>	<b>4</b>
2.1	Hauptmenü .....	4
2.2	„data“ - Datenübersicht.....	6
2.3	„dust chart“ – zeitlicher Verlauf der Feinstaubmesswerte .....	7
2.4	„air sensor chart“ – zeitlicher Verlauf der Messwerte der Wetterstation .....	8
2.5	„accessories“ – Zubehör und Zusatzinformationen.....	9
2.5.1	„IADS“ – Einstellungen des intelligent aerosol drying systems .....	10
2.5.2	„GPS positioning“ – Koordinaten der GPS Maus .....	11
2.5.3	„weather station“ – Messdaten der Wetterstation.....	12
2.5.4	„nano sizer/counter“ – Erweiterung für kleinere Partikelgrößen.....	13
2.5.5	„filter system“ – manuelle Filtermessung .....	14
2.5.6	„particle size distribution“ – Partikelgrößenverteilungen.....	15
2.5.7	„E-Mail alarm“ – Benachrichtigung beim Überschreiten einer Maximalkonzentration.....	16
2.6	„datalogger“ – Messdatenspeicher .....	17
2.7	„settings/calibration“ – Kalibrierung/Verifikation des Fidas® .....	18
2.8	“device status” – Statusübersicht.....	19
2.9	“expert user menu” – Expertenmodus .....	21
2.10	“shut down” – Fidas® ausschalten .....	22

## 1 Wichtige Informationen zum Ein-/und Ausschalten von Fidas® Modellen

Da die Fidas® Firmware auf einem dynamischen Betriebssystem läuft, das auf Windows XPembedded für industrielle Anwendungen basiert, sollten Fidas® Modelle niemals am Netzschalter ausgeschaltet werden.

**Zum Ausschalten des Fidas® muss die Taste "shut down" gedrückt werden. Nur nach automatischem Ausschalten des Betriebssystems darf der Netzschalter betätigt werden!**

Die Fidas® Modelle sind leistungsstarke optische Aerosolspektrometer mit einem 1.7 GHz Intel® Atom™ Processor. Daher können sie die Information über die gemessene Partikelgröße in Echtzeit auswerten. Die Fidas® Modelle starten automatisch nach dem Einschalten über den Einschaltknopf.

Nach dem Einschalten, bootet das Windows Betriebssystem, danach startet automatisch der Startup-Manager. Es wird automatisch die Firmware (Software für die Benutzeroberfläche) mit der höchsten Nummer geladen, allerdings bestünde die Möglichkeit, zu diesem Zeitpunkt auch eine ältere Firmware-Version zu laden. Der Startbildschirm zeigt außerdem die Kontaktinformationen von Palas®.



Abbildung 1: Startbildschirm des Fidas® Startup-Managers

Während des Hochfahrens startet die Aerosolpumpe und der Volumenstrom wird auf 4,8 l/min geregelt. Dann beginnt das Fidas® automatisch mit der Messung und speichert die Daten in den internen Speicher. Ist der Hochfahrvorgang abgeschlossen, erscheint das Hauptmenü (Abbildung 2).

## 2 Fidas® Benutzeroberfläche

### 2.1 Hauptmenü

Das Hauptmenü erscheint automatisch beim Start des Gerätes oder durch Drücken von **menu** in der Statusleiste.

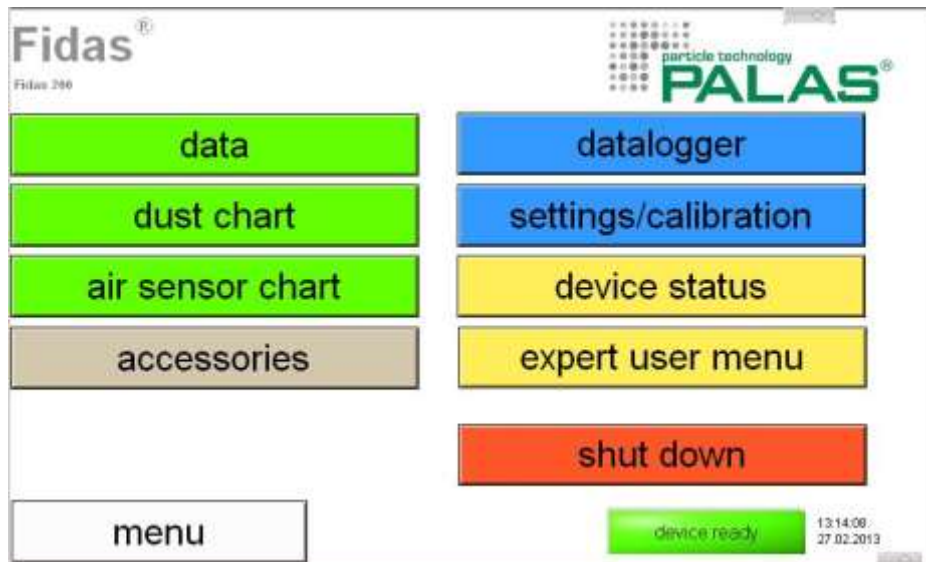


Abbildung 2: Hauptmenü der Fidas® Benutzeroberfläche

Das Hauptmenü ist wie folgt strukturiert:

Die grün hinterlegten Felder beschäftigen sich mit gemessenen Daten:

data	zeigt die Datenübersicht mit den aktuell gemessenen Werten für PM <sub>1</sub> , PM <sub>2,5</sub> , PM <sub>4</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>tot</sub> (TSP) und Anzahlkonzentration C <sub>n</sub> . Des Weiteren sind auch die Werte der Wetterstation für relative Luftfeuchtigkeit, Umgebungstemperatur und Luftdruck aufgelistet.
dust chart	zeigt den zeitlichen Verlauf der Messwerte des Fidas®
air sensor chart	zeigt den zeitlichen Verlauf der Messwerte der Wetterstation

Das grau hinterlegte Feld bietet Zusatzinformationen und Möglichkeiten:

accessories	zeigt das Menü des Zubehörs, d. h. IADS, GPS, Wetterstation, Nanosizer-Erweiterung, Filtersystem, Partikelgrößenverteilungen, Alarm setzen
-------------	--

Die blau hinterlegten Felder beschäftigen sich mit der Datenspeicherung und Datenqualität:

datalogger	erlaubt die Eingabe von Kommentaren, die mit dem Datensatz mit abgespeichert werden und den Datentransfer vom internen Speicher auf z.B. einen USB-Stick
settings/calibration	erlaubt die Überprüfung der Kalibrierung des Fidas® Sensors und ggf. eine Neukalibrierung. Zeigt außerdem eine kontinuierliche Einschätzung der Kalibrierung mit einer Abweichung vom Sollwert

Die blau hinterlegten Felder beschäftigen sich mit der hardwareseitigen Funktion des Messgerätes:

device status	zeigt eine Übersicht kritischer Systemparameter, d. h. Volumenstrom, Koinzidenz, Pumpenleistung, Wetterstation, IADS, Kalibrierung, LED Temperatur und Betriebsmodus
expert user menu	erlaubt den Wechsel in den Expertenmodus

Das rot hinterlegte Feld beendet die Messung:

shut down	fährt das Fidas® und das Windows Betriebssystem herunter und sollte zum Ausschalten des Fidas® genutzt werden
-----------	---

**ACHTUNG: ein Ausschalten des Fidas® ohne vorheriges Herunterfahren mittels „shut down“ kann zu einer Korruption der Datenstruktur führen!**

Am oberen Rand links ist der Produktname, darunter das Modell gezeigt. Rechts befindet sich das Firmenlogo.

Am unteren Rand links ist das Feld „menu“ mit dem zu jeder Zeit in dieses Hauptmenu gewechselt werden kann. Rechts ist die Systemstatusanzeige („device ready“ oder „check device status“) und die Systemzeit und das Tagesdatum. Die Zeit und das Datum können unter dem Windows Betriebssystem geändert werden.

## 2.2 „data“ - Datenübersicht

In dieser Datenübersicht werden alle gemessenen PM-Fractionen und die Anzahlkonzentration Cn sowie zusätzlich die gemessenen Werte der Wetterstation für relative Luftfeuchtigkeit, Umgebungstemperatur und Luftdruck angezeigt.

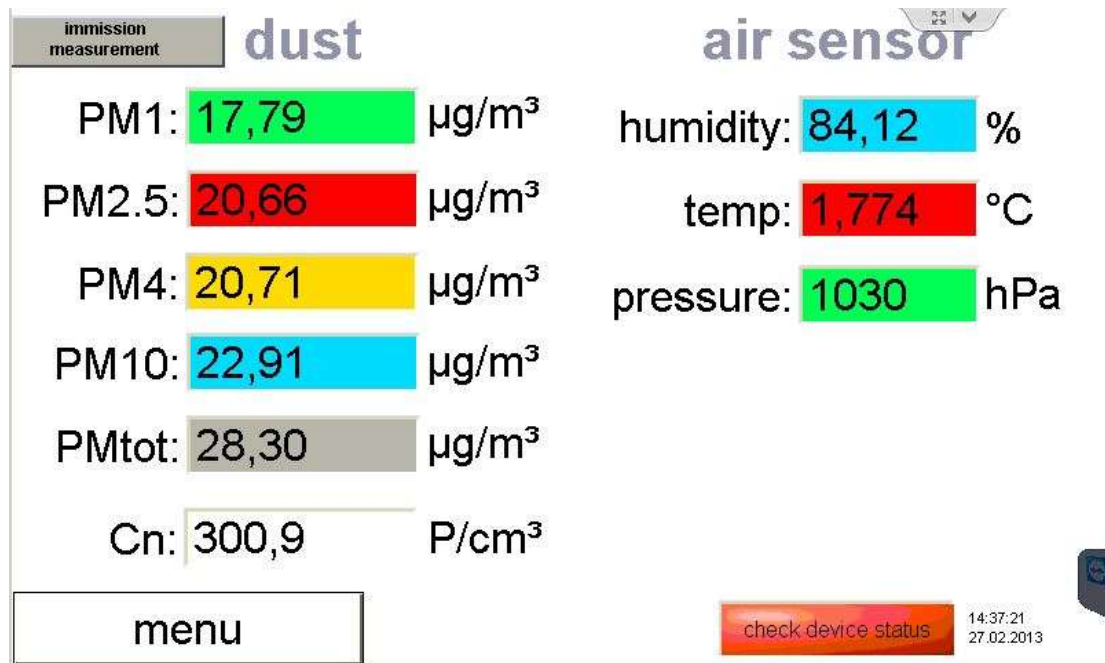


Abbildung 3: „data“ - Datenübersicht

Die Anzahlkonzentration wird in Echtzeit angezeigt, die PM-Fractionen zeigen den gleitenden Mittelwert, gemittelt über 15 Minuten (Eintrag in der promo.ini Datei). Die Daten der Wetterstation werden alle 2 Minuten aktualisiert.

Die Anzeige oben links „immission measurement“ zeigt an, dass die Immissionsfunktion zur Umrechnung der gemessenen Daten für Partikelgröße und Partikelanzahl in die PM-Fractionen Verwendung findet (weitere Informationen zur Messtechnik finden Sie im Handbuch zum Fidas® Feinstaubmesssystem).

### 2.3 „dust chart“ – zeitlicher Verlauf der Feinstaubmesswerte

Das Staubdiagramm zeigt den zeitlichen Verlauf aller gemessenen PM-Werte (farbig, rechte Ordinate) und der Anzahlkonzentration (weiße Linie, linke Ordinate).

Mittels „clear charts“ lässt sich diese Darstellung neu starten (dies hat keine Auswirkung auf die abgespeicherten Daten).

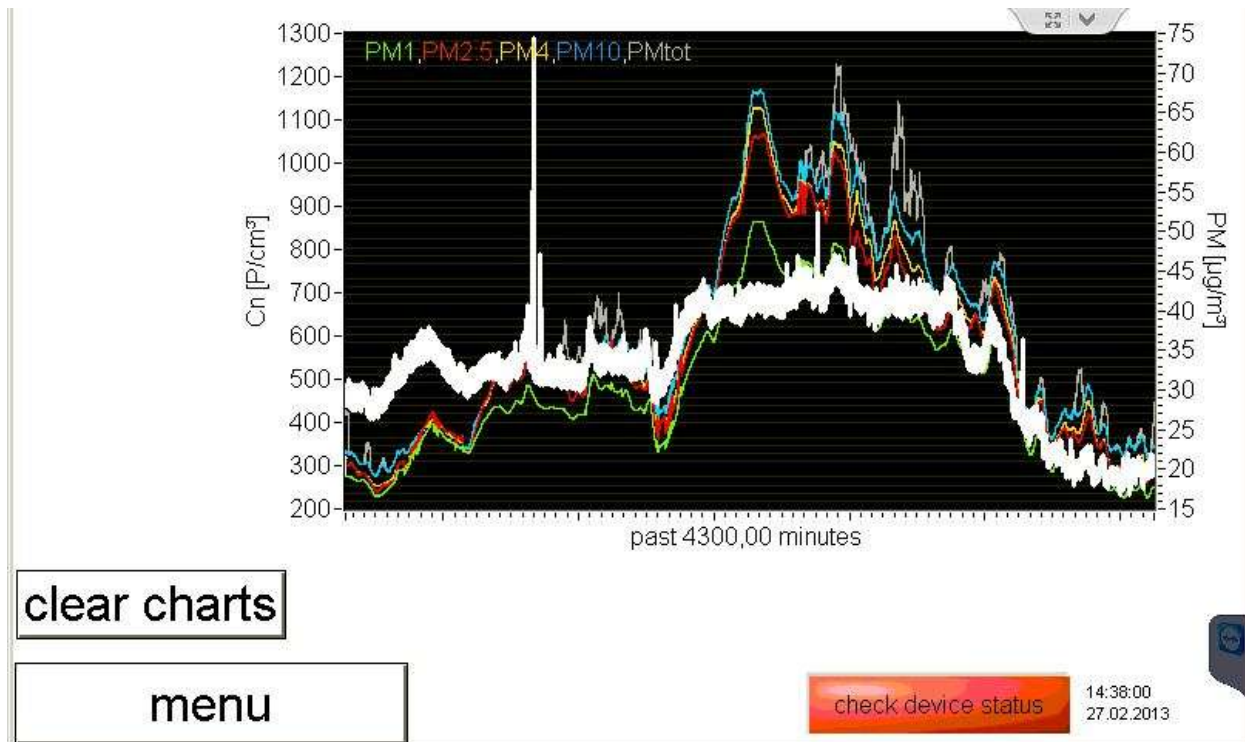


Abbildung 4: „dust chart“ – zeitlicher Verlauf der Feinstaubmesswerte

## 2.4 „air sensor chart“ – zeitlicher Verlauf der Messwerte der Wetterstation

Dieses Diagramm zeigt farblich codiert die gemessene Feuchte (h [%]), die Temperatur T [°C] und den Druck [hPa] der Wetterstation. Das Diagramm wird minütlich aktualisiert und zeigt den zeitlichen Verlauf einer Woche.

Blau	relative Luftfeuchtigkeit	linke Ordinate
Rot	Umgebungstemperatur	rechte Ordinate
Grün	Luftdruck	rechte Ordinate



Abbildung 5: „air sensor chart“ – zeitlicher Verlauf der Messwerte der Wetterstation

**Bemerkung:** Liefert die verwendete Wetterstation (z. B. Luft WS 600-UMB) weitere Werte wie Niederschlagsmenge, Windrichtung und Windgeschwindigkeit, so werden diese ebenfalls mit abgespeichert. Dargestellt sind diese dann unter „accessories -> weather station“.

## 2.5 „accessories“ – Zubehör und Zusatzinformationen

Dieses Menü zeigt Zubehör und bietet Zusatzinformationen, im Einzelnen sind dies:

IADS	steht für „intelligent aerosol drying system“ und bezeichnet die in der Probenahme integrierte und geregelte Heizung. Die Grundeinstellung des IADS kann hier geändert werden.
GPS positioning	falls eine GPS Maus angeschlossen ist, sehen Sie hier die Koordinaten
Weather station	zeigt alle von der Wetterstation gemessenen Messwerte (grafisch dargestellt werden Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Niederschlagsmenge)
Nano sizer/counter	ein DiSCmini der Firma Matter/Testo kann über USB am Fidas® angeschlossen werden, dann werden diese Daten im Fidas® Datensatz automatisch mit gespeichert und hier grafisch dargestellt.
Filter system	unterstützt den Benutzer bei einem manuellen Filterwechsel. Es können hier die Zeit/das Datum der Filtereinlage und Herausnahme und das Gewicht des Filters vor und nach der Messung eingegeben werden
Particle size distribution	zeigt zwei Diagramme mit den gegenwärtig gemessenen Partikelgrößenverteilungen nach Anzahlkonzentration (oben) und Massenkonzentration (unten). In rot ist die diskrete, in blau die kumulative Verteilung gezeigt.
Alarms	Hier kann aktiviert werden, dass das Fidas® eine E-Mail verschickt, wenn die PM-10 Konzentration einen Höchstwert überschreitet.

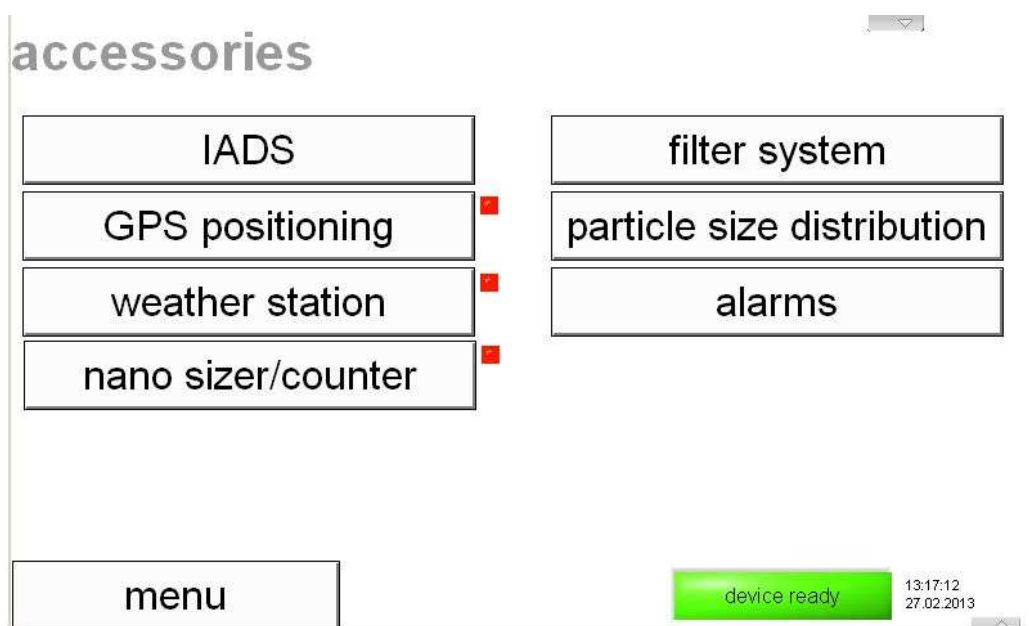


Abbildung 6: „accessories“ – Zubehör und Zusatzinformationen



### 2.5.1 „IADS“ – Einstellungen des intelligent aerosol drying systems

Das IADS dient dazu dem Aerosol die Feuchtigkeit zu entziehen, so dass die Partikel in Ihrer eigentlichen Größe gemessen werden und z. B. Nebeltröpfchen nicht als Partikel interpretiert werden.

Diese in der Probenahme integrierte und geregelte Heizung hat drei Grundeinstellungen:

**“off”**: Das IADS ist ausgeschaltet. Das interne Rohr des IADS wird jedoch, bezogen auf die Umgebungstemperatur, bis +1K erhitzt, um Kondensation innerhalb des IADS und des optischen Sensors zu vermeiden.

**“remove volatile / moisture compensation”**: Das IADS löst flüchtige Partikel (Wassertröpfchen) und kompensiert die Kondensation des Wassers und das damit verbundene Partikelwachstum, wenn die relative Feuchte mehr als 60 % beträgt. Die Sollwert-Temperatur ist dynamisch eingestellt in Abhängigkeit zur Umgebungstemperatur und –feuchte.

**“remove volatile and semi-volatile”**: Das IADS löst flüchtige und halbflüchtige Partikel (Wassertröpfchen, Kohlenwasserstoff-Tröpfchen) und kompensiert den Einfluss der Feuchte auf die Partikelgröße. Die interne Heizung des IADS ist auf eine konstante Temperatur von 75°C eingestellt.

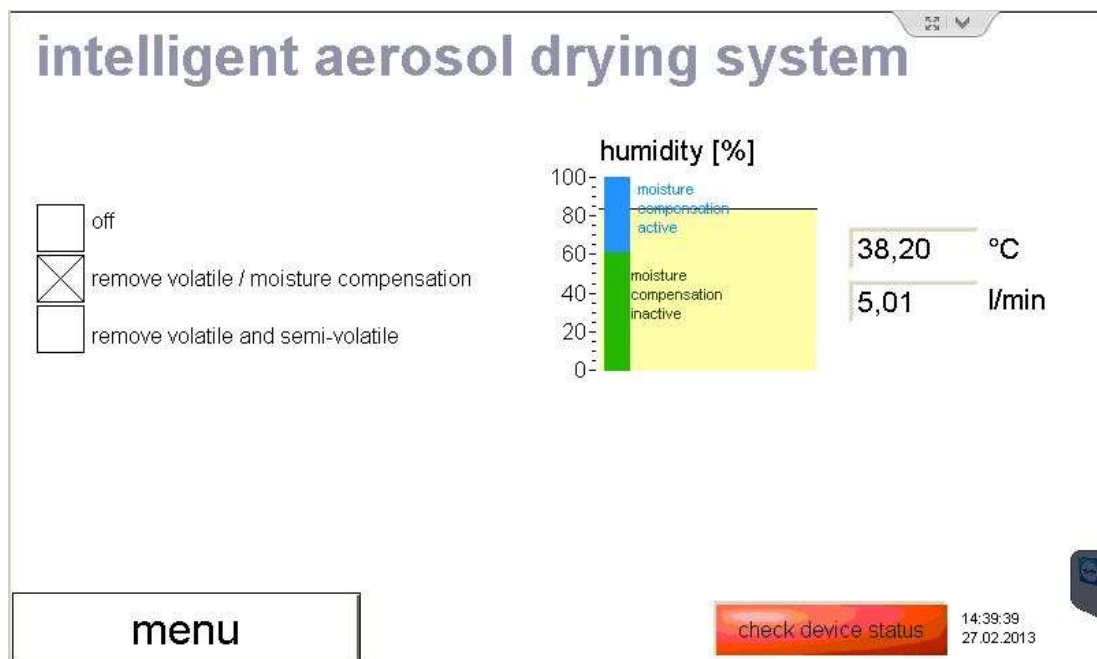


Abbildung 7: „IADS“ – Einstellungen des intelligent aerosol drying systems

## 2.5.2 „GPS positioning“ – Koordinaten der GPS Maus

Bei angeschlossener GPS Maus werden die Daten automatisch übertragen und angezeigt.

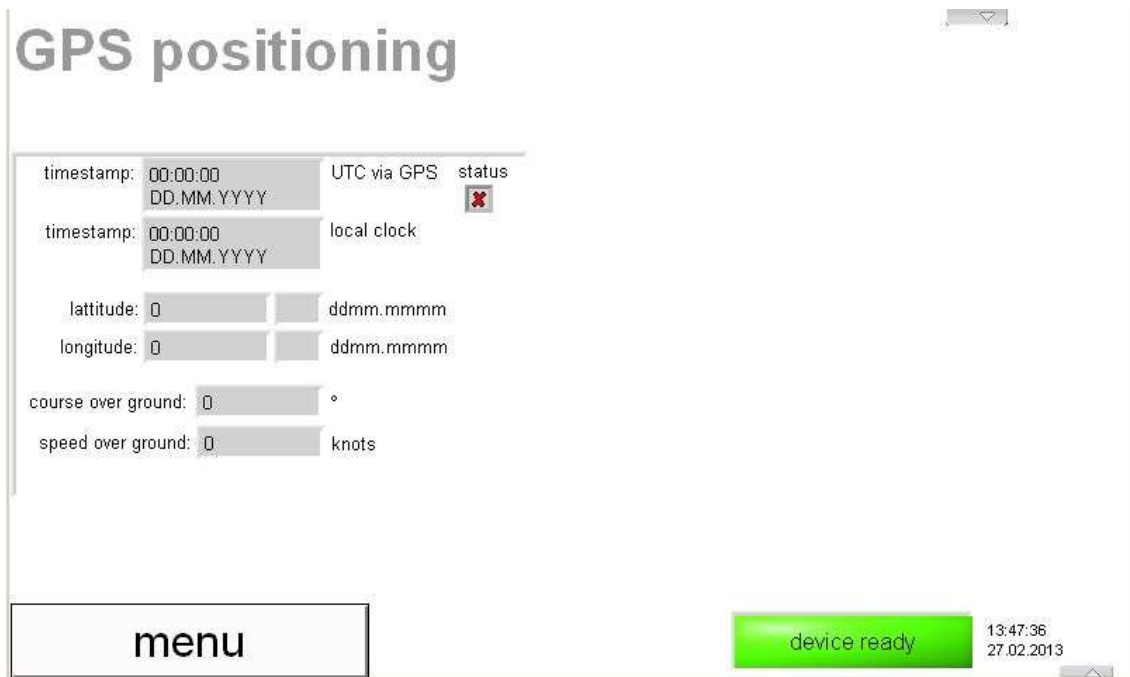


Abbildung 8: „GPS positioning“ – Koordinaten der GPS Maus

### 2.5.3 „weather station“ – Messdaten der Wetterstation

Hier werden alle von der Wetterstation gemessenen Messwerte angezeigt (diese sind auch Bestandteil des Datensatzes). Grafisch dargestellt werden Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Niederschlagsmenge, sofern dies die angeschlossene Wetterstation unterstützt (z. B. Luft WS 600-UMB).

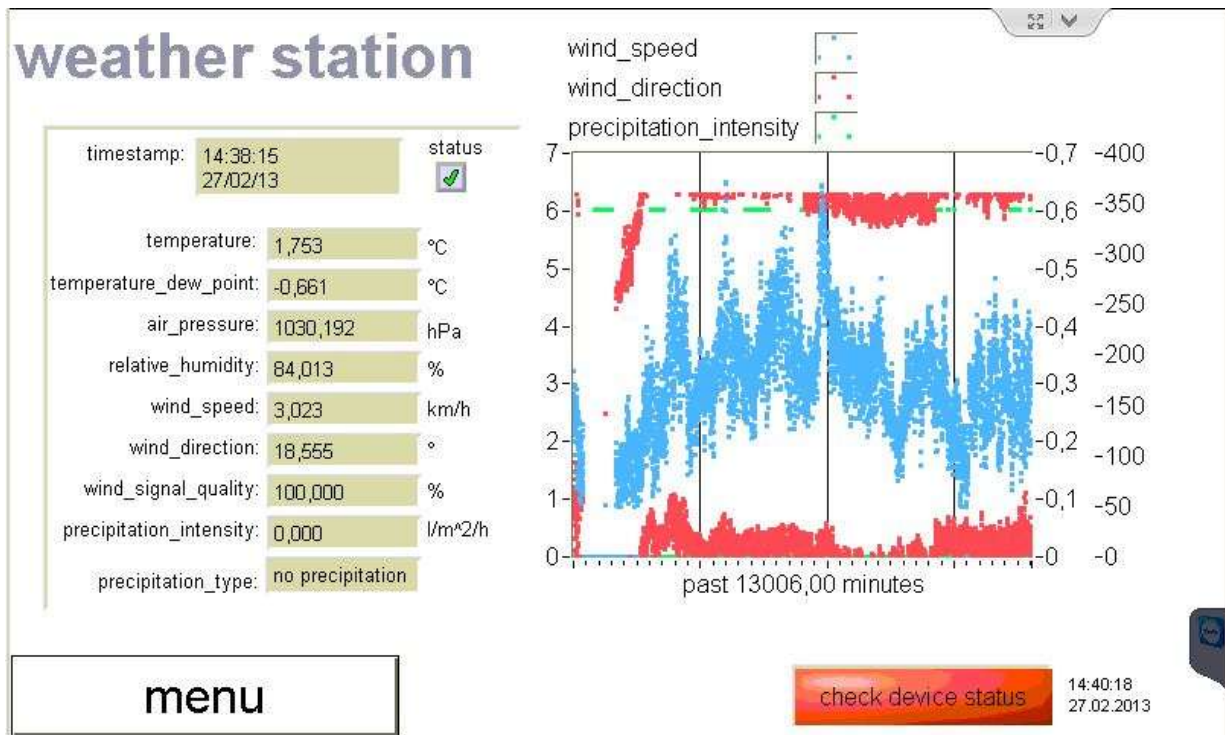


Abbildung 9: „weather station“ – Messdaten der Wetterstation

### 2.5.4 „nano sizer/counter“ – Erweiterung für kleinere Partikelgrößen

Ein DISCmini der Firma Matter/Testo kann über USB am Fidas® angeschlossen werden, dann werden diese Daten im Fidas® Datensatz automatisch mit gespeichert und hier grafisch dargestellt.

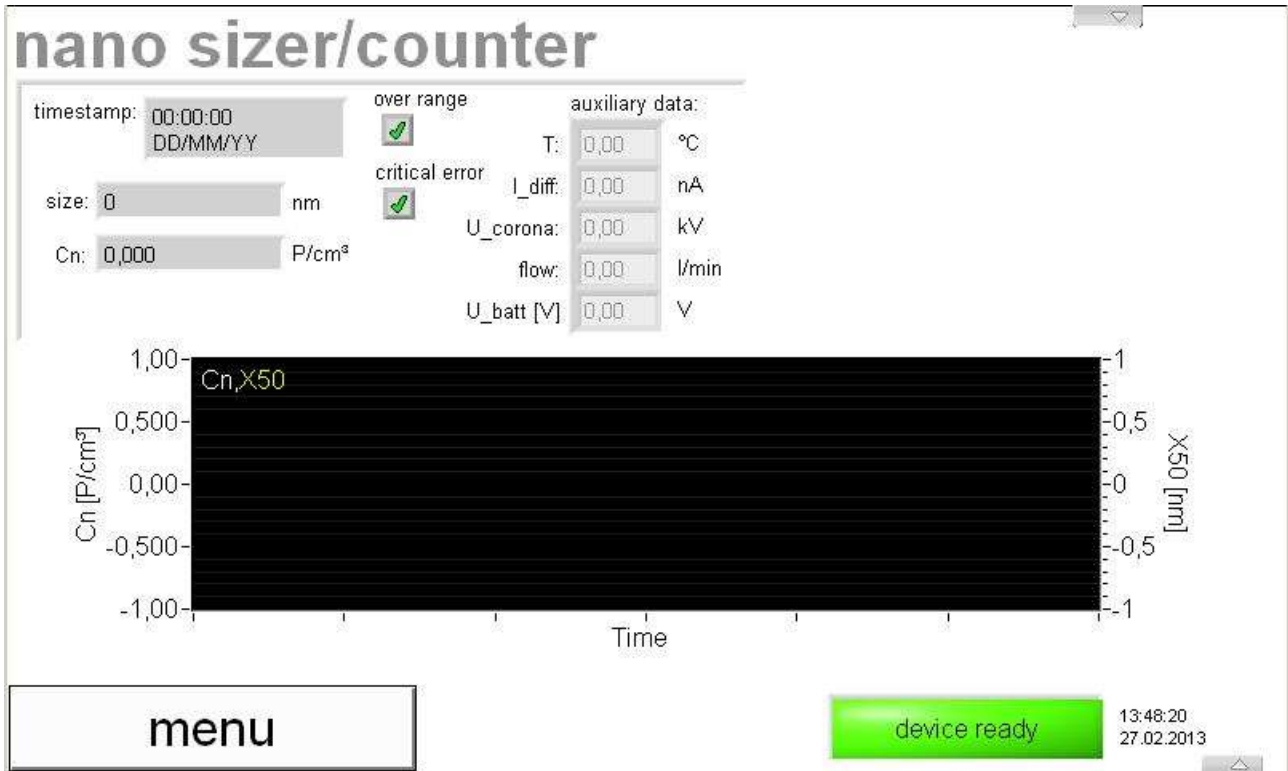


Abbildung 10: „nano sizer/counter“ – Erweiterung für kleinere Partikelgrößen

**Bemerkung:** Unter Umständen muss der Com-Port, der vom USB Adapter automatisch vergeben wird, unter dem Windows Betriebssystem neu vergeben werden.

2.5.5 „filter system“ – manuelle Filtermessung

Wenn man den Filterhalter des Fidas® verwendet, um eine gravimetrische Filtermessung durchzuführen, so kann man hier den Zeitstempel markieren, wann der Filter eingesetzt und herausgenommen wurde. Außerdem kann das Netto- (“weight in”) und Brutto-Gewicht (“weight out”) des Filters angegeben werden.

Nachdem alle notwendigen Werte eingegeben wurden, erscheint das Feld **save to datalogger** und die Filterdaten können in einer Datei abgespeichert werden.

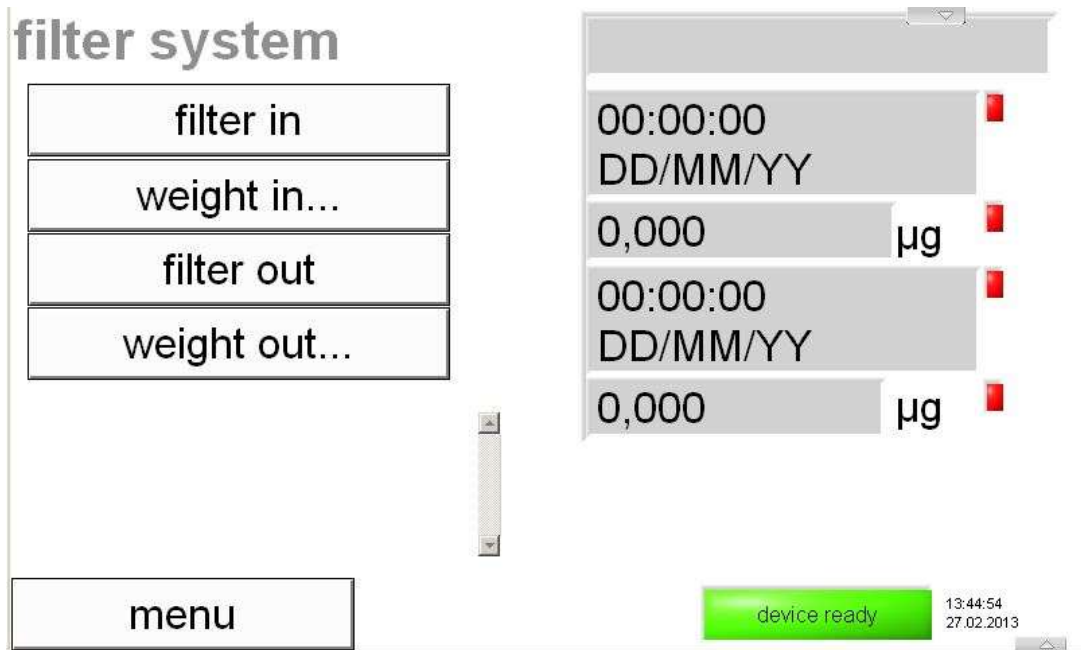


Abbildung 11: „filter system“ – manuelle Filtermessung

Im Einzelnen sind dies:

filter in	Die Istzeit wird automatisch als die Zeit markiert, zu der der Filter eingelegt wurde. Zusätzlich wird eine filter-identification-number (FID) erzeugt und oben angezeigt.
weight in...	Ein Dialogfenster öffnet sich zur Eingabe des Nettogewichts des Totalfilters. Das Nettogewicht muss sich auf den Zeitstempel “filter in” beziehen.
filter out	Die Istzeit wird automatisch als die Zeit markiert, zu der der Filter herausgenommen wurde.
weight out...	Ein Dialogfenster öffnet sich zur Eingabe des Bruttogewichts des Totalfilters. Das Bruttogewicht muss sich auf den Zeitstempel “filter out” beziehen.
save to datalogger	Die erzeugten Daten eines Totalfilters werden auf dem Datalogger gespeichert und sind bei der Analyse der Daten verfügbar.

## 2.5.6 „particle size distribution“ – Partikelgrößenverteilungen

Hier sind zwei Diagramme gezeigt mit den gegenwärtig gemessenen Partikelgrößenverteilungen nach Anzahlkonzentration (oben) und Massenkonzentration (unten). In rot ist die diskrete, in blau die kumulative Verteilung gezeigt.

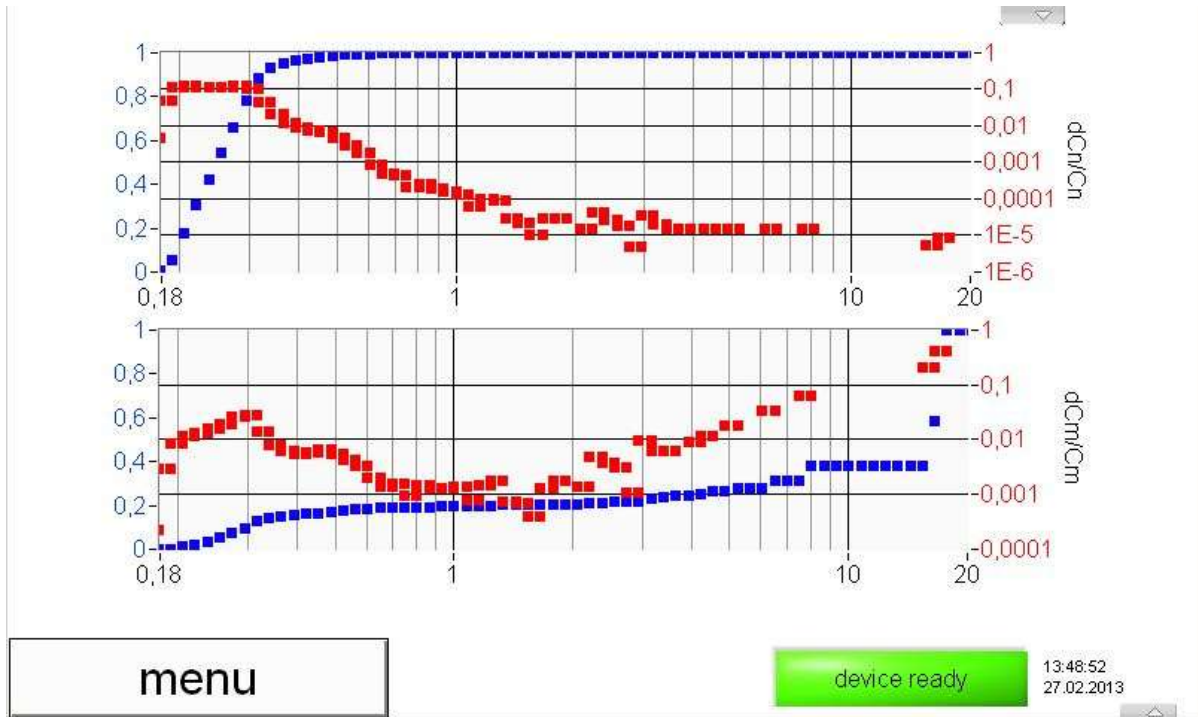


Abbildung 12: „particle size distribution“ – Partikelgrößenverteilungen

### 2.5.7 „E-Mail alarm“ – Benachrichtigung beim Überschreiten einer Maximalkonzentration

Hier kann aktiviert werden, dass das Fidas® eine E-Mail verschickt, wenn die PM-10 Konzentration einen eingegebenen Höchstwert überschreitet.

**alarms**

E-mail alarm by status error

E-mail address:

digital out alarm by PM10 threshold

PM10 threshold:  µg/m<sup>3</sup>

menu

device ready

13:49:24  
27.02.2013

Abbildung 13: „E-Mail alarm“ – Benachrichtigung beim Überschreiten einer Maximalkonzentration

## 2.6 „datalogger“ – Messdatenspeicher

Fidas® speichert die Messdaten fortlaufend intern in einer Datei ab. Es erzeugt für jeden Tag eine neue Datei. Die Dateien können auf einen USB-Stick übertragen werden (copy datafiles to D:\). Wenn ein USB-Stick mit dem Fidas® verbunden ist, kopiert es die Dateien automatisch um Mitternacht auf den USB-Stick.

Zu jeder Zeit kann manuell ein Kommentar eingegeben werden, der dann automatisch mit jeder Datenspeicherung mit abgespeichert wird. Das passiert so lange, bis der Kommentar wieder gelöscht oder ein anderer Kommentar eingegeben wird.

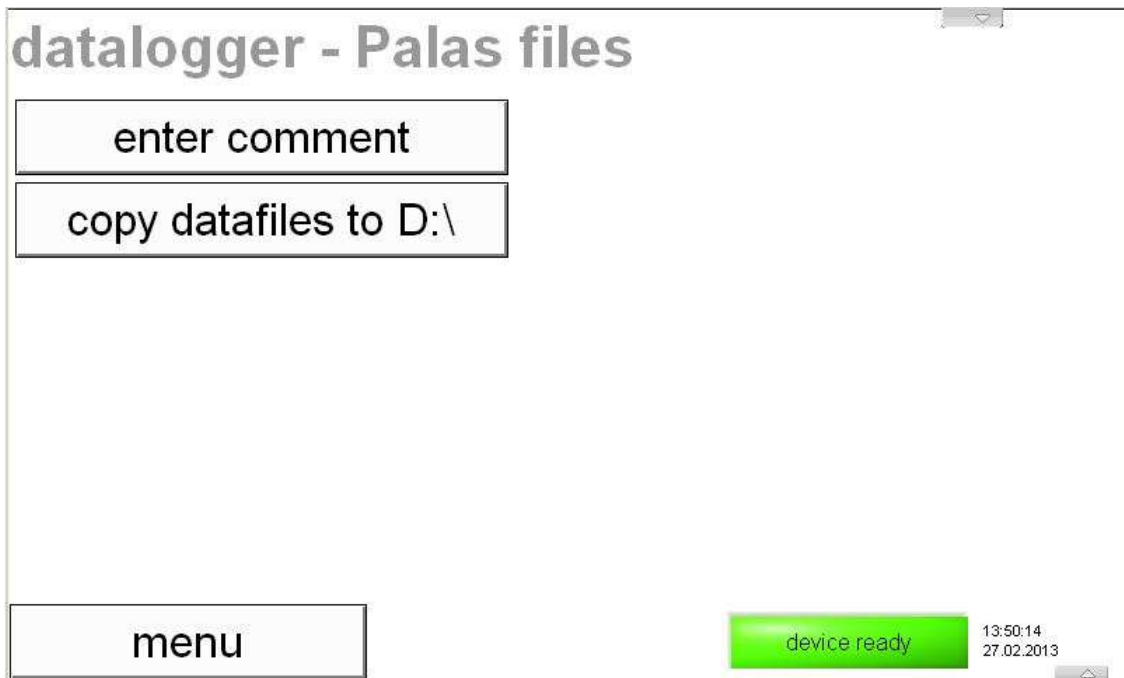


Abbildung 14: “datalogger” - Messdatenspeicher

copy datafiles to D:\	Kopiert die Dateien des internen Speichers auf den USB-Stick (Laufwerk D:\ ist der frontseitige USB Eingang).
-----------------------	---



## 2.7 „settings/calibration“ – Kalibrierung/Verifikation des Fidas®

Die Kalibrierung des Fidas® wird online überwacht. Dazu wird das gemessene Signal speziell analysiert. Sollte die Kalibrierung langsam driften, so wird dies hier dargestellt. Bei einer Abweichung von mehr als 3.5 Rohdatenkanälen wird ein Fehler gesetzt (siehe auch 2.8).

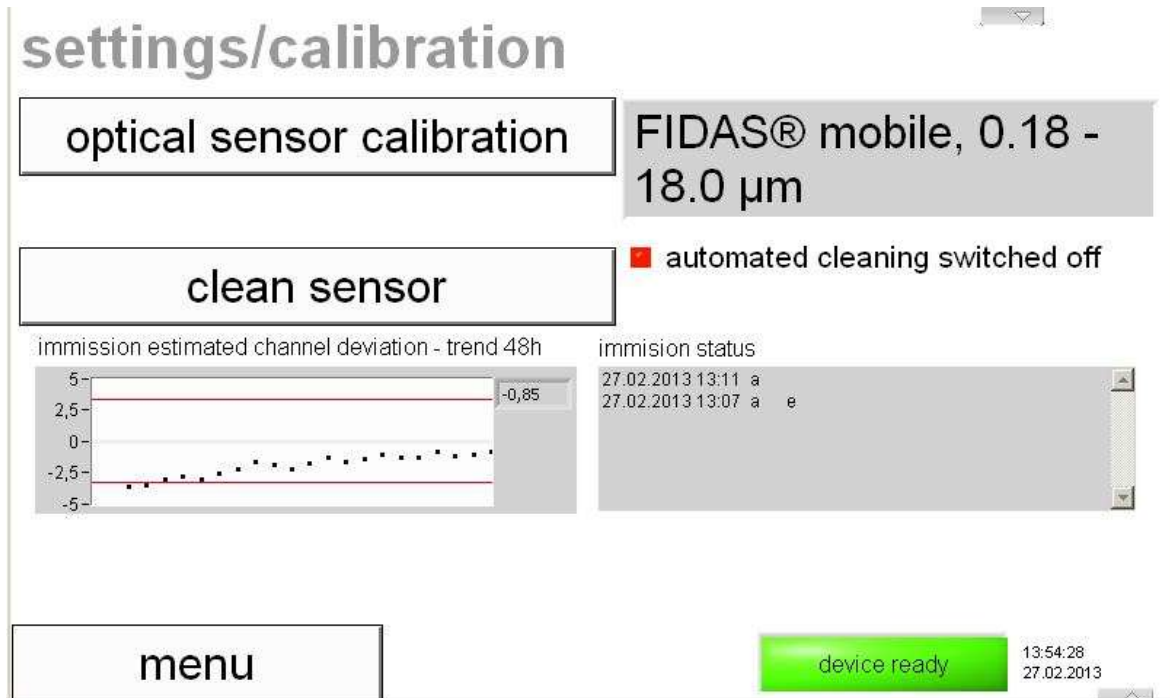


Abbildung 15: “settings/calibration” – Kalibrierung/Verifikation des Fidas®

Für eine Kalibrierung des Fidas® betätigen Sie „optical sensor calibration“, es öffnet sich dann ein Bildschirm in dem die Kalibrierung mit Kalibrierstaub durchgeführt werden kann (weiterführende Informationen hierzu finden Sie im Fidas® Handbuch).

Mit „clean sensor“ kann eine Routine gestartet werden, die das IADS auf 75°C aufheizt und gleichzeitig die Pumpen alternierend von 0 auf maximalen Volumenstrom bringt. Dies ist dazu gedacht, um etwaiges Material im Probenahmerohr „los zu schütteln“.

Eine automatische Aktivierung dieser Routine kann in der promo.ini eingestellt werden.

Der „immission status“ zeigt Aktivitäten am Fidas® mit Datum und Uhrzeit an:

a	auto mode	Standard Betriebsmodus des Fidas®
c	calibration mode	während der Kalibrierung des Fidas® werden die Daten mit “c” markiert und nicht in die Auswertung mit einbezogen
i	idle	das Fidas® wurde in den “idle” Betriebsmodus versetzt und misst keine Daten
m	manual mode	das Fidas® wurde in den manuellen Betriebsmodus versetzt

## 2.8 “device status” – Statusübersicht

Hier werden verschiedene Sensorinformationen gezeigt, die für einen korrekten Betrieb des Fidas® nötig sind. Diese Informationen werden auch in Form eines Fehlerbytes mit jedem Datensatz mit abgespeichert.

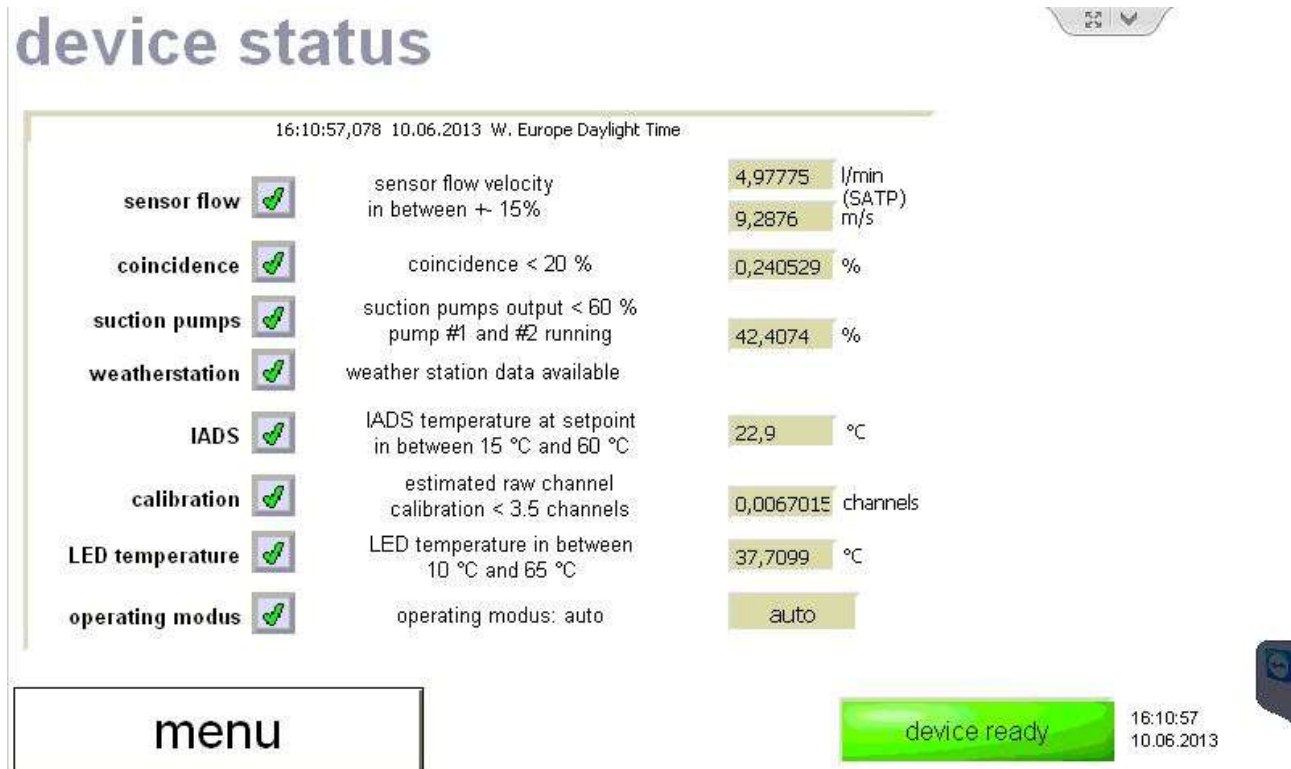


Abbildung 16: “device status” – Statusübersicht

Im Einzelnen sind dies:

**Sensor flow** mittels eines Regelkreises mit Massflowmeter und unter Einbezug der gemessenen Werte für Temperatur und Luftdruck wird der Volumenstrom durch das Fidas® 100 oder 200 auf 4,8 l/min geregelt. Normiert ist dieser Volumenstrom dann auf „standard atmospheric temperature and pressure (SATP)“, d. h. bezogen auf 25°C und 1013 hPa.

**Bemerkung:** In älteren Modellen wurde auf 5,0 l/min geregelt und angezeigt.

Der zweite Wert zeigt die Geschwindigkeit der Partikel durch das optische Detektionsvolumen.

Ein Fehler wird angezeigt, wenn der Volumenstrom mehr als 15 % vom Sollwert abweicht oder wenn die Geschwindigkeit der Partikel zu stark vom geregelten Volumenstrom abweicht.

**Coincidence** Detektion von mehr als einem Partikel im optischen Detektionsvolumen. Ausgabe eines Fehlers, wenn dies mit einer Häufigkeit von mehr als 20 % auftritt.

Suction pumps	Im Fidas® 100 und 200 sorgen zwei Pumpen, die parallel geschaltet sind für den Volumenstrom. Sollte eine Pumpe ausfallen, so kann die andere übernehmen, entsprechend höher ist dann die Leistungsaufnahme, was zu einem Fehler führt. Sollten beide Pumpen gleichmäßig altern, so wird ebenfalls bei einer Überschreitung von 60 % ein Fehler ausgelöst. Wichtig zu bemerken ist, dass das Gerät erst mal weitermisst und die Daten auch gut sind, allerdings muss der Benutzer sich um einen baldigen Austausch der Pumpen kümmern
Weatherstation	zeigt an, dass eine Wetterstation korrekt verbunden ist und Werte übermittelt
IADS	zeigt an, dass das IADS korrekt verbunden ist und die Temperatur dem vorgegebenen Regelpunkt entspricht
Calibration	Überwacht die Kalibrierung online, sollte diese um mehr als 3.5 Rohdatenkanäle abweichen, wird der Fehler gesetzt.
<b><u>Bemerkung:</u> In einzelnen Fällen kann dieser Wert kurzfristig außerhalb liegen, was trotzdem bedeuten kann, dass das Gerät ordnungsgemäß funktioniert. Handlungsbedarf (d. h. eine Feldkalibrierung mit dem Kalibrierstaub) ist nur gegeben, wenn dies ein langfristiger Trend (24 Stunden) ist.</b>	
LED temperature	Die LED Lichtquelle wird temperaturgeregelt. Sollte in diesem Regelkreis ein Problem auftreten wird dieses Fehlerbit gesetzt.
Operating modus	Der Betriebsmodus sollte auf „auto“ gesetzt sein, ansonsten werden u. U. die Daten nicht korrekt abgespeichert, bzw. startet das Gerät nach einem Stromausfall nicht wieder selbstständig.

## 2.9 “expert user menu” – Expertenmodus

Für weitere Funktionen und Informationen kann der Benutzer in den Expertenmodus wechseln. Dieser Wechsel verlangt die Eingabe eines Codes, dieser lautet „1“ gefolgt von „-“, gefolgt von „accept“ (Abbildung 17).

Weitere Informationen zum Expertenmodus finden Sie im Handbuch zum Expertenmodus.

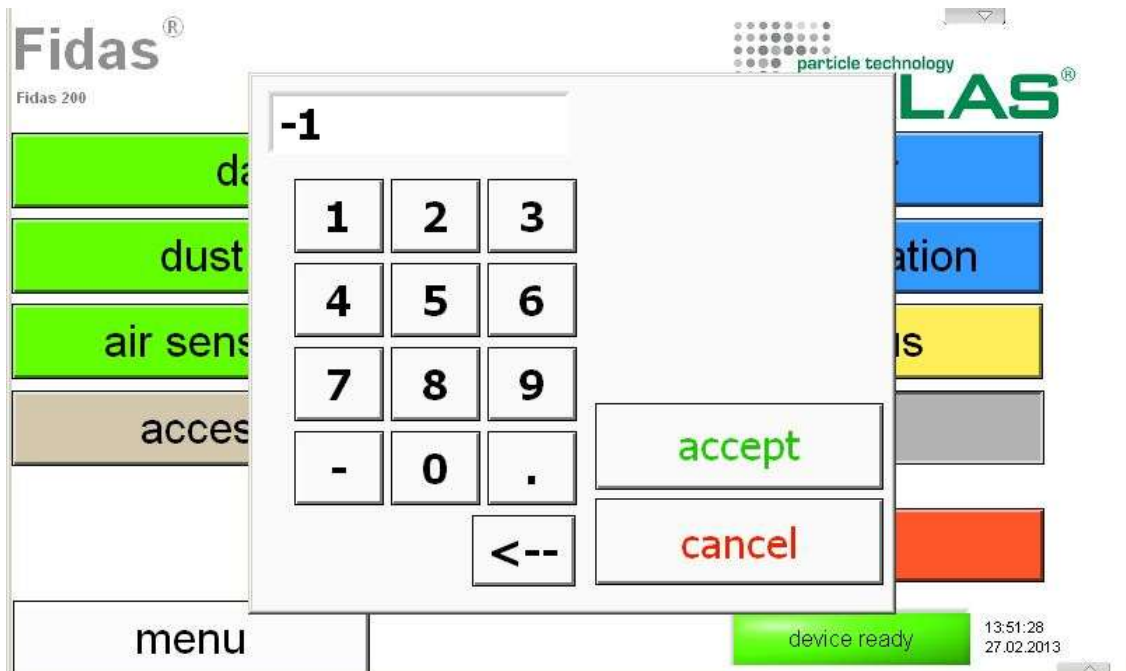


Abbildung 17: „expert user menu“ - Wechsel

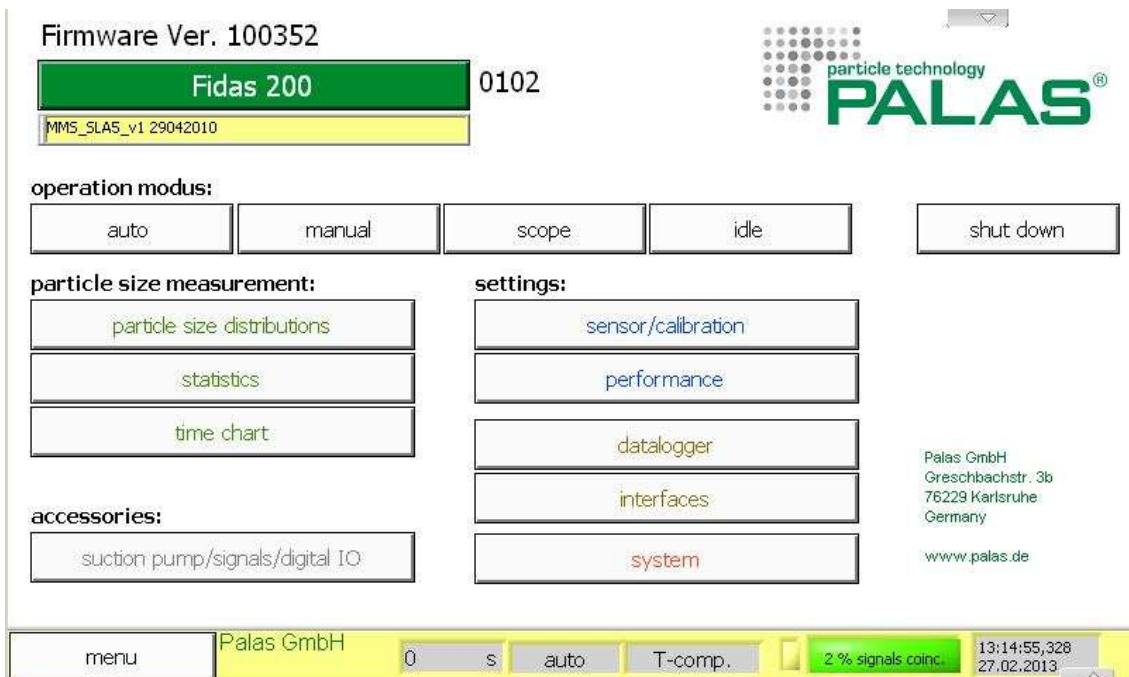


Abbildung 18: „expert user menu“ - Hauptmenü

## **2.10 "shut down" – Fidas® ausschalten**

**Zum Ausschalten des Fidas® empfehlen wir immer die Taste "shut down" zu verwenden.**

Da die Fidas® Firmware auf einem dynamischen Betriebssystem läuft, das auf Windows XPembedded für industrielle Anwendungen basiert, sollten Fidas® Modelle niemals am Netzschalter ausgeschaltet werden, da es sonst zu einer Korruption des Datensystems kommen kann.

# Kompaktwetterstation

WS200-UMB

WS300-UMB

WS301-UMB

WS302-UMB

WS303-UMB

WS304-UMB

WS400-UMB

WS401-UMB

WS500-UMB

WS501-UMB

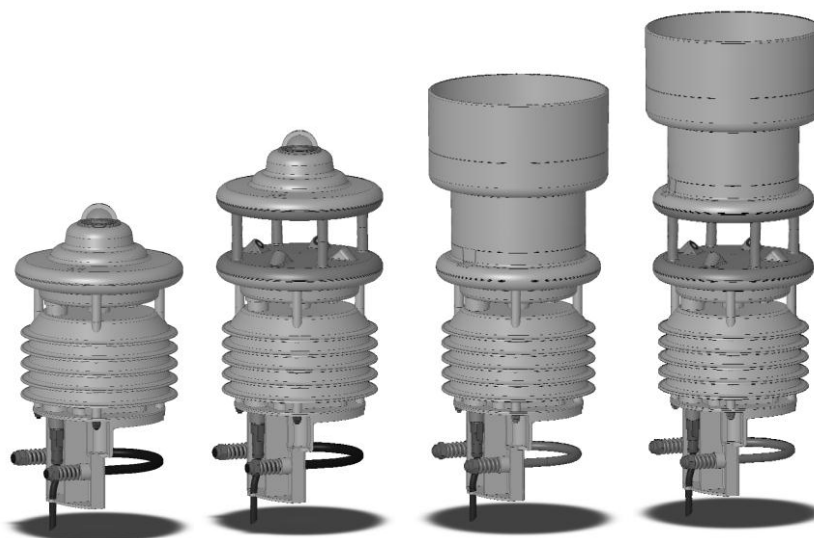
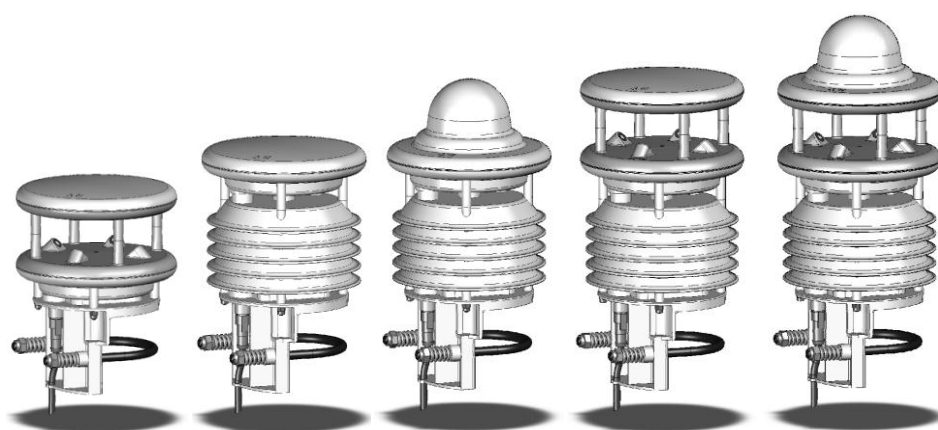
WS502-UMB

WS503-UMB

WS504-UMB

WS600-UMB

WS601-UMB





## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vor Inbetriebnahme lesen .....</b>	<b>5</b>
1.1	Verwendete Symbole.....	5
1.2	Sicherheitshinweise.....	5
1.3	Bestimmungsgemäße Verwendung.....	5
1.4	Fehlerhafte Verwendung .....	5
1.5	Gewährleistung.....	5
1.6	Verwendete Markennamen.....	5
<b>2</b>	<b>Lieferumfang .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Bestellnummern .....</b>	<b>7</b>
3.1	Zubehör .....	9
3.2	Ersatzteile .....	9
3.3	Weitere Dokumente und Software .....	9
<b>4</b>	<b>Gerätebeschreibung .....</b>	<b>10</b>
4.1	Lufttemperatur und Luftfeuchte.....	10
4.2	Luftdruck.....	10
4.3	Niederschlag.....	11
4.4	Feuchtkugeltemperatur.....	11
4.5	Spezifische Enthalpie .....	11
4.6	Luftdichte .....	11
4.7	Wind .....	11
4.8	Kompass.....	11
4.9	Heizung .....	11
4.10	Globalstrahlung .....	11
4.11	Blattnässe .....	11
4.12	Externer Temperatursensor.....	11
4.13	Externe Kippwaage.....	11
4.14	Sensorik am Beispiel WS600-UMB .....	12
<b>5</b>	<b>Messwertbildung.....</b>	<b>13</b>
5.1	Aktueller Messwert (act) .....	13
5.2	Minimal- und Maximalwert (min und max) .....	13
5.3	Mittelwert (avg) .....	13
5.4	Vektorieller Mittelwert (vct) .....	13
<b>6</b>	<b>Messwertausgabe .....</b>	<b>14</b>
6.1	Luft- und Taupunkttemperatur .....	14
6.2	Windchill-Temperatur.....	14
6.3	Luftfeuchte.....	14
6.4	Luftdruck.....	14
6.5	Feuchtkugeltemperatur.....	15
6.6	Spezifische Enthalpie .....	15
6.7	Luftdichte .....	15
6.8	Windgeschwindigkeit .....	16
6.9	Windrichtung.....	16
6.10	Güte der Windmessung.....	17
6.11	Kompass.....	17
6.12	Niederschlagsmenge absolut .....	18
6.13	Niederschlagsmenge differentiell.....	18
6.14	Niederschlagsintensität.....	18
6.15	Niederschlagsart.....	19
6.16	Heizungstemperaturen .....	19
6.17	Globalstrahlung .....	19
6.18	Blattnässe .....	20



<b>7</b>	<b>Montage</b> .....	<b>21</b>
7.1	Befestigung.....	21
7.2	Ausrichtung nach Norden .....	22
7.3	Auswahl des Aufstellungsortes .....	23
<b>8</b>	<b>Anschlüsse</b> .....	<b>25</b>
8.1	Versorgungsspannung.....	25
8.2	RS485-Schnittstelle .....	25
8.3	Anschluss an ISOCON-UMB (8160.UISO) .....	26
8.4	Verwendung von Überspannungsschutz (8379.USP).....	26
8.5	Anschluss des Blattnässe-Sensors.....	26
8.6	Anschluss externer Temperatur- und Niederschlags-Sensoren.....	26
<b>9</b>	<b>Inbetriebnahme</b> .....	<b>27</b>
<b>10</b>	<b>Konfiguration und Test</b> .....	<b>28</b>
10.1	Werkseinstellung.....	28
10.2	Konfiguration mit UMB-Config-Tool .....	28
10.3	Funktionstestmit UMB-Config-Tool .....	34
10.4	Betriebsarten der Kompaktwetterstation .....	35
10.5	Betriebsarten der Geräteheizung .....	37
<b>11</b>	<b>Firmwareupdate</b> .....	<b>39</b>
<b>12</b>	<b>Wartung</b> .....	<b>39</b>
12.1	Wartung Kippwaage.....	40
<b>13</b>	<b>Technische Daten</b> .....	<b>41</b>
13.1	Messbereich / Genauigkeit .....	43
13.2	Zeichnungen .....	46
<b>14</b>	<b>EG-Konformitätserklärung</b> .....	<b>54</b>
<b>15</b>	<b>Fehlerbeschreibung</b> .....	<b>55</b>
<b>16</b>	<b>Entsorgung</b> .....	<b>56</b>
16.1	Innerhalb der EU.....	56
16.2	Außerhalb der EU .....	56
<b>17</b>	<b>Reparatur / Instandsetzung</b> .....	<b>56</b>
17.1	Technischer Support.....	56
<b>18</b>	<b>Externe Sensoren</b> .....	<b>57</b>
18.1	Blattnässe-Sensor.....	57
18.2	Temperatur und Niederschlagssensoren .....	59
<b>19</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>61</b>
19.1	Übersicht Kanalliste .....	61
19.2	Übersicht Kanalliste nach TLS2002 FG3 .....	63
19.3	Kommunikation im Binär-Protokoll.....	64
19.4	Kommunikation im ASCII-Protokoll .....	67
19.5	Kommunikation im Terminal-Mode .....	70
19.6	Kommunikation im SDI-12 Modus.....	73
19.7	Kommunikation im Modbus Modus .....	114
<b>20</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>123</b>
<b>21</b>	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>124</b>

## 1 Vor Inbetriebnahme lesen

Dieses Handbuch gilt für Geräte der Lufft WS Familie ab Geräteversion 31 (ab Juli 2012). Einzelne Funktionen oder Eigenschaften, die in diesem Handbuch beschrieben werden, können für ältere Geräte nicht verfügbar bzw. nicht gültig sein. Die Geräteversion ist aus der letzten Zahl der Seriennummer zu erkennen, z.B.: das Gerät mit SN: 063.1010.0701.021 ist Version 21.

Falls Sie ein älteres Gerät der WS-Familie benutzen, sollten Sie auf das Handbuch für Geräte bis Version 29 zurückgreifen ([www.lufft.com/de/support/downloads](http://www.lufft.com/de/support/downloads))

### 1.1 Verwendete Symbole



Wichtiger Hinweis auf mögliche Gefahren für den Anwender



Wichtiger Hinweis für die korrekte Funktion des Gerätes

### 1.2 Sicherheitshinweise



- Die Montage und Inbetriebnahme dürfen nur durch ausreichend qualifiziertes Fachpersonal erfolgen.
- Niemals an spannungsführenden Teilen messen oder spannungsführende Teile berühren.
- Technische Daten, Lager- und Betriebsbedingungen beachten.

### 1.3 Bestimmungsgemäße Verwendung



- Das Gerät darf nur innerhalb der spezifizierten technischen Daten betrieben werden.
- Das Gerät darf nur unter den Bedingungen und für die Zwecke eingesetzt werden, für die es konstruiert wurde.
- Die Betriebssicherheit und Funktion ist bei Modifizierung oder Umbauten nicht mehr gewährleistet.

### 1.4 Fehlerhafte Verwendung

Bei fehlerhafter Montage



- funktioniert das Gerät möglicherweise nicht oder nur eingeschränkt
- kann das Gerät dauerhaft beschädigt werden
- kann Verletzungsgefahr durch Herabfallen des Gerätes bestehen

Wird das Gerät nicht ordnungsgemäß angeschlossen



- funktioniert das Gerät möglicherweise nicht
- kann dieses dauerhaft beschädigt werden
- besteht unter Umständen die Gefahr eines elektrischen Schlags

### 1.5 Gewährleistung

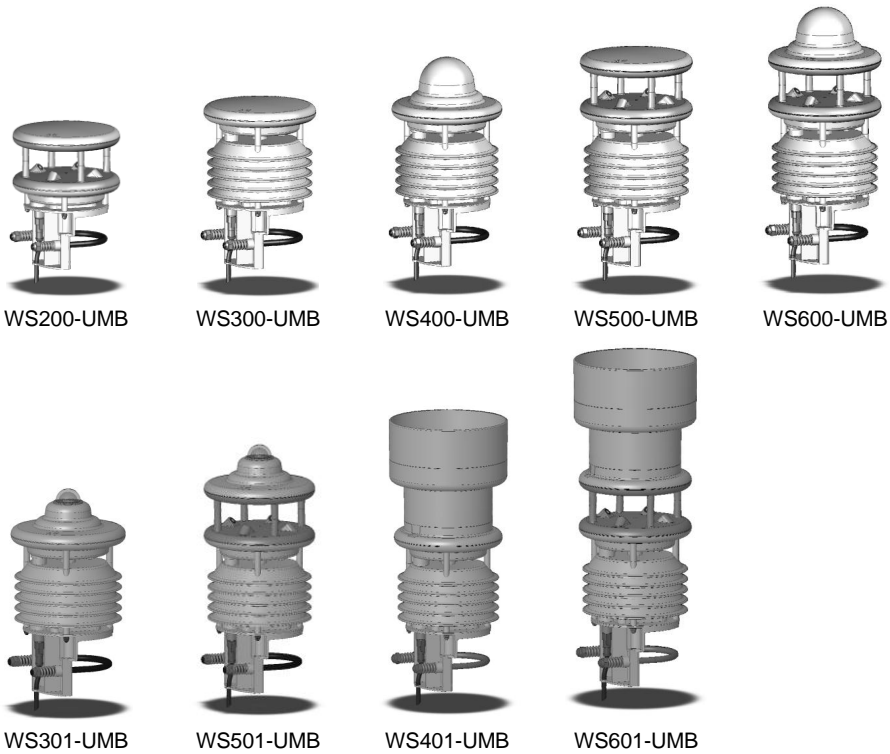
Die Gewährleistung beträgt 12 Monate ab Lieferdatum. Wird die bestimmungsgemäße Verwendung missachtet, erlischt die Gewährleistung.

### 1.6 Verwendete Markennamen

Alle verwendeten Markennamen unterliegen uneingeschränkt dem gültigen Markenrecht und dem Besitzrecht des jeweiligen Eigentümers.

## 2 Lieferumfang

- Gerät



- Anschlusskabel 10m



- Betriebsanleitung



### 3 Bestellnummern

**WS200-UMB** 8371.U01

- Windrichtung
- Windgeschwindigkeit
- Kompass

**WS300-UMB** 8372.U01

- Lufttemperatur
- Luftfeuchte
- Luftdruck

**WS301-UMB** 8374.U01

**WS302-UMB** 8374.U10

**WS303-UMB** 8374.U11

**WS304-UMB** 8374.U12

- Lufttemperatur
- Luftfeuchte
- Luftdruck
- Globalstrahlung

**WS400-UMB** 8369.U01 (Europa, USA, Kanada)

• Niederschlag Radar 8369.U02 (UK)

- Lufttemperatur
- Luftfeuchte
- Luftdruck

**WS401-UMB** 8377.U01

- Niederschlag Kippwaage
- Lufttemperatur
- Luftfeuchte
- Luftdruck

**WS500-UMB****8373.U01**

- Windrichtung
- Windgeschwindigkeit
- Lufttemperatur
- Luftfeuchte
- Luftdruck
- Kompass

**WS501-UMB****8375.U01****WS502-UMB****8375.U10****WS503-UMB****8375.U11****WS504-UMB****8375.U12**

- Windrichtung
- Windgeschwindigkeit
- Lufttemperatur
- Luftfeuchte
- Luftdruck
- Kompass
- Globalstrahlung

**WS600-UMB****8370.U01** (Europa, USA, Kanada)

- Niederschlag Radar
- Windrichtung
- Windgeschwindigkeit
- Lufttemperatur
- Luftfeuchte
- Luftdruck
- Kompass

**8370.U02** (UK)**WS601-UMB****8376.U01**

- Niederschlag Kippwaage
- Windrichtung
- Windgeschwindigkeit
- Lufttemperatur
- Luftfeuchte
- Luftdruck
- Kompass

### 3.1 Zubehör

Netzteil 24V/100VA	8366.USV1
ISOCON-UMB	8160.UISO
Überspannungsschutz	8379.USP
Blattnässe-Sensor WLW100 (nur für WS401-UMB u. WS601-UMB)	8358.10
Externe Kippwaage WTB100	8353.10
Externe Temperatursensoren:	
Temperatursensor WT1	8160.WT1
Passiver Fahrbahnoberflächentemperatur-Sensor WST1	8160.WST1

### 3.2 Ersatzteile

Anschlussleitung 10m auf Anfrage

### 3.3 Weitere Dokumente und Software

Im Internet unter [www.lufft.de](http://www.lufft.de) finden Sie folgende Dokumente und Software zum Herunterladen.

Betriebsanleitung	• dieses Dokument
UMB-Config-Tool	• Software für Windows® zum Test, Firmwareupdate und zur Konfiguration der UMB-Geräte
UMB-Protokoll	• Kommunikationsprotokoll der UMB-Geräte
Firmware	• aktuelle Firmware des Gerätes

## 4 Gerätebeschreibung

Bei der WS-Familie handelt es sich um preisgünstige Kompaktwetterstationen zur Erfassung verschiedener Messgrößen, wie z.B. bei Umfelddatenerfassungen in der Verkehrstechnik. Je nach Variante enthält das Gerät eine unterschiedliche Kombination von Sensoren für die verschiedenen Messgrößen.

	WS200-UMB	WS300-UMB	WS301-UMB**	WS400-UMB	WS401-UMB	WS500-UMB	WS501-UMB***	WS600-UMB	WS601-UMB
<b>Lufttemperatur</b>		•	•	•	•	•	•	•	•
<b>Luftfeuchte</b>		•	•	•	•	•	•	•	•
<b>Luftdruck</b>		•	•	•	•	•	•	•	•
<b>Niederschlag</b>				•	•*			•	•*
<b>Windrichtung</b>	•					•	•	•	•
<b>Windgeschwindigkeit</b>	•					•	•	•	•
<b>Kompass</b>	•					•	•	•	•
<b>Globalstrahlung</b>			•				•		
<b>Blattnässe (extern)</b>					•				•
<b>Temperatur (extern)</b>	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<b>Kippwaage (extern)</b>	•	•	•			•	•		
<b>Energiesparmodus 2</b>	•	•	•		•	•	•		•

\*) WS401-UMB und WS601-UMB erfassen den Niederschlag mittels Kippwaage

\*\*) gilt auch für WS302-UMB, WS303-UMB, WS304-UMB

\*\*\*) gilt auch für WS502-UMB, WS503-UMB, WS504-UMB

Die in der Tabelle aufgeführten externen Sensoren sind optionales Zubehör und nicht Teil des Lieferumfangs. Die Tabelle gibt an, welche externen Sensoren an den verschiedenen Modellen angeschlossen werden können.



**Hinweis:** Der externe Temperatursensor und die externe Kippwaage benutzen den selben Eingang, daher kann immer nur einer der beiden angeschlossen werden.

**Achtung:** Bei Geräten mit Radar-Niederschlagserfassung ist darauf zu achten, dass es auf Grund der Zulassung des verwendeten Radarsensors unterschiedliche Ländervarianten gibt.

Der Anschluss des Gerätes erfolgt über einen 8-poligen Schraubsteckverbinder mit dem dazugehörigen Anschlusskabel (Länge 10m).

Die gemessenen Werte werden über die RS485-Schnittstelle gemäß dem UMB-Protokoll abgefragt.

Die Konfiguration und Messwertabfrage bei der Inbetriebnahme erfolgt mit dem UMB-Config-Tool (Windows®-PC-Software).

### 4.1 Lufttemperatur und Luftfeuchte

Die Ermittlung der Lufttemperatur erfolgt durch die Messung eines hochgenauen NTC-Widerstandes und die Feuchte mittels eines kapazitiven Feuchtesensors. Um äußere Einflüsse (wie z.B. Sonnenstrahlung) möglichst gering zu halten, befinden sich diese Sensoren in einem zwangsbelüfteten Strahlenschutz. Im Gegensatz zu herkömmlichen unbelüfteten Sensoren ermöglicht dies eine deutlich genauere Messung bei hohen Strahlungsleistungen.

Aus der Lufttemperatur und Luftfeuchte werden unter Berücksichtigung des Luftdrucks weitere Größen wie Taupunkt, absolute Feuchte und Mischungsverhältnis berechnet.

### 4.2 Luftdruck

Der absolute Luftdruck wird über einen integrierten Sensor (MEMS) im Inneren des Gerätes gemessen. Über die barometrische Höhenformel wird mit Hilfe der vom Anwender im Gerät konfigurierbaren Ortshöhe der relative Luftdruck bezogen auf Meereshöhe (NN) berechnet.

#### 4.3 Niederschlag

Für die Erfassung des Niederschlags wird die bewährte Radartechnik aus dem R2S-UMB-Sensor verwendet. Der Niederschlagssensor arbeitet mit einem 24GHz Doppler-Radar, mit dem die Tropfengeschwindigkeit erfasst und anhand der Korrelation von Tropfengröße und Geschwindigkeit die Niederschlagsmenge und -art berechnet wird.

WS401-UMB und WS601-UMB verwenden statt der Radartechnik eine unbeheizte Kippwaage zur Niederschlagserfassung. Diese Ausführung bietet sich u.a. für Anwendungen mit niedrigem Energiebedarf an.

#### 4.4 Feuchtkugeltemperatur

Die Feuchtkugeltemperatur ist die Temperatur, die sich an einer befeuchteten oder vereisten Oberfläche bei vorbeiströmender Luft einstellt.

#### 4.5 Spezifische Enthalpie

Zustandsgröße der feuchten Luft, die sich aus den spezifischen Enthalpien (Wärmeinhalten) der Komponenten des Gemisches zusammensetzt und auf den Masseanteil der trockenen Luft (bei 0°C) bezogen ist.

#### 4.6 Luftdichte

Die Luftdichte gibt an, wie viel Masse in einem bestimmten Volumen Luft enthalten ist und wird aus den Größen Lufttemperatur, Luftfeuchte und Luftdruck berechnet.

#### 4.7 Wind

Die Windmessung erfolgt über 4 Ultraschallsensoren. Hierbei werden zyklisch Messungen in alle Richtungen gemacht. Über die Laufzeitdifferenz des Schalls wird die daraus resultierende Windgeschwindigkeit und -richtung berechnet. Der Sensor liefert ein Qualitätssignal, das anzeigt, wie viele gültige Messwerte während des Messintervalls in die Berechnung eingeflossen sind.

#### 4.8 Kompass

Mit dem integrierten elektronischen Kompass kann die Nordausrichtung des Sensors für die Windrichtungsmessung kontrolliert, bzw. die Windrichtung korrigiert werden.

#### 4.9 Heizung

Für den Winterbetrieb sind der Niederschlagssensor und der Windmesser beheizt.

#### 4.10 Globalstrahlung

Die Globalstrahlung wird mit dem in der Kappe der Kompaktwetterstation montierten Pyranometer erfasst.

#### 4.11 Blattnässe

WS401-UMB und WS601-UMB können mit einem externen Sensor zur Erfassung der Blattnässe ausgestattet werden.

#### 4.12 Externer Temperatursensor

Alle Modelle können optional mit einem externen NTC Temperatursensor für die Erfassung der Temperatur an zusätzlichen Messstellen ausgestattet werden. Der NTC-Typ entspricht dem auch für die interne Lufttemperaturmessung verwendeten.

Externer Temperatursensor und externe Kippwaage können **nicht** gleichzeitig angeschlossen werden.

#### 4.13 Externe Kippwaage

Alle Modelle, die nicht über eine integrierte Niederschlagserfassung verfügen, können mit einer externen Kippwaage ergänzt werden.

Externe Kippwaage und externer Temperatursensor können **nicht** gleichzeitig angeschlossen werden.



## 4.14 Sensorik am Beispiel WS600-UMB

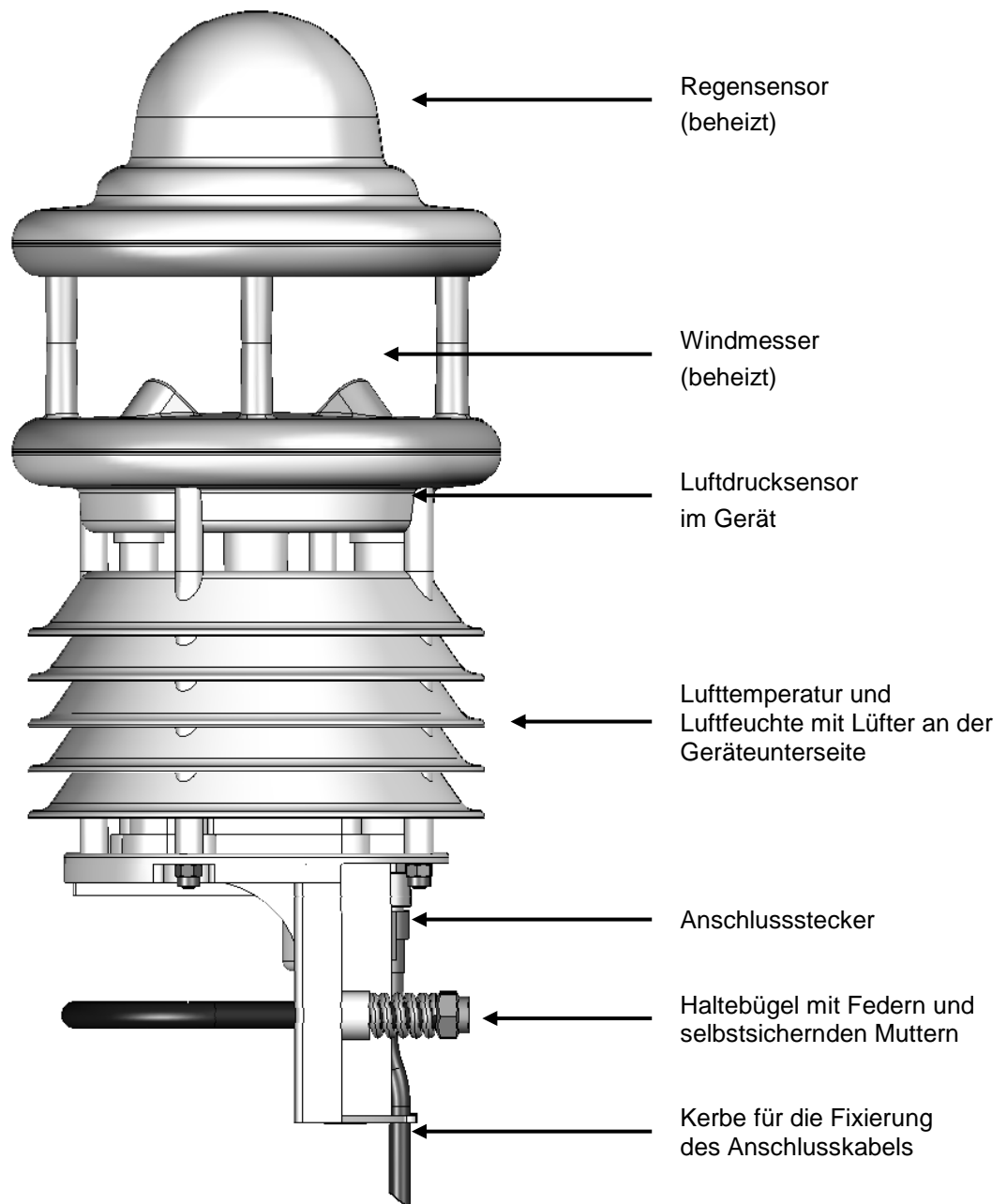


Abb. 1: Sensorik

## 5 Messwertbildung

### 5.1 Aktueller Messwert (act)

Bei der Abfrage des aktuellen Messwertes wird der Wert der letzten Messung gemäß der angegebenen Messrate ausgegeben. Jeder Messwert wird für die weitere Berechnung von Minimal-, Maximal- und Mittelwert in einem Ringpuffer gespeichert.

### 5.2 Minimal- und Maximalwert (min und max)

Bei der Abfrage des Minimal- und Maximalwertes wird der entsprechende Wert über den Ringpuffer mit dem in der Konfiguration angegebenen Intervall (1 – 10 Minuten) berechnet und ausgegeben.



**Hinweis:** Bei der Windrichtung gibt der Minimal- / Maximalwert die Richtung an, bei der die minimale / maximale Windgeschwindigkeit gemessen wurde.

### 5.3 Mittelwert (avg)

Bei der Abfrage des Mittelwertes wird dieser über den Ringpuffer mit dem in der Konfiguration angegebenen Intervall (1 – 10 Minuten) berechnet und ausgegeben. Somit lassen sich auch gleitende Mittelwerte bilden.

Für einzelne Messwerte wird über das gleiche Intervall die Standardabweichung berechnet. Die Berechnung der Standardabweichung wird nur eingeschaltet, nachdem der betreffende UMB-Kanal erstmals angefordert wurde.

### 5.4 Vektorieller Mittelwert (vct)

Speziell bei der Windmessung werden die Messwerte vektoriell berechnet. Hierzu werden intern die Mittelwerte der Vektoren gebildet. Ausgegeben werden dann der Betrag (Windgeschwindigkeit) und Winkel (Windrichtung) des Vektors.



**Hinweis:** Im Auslieferungszustand beträgt der Berechnungsintervall für die Minimal-, Maximal- und Mittelwertberechnung 10 Minuten. Bei Bedarf kann das mit Hilfe des UMB-Config-Tools den jeweiligen Anforderungen (1 – 10 Minuten) angepasst werden (siehe Seite 28).

## 6 Messwertausgabe

Die Messwertausgabe erfolgt im Auslieferungszustand gemäß dem UMB-Binär-Protokoll. Ein Beispiel einer Abfrage in den verschiedenen Protokollen und die komplette Übersicht der Kanalliste finden Sie im Anhang.

### 6.1 Luft- und Taupunkttemperatur

Messrate 1 Minute  
Mittelwertbildung 1 – 10 Minuten  
Einheiten °C; °F

Abfragekanäle:

UMB-Kanal				Messgröße (float32)	Messbereich		
act	min	max	avg		min	max	Einheit
100	120	140	160	Lufttemperatur	-50,0	60,0	°C
105	125	145	165	Lufttemperatur	-58,0	140,0	°F
110	130	150	170	Taupunkttemperatur	-50,0	60,0	°C
115	135	155	175	Taupunkttemperatur	-58,0	140,0	°F
101				Externer Temperatursensor	-40,0	80,0	°C
106				Externer Temperatursensor	-40,0	176,0	°F

### 6.2 Windchill-Temperatur

Messrate 1 Minute, berechnet auf Basis der Mittelwerte von Temperatur und Windgeschwindigkeit

Einheiten °C; °F

Abfragekanäle:

UMB-Kanal				Messgröße (float32)	Messbereich		
act	min	max	avg		min	max	Einheit
111				Windchill-Temperatur	-60,0	70,0	°C
116				Windchill-Temperatur	-76,0	158,0	°F

### 6.3 Luftfeuchte

Messrate 1 Minute  
Mittelwertbildung 1 – 10 Minuten  
Einheiten %r.F.; g/m<sup>3</sup>; g/kg

Abfragekanäle:

UMB-Kanal				Messgröße (float32)	Messbereich		
act	min	max	avg		min	max	Einheit
200	220	240	260	relative Luftfeuchte	0,0	100,0	%
205	225	245	265	absolute Luftfeuchte	0,0	1000,0	g/m <sup>3</sup>
210	230	250	270	Mischungsverhältnis	0,0	1000,0	g/kg

### 6.4 Luftdruck

Messrate 1 Minute  
Mittelwertbildung 1 – 10 Minuten  
Einheit hPa

Abfragekanäle:

UMB-Kanal				Messgröße (float32)	Messbereich		
act	min	max	avg		min	max	Einheit
300	320	340	360	absoluter Luftdruck	300	1200	hPa
305	325	345	365	relativer Luftdruck	300	1200	hPa



**Hinweis:** Für die korrekte Ermittlung des relativen Luftdrucks muss in der Gerätekonfiguration (siehe Abb. 11 auf Seite 30) die Ortshöhe des Standortes eingegeben werden. In der Werkseinstellung ist für die Ortshöhe 0m eingetragen; somit liefern beide Messgrößen dieselben Werte.

### 6.5 Feuchtkugeltemperatur

Messrate 1 Minute

Einheiten °C; °F

Abfragekanäle:

UMB-Kanal				Messgröße (float32)	Messbereich		
act					min	max	Einheit
114				Feuchtkugeltemperatur	-50,0	60,0	°C
119				Feuchtkugeltemperatur	-58,0	140,0	°F

### 6.6 Spezifische Enthalpie

Messrate 1 Minute

Einheiten kJ/kg

Abfragekanäle:

UMB-Kanal				Messgröße (float32)	Messbereich		
act					min	max	Einheit
215				Spezifische Enthalpie	-100,0	1000,0	kJ/kg

### 6.7 Luftdichte

Messrate 1 Minute

Einheiten kg/m<sup>3</sup>

Abfragekanäle:

UMB-Kanal				Messgröße (float32)	Messbereich		
act					min	max	Einheit
310				Luftdichte	0,0	3,0	kg/m <sup>3</sup>

## 6.8 Windgeschwindigkeit

Messrate	10 Sekunden
Mittelwertbildung	1 – 10 Minuten
Maximalwertbildung	1 – 10 Minuten auf Basis der internen Sekundenmesswerte
Einheiten	m/s; km/h; mph; kts
Ansprechschwelle	0,3 m/s
Abfragekanäle:	

UMB-Kanal					Messgröße (float32)	Messbereich		
act	min	max	avg	vct		min	max	Einheit
400	420	440	460	480	Windgeschwindigkeit	0	75,0	m/s
405	425	445	465	485	Windgeschwindigkeit	0	270,0	km/h
410	430	450	470	490	Windgeschwindigkeit	0	167,8	mph
415	435	455	475	495	Windgeschwindigkeit	0	145,8	kts
401					Windgeschwindigkeit schnell	0	75,0	m/s
406					Windgeschwindigkeit schnell	0	270,0	km/h
411					Windgeschwindigkeit schnell	0	167,8	mph
416					Windgeschwindigkeit schnell	0	145,8	kts
403					Windgeschwindigkeit Standardabweichung	0	75,0	m/s
413					Windgeschwindigkeit Standardabweichung	0	167,8	mph



**Hinweis:** Für die Ausgabe des aktuellen Messwertes werden die Sekundenmesswerte über 10 Sekunden gemittelt. Die ‚schnellen‘ Kanäle liefern jede Sekunde einen aktuellen Messwert, jedoch mit eingeschränkter Genauigkeit.

## 6.9 Windrichtung

Messrate	10 Sekunden
Mittelwertbildung	1 – 10 Minuten
Maximalwertbildung	1 – 10 Minuten auf Basis der internen Sekundenmesswerte
Einheit	°
Ansprechschwelle	0,3 m/s
Abfragekanäle:	

UMB-Kanal					Messgröße (float32)	Messbereich		
act	min	max	avg	vct		min	max	Einheit
500	520	540		580	Windrichtung	0	359,9	°
501					Windrichtung schnell	0	359,9	°
502					Windrichtung, korrigiert	0	359,9	°
503					Windrichtung Standardabweichung	0	359,9	°



**Hinweis:** Für die Ausgabe des aktuellen Messwertes werden die Sekundenmesswerte über 10 Sekunden gemittelt. Die ‚schnellen‘ Kanäle liefern jede Sekunde einen aktuellen Messwert, jedoch mit eingeschränkter Genauigkeit.

Die minimale / maximale Windrichtung gibt die Richtung an, bei der die minimale / maximale Windgeschwindigkeit gemessen wurde.

Die korrigierte Windrichtung wird mit Hilfe der vom Kompass gemessenen Nord-Ausrichtung berechnet.

Optional kann die Kompass-Korrektur der Windrichtung für alle Windrichtungsmesswerte aktiviert werden (Einstellung mit Hilfe des UMB-Config-Tools).



**Hinweis:** Die Kompasskorrektur ist für die Korrektur der Windrichtung bei statischer Montage des Sensors ausgelegt. Wenn sich die Ausrichtung des Sensors während der Messung ändert (Montage auf beweglicher Plattform) ist eine korrekte Bildung vor allem des vektoriiellen Mittelwertes nicht gegeben.

Kein Problem ist der Einsatz auf mobilen Plattformen, bei denen die Ausrichtung zwischen einzelnen Messperioden geändert wird.

### 6.10 Güte der Windmessung

Messrate 10 Sekunden

Einheit %

Abfragekanäle:

UMB-Kanal						Messbereich		
act	min	max	avg	vct	Messgröße (float32)	min	max	Einheit
805					Güte der Windmessung	0	100	%



**Hinweis:** Der Wert wird alle 10 Sekunden aktualisiert und gibt die minimale Güte der Windmessung der letzten Minute aus.

Mit diesem Wert lässt sich beurteilen wie gut das Messsystem bei den entsprechenden Umgebungsbedingungen funktioniert. Im Normalfall beträgt der Wert 90 - 100%. Werte bis 50% stellen noch kein generelles Problem dar. Sinkt der Wert gegen Null stößt das Messsystem an seine Grenzen.

Kann das System bei kritischen Umgebungsbedingungen nicht mehr zuverlässig messen, wird bei der Windgeschwindigkeit und Windrichtung der Fehlerwert 55h (85d) (Gerät kann auf Grund der Umgebungsbedingungen keine gültige Messung durchführen) ausgegeben.

### 6.11 Kompass

(ab Geräteversion 030)

Messrate: 5 min

Einheit: °

Abfragekanäle:

UMB-Kanal						Messbereich		
act	min	max	avg	vct	Messgröße (float32)	min	max	Einheit
510					Kompass	0	359	°



**Hinweis:** Ein zuverlässiger Betrieb des Kompasses ist nur möglich, wenn der Sensor entsprechend den Vorgaben montiert wurde, d.h. auf der Mastspitze. Bei der Montage auf einem Ausleger kann die von den Kalibrierbedingungen unterschiedliche Verteilung der Eisenmassen zu abweichender Anzeige führen. Dies gilt auch für evtl. noch an der Mastspitze montierte Blitzableiter!

Abhängig vom Aufstellungsort ist die Deklination (Orts-Missweisung), d.h. die lokale Abweichung des magnetischen vom geografischen Norden zu beachten und mit Hilfe des UMB-Config-Tools einzutragen (siehe Seite 27). Die Deklination kann im Internet, z.B.

<http://www-app3.gfz-potsdam.de/Declinationcalc/declinationcalc.html>

<http://www.ngdc.noaa.gov/geomagmodels/Declination.jsp>

ermittelt werden.

### 6.12 Niederschlagsmenge absolut

Messrate	Ereignisabhängig bei Erreichen der Ansprechschwelle
Ansprechschwelle	0,01mm (Radar)
Ansprechschwelle	0,2 / 0,5mm (Kippwaage)
Einheiten	l/m <sup>2</sup> ; mm; in; mil

Abfragekanäle:

UMB-Kanal	Messgröße (float32)	Einheit
600	Niederschlagsmenge absolut	l/m <sup>2</sup>
620	Niederschlagsmenge absolut	mm
640	Niederschlagsmenge absolut	in
660	Niederschlagsmenge absolut	mil



**Hinweis:** Dieser Messwert gibt die aufsummierte Niederschlagsmenge seit dem letzten Neustart des Gerätes aus. Um diesen Wert zurückzusetzen muss die entsprechende Funktion im UMB-Config-Tool (siehe Seite 33) verwendet werden oder das Gerät für mind. 1 Stunde von der Versorgungsspannung getrennt werden.

### 6.13 Niederschlagsmenge differentiell

Messrate	Ereignisabhängig bei Erreichen der Ansprechschwelle
Ansprechschwelle	0,01mm (Radar)
Ansprechschwelle	0,2 / 0,5mm (Kippwaage)
Einheiten	l/m <sup>2</sup> ; mm; in; mil

Abfragekanäle:

UMB-Kanal	Messgröße (float32)	Einheit
605	Niederschlagsmenge differentiell	l/m <sup>2</sup>
625	Niederschlagsmenge differentiell	mm
645	Niederschlagsmenge differentiell	in
665	Niederschlagsmenge differentiell	mil



**Hinweis:** Jede Abfrage eines differentiellen Kanals setzt die jeweilige bis zu dem Zeitpunkt aufsummierte Menge auf Null zurück! Geht die Antwort des Gerätes auf Grund eines Übertragungsfehlers (z.B. schlechte GPRS-Verbindung) verloren, geht auch die bis dahin aufsummierte Menge verloren. Bei einem Neustart des Gerätes wird die bis dahin aufsummierte Menge ebenfalls zurückgesetzt.

### 6.14 Niederschlagsintensität

Messrate	1 Minute
Ansprechschwelle	0,6 mm/h
Einheiten	l/m <sup>2</sup> /h; mm/h; in/h; mil/h

Abfragekanäle:

UMB-Kanal	Messgröße (float32)	Messbereich	Einheit
800	Niederschlagsintensität	0 ... 200,0	l/m <sup>2</sup> /h
820	Niederschlagsintensität	0 ... 200,0	mm/h
840	Niederschlagsintensität	0 ... 7,874	in/h
860	Niederschlagsintensität	0 ... 7874	mil/h



**Hinweis:** Bei den Versionen mit Radarerfassung (WS400-UMB, WS600-UMB) wird die Niederschlagsintensität immer über die Niederschlagsdifferenz der letzten Minute berechnet.

Da die geringere Auflösung der Kippwaagen-Versionen (WS401-UMB, WS601-UMB), sowie bei der Verwendung der externen Kippwaage, zu stark schwankenden Niederschlagsintensitätswerten führen würde, wird hier der akkumulierte Niederschlag der letzten Stunde vor der Abfrage für die Intensitätsberechnung zugrunde gelegt.

### 6.15 Niederschlagsart

Messrate Ereignisabhängig bei Erreichen der Ansprechschwelle

Ansprechschwelle 0,01mm (Radar)

Ansprechschwelle 0,2 / 0,5mm (Kippwaage)

Nachlaufzeit 2 Minuten

Abfragekanäle:

UMB-Kanal	Messgröße (uint8)	Kodierung
700	Niederschlagsart	0 = kein Niederschlag 60 = flüssiger Niederschlag, z.B. Regen 70 = fester Niederschlag, z.B. Schnee 40 = un spezifizierter Niederschlag (WS401-UMB, WS601-UMB, ext. Kippwaage)



**Hinweis:** Eine erkannte Niederschlagsart bleibt nach Ende des Niederschlagsereignisses noch für 2 Minuten stehen. Um auch Niederschlagsarten zu erfassen, welche nur kurzzeitig auftreten (z.B. kurzzeitiger Regen), sollte das Abfrageintervall mind. 1min sein.

Eis-, Schneeregen und Hagel werden als Regen (60) ausgegeben.

Die Versionen WS401-UMB und WS601-UMB, sowie die externe Kippwaage, haben keine Detektion der Niederschlagsart, daher wird hier ausschließlich Kode 40 (un spezifizierter Niederschlag) verwendet. Durch das Funktionsprinzip der Kippwaage kann nur flüssiger bzw. getauter Niederschlag erfasst werden.

### 6.16 Heizungstemperaturen

Messrate 1 Minute

Einheiten °C; °F

Abfragekanäle:

UMB-Kanal				Messgröße (float32)	Messbereich		
act	min	max	avg		min	max	Einheit
112				Heizungstemperatur Windmesser	-50,0	150,0	°C
113				Heizungstemperatur Regensensor	-50,0	150,0	°C
117				Heizungstemperatur Windmesser	-58,0	302,0	°F
118				Heizungstemperatur Regensensor	-58,0	302,0	°F

### 6.17 Globalstrahlung

Messrate 1 Minute

Mittelwertbildung 1 – 10 Minuten

Einheit W/m<sup>2</sup>

Abfragekanäle:

UMB-Kanal				Messgröße (float32)	Messbereich		
act	min	max	avg		min	max	Einheit
900	920	940	960	Globalstrahlung	0,0	1400,0	W/m <sup>2</sup>



**6.18 Blattnässe**

Messrate 1 Minute

Mittelwertbildung 1 – 10 Minuten (entsprechend der Einstellung für rel. Luftfeuchte)

Einheit mV / Zustand

Abfragekanäle:

UMB-Kanal				Messgröße (float32)	Messbereich		
act	min	max	avg		min	max	Einheit
710	730	750	770	Blattnässe mV	0,0	1500,0	mV
711				Blattnässe-Zustand	0 = trocken 1 = nass		

Der Blattnässe-Zustand wird über den einstellbaren Schwellwert ermittelt. Die Einstellung des Schwellwertes ist nach den Angaben des Sensor-Handbuchs vorzunehmen und ggfs. im Rahmen der Wartung zu korrigieren.

## 7 Montage

Die Halterung des Sensors ist für eine Montage am Mastende für einen Mastdurchmesser von 60 – 76mm konzipiert.

Für die Montage wird folgendes Werkzeug benötigt:

- Gabel- oder Ringschlüssel SW13
- Kompass für die Ausrichtung des Windmessers nach Norden

### 7.1 Befestigung

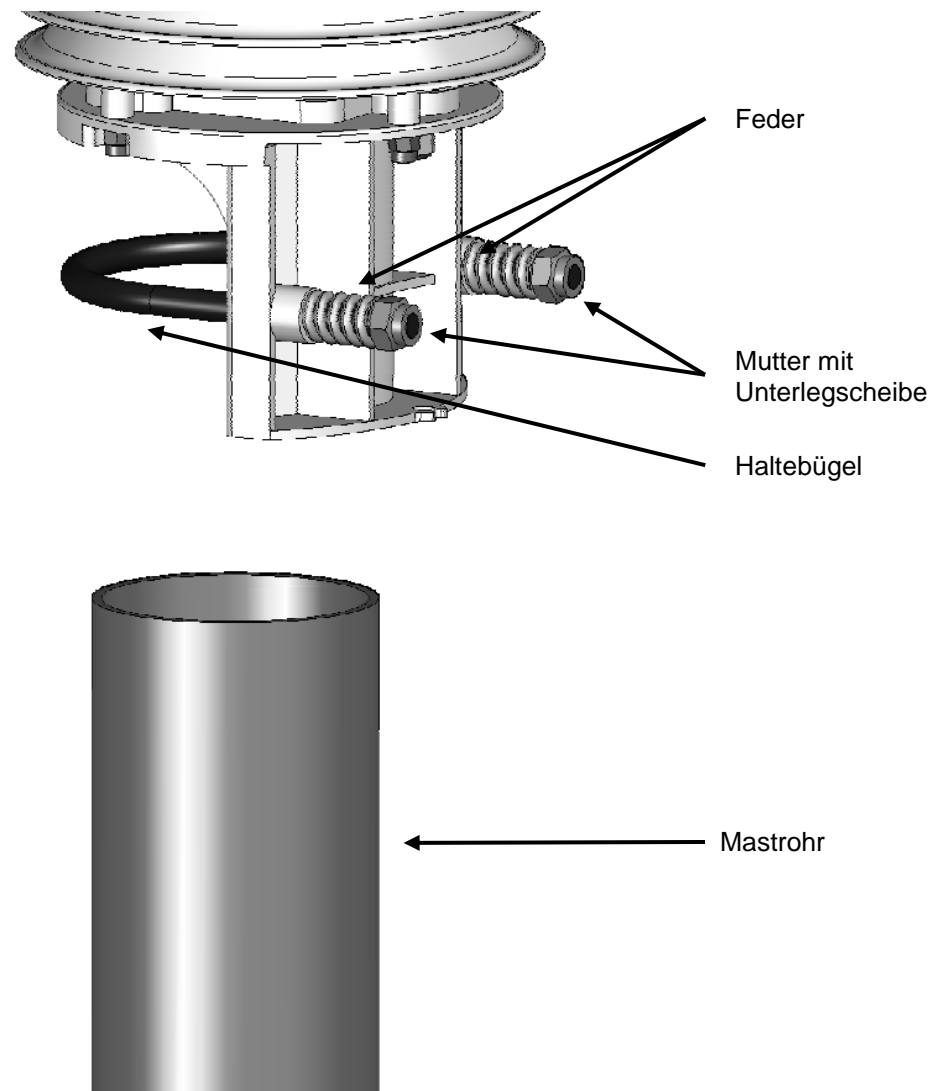


Abb. 2:  
Mastbefestigung

- Muttern lösen
- Sensor von oben auf das Rohrende schieben
- Muttern gleichmäßig anziehen bis die Federn anliegen, sich der Sensor aber noch leicht bewegen lässt
- Sensor nach Norden ausrichten (für Windmesser)
- beide Muttern mit **3 Umdrehungen** anziehen

## 7.2 Ausrichtung nach Norden

Für die korrekte Anzeige der Windrichtung muss der Sensor nach Norden ausgerichtet werden. Hierfür sind am Sensor mehrere Richtungspfeile angebracht.

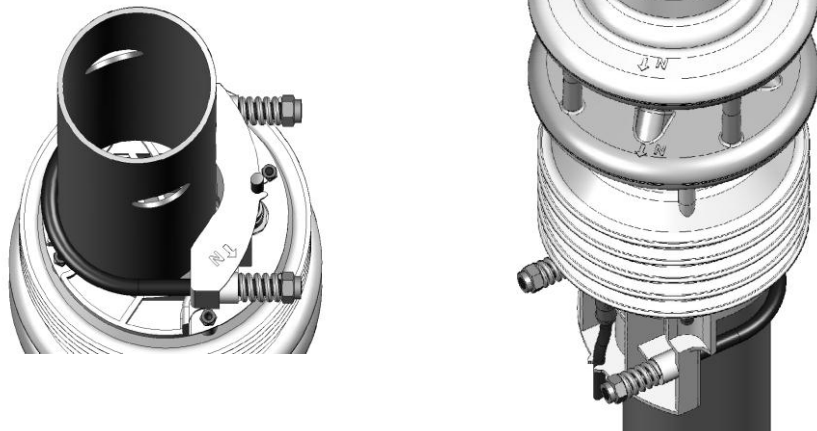


Abb. 3: Kennzeichnung Norden

Vorgehensweise:

- bei bereits montiertem Sensor zuerst beide Muttern gleichmäßig so weit lösen, bis sich der Sensor leicht drehen lässt
- mit Kompass Norden ermitteln und einen Anhaltspunkt am Horizont festhalten
- Sensor so ausrichten, dass die Sensoren Süd und Nord in Deckung mit dem am Horizont festgehaltenen Anhaltspunkt im Norden sind
- beide Muttern mit 3 Umdrehungen anziehen

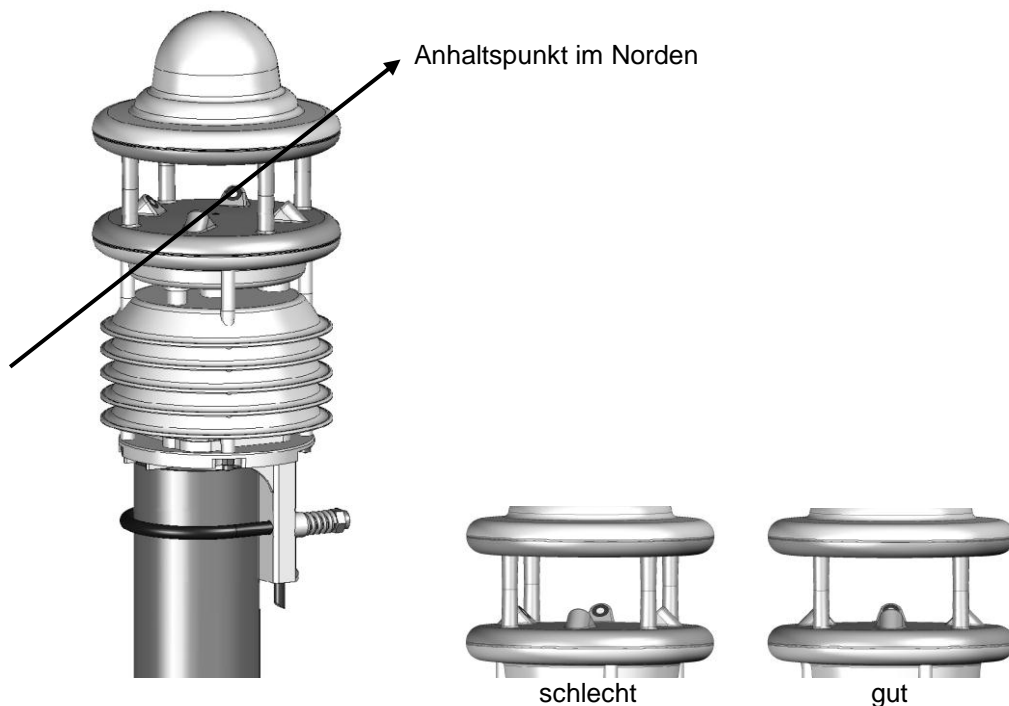


Abb. 4: Ausrichtung Norden



**Hinweis:** Da der vom Kompass angezeigte magnetische Nordpol vom geografischen Nordpol abweicht, muss die Deklination (Ortsmissweisung) am Standort bei der Ausrichtung des Sensors berücksichtigt werden.

Je nach Standort kann, z.B. in Nordamerika, die Abweichung bei über 15° liegen. In Mitteleuropa kann die Abweichung derzeit weitgehend vernachlässigt werden (< 3°). Im Internet finden Sie weitere hilfreiche Informationen zu diesem Thema.

### 7.3 Auswahl des Aufstellungsortes

Um eine langfristige und korrekte Funktion des Gerätes zu gewährleisten, sind folgende Punkte bei der Auswahl des Aufstellungsortes zu beachten.

#### 7.3.1 Generelle Hinweise

- stabiler Untergrund für die Mastbefestigung
- freier Zugang zur Anlage für Wartungsarbeiten
- zuverlässige Netzversorgung für dauerhaften Betrieb
- gute Netzabdeckung bei Übertragung über ein Mobilfunknetz



**Hinweis:** Die ermittelten Messwerte gelten nur punktuell am Standort der Anlage. Es können keine Rückschlüsse auf die weitere Umgebung oder eine ganze Strecke gezogen werden.

#### ACHTUNG:



- Für die Montage am Mast sind nur zugelassene und geprüfte Hilfsmittel (Leiter, Steiger usw.) zu verwenden.
- Es müssen alle geltenden Vorschriften bei der Arbeit in dieser Höhe beachtet werden.
- Der Mast muss ausreichend dimensioniert und verankert sein.
- Der Mast muss vorschriftsmäßig geerdet sein.
- Bei der Arbeit am Fahrbahnrand und in Fahrbahnnähe sind die entsprechenden Sicherheitsvorschriften zu beachten.



Bei fehlerhafter Montage

- funktioniert das Gerät möglicherweise nicht
- kann das Gerät dauerhaft beschädigt werden
- kann Verletzungsgefahr durch Herabfallen des Gerätes bestehen

#### 7.3.2 Sensoren mit Windmessung / Kompass

- Montage am oberen Mastende
- Montagehöhe mind. 2 Meter über dem Boden
- freies Umfeld um den Sensor



**Hinweis:** Gebäude, Brücken, Böschungen und Bäume können die Windmessung verfälschen. Ebenso kann vorbeifahrender Verkehr Windstöße verursachen, welche die Windmessung beeinflussen.

**Hinweis:** für genaue Kompassmesswerte wird ein Aluminium-Mast empfohlen.

#### 7.3.3 Sensoren mit Radar-Niederschlagsmessung

- Montage am oberen Mastende
- Montagehöhe mind. 4,5 Meter über dem Boden
- Abstand zur Fahrbahn mindestens 10m
- Abstand zu beweglichen Gegenständen (z.B. Bäume, Sträucher oder auch Brücken) in der Höhe des Sensors mindestens 10m



**Hinweis:** Herabfallende oder sich bewegende Gegenstände, wie z.B. fallende oder sich im Wind bewegende Blätter, können verfälschte Messwerte bzw. falsche Niederschlagsarten verursachen.



**Hinweis:** Starker Wind kann die Genauigkeit der Niederschlagsmessung beeinträchtigen.

**Hinweis:** Bei der Auswahl des Aufstellungsortes ist darauf zu achten, dass das Gerät mit ausreichendem Abstand zu anderen Systemen mit 24GHz-Radar-Sensor, wie z.B. Verkehrszählungseinrichtungen auf Schilderbrücken, aufgestellt wird. Andernfalls können gegenseitige Beeinflussungen und Fehlfunktionen der Systeme nicht ausgeschlossen werden. Der Abstand zu den anderen Messsystemen hängt letztlich auch von deren Reichweite und Signalstärke ab.

### 7.3.4 Sensoren mit Niederschlags-Kippwaage

- Montage am oberen Mastende oder am Ausleger mit Abstand zum Mast
- Genau senkrechte Stellung des Mastes bzw. Auslegers beachten, Abweichungen können die Genauigkeit der Kippwaage beeinflussen



**Hinweis:** Der Standort sollte so gewählt werden, dass eine Verschmutzung des Trichters durch fallende Blätter etc. soweit wie möglich vermieden wird.

### 7.3.5 Sensoren mit Globalstrahlungsmessung

- Montage am oberen Mastende
- Schattenfreier Standort, wenn möglich rundum freie Sicht in Höhe des Pyranometers
- Abstand zu schattenwerfenden Objekten (Bäume, Gebäude) mindestens das 10-fache der Höhe des Objektes relativ zum Sensor.

### 7.3.6 Montage-Skizze

Beispiel WS600-UMB:

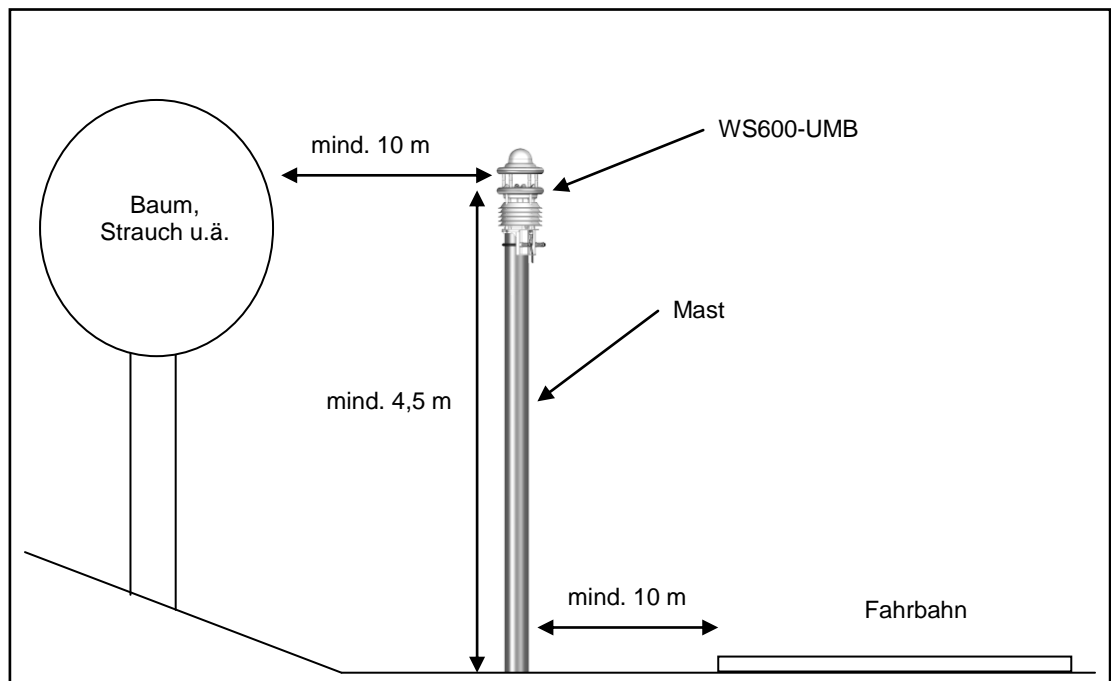
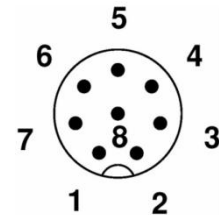
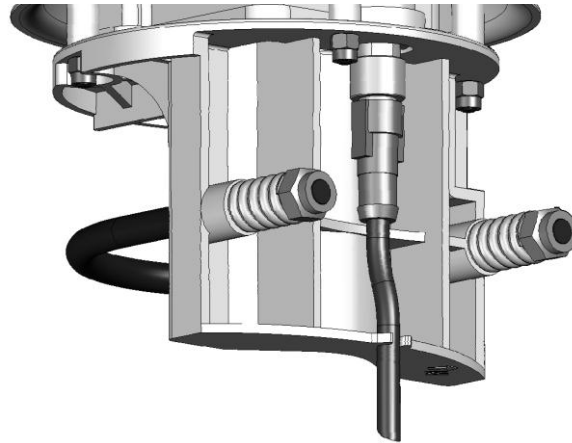


Abb. 5: Montage-Skizze

## 8 Anschlüsse

Auf der Unterseite des Gerätes befindet sich ein 8-poliger Steckschraubverbinder. Dieser dient zum Anschluss der Versorgungsspannung und der Schnittstelle mit dem mitgelieferten Anschlusskabel.

Geräteanschlusstecker:



Draufsicht Geräteanschluss

Abb. 6:  
Anschlusstecker

Anschlussbelegung:

1	weiß	Masse Versorgungsspannung
2	braun	positive Versorgungsspannung
3	grün	RS485_A / SDI-12 GND
4	gelb	RS485_B / SDI-12 Data Line
5	grau	Externer Sensor a
6	rosa	Externer Sensor b
7	blau	Masse Heizungsspannung
8	rot	positive Heizungsspannung

Die Kabelkennzeichnung entspricht DIN 47100.



**Hinweis:** zum Anschließen des Gerätesteckers muss die gelbe Schutzkappe entfernt werden.



Wird das Gerät nicht ordnungsgemäß angeschlossen

- funktioniert das Gerät möglicherweise nicht
- kann dieses dauerhaft beschädigt werden
- besteht unter Umständen die Gefahr eines elektrischen Schlags

**Auch beim Anschluss der Heizungsspannung ist unbedingt auf richtige Polarität zu achten, Verpolung der Heizungsspannung führt ebenso wie Verpolung der Versorgungsspannung zu Beschädigungen des Gerätes!**

### 8.1 Versorgungsspannung

Die Versorgung der Kompaktwetterstation erfolgt über eine Gleichspannung von 12 - 24VDC. Das verwendete Netzteil muss zum Betrieb von Geräten der Schutzklasse III (SELV) zugelassen sein.

#### 8.1.1 Einschränkungen im 12V-Betrieb

Wird die Heizung mit 12VDC betrieben, muss mit Funktionseinschränkungen im Winterbetrieb gerechnet werden.



**Hinweis:** Um die volle Heizleistung zu gewährleisten wird eine Versorgungsspannung von 24VDC empfohlen.

### 8.2 RS485-Schnittstelle

Das Gerät verfügt über eine galvanisch getrennte halbduplexe 2-Draht-RS485-Schnittstelle für die Konfiguration, Messwertabfrage und das Firmwareupdate.

Technische Details siehe Seite 41.

### 8.3 Anschluss an ISOCON-UMB (8160.UISO)

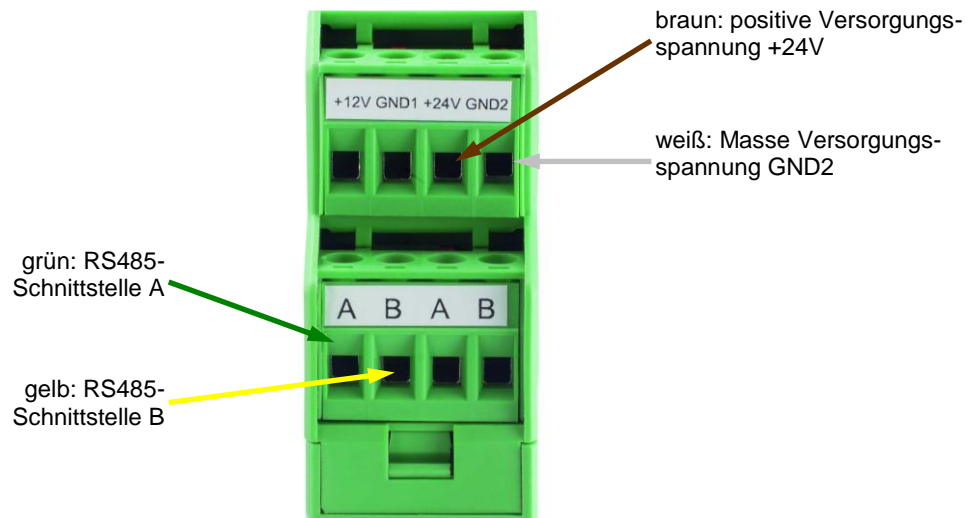


Abb. 7: Anschluss an ISOCON-UMB



**Achtung:** Die Heizungsspannung (rot = positive Heizungsspannung; blau = Masse Heizungsspannung) wird **nicht** am ISOCON-UMB angeschlossen, sondern direkt an das Netzteil angeschlossen.

Bitte beachten Sie beim Aufbau der Anlage auch die Betriebsanleitung des ISOCON-UMB.

### 8.4 Verwendung von Überspannungsschutz (8379.USP)

Bei der Verwendung des Überspannungsschutz (Bestell-Nr.: 8379.USP) bitte das Anschlussbeispiel aus der Betriebsanleitung des Überspannungsschutz beachten!

### 8.5 Anschluss des Blattnässe-Sensors

Die Versionen WS401-UMB und WS601-UMB (Niederschlagsmessung durch Kippwaage) können optional mit einem externen Blattnässe-Sensor ausgerüstet werden.

Der Anschluss des Blattnässe-Sensors befindet sich im Kippwaagen-Modul. Das Anschlusskabel des externen Sensors wird durch die Kabeldurchführung im Kippwaagenmodul geführt und an den dafür vorgesehenen Klemmen angeschlossen (siehe Kap. 18.1).

Klemmenbelegung für den Blattnässe-Sensors WLW100:

1	blank (Schirm)	Masse
2	rot	Signalspannung
3	weiß	Sensor-Betriebsspannung 5V

### 8.6 Anschluss externer Temperatur- und Niederschlags-Sensoren

Die externen Sensoren werden an den Pins 5 und 6 des Anschlusssteckers, also an die Adern grau und rosa des mitgelieferten Kabels der Kompaktwetterstation, angeschlossen.

Sowohl die Temperatursensoren als auch die externe Kippwaage sind polaritätsunabhängig, die Anschlussreihenfolge ist daher beliebig.

Die Art des angeschlossenen externen Sensors muss mit Hilfe des UMB Config Tools eingestellt werden. Einzelheiten werden im Kapitel 18 beschrieben.

## 9 Inbetriebnahme

Nach erfolgter Montage und korrektem Anschluss des Gerätes beginnt der Sensor selbständig mit der Messung. Für die Konfiguration und den Test werden ein Windows®-PC mit einer seriellen Schnittstelle, die Software UMB-Config-Tool und ein Schnittstellenkabel (DUB-D 9-polig; Stecker – Buchse; 1:1) benötigt.

Folgende Punkte sind zu beachten:

- Die korrekte Funktion des Gerätes sollte vor Ort durch eine Messwertabfrage mit Hilfe des UMB-Config-Tools überprüft werden (siehe Seite 34).
- Für die Korrekte Berechnung des relativen Luftdrucks muss in der Konfiguration die Ortshöhe eingegeben werden (siehe Seite 30).
- Für die korrekte Windmessung muss das Gerät nach Norden ausgerichtet sein (siehe Seite 22) oder die automatische Kompass-Korrektur aktiviert sein (siehe Seite 30).
- Für die korrekte Anzeige der Kompass-Richtung muss die Deklination in der Konfiguration eingegeben werden (siehe Seite 17 und 30).
- Werden mehrere Kompaktwetterstationen in einem UMB-Netzwerk betrieben, muss jedem Gerät eine eigene Geräte-ID vergeben werden (siehe Seite 29).

Am Sensor selbst gibt es keinen Transportschutz o.ä. welcher entfernt werden muss.



## 10 Konfiguration und Test

Für die Konfiguration stellt Lufft eine Windows<sup>®</sup>-PC-Software (UMB-Config-Tool) zur Verfügung. Mit Hilfe dieser Software kann der Sensor auch getestet und die Firmware aktualisiert werden.

Nicht alle Funktionen, die hier beschrieben werden, sind für alle Derivate verfügbar.

### 10.1 Werkseinstellung

Im Auslieferungszustand hat die Kompaktwetterstation folgende Einstellung:

Klassen-ID: 7 (nicht veränderbar)  
 Geräte-ID: 1 (ergibt Adresse 7001h = 28673d)  
 Baudrate: 19200  
 RS485-Protokoll: UMB Binär  
 Berechnungsintervall: 10 Messwerte  
 Ortshöhe: 0 m



**Hinweis:** Werden mehrere Kompaktwetterstationen in einem UMB-Netzwerk betrieben, muss die Geräte-ID geändert werden, da jedes Gerät eine eindeutige ID benötigt. Sinnvoll sind von Eins an aufsteigende IDs.

### 10.2 Konfiguration mit UMB-Config-Tool

Die Funktionsweise des UMB-Config-Tools ist in der Anleitung der Windows<sup>®</sup>-PC-Software ausführlich beschrieben. Deshalb werden hier nur die gerätespezifischen Menüs und Funktionen der Kompaktwetterstation beschrieben.

#### 10.2.1 Sensorauswahl

Die Kompaktwetterstation wird in der Sensorauswahl als WSx-UMB (Klassen-ID 7) dargestellt.

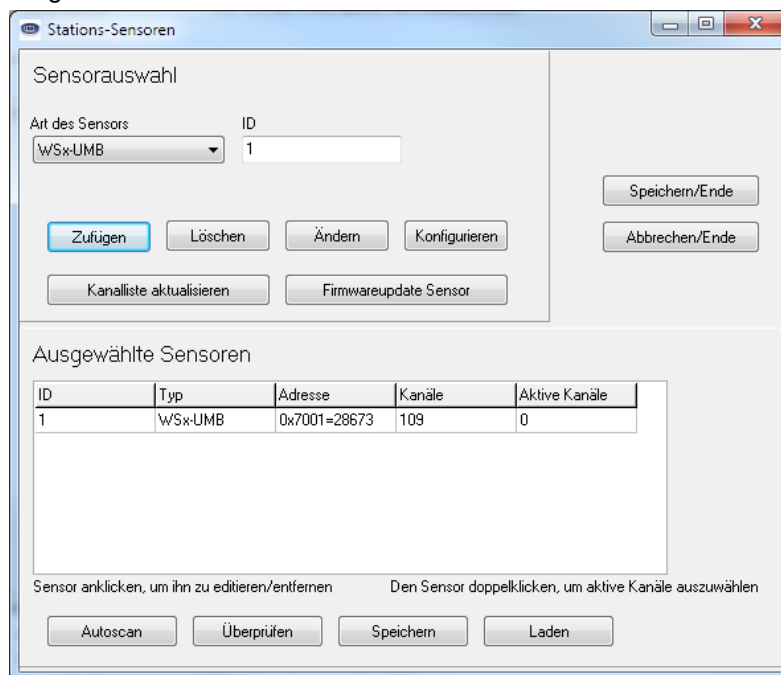


Abb. 8: Sensorauswahl



**Hinweis:** Für die Konfiguration der Kompaktwetterstation benötigen Sie die aktuelle Version des UMB Config Tools.



**Hinweis:** Während der Konfiguration müssen alle anderen abfragenden Geräte wie z.B. Modems / LCOM vom UMB-Netz getrennt werden!

## 10.2.2 Konfiguration

Nach dem Laden einer Konfiguration können alle relevanten Einstellungen und Werte angepasst werden. Je nach Typ des Gerätes sind nur die Einstellungen für die jeweils vorhandenen Sensoren relevant.

## 10.2.3 Allgemeine Einstellungen

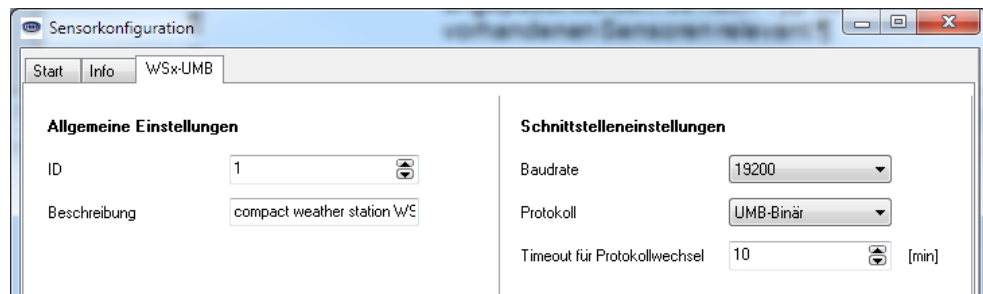


Abb. 9: Allgemeine Einstellungen

- ID:** Geräte-ID (Werkseinstellung 1; weitere Geräte aufsteigende ID vergeben)
- Beschreibung:** Zur Unterscheidung der Geräte kann hier eine Beschreibung, wie z.B. der Standort, eingegeben werden.
- Baudrate:** Übertragungsgeschwindigkeit der RS485-Schnittstelle (Werkseinstellung 19200; **für Betrieb mit ISOCON-UMB NICHT ändern!**).
- Protokoll:** Kommunikationsprotokoll des Sensors (UMB-Binär, UMB-ASCII, Terminal-Mode, SDI-12, Modbus-RTU, Modbus-ASCII)
- Timeout:** Bei zeitweiliger Umschaltung des Kommunikationsprotokolls, wird nach dieser Zeit (in Minuten) wieder in das konfigurierte Protokoll umgeschaltet

**Wichtiger Hinweis:** wird die Baudrate geändert, kommuniziert der Sensor nach dem Speichern der Konfiguration auf dem Sensor mit der neuen Baudrate. Bei dem Betrieb des Sensors in einem UMB-Netzwerk mit ISOCON-UMB **darf diese Baudrate nicht geändert werden**; andernfalls ist der Sensor **nicht mehr ansprechbar** und kann nicht mehr konfiguriert werden!



## 10.2.4 Einstellungen Temperatur, Feuchte und Lüfter

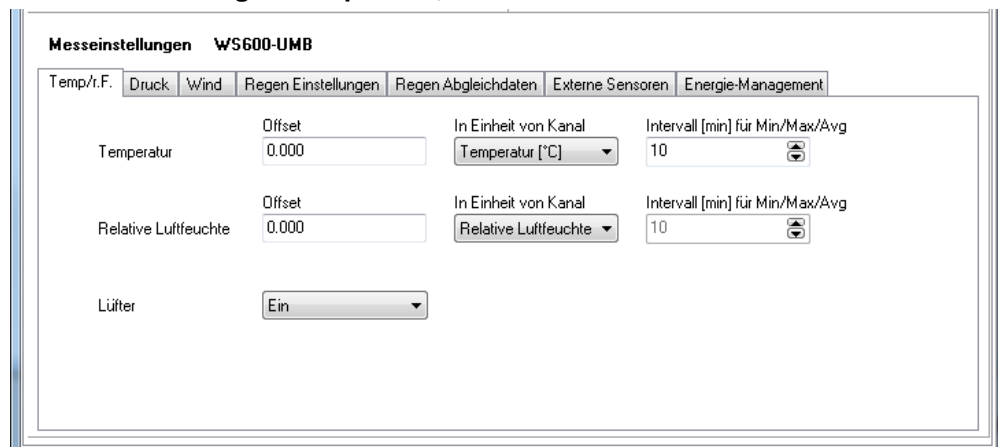


Abb. 10: Einstellungen Temperatur, Feuchte und Lüfter

**Offset:** Absoluter Offset (für Vor-Ort-Abgleich) auf den Messwert in der Einheit des nebenstehenden Kanals.

**Intervall:** Zeit in Minuten für das Berechnungsintervall der Minimal-, Maximal- und Mittelwertberechnung.

**Lüfter:** um den Stromverbrauch zu reduzieren, kann der Lüfter abgeschaltet werden. **Hinweis: wenn der Lüfter abgeschaltet wird, werden auch die Heizungen abgeschaltet! Bei abgeschaltetem Lüfter kann es bei Sonneneinstrahlung zu Abweichungen bei der Temperatur- und Feuchtemessung kommen.**

**Hinweis:** Die Temperatur- und Feuchtemessung benötigt für die Berechnung von Taupunkt, absolute Feuchte und Mischungsverhältnis immer denselben Intervall. Deshalb können keine unterschiedlichen Intervalle eingestellt werden.



## 10.2.5 Einstellungen Druck

**Messeinstellungen WS600-UMB**

Temp./r.F. Druck Wind Regen Einstellungen Regen Abgleichdaten Externe Sensoren Energie-Management

Druck

Offset: 0.000

In Einheit von Kanal: Luftdruck [hPa]

Intervall [min] für Min/Max/Avg: 10

Ortshöhe: 0

Abb. 11: Einstellungen Druck

- Offset:** Absoluter Offset (für Vor-Ort-Abgleich) auf den Messwert in der Einheit des nebenstehenden Kanals.
- Intervall:** Zeit in Minuten für den Berechnungsintervall der Minimal-, Maximal- und Mittelwertberechnung.
- Ortshöhe:** Für die korrekte Berechnung des relativen Luftdrucks (bezogen auf Meereshöhe NN) muss hier die Ortshöhe in Meter eingetragen werden.

## 10.2.6 Wind und Kompass

**Messeinstellungen WS600-UMB**

Temp./r.F. Druck Wind Regen Einstellungen Regen Abgleichdaten Externe Sensoren Energie-Management

Kompass: Kompass für Windrichtungskorrektur verwenden  Lokale Deklination: 0.000 [World Magnetic Model](#)

Wind

Offset: 0.000

In Einheit von Kanal: Wind Geschw. [m/s]

Intervall [min] für Min/Max/Avg: 10

Wind Geschw. min: 0.300

In Einheit von Kanal: Wind Geschw. [m/s]

Heizungsmodus: automatisch

Temperatur Heizungsmodus1: 5.000

Eco mode1 Nachlaufzeit: 30

Regeltemperatur [°C]: 50.000

Abb. 12: Einstellungen Wind

- Offset:** Absoluter Offset (für Vor-Ort-Abgleich) auf den Messwert in der Einheit des nebenstehenden Kanals.
- Intervall:** Zeit in Minuten für das Berechnungsintervall der Minimal-, Maximal- und Mittelwertberechnung.
- WindGeschw. min:** Anlaufgeschwindigkeit des Windmessers in der Einheit des nebenstehenden Kanals, ab der ein Messwert ausgegeben wird.
- Heizungsmodus:** Das Gerät kann in unterschiedlichen Betriebsarten der Heizung konfiguriert werden. Für den Normalbetrieb muss hier ‚automatisch‘ konfiguriert sein. Eine genaue Beschreibung der Funktionsweisen finden Sie auf Seite 35.
- Lokale Deklination:** Abhängig vom Aufstellungsort ist die Deklination (Orts-Missweisung), d.h. die lokale Abweichung des magnetischen vom geografischen Norden zu beachten
- Kompass für Windrichtungskorrektur verwenden**  
Mit aktivierter Kompass-Korrektur werden alle Windrichtungsmesswerte entsprechend der vom Kompass ermittelten Ausrichtung des Sensors korrigiert.



**Hinweis:** Der Offset des Windmessers wird derzeit nicht verwendet, da hier ein Vor-Ort-Abgleich nicht möglich ist.

## 10.2.7 Einstellung Regenmesser (Radar)

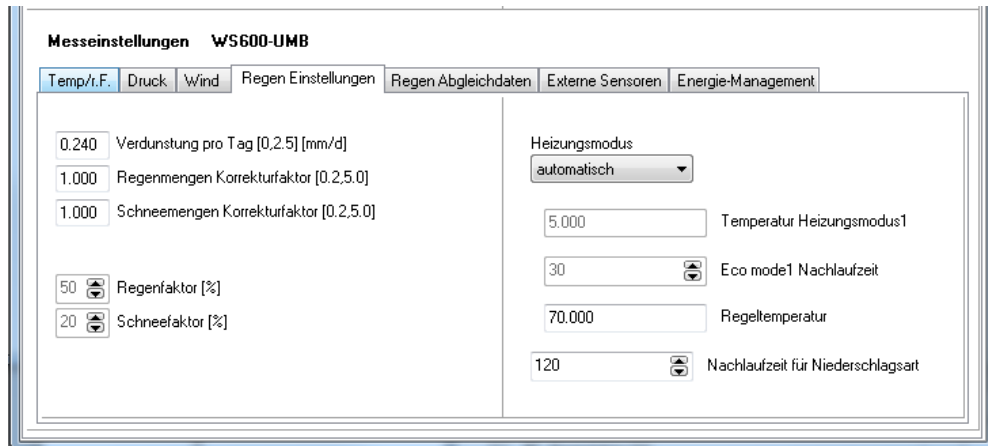


Abb. 13: Einstellung Regenmesser (Radar)

**Heizungsmodus:** Das Gerät kann in unterschiedlichen Betriebsarten der Heizung konfiguriert werden. Für den Normalbetrieb muss hier ‚automatisch‘ konfiguriert sein. Eine genaue Beschreibung der Funktionsweisen finden Sie auf Seite 35.

**Nachlaufzeit für Niederschlagsart:** für diese Zeit (in Sekunden) wird die erkannte Niederschlagsart ausgegeben; um alle Ereignisse zu erfassen, muss diese Zeit der Abfragerate angepasst werden.



**Hinweis:** Alle anderen Parameter, besonders im Reiter ‚Regen Abgleichdaten‘, dürfen nur mit Rücksprache des Herstellers geändert werden, da sie massiven Einfluss auf die Funktion und Genauigkeit des Sensors haben!

## 10.2.8 Einstellung Regenmesser (Kippwaage)

Das Kippwaagen-Modul kann in den Auflösungsstufen 0,2mm und 0,5mm betrieben werden. Die Einstellung der Auflösung erfolgt in zwei Schritten:

- Mechanische Einstellung
- Konfigurationseinstellung

Die mechanische Einstellung erfolgt durch Veränderung des wirksamen Querschnittes. Dafür wird der Sensor mit einem Reduzierring ausgeliefert, der auf den Trichter aufgesetzt werden kann.

Trichter mit Reduzierring                      Auflösung 0,5mm

Trichter ohne Reduzierring                      Auflösung 0,2mm

Anschließend wird mittels UMB Config Tool diese Auflösung auch in der Sensorkonfiguration eingestellt.

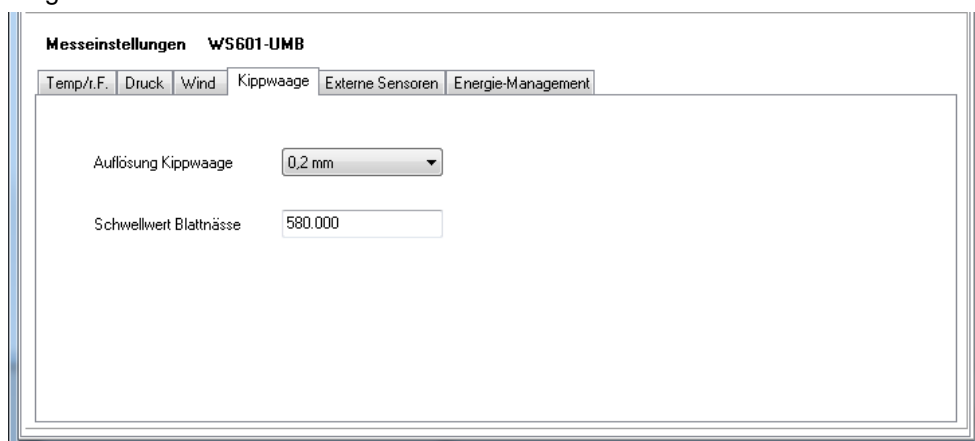


Abb. 14: Einstellung Regenmesser (Kippwaage)



**Achtung:** Wenn mechanische und Konfigurations-Einstellung nicht übereinstimmen, liefert der Sensor falsche Niederschlagswerte!

## 10.2.9 Energie-Management

Messeinstellungen WS600-UMB						
Temp./r.F.	Druck	Wind	Regen Einstellungen	Regen Abgleichdaten	Externe Sensoren	Energie-Management
<b>WSx-UMB</b>	Betriebsmodus		Normalbetrieb			
<b>Temp./r.F.</b>	Lüfter		Ein			
<b>Wind</b>	Heizung		automatisch			
<b>Regen</b>	Heizungs Modus		automatisch			
	Betriebsmodus		Standard			Werkseinstellungen

Abb. 15: Einstellung Energie-Management

Über die Einstellung des Betriebs- und Heizungsmodus kann der Energieverbrauch der Wetterstation an die Gegebenheiten der jeweiligen Installation angepasst werden.

In den folgenden Kapiteln werden die Unterschiedlichen Einstellungen beschrieben:

- Betriebsarten der Kompaktwetterstation ab Seite 35
- Betriebsarten der Geräteheizung ab Seite 37

### 10.2.10 Niederschlagsmenge zurücksetzen

Um die aufsummierte absolute Niederschlagsmenge zurückzusetzen bietet das UMB-Config-Tool folgende Funktion:

Extras → WSx-UMB Regensummen zurücksetzen

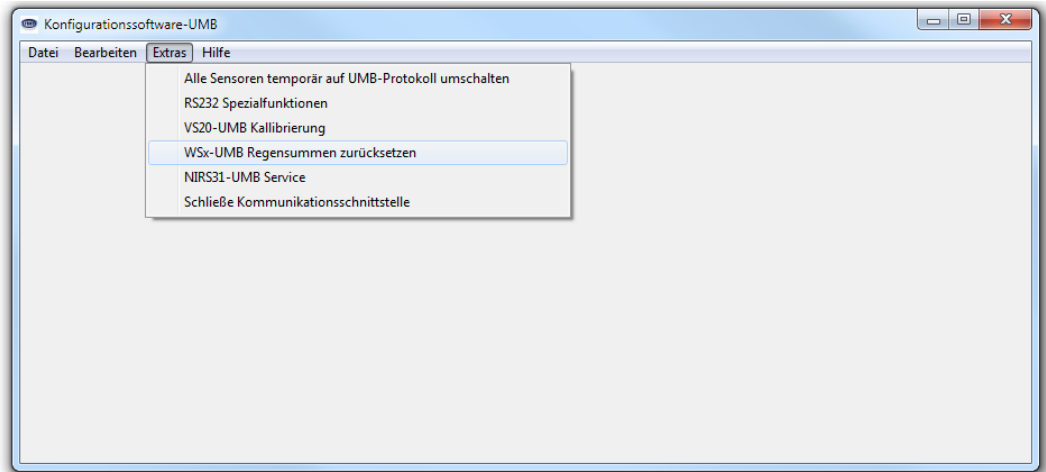
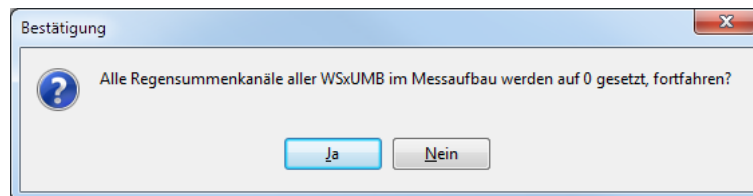


Abb. 16:  
Niederschlagsmenge  
zurücksetzen

Bestätigen Sie das Zurücksetzen mit ‚Ja‘



**Hinweis:** Es werden die Niederschlagsmengen von ALLEN Kompaktwetterstationen in dem jeweiligen UMB-Netzwerk zurückgesetzt! Auf diese Funktion folgt ein Geräteneustart.

### 10.3 Funktionstest mit UMB-Config-Tool

Mit dem UMB-Config-Tool lässt sich die Funktion der Kompaktwetterstation durch Abfrage diverser Kanäle überprüfen.



**Hinweis:** Während des Funktionstests müssen alle anderen abfragenden Geräte, wie z.B. Modems / LCOM, vom UMB-Netz getrennt werden!

#### 10.3.1 Kanäle für die Messwertabfrage

Durch Anklicken des jeweiligen Kanals kann dieser für die Messwertabfrage des UMB-Config-Tools ausgewählt werden.

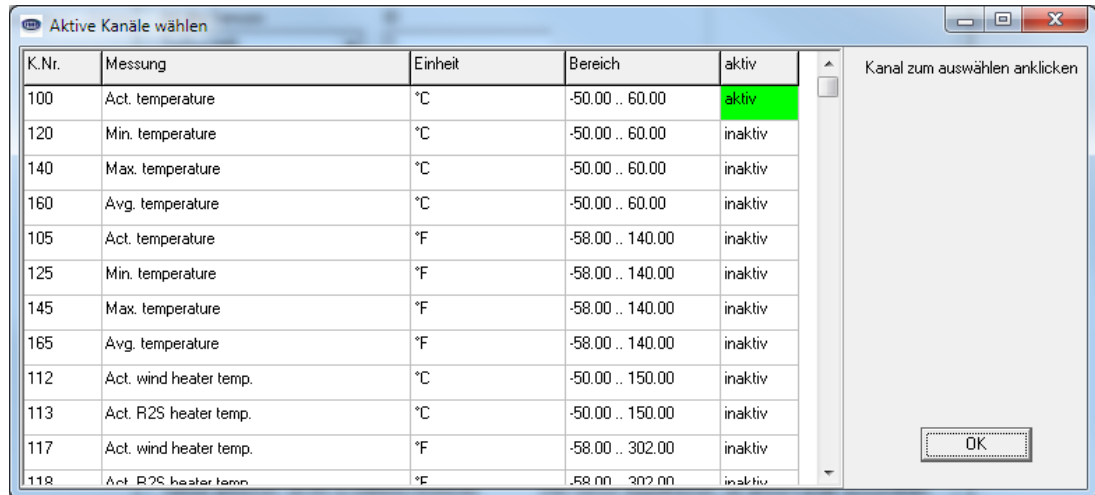


Abb. 17: Kanäle Messwertabfrage

#### 10.3.2 Beispiel einer Messwertabfrage

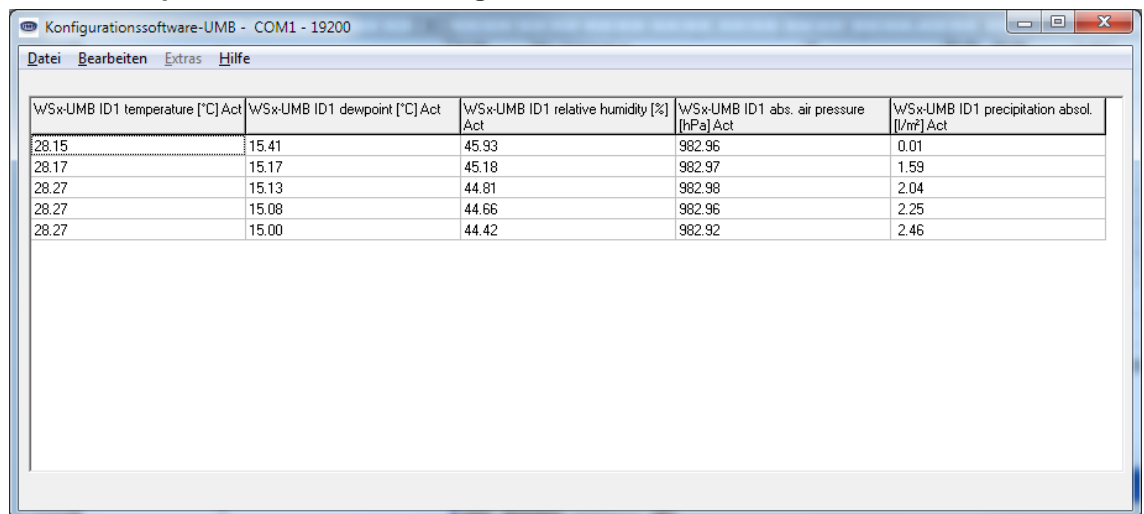


Abb. 18: Beispiel Messwertabfrage



**Hinweis:** Das UMB Config Tool ist nur für Test- und Konfigurationszwecke vorgesehen. Für einen Dauerbetrieb zur Messwernerfassung ist es nicht geeignet. Hier empfiehlt sich der Einsatz professioneller Softwarelösungen, wie z.B. Lufft SmartView3.

## 10.4 Betriebsarten der Kompaktwetterstation

Über die Einstellung der Betriebsart kann der Energieverbrauch der Wetterstation an die Gegebenheiten der jeweiligen Installation angepasst werden.

Der Betrieb in den Energiespar-Betriebsarten unterliegt allerdings bestimmten Einschränkungen, die bei der Konzeption der Installation beachtet werden müssen.

Im Normalbetrieb, in dem allen spezifizierten Eigenschaften der Kompaktwetterstation in vollem Umfang zur Verfügung stehen, wird der Stromverbrauch des Gerätes überwiegend durch den Betrieb von Heizung und Lüfter bestimmt.

### 10.4.1 Energiesparmodus 1

Der Energiesparmodus 1 wird durch folgende Maßnahmen bestimmt:

- Die Belüftung der Temperatur- / Feuchteeinheit wird abgeschaltet
- Alle Heizungen werden abgeschaltet
- Der Radar-Regensensor (WS600-UMB, WS400-UMB) wird nicht dauerhaft betrieben; pro Minute wird der Sensor nur für eine Sekunde aktiviert; wird dann Niederschlag erkannt, bleibt er bis zum Ende des Ereignisses eingeschaltet; ansonsten wird er nach der einen Sekunde wieder deaktiviert.



**Hinweis:** Diese Betriebsart hat folgende Einschränkungen:

- Bei abgeschaltetem Lüfter kann es bei Sonneneinstrahlung zu Abweichungen bei der Temperatur- und Feuchtemessung kommen.
- In dieser Betriebsart ist nur ein eingeschränkter Winterbetrieb möglich, da eine eventuelle Vereisung die ordnungsgemäße Funktion des Regensensor bzw. des Windmessers verhindern kann.
- Die Regenerkennung kann bis zu 2 Minuten verzögert sein. Kurze Ereignisse werden unter Umständen nicht erkannt. Dadurch sind auch Abweichungen in der Genauigkeit der Niederschlagsmenge möglich.

Gegenüber dem Normalbetrieb wird der Energieverbrauch einer WS600-UMB selbst ohne Berücksichtigung der Heizung auf ca. 10% reduziert (für die Dauer eines Niederschlagsereignisses ist der Verbrauch durch den dann permanent eingeschalteten Regensensor höher, ca. 20% des Normalbetriebs).

### 10.4.2 Energiesparmodus 2

Der Energiesparmodus 2 erlaubt eine weitere erhebliche Reduktion des Energieverbrauchs, die aber auch weitergehende Einschränkungen mit sich bringt.

In dieser Betriebsart wird die Station weitestgehend ausgeschaltet und nur durch einen Datenabruf für jeweils einen Messzyklus aufgeweckt. Für Messzyklus und Datenabruf bleibt die Station ca. 10-15 sec eingeschaltet. Der Gesamtverbrauch wird in dieser Betriebsart wesentlich durch die Häufigkeit des Datenabrufs bestimmt.



**Hinweis:** Diese Betriebsart hat folgende Einschränkungen:

- Alle Einschränkungen des Energiesparmodus 1 gelten auch hier
- Energiesparmodus 2 steht für Modelle mit Radar-Regensensor (WS600-UMB, WS400-UMB) nicht zur Verfügung. Für Niedrigenergie-Anwendungen werden Modelle mit Kippwaage empfohlen.
- Die Berechnung von Mittel-, Minimum- und Maximumwerten sowie der Niederschlagsintensität steht nicht zur Verfügung, es werden nur Momentanwerte übermittelt
- Das Kommunikationsprotokoll Modbus steht nicht zur Verfügung
- Beim Datenabruf mittels UMB Protokoll ist eine bestimmte Abrufsequenz und Timing einzuhalten (s. Kap. 19.3.7). Die Intervall-Länge muss mindestens 15sec betragen, um sicherzustellen, dass der Mess- und Übertragungszyklus abgeschlossen wird. Kürzere Zyklen können dazu führen, dass das Gerät im Datenübertragungs-Zustand bleibt, ohne eine neue Messung einzuleiten.



- Der Betrieb im UMB-Netzwerk mit anderen Sensoren ist möglich, es ist aber zu beachten, dass jedes (auch an andere Stationen adressierte) Telegramm im Netzwerk die Kompaktwetterstation, zumindest für einige Sekunden, aufweckt und entsprechend den Gesamtverbrauch erhöht. Die Mindestintervall-Länge muss auch unter Berücksichtigung der „Fremd-Telegramme“ eingehalten werden. Ein Mischbetrieb von Stationen im Energiesparmodus 2 und schnell abgetasteten Stationen im Normalbetrieb im gleichen UMB-Netz ist nicht möglich

### 10.5 Betriebsarten der Geräteheizung

Im Auslieferungszustand ist die Heizung auf Automatik konfiguriert. Das ist die empfohlene Betriebsart der Heizung des Sensors.

Die folgenden Betriebsarten sind einstellbar:

Heizungsmodus	WS200-UMB	WS400-UMB	WS500-UMB	WS501-UMB *)	WS600-UMB	WS601-UMB
Automatik	•	•	•	•	•	•
Aus	•	•	•	•	•	•
Mode 1		•	•	•	•	•
Eco-Mode 1		•			•	

\*) gilt auch für WS502-UMB, WS503-UMB, WS504-UMB



**Hinweis:** Die WS30x-UMB und WS401-UMB sind nicht beheizt.

Die Einstellungen müssen beim Regensensor und Windmesser in der jeweiligen Konfigurationsmaske vorgenommen werden. Die Beispiele zeigen die Einstellung beim Windmesser.

#### 10.5.1 Automatik

In dieser Betriebsart wird der Sensor konstant auf Regeltemperatur gehalten, um Beeinträchtigungen durch Schnee und Eis generell zu verhindern.

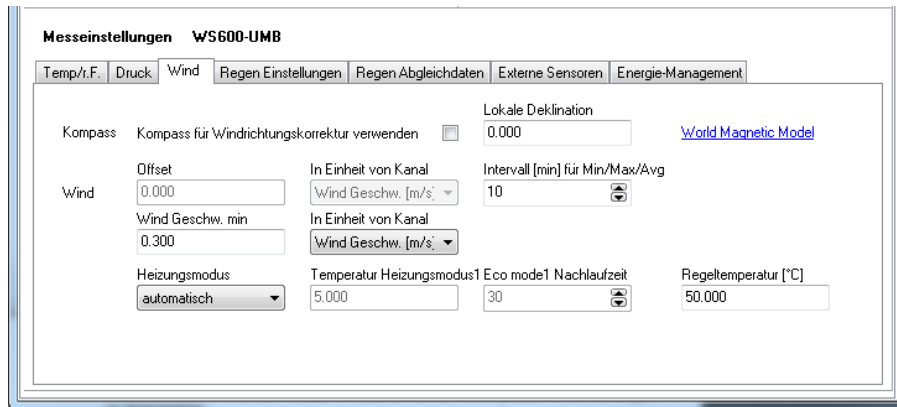
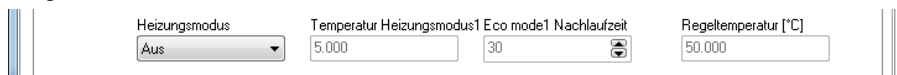


Abb. 19: Betriebsarten der Geräteheizung

Regeltemperatur: auf diese Temperatur (in °C) regelt die Heizung  
Die Einstellungen der weiteren Werte sind nicht relevant.

#### 10.5.2 Aus

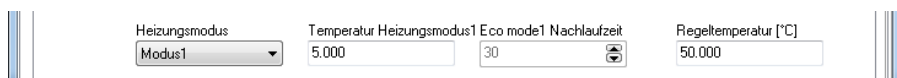
Bei der Betriebsart ‚Aus‘ wird die Heizung komplett deaktiviert. In dieser Betriebsart ist kein Winterbetrieb möglich, da eine eventuelle Vereisung die ordnungsgemäße Funktion des Regensensor bzw. des Windmessers verhindern kann.



Die Einstellungen der Werte sind nicht relevant.

#### 10.5.3 Modus 1

In der Betriebsart ‚Modus 1‘ wird die Heizung nur dann aktiviert, wenn die Außentemperatur unter die konfigurierte Temperatur Heizungsmodus1 (in °C) sinkt. In diesem Modus kann der Stromverbrauch in frostfreien Situationen reduziert werden, ohne größere Einschränkungen im Winterbetrieb.



Regeltemperatur: auf diese Temperatur (in °C) regelt die Heizung  
Temperatur Heizungsmodus1: Schwelltemperatur (in °C) ab der die Heizung aktiviert wird  
Die Einstellung der ‚Eco mode1 Nachlaufzeit‘ ist nicht relevant.

### 10.5.4 Eco-Mode 1

Der Eco-Mode1 ist ein erweiterter Stromspar-Mode.

Nur in folgenden Fällen wird die Heizung eingeschaltet:

- Die Außentemperatur ist unter der Schwelltemperatur und Niederschlag wurde erkannt. Die Heizung läuft dann für 30 Minuten (nach dem letzten Niederschlagsereignis) bei Regeltemperatur.
- Ist die Außentemperatur konstant unter der Schwelltemperatur und es wurde über 20h nicht geheizt, wird die Heizung vorsorglich für 30 Minuten eingeschaltet um eventuelle Vereisungen abzutauen.

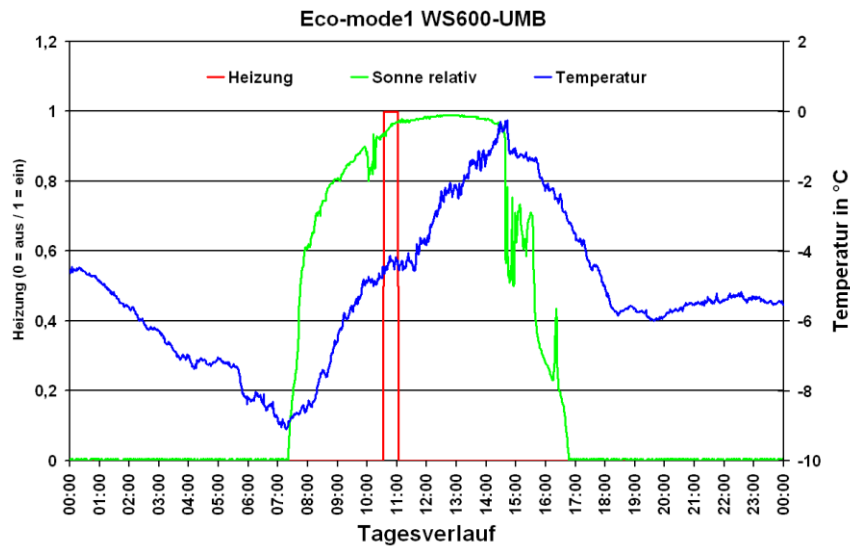
Die vorsorgliche 20h-Heizung erfolgt aber nur wenn über den gesamten Zeitraum eine Außentemperatur unter der Schwelltemperatur gemessen wurde und es mindestens 3 Stunden lang konstant hell war.



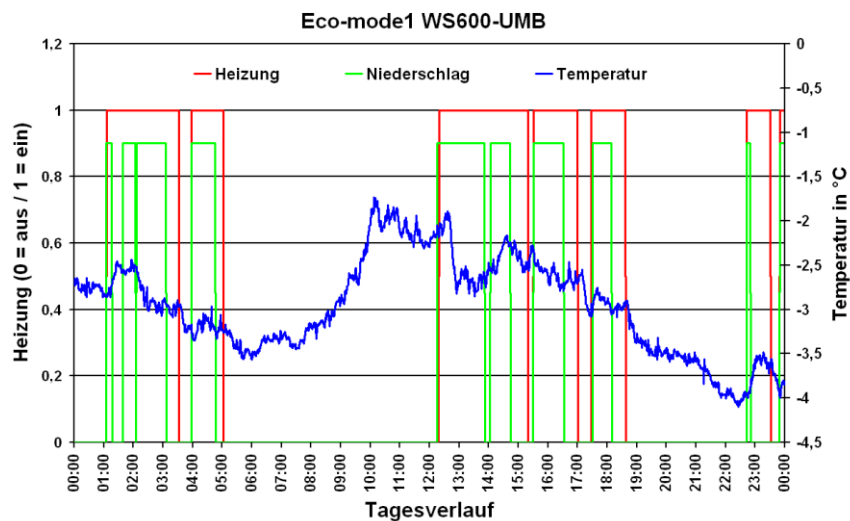
Regeltemperatur: auf diese Temperatur (in °C) regelt die Heizung  
 Temperatur Heizungsmodus1: Schwelltemperatur (in °C) ab der die Heizung aktiviert wird  
 Eco mode1 Nachlaufzeit: Nachlaufzeit (in Minuten)

**Beispiele:**

Außentemperatur konstant unter 5°C; kein Niederschlag über 24h



Außentemperatur konstant unter 5°C; mit Niederschlag



## 11 Firmwareupdate

Um den Sensor auf dem aktuellen Stand der Technik zu halten, besteht die Möglichkeit eines Firmwareupdates vor Ort, ohne den Sensor abzubauen und zum Hersteller senden zu müssen.

Das Firmwareupdate erfolgt mit Hilfe des UMB-Config-Tools.

Die Beschreibung des Firmwareupdates befindet sich in der Anleitung des UMB-Config-Tools. Bitte laden Sie sich unter [www.lufft.de](http://www.lufft.de) die aktuelle Firmware und das UMB-Config-Tools herunter und installieren Sie es auf einem Windows®-PC. Sie finden dann die Anleitung unter



**Hinweis:** Bei einem Firmwareupdate werden die absoluten Niederschlagsmengen (Kanal 600 – 660) unter Umständen zurückgesetzt.

Für die gesamte Produktfamilie gibt es eine Firmware (WSx\_Release\_Vxx.mot) die alle Varianten unterstützt.



**Wichtiger Hinweis: Lesen Sie bitte das mitgelieferte Textfile in WSx\_Release\_Vxx.zip; es enthält wichtige Informationen zum Update!**

## 12 Wartung

Das Gerät arbeitet prinzipiell wartungsfrei.

Es wird jedoch empfohlen einmal jährlich einen Funktionstest durchzuführen. Dabei sollten folgende Punkte beachtet werden:

- visuelle Inspektion im Blick auf Verschmutzung des Gerätes
- Überprüfung der Sensoren durch Messwertabfrage
- Überprüfung der Funktion des Lüfters (nicht bei WS200-UMB)

Weiter wird eine jährliche Überprüfung des Abgleichs vom Feuchtefühler beim Hersteller empfohlen (nicht bei WS200-UMB). Ein Ausbau oder Austausch des Feuchtefühlers ist nicht möglich. Zur Überprüfung muss die komplette Kompaktwetterstation an den Hersteller geschickt werden.

Für Geräte mit Globalstrahlungsmessung wird eine regelmäßige Reinigung der Glaskuppel mit Wasser oder Spiritus empfohlen. Das Reinigungsintervall ist an die örtlich anfallende Verschmutzung anzupassen.

Geräte mit Niederschlagserfassung durch Kippwaage (WS401-UMB, WS601-UMB): Der Trichter der Kippwaage ist regelmäßig zu reinigen (siehe unten). Das Reinigungsintervall ist an die örtlich anfallende Verschmutzung anzupassen.

Geräte mit Blattnässe-Sensor: Eine regelmäßige Reinigung des Blattnässe-Sensors mit Wasser wird empfohlen. Das Reinigungsintervall ist an die örtlich anfallende Verschmutzung anzupassen. Im Rahmen der Wartung wird eine Überprüfung und ggfs. Korrektur des Nass-Schwellwertes empfohlen.

## 12.1 Wartung Kippwaage

Die Funktion der Kippwaage kann durch Verschmutzung des Trichters oder des Kippwaagen-Mechanismus erheblich beeinflusst werden. Daher ist eine regelmäßige Kontrolle und ggfs. Reinigung erforderlich. Das Wartungsintervall hängt stark von den örtlichen Gegebenheiten sowie auch von der Jahreszeit (Blätterfall, Pollenflug) ab und kann daher nicht vorgegeben werden (kann im Bereich von Wochen liegen).

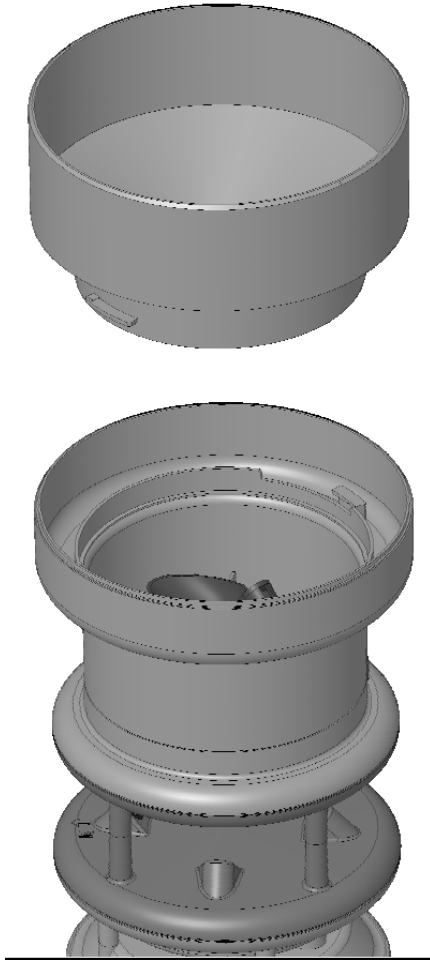


Abb. 20: WS601-UMB  
mit abgenommenem  
Trichter

- Nur bei offensichtlicher Verschmutzung reinigen
- Kippmechanismus möglichst nicht bewegen (sonst Fehlzählung)
- Zur Reinigung Wasser, einen weichen Lappen und / oder weichen Pinsel verwenden
- Trichter durch Linksdrehung entriegeln und abheben
- Trichter, insbesondere die Siebschlitze, reinigen
- Inneres des Kippwaagenmoduls auf Verschmutzung, insbesondere auch auf Spinnweben und Insekten kontrollieren und, wenn erforderlich, reinigen
- Kipplöffel auf Verschmutzung kontrollieren, wenn nötig vorsichtig mit klarem Wasser auswischen. Achtung: jede Bewegung des Löffels erzeugt einen Zählimpuls und dadurch ggfs. eine fehlerhafte Regenmenge
- Wasserablauf kontrollieren und ggfs. reinigen
- Trichter aufsetzen und durch Rechtsdrehung verriegeln

## 13 Technische Daten

Versorgungsspannung: 24VDC +/- 10%  
12VDC mit Einschränkungen (siehe Seite 25)

Stromaufnahme Sensor in mA:

Modus <sup>1</sup>	Standard		Energiesparmodus 1		Energiesparmodus 2	
	Versorgung	24VDC <sup>2</sup>	12VDC	24VDC	12VDC	24VDC
WS200-UMB	16 mA	25 mA	15 mA	24 mA	4 mA	2 mA
WS300-UMB	135 mA	70 mA	7 mA	7 mA	4 mA	2 mA
WS301-UMB	135 mA	70 mA	8 mA	8 mA	4 mA	2 mA
WS302-UMB						
WS303-UMB						
WS304-UMB						
WS400-UMB	160 mA	110 mA	7 mA	7 mA	--	--
WS401-UMB	130 mA	65 mA	6 mA	6 mA	4 mA	2 mA
WS500-UMB	140 mA	80 mA	16 mA	25 mA	4 mA	2 mA
WS501-UMB	145 mA	85 mA	16 mA	25 mA	4 mA	2 mA
WS502-UMB						
WS503-UMB						
WS504-UMB						
WS600-UMB	160 mA	130 mA	16 mA	25 mA	--	--
WS601-UMB	140 mA	85 mA	15 mA	24 mA	4 mA	2 mA

Strom- und Leistungsaufnahme Heizung:

WS200-UMB	833 mA / 20VA bei 24VDC
WS400-UMB	833 mA / 20VA bei 24VDC
WS500-UMB, WS501-UMB, WS502-UMB	833 mA / 20VA bei 24VDC
WS503-UMB, WS504-UMB	
WS600-UMB	1,7 A / 40VA bei 24VDC
WS601-UMB	833mA / 20VA bei 24VDC

Abmessungen mit Halterung :

WS200-UMB	Ø 150mm, Höhe 194mm
WS300-UMB	Ø 150mm, Höhe 223mm
WS301-UMB	Ø 150mm, Höhe 268mm
WS302-UMB	Ø 150mm, Höhe 253mm
WS303-UMB	Ø 150mm, Höhe 328mm
WS304-UMB	Ø 150mm, Höhe 313mm
WS400-UMB	Ø 150mm, Höhe 279mm
WS401-UMB	Ø 164mm, Höhe 380mm
WS500-UMB	Ø 150mm, Höhe 287mm
WS501-UMB	Ø 150mm, Höhe 332mm
WS502-UMB	Ø 150mm, Höhe 317mm
WS503-UMB	Ø 150mm, Höhe 392mm
WS504-UMB	Ø 150mm, Höhe 377mm
WS600-UMB	Ø 150mm, Höhe 343mm
WS601-UMB	Ø 164mm, Höhe 445mm

Gewicht mit Halterung ohne Anschlusskabel:

WS200-UMB	ca. 0,8 kg
WS300-UMB	ca. 1,0 kg
WS400-UMB, WS301-UMB, WS302-UMB, WS303-UMB, WS304-UMB	ca. 1,3 kg
WS401-UMB	ca. 1,5 kg
WS500-UMB	ca. 1,2 kg
WS600-UMB, WS501-UMB, WS502-UMB, WS503-UMB, WS504-UMB	ca. 1,5 kg
WS601-UMB	ca. 1,7 kg

<sup>1</sup> Beschreibung der Betriebsarten siehe Seite 35

<sup>2</sup> Werkseinstellung; empfohlene Einstellung

Befestigung:	Masthalterung Edelstahl für Ø 60 - 76mm
Schutzklasse:	III (SELV)
Schutzart:	IP66
Lagerbedingungen	
zulässige Lagertemperatur:	-50°C ... +70°C
zulässige rel. Feuchte:	0 ... 100% r.F.
Betriebsbedingungen	
zulässige Betriebstemperatur:	-50°C ... +60°C
zulässige rel. Feuchte:	0 ... 100% r.F.
zulässige Höhe über NN:	N/A
Schnittstelle RS485, 2-Draht, halbduplex	
Datenbits:	8 (im SDI-12 Betrieb: 7)
Stoppsbit:	1
Parität:	keine (im SDI-12 Betrieb: gerade, Modbus: keine o. gerade)
Tri-State:	2 Bit nach Stoppsbitflanke
Einstellbare Baudraten:	1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200 <sup>3</sup> , 28800, 57600
(Im SDI-12 Betrieb wird die Schnittstelle umgeschaltet, um die Anforderungen des Standards zu erfüllen.)	
Gehäuse:	Kunststoff (PC)

<sup>3</sup> Werkseinstellung; Baudrate für Betrieb mit ISOCON-UMB und Firmwareupdate

## 13.1 Messbereich / Genauigkeit

### 13.1.1 Lufttemperatur

Messverfahren:	NTC
Messbereich:	-50°C ... +60°C
Auflösung:	0,1°C(-20°C...+50°C), sonst 0,2°C
Genauigkeit Sensor:	+/- 0,2°C (-20°C ... +50°C), sonst +/-0,5°C (>-30°C)
Messrate:	1 Minute
Einheiten:	°C; °F

### 13.1.2 Luftfeuchte

Messverfahren:	kapazitiv
Messbereich:	0 ... 100% r.F.
Auflösung:	0,1% r.F.
Genauigkeit:	+/- 2% r.F.
Messrate:	1 Minute
Einheiten:	%r.F.; g/m <sup>3</sup> ; g/kg

### 13.1.3 Taupunkttemperatur

Messverfahren:	passiv, berechnet aus Lufttemperatur u. Luftfeuchte
Messbereich:	-50°C ... +60°C
Auflösung:	0,1°C
Genauigkeit:	rechnerisch +/- 0,7°C
Einheiten:	°C; °F

### 13.1.4 Luftdruck

Messverfahren:	MEMS-Sensor kapazitiv
Messbereich:	300 ... 1200hPa
Auflösung:	0,1hPa
Genauigkeit:	+/- 0,5hPa (0 ... +40°C)
Messrate:	1 Minute
Einheit:	hPa

### 13.1.5 Windgeschwindigkeit

Messverfahren:	Ultraschall
Messbereich:	0 ... 75m/s (WS601-UMB: 0 ... 30m/s)
Auflösung:	0,1m/s
Genauigkeit:	±0,3 m/s oder ±3% (0 ... 35 m/s) ±5% (>35m/s) RMS
Ansprechschwelle:	0,3 m/s
Messrate:	10 Sekunden / 1 Sekunde mit Einschränkung
Einheiten:	m/s; km/h; mph; kts

### 13.1.6 Windrichtung

Messverfahren:	Ultraschall
Messbereich:	0 – 359,9°
Auflösung:	0,1°
Genauigkeit:	< 3° (> 1m/s) RMSE
Ansprechschwelle:	0,3 m/s
Messrate:	10 Sekunden / 1 Sekunde mit Einschränkung



### 13.1.7 Niederschlag

#### 13.1.7.1 WS400-UMB / WS600-UMB

Messverfahren:	Radar-Sensor
Messbereich Tropfengröße:	0,3 mm ... 5,0 mm
Auflösung Niederschlag flüssig:	0,01 mm
Niederschlagstypen:	Regen, Schnee
Reproduzierbarkeit:	typisch > 90%
Ansprechschwelle:	0,01 mm
Messrate:	Ereignisabhängig bei Erreichen der Ansprechschwelle
Niederschlagsintensität:	0 ... 200 mm/h; Messrate 1 Minute

#### 13.1.7.2 WS401-UMB / WS601-UMB

Messverfahren:	Kippwaage
Auflösung Niederschlag flüssig:	0,2 mm / 0,5mm (einstellbar durch Reduziererring)
Niederschlagstypen:	Regen
Genauigkeit:	2%
Messrate:	1 Minute

### 13.1.8 Kompass

Messverfahren:	Integrierter elektronischer Kompass
Messbereich:	0 ... 359°
Auflösung:	1,0°
Genauigkeit:	+/- 10°
Messrate:	5 Minuten

### 13.1.9 Globalstrahlung

Messverfahren	Thermopile Pyranometer
Messbereich	0,0 ... 1400,0 W/m <sup>2</sup>
Auflösung	< 1W/m <sup>2</sup>
Messrate	1 Minute

#### 13.1.9.1 WS301-UMB / WS501-UMB

Ansprechzeit (95%)	<18s
Stabilitätsabweichung (pro Jahr)	<1%
Nichtlinearität (0 bis 1000 W/m <sup>2</sup> )	<1%
Richtungsfehler (bei 80° mit 1000 W/m <sup>2</sup> )	<20 W/m <sup>2</sup>
Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit	<5% (-10 bis +40°C)
Neigungsfehler (bei 1000 W/m <sup>2</sup> )	<1%
Spektralbereich (50% Punkte)	300 ... 2800nm

#### 13.1.9.2 WS302-UMB / WS502-UMB

Ansprechzeit (95%)	<1s
Spektralbereich	300 ... 1100nm

**13.1.10 BlattnässeWLW100**

Messverfahren:	kapazitiv
Messbereich:	0 – 1500mV
Messrate:	1 Minute

**13.1.11 Externe Temperatursensoren WT1 / WST1**

Messverfahren:	NTC
Messbereich:	-40°C ... +80°C
Auflösung:	0,25°C
Genauigkeit Sensor:	< +/- 1°C (WST1: +/- 0,3°C von -10°C ...+10°C)
Messrate:	1 Minute
Einheiten:	°C; °F

**13.1.12 Externe Kippwaage WTB100**

Messverfahren:	Kippwaage mit prellfreiem Reed-Kontakt (Öffner)
Auflösung Niederschlag flüssig:	0,2 mm / 0,5mm (einstellbar durch Reduzierring)
Niederschlagstypen:	Regen
Genauigkeit:	2%
Messrate:	1 Minute

Prinzipiell können alle Niederschlagssensoren mit prellfreiem Reed-Kontakt (Öffner oder Schließer) und einer Auflösung 0,1mm, 0,2mm, 0,5mm oder 1,0mm verwendet werden.

## 13.2 Zeichnungen

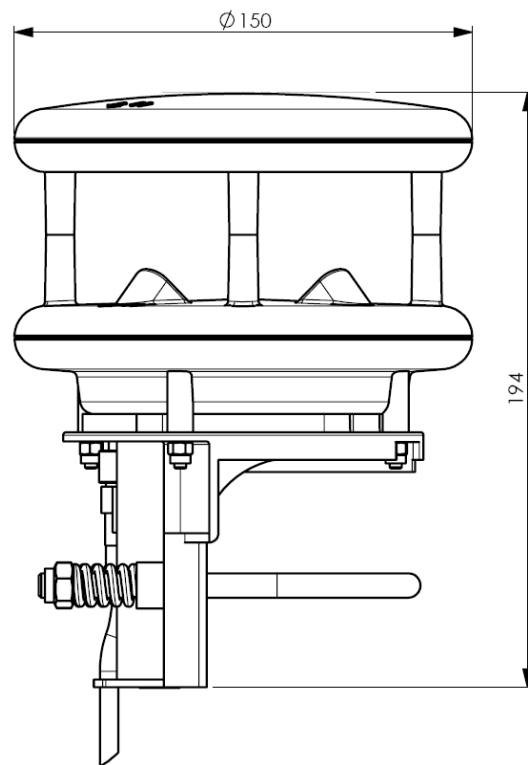


Abb. 21: WS200-UMB

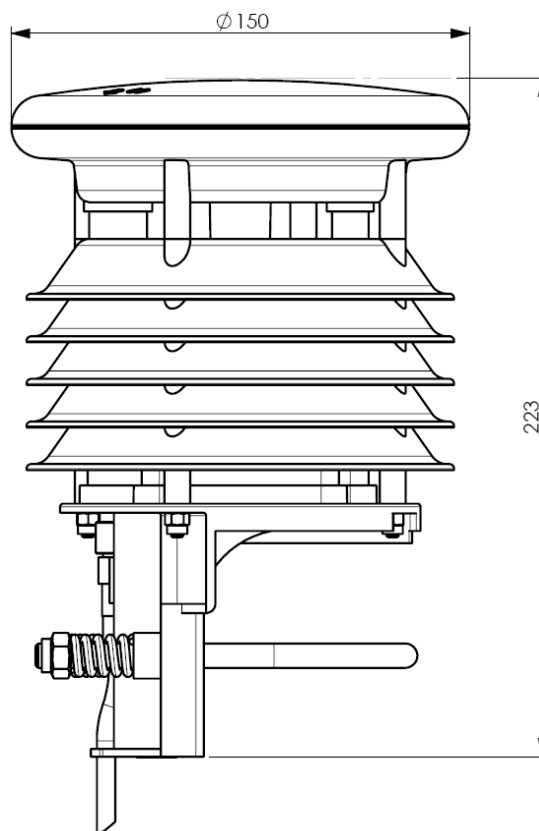


Abb. 22: WS300-UMB

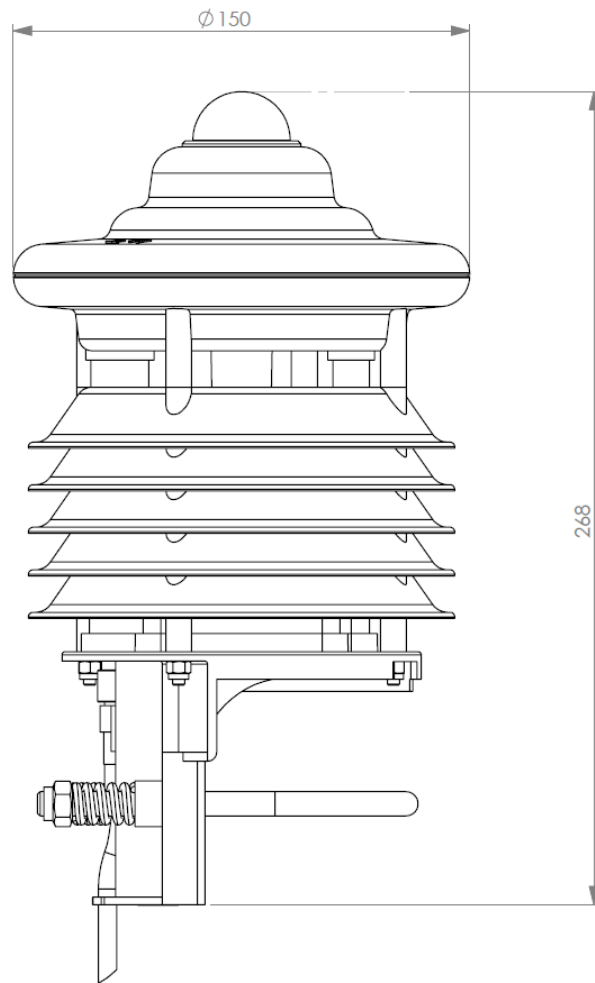


Abb. 23: WS301-UMB

WS302-UMB, WS303-UMB und WS304-UMB sind ähnlich.

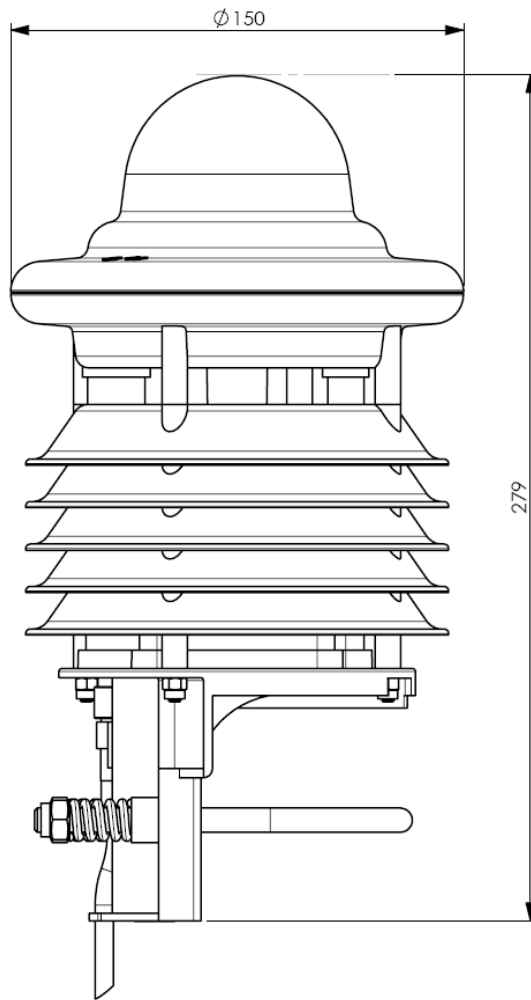


Abb. 24: WS400-UMB

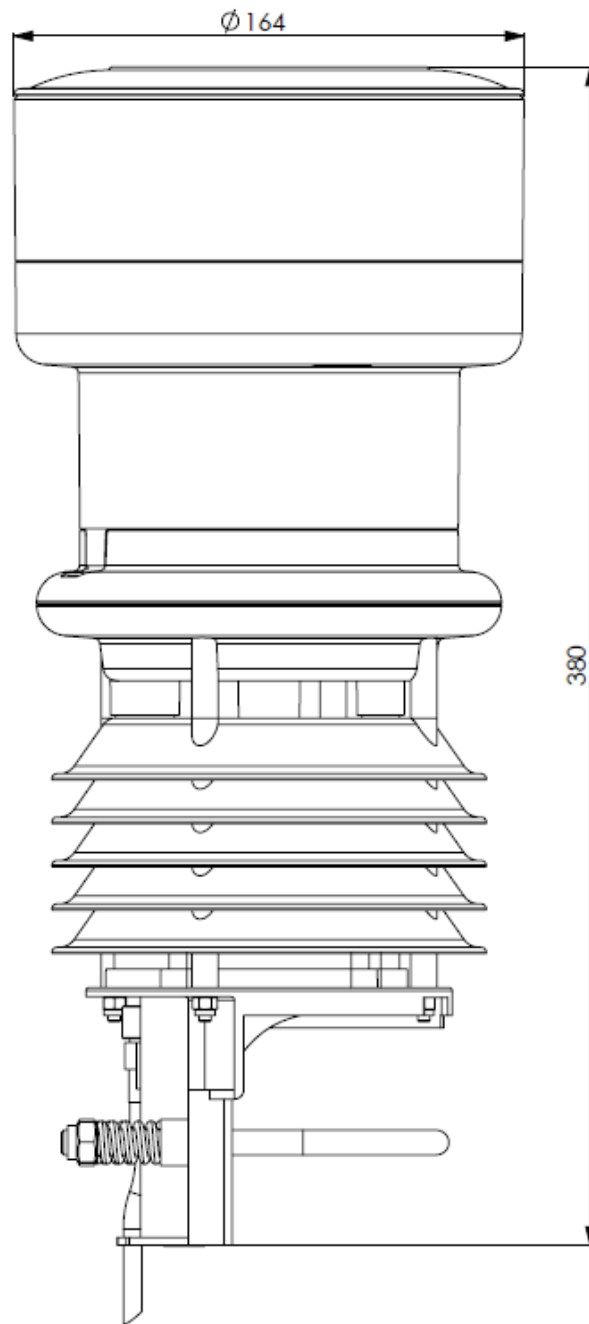


Abb. 25: WS401-UMB

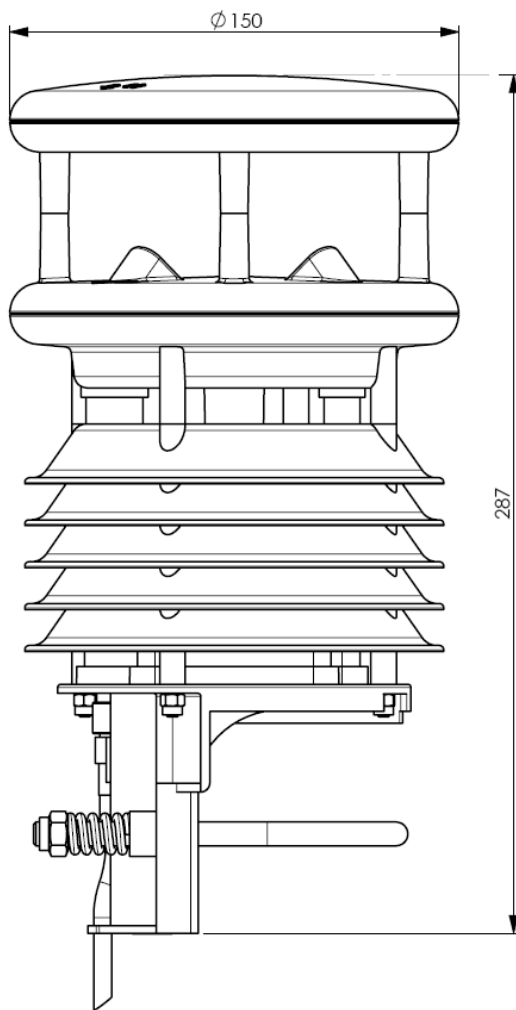


Abb. 26: WS500-UMB

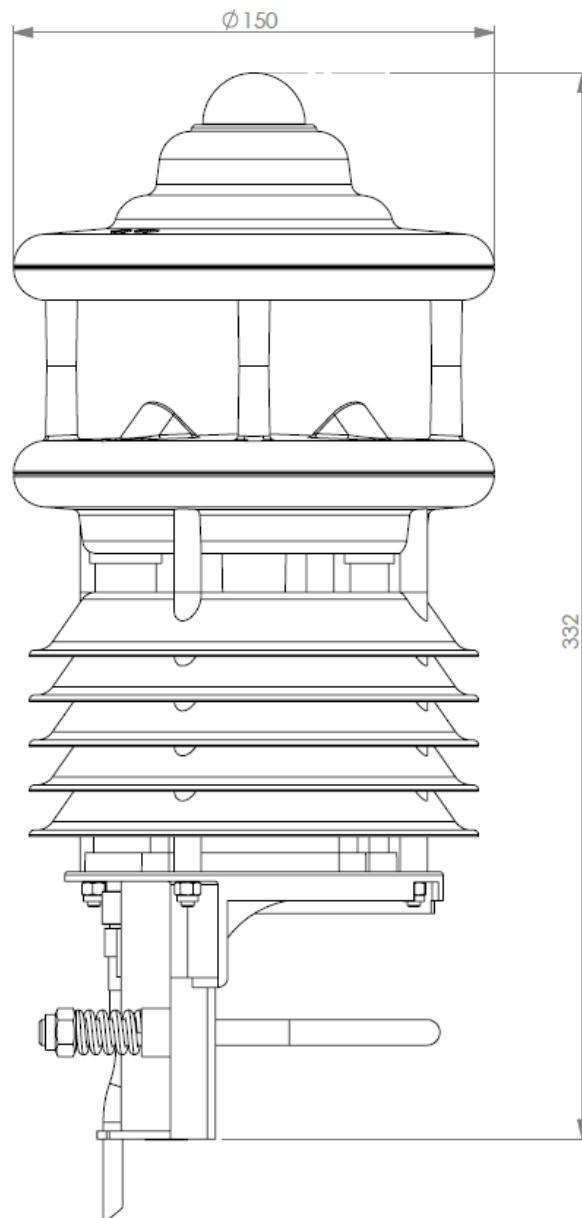


Abb. 27: WS501-UMB

WS502-UMB, WS503-UMB und WS504-UMB sind ähnlich.



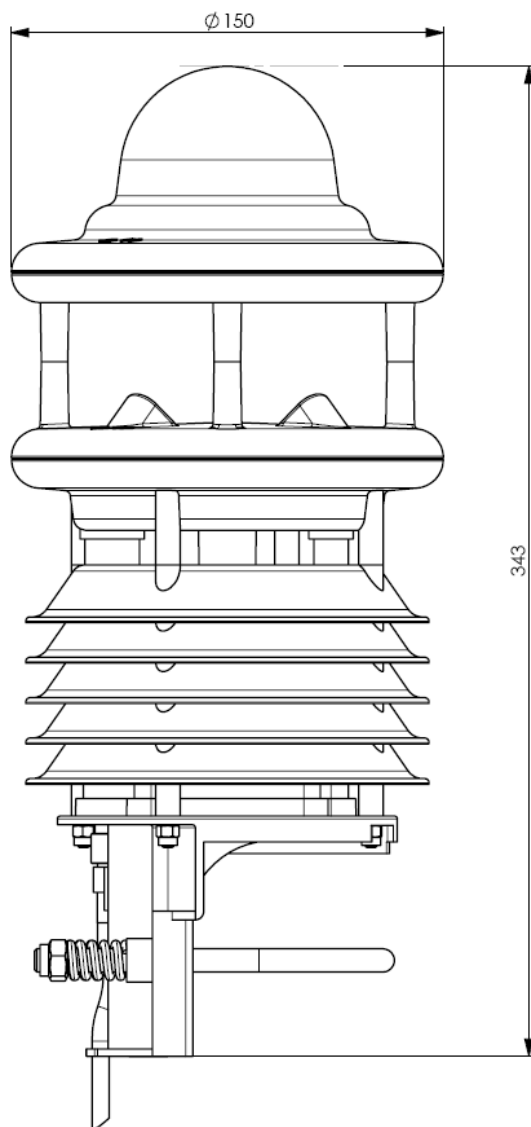


Abb. 28: WS600-UMB

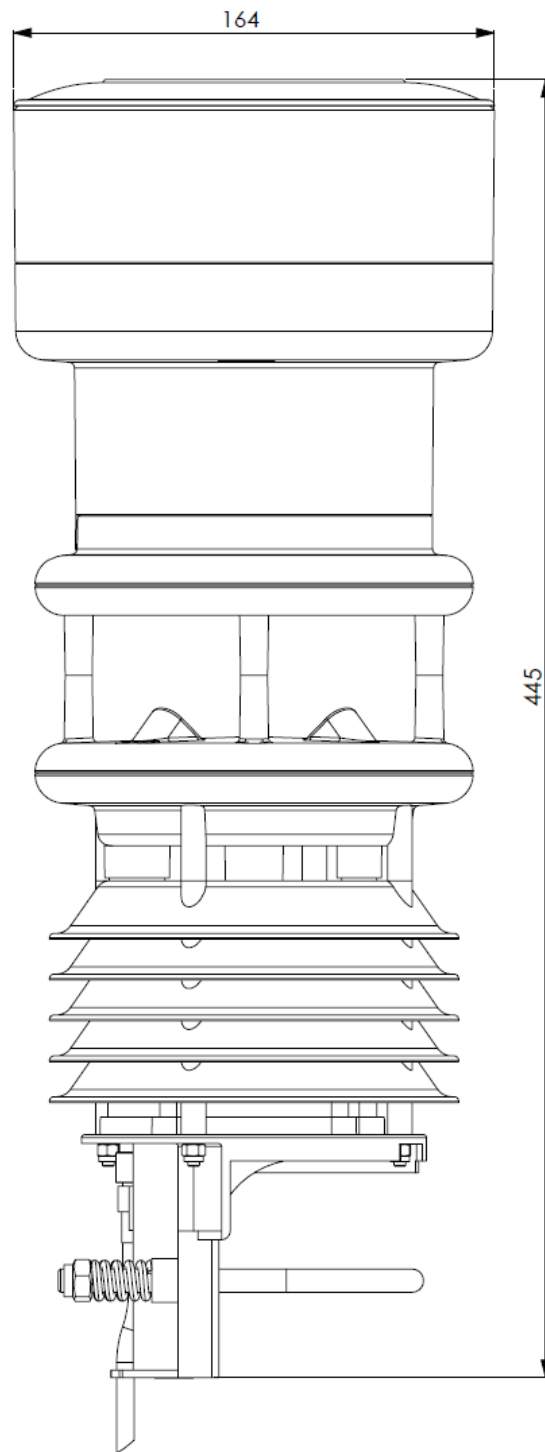


Abb. 29: WS601-UMB

## 14 EG-Konformitätserklärung

**Produkt:** Kompaktwetterstation  
**Typ:** WS200-UMB (Bestell-Nr.: 8371.U01)  
WS300-UMB (Bestell-Nr.: 8372.U01)  
WS301-UMB (Bestell-Nr.: 8374.U01)  
WS302-UMB (Bestell-Nr.: 8374.U10)  
WS303-UMB (Bestell-Nr.: 8374.U11)  
WS304-UMB (Bestell-Nr.: 8374.U12)  
WS400-UMB (Bestell-Nr.: 8369.U01 / 8369.U02)  
WS401-UMB (Bestell-Nr.: 8377.U01)  
WS500-UMB (Bestell-Nr.: 8373.U01)  
WS501-UMB (Bestell-Nr.: 8375.U01)  
WS502-UMB (Bestell-Nr.: 8375.U10)  
WS503-UMB (Bestell-Nr.: 8375.U11)  
WS504-UMB (Bestell-Nr.: 8375.U12)  
WS600-UMB (Bestell-Nr.: 8370.U01 / 8370.U02)  
WS601-UMB (Bestell-Nr.: 8376.U01)

Hiermit erklären wir, dass das bezeichnete Gerät auf Grund seiner Konzeption und Bauart den Richtlinien der Europäischen Union, insbesondere der EMV-Richtlinie gemäß 2004/108/EG und der RoHS-Richtlinie 2011/65/EU entspricht.

Im Einzelnen erfüllt das oben aufgeführte Gerät folgende EMV-Normen:

EN 61000-6-2:2005 Teil 6-2: Fachgrundnormen Störfestigkeit für Industriebereiche

EN 61000-4-2 (2009)	ESD
EN 61000-4-3 (2011)	HF-Feld
EN 61000-4-4 (2010)	Burst
EN 61000-4-5 (2007)	Surge
EN 61000-4-6 (2009)	leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder
EN 61000-4-8 (2010)	Magnetfelder Netzfrequenzen
EN 61000-4-16 (2010)	asymmetrische Störgrößen
EN 61000-4-29 (2001)	Spannungseinbrüche

EN 61000-6-3:2007 Teil 6-4: Fachgrundnorm Störaussendung für Industriebereiche

EN 55011:2009 + A1:2010 (2011)	Leitungsgeführte Störungen
IEC / CISPR 11:2009 und ihre Änderung 1:2010 Klasse B	
prEN 50147-3:2000	Störaussendung



Fellbach, 02.03.2012

Axel Schmitz-Hübsch

## 15 Fehlerbeschreibung

Fehlerbeschreibung	Ursache - Behebung
Das Gerät lässt sich nicht abfragen bzw. antwortet nicht	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Versorgungsspannung prüfen</li> <li>- Schnittstellen-Verbindung prüfen</li> <li>- falsche Geräte-ID → ID prüfen; die Geräte werden mit ID 1 ausgeliefert.</li> </ul>
Das Gerät misst Niederschlag, obwohl es nicht regnet	Prüfen, ob die Montagehinweise bei der Aufstellung des Sensors beachtet wurden
Die gemessene Temperatur scheint zu hoch bzw. die Feuchte zu niedrig	Lüfter auf der Geräteunterseite auf Funktion prüfen
Die Windrichtung gibt falsche Werte aus	Gerät ist nicht korrekt ausgerichtet → Ausrichtung des Gerätes nach Norden prüfen.
Gerät gibt Fehlerwert 24h (36d) aus	Es wird ein Kanal abgefragt, welcher bei diesem Gerätetyp nicht zur Verfügung steht; z.B. bei einer WS200-UMB wird Kanal 200 = Feuchte abgefragt
Gerät gibt Fehlerwert 28h (40d) aus	Das Gerät befindet sich nach dem Start in der Initialisierungsphase → nach ca. 10 Sekunden liefert das Gerät Messwerte
Gerät gibt Fehlerwert 50h (80d) aus	Das Gerät wird oberhalb des spezifizierten Messbereiches betrieben
Gerät gibt Fehlerwert 51h (81d) aus	Das Gerät wird unterhalb des spezifizierten Messbereiches betrieben
Gerät gibt bei der Windmessung Fehlerwert 55h (85d) aus	<p>Das Gerät kann auf Grund der Umgebungsbedingungen keine gültige Messung durchführen. Das kann folgende Ursachen haben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Das Gerät wird weit oberhalb des spezifizierten Messbereiches betrieben</li> <li>- Sehr starker horizontaler Regen oder Schneefall</li> <li>- Die Sensoren des Windmessers sind stark verschmutzt → Sensor reinigen</li> <li>- Die Sensoren des Windmessers sind vereist → Heizungs-Modus in der Konfiguration kontrollieren und Funktion / Anschluss der Heizung überprüfen</li> <li>- Es befinden sich Fremdkörper innerhalb der Messstrecke des Windmessers</li> <li>- Ein Sensor des Windmessers ist defekt → Gerät zum Hersteller zur Reparatur einsenden</li> </ul>
Die Güte der Windmessung ist nicht immer 100%	<p>Im normalen Betrieb sollte das Gerät immer 90 – 100% ausgeben. Werte bis 50% stellen kein generelles Problem dar.</p> <p>Während der Fehlerwert 55h (85d) ausgegeben wird, beträgt dieser Wert 0%.</p> <p>Gibt das Gerät dauerhaft Werte unter 50% aus, kann es sich um einen Gerätedefekt handeln.</p>
Gerät gibt einen hier nicht aufgeführten Fehlerwert aus	Dieses Verhalten kann verschiedene Ursachen haben → Technischer Support des Herstellers kontaktieren

## 16 Entsorgung



### 16.1 Innerhalb der EU

Das Gerät ist gemäß der Europäischen Richtlinien 2002/96/EG und 2003/108/EG (Elektro- und Elektronik-Altgeräte) zu entsorgen. Altgeräte dürfen nicht in den Hausmüll gelangen! Für ein umweltverträgliches Recycling und die Entsorgung Ihres Altgerätes wenden Sie sich an einen zertifizierten Entsorgungsbetrieb für Elektronikschrott.

### 16.2 Außerhalb der EU

Bitte beachten Sie die im jeweiligen Land geltenden Vorschriften zur sachgerechten Entsorgung von Elektronik-Altgeräten.

## 17 Reparatur / Instandsetzung

Lassen Sie ein defektes Gerät ausschließlich vom Hersteller überprüfen und gegebenenfalls reparieren. Öffnen Sie das Gerät nicht und versuchen Sie auf keinen Fall eine eigenständige Reparatur.

Für Fälle der Gewährleistung oder Reparatur wenden Sie sich bitte an:

### **G. Lufft Mess- und Regeltechnik GmbH**

Gutenbergstraße 20

70736 Fellbach

Postfach 4252

70719 Fellbach

Deutschland

Tel: +49 711 51822-0

Hotline: +49 711 51822-52

Fax: +49 711 51822-41

E-Mail: [info@lufft.de](mailto:info@lufft.de)

oder an Ihren lokalen Vertriebspartner.

### 17.1 Technischer Support

Für technische Fragen steht Ihnen unsere Hotline unter folgender E-Mail-Adresse zur Verfügung:

[hotline@lufft.de](mailto:hotline@lufft.de)

Des Weiteren können Sie häufig gestellte Fragen unter <http://www.lufft.de/> (Menüpunkt: SUPPORT / FAQs) nachlesen.

## 18 Externe Sensoren

### 18.1 Blattnässe-Sensor

#### 18.1.1 Anschluss des Blattnässe-Sensors WLW100

Der optionale Blattnässe-Sensor wird im Inneren des Kippwaagenmoduls angeschlossen. Das Kabel sollte nicht gekürzt und nur mit den mitgelieferten Kabelschuhen montiert werden, um Anschlusskorrosion zu vermeiden.

- Trichter durch Linksdrehung entriegeln und abheben
- Kabel durchführen (A)
- Kabeladern mit Kabelschuhen anschließen (B)

Blank	1
Rot	2
Weiß	3
- Prüfen, ob die Kippwaage frei beweglich ist; Kabel ggfs. auf die richtige Länge zurückziehen
- Trichter aufsetzen und durch Rechtsdrehung verriegeln

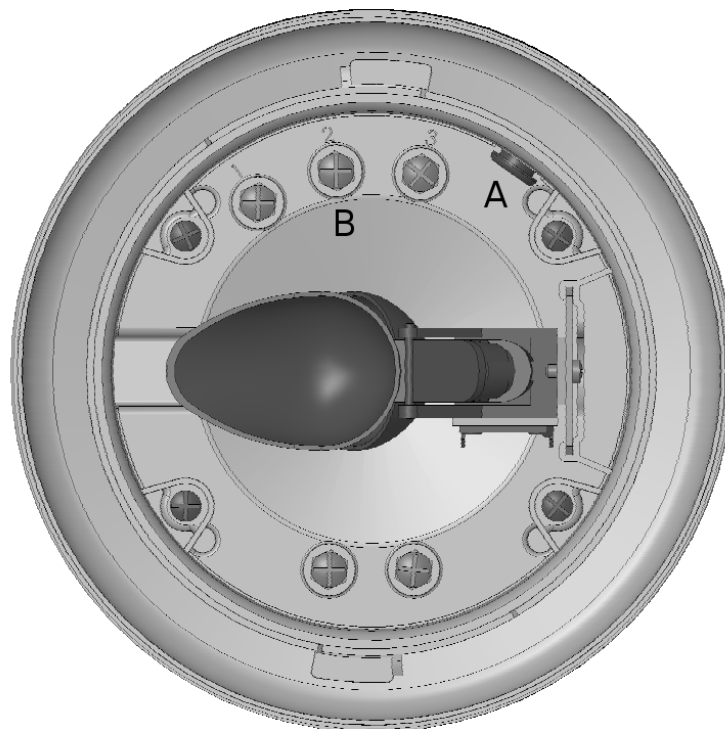


Abb. 30: Anschluss des Blattnässe-Sensors

### 18.1.2 Blattnässe-Schwellwert einstellen

Der Blattnässe-Sensor gibt, abhängig von dem Grad der Nässe auf dem Fühlerblatt, eine Spannung zwischen ca. 500mV und 1200mV (UMB-Kanal 710) aus. Die Zustandsmeldung nass/trocken (UMB-Kanal 711) wird daraus über einen einstellbaren Schwellwert bestimmt.

Der Schwellwert wird werksseitig auf 580mV voreingestellt, muss aber nach Montage des Sensors kontrolliert und ggfs. nachgestellt werden.

Zu diesem Zweck wird im UMB Config Tool der Kanal 710 zur Messung eingestellt und bei trockenem Sensor über 10min gemessen (siehe Kap. 10.3 Funktionstest mit UMB Config Tool).

Der gemessene Trockenwert sollte über den Messzeitraum konstant sein. Es wird empfohlen, den Schwellwert auf ca. 20mV oberhalb des gemessenen Trockenwerts einzustellen:

Beispiel: gemessener Trockenwert 577mV einzustellender Schwellwert **597mV**

Der ermittelte Schwellwert wird mittels UMB Config Tool eingetragen.

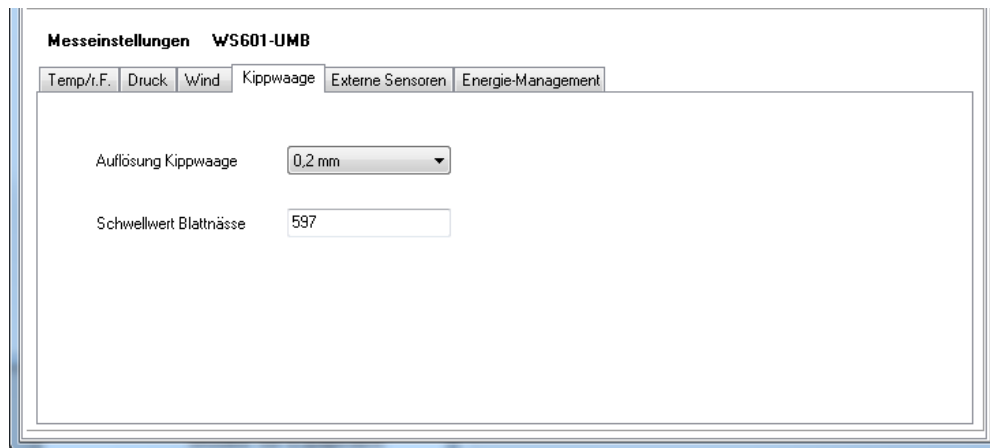


Abb. 31: Einstellung des Blattnässe Schwellwerts



**Hinweis:** Es wird empfohlen, den Schwellwert im Rahmen der Wartung zu kontrollieren und ggfs. nachzustellen. Für die Trockenmessung sollte der Sensor mit klarem Wasser gereinigt und sorgfältig getrocknet werden.

## 18.2 Temperatur und Niederschlagssensoren

### 18.2.1 Anschluss externer Temperatur und Niederschlagssensoren

Mit zusätzlicher externer Sensorik kann besonderen Messanforderungen begegnet werden oder der Funktionsumfang von Kompaktwetterstationen erweitert werden.

Die Zubehörliste umfasst derzeit externe Temperatursensoren und die Niederschlagserfassung mittels Kippwaage.

Für die Erweiterung steht ein Eingang zur Verfügung, es kann daher entweder ein Temperatur- oder ein Niederschlagssensor betrieben werden.

Der Anschluss erfolgt über den Standard-Steckverbinder der Wetterstation, also normalerweise am Ende des mitgelieferten Kabels im Schaltschrank. Da dieses Kabel somit Teil der Messleitung ist, muss bei der Leitungsführung darauf geachtet werden, mögliche Störeinflüsse zu vermeiden. Das Anschlusskabel sollte so kurz wie möglich gehalten und ggfs. gekürzt werden. In besonderen Fällen, wenn der externe Sensor in der Nähe der Kompaktwetterstation montiert wird, der Schaltschrank jedoch weit entfernt ist, sollte die Montage eines zusätzlichen Verteilers in der Nähe der Wetterstation erwogen werden.

Die externe Sensorik wird zweipolig an Pin 5 und 6 des Steckverbinders, das sind die Adern grau und rosa des Standardkabels, angeschlossen.

Alle zur Zeit angebotenen externen Sensoren sind ungepolt, daher spielt die Anschlussreihenfolge keine Rolle.

Um die korrekte Auswertung der Messdaten zu ermöglichen, muss die Wetterstation für den jeweiligen Sensortyp (Temperatur oder Niederschlag) konfiguriert werden. Die Auswahl des Sensortyps wird mit dem UMB Config Tool vorgenommen

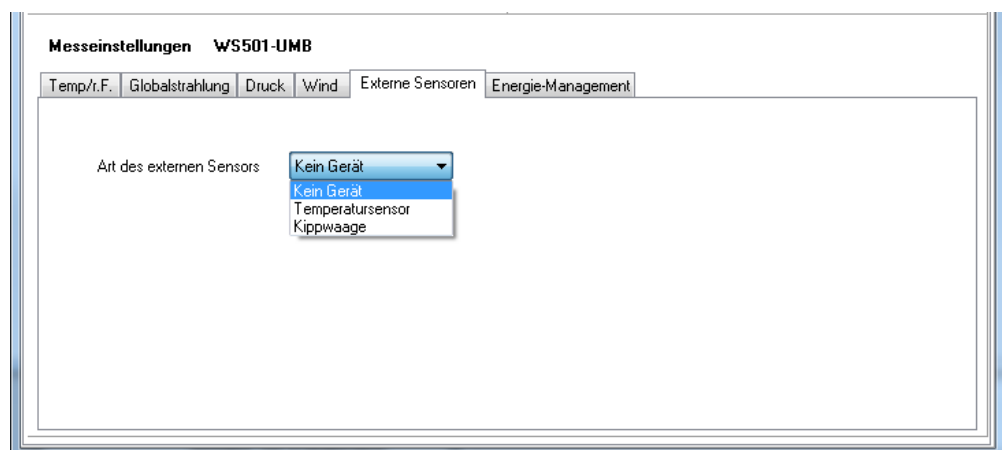


Abb. 32: Einstellung Art des externen Sensors

Wenn die Daten der Kanäle des jeweils nicht ausgewählten Sensortyps abgefragt werden, antwortet die Station mit "ungültiger Kanal".



### 18.2.2 Externer Temperatursensor

Ein externer Temperatursensor kann an alle Modelle der WS-Familie angeschlossen werden.

Für verschiedene Einsatzzwecke werden unterschiedliche Bauformen von NTC Fühlern angeboten:

- WT1 für die Temperaturerfassung an Geräten und Oberflächen
- WST1 für den Einbau in die Straßenoberfläche zur Erfassung der Straßenoberflächentemperatur

Die Montage bzw. der Einbau der Temperatursensoren ist im jeweiligen Handbuch beschrieben.

### 18.2.3 Externe Kippwaage

Eine externe Kippwaage kann an alle Modelle der WS-Familie angeschlossen werden, die keine integrierte Niederschlagserfassung haben. Die Modelle WS400-UMB, WS600-UMB, WS401-UMB, WS601-UMB mit R2S-Sensor bzw. integrierter Kippwaage können **nicht** mit einer externen Kippwaage ausgestattet werden.

Die Messdaten der externen Kippwaage stehen über die gleichen Kanäle wie die Daten der internen Niederschlagssensoren von WS400-UMB, WS600-UMB, WS401-UMB und WS601-UMB zur Verfügung.

Die externe Kippwaage WTB100 benutzt die gleiche Technik wie die integrierte Kippwaage der Modelle WS401-UMB, WS601-UMB.

Die Auflösung des Niederschlagssensors WTB100 kann über einen mitgelieferten Reduzierring von 0,2mm auf 0,5mm verringert werden.

Prinzipiell können alle Niederschlagssensoren mit prellfreiem Reed-Kontakt (Öffner oder Schließer) und einer Auflösung von 0,1mm, 0,2mm, 0,5mm oder 1,0mm verwendet werden.

**Hinweis:** Um die korrekte Regenmenge zu erhalten, muss diese mechanische Auswahl auch in die Konfiguration der Kompaktwetterstation eingetragen werden.

Die Einstellung wird mit dem UMB Config Tool vorgenommen. Die Vorgehensweise ist die gleiche wie bei WS401-UMB und WS601-UMB (s. Kap. 10.2.8).

Ebenso gelten die gleichen Hinweise zur Montage (Kap. 7.3.4) und zur Wartung (Kap. 12.1)

Beispiel mit WS501-UMB und WTB100 ohne Reduzierring:

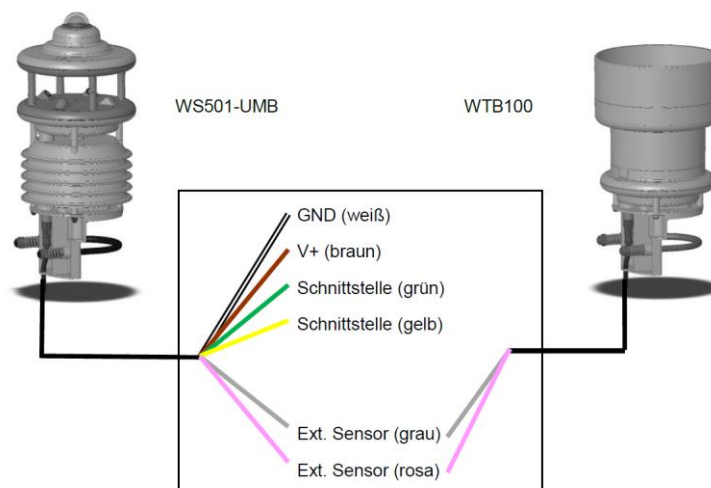
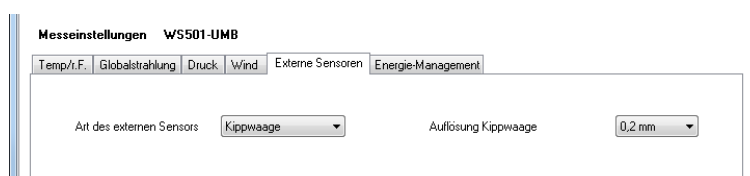


Abb. 33: Beispiel WS501-UMB und WTB100



## 19 Anhang

### 19.1 Übersicht Kanalliste

Die Kanalbelegung gilt für die Onlinedatenabfrage im Binär- und ASCII-Protokoll.

UMB-Kanal					Messgröße (float32)	Messbereich			
akt	min	max	avg	spezial		min	max	Einheit	
<b>Temperaturen</b>									
100	120	140	160		temperature	-50,0	60,0	°C	
105	125	145	165		temperature	-58,0	140,0	°F	
101					external temperature	-40,0	80,0	°C	
106					external temperature	-40,0	176,0	°F	
110	130	150	170		dewpoint	-50,0	60,0	°C	
115	135	155	175		dewpoint	-58,0	140,0	°F	
111					wind chilltemperature	-60,0	70,0	°C	
116					wind chilltemperature	-76,0	158,0	°F	
114					wet bulb temperature	-50,0	60,0	°C	
119					wet bulb temperature	-58,0	140,0	°F	
112					wind heatertemp.	-50,0	150,0	°C	
113					R2S heatertemp.	-50,0	150,0	°C	
117					wind heatertemp.	-58,0	302,0	°F	
118					R2S heatertemp.	-58,0	302,0	°F	
<b>Feuchte</b>									
200	220	240	260		relative humidity	0,0	100,0	%	
205	225	245	265		absolute humidity	0,0	1000,0	g/m³	
210	230	250	270		mixing ratio	0,0	1000,0	g/kg	
<b>Enthalpie</b>									
215					specific enthalpy	-100,0	1000,0	kJ/kg	
<b>Druck</b>									
300	320	340	360		abs. air pressure	300	1200	hPa	
305	325	345	365		rel. air pressure	300	1200	hPa	
<b>Luftdichte</b>									
310					air density	0,0	3,0	kg/m³	
<b>Wind</b>									
				vect. Avg					
400	420	440	460	480	wind speed	0	75,0	m/s	
405	425	445	465	485	wind speed	0	270,0	km/h	
410	430	450	470	490	wind speed	0	167,8	mph	
415	435	455	475	495	wind speed	0	145,8	kts	
401					wind speed fast	0	75,0	m/s	
406					wind speed fast	0	270,0	km/h	
411					wind speed fast	0	167,8	mph	
416					wind speed fast	0	145,8	kts	
403					wind speed standard deviation	0	75,0	m/s	
413					wind speed standard deviation	0	167,8	mph	
500	520	540		580	wind direction	0	359,9	°	
501					wind direction fast	0	359,9	°	
502					wind direction corr.	0	359,9	°	
503					wind direction standard deviation	0	359,9		
805					wind value quality	0	100,0	%	
<b>Kompass</b>									
510					compass heading	0	359	°	

Niederschlagsmenge				Messbereich	Einheit			
600	float32	Niederschlagsmenge absolut		0 ... 100000	Liter/m <sup>2</sup>			
620	float32	Niederschlagsmenge absolut		0 ... 100000	mm			
640	float32	Niederschlagsmenge absolut		0 ... 3937	Inch			
660	float32	Niederschlagsmenge absolut		0 ... 3937008	mil			
605	float32	Niederschlagsmenge differentiell		0 ... 100000	Liter/m <sup>2</sup>			
625	float32	Niederschlagsmenge differentiell		0 ... 100000	mm			
645	float32	Niederschlagsmenge differentiell		0 ... 3937	Inch			
665	float32	Niederschlagsmenge differentiell		0 ... 3937008	mil			
Niederschlagsart								
700	uint8	Niederschlagsart		0 = kein Niederschlag 40 = un spezifizierter Niederschlag 60 = flüssiger Niederschlag, z.B. Regen 70 = fester Niederschlag, z.B. Schnee				
Niederschlagsintensität				Messbereich	Einheit			
800	float32	Niederschlagsintensität		0 ... 200,0	l/m <sup>2</sup> /h			
820	float32	Niederschlagsintensität		0 ... 200,0	mm/h			
840	float32	Niederschlagsintensität		0 ... 7,874	in/h			
860	float32	Niederschlagsintensität		0 ... 7874	mil/h			
akt	min	max	avg	spezial	Messgröße (float32)	min	max	Einheit
Globalstrahlung								
900	920	940	960		Globalstrahlung	0	1400,0	W/m <sup>2</sup>
Blattnässe								
710	730	750	770		Blattnässe mV	0	1500,0	mV
711					Blattnässe-Zustand	0 = trocken 1 = nass		



**Hinweis:** Welche Kanäle tatsächlich zur Verfügung stehen ist davon abhängig um welchen WSx-UMB-Typ es sich handelt!

## 19.2 Übersicht Kanalliste nach TLS2002 FG3

Speziell für die Abfrage von Daten zur Weiterverarbeitung im TLS-Format stehen folgende Kanäle zur Verfügung. Diese Kanäle stehen nur im Binär-Protokoll zur Verfügung.

DE-Typ	UMB-Kanal	Bedeutung	Format	Bereich	Auflösung	Codierung
48	1048	Ergebnismeldung Lufttemperatur LT	16 Bit	-30 ... +60°C	0,1°C	60,0 = 600d = 0258h 0,0 = 0d = 0000h -0,1 = -1d = FFFFh -30,0 = -300d = FED4h
53	1053	Ergebnismeldung Niederschlagsintensität NI	16 Bit	0 ... 200 mm/h	0,1 mm/h	0,0 = 0d = 0000h 200,0 = 2000d = 07D0h
54	1054	Ergebnismeldung Luftdruck LD	16 Bit	800...1200 hPa	1 hPa	800 = 800d = 0320h 1200 = 1200d = 04B0h
55	1055	Ergebnismeldung Relative Luftfeuchte RLF	8 Bit	10% ... 100%	1% rF	10% = 10d = 0Ah 100% = 100d = 64h
56	1056	Ergebnismeldung Windrichtung WR	16 Bit	0 ... 359°	1°	0° (N) = 0d = 0000h 90° (O) = 90d = 005Ah 180° (S) = 180d = 00B4h 270° (W) = 270d = 010Eh FFFFh = nicht bestimmbar
57	1057	Ergebnismeldung Windgeschw. (Mittelw.) WGM	16 Bit	0,0 ... 60,0 m/s	0,1 m/s	0,0 = 0d = 0000h 60,0 = 600d = 0258h
64	1064	Ergebnismeldung Windgeschw. (Spitzenw.) WGS	16 Bit	0,0 ... 60,0 m/s	0,1 m/s	0,0 = 0d = 0000h 60,0 = 600d = 0258h
66	1066	Ergebnismeldung Taupunkttemperatur TPT	16 Bit	-30 ... +60°C	0,1°C	60,0 = 600d = 0258h 0,0 = 0d = 0000h -0,1 = -1d = FFFFh -30,0 = -300d = FED4h
71	1071	Ergebnismeldung Niederschlagsart NS	8 Bit			0 = kein Niederschlag 40 = un spezifizierter Niederschlag 60 = flüssiger Niederschlag, z.B. Regen 70 = fester Niederschlag, z.B. Schnee



**Hinweis:** Welche Kanäle tatsächlich zur Verfügung stehen ist davon abhängig um welchen WSx-UMB-Typ es sich handelt!

Die früheren Kanäle 1153 und 1253 werden nicht mehr unterstützt. Stattdessen können die Kanäle 840 und 860 verwendet werden.

### 19.3 Kommunikation im Binär-Protokoll

In dieser Betriebsanleitung ist lediglich ein Beispiel einer Online-Datenabfrage beschrieben. Alle Kommandos und eine genaue Funktionsweise des Protokolls entnehmen Sie bitte der aktuellen Version des UMB-Protokolls (zum Download unter [www.lufft.de](http://www.lufft.de)).



**Hinweis:** Die Kommunikation mit dem Sensor erfolgt nach dem Master-Slave-Prinzip, d.h. es darf nur EINE abfragende Einheit in einem Netzwerk sein.

#### 19.3.1 Framing

Der Daten-Frame ist wie folgt aufgebaut:

1	2	3 - 4	5 - 6	7	8	9	10	11 ... (8 + len) optional	9 + len	10 + len 11 + len	12 + len
SOH	<ver>	<to>	<from>	<len>	STX	<cmd>	<verc>	<payload>	ETX	<cs>	EOT

SOH	Steuerzeichen für den Start eines Frames (01h); 1 Byte
<ver>	Header-Versionsnummer, Bsp.: V 1.0 → <ver> = 10h = 16d; 1 Byte
<to>	Empfänger-Adresse, 2 Bytes
<from>	Absender-Adresse, 2 Bytes
<len>	Anzahl der Datenbytes zwischen STX und ETX; 1 Byte
STX	Steuerzeichen für den Start der Nutz-Datenübertragung (02h); 1 Byte
<cmd>	Befehl; 1 Byte
<verc>	Versionsnummer des Befehls; 1 Byte
<payload>	Datenbytes; 0 – 210 Byte
ETX	Steuerzeichen für das Ende der Nutz-Datenübertragung (03h); 1 Byte
<cs>	Checksumme, 16 Bit CRC; 2 Byte
EOT	Steuerzeichen für das Ende des Frames (04h); 1 Byte

Steuerzeichen: SOH (01h), STX (02h), ETX (03h), EOT (04h).

#### 19.3.2 Adressierung mit Klassen- und Geräte-ID

Die Adressierung erfolgt über eine 16-Bit Adresse. Diese gliedert sich in eine Klassen-ID und eine Geräte-ID.

Adresse (2 Bytes = 16 Bit)				
Bit 15 – 12 (obere 4 Bit)		Bit 11 – 8 (mittlere 4 Bit)	Bit 7 – 0 (untere 8 Bit)	
Klassen-ID (0 bis 15)		Reserve	Geräte-ID (0 – 255)	
0	Broadcast		0	Broadcast
7	Kompaktwetterstation (WS200-UMB – WS600-UMB)		1 - 255	verfügbar
15	Master bzw. Steuergeräte			

Bei Klassen und Geräten ist jeweils die ID = 0 als Broadcast vorgesehen. So ist es möglich, ein Broadcast auf eine bestimmte Klasse oder an alle Geräte zu senden. Dies ist allerdings nur sinnvoll möglich, wenn sich am Bus nur ein Gerät dieser Klasse befindet oder es sich um ein Kommando, wie z.B. Reset, handelt.

### 19.3.3 Beispiel für die Bildung von Adressen

Soll z.B. eine WS400-UMB mit der Geräte-ID 001 adressiert werden, geschieht das wie folgt:

Klassen-ID für Kompaktwetterstation ist 7d = 7h

Geräte-ID ist z.B. 001d = 01h

Setzt man die Klassen- und Geräte-ID zusammen ergibt sich eine Adresse 7001h (28673d).

### 19.3.4 Beispiel einer Binärprotokoll-Abfrage

Soll z.B. eine Kompaktwetterstation mit der Geräte-ID 001 nach der aktuellen Temperatur von einem PC abgefragt werden, geschieht das wie folgt:

#### Sensor:

Klassen-ID für Kompaktwetterstation ist 7 = 7h

Geräte-ID ist 001 = 01h

Setzt man die Klassen- und Geräte-ID zusammen ergibt sich eine Ziel-Adresse 7001h.

#### PC:

Klassen-ID für PC (Master-Gerät) ist 15 = Fh

PC-ID ist z.B. 001d = 01h

Setzt man die Klassen- und PC-ID zusammen ergibt sich eine Absender-Adresse F001h.

Die Länge <len> beträgt für den Befehl Onlinedatenabfrage 4d = 04h,

das Kommando für Onlinedatenabfrage ist 23h,

die Versionsnummer des Befehls ist 1.0 = 10h.

In der <payload> steht die Kanalnummer; wie aus der Kanalliste (Seite 61) ersichtlich ist, steht die aktuelle Temperatur in °C in Kanal 100d = 0064h.

Die berechnete CRC beträgt D961h.

#### Die Anfrage an das Gerät:

SOH	<ver>	<to>		<from>		<len>	STX	<cmd>	<verc>	<channel>		ETX	<cs>		EOT
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
01h	10h	01h	70h	01h	F0h	04h	02h	23h	10h	64h	00h	03h	61h	D9h	04h

#### Die Antwort des Gerätes:

SOH	<ver>	<to>		<from>		<len>	STX	<cmd>	<verc>	<status>	<channel>		<typ>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
01h	10h	01h	F0h	01h	70h	0Ah	02h	23h	10h	00h	64h	00h	16h

<value>				ETX	<cs>		EOT
15	16	17	18	19	20	21	22
00h	00h	B4h	41h	03h	C6h	22h	04h

#### Interpretation der Antwort:

<status> = 00h Gerät o.k. (≠ 00h bedeutet Error-Code; siehe Seite 66)

<typ> = Datentyp des folgenden Wertes; 16h = Float (4 Byte, IEEE Format)

<value> = 41B40000h entspricht Floatwert 22,5

Die Temperatur beträgt also 22,5°C.

Mit Hilfe der Checksumme (22C6h) kann die korrekte Datenübertragung überprüft werden.

**Hinweis:** Bei der Übertragung von Word- und Float-Variablen, wie z.B. der Adressen oder der CRC, gilt Little Endian (Intel, lowbytefirst). Das bedeutet, erst kommt das LowByte und dann das HighByte.



### 19.3.5 Status- und Error-Codes im Binär-Protokoll

Liefert eine Messwertabfrage den <status> 00h, dann arbeitet der Sensor ordnungsgemäß. Eine komplette Liste weiterer Codes finden Sie in der Beschreibung des UMB-Protokolls.

Auszug der Liste:

<status>	Beschreibung
00h (0d)	Kommando erfolgreich; kein Fehler; alles i.O.
10h (16d)	unbekanntes Kommando; wird von diesem Gerät nicht unterstützt
11h (17d)	ungültige Parameter
24h (36d)	ungültiger Kanal
28h (40d)	Gerät nicht bereit; z.B. Initialisierung / Kalibrierung läuft
50h (80d)	Messgröße (+Offset) liegt außerhalb des eingestellten Darstellungsbereichs
51h (81d)	
52h (82d)	Messwert (physikalisch) liegt außerhalb des Messbereichs (z.B. ADC-Overrange)
53h (83d)	
54h (84d)	Datenfehler in den Messdaten oder keine gültigen Daten vorhanden
55h (85d)	Gerät / Sensor kann auf Grund der Umgebungsbedingungen keine gültige Messung durchführen

### 19.3.6 CRC-Berechnung

Berechnung der CRC erfolgt nach folgenden Regeln:

Norm: CRC-CCITT

Polynom:  $1021h = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$  (LSB-first-Mode)

Startwert: FFFFh

Weitere Informationen finden Sie in der Beschreibung einer CRC-Berechnung im UMB-Protokoll.

### 19.3.7 Datenabruf im Energiesparmodus 2

Im Energiesparmodus 2 befindet sich der Prozessor der Kompaktwetterstation normalerweise im „Tiefschlaf“. Für den Abruf der Messdaten ist daher die Einhaltung einer bestimmten Befehlssequenz und eines bestimmten Timings erforderlich:

- „Aufwecken“ durch Senden von <Break>, eines beliebigen Zeichens oder Telegramms. (ein Telegramm wird hier nicht erkannt und daher nicht beantwortet, da der UART erst startet)
- 1000msec Pause für den Prozessor-Start
- Aktivieren der Messung durch (beliebiges) Telegramm mit der gültigen Adresse der Station
- 2000msec Pause für die Durchführung der Mess-Sequenz
- Abruf der Messdaten

Beispiel einer Abrufsequenz:

Befehl Datenabruf (0x23), Kanal 100

Keine Antwort

1 sec Warten

Befehl Datenabruf (0x23), Kanal 100

Daten verwerfen

2 sec Warten

Befehl Multi-Datenabruf (0x2F), Kanäle 100, 200, 300, 620, 605, 700

Daten speichern

## 19.4 Kommunikation im ASCII-Protokoll

Über das ASCII-Protokoll kann auf textbasierter Weise mit Geräten kommuniziert werden. Hierzu muss in der Gerätekonfiguration in den Schnittstelleneinstellungen der Protokoll-Mode auf ASCII gestellt werden (siehe Seite 29).

Das ASCII-Protokoll ist netzwerkfähig und dient ausschließlich zur Onlinedaten-Abfrage. Bei einem unverständlichen ASCII-Kommando reagiert das Gerät nicht!



**Hinweis:** Bei langen Übertragungswegen (z.B. Netzwerk, GPRS/UMTS) empfiehlt sich unbedingt die Verwendung des Binär-Protokolls, da im ASCII-Protokoll keine Übertragungsfehler detektiert werden können (nicht CRC-gesichert).



**Hinweis:** Im ASCII-Protokoll stehen keine TLS-Kanäle zur Verfügung!

### 19.4.1 Aufbau

Ein ASCII-Befehl wird durch das Zeichen ‚&‘ eingeleitet und mit den Zeichen CR (0Dh) abgeschlossen. Zwischen den einzelnen Blöcken steht jeweils ein Leerzeichen (20h); dargestellt mit einem Unterstrich ‚\_‘. Zeichen, die einen ASCII-Wert repräsentieren, stehen in einfachen Anführungszeichen.

### 19.4.2 Übersicht der ASCII-Befehle

Befehl	Funktion	BC	AZ
M	Onlinedatenabfrage		l
X	Wechselt in das Binär-Protokoll		k
R	löst Softwarereset aus	●	k
D	Softwarereset mit Verzögerung	●	k
I	Geräteinformation		k

In dieser Beschreibung wird nur die Onlinedatenabfrage beschrieben. Die Beschreibung der restlichen Befehle finden Sie im UMB-Protokoll.

### 19.4.3 Onlinedatenabfrage (M)

**Beschreibung:** Mit dem Kommando wird ein Messwert eines bestimmten Kanals abgefragt.

**Aufruf:** ‚&‘\_<ID><sup>5</sup>‚\_M‘\_<channel><sup>5</sup> CR

**Antwort:** ‚\$‘\_<ID><sup>5</sup>‚\_M‘\_<channel><sup>5</sup>‚<value><sup>5</sup> CR

<ID><sup>5</sup> Geräteadresse (5-stellig dezimal mit führenden Nullen)

<channel><sup>5</sup> gibt die Kanalnummer an (5-stellig dezimal mit führenden Nullen)

<value><sup>5</sup> Messwert (5-stellig dezimal mit führenden Nullen); ein auf 0 – 65520d normierter Messwert. Von 65521d – 65535d sind diverse Fehlercodes definiert

#### Beispiel:

Aufruf: &\_28673\_M\_00100

Mit diesem Aufruf wird Kanal 100 von dem Gerät mit der Adresse 28673 (Kompaktwetterstation mit der Geräte-ID 001) abgefragt.

Antwort: \$\_28673\_M\_00100\_34785

Dieser Kanal gibt eine Temperatur von –50 bis +60°C aus; daraus ergibt sich folgende Rechnung:

0d entspricht –50°C

65520d entspricht +60°C

36789d entspricht  $[+60^{\circ}\text{C} - (-50^{\circ}\text{C})] / 65520 * 34785 + (-50^{\circ}\text{C}) = 8,4^{\circ}\text{C}$



**Hinweis:** Im ASCII-Protokoll stehen keine TLS-Kanäle zur Verfügung!



#### 19.4.4 Normierung der Messwerte im ASCII-Protokoll

Die Normierung der Messwerte von 0d – 65520d entspricht dem Messbereich der jeweiligen Messgröße.

Messgröße	Messbereich		
	min	max	Einheit
<b>Temperatur</b>			
Temperatur	-50,0	60,0	°C
Taupunkt	-58,0	140,0	°F
Feuchtkugeltemperatur	-58,0	140,0	°F
Externer Temperatursensor	-40,0	80,0	°C
	-40,0	176,0	°F
Wind-Chill-Temperatur	-60,0	70,0	°C
	-76,0	158,0	°F
<b>Feuchte</b>			
Relative Feuchte	0,0	100,0	%
absolute Feuchte	0,0	1000,0	g/m <sup>3</sup>
Mischungsverhältnis	0,0	1000,0	g/kg
Spezifische Enthalpie	-100,0	1000,0	kJ/kg
<b>Druck</b>			
relativer Luftdruck	300,0	1200,0	hPa
absoluter Luftdruck	300,0	1200,0	hPa
<b>Luftdichte</b>			
Luftdichte	0,0	3,0	kg/m <sup>3</sup>
<b>Wind</b>			
Windgeschwindigkeit	0,0	75,0	m/s
	0,0	270,0	km/h
	0,0	167,8	mph
	0,0	145,8	kts
Windrichtung	0,0	359,9	°
Güte der Windmessung	0,0	100,0	%
<b>Regen</b>			
Menge	0,0	6552,0	Liter / m <sup>2</sup>
	0,0	6552,0	mm
	0,0	257,9	Inch
	0,0	257952,7	mil
Menge seit letzter Abfrage	0,0	655,2	Liter / m <sup>2</sup>
	0,0	655,2	mm
	0,0	25,79	Inch
	0,0	25795,2	mil
Niederschlagsart	0 = kein Niederschlag 40 = Niederschlag 60 = flüssiger Niederschlag, z.B. Regen 70 = fester Niederschlag, z.B. Schnee		
Niederschlagsintensität	0,0	200,0	l/m <sup>2</sup> /h
	0,0	200,0	mm/h
	0,0	7,874	in/h
	0,0	7874	mil/h
<b>Globalstrahlung</b>			
Globalstrahlung	0,0	1400,0	W/m <sup>2</sup>
<b>Blattnässe</b>			
Blattnässe mV	0,0	1500,0	mV
Blattnässe Zustand	0 = trocken 1 = nass		

#### 19.4.5 Status- und Error-Codes im ASCII-Protokoll

Oberhalb der Normierung für die Messwertausgabe sind von 65521d – 65535d diverse Fehlercodes definiert.

<b>&lt;code&gt;</b>	<b>Beschreibung</b>
65521d	ungültiger Kanal
65523d	Messwert oberhalb des Messbereichs
65524d	Messwert unterhalb des Messbereichs
65525d	Datenfehler in den Messdaten oder keine gültigen Daten vorhanden
65526d	Gerät / Sensor kann auf Grund der Umgebungsbedingungen keine gültige Messung durchführen
65534d	ungültige Kalibrierung
65535d	unbekannter Fehler

## 19.5 Kommunikation im Terminal-Mode

Über den Terminal-Mode kann auf sehr einfache textbasierter Weise mit einem Gerät kommuniziert werden.

Hierzu muss in der Gerätekonfiguration in den Schnittstelleneinstellungen der Protokoll-Mode auf Terminal gestellt werden (siehe Seite 29).



**Hinweis:** Bei der Kommunikation im Terminal-Mode darf nur ein einziges Gerät an der Schnittstelle angeschlossen werden, da dieses Protokoll **NICHT** netzwerkfähig ist. Es dient der sehr einfachen Abfrage von Messwerten.



**Hinweis:** Bei langen Übertragungswegen (z.B. Netzwerk, GPRS/UMTS) empfiehlt sich unbedingt die Verwendung des Binär-Protokolls, da im Terminal-Mode keine Übertragungsfehler detektiert werden können (nicht CRC-gesichert).



**Hinweis:** Im Terminal-Mode stehen nicht alle Messwerte in allen Einheiten zur Verfügung. Weiter werden keine Status- und Fehlermeldungen ausgegeben.

### 19.5.1 Aufbau

Ein Terminal-Befehl besteht aus einem ASCII-Zeichen und einer Ziffer. Abgeschlossen wird der Befehl mit dem Zeichen <CR>. Bei der Eingabe erfolgt kein Echo.

Die Trennung der einzelnen Werte in der Antwort erfolgt durch ein Semikolon (;). Der Abschluss der Antwort erfolgt mit <CR><LF>.

Ein ungültiger Terminal-Befehl wird mit ‚FAILED‘ quittiert. Steuerbefehle werden mit ‚OK‘ quittiert.

Am Anfang jeder Antwort steht der Befehl, auf welchen geantwortet wird.



**Hinweis:** Im Terminal-Mode sind keine Antwortzeiten spezifiziert.

### 19.5.2 Terminal-Befehle

Die Terminal-Befehle geben folgende Werte aus, bzw. haben folgende Funktionen:

E0<CR>	Temperatur in °C	Ta	C	(Kanal 100)
	Taupunkttemperatur in °C	Tp	C	(Kanal 110)
	Windchill-Temperatur in °C	Tw	C	(Kanal 111)
	relative Feuchte in %	Hr	P	(Kanal 200)
	relativer Luftdruck in hPa	Pa	H	(Kanal 305)
	Windgeschwindigkeit in m/s	Sa	M	(Kanal 400)
	Windrichtung in °	Da	D	(Kanal 500)
	Niederschlagsmenge in mm	Ra	M	(Kanal 620)
	Niederschlagsart	Rt	N	(Kanal 700)
	Niederschlagsintensität in mm/h	Ri	M	(Kanal 820)
E1<CR>	Temperatur in °F	Ta	F	(Kanal 105)
	Taupunkttemperatur in °F	Tp	F	(Kanal 115)
	Windchill-Temperatur in °F	Tw	F	(Kanal 116)
	relative Feuchte in %	Hr	P	(Kanal 200)
	relativer Luftdruck in hPa	Pa	H	(Kanal 305)
	Windgeschwindigkeit in mph	Sa	S	(Kanal 410)
	Windrichtung in °	Da	D	(Kanal 500)
	Niederschlagsmenge in Inch	Ra	I	(Kanal 640)
	Niederschlagsart	Rt	N	(Kanal 700)
	Niederschlagsintensität in Inch/h	Ri	I	(Kanal 840)
E2<CR>	akt. Windgeschwindigkeit in m/s	Sa	M	(Kanal 400)
	min. Windgeschwindigkeit in m/s	Sn	M	(Kanal 420)
	max. Windgeschwindigkeit in m/s	Sx	M	(Kanal 440)
	avg. Windgeschwindigkeit in m/s	Sg	M	(Kanal 460)
	vct. Windgeschwindigkeit in m/s	Sv	M	(Kanal 480)
	act. Windrichtung in °	Da	D	(Kanal 500)
	min. Windrichtung in °	Dn	D	(Kanal 520)
	max. Windrichtung in °	Dx	D	(Kanal 540)
	vct. Windrichtung in °	Dv	D	(Kanal 580)
	E3<CR>	akt. Windgeschwindigkeit in mph	Sa	S
min. Windgeschwindigkeit in mph		Sn	S	(Kanal 430)
max. Windgeschwindigkeit in mph		Sx	S	(Kanal 450)
avg. Windgeschwindigkeit in mph		Sg	S	(Kanal 470)
vct. Windgeschwindigkeit in mph		Sv	S	(Kanal 490)
act. Windrichtung in °		Da	D	(Kanal 500)
min. Windrichtung in °		Dn	D	(Kanal 520)
max. Windrichtung in °		Dx	D	(Kanal 540)
vct. Windrichtung in °		Dv	D	(Kanal 580)
E4<CR>		akt. Kompass in °	Ca	D
	akt. Globalstrahlung in W/m <sup>2</sup>	Ga	W	(Kanal 900)
	min. Globalstrahlung in W/m <sup>2</sup>	Gn	W	(Kanal 920)
	max. Globalstrahlung in W/m <sup>2</sup>	Gx	W	(Kanal 940)
	avg. Globalstrahlung in W/m <sup>2</sup>	Gg	W	(Kanal 960)
	akt. Spezifische Enthalpie in KJ/Kg	Ea	J	(Kanal 215)
	akt. Feuchtkugeltemperatur in °C	Ba	C	(Kanal 114)
	akt. Feuchtkugeltemperatur in °F	Ba	F	(Kanal 119)
	akt. Luftdichte in kg/m <sup>3</sup>	Ad	G	(Kanal 310)
	E5<CR>	akt. Blattnässe in mV	La	X
akt. Blattnässe		Lb	X	(Kanal 711)
externe Temperatur (akt) °C		Te	C	(Kanal 101)
externe Temperatur (akt) ° F		Te	F	(Kanal 106)
Reserve		Xx	X	
Reserve		Xx	X	
Reserve		Xx	X	
Reserve		Xx	X	
Mx<CR>	liefert dieselben Größen wie E <sub>x</sub> <CR>, jedoch ohne zusätzliche Informationen wie Messgröße und Einheit			
I0<CR>	Seriennummer; Fertigungsdatum; Projektnummer; Stücklistenversion; SPLAN-Version; HW-Version; Firmware-Version; E2-Version; Geräteversion			
I1<CR>	gibt die Gerätebeschreibung aus			

R0<CR> führt einen Gerätereset durch  
R1<CR> setzt die aufsummierte Regenmenge zurück und führt einen Gerätereset durch  
X0<CR> schaltet temporär ins UMB-Binär-Protokoll

**Beispiele:**

E0<CR> E0;Ta+024.9C;Tp+012.2C;Tw+026.8C;Hr+045.0P;Pa+0980.6H;  
Sa+005.1M;Da+156.6D;Ra+00042.24M;Rt+060N;Ri+002.6M;  
M0<CR> M0;+024.9;+012.2;+026.8;+045.0;+0980.6;  
+005.1;+156.6;+00042.24;+060;+002.6;  
E2<CR> E2;Sa+005.1M;Sn+001.1M;Sx+007.1M;Sg+005.1M;Sv+005.0M;  
Da+156.6D;Dn+166.6D;Dx+176.6D;Dv+156.6D;  
M2<CR> M2;+005.1;+001.1;+007.1;+005.1;+005.0;  
+156.6;+166.6;+176.6;+156.6;  
I0<CR> I0;001;0109;0701;004;005;001;016;011;00002;<CR><LF>  
R0<CR> R0;OK;<CR><LF>

## 19.6 Kommunikation im SDI-12 Modus

Die Kommunikation im SDI-12 Modus entspricht dem Standard

‚SDI-12 A Serial-Digital Interface Standard for Microprocessor-Based Sensors Version 1.3 January 12, 2009‘. Der Sensor kann im Busbetrieb mit anderen SDI-12 Sensoren an einem SDI Master (Logger) betrieben werden.

### 19.6.1 Einstellungen für SDI-12 Betrieb

Da die Schnittstelleneinstellungen nach SDI Standard von den Einstellungen der UMB-Sensorik sind die entsprechenden Parameter mit Hilfe des UMB Config Tools (aktuelle Version!) zu setzen

Die Protokollart wird auf SDI-12 einzustellen. Dabei wird die Baudrate automatisch auf 1200 Baud eingestellt.

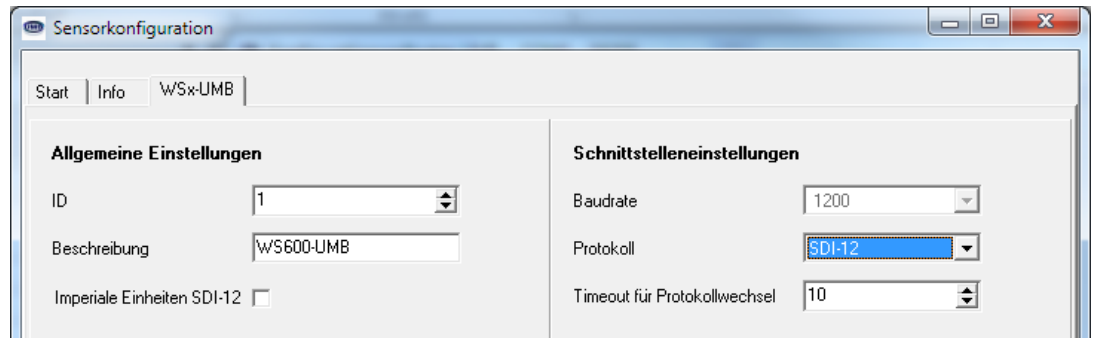


Abb. 34: Sensor Konfiguration SDI-12

Die Messdaten können entweder in metrischen, oder in US-Einheiten übertragen werden. Auch diese Einstellung wird mit dem UMB-Config-Tool vorgenommen.

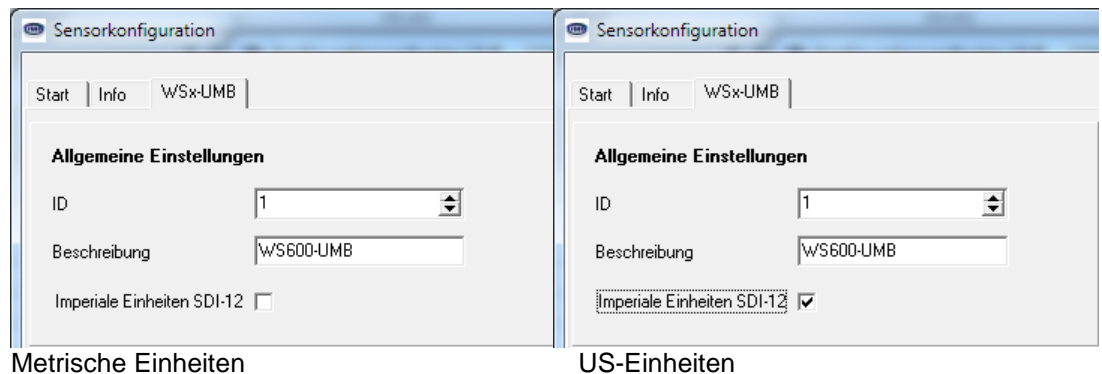


Abb. 35: Sensor Konfiguration SDI-12 Einheiten

Wenn der Sensor im SDI-12-Modus betrieben wird, ist im Prinzip wegen der unterschiedlichen Schnittstellen-Einstellungen ein Zugang mit dem UMB-Config-Tool nicht mehr möglich. Um diesen dennoch zu erlauben, wird die Schnittstelle in den ersten 5 Sekunden nach dem Einschalten bzw. nach einem Reset im Standard-UMB-Modus (19200 8N1) betrieben. Wenn die UMB-Geräte-ID ungleich 1 ist, wird sie für diesen Zeitraum auf 200 umgeschaltet. Dadurch werden auch Geräte mit unbekannter ID erreichbar. Wenn innerhalb dieser 5 sec ein gültiges UMB-Telegramm empfangen wird, bleibt das Gerät für die konfigurierte Umschaltzeit (einige Minuten) im UMB-Modus, so dass die Konfiguration bearbeitet werden kann:

- PC über RS-485 Konverter an die WSxxx-UMB anschließen
- UMB-Config-Tool starten und WSxxx-UMB mit der Adresse des Gerätes (1 oder 200) anlegen und mindestens einen Sensor aktivieren, Messung starten (bringt zunächst nur Fehlermeldungen)
- Reset des Gerätes auslösen (Betriebsspannung aus/ein)
- Wenn der Sensor sich meldet, kann die Messung beendet werden, die Schnittstelle ist jetzt für Konfiguration offen.

### 19.6.2 Befehlssatz

Einzelheiten über das SDI-12 Protokoll können dem o.a. Standard-Dokument entnommen werden. Von den dort aufgeführten Befehlen sind in den Geräten der WS-Familie verfügbar:

**Hinweis:** In den Beispielen der folgenden Abschnitte ist die Abfrage des Loggers jeweils kursiv dargestellt ( *ØV!* )



Befehl	Funktion
?!	Adress-Suche (Wildcard-Abfrage, nur ein Gerät am Bus!)
a!	Abfrage Gerät aktiv?
a!	Abfrage Geräte-Identifikation
aAb!	Adresse einstellen auf b ( 0 ... 9, A ...Z, a ... z)
aM!	Messung durchführen, Basisdatensatz minimal
aM1!	Messung durchführen: Temperatur-Messwerte
aM2!	Messung durchführen: Feuchte-Messwerte
aM3!	Messung durchführen: Luftdruck-Messwerte
aM4!	Messung durchführen: Wind-Messwerte
aM5!	Messung durchführen: Kompass-Messwerte
aM6!	Messung durchführen: Niederschlags-Messwerte
aM7!	Messung durchführen: Globalstrahlungs-Messwerte
aM8!	Messung durchführen: externe Temperatur
aMC!	Messung durchführen, Basisdatensatz minimal, Messwerte mit CRC übertragen
aMC1! ... aMC8!	Messung durchführen (Messwert-Zuordnung wie aMn! Befehle), Messwerte mit CRC übertragen
aC!	Messung durchführen, voller Basisdatensatz, concurrent
aC1! ... aC8!	Messung durchführen, concurrent, Messwert-Zuordnung wie aMn!-Befehle, ggfs. erweiterter Datensatz
aCC!	Messung durchführen, voller Basisdatensatz, concurrent, Messwerte mit CRC übertragen
aCC1! ... aCC8!	Messung durchführen, concurrent, Messwert-Zuordnung wie aMn!-Befehle, ggfs. erweiterter Datensatz, Messwerte mit CRC übertragen
aD0!	Datenabruf Puffer 0
aD1!	Datenabruf Puffer 1
aD2!	Datenabruf Puffer 2
aD3!	Datenabruf Puffer 3
aD4!	Datenabruf Puffer 4
aR0!	Datenabruf aus kontinuierlicher Messung, Datensatz 0
aR1!	Datenabruf aus kontinuierlicher Messung, Datensatz 1
aR2!	Datenabruf aus kontinuierlicher Messung, Datensatz 2
aR3!	Datenabruf aus kontinuierlicher Messung, Datensatz 3
aR4!	Datenabruf aus kontinuierlicher Messung, Datensatz 4
aRC0!	Datenabruf aus kontinuierlicher Messung, Datensatz 0 mit CRC
aRC1!	Datenabruf aus kontinuierlicher Messung, Datensatz 1 mit CRC
aRC2!	Datenabruf aus kontinuierlicher Messung, Datensatz 2 mit CRC
aRC3!	Datenabruf aus kontinuierlicher Messung, Datensatz 3 mit CRC
aRC4!	Datenabruf aus kontinuierlicher Messung, Datensatz 4 mit CRC
aV!	Befehl Verifikation: Ermittlung Sensorstatus und Heizungstemperaturen, Abruf der Daten mit aD0!, aD1!
aXU<u/m>!	Umschaltung zwischen metrischen und US-Einheiten!
aXH+nnnn!	Ortshöhe des Gerätes für rel. Luftdruck einstellen



Befehl	Funktion
aXD+nnn.n!	Kompass-Missweisung einstellen
aXL<n/s/w>!	Energiesparmodus des Gerätes einstellen
aXMn!	Heizungs-Modus des Gerätes einstellen
aXA<t/p/w>+nn!	Zeit für Mittelwert und Min/Max Ermittlung einstellen
aXC!	Abs. Niederschlagsmenge rücksetzen (mit Geräte-Reset)
aXR!	Geräte-Reset

Der Umfang des minimalen und des vollen Basisdatensatzes hängt von der Variante (WS200 ... WS600) des jeweiligen Gerätes ab (s. unten). Das gleiche gilt für die Verfügbarkeit der erweiterten Messbefehle (aM1!, aC1! usw.).

Da die Sensoren der WS-Familie aufgrund der angewandten Messverfahren, anders als die in den SDI-12 Dokumenten beschriebenen Standard-Sensoren, im **Normalbetrieb** immer kontinuierlich messen, ergeben sich für diese Betriebsart einige Besonderheiten:

- Das Gerät muss nicht "aufgeweckt" werden, und kennt auch keinen Schlafmodus. Die Reaktionen auf "Break" Signale und alle damit im Zusammenhang stehenden Timingbestimmungen entfallen also. "Break" wird von WS-Geräten ignoriert.
- Mit M- oder C- Befehlen abgerufene Daten stehen immer sofort zur Verfügung, das Gerät antwortet immer mit a000n bzw. a000nn. Das heißt, das Gerät sendet keinen Service-Request und ignoriert Signale zum Abbruch der Messung. Der Master sollte die Daten sofort abrufen.
- M- und C-Befehl unterscheiden sich nur in der Anzahl der zur Verfügung gestellten Daten (in beiden Fällen das vom Standard erlaubte Maximum von 9 bzw. 20).
- Es wird empfohlen, die Daten mit den Befehlen für kontinuierliche Messung (R-Befehle) abzurufen.
- Im **Energiesparmodus 2** wird das Gerät durch ein „Break“ Signal aufgeweckt. Andere Funktionen des „Break“ Signals sind nicht implementiert.
- Im **Energiesparmodus 2** antwortet das Gerät auf M oder C Befehle mit a002n bzw. a002nn und stellt die Daten innerhalb von 2 Sekunden bereit. Es sendet aber keinen Service-Request, Signale zum Abbruch der Messung werden ignoriert.
- Für den eingeschränkten Messdatenumfang im Energiesparmodus 2 wurde eine für alle Geräte einheitliche Messdatenpuffer-Struktur definiert. Abhängig vom jeweiligen Modell werden nicht verwendete Kanäle mit dem „ungültig“-Wert 999.9 belegt.

### 19.6.3 Adress-Einstellung

UMB-Geräte-ID und SDI-12 Adresse sind aneinander gekoppelt.

Dabei sind die unterschiedliche Adressbereiche zu beachten sowie die Tatsache, dass es sich bei den UMB-Adressen um Zahlen und bei den SDI-12 Adressen um ASCII-Zeichen handelt.

Die SDI-12 Adresse wird daher aus der eingestellten UMB-Geräte-ID wie folgt abgeleitet: UMB-Geräte-ID 1 (default) entspricht der SDI-12 Adresse '0' (SDI-12 default).

Eine Änderung der SDI-12 Adresse durch SDI-12 Einstellbefehl ändert auch die UMB-Geräte-ID entsprechend.

Zulässige Adressbereiche:

UMB (dez)			SDI-12 (ASCII)		
1	bis	10	'0'	bis	'9'
18	bis	43	'A'	bis	'Z'
50	bis	75	'a'	bis	'z'

### 19.6.4 Messdaten-Telegramme

Im Interesse der einfacheren Auswertung wurde die Zuordnung der Messwerte zu den Messwert-Puffern '0' bis '9' einheitlich festgelegt. Daher wird auch auf die C-Abfragen mit einer maximalen Datenlänge von 35 Byte geantwortet, auch wenn hier 75 Byte zulässig wären.

Derzeit werden die Puffer '0' bis '4' genutzt.

Da bei M-Abfragen maximal 9 Messwerte übertragen werden können, wurden die Puffer '0' und '1' mit dem minimalen Basis-Datensatz belegt, die Puffer '2' bis '4', die beim Abruf mit dem C-Befehl zur Verfügung stehen, enthalten weitere, ergänzende Messwerte. Mit dieser Maßnahme wird die Kompatibilität zu Loggern, die nach älteren Versionen (< 1.2) des SDI-12 Standards ausgelegt sind, sichergestellt.

Die Pufferbelegung hängt von der Gerätevariante (WS200-UMB ... WS600-UMB) ab.

Der vollständige Umfang der Messdaten, wie er über das UMB-Protokoll definiert ist, ist in der SDI-12 Umgebung über die zusätzlichen M- und C-Befehle (aM1! ... aM8!, aMC1! ... aMC8!, aC1! ... aC8!, aCC1! ... aCC8!) erreichbar (s. unten)

Wenn der Messwert aus irgendwelchen Gründen, z.B. Sensorfehler, nicht verfügbar ist, wird +999.9 oder -999.9 angezeigt. Der Logger kann die Fehlerursache dann über die Verifikationsabfrage aV! (siehe unten) genauer bestimmen

In den folgenden Tabellen werden die Messgrößen in der Reihenfolge aufgeführt, in der sie im Telegramm auftreten (s. Beispiel).



Abhängig von der Konfiguration des Gerätes werden die Messwerte in metrischen oder US-Einheiten ausgegeben.

**Hinweis:** Das konfigurierte Einheitensystem wird in den Datentelegrammen nicht angezeigt. Der Logger kann die Einstellung mittels des I-Befehls abrufen und die Auswertung der Datentelegramme entsprechend einstellen (siehe unten)

Beispiel: M-Abfrage von einer WS600-UMB Station

0M!

00009<CR><LF>

9 Messwerte stehen bereit

0D0!

0+13.5+85.7+1017+2.5+3.7<CR><LF>

Lufttemperatur 13,5°C, rel. Feuchte 85,7%,  
Rel. Luftdruck 1017hPa, mittlere Windgeschwindigkeit 2,5m/s  
Spitzen-Windgeschwindigkeit 3,7m/s

0D1!

0+43.7+9.8+60+4.4<CR><LF>

Windrichtung 43,7°, Feuchtkugeltemperatur 9,8°C  
Niederschlagsart 60 (Regen), Niederschlagsintensität 4.4mm/h

Beispiel: C-Abfrage von einer WS600-UMB Station

*0C!*

000020<CR><LF>

20 Messwerte stehen bereit

*0D0!*

0+13.5+85.7+1017.0+2.5+3.7<CR><LF>

Lufttemperatur 13,5°C, rel. Feuchte 85,7%

Rel. Luftdruck 1017hPa, mittlere Windgeschwindigkeit 2,5m/s

Spitzen-Windgeschwindigkeit 3,7m/s

*0D1!*

0+43.7+9.8+60+4.4<CR><LF>

Windrichtung 43,7°, wetbulbtemperature 9,8°C

Niederschlagsart 60 (Regen), Niederschlagsintensität 4.4mm/h

*0D2!*

0+11.2+10.3+1.10<CR><LF>

Taupunkt 11.2°C, Wind-Chill-Temperatur 10,3°C

Differentielle Niederschlagsmenge 1.10mm

*0D3!*

0+3.2+0.0+3.5+100.0<CR><LF>

Akt. Windgeschwindigkeit 3,2m/s, min. Windgeschwindigkeit 0.0 m/s

Vekt. gemittelte Windgeschwindigkeit 3.5m/s, Qualität der Windmessung 100%

*0D4!*

0+43.7+41.3+45.7+29.3<CR><LF>

Akt. Windrichtung 43,7°, min. Windrichtung 41,3°

max. Windrichtung 45,7°, spezifische Enthalpie 29,3 kJ/kg

## 19.6.4.1 Pufferbelegung Basisdaten WS600-UMB

Gerät für Messgrößen in metrischen Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Lufttemperatur (act)	100	-50,0	60,0	°C
Rel. Luftfeuchte (act)	200	0,0	100,0	%
Rel. Luftdruck	305	300,0	1200,0	hPa
Windgeschwindigkeit (avg)	460	0,0	75,0	m/s
Windgeschwindigkeit (max)	440	0,0	75,0	m/s
Puffer '1'				
Windrichtung (vct)	580	0,0	359,9	°
Feuchtkugeltemperatur (act)	114	-50,0	60,0	°C
Niederschlagsart	700	0, 60, 70		
Niederschlagsintensität	820	0,0	200,0	mm/h
Puffer '2'				
Taupunkt (act)	110	-50,0	60,0	°C
Wind-Chill Temperatur (act)	111	-60,0	70,0	°C
Regenmenge differentiell	625	0,00	100000,00	mm
Puffer '3'				
Windgeschwindigkeit (act)	400	0,0	75,0	m/s
Windgeschwindigkeit (min)	420	0,0	75,0	m/s
Windgeschwindigkeit (vct)	480	0,0	75,0	m/s
Windqualität	805	0,0	100,0	%
Puffer '4'				
Windrichtung (act)	500	0,0	359,9	°
Windrichtung (min)	520	0,0	359,9	°
Windrichtung (max)	540	0,0	359,9	°
Spezifische Enthalpie (act)	215	-100,0	1000,0	kJ/kg

Beispiel: Abfrage Puffer '0'

0D0!

0+13.5+85.7+1017+2.5+3.7&lt;CR&gt;&lt;LF&gt;

Lufttemperatur 13,5°C, rel. Luftfeuchte 85,7%, Luftdruck 1017hPa, mittlere Windgeschwindigkeit 2,5m/s, Spitzen-Windgeschwindigkeit 3,7m/s

Gerät für Messgrößen in US-Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Lufttemperatur (act)	105	-58,0	140,0	°F
Rel. Luftfeuchte (act)	200	0,0	100,0	%
Rel. Luftdruck	305	300,0	1200,0	hPa
Windgeschwindigkeit (avg)	470	0,0	167,8	mph
Windgeschwindigkeit (max)	450	0,0	167,8	mph
Puffer '1'				
Windrichtung (vct)	580	0,0	359,9	°
Feuchtkugeltemperatur (act)	119	-58,0	140,0	°F
Niederschlagsart	700	0, 60, 70		
Niederschlagsintensität	840	0,000	7,874	in/h
Puffer '2'				
Taupunkt (act)	115	-58,0	14,0	°F
Wind-Chill Temperatur (act)	116	-76,0	158,0	°F
Regenmenge differentiell	645	0,0000	3937,0000	in
Puffer '3'				
Windgeschwindigkeit (act)	410	0,0	167,8	mph
Windgeschwindigkeit (min)	430	0,0	167,8	mph
Windgeschwindigkeit (vct)	490	0,0	167,8	mph
Windqualität	805	0,0	100,0	%
Puffer '4'				
Windrichtung (act)	500	0,0	359,9	°
Windrichtung (min)	520	0,0	359,9	°
Windrichtung (max)	540	0,0	359,9	°
Spezifische Enthalpie. (act)	215	-100,0	1000,0	kJ/kg

## 19.6.4.2 Pufferbelegung Basisdaten WS500-UMB

Gerät für Messgrößen in metrischen Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Lufttemperatur (act)	100	-50,0	60,0	°C
Rel. Luftfeuchte (act)	200	0,0	100,0	%
Rel. Luftdruck	305	300,0	1200,0	hPa
Windgeschwindigkeit (avg)	460	0,0	75,0	m/s
Windgeschwindigkeit (max)	440	0,0	75,0	m/s
Puffer '1'				
Windrichtung (vct)	580	0,0	359,9	°
Feuchtkugeltemperatur (act)	114	-50,0	60,0	°C
Taupunkt (act)	110	-50,0	60,0	°C
Wind-Chill Temperatur (act)	111	-60,0	70,0	°C
Puffer '2'				
Windgeschwindigkeit (act)	400	0,0	75,0	m/s
Windgeschwindigkeit (min)	420	0,0	75,0	m/s
Windgeschwindigkeit (vct)	480	0,0	75,0	m/s
Windqualität	805	0,0	100,0	%
Puffer '3'				
Windrichtung (act)	500	0,0	359,9	°
Windrichtung (min)	520	0,0	359,9	°
Windrichtung (max)	540	0,0	359,9	°
Spezifische Enthalpie (act)	215	-100,0	1000,0	kJ/kg

Beispiel: Abfrage Puffer '0'

*0D0!*

*0+13.5+85.7+1017+2.5+3.7<CR><LF>*

Lufttemperatur 13,5°C, rel. Luftfeuchte 85,7%, rel. Luftdruck 1017hPa, mittlere Windgeschwindigkeit 2,5m/s, Spitzen-Windgeschwindigkeit 3,7m/s

Gerät für Messgrößen in US-Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Lufttemperatur (act)	105	-58,0	140,0	°F
Rel. Luftfeuchte (act)	200	0,0	100,0	%
Rel. Luftdruck	305	300,0	1200,0	hPa
Windgeschwindigkeit (avg)	470	0,0	167,8	mph
Windgeschwindigkeit (max)	450	0,0	167,8	mph
Puffer '1'				
Windrichtung (vct)	580	0,0	359,9	°
Feuchtkugeltemperatur (act)	119	-58,0	140,0	°F
Taupunkt (act)	115	-58,0	14,0	°F
Wind-Chill Temperatur (act)	116	-76,0	158,0	°F
Puffer '2'				
Windgeschwindigkeit (act)	410	0,0	167,8	mph
Windgeschwindigkeit (min)	430	0,0	167,8	mph
Windgeschwindigkeit (vct)	490	0,0	167,8	mph
Windqualität	805	0,0	100,0	%
Puffer '3'				
Windrichtung (act)	500	0,0	359,9	°
Windrichtung (min)	520	0,0	359,9	°
Windrichtung (max)	540	0,0	359,9	°
Spezifische Enthalpie. (act)	215	-100,0	1000,0	kJ/kg

## 19.6.4.3 Pufferbelegung Basisdaten WS400-UMB

Gerät für Messgrößen in metrischen Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Lufttemperatur (act)	100	-50,0	60,0	°C
Rel. Luftfeuchte (act)	200	0,0	100,0	%
Taupunkt (act)	110	-50,0	60,0	°C
Abs. Luftdruck(act)	300	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck(act)	305	300,0	1200,0	hPa
Puffer '1'				
Niederschlagsart	700	0, 60, 70		
Niederschlagsintensität	820	0,0	200,0	mm/h
Regenmenge differentiell	625	0,00	100000,00	mm
Regenmenge absolut	620	0,0	100000,0	mm
Puffer '2'				
Lufttemperatur (min)	120	-50,0	60,0	°C
Lufttemperatur (max)	140	-50,0	60,0	°C
Lufttemperatur (avg)	160	-50,0	60,0	°C
Rel. Luftfeuchte (min)	220	0,0	100,0	%
Rel. Luftfeuchte (max)	240	0,0	100,0	%
Puffer '3'				
Rel. Luftfeuchte (avg)	260	0,0	100,0	%
Rel. Luftdruck(min)	325	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck(max)	345	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck(avg)	365	300,0	1200,0	hPa
Feuchtkugeltemperatur (act)	114	-50,0	60,0	°C
Spezifische Enthalpie (act)	215	-100,0	1000,0	kJ/kg

Beispiel: Abfrage Puffer '0'

*0D0!*

*0+13.5+85.7+11.2+1017.0+1001.0*

Lufttemperatur 13,5°C, rel. Luftfeuchte 85,7%, Taupunkt 11,2°C, rel. Luftdruck 1017hPa, abs. Luftdruck 1001hPa



Gerät für Messgrößen in US-Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Lufttemperatur (act)	105	-58,0	140,0	°F
Rel. Luftfeuchte (act)	200	0,0	100,0	%
Taupunkt (act)	115	-58,0	14,0	°F
Abs. Luftdruck	300	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck	305	300,0	1200,0	hPa
Puffer '1'				
Niederschlagsart	700	0, 60, 70		
Niederschlagsintensität	840	0,000	7,874	in/h
Regenmenge differentiell	645	0,0000	3937,0000	in
Regenmenge absolut	640	0,000	3937,000	in
Puffer '2'				
Lufttemperatur (min)	125	-58,0	140,0	°F
Lufttemperatur (max)	145	-58,0	140,0	°F
Lufttemperatur (avg)	165	-58,0	140,0	°F
Rel. Luftfeuchte (min)	220	0,0	100,0	%
Rel. Luftfeuchte (max)	240	0,0	100,0	%
Puffer '3'				
Rel. Luftfeuchte (avg)	260	0,0	100,0	%
Rel. Luftdruck(min)	325	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck(max)	345	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck(avg)	365	300,0	1200,0	hPa
Feuchtkugeltemperatur (act)	119	-58,0	140,0	°F
Spezifische Enthalpie (act)	215	-100,0	1000,0	kJ/kg

## 19.6.4.4 Pufferbelegung Basisdaten WS300-UMB

Gerät für Messgrößen in metrischen Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Lufttemperatur (act)	100	-50,0	60,0	°C
Rel. Luftfeuchte (act)	200	0,0	100,0	%
Taupunkt (act)	110	-50,0	60,0	°C
Abs. Luftdruck(act)	300	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck(act)	305	300,0	1200,0	hPa
Puffer '1'				
Lufttemperatur (min)	120	-50,0	60,0	°C
Lufttemperatur (max)	140	-50,0	60,0	°C
Lufttemperatur (avg)	160	-50,0	60,0	°C
Rel. Luftfeuchte (avg)	260	0,0	100,0	%
Puffer '2'				
Rel. Luftfeuchte (min)	220	0,0	100,0	%
Rel. Luftfeuchte (max)	240	0,0	100,0	%
Rel. Luftdruck(min)	325	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck(max)	345	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck(avg)	365	300,0	1200,0	hPa
Puffer '3'				
Abs. Luftfeuchte (min)	225	0,0	1000,0	g/m <sup>3</sup>
Abs. Luftfeuchte (max)	245	0,0	1000,0	g/m <sup>3</sup>
Abs. Luftfeuchte (avg)	265	0,0	1000,0	g/m <sup>3</sup>
Puffer '4'				
Feuchtkugeltemperatur (act)	114	-50,0	60,0	°C
Spezifische Enthalpie (act)	215	-100,0	1000,0	kJ/kg

Beispiel: Abfrage Puffer '0'

*0D0!*

*0+13.5+85.7+11.2+1017.0+1001.0*

Lufttemperatur 13,5°C, rel. Luftfeuchte 85,7%, Taupunkt 11,2°C, rel. Luftdruck 1017hPa, abs. Luftdruck 1001hPa

Gerät für Messgrößen in US-Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Lufttemperatur (act)	105	-58,0	140,0	°F
Rel. Luftfeuchte (act)	200	0,0	100,0	%
Taupunkt (act)	115	-58,0	14,0	°F
Abs. Luftdruck	300	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck	305	300,0	1200,0	hPa
Puffer '1'				
Lufttemperatur (min)	125	-58,0	140,0	°F
Lufttemperatur (max)	145	-58,0	140,0	°F
Lufttemperatur (avg)	165	-58,0	140,0	°F
Rel. Luftfeuchte (avg)	260	0,0	100,0	%
Puffer '2'				
Rel. Luftfeuchte (min)	220	0,0	100,0	%
Rel. Luftfeuchte (max)	240	0,0	100,0	%
Rel. Luftdruck(min)	325	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck(max)	345	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck(avg)	365	300,0	1200,0	hPa
Puffer '3'				
Abs. Luftfeuchte (min)	225	0,0	1000,0	g/m <sup>3</sup>
Abs. Luftfeuchte (max)	245	0,0	1000,0	g/m <sup>3</sup>
Abs. Luftfeuchte (avg)	265	0,0	1000,0	g/m <sup>3</sup>
Puffer '4'				
Feuchtkugeltemperatur (act)	119	-58,0	140,0	°F
Spezifische Enthalpie act)	215	-100,0	1000,0	kJ/kg

## 19.6.4.5 Pufferbelegung Basisdaten WS200-UMB

Gerät für Messgrößen in metrischen Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Windgeschwindigkeit (avg)	460	0,0	75,0	m/s
Windgeschwindigkeit (max)	440	0,0	75,0	m/s
Windrichtung (vct)	580	0,0	359,9	°
Windrichtung (act)	500	0,0	359,9	°
Kompass (act)	510	0,0	359,9	°
Puffer '1'				
Windgeschwindigkeit (act)	400	0,0	75,0	m/s
Windgeschwindigkeit (min)	420	0,0	75,0	m/s
Windgeschwindigkeit (vct)	480	0,0	75,0	m/s
Windqualität	805	0,0	100,0	%
Puffer '2'				
Windrichtung (min)	520	0,0	359,9	°
Windrichtung (max)	540	0,0	359,9	°
Windrichtung korr. (act)	502	0,0	359,9	°

Beispiel: Abfrage Puffer '0'

*0D0!*

`0+2.5+3.7+45.5+37.8+10.3<CR><LF>`

Mittlere Windgeschwindigkeit 2,5m/s, Spitzen-Windgeschwindigkeit 3,7m/s, mittlere Windrichtung (vect.) 45,5°, Windrichtung(akt.) 37,8°, Kompassrichtung 10,3°

Gerät für Messgrößen in US-Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Windgeschwindigkeit (avg)	470	0,0	167,8	mph
Windgeschwindigkeit (max)	450	0,0	167,8	mph
Windrichtung (vct)	580	0,0	359,9	°
Windrichtung (act)	500	0,0	359,9	°
Kompass (act)	510	0,0	359,0	°
Puffer '1'				
Windgeschwindigkeit (act)	410	0,0	167,8	mph
Windgeschwindigkeit (min)	430	0,0	167,8	mph
Windgeschwindigkeit (vct)	490	0,0	167,8	mph
Windqualität	805	0,0	100,0	%
Puffer '2'				
Windrichtung (min)	520	0,0	359,9	°
Windrichtung (max)	540	0,0	359,9	°
Windrichtung korr. (act)	502	0,0	359,9	°

### 19.6.4.6 Pufferbelegung Basisdaten WS501-UMB, WS502-UMB, WS503-UMB, WS504-UMB

Gerät für Messgrößen in metrischen Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
<b>Puffer '0'</b>				
Lufttemperatur (act)	100	-50,0	60,0	°C
Rel. Luftfeuchte (act)	200	0,0	100,0	%
Rel. Luftdruck	305	300,0	1200,0	hPa
Windgeschwindigkeit (avg)	460	0,0	75,0	m/s
Windgeschwindigkeit (max)	440	0,0	75,0	m/s
<b>Puffer '1'</b>				
Windrichtung (vct)	580	0,0	359,9	°
Globalstrahlung (act)	900	0,0	1400,0	W/m <sup>2</sup>
Taupunkt (act)	110	-50,0	60,0	°C
Wind-Chill Temperatur (act)	111	-60,0	70,0	°C
<b>Puffer '2'</b>				
Windgeschwindigkeit (act)	400	0,0	75,0	m/s
Windgeschwindigkeit (min)	420	0,0	75,0	m/s
Windgeschwindigkeit (vct)	480	0,0	75,0	m/s
Windqualität	805	0,0	100,0	%
<b>Puffer '3'</b>				
Windrichtung (act)	500	0,0	359,9	°
Feuchtkugeltemperatur (act)	114	-50,0	60,0	°C
Spezifische Enthalpie (act)	215	-100,0	1000,0	kJ/kg
<b>Puffer '4'</b>				
Globalstrahlung (min)	920	0.0	1400.0	W/m <sup>2</sup>
Globalstrahlung (max)	940	0.0	1400.0	W/m <sup>2</sup>
Globalstrahlung (avg)	960	0.0	1400.0	W/m <sup>2</sup>

Beispiel: Abfrage Puffer '0'

*ØDØ!*

**Ø+13.5+85.7+1017+2.5+3.7<CR><LF>**

Lufttemperatur 13,5°C, rel. Luftfeuchte 85,7%, rel. Luftdruck 1017hPa, mittlere Windgeschwindigkeit 2,5m/s, Spitzen-Windgeschwindigkeit 3,7m/s

Gerät für Messgrößen in US-Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Lufttemperatur (act)	105	-58,0	140,0	°F
Rel. Luftfeuchte (act)	200	0,0	100,0	%
Rel. Luftdruck	305	300.0	1200.0	hPa
Windgeschwindigkeit (avg)	470	0,0	167,8	mph
Windgeschwindigkeit (max)	450	0,0	167,8	mph
Puffer '1'				
Windrichtung (vct)	580	0,0	359,9	°
Globalstrahlung (act)	900	0,0	1400,9	W/m <sup>2</sup>
Taupunkt (act)	115	-58,0	14,0	°F
Wind-Chill Temperatur (act)	116	-76,0	158,0	°F
Puffer '2'				
Windgeschwindigkeit (act)	410	0,0	167,8	mph
Windgeschwindigkeit (min)	430	0,0	167,8	mph
Windgeschwindigkeit (vct)	490	0,0	167,8	mph
Windqualität	805	0,0	100,0	%
Puffer '3'				
Windrichtung (act)	500	0,0	359,9	°
Feuchtkugeltemperatur (act)	119	-58,0	140,0	°F
Spezifische Enthalpie (act)	215	-100,0	1000,0	kJ/kg
Puffer '4'				
Globalstrahlung (min)	920	0	1400	W/m <sup>2</sup>
Globalstrahlung (max)	940	0	1400	W/m <sup>2</sup>
Globalstrahlung (avg)	960	0	1400	W/m <sup>2</sup>

## 19.6.4.7 Pufferbelegung Basisdaten WS301-UMB,WS302-UMB,WS303-UMB,WS304-UMB

Gerät für Messgrößen in metrischen Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Lufttemperatur (act)	100	-50,0	60,0	°C
Rel. Luftfeuchte (act)	200	0,0	100,0	%
Taupunkt (act)	110	-50,0	60,0	°C
Globalstrahlung(act)	900	0	1400	W/m <sup>2</sup>
Rel. Luftdruck(act)	305	300,0	1200,0	hPa
Puffer '1'				
Lufttemperatur (min)	120	-50,0	60,0	°C
Lufttemperatur (max)	140	-50,0	60,0	°C
Lufttemperatur (avg)	160	-50,0	60,0	°C
Rel. Luftfeuchte (avg)	260	0,0	100,0	%
Puffer '2'				
Rel. Luftfeuchte (min)	220	0,0	100,0	%
Rel. Luftfeuchte (max)	240	0,0	100,0	%
Rel. Luftdruck(min)	325	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck(max)	345	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck(avg)	365	300,0	1200,0	hPa
Puffer '3'				
Abs. Luftfeuchte (act)	205	0,0	1000,0	g/m <sup>3</sup>
Feuchtkugeltemperatur (act)	114	-50,0	60,0	°C
Spezifische Enthalpie (act)	215	-100,0	1000,0	kJ/kg
Puffer '4'				
Globalstrahlung(min)	920	0	1400	W/m <sup>2</sup>
Globalstrahlung (max)	940	0	1400	W/m <sup>2</sup>
Globalstrahlung (avg)	960	0	1400	W/m <sup>2</sup>

Beispiel: Abfrage Puffer '0'

ØDØ!

Ø+13.5+85.7+11.2+1017.Ø+780.Ø

Lufttemperatur 13,5°C, rel. Luftfeuchte 85,7%, Taupunkt 11,2°C, rel. Luftdruck 1017hPa, Globalstrahlung 780W/m<sup>2</sup>



Gerät für Messgrößen in US-Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Lufttemperatur (act)	105	-58,0	140,0	°F
Rel. Luftfeuchte (act)	200	0,0	100,0	%
Taupunkt (act)	115	-58,0	14,0	°F
Globalstrahlung(act)	900	0	1400	W/m <sup>2</sup>
Rel. Luftdruck	305	300,0	1200,0	hPa
Puffer '1'				
Lufttemperatur (min)	125	-58,0	140,0	°F
Lufttemperatur (max)	145	-58,0	140,0	°F
Lufttemperatur (avg)	165	-58,0	140,0	°F
Rel. Luftfeuchte (avg)	260	0,0	100,0	%
Puffer '2'				
Rel. Luftfeuchte (min)	220	0,0	100,0	%
Rel. Luftfeuchte (max)	240	0,0	100,0	%
Rel. Luftdruck(min)	325	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck(max)	345	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck(avg)	365	300,0	1200,0	hPa
Puffer '3'				
Abs. Luftfeuchte (act)	205	0,0	1000,0	g/m <sup>3</sup>
Feuchtkugeltemperatur (act)	119	-58,0	140,0	°F
Spezifische Enthalpie (act)	215	-100,0	1000,0	kJ/kg
Puffer '4'				
Globalstrahlung(min)	920	0	1400	W/m <sup>2</sup>
Globalstrahlung (max)	940	0	1400	W/m <sup>2</sup>
Globalstrahlung (avg)	960	0	1400	W/m <sup>2</sup>

## 19.6.4.8 Pufferbelegung Basisdaten WS601-UMB

Gerät für Messgrößen in metrischen Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
<b>Puffer '0'</b>				
Lufttemperatur (act)	100	-50,0	60,0	°C
Rel. Luftfeuchte (act)	200	0,0	100,0	%
Rel. Luftdruck	305	300,0	1200,0	hPa
Windgeschwindigkeit (avg)	460	0,0	75,0	m/s
Windgeschwindigkeit (max)	440	0,0	75,0	m/s
<b>Puffer '1'</b>				
Windrichtung (vct)	580	0,0	359,9	°
Blattnässe-Zustand (act)	711	0 / 1		
Niederschlagsart	700	0, 40		
Niederschlagsintensität	820	0,0	200,0	mm/h
<b>Puffer '2'</b>				
Taupunkt (act)	110	-50,0	60,0	°C
Wind-Chill Temperatur (act)	111	-60,0	70,0	°C
Regenmenge differentiell	625	0,00	100000,00	mm
<b>Puffer '3'</b>				
Windgeschwindigkeit (act)	400	0,0	75,0	m/s
Windgeschwindigkeit (min)	420	0,0	75,0	m/s
Windgeschwindigkeit (vct)	480	0,0	75,0	m/s
Feuchtkugeltemperatur (act)	114	-50,0	60,0	°C
<b>Puffer '4'</b>				
Windrichtung (act)	500	0,0	359,9	°
Windrichtung (min)	520	0,0	359,9	°
Windrichtung (max)	540	0,0	359,9	°
Spezifische Enthalpie (act)	215	-100,0	1000,0	kJ/kg

Beispiel: Abfrage Puffer '0'

ØDØ!

Ø+13.5+85.7+1017+2.5+3.7&lt;CR&gt;&lt;LF&gt;

Lufttemperatur 13,5°C, rel. Luftfeuchte 85,7%, Luftdruck 1017hPa, mittlere Windgeschwindigkeit 2,5m/s, Spitzen-Windgeschwindigkeit 3,7m/s

Gerät für Messgrößen in US-Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Lufttemperatur (act)	105	-58,0	140,0	°F
Rel. Luftfeuchte (act)	200	0,0	100,0	%
Rel. Luftdruck	305	300,0	1200,0	hPa
Windgeschwindigkeit (avg)	470	0,0	167,8	mph
Windgeschwindigkeit (max)	450	0,0	167,8	mph
Puffer '1'				
Windrichtung (vct)	580	0,0	359,9	°
Blattnässe-Zustand (act)	711	0 / 1		
Niederschlagsart	700	0, 40		
Niederschlagsintensität	840	0,000	7,874	in/h
Puffer '2'				
Taupunkt (act)	115	-58,0	14,0	°F
Wind-Chill Temperatur (act)	116	-76,0	158,0	°F
Regenmenge differentiell	645	0,0000	3937,0000	in
Puffer '3'				
Windgeschwindigkeit (act)	410	0,0	167,8	mph
Windgeschwindigkeit (min)	430	0,0	167,8	mph
Windgeschwindigkeit (vct)	490	0,0	167,8	mph
Feuchtkugeltemperatur (act)	119	-58,0	140,0	°F
Puffer '4'				
Windrichtung (act)	500	0,0	359,9	°
Windrichtung (min)	520	0,0	359,9	°
Windrichtung (max)	540	0,0	359,9	°
Spezifische Enthalpie. (act)	215	-100,0	1000,0	kJ/kg

## 19.6.4.9 Pufferbelegung Basisdaten WS401-UMB

Gerät für Messgrößen in metrischen Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Lufttemperatur (act)	100	-50,0	60,0	°C
Rel. Luftfeuchte (act)	200	0,0	100,0	%
Taupunkt (act)	110	-50,0	60,0	°C
Blattnässe-Zustand (act)	711	0 / 1		
Rel. Luftdruck(act)	305	300,0	1200,0	hPa
Puffer '1'				
Niederschlagsart	700	0, 40		
Niederschlagsintensität	820	0,0	200,0	mm/h
Regenmenge differentiell	625	0,00	100000,00	mm
Regenmenge absolut	620	0,0	100000,0	mm
Puffer '2'				
Lufttemperatur (min)	120	-50,0	60,0	°C
Lufttemperatur (max)	140	-50,0	60,0	°C
Lufttemperatur (avg)	160	-50,0	60,0	°C
Rel. Luftfeuchte (min)	220	0,0	100,0	%
Rel. Luftfeuchte (max)	240	0,0	100,0	%
Puffer '3'				
Rel. Luftfeuchte (avg)	260	0,0	100,0	%
Rel. Luftdruck(min)	325	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck(max)	345	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck(avg)	365	300,0	1200,0	hPa
Feuchtkugeltemperatur (act)	114	-50,0	60,0	°C
Spezifische Enthalpie (act)	215	-100,0	1000,0	kJ/kg

Beispiel: Abfrage Puffer '0'

ØDØ!

Ø+13.5+85.7+11.2+1017.Ø+1001.Ø

Lufttemperatur 13,5°C, rel. Luftfeuchte 85,7%, Taupunkt 11,2°C, rel. Luftdruck 1017hPa, abs. Luftdruck 1001hPa

Gerät für Messgrößen in US-Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Lufttemperatur (act)	105	-58,0	140,0	°F
Rel. Luftfeuchte (act)	200	0,0	100,0	%
Taupunkt (act)	115	-58,0	14,0	°F
Blattnässe-Zustand (act)	711	0 / 1		
Rel. Luftdruck	305	300,0	1200,0	hPa
Puffer '1'				
Niederschlagsart	700	0, 40		
Niederschlagsintensität	840	0,000	7,874	in/h
Regenmenge differentiell	645	0,0000	3937,0000	in
Regenmenge absolut	640	0,000	3937,000	in
Puffer '2'				
Lufttemperatur (min)	125	-58,0	140,0	°F
Lufttemperatur (max)	145	-58,0	140,0	°F
Lufttemperatur (avg)	165	-58,0	140,0	°F
Rel. Luftfeuchte (min)	220	0,0	100,0	%
Rel. Luftfeuchte (max)	240	0,0	100,0	%
Puffer '3'				
Rel. Luftfeuchte (avg)	260	0,0	100,0	%
Rel. Luftdruck(min)	325	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck(max)	345	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck(avg)	365	300,0	1200,0	hPa
Feuchtkugeltemperatur (act)	119	-58,0	140,0	°F
Spezifische Enthalpie (act)	215	-100,0	1000,0	kJ/kg

## 19.6.4.10 Pufferbelegung Basisdaten im Energiesparmodus 2 (alle Modelle)

Gerät für Messgrößen in metrischen Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Lufttemperatur (act)	100	-50,0	60,0	°C
Rel. Luftfeuchte (act)	200	0,0	100,0	%
Regenmenge differentiell	625	0,00	100000,00	mm
Rel. Luftdruck(act)	305	300,0	1200,0	hPa
Windgeschwindigkeit (act)	400	0,0	75,0	m/s
Puffer '1'				
Windrichtung (act)	500	0,0	359,9	°
Globalstrahlung	900	0,0	1400,0	W/m <sup>2</sup>
Blattnässe-Zustand (act)	711	0 / 1		
Externe Temperatur	101	-20,0	80,0	°C
Puffer '2'				
Regenmenge absolut	620	0,0	100000,0	mm
Taupunkt (act)	110	-50,0	60,0	°C
Abs. Luftfeuchte (act)	205	0,0	1000,0	g/m <sup>3</sup>
Mischungsverhältnis(act)	210	0,0	1000,0	g/kg
Abs. Luftdruck(act)	300	300,0	1200,0	hPa
Puffer '3'				
Feuchtkugeltemperatur (act)	114	-50,0	60,0	°C
Spezifische Enthalpie (act)	215	-100,0	1000,0	kJ/kg
Luftdichte	310	0,000	3,000	kg/m <sup>3</sup>
Kompass (act)	510	0,0	359,0	°

Beispiel: Abfrage Puffer '0'

 $\theta D \theta !$  $\theta + 13.5 + 85.7 + \theta.2 + 1017. \theta + 1.8$ 

Lufttemperatur 13,5°C, rel. Luftfeuchte 85,7%, Niederschlag 0,2mm, rel. Luftdruck 1017hPa, Windgeschwindigkeit 1,8m/s

Gerät für Messgrößen in US-Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Lufttemperatur (act)	105	-58,0	140,0	°F
Rel. Luftfeuchte (act)	200	0,0	100,0	%
Regenmenge differentiell	645	0,0000	3937,0000	in
Rel. Luftdruck(act)	305	300,0	1200,0	hPa
Windgeschwindigkeit (act)	410	0,0	167,8	mph
Puffer '1'				
Windrichtung (act)	500	0,0	359,9	°
Globalstrahlung	900	0,0	1400,0	W/m <sup>2</sup>
Blattnässe-Zustand (act)	711	0 / 1		
Externe Temperatur	106	-4,0	176,0	°F
Puffer '2'				
Regenmenge absolut	640	0,000	3937,000	in
Taupunkt (act)	115	-58,0	140,0	°F
Abs. Luftfeuchte (act)	205	0,0	1000,0	g/m <sup>3</sup>
Mischungsverhältnis(act)	210	0,0	1000,0	g/kg
Abs. Luftdruck(act)	300	300,0	1200,0	hPa
Puffer '3'				
Feuchtkugeltemperatur (act)	119	-58,0	140,0	°F
Spezifische Enthalpie (act)	215	-100,0	1000,0	kJ/kg
Luftdichte	310	0,000	3,000	kg/m <sup>3</sup>
Kompass (act)	510	0,0	359,0	°

### 19.6.5 Zusätzliche Messbefehle

Mit den zusätzlichen Messbefehlen

aM1! ... aM6!

aMC1! ... aMC6! (M-Befehl, Datenübertragung mit CRC)

aC1! ... aC6!

aCC1! ... aCC6! (C-Befehl, Datenübertragung mit CRC)

werden die kompletten Daten der Kompaktwetterstation, wie sie für das UMB-Protokoll definiert sind, auch in der SDI-12 Umgebung bereitgestellt.

Die Messwerte sind nach Sensor-Typ gruppiert.

Wie bei den Basisdaten können auch bei den zusätzlichen Messbefehlen mit einem M-Befehl höchstens 9 Messwerte abgerufen werden, mit den C-Befehlen stehen 20 Plätze zur Verfügung.

Die im Folgenden dokumentierte Pufferbelegung ist daher so strukturiert, dass mit dem jeweiligen M-Befehl die Puffer D0 und D1 belegt werden. Wenn für die Sensorart mehr Messwerte verfügbar sind, werden mit dem entsprechenden C-Befehl auch die Puffer D2 bis ggfs. D4 belegt.

M1 / C1	Temperatur	M: 8 Messwerte	C: 8 Messwerte
M2 / C2	Feuchte	M: 8 Messwerte	C: 12 Messwerte
M3 / C3	Luftdruck	M: 8 Messwerte	C: 8 Messwerte
M4 / C4	Wind	M: 9 Messwerte	C: 12 Messwerte
M5 / C5	Kompass	M: 1 Messwert	C: 1 Messwert
M6 / C6:	Niederschlag, Blattnässe	M: 9 Messwerte	C: 9 Messwerte
M7 / C7	Globalstrahlung	M: 4 Messwerte	C: 4 Messwerte

Wenn die mit dem jeweiligen Messbefehl angeforderte Sensorart für die eingesetzte Variante der Kompaktwetterstation (WS200-UMB ... WS600-UMB) nicht zur Verfügung steht, wird der Messbefehl mit

a0000<CR><LF> bzw.

a00000<CR><LF>



## 19.6.5.1 Pufferbelegung zusätzliche Messdaten M1 / C1: Temperatur

Gerät für Messgrößen in metrischen Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Lufttemperatur (act)	100	-50,0	60,0	°C
Lufttemperatur (min)	120	-50,0	60,0	°C
Lufttemperatur (max)	140	-50,0	60,0	°C
Lufttemperatur (avg)	160	-50,0	60,0	°C
Taupunkt (act)	110	-50,0	60,0	°C
Puffer '1'				
Taupunkt (min)	130	-50,0	60,0	°C
Taupunkt (max)	150	-50,0	60,0	°C
Taupunkt (avg)	170	-50,0	60,0	°C
Feuchtkugeltemperatur (act)	114	-50,0	60,0	°C

Beispiel: Abfrage mit M Befehl

*0M1!*

*00008<CR><LF>*

*0D0!*

*0+12.5+10.7+13.5+11.8+5.3<CR><LF>*

*0D1!*

*0+4.2+5.9+5.6+9.8<CR><LF>*

Gerät für Messgrößen in US-Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Lufttemperatur (act)	105	-58,0	140,0	°F
Lufttemperatur (min)	125	-58,0	140,0	°F
Lufttemperatur (max)	145	-58,0	140,0	°F
Lufttemperatur (avg)	165	-58,0	140,0	°F
Taupunkt (act)	115	-58,0	140,0	°F
Puffer '1'				
Taupunkt (min)	135	-58,0	140,0	°F
Taupunkt (max)	155	-58,0	140,0	°F
Taupunkt (avg)	175	-58,0	140,0	°F
Feuchtkugeltemperatur (act)	119	-58,0	140,0	°F

## 19.6.5.2 Pufferbelegung zusätzliche Messdaten M2 / C2: Feuchte

Gerät für Messgrößen in metrischen oder US-Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Rel. Luftfeuchte (act)	200	0,0	100,0	%
Rel. Luftfeuchte (min)	220	0,0	100,0	%
Rel. Luftfeuchte (max)	240	0,0	100,0	%
Rel. Luftfeuchte (avg)	260	0,0	100,0	%
Puffer '1'				
Abs. Luftfeuchte (act)	205	0,0	1000,0	g/m <sup>3</sup>
Abs. Luftfeuchte (min)	225	0,0	1000,0	g/m <sup>3</sup>
Abs. Luftfeuchte (max)	245	0,0	1000,0	g/m <sup>3</sup>
Abs. Luftfeuchte (avg)	265	0,0	1000,0	g/m <sup>3</sup>
Spezifische Enthalpie (act)	215	-100,0	1000,0	kJ/kg
Puffer '2'				
Mischungsverhältnis(act)	210	0,0	1000,0	g/kg
Mischungsverhältnis (min)	230	0,0	1000,0	g/kg
Mischungsverhältnis (max)	250	0,0	1000,0	g/kg
Mischungsverhältnis (avg)	270	0,0	1000,0	g/kg

Beispiel: Abfrage mit M Befehl

```

M02!
00008<CR><LF>
M00!
0+48.5+48.2+48.8+48.5<CR><LF>
M01!
0+5.7+5.5+5.9+5.7+29.3<CR><LF>

```

Beispiel: Abfrage mit C Befehl

```

C02!
000012<CR><LF>
C00!
0+48.5+48.2+48.8+48.5<CR><LF>
C01!
0+5.7+5.5+5.9+5.7+29.3<CR><LF>
C02!
0+4.6+4.4+5.0+4.6<CR><LF>

```

## 19.6.5.3 Pufferbelegung zusätzliche Messdaten M3 / C3: Luftdruck

Gerät für Messgrößen in metrischen oder US-Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Abs. Luftdruck(act)	300	300,0	1200,0	hPa
Abs. Luftdruck(min)	320	300,0	1200,0	hPa
Abs. Luftdruck(max)	340	300,0	1200,0	hPa
Abs. Luftdruck(avg)	360	300,0	1200,0	hPa
Luftdichte	310	0,000	3,000	kg/m3
Puffer '1'				
Rel. Luftdruck(act)	305	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck(min)	325	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck(max)	345	300,0	1200,0	hPa
Rel. Luftdruck(avg)	365	300,0	1200,0	hPa

Beispiel: Abfrage mit M Befehl

*0M3!*

*00009<CR><LF>*

*0D0!*

*0+1001.0+1000.0+1002.0+1001.0+1.119<CR><LF>*

*0D1!*

*0+1017.0+1016.0+1018.0+1017.0<CR><LF>*

Beispiel: Abfrage mit C Befehl

*0C3!*

*000009<CR><LF>*

*0D0!*

*0+1001.0+1000.0+1002.0+1001.0+1.119<CR><LF>*

*0D1!*

*0+1017.0+1016.0+1018.0+1017.0<CR><LF>*

## 19.6.5.4 Pufferbelegung zusätzliche Messdaten M4 / C4: Wind

Gerät für Messgrößen in metrischen Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Windgeschwindigkeit (act)	400	0,0	75,0	m/s
Windgeschwindigkeit (min)	420	0,0	75,0	m/s
Windgeschwindigkeit (max)	440	0,0	75,0	m/s
Windgeschwindigkeit (avg)	460	0,0	75,0	m/s
Windgeschwindigkeit (vct)	480	0,0	75,0	m/s
Puffer '1'				
Windrichtung (act)	500	0,0	359,9	°
Windrichtung (min)	520	0,0	359,9	°
Windrichtung (max)	540	0,0	359,9	°
Windrichtung (vct)	580	0,0	359,9	°
Puffer '2'				
Windrichtung korr. (act)	502	0,0	359,9	°
Windqualität	805	0,0	100,0	%
Wind-Chill Temperatur (act)	111	-60,0	70,0	°C
Windgeschw. Standardabw.	403	0,0	75,0	m/s
Windrichtung Standardabw.	503	0,0	359,9	°

Gerät für Messgrößen in US Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Windgeschwindigkeit (act)	410	0,0	167,8	mph
Windgeschwindigkeit (min)	430	0,0	167,8	mph
Windgeschwindigkeit (max)	450	0,0	167,8	mph
Windgeschwindigkeit (avg)	470	0,0	167,8	mph
Windgeschwindigkeit (vct)	490	0,0	167,8	mph
Puffer '1'				
Windrichtung (act)	500	0,0	359,9	°
Windrichtung (min)	520	0,0	359,9	°
Windrichtung (max)	540	0,0	359,9	°
Windrichtung (vct)	580	0,0	359,9	°
Puffer '2'				
Windrichtung korr. (act)	502	0,0	359,9	°
Windqualität	805	0,0	100,0	%
Wind-Chill Temperatur (act)	116	-76,0	158,0	°F
Windgeschw. Standardabw.	413	0,0	167,8	mph
Windrichtung Standardabw.	503	0,0	359,0	°

## 19.6.5.5 Pufferbelegung zusätzliche Messdaten M5 / C5: Kompass

Gerät für Messgrößen in metrischen oder US-Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Kompass (act)	510	0,0	359,0	°

Beispiel: Abfrage mit M Befehl

*0M5!*

*00001<CR><LF>*

*0D0!*

*0+348.0<CR><LF>*

Beispiel: Abfrage mit C Befehl

*0C5!*

*000001<CR><LF>*

*0D0!*

*0+348.0<CR><LF>*

## 19.6.5.6 Pufferbelegung zusätzliche Messdaten M6 / C6: Niederschlag und Blattnässe

Gerät für Messgrößen in metrischen Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Regenmenge absolut	620	0,0	100000,0	mm
Regenmenge differentiell	625	0,00	100000,00	mm
Niederschlagsintensität	820	0,0	200,0	mm/h
Niederschlagsart	700	0, 60, 70		
Puffer '1'				
Blattnässe mV (act)	710	0,0	1500,0	mV
Blattnässe mV (min)	730	0,0	1500,0	mV
Blattnässe mV (max)	750	0,0	1500,0	mV
Blattnässe mV (avg)	770	0,0	1500,0	mV
Blattnässe-Zustand	711	0 / 1		

Beispiel: Abfrage mit M Befehl

*0M6!*

*00009<CR><LF>*

*0D0!*

*0+1324.5+1.10+4.4+60<CR><LF>*

*0D1!*

*0+603.5+562.4+847.4+623.8+1<CR><LF>*

Gerät für Messgrößen in US-Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Regenmenge absolut	640	0,000	3937,000	in
Regenmenge differentiell	645	0,0000	3937,0000	in
Niederschlagsintensität	840	0,000	7,874	in/h
Niederschlagsart	700	0, 60, 70		
Puffer '1'				
Blattnässe mV (act)	710	0,0	1500,0	mV
Blattnässe mV (min)	730	0,0	1500,0	mV
Blattnässe mV (max)	750	0,0	1500,0	mV
Blattnässe mV (avg)	770	0,0	1500,0	mV
Blattnässe-Zustand	711	0 / 1		

## 19.6.5.7 Pufferbelegung zusätzliche Messdaten M7 / C7: Globalstrahlung

Gerät für Messgrößen in metrischen oder US-Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Globalstrahlung (act)	900	0,0	1400,0	W/m <sup>2</sup>
Globalstrahlung (min)	920	0,0	1400,0	W/m <sup>2</sup>
Globalstrahlung (max)	940	0,0	1400,0	W/m <sup>2</sup>
Globalstrahlung (avg)	960	0,0	1400,0	W/m <sup>2</sup>

Beispiel: Abfrage mit M Befehl

*0M7!*

*00004<CR><LF>*

*0D0!*

*0+780.0+135.0+920.0+530.0<CR><LF>*

## 19.6.5.8 Pufferbelegung zusätzliche Messdaten M8 / C8: Externer Temperatursensor

Gerät für Messgrößen in metrischen Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Externe Temperatur (act)	101	-40,0	+80,0	°C

Beispiel: Abfrage mit M Befehl

*0M8!*

*00001<CR><LF>*

*0D0!*

*0+13.5<CR><LF>*

Gerät für Messgrößen in US-Einheiten konfiguriert:

Messgröße	UMB-Kanal	Min	Max	Einheit
Puffer '0'				
Externe Temperatur (act)	106	-40,0	+176,0	°F



### 19.6.6 Telegramm Geräteidentifikation

Die Abfrage der Geräteidentifikation wird mit folgendem Telegramm beantwortet (Beispiel für SDI-12 Geräteadresse '0'):

0I!

013Lufft.dewSx00ynnn

x: Gerätetyp (4, 5, 6, 2, 3 )

y: Metrische / US-Einheiten ( m = metrisch, u = US )

nnn: Softwareversion

also für eine WS600-UMB, eingestellt auf US-Einheiten:

0I!

013Lufft.dewS600u022

### 19.6.7 Telegramm Verifikation

Der Befehl Verifikation aV! wird genutzt, um Statusinformationen des Gerätes zu ermitteln. Die Abfrage wird mit

a0005<CR<LF>

beantwortet, d.h. es stehen 5 Messwerte in den Puffern zur Verfügung.

Die ersten 3 "Messwerte", übertragen im Puffer 0, enthalten die Statusinformationen der Messkanäle des Gerätes.

Die Statusdaten der Kanäle sind zu „Pseudo-Messwerten“ zusammengefasst, wobei jede Ziffer einen Status darstellt. Die Kodierung der Zustände ist unten aufgeführt. Im allgemeinen hat jeder Sensor zwei Statuswerte, einen für den direkten Messwert und einen für den Messwertpuffer, der für die Mittelung und die Ermittlung der Minima und Maxima dient.

Die letzten beiden Messwerte, übertragen im Puffer 1, geben die Heizungstemperaturen des Wind- und des Regensensors an.

Puffer '0'				
StatusGruppe 1: +nnnn	Lufttemperatur, Lufttemperatur-Puffer, Taupunkt, Taupunkt-Puffer			
StatusGruppe 1: +nnnnnn (nur WS401 / WS601)	Lufttemperatur, Lufttemperatur-Puffer, Taupunkt, Taupunkt-Puffer, Blattnässe, Blattnässe-Puffer			
Status Gruppe 2: +nnnnnn	Rel.-Feuchte-Status, Rel.-Feuchte-Puffer-Status, Abs.-Feuchte-Status, Abs.-Feuchte-Puffer-Status, Mixing-Ratio-Status, Mixing-Ratio-Puffer-Status			
Status Gruppe 3: +nnnnnn	Luftdruck-Status, Luftdruck-Puffer-Status, Wind-Status, Wind-Puffer-Status, Kompass-Status, Niederschlag-Status (bei WS301/501 wird anstelle des Niederschlag-Status der Status des Globalstrahlungs-Sensors angezeigt)			
Puffer '1', Gerät für metrische Einheiten konfiguriert				
Messgröße	UMB-Kanal	min	max	Einheit
Heizungstemp. Windsensor	112	-50	+150	°C
Heizungstemp. Regensensor	113	-50	+150	°C
Puffer '1', Gerät für US Einheiten konfiguriert				
Heizungstemp. Windsensor	117	-58	+302	°F
Heizungstemp. Regensensor	118	-58	+302	°F

## Kodierung des Sensorstatus:

Sensorzustand	Code
OK	0
UNGLTG_KANAL	1
E2_CAL_ERROR E2_CRC_KAL_ERR FLASH_CRC_ERR FLASH_WRITE_ERR FLASH_FLOAT_ERR	2
MEAS_ERROR	3
MEAS_UNABLE	4
INIT_ERROR	5
VALUE_OVERFLOW CHANNEL_OVERRANGE	6
VALUE_UNDERFLOW CHANNEL_UNDERRANGE	7
BUSY	8
Anderer Sensorzustand	9

Beispiel (WS600, SDI-12 Adresse '0', fehlerfrei):

```

0V!
00005<CR><LF>
0D0!
0+0000+000000+000000<CR><LF>
0D1!
0+73.0+65.3<CR><LF>

```

Beispiel (WS600, SDI-12 Adresse '0', Kompass ausgefallen):

```

0V!
00005<CR><LF>
0D0!
0+0000+000000+000030<CR><LF>
0D1!
0+73.0+65.3<CR><LF>

```

### 19.6.8 Befehl Wechsel des Einheitensystems

Der Befehl dient zum Wechsel des für die Darstellung der SDI-12 Daten benutzten Einheitensystems zwischen metrischen und US-Einheiten. Der Befehl ist als X Befehl implementiert.

Befehl: aXU<u/m>!  
 Antwort: aU<u/m><CR><LF>  
 u: US-Einheiten  
 m: metrische Einheiten

Beispiel Wechsel zu metrischen Einheiten

0XUm!  
 0Um<CR><LF>

### 19.6.9 Befehl zum Einstellen des Mittelungs-Intervalls

Die avg, min, max und vct Werte der Messgrößen werden über ein gleitendes Intervall mit einer Länge von 1 ... 10min gebildet. Die Länge dieses Intervalls ist für die Gruppen Temperatur/Feuchte, Luftdruck und Wind getrennt einstellbar. (Für Niederschlag und Kompass wird der Mittelungs-Algorithmus nicht angewendet).

Befehl: aXA<t/p/w/r>+nn!  
 t: Temperatur und Feuchte  
 p: Luftdruck  
 w: Wind  
 r: Globalstrahlung  
 nn: Intervall in Minuten, gültige Werte: 1 bis 10  
 Antwort: aXA<t/p/w/r>+nn<CR><LF>  
 Die Angabe einer unzulässigen Intervall-Länge wird mit  
 aXAf<CR><LF>  
 beantwortet.

Beispiel: Einstellung des Mittelungs-Intervall für Temperatur und Feuchte auf 5 Minuten

0XAt+5!  
 0XAt+5<CR><LF>

### 19.6.10 Befehl zum Einstellen der Ortshöhe

Für die Berechnung des relativen Luftdrucks wird die Ortshöhe (Höhe über dem Meeresspiegel) des Gerätes benötigt.

Befehl: aXH+nnnn!  
 nnnn: Ortshöhe des Sensors in m  
 Antwort: aXH+nnnn<CR><LF>  
 Die Angabe einer unzulässigen Ortshöhe ( -100 < Ortshöhe < 5000) wird mit  
 aXHf<CR><LF>  
 beantwortet.

Beispiel: Die Höhe des Montageortes beträgt 135m über NN

0XH+135!  
 0XH+135<CR><LF>

### 19.6.11 Befehl zum Einstellen der magnetischen Missweisung

Für exakte Kompasswerte muss die lokale magnetische Missweisung gesetzt werden.

Befehl: aXD+nnn.n!

nnn.n: magnetische Missweisung am Installationsort in ° \*)

Antwort: aXD+nnn.n<CR><LF>

Die Angabe einer unzulässigen Missweisung (-180.0 < Missweisung < 180.0) wird mit

aXDf<CR><LF>

beantwortet.

Beispiel: Die Missweisung am Montageort beträgt -5.3°

ØXD-5.3!

ØXD-5.3<CR><LF>

\*) Die Werte der magnetischen Missweisung sind auf diversen Webseiten verfügbar, z.B.

<http://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#declination>

### 19.6.12 Befehl zum Aktivieren / Deaktivieren der Kompasskorrektur

Die Korrektur der Windrichtung mit Hilfe des integriertes Kompasses kann mit diesem Befehl aktiviert oder deaktiviert werden.

Befehl: aXW<c/u>!

c: Windrichtung wird entsprechend der Kompassrichtung korrigiert

u: Windrichtung wird nicht korrigiert

Antwort: aX XW<c/u><CR><LF>

Die Angabe einer unzulässigen Option wird mit

aXWf<CR><LF>

beantwortet.

Beispiel: Kompasskorrektur wird aktiviert

ØXWc!

ØXWc<CR><LF>

### 19.6.13 Befehl zum Einstellen des Energiesparmodus

Für Installationen mit begrenzter Energieversorgung kann die Kompaktwetterstation im Energiesparmodus betrieben werden (s. Kap. 10.4).

**Hinweis:** Im Energiesparmodus bestehen Funktionseinschränkungen!

Befehl: aXL<n/s/w>!

n: Normalbetrieb

s: Energiesparmodus 1 (Heizung/Lüfter aus)

w: Energiesparmodus 2 (Schlafmodus)

Antwort: aXL<n/s/w><CR><LF>

Anschließend erfolgt ein Stationsreset, d.h. die Station ist für einige Sekunden nicht erreichbar.

Die Auswahl einer unzulässigen Option, oder einer unzulässigen Kombination von Modus und Gerätemodell wird mit

aXLf<CR><LF>

beantwortet.

Beispiel: Die Station soll in den Energiesparmodus 2 gesetzt werden

ØXLw!

ØXLw<CR><LF>



#### 19.6.14 Befehl zum Einstellen der Heizungs-Betriebsart

Die Beheizung des Regen- und des Windsensors kann in unterschiedlichen Betriebsarten konfiguriert werden (siehe 10.4). Abhängig von der installierten Variante der Kompakt-Wetterstation (WS200-UMB ... WS600-UMB) sind nur bestimmte Kombinationen von Betriebsarten zulässig. Die Station ermittelt die zulässige Kombination aus der im Befehl für die Station gesetzten Betriebsart selbsttätig.

Befehl: aXMn!

n: Heizungsbetriebsart (0: Automatik, 1: Mode 1, 2: Aus, 3: Eco Mode 1)

Antwort: aXMnm<CR><LF>

n: gesetzte Heizungs-Betriebsart Windsensor

m: gesetzte Heizungs-Betriebsart Regensensor

Die Angabe einer ungültigen Betriebsart wird mit

aXMf<CR><LF>

beantwortet.

Beispiel: Eine WS400-UMB soll in Mode 1 gesetzt werden

*0XM1!*

*0XM21<CR><LF>*

Da die WS400-UMB keinen Windsensor hat, wird die Heizungs-Betriebsart Wind automatisch auf 2 (= Aus) gesetzt.

#### 19.6.15 Befehl zum Einstellen des Blattnässe-Schwellwertes

Über den einzustellenden Parameter wird bestimmt, bei welchem Spannungswert des Blattnässe-Sensors (Nur WS401-UMB und WS601-UMB, s. S. 58) der Blattnässe-Zustand zwischen 0 und 1 wechselt. Im SDI12-Betrieb wird der zur Ermittlung des Einstellwertes benötigte Spannungswert mit dem Befehl aM6! (s. S. 105) abgerufen.

Befehl: aXB+nnn.n!

nnn.n: Schwellwert für Blattnässe-Zustand in mV

Antwort: aXB+nnn.n<CR><LF>

Die Angabe eines unzulässigen Schwellwerts (200.0 <= Schwellwert <= 1200.0) wird mit

aXBf<CR><LF>

beantwortet.

Beispiel: Die gemessene Blattnässespannung im trockenen Zustand beträgt 613mV. Die empfohlene Einstellung des Schwellwerts ist 633mV:

*0XB+633.0!*

*0XB+633.0<CR><LF>*

### 19.6.16 Befehl zum Einstellen der Kippwaagen-Auflösung

Die Auflösung der Kippwaage von WS401-UMB und WS601-UMB, sowie einer ggfs. angeschlossenen externen Kippwaage bei anderen Modellen ohne integrierte Regenmessung kann mechanisch angepasst werden (s.S. 31). Die mechanische Auflösung muss in der Konfiguration des Sensors eingestellt werden.

Befehl: aXK+n!

n: Auflösung der Kippwaage in 1/10mm, zulässige Werte 1, 2, 5, 10 (0,1mm, 0,2mm, 0,5mm, 1,0mm)

Antwort: aXK+n<CR><LF>

Die Angabe einer unzulässigen Auflösung wird mit

aXKf<CR><LF>

beantwortet.

Beispiel: Die mechanische Auflösung der Kippwaage ist 0,2mm:

*0XK+2!*

*0XK+2<CR><LF>*

### 19.6.17 Befehl Absolute Regenmenge zurücksetzen

Der Befehl setzt die akkumulierte absolute Regenmenge auf 0,0mm zurück. Gleichzeitig wird ein Stations-Reset durchgeführt.

Befehl: aXC!

Antwort: aXCok<CR><LF>

Anschließend erfolgt der Reset, d.h. die Station ist für einige Sekunden nicht erreichbar

Beispiel:

*0XC!*

*0XCok<CR><LF>*

### 19.6.18 Befehl Stations-Reset

Der Befehl initiiert einen Stations-Reset.

Befehl: aXR!

Antwort: aXRok<CR><LF>

Anschließend erfolgt der Reset, d.h. die Station ist für einige Sekunden nicht erreichbar

Beispiel:

*0XR!*

*0XRok<CR><LF>*

## 19.7 Kommunikation im Modbus Modus

Um Einbindung von Kompaktwetterstationen der WS-Familie in SPS-Umgebungen zu erleichtern, wird die Kommunikation nach dem Modbus Protokoll zur Verfügung gestellt.

Die Messwerte werden auf Modbus Input-Register abgebildet. Es steht im Wesentlichen der gleiche Umfang an Messwerten zur Verfügung wie auch beim UMB-Protokoll, inklusive der Umsetzung auf verschiedene Einheitensysteme.

Im Interesse der sicheren Inbetriebnahme wurde auf die im eigentlichen Modbus-Standard nicht beschriebene Verwendung von Registerpaaren für Fließkomma- oder 32bit Integer Darstellung verzichtet, alle Messwerte werden durch entsprechende Skalierung ganzzahlig auf die 16bit Register abgebildet.

### 19.7.1 Modbus Kommunikationsparameter

Die WS-xxx können wahlweise für MODBUS-RTU oder MODBUS-ASCII konfiguriert werden.

Die Basis-Konfiguration erfolgt mit dem UMB-Config-Tool.

Wenn im UMB-Config-Tool MODBUS-RTU oder MODBUS-ASCII als Kommunikationsprotokoll gewählt wird, werden die Kommunikationsparameter auf 19200 Bd, gerade Parität, voreingestellt.

Modbus Betriebsarten: MODBUS-RTU, MODBUS-ASCII  
 Baudrate: 19200 (9600, 4800 und kleiner)  
 Schnittstelleneinstellung 8E1, 8N1

**Hinweis:** Die Modbus-Kommunikation wurde mit einer Pollrate von 1 sec getestet. Für höhere Pollraten wird die einwandfreie Funktion der Kompaktwetterstation nicht garantiert.

Es wird empfohlen, die Pollrate auf 10sec oder langsamer zu setzen, da, mit Ausnahme der für Sonderfälle vorgesehenen Kanäle „Windgeschwindigkeit / Windrichtung schnell“, die Updaterate der Daten  $\geq 10$ sec ist. Bei der überwiegenden Mehrheit der Wetterdaten sind signifikante Änderungen ohnehin eher im Minutenbereich zu erwarten.



### 19.7.2 Adressierung

Die Modbus-Adresse wird aus der UMB-Geräte-ID (s. Kap. 19.3.2) übernommen.

Ein Gerät mit der UMB-Geräte-ID 1 hat auch die Modbus-Adresse 1 usw..

Der gültige Modbus-Adressbereich ist mit 1 – 247 kleiner als der Bereich der UMB-Geräte-IDs. Wenn eine UMB-Geräte-ID > 247 eingestellt wurde, wird die Modbus-Adresse auf 247 gesetzt.

### 19.7.3 Modbus Funktionen

Die Funktionen der Conformance Class 0 und 1 sind implementiert, soweit sie in der WS-xxx anwendbar sind, d.h. alle Funktionen, die auf Registerebene arbeiten.

	<b>Conformance Class 0</b>	
0x03	Read Holding Registers	Ausgewählte Konfigurationseinstellungen
0x16	Write Multiple Registers	Ausgewählte Konfigurationseinstellungen
	<b>Conformance Class 1</b>	
0x04	Read Input Registers	Messwerte und Statusinformationen
0x06	Write Single Register	Ausgewählte Konfigurationseinstellungen
0x07	Read Exception Status	z.Z. nicht belegt
	<b>Diagnostics</b>	
0x11	Report Slave ID	(antwortet auch auf Broadcast Adresse)

### 19.7.3.1 Funktion 0x03 Read Holding Registers

Die Holding Register werden genutzt, um einen ausgewählten Satz von einstellbaren Parametern auch per Modbus zugänglich zu machen. Wie die Messwerte werden auch die Parameter ggfs. mit einem Skalierungsfaktor auf 16bit Integer-Werte abgebildet.

Reg. Nr.	Reg. Adr.	Funktion	Werte	Faktor
1	0	Ortshöhe	Ortshöhe in m, für die Berechnung des relativen Luftdrucks Wertebereich -100 ... 5000	1.0
2	1	Missweisung	Örtliche Missweisung für die Korrektur der Kompass-Anzeige. Wertebereich -3599 ... 3599 (entsprechend -359.9° ... +359.9°)	10.0
3	2	Mittelungsintervall TFF	Intervall für die Mittelwertbildung und Min/Max-Ermittlung in Minuten Wertebereich 1 ... 10	1.0
4	3	Mittelungsintervall Luftdruck	Intervall für die Mittelwertbildung und Min/Max-Ermittlung in Minuten Wertebereich 1 ... 10	1.0
5	4	Mittelungsintervall Wind	Intervall für die Mittelwertbildung und Min/Max-Ermittlung in Minuten Wertebereich 1 ... 10	1.0
6	5	Mittelungsintervall Globalstrahlung	Intervall für die Mittelwertbildung und Min/Max-Ermittlung in Minuten Wertebereich 1 ... 10	1.0
7	6	Heizungsbetriebsart	High-Byte: Heizungsbetriebsart Wind Low-Byte Heizungsbetriebsart R2S Wertebereich in beiden Bytes jeweils 0 ... 3 (Details s. 10.5)	
8	7	Reset Regenmenge	(Funktion nur beim Schreiben, beim Lesen immer 0)	
9	8	Stationsreset	(Funktion nur beim Schreiben, beim Lesen immer 0)	

#### Heizungsbetriebsarten (s. 10.5)

Automatik	0
Mode 1	1
Aus	2
Eco 1	3

### 19.7.3.2 Funktion 0x06 Write Holding Register, 0x10 Write Multiple Registers

Durch Schreiben in die Holding Register können ausgewählte Parameter der WSxxx auch über den Modbus eingestellt werden.

Registerzuordnung siehe 19.7.3.1

Übertragene Werte werden auf Plausibilität geprüft. Unzulässige Werte werden nicht angenommen und mit einer Modbus Exception beantwortet.

Durch Schreiben des Wertes 0x3247 (12871d) in das Register Nr. 8 (Reg.Adr. 7) wird die gespeicherte absolute Regenmenge auf 0 zurückgesetzt. Anschließend wird ein Reset des Gerätes durchgeführt.

Durch Schreiben des Wertes 0x3247 (12871d) in das Register Nr. 9 (Reg.Adr. 8) wird ein Reset des Gerätes ausgelöst.



### 19.7.3.3 Funktion 0x04 Read Input Registers

Die Input Register enthalten die Messwerte der Kompaktwetterstation sowie zugehörige Status-Informationen.

Die Messwerte werden durch Skalierung auf die 16bit Register abgebildet (0 ... max. 65530 für vorzeichenlose Werte, -32762 ... 32762 für vorzeichenbehaftete Werte).

Die Werte 65535 (0xffff) bzw. 32767 werden für die Anzeige von fehlerhaften oder nicht verfügbaren Messwerten benutzt. Eine genauere Spezifikation des Fehlers kann aus den Statusregistern (s. unten) ermittelt werden.

Die Zuordnung der Messwerte zu den verfügbaren Registeradressen (0 ... 124) wurde so gewählt, dass der Anwender die üblichen Daten mit möglichst wenigen Register-Block-Abrufen (im Idealfall nur ein Abruf) auslesen kann.

Es wurden daher folgende Blöcke gebildet:

- Statusinformationen
- Übliche Messwerte, die unabhängig vom Einheitensystem (metrisch/US) sind
- Übliche Messwerte in metrischen Einheiten
- Übliche Messwerte in US-Einheiten
- Weitere Messwerte

Für metrische Einheiten können dann die ersten drei Blöcke mit einem Abruf alle normalerweise erforderlichen Daten zur Verfügung stellen.

Eine Unterscheidung der verschiedenen Typen in der WS-Familie wird bei der Registerzuordnung nicht gemacht. Ggfs. typabhängig nicht belegte Register melden den Fehler-Wert.

Informationen zu Messbereich, Einheiten usw. der Messwerte sind der Beschreibung der zugehörigen UMB-Kanäle zu entnehmen (Kap. 6 bzw. 19.1)

Reg. Nr.	Reg. Adr.	Wert (UMB-Kanal)	Bereich	Skalierung, <u>signed/unsigned</u> , Anmerkungen
		<b>Statusinformationen</b>		
1	0	Identifikation	High Byte: WS-Typ (2,3,4,5,6) Low Byte: Software-Version	
2	1	Gerätestatus		
3	2	Sensorstatus 1	Lufttemperatur-Puffer, Lufttemperatur, Taupunkt-Puffer, Taupunkt (high byte -> low byte, s. Tabelle unten)	Kodierung 4 bit pro Status, s. unten
4	3	Sensorstatus 2	Rel. Feuchte Puffer, Rel. Feuchte, Abs. Feuchte Puffer, Abs. Feuchte (high byte -> low byte, s. Tabelle unten)	Kodierung 4 bit pro Status, s. unten
5	4	Sensorstatus 3	Mixing-Ratio-Puffer, Mixing-Ratio, Luftdruck-Puffer, Luftdruck(high byte -> low byte, s. Tabelle unten)	Kodierung 4 bit pro Status, s. unten
6	5	Sensorstatus 4	Wind-Puffer, Wind, Niederschlag, Kompass(high byte -> low byte, s. Tabelle unten)	Kodierung 4 bit pro Status, s. unten
7	6	Sensorstatus 5	Globalstrahlung-Puffer, Globalstrahlung, Blattnäse-Puffer, Blattnäse (high byte -> low byte, s. Tabelle unten)	Kodierung 4 bit pro Status, s. unten
8	7	Sensorstatus 6	Externe Temperatur	Kodierung 4 bit pro Status, s. unten
9	8	Reserve		
10	9		Diagnose: Laufzeit in 10sec-Schritten	

Reg. Nr.	Reg. Adr.	Wert (UMB-Kanal)	Bereich	Skalierung, <u>s</u> igned/ <u>u</u> nsigned, Anmerkungen
<b>Werte unabhängig vom Einheitensystem</b>				
11	10	200	Relative Luftfeuchte (akt.)	Faktor 10, s
12	11	220	Relative Luftfeuchte (min.)	Faktor 10, s
13	12	240	Relative Luftfeuchte (max.)	Faktor 10, s
14	13	260	Relative Luftfeuchte (avg.)	Faktor 10, s
15	14	305	Rel. Luftdruck (akt.)	Faktor 10, s
16	15	325	Rel. Luftdruck (min.)	Faktor 10, s
17	16	345	Rel. Luftdruck (max.)	Faktor 10, s
18	17	365	Rel. Luftdruck (avg.)	Faktor 10, s
19	18	500	Windrichtung (akt.)	Faktor 10, s
20	19	520	Windrichtung (min.)	Faktor 10, s
21	20	540	Windrichtung (max.)	Faktor 10, s
22	21	580	Windrichtung (vct.)	Faktor 10, s
23	22	501	Windrichtung schnell	Faktor 10, s
24	23	502	Windrichtung Kompass korr.	Faktor 10, s
25	24	510	Kompass	Faktor 10, s
26	25	805	Niederschlagsart	Faktor 1, s
27	26	700	Windmessung Güte	Faktor 1, u
28	27	900	Globalstrahlung (akt)	Faktor 10, s
29	28	920	Globalstrahlung (min)	Faktor 10, s
30	29	940	Globalstrahlung (max)	Faktor 10, s
31	30	960	Globalstrahlung (avg)	Faktor 10, s

Reg. Nr.	Reg. Adr.	Wert (UMB-Kanal)	Bereich	Skalierung, <u>signed/unsigned</u> , Anmerkungen
<b>Werte in metrischen Einheiten</b>				
32	31	100	Lufttemperatur °C (akt.)	Faktor 10, s
33	32	120	Lufttemperatur °C (min.)	Faktor 10, s
34	33	140	Lufttemperatur °C (max.)	Faktor 10, s
35	34	160	Lufttemperatur °C (avg.)	Faktor 10, s
36	35	110	Taupunkt °C (akt.)	Faktor 10, s
37	36	130	Taupunkt °C (min.)	Faktor 10, s
38	37	150	Taupunkt °C (max.)	Faktor 10, s
39	38	170	Taupunkt °C (avg.)	Faktor 10, s
40	39	111	Windchill-Temperatur °C	Faktor 10, s
41	40	112	Heizungstemperatur Wind °C	Faktor 10, s
42	41	113	Heizungstemperatur Regen °C	Faktor 10, s
43	42	400	Windgeschwindigkeit m/s (akt.)	Faktor 10, s
44	43	420	Windgeschwindigkeit m/s (min.)	Faktor 10, s
45	44	440	Windgeschwindigkeit m/s (max.)	Faktor 10, s
46	45	460	Windgeschwindigkeit m/s (avg.)	Faktor 10, s
47	46	480	Windgeschwindigkeit m/s (vct.)	Faktor 10, s
48	47	401	Windgeschw. schnell m/s	Faktor 10, s
49	48	620	Niederschlag abs. mm	Faktor 100, u, begrenzt auf 655.34mm
50	49	620	Niederschlag diff. mm	Faktor 100, u, begrenzt auf 100.00mm
51	50	820	Niederschlagsintens. mm/h	Faktor 100, u, begrenzt auf 200.00mm/h

Reg. Nr.	Reg. Adr.	Wert (UMB-Kanal)	Bereich	Skalierung, signed/unsigned, Anmerkungen
<b>Messwerte in US-Einheiten</b>				
52	51	105	Lufttemperatur °F (akt.)	Faktor 10, s
53	52	125	Lufttemperatur °F (min.)	Faktor 10, s
54	53	145	Lufttemperatur °F (max.)	Faktor 10, s
55	54	165	Lufttemperatur °F (avg.)	Faktor 10, s
56	55	115	Taupunkt °F (akt.)	Faktor 10, s
57	56	135	Taupunkt °F (min.)	Faktor 10, s
58	57	155	Taupunkt °F (max.)	Faktor 10, s
59	58	175	Taupunkt °F (avg.)	Faktor 10, s
60	59	116	Windchill-Temperatur °F	Faktor 10, s
61	60	117	Heizungstemperatur Wind °F	Faktor 10, s
62	61	118	Heizungstemperatur Regen °F	Faktor 10, s
63	62	410	Windgeschwindigkeit mph (akt.)	Faktor 10, s
64	63	430	Windgeschwindigkeit mph (min.)	Faktor 10, s
65	64	450	Windgeschwindigkeit mph (max.)	Faktor 10, s
66	65	470	Windgeschwindigkeit mph (avg.)	Faktor 10, s
67	66	490	Windgeschwindigkeit mph (vct.)	Faktor 10, s
68	67	411	Windgeschw. schnell mph	Faktor 10, s
69	68	640	Niederschlag abs. in	Faktor 1000, u, begrenzt auf 25.800 in
70	69	640	Niederschlag diff. in	Faktor 10000, u, begrenzt auf 3.9370in
71	70	840	Niederschlagsintens. in/h	Faktor 10000, u, begrenzt auf 6.5534 in

Reg. Nr.	Reg. Adr.	Wert (UMB-Kanal)	Bereich	Skalierung, signed/unsigned, Anmerkungen
		<b>Weitere Messwerte</b>		
72	71	205	Absolute Luftfeuchte (akt.)	Faktor 10, s
73	72	225	Absolute Luftfeuchte (min.)	Faktor 10, s
74	73	245	Absolute Luftfeuchte (max.)	Faktor 10, s
75	74	265	Absolute Luftfeuchte (avg.)	Faktor 10, s
76	75	210	Mixing Ratio (akt.)	Faktor 10, s
77	76	230	Mixing Ratio (min.)	Faktor 10, s
78	77	250	Mixing Ratio (max.)	Faktor 10, s
79	78	270	Mixing Ratio (avg.)	Faktor 10, s
80	79	300	Abs. Luftdruck (akt.)	Faktor 10, s
81	80	320	Abs. Luftdruck (min.)	Faktor 10, s
82	81	340	Abs. Luftdruck (max.)	Faktor 10, s
83	82	360	Abs. Luftdruck (avg.)	Faktor 10, s
84	83	405	Windgeschwindigkeit km/h (akt.)	Faktor 10, s
85	84	425	Windgeschwindigkeit km/h (min.)	Faktor 10, s
86	85	445	Windgeschwindigkeit km/h (max.)	Faktor 10, s
87	86	465	Windgeschwindigkeit km/h (avg.)	Faktor 10, s
88	87	485	Windgeschwindigkeit km/h (vct.)	Faktor 10, s
89	88	415	Windgeschwindigkeit kts (akt.)	Faktor 10, s
90	89	435	Windgeschwindigkeit kts (min.)	Faktor 10, s
91	90	455	Windgeschwindigkeit kts (max.)	Faktor 10, s
92	91	475	Windgeschwindigkeit kts (avg.)	Faktor 10, s
93	92	495	Windgeschwindigkeit kts (vct.)	Faktor 10, s
94	93	406	Windgeschw. schnell km/h	Faktor 10, s
95	94	416	Windgeschw. schnell kts	Faktor 10, s
96	95	403	Windgeschw. Standardabw. m/s	Faktor 100, s
97	96	413	Windgeschw. Standardabw. mph	Faktor 100, s
98	97	503	Windrichtung Standardabw.	Faktor 100, s
99	98	114	Feuchtkugeltemperatur °C (akt)	Faktor 10, s
100	99	119	Feuchtkugeltemperatur °F (akt)	Faktor 10, s
101	100	215	Spezifische Enthalpie (akt)	Faktor 10, s
102	101	310	Luftdichte (akt)	Faktor 1000,s
103	102	710	Blattnässe mV (akt)	Faktor 1
104	103	730	Blattnässe mV (min)	Faktor 1
105	104	750	Blattnässe mV (max)	Faktor 1
106	105	770	Blattnässe mV (avg)	Faktor 1
107	106	711	Blattnässe Zustand (akt)	Faktor 1
108	107	101	Externe Temperatur °C (akt)	Faktor 10, s
109	108	106	Externe Temperatur °F (akt)	Faktor 10, s
		Reserve		

**Sensor-Status:**

In jedes Register werden vier Statusinformationen kodiert, mit 4bit pro Status, so dass jeweils vier Statusinformationen eine 16bit-Zahl bilden. Die in der Tabelle angegebene Reihenfolge versteht sich vom höchstwertigen Halbbyte zum niedrigstwertigen. Für die meisten Sensoren der Kompaktwetterstation gibt es zwei Status-Werte, einen für den Sensor und den aktuellen Messwert, einen weiteren für den Puffer, aus dem die Mittel-, Min.- und Max.-Werte ermittelt werden.

## Anordnung der Statusinformationen in den Status-Registern

Register	Byte	Halb-Byte	Status
Sensorstatus 1	High	High	Temperatur-Puffer
		Low	Temperatur
	Low	High	Taupunkt-Puffer
		Low	Taupunkt
Sensorstatus 2	High	High	Rel.-Feuchte-Puffer
		Low	Rel.-Feuchte
	Low	High	Abs.-Feuchte-Puffer
		Low	Abs.-Feuchte
Sensorstatus 3	High	High	Mixing-Ratio-Puffer
		Low	Mixing-Ratio
	Low	High	Luftdruck-Puffer
		Low	Luftdruck
Sensorstatus 4	High	High	Wind-Puffer
		Low	Wind
	Low	High	Niederschlag
		Low	Kompass
Sensorstatus 5	High	High	Globalstrahlung-Puffer
		Low	Globalstrahlung
	Low	High	Blattnässe-Puffer
		Low	Blattnässe
Sensorstatus 6	High	High	
		Low	Externe Temperatur
	Low	High	
		Low	

**Beispiel Sensorstatus 1:**

Temperatur-Puffer-Status, Temperatur-Status, Taupunkt-Puffer-Status, Taupunkt-Status

High Byte		Low Byte	
High	Low	High	Low
Temperatur-Puffer	Temperatur	Taupunkt-Puffer	Taupunkt
5	3	0	7

Die obigen Beispielwerte (nur zur Illustration, die angegebene Kombination wird in der Praxis nicht auftreten) werden zum Registerwert 0x5307 = 21255 zusammengefasst.

Die einzelnen Statusinformationen werden aus dem Registerwert zurückgewonnen als ganzzahliger Anteil von

Status 1 = Register / 4096

Status 2 = ( Register / 256 ) AND 0x000F

Status 3 = ( Register / 16 ) AND 0x000F

Status 4 = Register AND 0x000F

Die folgende Tabelle zeigt die Kodierung des Status in die Halb-Bytes:

Kodierung des Sensorstatus:

Sensorzustand	Code
OK	0
UNGLTG_KANAL	1
E2_CAL_ERROR E2_CRC_KAL_ERR FLASH_CRC_ERR FLASH_WRITE_ERR FLASH_FLOAT_ERR	2
MEAS_ERROR, MEAS_UNABLE	3
INIT_ERROR	4
VALUE_OVERFLOW CHANNEL_OVERRANGE VALUE_UNDERFLOW CHANNEL_UNDERRANGE	5
BUSY	6
Anderer Sensorzustand	7

## 20 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Sensorik.....	12
Abb. 2: Mastbefestigung.....	21
Abb. 3: Kennzeichnung Norden .....	22
Abb. 4: Ausrichtung Norden .....	22
Abb. 5: Montage-Skizze .....	24
Abb. 6: Anschlussstecker.....	25
Abb. 7: Anschluss an ISOCON-UMB .....	26
Abb. 8: Sensorauswahl .....	28
Abb. 9: Allgemeine Einstellungen.....	29
Abb. 10: Einstellungen Temperatur, Feuchte und Lüfter.....	29
Abb. 11: Einstellungen Druck .....	30
Abb. 12: Einstellungen Wind .....	30
Abb. 13: Einstellung Regenmesser (Radar).....	31
Abb. 14: Einstellung Regenmesser (Kippwaage).....	31
Abb. 15: Einstellung Energie-Management.....	32
Abb. 16: Niederschlagsmenge zurücksetzen .....	33
Abb. 17: Kanäle Messwertabfrage .....	34
Abb. 18: Beispiel Messwertabfrage.....	34
Abb. 19: Betriebsarten der Geräteheizung.....	37
Abb. 20: WS601-UMB mit abgenommenem Trichter .....	40
Abb. 21: WS200-UMB.....	46
Abb. 22: WS300-UMB.....	46
Abb. 23: WS301-UMB.....	47
Abb. 24: WS400-UMB.....	48
Abb. 25: WS401-UMB.....	49
Abb. 26: WS500-UMB.....	50
Abb. 27: WS501-UMB.....	51
Abb. 28: WS600-UMB.....	52
Abb. 29: WS601-UMB.....	53
Abb. 30: Anschluss des Blattnässe-Sensors.....	57
Abb. 31: Einstellung des Blattnässe Schwellwerts .....	58
Abb. 32: Einstellung Art des externen Sensors .....	59
Abb. 33: Beispiel WS501-UMB und WTB100.....	60
Abb. 34: Sensor Konfiguration SDI-12 .....	73
Abb. 35: Sensor Konfiguration SDI-12 Einheiten .....	73



## 21 Stichwortverzeichnis

<b>A</b>			
Abmessungen .....	41	Kompass .....	11, 17, 30
Abstand Gegenstände .....	23	Konfiguration .....	28
Anschlüsse .....	25	Konformitätserklärung .....	54
ASCII-Protokoll .....	67	<b>L</b>	
Aufstellungsort .....	23	Lagerbedingungen .....	42
Auslieferungszustand .....	28	Lieferumfang .....	6
Ausrichtung nach Norden .....	22	Luftdichte .....	11, 15
<b>B</b>		Luftdruck .....	10, 14
Bestellnummern .....	7	Lüfter .....	29
Bestimmungsgemäße Verwendung .....	5	Lufttemperatur und Luftfeuchte .....	10
Betriebsarten .....	35	<b>M</b>	
Betriebsbedingungen .....	42	Messbereich .....	43
Binär-Protokoll .....	64	Messwertabfrage (UMB-Config-Tool) .....	34
Blattnässe .....	11, 20, 57	Messwertausgabe .....	14
<b>C</b>		Messwerte .....	13
CRC-Berechnung .....	66	Modbus .....	114
<b>D</b>		Montage .....	21
Datenabfrage .....	64	<b>N</b>	
Deklination .....	30	Netzteil .....	25
<b>E</b>		Niederschlag .....	11, 18
Energie-Management .....	32	Niederschlagsmenge zurücksetzen .....	33
Energiesparmodus .....	35, 66	Normen .....	54
Enthalpie .....	11, 15	<b>O</b>	
Entsorgung .....	56	Ortshöhe .....	30
Error-Codes .....	66, 69	<b>R</b>	
Externe Kippwaage .....	11, 59	relativer Luftdruck .....	30
Externe Sensoren .....	25, 26	<b>S</b>	
Externer Temperatursensor .....	11, 59	Schnittstelle .....	25, 42
<b>F</b>		Schutzart .....	42
Fehlerbeschreibung .....	55	SDI-12 Modus .....	73
Fehlerhafte Verwendung .....	5	Sensorik .....	12
Feuchte .....	14	Sicherheitshinweise .....	5
Feuchtkugeltemperatur .....	11, 15	<b>T</b>	
Firmwareupdate .....	39	Technische Daten .....	41
<b>G</b>		Technischer Support .....	56
Genauigkeit .....	43	Temperatur .....	14
Geräte-ID .....	64, 65	Terminal-Mode .....	70
Gewährleistung .....	5, 56	Test .....	28
Gewicht .....	41	<b>U</b>	
Globalstrahlung .....	11, 19	UMB-Config-Tool .....	28, 34
<b>H</b>		<b>V</b>	
Heizung .....	11, 19, 25, 26, 37, 41	Versorgungsspannung .....	25
<b>I</b>		Verwendete Symbole .....	5
Inbetriebnahme .....	27	<b>W</b>	
ISOCON-UMB .....	26	Wartung .....	39
<b>K</b>		Werkseinstellung .....	28
Kanalliste .....	61	Windmessung .....	11, 16
Kanalliste nach TLS2002 .....	63	<b>Z</b>	
Klassen-ID .....	64, 65	Zeichnungen .....	46
Kommunikation .....	64, 67, 70, 73, 114	Zubehör .....	9

Leere Seite aus drucktechnischen Gründen.

Leere Seite aus drucktechnischen Gründen.

Leere Seite aus drucktechnischen Gründen.

## **G. Lufft Mess- und Regeltechnik GmbH**

Gutenbergstraße 20  
70736 Fellbach

Postfach 4252  
70719 Fellbach  
Deutschland

Tel: +49 711 51822-0  
Hotline: +49 711 51822-52  
Fax: +49 711 51822-41  
E-Mail: [info@lufft.de](mailto:info@lufft.de)

## TÜV RHEINLAND ENERGY GMBH



Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>

TÜV-Bericht: 936/21239834/A  
Köln, 1. September 2017

[www.umwelt-tuv.de](http://www.umwelt-tuv.de)



[tre-service@de.tuv.com](mailto:tre-service@de.tuv.com)

**Die TÜV Rheinland Energy GmbH ist mit der Abteilung Immissionsschutz  
für die Arbeitsgebiete:**

- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen und Geruchsstoffen;
- Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmessgeräte einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung;
- Feuerraummessungen;
- Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen und Immissionen sowie von elektronischen Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung
- Bestimmung der Schornsteinhöhen und Immissionsprognosen für Schadstoffe und Geruchsstoffe;
- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Geräuschen und Vibrationen, Bestimmung von Schallleistungspegeln und Durchführung von Schallmessungen an Windenergieanlagen

**nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.**

Die Akkreditierung ist gültig bis 22-01-2018 und gilt für den unter der Urkundenanlage D-PL-11120-02-00 festgelegten Umfang.

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

**TÜV Rheinland Energy GmbH  
D - 51105 Köln, Am Grauen Stein,  
Tel: 0221 806-5200, Fax: 0221 806-1349**

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Kom-  
ponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5,  
Berichts-Nr.: 936/21239834/A

**Leerseite**

## Inhaltsverzeichnis

1.	KURZFASSUNG .....	10
1.1	Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse .....	15
2.	AUFGABENSTELLUNG .....	20
2.1	Art der Prüfung.....	20
2.2	Zielsetzung .....	20
3.	BESCHREIBUNG DER GEPRÜFTEN MESSEINRICHTUNG.....	22
3.1	Messprinzip.....	22
3.2	Funktionsweise der Messeinrichtung .....	26
3.3	Umfang und Aufbau der Messeinrichtung .....	29
4.	PRÜFPROGRAMM.....	43
4.1	Allgemeines .....	43
4.2	Laborprüfung .....	44
4.3	Feldtest.....	46
5.	REFERENZMESSVERFAHREN.....	61
6.	PRÜFERGEBNISSE .....	62
6.1	1 Messbereiche.....	62
6.1	2 Negative Signale.....	63
6.1	3 Nullniveau und Nachweisgrenze (7.4.3).....	64
6.1	4 Genauigkeit des Volumenstroms (7.4.4) .....	66
6.1	5 Konstanz des Probenvolumenstroms (7.4.5).....	68
6.1	6 Dichtheit des Probenahmesystems (7.4.6).....	71
6.1	7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur (7.4.7.) .....	73
6.1	8 Abhängigkeit der Empfindlichkeit des Messgerätes (Span) von der Umgebungstemperatur (7.4.7) .....	78
6.1	9 Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung (7.4.8) .....	83
6.1	10 Auswirkung des Ausfalls der Stromversorgung .....	85
6.1	11 Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration (7.4.9) .....	86
6.1	12 Nullpunktprüfungen (7.5.3).....	88
6.1	13 Aufzeichnung der Betriebsparameter (7.5.4).....	93
6.1	14 Tagesmittelwerte (7.5.5).....	95
6.1	15 Verfügbarkeit (7.5.6) .....	96
6.1	Methodik der Äquivalenzprüfung (7.5.8.4 & 7.5.8.8).....	99
6.1	16 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den AMS $u_{bs,AMS}$ (7.5.8.4) .....	100
6.1	17 Erweiterte Messunsicherheit der Ergebnisse der AMS (7.5.8.5 – 7.5.8.8) .....	112
6.1	17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (7.5.8.5 – 7.5.8.8) .....	139
6.1	18 Wartungsintervall (7.5.7) .....	147
6.1	20 Prüfungen der Sensoren für Temperatur, Druck und/oder Luftfeuchte .....	152
7.	EMPFEHLUNGEN ZUM PRAXISEINSATZ.....	153
8.	LITERATURVERZEICHNIS .....	155
9.	ANLAGEN.....	160



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Beschreibung der Messstellen .....	13
Tabelle 2:	Beschreibung der Messstellen (UK) .....	14
Tabelle 3:	Ergebnisse der Äquivalenztests (Rohdaten) .....	14
Tabelle 4:	Gerätetechnische Daten Fidas® 200 S / Fidas® 200 / Fidas® 200 E (Herstellerangaben) .....	41
Tabelle 5:	Matrix zum Einfluss einer Peakverschiebung auf die Massenkonzentration (PM_ENVIRO_0011) .....	45
Tabelle 6:	Feldteststandorte .....	47
Tabelle 7:	Zusätzliche Feldteststandorte UK .....	47
Tabelle 8:	Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten (Deutschland), als Tagesmittelwerte .....	57
Tabelle 9:	Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten (UK), als Tagesmittelwerte .....	58
Tabelle 10:	Ergebnisse Grubbs-Ausreißertest – Referenz PM <sub>10</sub> .....	59
Tabelle 11:	Ergebnisse Grubbs-Ausreißertest – Referenz PM <sub>2,5</sub> .....	59
Tabelle 12:	Entfernte Wertepaare Referenz PM <sub>10</sub> nach Grubbs .....	60
Tabelle 13:	Entfernte Wertepaare Referenz PM <sub>2,5</sub> nach Grubbs .....	60
Tabelle 14:	Eingesetzte Filtermaterialien .....	60
Tabelle 15:	Nullniveau und Nachweisgrenze PM <sub>10</sub> .....	65
Tabelle 16:	Nullniveau und Nachweisgrenze PM <sub>2,5</sub> .....	65
Tabelle 17:	Genauigkeit des Volumenstroms bei -20 °C und +50 °C (Fidas® 200 S) .....	67
Tabelle 18:	Genauigkeit des Volumenstroms bei +5 °C und +40 °C (Fidas® 200/ Fidas® 200 E) .....	67
Tabelle 19:	Ergebnisse Kontrolle Durchflussrate .....	69
Tabelle 20:	Kenngößen für die Gesamtdurchflussmessung (24h-Mittel), SN 0111 & SN 0112 .....	69
Tabelle 21:	Ergebnisse der Dichtigkeitsprüfungen im Feldtest .....	72
Tabelle 22:	Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Fidas® 200 S, Abweichung in µg/m <sup>3</sup> , Mittelwert aus drei Messungen, PM <sub>10</sub> , SN 0111 & SN 0112 .....	74
Tabelle 23:	Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Fidas® 200 S, Abweichung in µg/m <sup>3</sup> , Mittelwert aus drei Messungen, PM <sub>2,5</sub> , SN 0111 & SN 0112 .....	75
Tabelle 24:	Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Fidas® 200, Abweichung in µg/m <sup>3</sup> , Mittelwert aus drei Messungen, PM <sub>2,5</sub> , SN 5048 & SN 5049 .....	75
Tabelle 25:	Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Fidas® 200, Abweichung in µg/m <sup>3</sup> , Mittelwert aus drei Messungen, PM <sub>2,5</sub> , SN 5048 & SN 5049 .....	76
Tabelle 26:	Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Fidas® 200 E, Abweichung in µg/m <sup>3</sup> , Mittelwert aus drei Messungen, PM <sub>10</sub> , SN 6623 & SN 6624 .....	76
Tabelle 27:	Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Fidas® 200 E, Abweichung in µg/m <sup>3</sup> , Mittelwert aus drei Messungen, PM <sub>2,5</sub> , SN 6623 & SN 6624 .....	77
Tabelle 28:	Abhängigkeit der Empfindlichkeit (CalDust 1100) von der Umgebungstemperatur, Fidas® 200 S, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM <sub>10</sub> , SN 0111 & SN 0112 .....	79

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 5 von 214

Tabelle 29:	Abhängigkeit der Empfindlichkeit (CalDust 1100) von der Umgebungstemperatur, Fidas® 200 S, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM <sub>2,5</sub> , SN 0111 & SN 0112 .....	80
Tabelle 30:	Abhängigkeit der Empfindlichkeit (CalDust 1100) von der Umgebungstemperatur, Fidas® 200, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM <sub>10</sub> , SN 5048 & SN 5049.....	80
Tabelle 31:	Abhängigkeit der Empfindlichkeit (CalDust 1100) von der Umgebungstemperatur, Fidas® 200, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM <sub>2,5</sub> , SN 5048 & SN 5049 .....	81
Tabelle 32:	Abhängigkeit der Empfindlichkeit (MonoDust 1500) von der Umgebungstemperatur, Fidas® 200 E, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM <sub>10</sub> , SN 6623 & SN 6624.....	81
Tabelle 33:	Abhängigkeit der Empfindlichkeit (MonoDust 1500) von der Umgebungstemperatur, Fidas® 200 E, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM <sub>2,5</sub> , SN 6623 & SN 6624 .....	82
Tabelle 34:	Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in %, PM <sub>10</sub> , SN 6486 & SN 7147 .....	84
Tabelle 35:	Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in %, PM <sub>2,5</sub> , SN 6486 & SN 7147 .....	84
Tabelle 36:	Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration, Abweichung in µg/m <sup>3</sup> , PM <sub>10</sub> , SN 6486 & SN 7147 .....	87
Tabelle 37:	Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration, Abweichung in µg/m <sup>3</sup> , PM <sub>2,5</sub> , SN 6486 & SN 7147 .....	87
Tabelle 38:	Nullpunktprüfungen SN 0111 & SN 0112, PM <sub>10</sub> , mit Nullfilter .....	89
Tabelle 39:	Nullpunktprüfungen SN 0111 & SN 0112, PM <sub>2,5</sub> , mit Nullfilter .....	90
Tabelle 40:	Ermittlung der Verfügbarkeit .....	98
Tabelle 41:	Unsicherheit zwischen den Prüflingen u <sub>bs,AMS</sub> für die Testgeräte SN 0111 und SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , PM_ENVIRO_0011 .....	101
Tabelle 42:	Unsicherheit zwischen den Prüflingen u <sub>bs,AMS</sub> für die Testgeräte SN 0111 und SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , PM_ENVIRO_0011 .....	102
Tabelle 43:	Übersicht Äquivalenzprüfung Fidas® 200 S für PM <sub>2,5</sub> .....	115
Tabelle 44:	Übersicht Äquivalenzprüfung Fidas® 200 S für PM <sub>10</sub> .....	118
Tabelle 45:	Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten u <sub>bs,RM</sub> für PM <sub>2,5</sub> .....	122
Tabelle 46:	Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten u <sub>bs,RM</sub> für PM <sub>10</sub> .....	122
Tabelle 47:	Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 0111 & SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> nach Korrektur Steigung, PM_ENVIRO_0011 .....	143
Tabelle 48:	Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 0111 & SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> nach Korrektur Steigung&Achsabschnitt, PM_ENVIRO_0011.....	145
Tabelle 49:	Rohdaten der Stabilitätsprüfung mit MonoDust 1500 .....	148
Tabelle 50:	Auswertung Langzeitstabilität SN 6230.....	149
Tabelle 51:	Auswertung Langzeitstabilität SN 6231 .....	150
Tabelle 52:	Stabilität Eichgewicht .....	212
Tabelle 53:	Stabilität der Kontrollfilter .....	214

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Aufbau des Sensors des Fidas® Messsystems .....	22
Abbildung 2:	Veranschaulichung der T-Blende .....	22
Abbildung 3:	Kalibrierkurve für 90° Streulichtdetektion mit monochromatischer Lichtquelle (links) und mit polychromatischer Lichtquelle (rechts).....	23
Abbildung 4:	Messung des Streulichtsignals am Einzelpartikel. Gemessen werden die Amplitude und die Signallänge .....	23
Abbildung 5:	Vergleich eines optischen Streulichtspektrometers mit einfacher Rechteckblende (HC15, rot) mit einem opt. Streulichtspektrometer mit T-Blende (welas®, blau) unter Aufgabe von monodispersen 5 µm Partikeln .....	24
Abbildung 6:	Straßennahe Messung des Fidas® (Größenbereich ab 0,18 µm, blaue Kurve) verglichen mit einem anderen optischen Messsystem (Größenbereich ab 0,25 µm, rote Kurve) .....	24
Abbildung 7:	Schematischer Aufbau Fidas® 200 S .....	26
Abbildung 8:	Überblick über die einzelnen Messschritte Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200 ...	28
Abbildung 9:	Fidas® 200 S.....	29
Abbildung 10:	Fidas® 200 .....	29
Abbildung 11:	Fidas® 200 E.....	30
Abbildung 12:	Überblick Gesamtsystem am Beispiel Fidas® 200 S .....	31
Abbildung 13:	Sigma2-Probenahmekopf .....	32
Abbildung 14:	Probenahmerohr mit IADS.....	32
Abbildung 15:	Steuereinheit, hier für Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200.....	33
Abbildung 16:	Wetterstation (hier Typ Luft WS600-UMB) .....	33
Abbildung 17:	Messsysteme Fidas® 200 S auf Messstation .....	34
Abbildung 18:	Hauptmenü .....	35
Abbildung 19:	Menü „data“ .....	36
Abbildung 20:	Menü „device status“ .....	37
Abbildung 21:	Nullfilter .....	39
Abbildung 22:	MonoDust 1500 zur Verifizierung / Kalibrierung der Empfindlichkeit .....	40
Abbildung 23:	Verlauf der PM <sub>2,5</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Sommer“ .....	48
Abbildung 24:	Verlauf der PM <sub>2,5</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Winter“ .....	48
Abbildung 25:	Verlauf der PM <sub>2,5</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bonn, Winter“ .....	49
Abbildung 26:	Verlauf der PM <sub>2,5</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Sommer“ .....	49
Abbildung 27:	Verlauf der PM <sub>2,5</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“ .....	50
Abbildung 28:	Verlauf der PM <sub>2,5</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“ .....	50
Abbildung 29:	Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Sommer“ .....	51
Abbildung 30:	Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Winter“ .....	51
Abbildung 31:	Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bonn, Winter“ .....	52

Abbildung 32:	Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Sommer“ .....	52
Abbildung 33:	Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“ .....	53
Abbildung 34:	Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“ .....	53
Abbildung 35:	Feldteststandort Köln, Sommer & Winter .....	54
Abbildung 36:	Feldteststandort Bonn, Winter .....	54
Abbildung 37:	Feldteststandort Bornheim, Sommer .....	55
Abbildung 38:	Feldteststandort Teddington, UK .....	55
Abbildung 39:	Durchfluss am Testgerät SN 0111 .....	70
Abbildung 40:	Durchfluss am Testgerät SN 0112 .....	70
Abbildung 41:	Nullpunktdrift SN 0111, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> .....	91
Abbildung 42:	Nullpunktdrift SN 0111, Messkomponente PM <sub>10</sub> .....	91
Abbildung 43:	Nullpunktdrift SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> .....	92
Abbildung 44:	Nullpunktdrift SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> .....	92
Abbildung 45:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , alle Standorte, PM_ENVIRO_0011 .....	103
Abbildung 46:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Standort Köln, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	103
Abbildung 47:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Standort Köln, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	104
Abbildung 48:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Standort Bonn, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	104
Abbildung 49:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Standort Bornheim, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	105
Abbildung 50:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Standort Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	105
Abbildung 51:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Standort Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	106
Abbildung 52:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , alle Standorte, Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM_ENVIRO_0011 .....	106
Abbildung 53:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , alle Standorte, Werte $< 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM_ENVIRO_0011 .....	107
Abbildung 54:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , alle Standorte, PM_ENVIRO_0011 .....	107
Abbildung 55:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Standort Köln, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	108
Abbildung 56:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Standort Köln, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	108



Abbildung 57:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Standort Bonn, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	109
Abbildung 58:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Standort Bornheim, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	109
Abbildung 59:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Standort Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	110
Abbildung 60:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Standort Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	110
Abbildung 61:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , alle Standorte, Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM_ENVIRO_0011 .....	111
Abbildung 62:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , alle Standorte, Werte $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM_ENVIRO_0011 .....	111
Abbildung 63:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , alle Standorte, PM_ENVIRO_0011 .....	123
Abbildung 64:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , alle Standorte, PM_ENVIRO_0011 .....	123
Abbildung 65:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Köln, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	124
Abbildung 66:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Köln, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	124
Abbildung 67:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Köln, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	125
Abbildung 68:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Köln, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	125
Abbildung 69:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Bonn, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	126
Abbildung 70:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Bonn, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	126
Abbildung 71:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Bornheim, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	127
Abbildung 72:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Bornheim, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	127
Abbildung 73:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	128
Abbildung 74:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	128
Abbildung 75:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	129
Abbildung 76:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	129
Abbildung 77:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM_ENVIRO_0011 .....	130
Abbildung 78:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>2,5</sub> , Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM_ENVIRO_0011 .....	130



Abbildung 79:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>10</sub> , alle Standorte, PM_ENVIRO_0011.....	131
Abbildung 80:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , alle Standorte, PM_ENVIRO_0011.....	131
Abbildung 81:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Köln, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	132
Abbildung 82:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Köln, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	132
Abbildung 83:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Köln, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	133
Abbildung 84:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Köln, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	133
Abbildung 85:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Bonn, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	134
Abbildung 86:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Bonn, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	134
Abbildung 87:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Bornheim, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	135
Abbildung 88:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Bornheim, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	135
Abbildung 89:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	136
Abbildung 90:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011 .....	136
Abbildung 91:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	137
Abbildung 92:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011 .....	137
Abbildung 93:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM_ENVIRO_0011 .....	138
Abbildung 94:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM_ENVIRO_0011 .....	138
Abbildung 95:	Erstbekanntgabe BAnz. AT 01.04.2014 B12, Kapitel IV Nummer 5.1 .....	156
Abbildung 96:	Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 02.04.2015 B5, Kapitel IV 14. Mitteilung.....	156
Abbildung 97:	Bekanntgabe Ergänzungsprüfung BAnz AT 26.08.2015 B4, Kapitel III Nummer 2.1.....	157
Abbildung 98:	Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 14.03.2016 B7, Kapitel V 6. Mitteilung.....	158
Abbildung 99:	Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 01.08.2016 B11, Kapitel V 35. Mitteilung.....	158
Abbildung 100:	Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 15.03.2017 B6, Kapitel V 10. Mitteilung.....	159
Abbildung 101:	Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 31.07.2017 B12, Kapitel II 30. Mitteilung .....	159
Abbildung 102:	Stabilität Eichgewicht.....	211
Abbildung 103:	Stabilität der Kontrollfilter.....	213

## 1. Kurzfassung

Im Auftrag der Firma PALAS GmbH führte die TÜV Rheinland Energy GmbH die Eignungsprüfung der Messeinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> gemäß den folgenden Richtlinien durch.

- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, September 2010 bzw. Juni 2002
- VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, September 2010 bzw. August 2004
- Europäische Norm EN 12341, „Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM<sub>10</sub>-Fraktion von Schwebstaub; Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“, Deutsche Fassung EN 12341: 1998
- Europäische Norm EN 14907, „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM<sub>2,5</sub>-Massenfraktion des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 14907: 2005
- Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung von Januar 2010

Auf Basis der aufgeführten Prüfgrundlagen wurden die Messeinrichtungen Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> bereits eignungsgeprüft und wie folgt bekanntgegeben:

- Fidas® 200 S für Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 27. Februar 2014 (BAnz. AT 01.04.2014 B12, Kapitel IV Nummer 5.1) – Erstbekanntgabe
- Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200 für Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 25. Februar 2015 (BAnz AT 02.04.2015 B5, Kapitel IV 14. Mitteilung) – Mitteilung zu neuer Gerätevariante Fidas® 200, Darstellung Geräteänderungen, neue Darstellungsform der Software und neue Softwareversion

- Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200 für Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 22. Juli 2015 (BAnz AT 26.08.2015 B4, Kapitel III Nummer 2.1) – Ergänzungsprüfung (Erweiterung Äquivalenzprüfung, Darstellung Geräteänderungen, Aufnahme Prüfstandard MonoDust 1500)
- Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E für Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 18. Februar 2016 (BAnz AT 14.03.2016 B7, Kapitel V 6. Mitteilung) – Mitteilung zu Fehlerkorrektur in Prüfbericht und Handbuch, Zulassung der alternativen Wetterstation Typ WS300-UMB, Zulassung der alternativen verlängerten IADS, neue Gerätevariante Fidas® 200 E (mit externem Sensor), neue Softwareversion
- Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E für Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 14. Juli 2016 (BAnz AT 01.08.2016 B11, Kapitel V 35. Mitteilung) – Mitteilung zu IADS-Temperatur während Überprüfung der Empfindlichkeit des Partikelsensors, Darstellung Geräteänderungen, neue Softwareversion
- Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E für Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 22. Februar 2017 (BAnz AT 15.03.2017 B6, Kapitel V 10. Mitteilung) – Mitteilung zu Verlängerung Prüfintervall für die Empfindlichkeit des Partikelsensors von 1 Monat auf 3 Monate, Darstellung Geräteänderungen, Fehlerkorrektur im Prüfbericht und neue Softwareversion
- Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E für Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 13. Juli 2017 (BAnz AT 31.07.2017 B12, Kapitel II 30. Mitteilung) – Mitteilung zu neuer Softwareversion



Seit Juli 2017 liegt nun die Europäische Richtlinie DIN EN 16450 „Außenluft - Automatische Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration (PM<sub>10</sub>; PM<sub>2,5</sub>)“ vor. Diese enthält erstmalig auf europäischer Ebene einheitliche Anforderungen an die Eignungsprüfung von automatischen Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration (PM<sub>10</sub>; PM<sub>2,5</sub>) und dient zukünftig als Basis für die Zulassung von automatischen Schwebstaubmeseinrichtungen.

Das vorliegende Addendum enthält nun eine Beurteilung der Messeinrichtungen vom Typ Fidas<sup>®</sup> 200 (Varianten Fidas<sup>®</sup> 200 S, Fidas<sup>®</sup> 200 und Fidas<sup>®</sup> 200 E) im Hinblick auf die Einhaltung der Anforderungen gemäß der Richtlinie DIN EN 16450 (Juli 2017).

Da die in Kapitel 7 der Richtlinie DIN EN 16450 (Juli 2017) formulierten Leistungskenngrößen und Leistungskriterien zum überwiegenden Teil schon im Rahmen der bereits vorliegenden Eignungsprüfung überprüft bzw. ermittelt wurden, kann der Großteil der Ergebnisse komplett aus dem ursprünglichen Eignungsprüfbericht entnommen werden. Einige Prüfpunkte können anhand von Daten aus dem ursprünglichen Eignungsprüfbericht bzw. aus bereits vorliegenden Untersuchungen, die im Rahmen der gelenkten Weiterentwicklung der Messeinrichtung gemäß Richtlinienreihe DIN EN 15267 durchgeführt wurden, neu ausgewertet werden. Lediglich für die Prüfpunkte 7.4.8 „Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung“ und 7.4.9 „Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration“ wurden im Sommer 2017 komplett neue Prüfungen durchgeführt.

Die Prüfungen wurden alle mit der Gerätevariante Fidas<sup>®</sup> 200 S durchgeführt, mit Ausnahme der Untersuchungen zu den Punkten 6.1 7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur (7.4.7.), 6.1 8 Abhängigkeit der Empfindlichkeit des Messgerätes (Span) von der Umgebungstemperatur (7.4.7) sowie 6.1 4 Genauigkeit des Volumensstroms (7.4.4). Diese wurden explizit für verschiedene Temperaturbereiche (-20 °C bis +50 °C für Fidas<sup>®</sup> 200 S (Outdooraufstellung), +5 °C bis +40 °C für Fidas<sup>®</sup> 200 und Fidas<sup>®</sup> 200 E (Aufstellung an temperaturkontrollierten Orten)) geprüft.

Alle erzielten Prüfergebnisse und daraus folgenden Schlüsse und Aussagen sind bis auf die drei explizit genannten Prüfpunkte in vollem Umfang für alle 3 Gerätevarianten gültig.

Das Addendum ist nach seiner Veröffentlichung fester Bestandteil des TÜV Rheinland Prüfberichtes der Nummer 936/21227195/C vom 12. Oktober 2016 und wird im Internet unter [www.qal1.de](http://www.qal1.de) einsehbar sein.

Die Messeinrichtungen Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E ermitteln die Staubkonzentrationen mittels des Messprinzips der Streulichtmessung mit einer Kombination einer polychromatischen LED und einer 90° Streulichtdetektion. Mit Hilfe einer Pumpe wird Umgebungsluft über einen Sigma2-Probenahmekopf (4,8 l/min @ 25 °C und 1013 hPa) angesaugt und gelangt über das Probenahmerohr zum eigentlichen Messgerät. Das Probenahmerohr beinhaltet eine Heizung für das IADS (Intelligent Aerosol Drying System), welches Kondensationseffekte auf den Partikeln vermeiden soll. Das Aerosol durchläuft nach dem Probenahmerohr direkt den Aerosolsensor. Dort wird mit Hilfe der Streulichtmesstechnik sowohl die Partikelanzahl als auch die Partikelgröße in Echtzeit gleichzeitig, aber getrennt gemessen.

Die Untersuchungen erfolgten im Labor und während eines mehrmonatigen Feldtests.

Der mehrmonatige Feldtest erfolgte an den Standorten gemäß Tabelle 1.

Tabelle 1: Beschreibung der Messstellen

	Köln, Parkplatzgelände, Sommer	Köln, Parkplatzgelände, Winter	Bonn, Straßenkreuzung, Winter	Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer
Zeitraum	05/2012 – 09/2012	11/2012 – 02/2013	02/2013 – 05/2013	05/2013 – 07/2013
Anzahl der Messwertpaare: Prüflinge	101	66	60	58
Charakterisierung	Städtischer Hintergrund	Städtischer Hintergrund	Verkehrsbeeinflusst	Ländliche Struktur + Autobahn
Einstufung der Immissionsbelastung	niedrig bis durchschnittlich	durchschnittlich bis hoch	durchschnittlich bis hoch	Niedrig

Zusätzliche Untersuchungen zur Äquivalenz erfolgten in zwei Vergleichskampagnen in UK gemäß Tabelle 2:

Tabelle 2: Beschreibung der Messstellen (UK)

	Teddington, Winter	Teddington, Sommer
Zeitraum	02/2014 – 04/2014	04/2014 – 06/2014
Anzahl der Messwertpaare: Prüflinge	45	45
Charakterisierung	Städtischer Hinter- grund	Städtischer Hinter- grund
Einstufung der Im- missionsbelastung	durchschnittlich	durchschnittlich

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Ergebnisse der durchgeführten Äquivalenztests:

Tabelle 3: Ergebnisse der Äquivalenztests (Rohdaten)

Vergleichs- kampagnen	Auswerte- algorithmus	PM <sub>x</sub>	Steig- ung	Achs- abschnitt	Alle Datensätze W <sub>CM</sub> <25 % Rohdaten	Kalibrie- rung ja/nein	Alle Datensätze W <sub>CM</sub> <25 % kal. Daten
D+UK	PM_ENVIRO_0011	PM <sub>10</sub>	1,037	-1,390	ja	ja*	ja
	PM_ENVIRO_0011	PM <sub>2,5</sub>	1,060	-0,210	nein	ja	ja

\* Kalibrierung notwendig wegen Signifikanz von Steigung und/oder Achsabschnitt

## 1.1 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse

### Ergebniszusammenstellung Prüfung gemäß Richtlinie DIN EN 16450 (Juli 2017)

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
1 Messbereiche	0 µg/m³ bis 1000 µg/m³ als ein 24-Stunden-Mittelwert 0 µg/m³ bis 10000 µg/m³ als ein 1-Stunden-Mittelwert, falls zutreffend	Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung liegt bei ca. 4000 Partikel/cm³ (bei 10 % Koinzidenzfehler), was in etwa einer Maximalkonzentration von 0-10.000 µg/m³ entspricht (vermessen mit standardisiertem Staub SAE Fine).	ja	62
2 Negative Signale	Dürfen nicht unterdrückt werden.	Negative Messsignale können von der Messeinrichtung direkt angezeigt und über die entsprechenden Messsignalausgänge ausgegeben werden, sind aber messprinzip- und bauartbedingt nicht zu erwarten.	ja	63
3 Nullniveau und Nachweisgrenze (7.4.3)	Nullniveau: ≤ 2,0 µg/m³ Nachweisgrenze: ≤ 2,0 µg/m³	Das Nullniveau und die Nachweisgrenze ermittelte sich aus den Untersuchungen für beide Geräte sowohl für PM10 als auch für PM2,5 zu <0,1 µg/m³.	ja	64
4 Genauigkeit des Volumenstroms (7.4.4)	≤ 2,0 %	Die ermittelte relative Differenz zwischen dem Mittelwert der Messergebnisse für den Volumenstrom bei -20°C und +50°C lag bei maximal -1,99 % (Fidas® 200 S) sowie bei +5°C und +40°C bei maximal 1,08 % (Fidas® 200 / Fidas® 200 E).	ja	66
5 Konstanz des Probenvolumenstroms (7.4.5)	≤ 2,0 % des gemittelten Proben-durchflusses ≤ 5 % des momentanen Proben-durchflusses	Alle ermittelten Tagesmittelwerte weichen weniger als ± 2,0 %, alle Momentanwerte weniger als ± 5 % vom Sollwert ab.	ja	68
6 Dichtheit des Probenahme-systems (7.4.6)	≤ 2,0 % des gemittelten Proben-volumenstroms	Das vom Gerätehersteller vorgegebene Kriterium zum Bestehen der Dichtigkeitsprüfung – Durchfluss maximal 0 ± 0,1 l/min bei blockiertem Einlass - erwies sich in der Prüfung als geeignete Kenngröße zur Überwachung der Gerätedichtheit. Die maximal ermittelte Leckrate von 0,04 l/min ist kleiner als 2,0 % des nominalen Probenvolumenstroms von 4,8 l/min.	ja	71

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur (7.4.7.)	≤ 2,0 µg/m³	Der geprüfte Umgebungstemperaturbereich am Aufstellungsort der Messeinrichtung beträgt -20 °C bis +50 °C (Fidas® 200 S) bzw. +5 °C bis +40 °C (Fidas® 200 / Fidas® 200	ja	73



		E). Bei Betrachtung der vom Gerät ausgegebenen Werte konnte für alle drei geprüften Geräteversionen ein maximaler Einfluss der Umgebungstemperatur auf den Nullpunkt von <math><0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3</math> sowohl für PM2,5 als auch für PM10 festgestellt werden.		
8 Abhängigkeit der Empfindlichkeit des Messgerätes (Span) von der Umgebungstemperatur (7.4.7)	$\leq 5\%$ vom Wert bei der Nennprüf-temperatur	Der geprüfte Umgebungstemperaturbereich am Aufstellungsort der Messeinrichtung beträgt $-20\text{ }^\circ\text{C}$ bis $+50\text{ }^\circ\text{C}$ (Fidas® 200 S) bzw. $+5\text{ }^\circ\text{C}$ bis $+40\text{ }^\circ\text{C}$ (Fidas® 200 / Fidas® 200 E). Am Referenzpunkt konnten keine Abweichungen $> 4,9\%$ für PM2,5 bzw. $> 4,5\%$ für PM10 (Fidas® 200 S), $> -1,9\%$ für PM2,5 bzw. $> -1,9\%$ für PM10 (Fidas® 200) und $> -4,8\%$ für PM2,5 bzw. $> -4,6\%$ für PM10 (Fidas® 200 E) ermittelt werden.	ja	78
9 Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung (7.4.8)	$\leq 5\%$ vom Wert bei der Nennprüfspannung	Durch Netzspannungsänderungen konnten keine Abweichungen $> -0,4\%$ für PM2,5 bzw. $> -0,3\%$ für PM10, bezogen auf den Startwert von $230\text{ V}$ , festgestellt werden.	ja	83
10 Auswirkung des Ausfalls der Stromversorgung	Geräteparameter müssen gegen Verlust gesichert sein. Bei Rückkehr der Netzspannung muss das Gerät automatisch die Funktion wieder aufnehmen.	Alle Geräteparameter sind gegen Verlust durch Pufferung geschützt. Die Messeinrichtung befindet sich bei Spannungswiederkehr in störungsfreier Betriebsbereitschaft und führt selbstständig den Messbetrieb nach Erreichen des Gerätestatus „device ready“ wieder fort.	ja	85

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
11 Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration (7.4.9)	$\leq 2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Nullluft	Alle ermittelten Differenzen zwischen den Messwerten bei 40 % und bei 90 % relativer Feuchte sind $\leq 0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Es konnte kein Einfluss auf die Nullmesswerte durch verschiedene Wasserdampfkonzentrationen ermittelt werden.	ja	86
12 Nullpunktprüfungen (7.5.3)	Absoluter Wert $\leq 3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Der maximal ermittelte absolute Messwert am Nullpunkt lag sowohl für PM2,5 als auch für PM10 bei $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .	ja	88
13 Aufzeichnung der Betriebsparameter (7.5.4)	Messeinrichtungen müssen in der Lage sein, Daten von Betriebszuständen zur telemetrischen Übermittlung – zumindest – der folgenden Parameter bereitzustellen: Volumenstrom Druckabfall über dem Probenahmefilter (falls zutreffend) Probenahmedauer Probenvolumen (falls zutreffend) Massenkonzentration der betroffenen Staubfraktion(en) Außenlufttemperatur Außenluftdruck Lufttemperatur in der Messeinheit Temperatur des Probeinlasses, wenn ein beheizter Probeinlass eingesetzt wird	Die Messeinrichtung ermöglicht eine umfassende telemetrische Kontrolle und Steuerung der Messeinrichtung über verschiedene Wege (Ethernet, RS232). Betriebszustände und relevante Parameter werden bereitgestellt.	ja	93
14 Tagesmittelwerte (7.5.5)	Die AMS muss die Bildung von Tagesmittelwerten oder tageswerten ermöglichen.	Die Bildung von validen Tagesmittelwerten ist möglich.	ja	95

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
15 Verfügbarkeit (7.5.6)	Mindestens 90 %	Die Verfügbarkeit betrug für SN 0111 99,4 % und für SN 0112 99,1 %.	ja	96
16 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den AMS <sub>ubs</sub> ,AMS (7.5.8.4)	≤ 2,5 µg/m <sup>3</sup>	Die Unsicherheit zwischen den Prüfungen $u_{bs}$ liegt mit maximal 0,85 µg/m <sup>3</sup> für PM <sub>2,5</sub> und mit maximal 1,19 µg/m <sup>3</sup> für PM <sub>10</sub> unterhalb des geforderten Wertes von 2,5 µg/m <sup>3</sup> .	ja	100
17 Erweiterte Messunsicherheit der Ergebnisse der AMS (7.5.8.5 – 7.5.8.8)	≤ 25 % bei der Konzentration des betreffenden Grenzwertes bezogen auf die Ergebnisse für den 24-h-Mittelwert für die Rohdaten, sonst Kalibrierung erforderlich.	Die ermittelten Unsicherheiten WAMS liegen für PM10 für alle betrachteten Datensätze ohne Anwendung von Korrekturfaktoren unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit $W_{d,qo}$ von 25 % für Feinstaub. Die ermittelten Unsicherheiten WAMS liegen für PM2,5 für alle betrachteten Datensätze mit Ausnahme von Bornheim, Sommer ohne Anwendung von Korrekturfaktoren unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit $W_{d,qo}$ von 25 % für Feinstaub. Die Anwendung von Korrekturfaktoren ist gemäß Punkt 6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen entsprechend vorzunehmen.	nein	112
17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (7.5.8.5 – 7.5.8.8)	Nach der Kalibrierung: ≤ 25 % bei der Konzentration des betreffenden Grenzwertes bezogen auf die Ergebnisse für den 24-h-Mittelwert.	Durch Anwendung der Korrekturfaktoren, erfüllen die Prüflinge die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen für alle Datensätze sowohl für PM <sub>2,5</sub> als auch für PM <sub>10</sub> . Für PM <sub>10</sub> werden die Anforderungen auch ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren erfüllt, die Korrektur der Steigung und des Achsabschnitts führt dennoch zu einer weiteren (leichten) Verbesserung der erweiterten Messunsicherheiten für den Gesamtdatensatz.	ja	139

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
18 Wartungsintervall (7.5.7)	Mindestens 14 d	Das Wartungsintervall wird durch die regelmäßige Überprüfung des Partikelsensors mit CalDust 1100 bzw. MonoDust 1500 bestimmt und beträgt 3 Monate.	ja	147
19 Automatische Überprüfung (7.5.4)	Muss bei der AMS möglich sein	Alle im Bedienungshandbuch aufgeführten Gerätefunktionen sind vorhanden oder aktivierbar. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und Probleme über eine Reihe von verschiedenen Warnmeldungen angezeigt. Die überwachten Kenngrößen inkl. der automatischen Kalibrierüberwachung werden bei der Datenaufzeichnung mit erfasst.	ja	151
20 Prüfungen der Sensoren für Temperatur, Druck und/oder Luftfeuchte	Müssen bei der Prüfung der AMS innerhalb der folgenden Kriterien liegen ± 2 °C ± 1 kPa ± 5 % RH	Die Sensoren zur Erfassung der Außentemperatur, des Luftdrucks und der relativen Luftfeuchte sind leicht vor Ort überprüfbar und justierbar. Die Überprüfung des Temperatursensors der IADS (Feuchtekompensationsmodul) ist ebenfalls möglich, erfordert aber die Exposition des kompletten IADS-Systems bei einer fixen Temperatur und ist daher in der Regel vor Ort ohne Demontage der Probenahme nicht möglich.	ja	152



## 2. Aufgabenstellung

### 2.1 Art der Prüfung

Im Auftrag der PALAS GmbH wurde von der TÜV Rheinland Energy GmbH eine Eignungsprüfung bzw. Ergänzungsprüfung für die Messeinrichtungen Fidas<sup>®</sup> 200 S, Fidas<sup>®</sup> 200 und Fidas<sup>®</sup> 200 E vorgenommen.

Die Messeinrichtungen Fidas<sup>®</sup> 200 S, Fidas<sup>®</sup> 200 und Fidas<sup>®</sup> 200 E für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> sind bereits eignungsgeprüft und im Bundesanzeiger bekanntgegeben.

Das vorliegende Addendum enthält nun eine Beurteilung der Messeinrichtungen Fidas<sup>®</sup> 200 S, Fidas<sup>®</sup> 200 und Fidas<sup>®</sup> 200 E im Hinblick auf die Einhaltung der Anforderungen an automatische Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration gemäß der neuen Richtlinie DIN EN 16450 (Juli 2017).

### 2.2 Zielsetzung

Die Messeinrichtungen sollen den Gehalt an PM<sub>10</sub> und an PM<sub>2,5</sub> Feinstaub in der Umgebungsluft im Konzentrationsbereich 0 bis 10.000 µg/m<sup>3</sup> (4.000 P/cm<sup>3</sup> für 10 % Koinzidenzfehler) bestimmen.

Die bereits bestehende Eignungsprüfung war anhand der zum Zeitpunkt der Prüfung aktuellen Richtlinien unter Berücksichtigung der neuesten Entwicklungen durchgeführt wurden.

Die Prüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Richtlinien:

- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, September 2010 bzw. Juni 2002 [1]
- VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, September 2010 bzw. August 2004 [2]
- Europäische Norm EN 12341, „Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM 10-Fraktion von Schwebstaub; Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“, Deutsche Fassung EN 12341: 1998, [3]
- Europäische Norm EN 14907, „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM<sub>2,5</sub>-Massenfraktion des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 14907: 2005 [4]
- Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“, Englische Fassung von Januar 2010 [5]

Seit Juli 2017 liegt nun die Europäische Richtlinie

- DIN EN 16450 „Außenluft - Automatische Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration (PM<sub>10</sub>; PM<sub>2,5</sub>)“, Deutsche Fassung EN 16450:2017 [9]

vor. Diese enthält erstmalig auf europäischer Ebene einheitliche Anforderungen an die Eignungsprüfung von automatischen Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration (PM<sub>10</sub>; PM<sub>2,5</sub>) und dient zukünftig als Basis für die Zulassung von automatischen Schwebstaubmesseinrichtungen.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 21 von 214

Das vorliegende Addendum enthält nun eine Beurteilung der Messeinrichtungen vom Typ Fidas® 200 (Varianten Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E) im Hinblick auf die Einhaltung der Anforderungen gemäß der Richtlinie DIN EN 16450 (Juli 2017).

Da die in Kapitel 7 der Richtlinie DIN EN 16450 (Juli 2017) formulierten Leistungskenngrößen und Leistungskriterien zum überwiegenden Teil schon im Rahmen der bereits vorliegenden Eignungsprüfung überprüft bzw. ermittelt wurden, kann der Großteil der Ergebnisse komplett aus dem ursprünglichen Eignungsprüfbericht entnommen werden. Einige Prüfpunkte können anhand von Daten aus dem ursprünglichen Eignungsprüfbericht bzw. aus bereits vorliegenden Untersuchungen, die im Rahmen der gelenkten Weiterentwicklung der Messeinrichtung gemäß Richtlinienreihe DIN EN 15267 durchgeführt wurden, neu ausgewertet werden. Lediglich für die Prüfpunkte 7.4.8 „Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung“ und 7.4.9 „Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration“ wurden im Sommer 2017 komplett neue Prüfungen durchgeführt.

Die Prüfungen wurden alle mit der Gerätevariante Fidas® 200 S durchgeführt, mit Ausnahme der Untersuchungen zu den Punkten 6.1 7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur (7.4.7.), 6.1 8 Abhängigkeit der Empfindlichkeit des Messgerätes (Span) von der Umgebungstemperatur (7.4.7) sowie 6.1 4 Genauigkeit des Volumensstroms (7.4.4). Diese wurden explizit für verschiedene Temperaturbereiche (-20 °C bis +50 °C für Fidas® 200 S (Outdooraufstellung), +5 °C bis +40 °C für Fidas® 200 und Fidas® 200 E (Aufstellung an temperaturkontrollierten Orten)) geprüft.

Alle erzielten Prüfergebnisse und daraus folgenden Schlüsse und Aussagen sind bis auf die drei explizit genannten Prüfpunkte in vollem Umfang für alle 3 Gerätevarianten gültig.

Das Addendum ist nach seiner Veröffentlichung fester Bestandteil des TÜV Rheinland Prüfberichtes der Nummer 936/21227195/C vom 12. Oktober 2016 und wird im Internet unter [www.qal1.de](http://www.qal1.de) einsehbar sein.

### 3. Beschreibung der geprüften Messeinrichtung

#### 3.1 Messprinzip

Bei den Messeinrichtungen Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E handelt es sich um optische Aerosolspektrometer, welche über die Streulichtanalyse am Einzelpartikel nach Lorenz-Mie die Partikelgröße bestimmen.

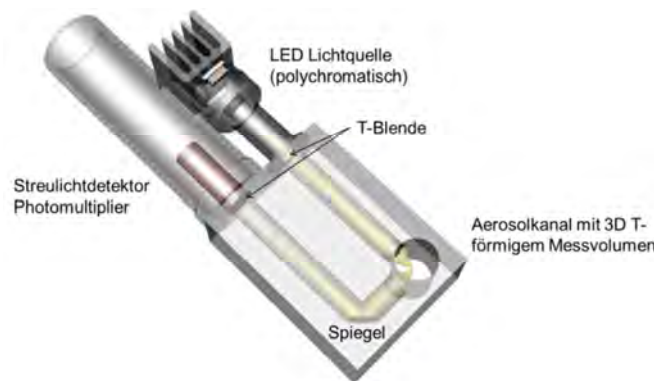


Abbildung 1: Aufbau des Sensors des Fidas® Messsystems

Die Partikel bewegen sich einzeln durch ein optisch abgegrenztes Messvolumen, das mit polychromatischem Licht homogen ausgeleuchtet ist.

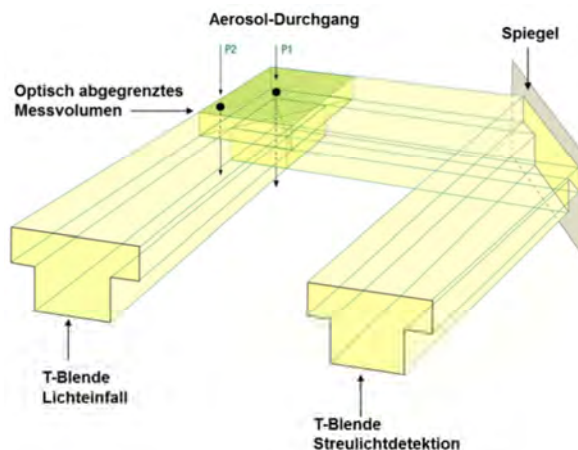


Abbildung 2: Veranschaulichung der T-Blende

Durch die Verwendung einer polychromatischen Lichtquelle (LED) und in Kombination mit einer 90° Streulichtdetektion erhält man eine sehr genau definierte Kalibrierkurve ohne Mehrdeutigkeiten im Mie-Bereich. Dadurch kann u. a. mit einer sehr hohen Größenaufösung gearbeitet werden.

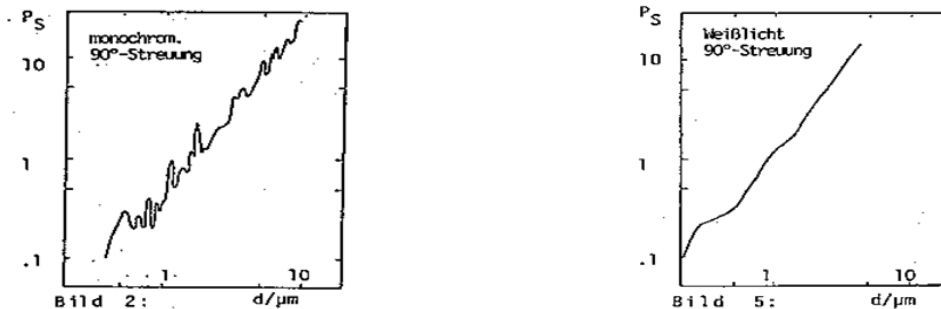


Abbildung 3: Kalibrierkurve für 90° Streulichtdetektion mit monochromatischer Lichtquelle (links) und mit polychromatischer Lichtquelle (rechts)

Von jedem einzelnen Partikel entsteht ein Streulichtimpuls, der unter einem Winkel von 85° bis 95° erfasst wird. Die Partikelanzahl wird anhand der Anzahl der Streulichtimpulse gemessen. Die Amplitude (Höhe) des Streulichtimpulses ist ein Maß für den Partikeldurchmesser. Außerdem wird auch die Signallänge gemessen.

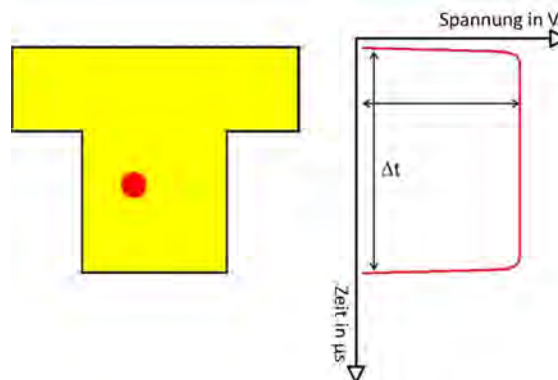


Abbildung 4: Messung des Streulichtsignals am Einzelpartikel. Gemessen werden die Amplitude und die Signallänge

Durch die spezielle T-Blenden Optik mit gleichzeitiger Messung der Signallänge kann der Randzonenfehler eliminiert werden. Als Randzonenfehler bezeichnet man die nur teilweise Ausleuchtung von Partikeln am Rand des Messbereichs. Diese teilweise Ausleuchtung hat zur Folge, dass Partikel kleiner großklassiert werden, als sie tatsächlich sind (siehe Abbildung 5, rote Kurve). Über die T-Blende lassen sich Partikel, die nur durch den Arm des T's fliegen (kürzere Signallänge) von denen unterscheiden, die auch den Mittelteil des T's passieren (längere Signallänge). Letztere sind im oberen Teil allerdings mit Sicherheit ganz ausgeleuchtet gewesen. Dadurch gibt es beim Fidas® keinen Randzonenfehler (siehe Abbildung 5, blaue Kurve).

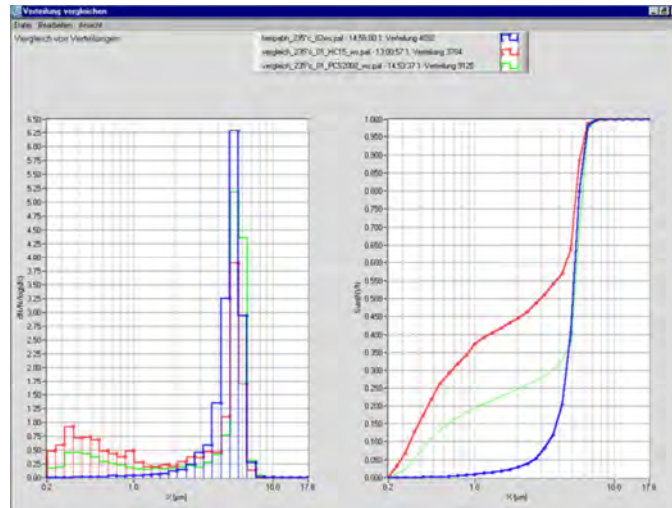


Abbildung 5: Vergleich eines optischen Streulichtspektrometers mit einfacher Rechteckblende (HC15, rot) mit einem opt. Streulichtspektrometer mit T-Blende (welas<sup>®</sup>, blau) unter Aufgabe von monodispersen 5 µm Partikeln

Die Messung der Signallänge ermöglicht des Weiteren auch eine Detektion von Koinzidenz (mehr als ein Partikel im optischen Detektionsvolumen), da in diesem Fall die Signallänge länger ist. Über eine von Dr.-Ing. Umhauer und Prof. Dr. Sachweh ermittelte und verifizierte Korrektur lässt sich dann diese Koinzidenz online korrigieren.

Durch eine verbesserte Optik, eine höhere Lichtdichte durch eine neue Weißlicht-LED als Lichtquelle und eine verbesserte Signalauswerteelektronik konnte die untere Detektionsgrenze für die Immissionsmessung bis auf 180 nm gesenkt werden. Dadurch werden insbesondere kleinere Partikel, die vor allem straßennah in hohen Konzentrationen zu finden sind, sehr viel besser berücksichtigt (siehe Abbildung 6).

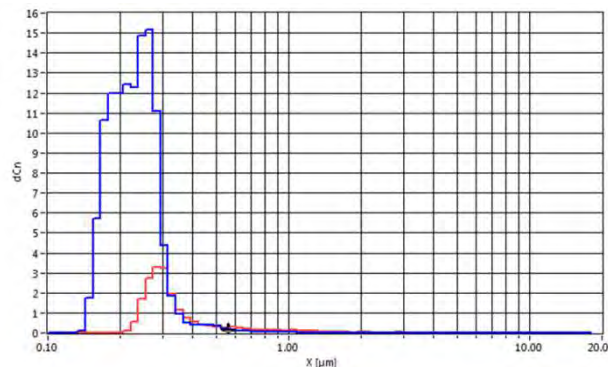


Abbildung 6: Straßennahe Messung des Fidas<sup>®</sup> (Größenbereich ab 0,18 µm, blaue Kurve) verglichen mit einem anderen optischen Messsystem (Größenbereich ab 0,25 µm, rote Kurve)

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 25 von 214

Die Messeinrichtungen Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E zeichnen sich durch folgende Eigenschaften aus:

Über die dargestellten Techniken:

- eindeutige Kalibrierkurve (polychromatisches Licht und 90° Streulichtdetektion)
- kein Randzonenfehler (patentierte T-Blenden Technologie)
- Koinzidenzerkennung und Koinzidenzkorrektur (digitale Einzelpartikelanalyse)

werden folgende entscheidende Vorteile erzielt:

- sehr gute Größenauflösung (hohe Anzahl von Rohdatenkanälen)
- sehr gute Größenklassifiziergenauigkeit
- exakte Konzentrationsbestimmung

Neben den PM-Fraktionen, die kontinuierlich und simultan ausgegeben werden stehen auch die Daten über die gemessene Partikelanzahlkonzentration und Partikelgrößenverteilung mit einer hohen Zeit- und Größenauflösung zur Verfügung.

Diese zusätzliche Information lässt sich nutzen, um ein „Source Apportionment“ durchzuführen oder um die gesundheitliche Relevanz zu beurteilen (größere Partikel dringen tiefer in den menschlichen Atemtrakt ein).



### 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung

Die Partikelprobe passiert mit einer Durchflussrate von 4,8 l/min (bezogen auf 25 °C und 1013 hPa) den Sigma2-Probenahmekopf (beschrieben in VDI 2119, Blatt 4) und gelangt in das Probenahmerohr, welches den Probenahmekopf mit der Fidas-Steuereinheit (bzw. beim Fidas® 200 E mit der externen Sensoreinheit) verbindet. Um mögliche Kondensationseffekte insbesondere bei hoher Außenluftfeuchte zu vermeiden, wird das Feuchtekompensationsmodul IADS (Standard oder als verlängerte Version verfügbar) eingesetzt. Die Temperatur des IADS wird geregelt in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit (gemessen mit Wetterstation). Die Minimaltemperatur beträgt 23 °C. Die Feuchtekompensation erfolgt dabei durch eine dynamische Anpassung der IADS-Temperatur bis zu einer maximalen Heizleistung von 90 Watt. Die Steuerung des IADS-Moduls erfolgt über die Fidas Firmware. Nach Durchlaufen des IADS-Moduls gelangt die Partikelprobe schließlich in den eigentlichen Aerosolsensor, wo die eigentliche Messung erfolgt. Nach dem Aerosolsensor durchläuft die Probe einen Absolutfilter, der z.B. für weitere Analysen des gesammelten Aerosols herangezogen werden kann. Die Messeinrichtungen Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E verfügen zudem über eine integrierte Wetterstation (Typ Luft WS600-UMB zur Erfassung der Messgrößen Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Niederschlagsmenge, Niederschlagsart, Temperatur, Feuchte und Druck oder alternativ Typ Luft WS300-UMB zur Erfassung der Messgrößen Temperatur, Feuchte und Druck). Die Steuereinheit der Messeinrichtung enthält neben der notwendigen Elektronik zum Betrieb der Messeinrichtung auch die 2 Probenahmepumpen, welche parallel geschaltet sind. Sollte eine Pumpe ausfallen, so kann der Betrieb mit der verbleibenden Pumpe weiterhin sichergestellt werden.

Abbildung 7 zeigt den schematischen Aufbau am Beispiel des Fidas® 200 S, Abbildung 8 stellt die einzelnen Messschritte der Messeinrichtung in chronologischer Reihenfolge dar.

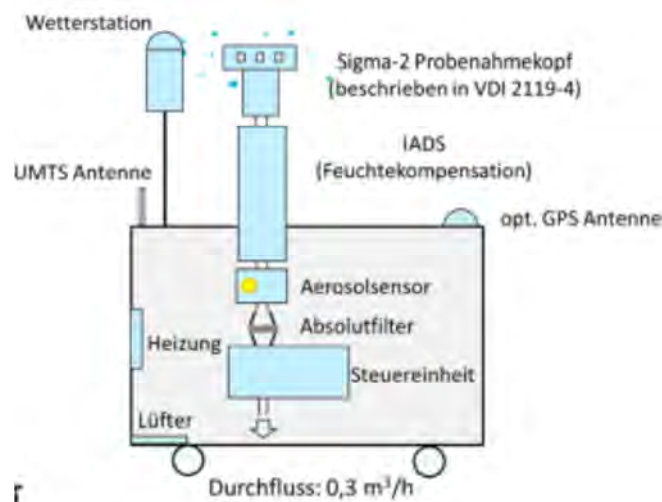
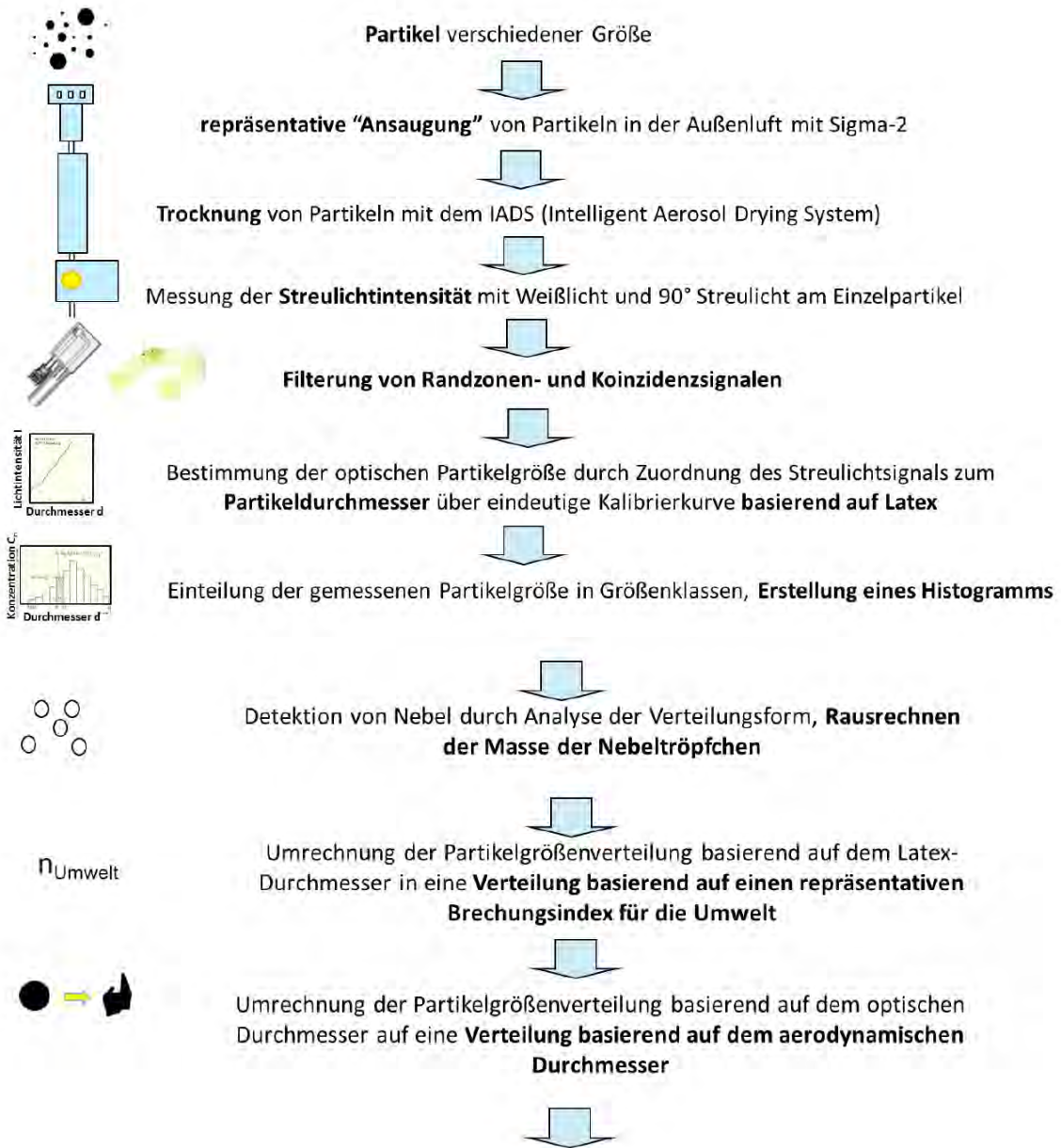


Abbildung 7: Schematischer Aufbau Fidas® 200 S





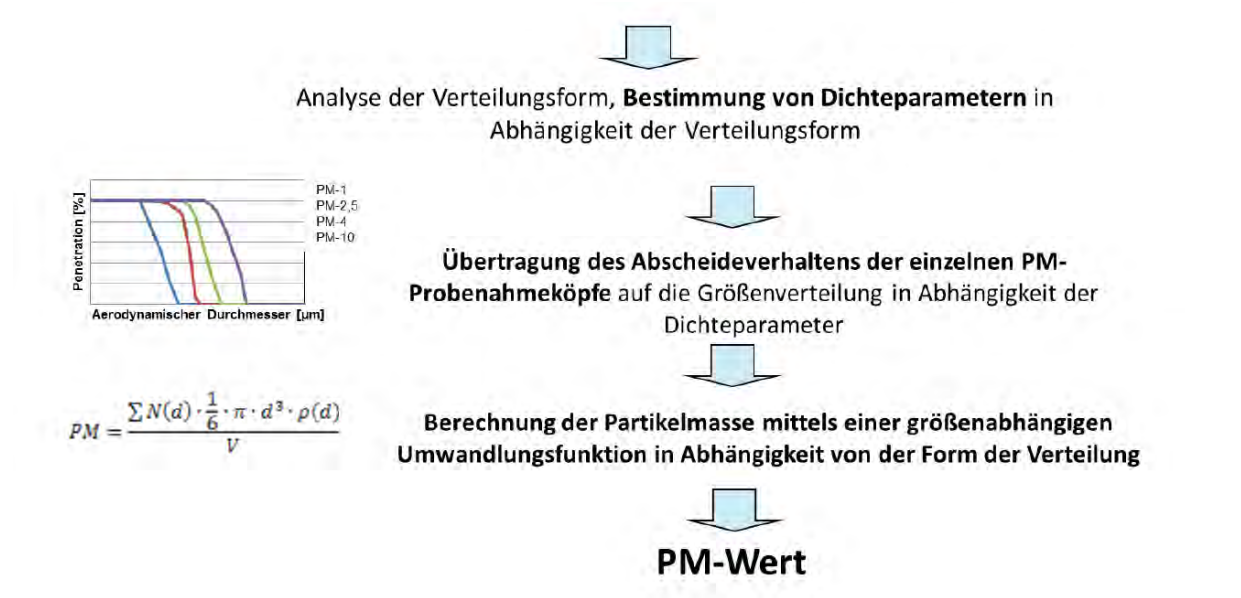


Abbildung 8: Überblick über die einzelnen Messschritte Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200

Die Messeinrichtungen Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E speichern die Daten als Partikelgrößen- und -anzahlverteilungen im raw-Format ab. Zur Bestimmung der Massenkonzentrationswerte müssen diese gespeicherten Rohdaten über einen Auswertalgorithmus konvertiert werden. Dazu wird ein größenabhängiger und gewichteter Algorithmus zur Konvertierung von Partikelgröße und -anzahl hin zu den Massenkonzentrationen angewandt. Im Rahmen der Eignungsprüfung erfolgte die Konvertierung mit dem Auswertalgorithmus PM\_ENVIRO\_0011.

### 3.3 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung

Die Schwebstaubimmissionsmessgeräte Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E basieren auf dem Messprinzip der Streulichtmessung.

Die Messeinrichtung ist in den Gerätevarianten Fidas® 200 S (für Outdooreinsatz, inkl. Wettergehäuse), Fidas® 200 (zur Installation an temperaturkontrollierte Orten (z.B. klimatisierter Messstation) sowie als Fidas® 200 E (wie Fidas® 200, allerdings mit externer Sensoreinheit) verfügbar. Abbildung 9 bis Abbildung 11 zeigen die drei verschiedenen Gerätevarianten.



Abbildung 9: Fidas® 200 S



Abbildung 10: Fidas® 200



Abbildung 11: Fidas® 200 E

Die geprüfte Messeinrichtung besteht aus

- dem Sigma-2 Probenahmekopf,
- dem Probenahmerohr mit Feuchtekompensationsmodul IADS (Standard oder verlängerte Version),
- der Fidas® Steuereinheit mit integriertem Aerosolsensor (Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200) bzw. mit externer Sensoreinheit (Fidas® 200 E),
- der kompakten Wetterstation WS600-UMB oder WS300-UMB,
- dem UMTS-Empfänger (optional),
- einem wetterfesten Gehäuse (IP 65, nur Fidas® 200 S),
- den jeweils zugehörigen Anschlussleitungen und -kabeln,
- einer Flasche mit CalDust 1100 oder MonoDust 1500 sowie
- den Handbüchern in deutscher Sprache.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 31 von 214

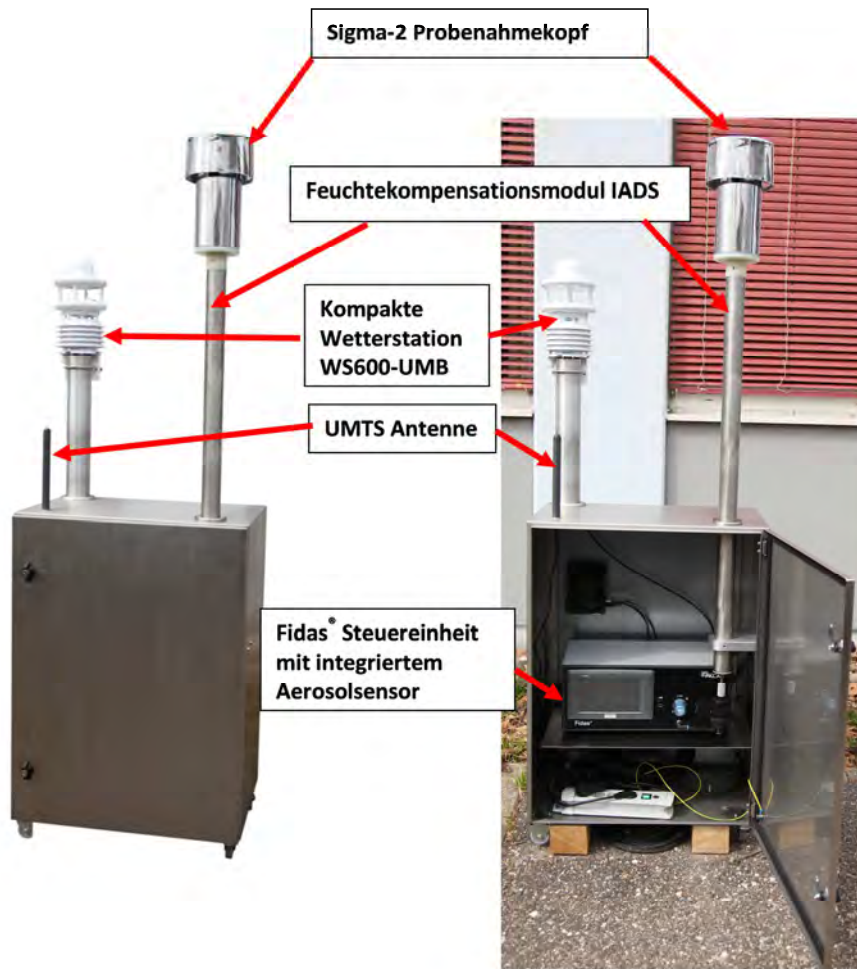


Abbildung 12: Überblick Gesamtsystem am Beispiel Fidas® 200 S



Abbildung 13: Sigma2-Probenahmekopf



Abbildung 14: Probenahmerohr mit IADS

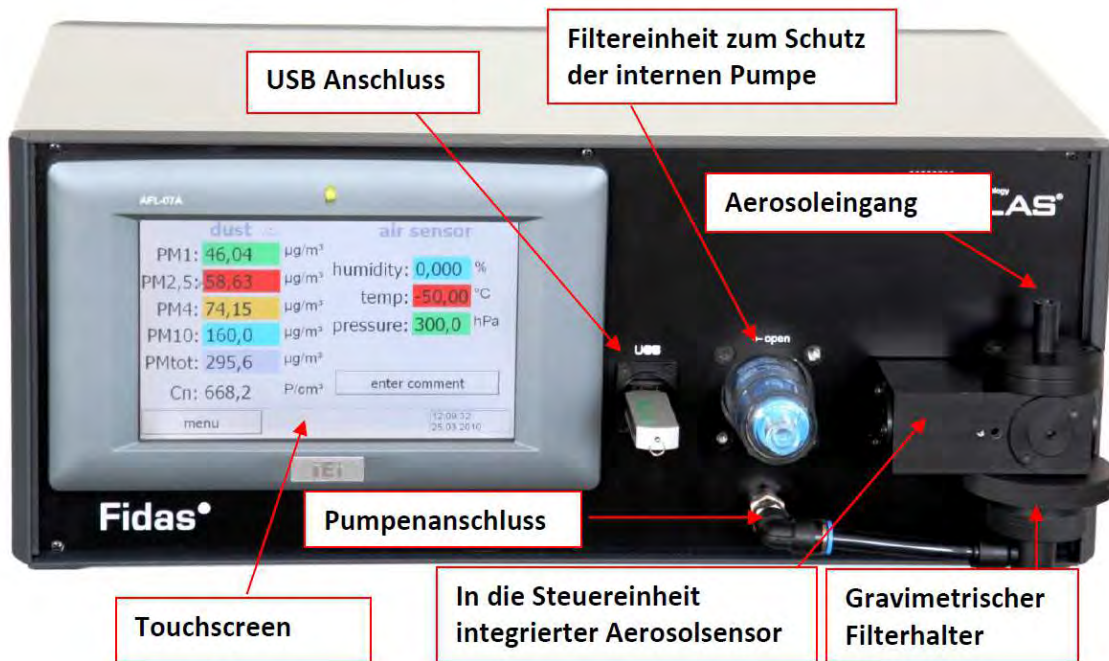


Abbildung 15: Steuereinheit, hier für Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200



Abbildung 16: Wetterstation (hier Typ Luftt WS600-UMB)





Abbildung 17: Messsysteme Fidas<sup>®</sup> 200 S auf Messstation

Die Bedienung des Messgerätes erfolgt entweder direkt über ein Touchscreendisplay an der Frontseite des Gerätes oder aus der Ferne über eine Internetverbindung bzw. Funkmodem unter Verwendung einer entsprechenden Software (z.B. Teamviewer). Der Benutzer kann Messdaten und Geräteinformationen abrufen, Parameter ändern sowie Tests zur Kontrolle der Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung durchführen.

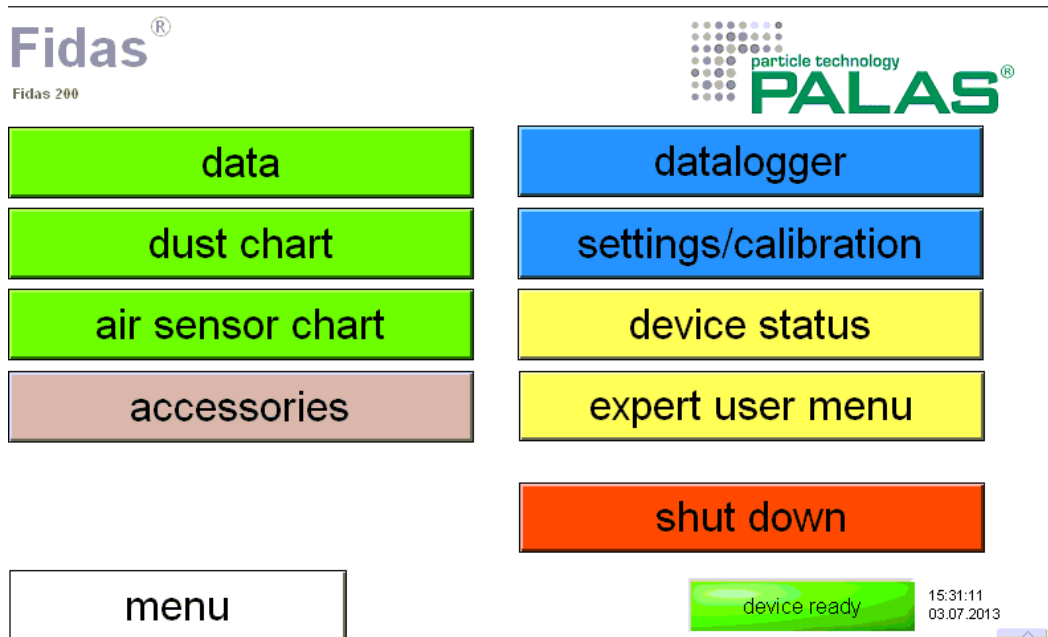


Abbildung 18: Hauptmenü

Auf der obersten Ebene liegt das Hauptfenster der Benutzeranzeige – von hier aus kann in die entsprechenden Untermenüs navigiert werden sowie das Gerät kontrolliert abgefahren werden.

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| Menü „data“:                 | Anzeige Messwerte  |
| Menü „dust chart“:           | Grafische Darstellung der PM-Konzentrationen und der Partikelanzahl  |
| Menü „air sensor chart“:     | Grafische Darstellung der Messwerte der Wetterstation  |
| Menü „accessoires“:          | Informationen zu IADS, GPS Position, Wetterstation, Alternative PM-Werte (mit anderen Auswertemethoden) etc  |
| Menü „data logger“:          | erlaubt die Eingabe von Kommentaren, die mit dem Datensatz mit abgespeichert werden und den Datentransfer vom internen Speicher auf z.B. einen USB-Stick                                       |
| Menü „settings/calibration“: | erlaubt die Überprüfung der Kalibrierung des Fidas® Sensors und ggf. eine Neukalibrierung. Zeigt außerdem eine kontinuierliche Einschätzung der Kalibrierung mit einer Abweichung vom Sollwert |
| Menü „device status“:        | zeigt eine Übersicht kritischer Systemparameter, d. h. Volumenstrom, Koinzidenz, Pumpenleistung, Wetterstation, IADS, Kalibrierung, LED Temperatur und Betriebsmodus                           |



Menü „expert user menu“: erlaubt den Wechsel in den Expertenmodus

In der rechten unteren Ecke kann zudem der aktuelle Gerätestatus erkannt werden – es er-  
scheint entweder die grün hinterlegte Meldung „device ready“ oder die rot hinterlegte Mel-  
dung „check device status“. Um Detailinformationen über den Gerätestatus zu erhalten muss  
das Untermenü „device status“ angewählt werden.

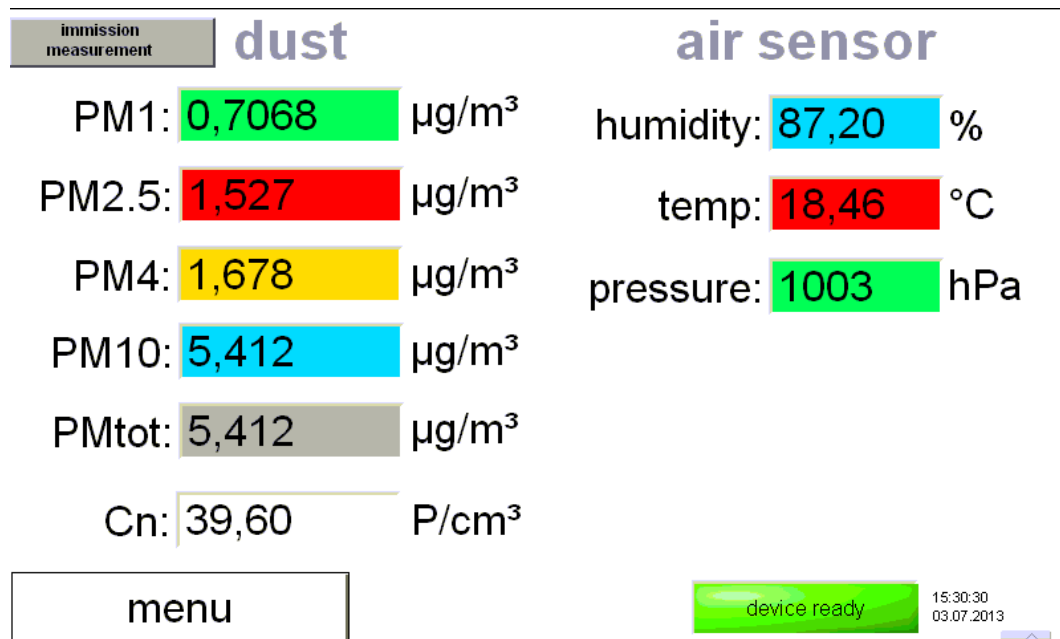


Abbildung 19: Menü „data“

Im Menü „data“ können die aktuellen Konzentrationsmesswerte für die versch. Fraktionen  
und die Partikelanzahl eingesehen werden. Darüber hinaus werden die aktuelle Außentem-  
peratur, der Luftdruck und die rel. Luftfeuchte angezeigt.

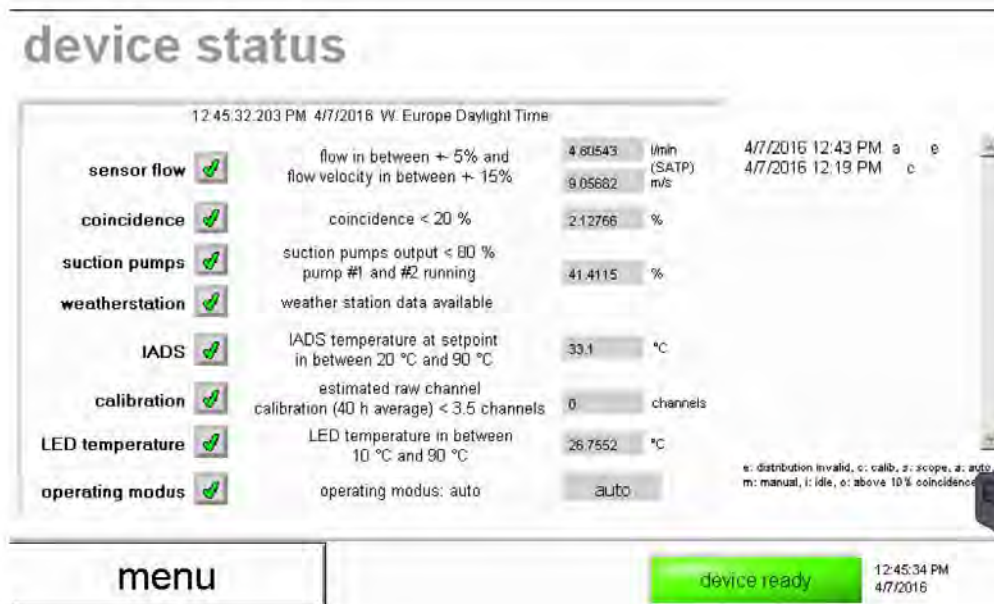


Abbildung 20: Menü „device status“

Im Menü „device status“ kann der Benutzer verschiedene relevante Parameter der Messeinrichtung mit Soll- und Istwerten einsehen. Bei unzulässigen Abweichungen eines (oder mehrerer) Parameters erscheint anstelle des „grünen Häkchens“ ein „rotes Kreuz“.

Folgende Parameter werden kontinuierlich überwacht:

**Sensor flow** Mittels eines Regelkreises mit Massflowmeter und unter Einbezug der gemessenen Werte für Temperatur und Luftdruck wird der Volumenstrom durch das Fidas® 200 auf 4,8 l/min geregelt. Normiert ist dieser Volumenstrom dann auf „standard atmospheric temperature and pressure (SATP)“, d. h. bezogen auf 25 °C und 1013 hPa.

Der zweite Wert zeigt die Geschwindigkeit der Partikel durch das optische Detektionsvolumen.

Ein Fehler wird angezeigt, wenn der Volumenstrom mehr als 15 % vom Sollwert abweicht. Der Sollwert entspricht der im Rahmen der Werkskalibrierung ermittelten Geschwindigkeit, unter Berücksichtigung der aktuellen Temperatur der IADS und des Luftdrucks.

**Coincidence** Detektion von mehr als einem Partikel im optischen Detektionsvolumen. Ausgabe eines Fehlers, wenn dies mit einer Häufigkeit von mehr als 20 % auftritt.



Suction pumps	Im Fidas® 200 sorgen zwei Pumpen, die parallel geschaltet sind, für den Volumenstrom. Sollte eine Pumpe ausfallen, so kann die andere übernehmen, entsprechend höher ist dann die Leistungsaufnahme, was zu einem Fehler führt. Sollten beide Pumpen gleichmäßig altern, so wird ebenfalls bei einer Überschreitung von 80 % ein Fehler ausgelöst. Wichtig zu bemerken ist, dass das Gerät erst mal weitermisst und die Daten auch verwendbar sind, allerdings muss der Benutzer sich um einen baldigen Austausch der Pumpen kümmern.
Weatherstation	Zeigt an, dass eine Wetterstation korrekt verbunden ist und Werte übermittelt.
IADS	Zeigt an, dass das IADS korrekt verbunden ist und die Temperatur dem vorgegebenen Regelpunkt entspricht.
Calibration	Überwacht die Kalibrierung online, sollte diese im 40h-Mittel um mehr als 3.5 Rohdatenkanäle abweichen, wird der Fehler gesetzt.  Bemerkung: In einzelnen Fällen kann dieser Wert kurzfristig außerhalb liegen, was trotzdem bedeuten kann, dass das Gerät ordnungsgemäß funktioniert. Handlungsbedarf (d. h. eine Feldkalibrierung mit dem Kalibrierstaub) ist nur gegeben, wenn dies ein langfristiger Trend (>40 Stunden) ist.
LED temperature	Die LED Lichtquelle wird temperaturgeregelt. Sollte in diesem Regelkreis ein Problem auftreten, wird dieses Fehlerbit gesetzt.
Operating modus	Der Betriebsmodus sollte auf „auto“ gesetzt sein, ansonsten werden u. U. die Daten nicht korrekt abgespeichert, bzw. startet das Gerät nach einem Stromausfall nicht wieder selbstständig.

Neben der direkten Kommunikation via Bedientasten/Display bestehen umfangreiche Möglichkeiten über RS232-Schnittstellen, USB-Schnittstellen sowie Ethernet-Schnittstelle zu kommunizieren.

Es stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- 1 x RS232 Schnittstelle zur Kommunikation via Modbus für Fernabfrage von Messwerten und externe Ansteuerung des Messgerätes (WebAccess). Die Anwendung des Bayern-Hessen-Protokolls ist ebenfalls möglich, wurde aber im Rahmen der Eignungsprüfung nicht geprüft.
- 1 x Ethernet-Schnittstelle zur Verbindung mit einem Netzwerk oder PC zur Datenübertragung und Fernsteuerung z.B. via Teamviewer Software
- 1 x USB-Schnittstelle an Gerätefrontseite zum direkten Datendownload zur Weiterverarbeitung an einem externen PC
- 1 x USB-Schnittstelle an Geräterückseite z.B. zum Anschluss eines Druckers, Tastatur, Maus oder USB-Stick

Zur externen Nullpunktsüberprüfung der Messeinrichtung wird ein Nullfilter am Geräteinlass montiert. Der Einsatz dieses Filters ermöglicht die Bereitstellung von schwebstaubfreier Luft.



Abbildung 21: Nullfilter

Zur Überprüfung und ggf. Justierung der Empfindlichkeit des Partikelsensors werden dem Gerät Partikel mit einer definierten Größe (CalDust 1100 bzw. MonoDust 1500) aufgegeben. Die Partikelgrößenverteilung dieses Staubes ist monodispers und der im Messgerät erzeugte Peak in der Rohdatenverteilung muss

- bei CalDust 1100 im Kanal  $130 \pm 1,5$  (entspricht einer Partikelgröße von  $0,93 \mu\text{m}$ )
- bei MonoDust 1500 gemäß Prüfzertifikats, welches mit dem Behälter für MonoDust 1500 geliefert wird (i.d.R. im Bereich des Kanals  $141 \pm 1,5$  , entsprechend einer Partikelgröße von ca.  $1,25 \mu\text{m}$ )

liegen.

Liegt der Peak außerhalb dieses Fensters, so kann der Wert über die Photomultiplierspannung justiert werden. Durch diesen Abgleich bei einer Partikelgröße wird automatisch die Empfindlichkeit des Messgerätes für alle Partikelgrößen abgeglichen, da das Gerät nur mit einem A/D-Wandler arbeitet.



Abbildung 22: MonoDust 1500 zur Verifizierung / Kalibrierung der Empfindlichkeit

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 41 von 214

Tabelle 4 enthält eine Auflistung wichtiger gerätetechnischer Kenndaten des Schwebstaubimmissionsmessgerätes Fidas® 200 S / Fidas® 200 / Fidas® 200 E.

Tabelle 4: Gerätetechnische Daten Fidas® 200 S / Fidas® 200 / Fidas® 200 E (Herstellerangaben)

<b>Abmessungen / Gewicht</b>	<b>Fidas® 200 S / Fidas® 200 / Fidas® 200 E</b>
Messgerät	185 x 450 x 310 mm / 10 kg (Steuereinheit inkl. eingebautem Sensor) 1810 x 600 x 400 mm / 48 kg (Wetterschutzgehäuse mit Steuereinheit, IADS, Sigma-2 und Wetterstation)
Probenahmerohr	ca. 1,4 m zwischen Eingang Inlet und Anschlussadapter IADS an Aerosolsensor Länge IADS Standard: 1,20 m Länge IADS Extended (verlängert): 1,20 m bis 2,10 m, Länge anpassbar
Probenahmekopf	Sigma-2 nach VDI 2119 Blatt 4
<b>Energieversorgung</b>	100/115/230 V, 50/60 Hz
<b>Leistungsaufnahme</b>	ca. 200 W
<b>Umgebungsbedingungen</b>	
Temperatur	-20 bis +50 °C (Fidas® 200 S) +5 bis +40 °C (Fidas® 200 / Fidas® 200 E)
Feuchte	Fidas® 200 S: Outdoor-Aufstellung, Schutzklasse IP65 Fidas® 200 / Fidas® 200 E: Indoor-Aufstellung
<b>Probenflussrate (Inlet)</b>	4,8 l/min, bez. auf 25 °C und 1013 hPa
<b>Parameter IADS (Trockenstrecke)</b>	
Regelungsgröße	Außentemperatur und -luftfeuchte
Min. Temperatur	23 °C
Feuchtekompensation	Durch dynamische Anpassung der IADS-Temperatur bis zu einer maximalen Heizleistung von 90 Watt.

<b>Aerosolsensor</b>	
Messprinzip	Streulichtmessung, Kombination von polychromatischer LED und 90° Streulichtdetektion
Messbereich in Eignungsprüfung (Partikelgröße)	0,18 – 18 µm
Auflösungsvermögen	32 Klassen pro Dekade
Zeitliche Auflösung	in Eignungsprüfung gleitender 15 min-Mittelwert, jede Sekunde aktualisiert, andere Konfigurationen möglich
Messvolumengröße	ca. 262 µm x 262 µm x 164 µm, die tatsächliche Messvolumengröße für das jeweilige System ist in der Software unter Settings zu finden
Maximalkonzentration (bei 10 % Koinzidenzfehler)	4 x 10 <sup>3</sup> Partikel / cm <sup>3</sup>
<b>Wetterstation WS300-UMB / WS600-UMB</b>	
Sensor für Außentemperatur	Messbereich -50 bis +60 °C
Sensor für rel. Feuchte	Messbereich 0 – 100 %
Sensor für Luftdruck	Messbereich 300 – 1200 hPa
Sensor für Windrichtung (nur WS600-UMB)	Messbereich 0 – 359,9°
Sensor für Windgeschwindigkeit (nur WS600-UMB)	Messbereich 0 – 60 m/s
Sensor für Niederschlagsmenge (nur WS600-UMB)	Messbereich 0,3 bis 5 mm Tropfengröße
<b>Speicherkapazität Daten (intern)</b>	1 GB (entspricht ca. 100 Tage bei Speicherintervall für Rohdaten von 60 s)
<b>Geräteeingänge und -ausgänge</b>	<p>1 x RS232 Schnittstelle zur Kommunikation via Modbus für Fernabfrage von Messwerten und externe Ansteuerung des Messgerätes (WebAccess)</p> <p>1 x Ethernet-Schnittstelle zur Verbindung mit einem Netzwerk oder PC zur Datenübertragung und Fernsteuerung z.B. via Teamviewer Software</p> <p>1 x USB-Schnittstelle an Gerätefrontseite zum direkten Datendownload zur Weiterverarbeitung an einem externen PC</p> <p>1 x USB-Schnittstelle an Geräterückseite z.B. zum Anschluss eines Druckers, Tastatur, Maus oder USB-Stick</p>
<b>Statussignale / Fehlermeldungen</b>	vorhanden (Handbuch Kapitel 4)



## 4. Prüfprogramm

### 4.1 Allgemeines

Die ursprüngliche Eignungsprüfung [11; 12] erfolgte an zwei identischen Geräten vom Typ Fidas® 200 S mit den Seriennummern SN 0111 und SN 0112 gemäß den Mindestanforderungen aus [1; 2; 3; 4; 5]. Dies gilt auch für die Untersuchungen an den beiden englischen Standorten, die im Anschluss an die Eignungsprüfung in Deutschland stattfanden.

Die Prüfung wurde mit der Softwareversion 100327 durchgeführt. Die ermittelten Rohdatensätze wurden mit der Auswertemethode PM\_ENVIRO\_0011 in Konzentrationswerte umgerechnet.

Die ursprüngliche Prüfung umfasste einen Labortest zur Feststellung der Verfahrenskenngrößen sowie einen mehrmonatigen Feldtest an verschiedenen Feldteststandorten in Deutschland und England.

Die Zusatzuntersuchungen im Rahmen der Zulassung der Geräteversion Fidas® 200 erfolgten an zwei identischen Geräten mit den Seriennummern SN 5048 und SN 5049 [13].

Die Zusatzuntersuchungen im Rahmen der Zulassung der Geräteversion Fidas® 200 E erfolgten an zwei identischen Geräten mit den Seriennummern SN 6623 und SN 6624 [14].

Die Zusatzuntersuchungen für den Prüfpunkt 6.1 4 Genauigkeit des Volumenstroms (7.4.4) erfolgten im Rahmen der Qualifizierung des neuen Flowsensors (Typ Siargo FS4008-10-O6-CV-A) an zwei identischen Geräten der Version Fidas® 200 S mit den Seriennummern SN 7146 und SN 7147 [15].

Die Zusatzuntersuchungen zur Verlängerung des Prüfintervalls für die Aufgabe von Prüfstaub CalDust 1100 bzw. MonoDust 1500 für den Prüfpunkt 6.1 18 Wartungsintervall (7.5.7) erfolgte im Rahmen einer ca. einjährigen Messkampagne an zwei identischen Geräten der Version Fidas® 200 S mit den Seriennummern SN 6230 und SN 6231 [15].

Die neuen Untersuchungen für die Prüfpunkte 6.1 9 Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung (7.4.8) und 6.1 11 Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration (7.4.9) erfolgten mit zwei identischen Geräten der Version Fidas® 200 S mit den Seriennummern SN 6486 und SN 7147.

Während der Zusatzuntersuchungen war auf den Prüflingen die jeweilig aktuelle, zum Prüfungszeitpunkt bekanntgegebene, Softwareversion installiert. Die ermittelten Rohdatensätze wurden mit der Auswertemethode PM\_ENVIRO\_0011 in Konzentrationswerte umgerechnet.

Alle ermittelten Konzentrationen werden in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Betriebsbedingungen) angegeben.

Das vorliegende Addendum enthält nun eine Beurteilung der Messeinrichtungen vom Typ Fidas® 200 (Varianten Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E) im Hinblick auf die Anforderungen gemäß der Richtlinie DIN EN 16450 [9].

Im folgenden Bericht wird in der Überschrift zu jedem Prüfpunkt die Mindestanforderung gemäß [9] mit Nummer und Wortlaut angeführt.





## 4.2 Laborprüfung

Die Laborprüfung erfolgte größtenteils in der bereits vorliegenden Eignungsprüfung [11; 12] bzw. im Rahmen von Zusatzuntersuchungen zur Qualifizierung von neuen Gerätevarianten oder Geräteänderungen [13; 14; 15]. Die Prüfergebnisse konnten für den vorliegenden Bericht entweder direkt oder nach Neuauswertung übernommen werden.

Für folgende Prüfpunkte musste in 2017 zusätzlich eine neue Prüfung durchgeführt werden:

- Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung
- Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration

Folgende Geräte kamen für die Laboruntersuchungen zur Ermittlung der Verfahrenskenngrößen zum Einsatz:

- Klimakammer (Temperaturbereich von  $-20\text{ °C}$  bis  $+50\text{ °C}$ , Genauigkeit besser als  $1\text{ °C}$ )
- Trennstelltrafo
- 1 Massendurchflussmesser Model 4043 (Hersteller: TSI)
- 1 Referenzdurchflussmesser vom Typ BIOS Met Lab 500 (Hersteller: Mesa Lab)
- Nullfilter zur externen Nullpunktsüberprüfung
- CalDust 1100 bzw. MonoDust 1500

Die Aufzeichnung der Messwerte am Nullpunkt erfolgte geräteintern. Die gespeicherten Rohdatensätze wurden via Datendownload über entweder USB oder per Fernverbindung (Software Teamviewer) ausgelesen und mittels der Software PDAnalyze Fidas unter Anwendung der Methode PM\_ENVIRO\_0011 in Konzentrationsmesswerte umgerechnet.

Die Prüfung der Empfindlichkeit erfolgte mit monodispersen Staub (CalDust 1100 oder MonoDust 1500). Bei Aufgabe des Prüfstaubes CalDust 1100 ist ein Peak in der Größenverteilung generell im Kanal 130 zu erwarten (dies entspricht einer Partikelgröße von  $0,93\text{ }\mu\text{m}$ ), bei Aufgabe des Prüfstaubes MonoDust 1500 je nach Prüfzertifikat (in den Prüfungen bei Kanal 141,1 entsprechend einer Partikelgröße von  $1,28\text{ }\mu\text{m}$ ). Um Abweichungen in der Einklassierung quantifizierbar zu machen, wurde auf Basis der vorhandenen Felddatensätze aus der Eignungsprüfung errechnet, welche Auswirkung eine Peakverschiebung bis zu maximal  $\pm 3$  Kanälen auf einen PM-Messwert hätte.

Verschiebt sich der Peak im Soll-Kanal, so verschieben sich auch alle anderen Kanäle um die gleiche Anzahl an Rohdatenkanälen. Dies hängt mit dem eingesetzten A/D-Wandler zusammen, der eine logarithmische Kennlinie hat. Wird nun hypothetisch die gesamte Rohdatenverteilung um  $\pm 3$  Kanäle verschoben und werden die PM-Werte damit neu berechnet, so kann damit die Auswirkung auf die PM-Messwerte bestimmt werden. Hierzu wurden die tatsächlich gemessenen PM-Werte mit denen aus der hypothetisch verschobenen Rohdatenverteilung neu berechneten PM-Werten in einem XY-Plot gegeneinander aufgetragen und eine lineare Regressionsgerade zwischen diesen Werten berechnet. Die Ergebnisse dieser Rechnungen sind in folgender Matrix dargestellt.

Tabelle 5: Matrix zum Einfluss einer Peakverschiebung auf die Massenkonzentration (PM\_ENVIRO\_0011)

	PM2,5		PM10	
channel shift	slope	offset	slope	offset
-3	1,086	0,03889	1,0877	0,0331
-2	1,056	0,025	1,057	0,012
-1	1,029	0,0122	1,028	0,048
0	1	0	1	0
1	0,973	-0,00785	0,976	-0,0047
2	0,945	-0,0197	0,947	0,038
3	0,918	-0,031	0,9224	0,083

Liegt z.B. bei Anwendung der Methode PM\_ENVIRO\_0011 eine Verschiebung um -3 Kanäle vor, so stehen die tatsächlichen PM-Werte mit den hypothetisch bestimmten PM-Werten wie folgt in Relation:

$$PM_{2,5\_tatsächlich} = 1.086 * PM_{2,5\_hypothetisch} + 0,03889$$

$$PM_{10\_tatsächlich} = 1.0877 * PM_{10\_hypothetisch} + 0,0331.$$

Eine Verschiebung um -3 Kanäle bedeutet, dass die Partikelgröße zu klein bestimmt wird, was dazu führt, dass der PM<sub>2,5</sub>-Wert um den Faktor 1,086 zu niedrig gemessen wird.

Zur Auswertung wurden dann für den Idealfall (für CalDust 1100 mit Peak exakt im Kanal 130 bzw. für MonoDust 1500 mit Peak exakt im Kanal 141,1) ein hypothetischer Messwert für PM<sub>2,5</sub> von 25 µg/m<sup>3</sup> und für PM<sub>10</sub> von 40 µg/m<sup>3</sup> angesetzt und dann je nach Peakverschiebung der entsprechend zu erwartende Konzentrationswert gemäß der folgenden Matrix ermittelt.

Die Ergebnisse der Laborprüfungen sind unter Punkt 6 zusammengestellt.

### 4.3 Feldtest

Der Feldtest erfolgte im Rahmen der bereits vorliegenden Eignungsprüfung [11; 12] und wurde mit 2 baugleichen Messeinrichtungen durchgeführt. Dies waren:

Gerät 1: SN 0111  
Gerät 2: SN 0112

Die Prüfergebnisse konnten für den vorliegenden Bericht entweder direkt oder nach Neu-  
auswertung übernommen werden. Es musste keine neuen Prüfungen durchgeführt werden.  
Lediglich für den Prüfpunkt 6.1 18 Wartungsintervall (7.5.7) wurde auf Prüfergebnisse  
aus zusätzlichen Untersuchungen zur Langzeitstabilität Referenzpunkt zurückgegriffen [15].

Für den Feldtest wurden folgende Geräte eingesetzt:

- Messcontainer des TÜV Rheinland, klimatisiert auf ca. 20 °C bzw. Messstation DEFRA in Teddington
- Wetterstation (WS 500 der Fa. ELV Elektronik AG bzw. MK III Series der Fa. Rainwise (US) in UK) zur Erfassung meteorologischer Kenngrößen wie Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung sowie der Regenmenge
- 2 Referenzmessgeräte LVS3 für PM<sub>10</sub> gemäß Punkt 5 (Deutschland) bzw. SEQ47/50 (UK)
- 2 Referenzmessgeräte LVS3 für PM<sub>2.5</sub> gemäß Punkt 5 (Deutschland) bzw. SEQ47/50 (UK)
- 1 Gasuhr, trockene Bauart
- 1 Massendurchflussmesser Model 4043 (Hersteller: TSI)
- Messgerät zur Erfassung der Leistungsaufnahme Metratester 5 (Hersteller: Fa. Gosson Metrawatt)
- Nullfilter zur externen Nullpunktsüberprüfung
- CalDust 1100

Für die zusätzlichen Untersuchungen zur Langzeitstabilität am Referenzpunkt [15] wurden folgende Prüflinge eingesetzt:

Gerät 1: SN 6230  
Gerät 2: SN 6231

Als Prüfstandard wurde für die Untersuchungen eingesetzt:

- MonoDust 1500

Im Feldtest liefen jeweils für 24 h zeitgleich zwei Fidas® 200 S -Systeme und je zwei Referenzgeräte für PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>. Das Referenzgerät (Deutschland) arbeitet diskontinuierlich, d. h. nach erfolgten Probenahmen muss der Filter manuell gewechselt werden.

Die Impaktionsplatten der PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> Probenahmeköpfe der Referenzgeräte wurden in der Prüfung ca. alle 2 Wochen gereinigt und mit Silikonfett eingefettet, um eine sichere Trennung und Abscheidung der Partikel zu gewährleisten. Die Sigma2-Probenahmeköpfe der Prüflinge wurden gemäß Herstellerangabe ca. alle 3 Monate gereinigt. Der Probenahmekopf muss prinzipiell nach den Anweisungen des Herstellers gesäubert werden, wobei die örtlichen Schwebstaubkonzentrationen in Betracht zu ziehen sind.

Bei den Prüflingen sowie bei den Referenzgeräten wurde der Durchfluss vor und nach jedem Standortwechsel mit einer trockenen Gasuhr bzw. mit einem Massendurchflussmesser, der über eine Schlauchleitung an der Lufteintrittsöffnung des Gerätes angeschlossen ist, überprüft.

### Messstandorte und Messgerätestandorte

Die Messgeräte wurden im Feldtest so installiert, dass nur die Probenahmeköpfe sowie die virtuellen Impaktoren außerhalb des Messcontainers über dessen Dach eingerichtet sind. Die Zentraleinheiten der beiden Testgeräte waren im Innern des klimatisierten Messcontainers untergebracht. Die Referenzsysteme (LVS3) wurden komplett im Freien auf dem Dach installiert.

Der Feldtest wurde an folgenden Messstandorten durchgeführt:

Tabelle 6: Feldteststandorte

Nr.	Messstandort	Zeitraum	Charakterisierung
1	Köln, Sommer	05/2012 – 09/2012	Städtischer Hintergrund
2	Köln, Winter	11/2012 – 02/2013	Städtischer Hintergrund
3	Bonn, Straßenkreuzung, Winter	02/2013 – 05/2013	Verkehrseinfluss
4	Bornheim, Sommer	05/2013 – 07/2013	Ländliche Struktur + Verkehrseinfluss

Tabelle 7: Zusätzliche Feldteststandorte UK

Nr.	Messstandort	Zeitraum	Charakterisierung
1	Teddington, Winter	02/2014 – 04/2014	Städtischer Hintergrund
2	Teddington, Sommer	04/2014 – 06/2014	Städtischer Hintergrund

Abbildung 23 bis Abbildung 34 zeigen den Verlauf der PM-Konzentrationen an den Feldtest-  
standorten, die mit den Referenzmesseinrichtungen aufgenommen wurden.

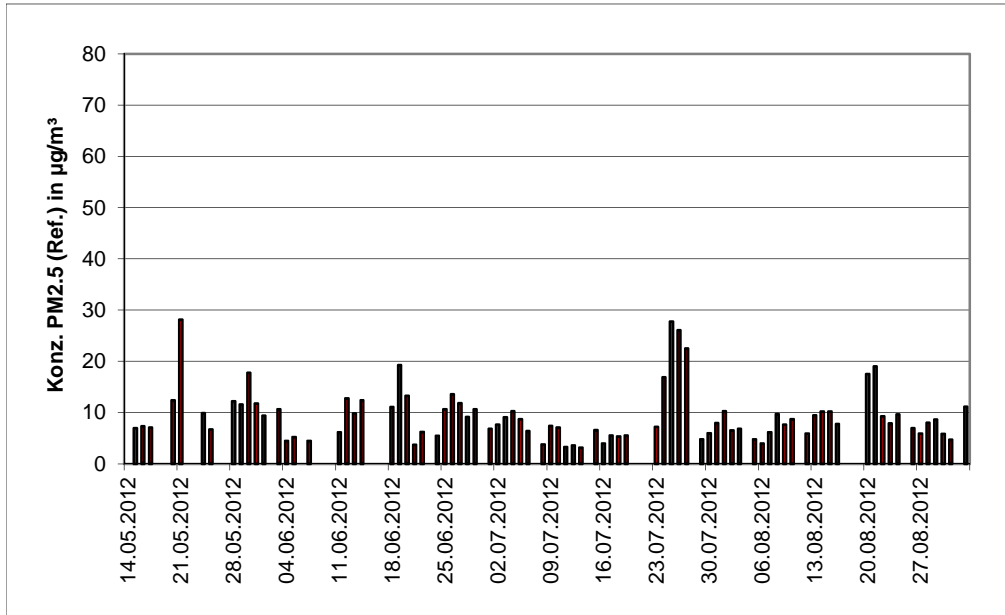


Abbildung 23: Verlauf der PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Sommer“

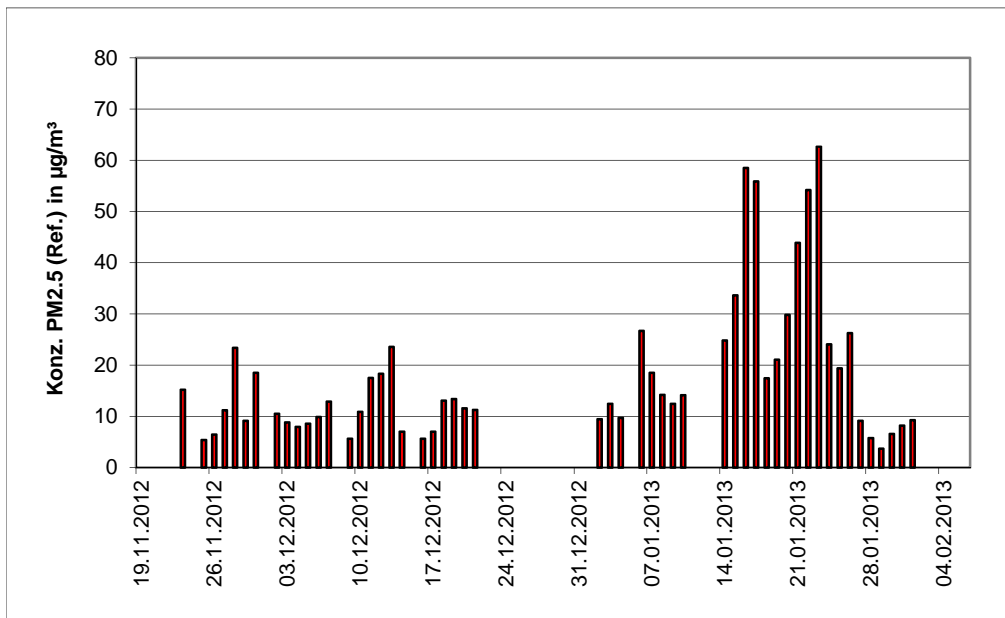


Abbildung 24: Verlauf der PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Winter“

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 49 von 214

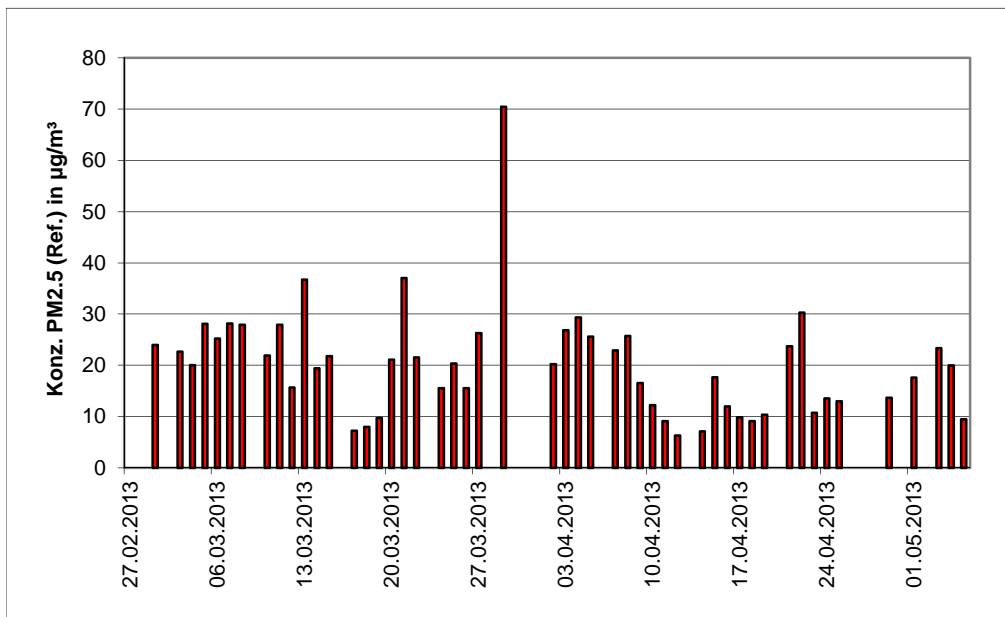


Abbildung 25: Verlauf der PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bonn, Winter“

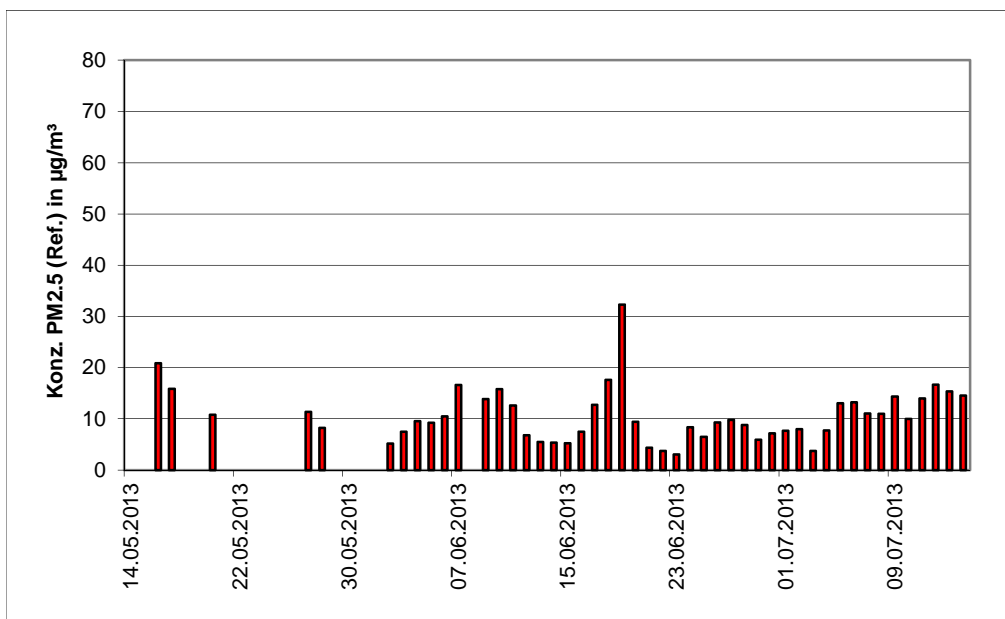


Abbildung 26: Verlauf der PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Sommer“

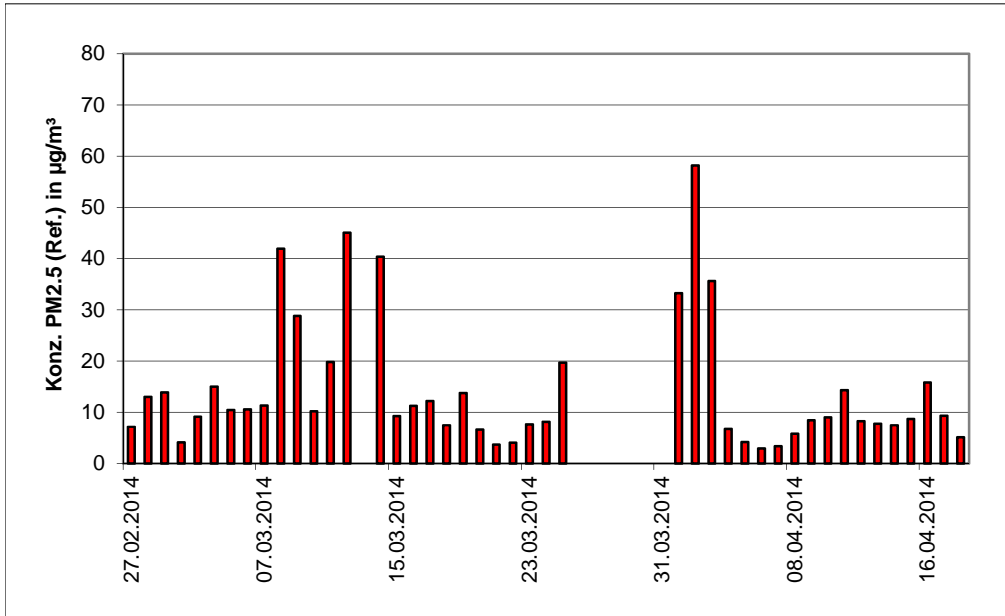


Abbildung 27: Verlauf der PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“

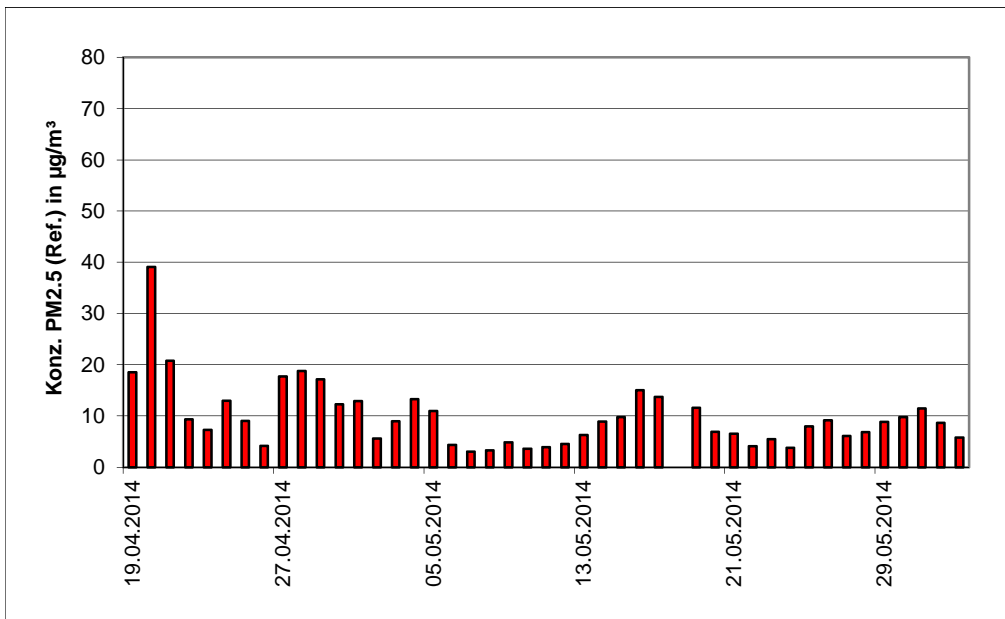


Abbildung 28: Verlauf der PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

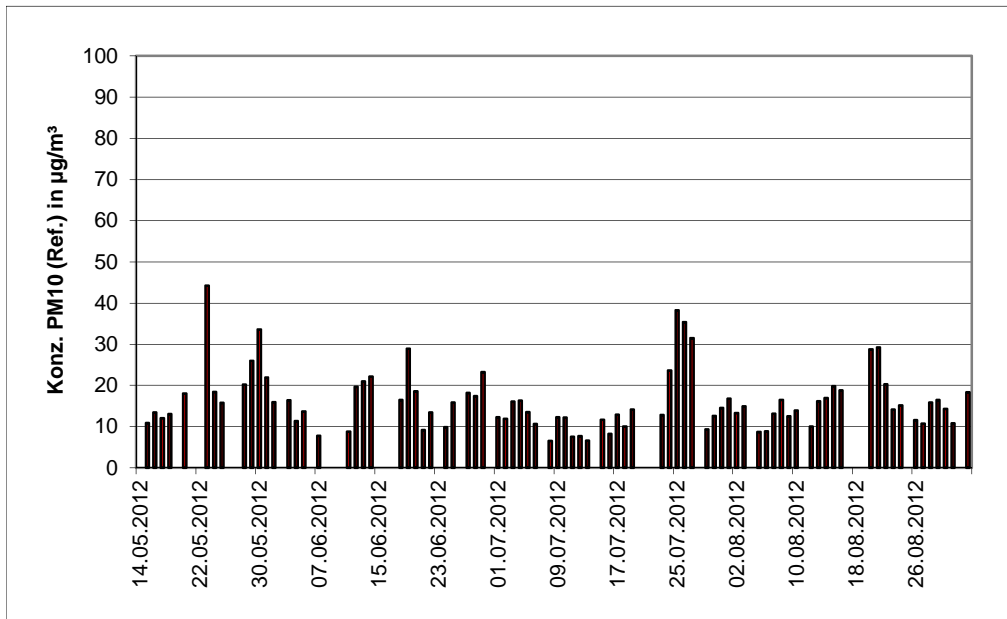


Abbildung 29: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Sommer“

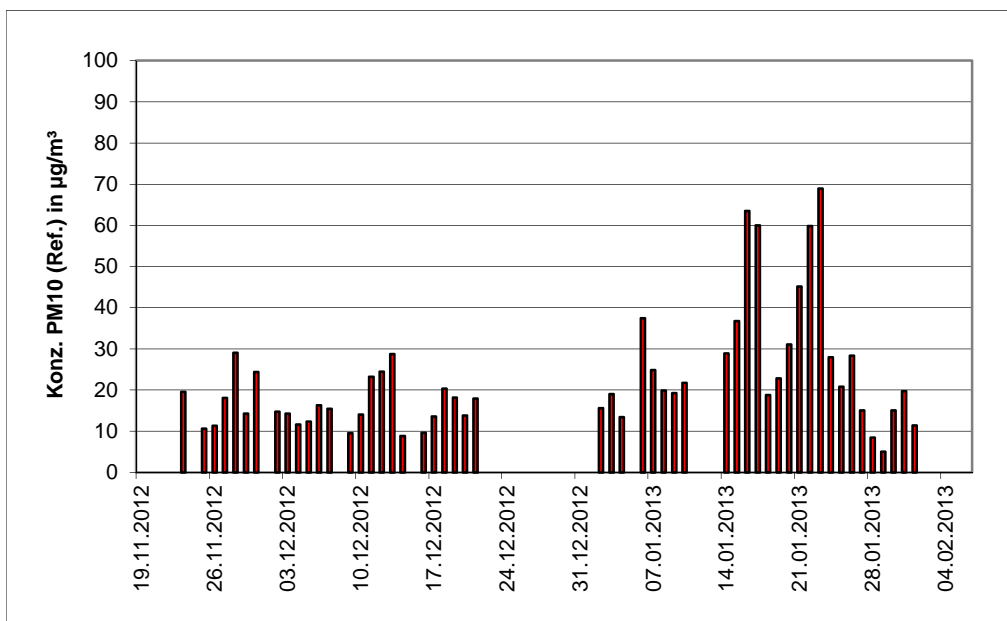


Abbildung 30: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Winter“





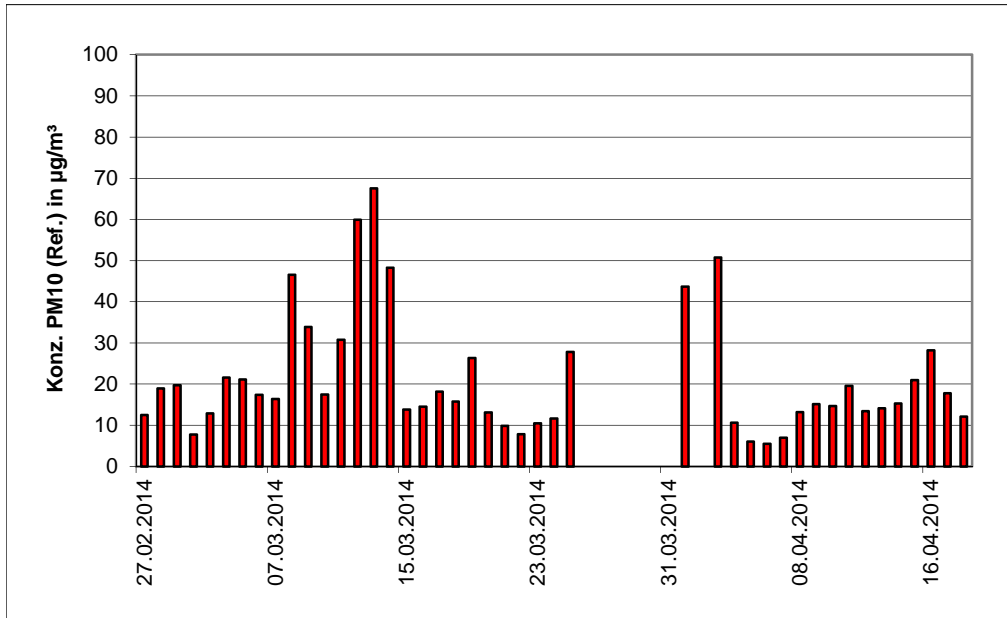


Abbildung 33: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“

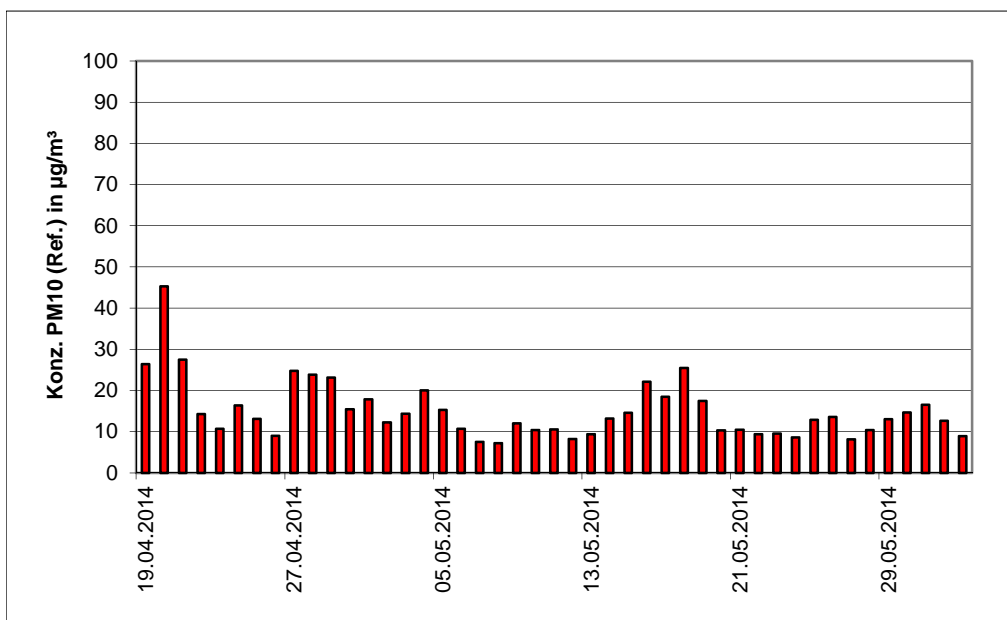


Abbildung 34: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“

Die folgenden Abbildungen zeigen den Messcontainer an den Feldteststandorten Köln, Bonn und Bornheim sowie Teddington UK.



Abbildung 35: Feldteststandort Köln, Sommer & Winter



Abbildung 36: Feldteststandort Bonn, Winter

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 55 von 214



Abbildung 37: Feldteststandort Bornheim, Sommer



Abbildung 38: Feldteststandort Teddington, UK



Neben den Messgeräten zur Bestimmung der Schwebstaubimmissionen war eine Erfassungsanlage für meteorologische Kenndaten am Container/Messort angebracht. Es erfolgte eine kontinuierliche Erfassung von Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung sowie Niederschlagsmenge. Es wurden 30-min-Mittelwerte gespeichert.

Der Aufbau des Containers selbst sowie die Anordnung der Probenahmesonden wurden durch die folgenden Abmessungen charakterisiert:

#### Deutschland

- Höhe Containerdach: 2,50 m
- Höhe der Probenahme für Test-/ 1,70 m / 0,51 m über Containerdach
- Referenzgerät 4,20 / 3,01 m über Grund
- Höhe der Windfahne: 4,5 m über Grund

#### UK

- Höhe Containerdach: 2,50 m
- Höhe der Probenahme für Test-/ 1,70 m / 0,70 m bzw. 1,00 m über Containerdach
- Referenzgerät 4,20 / 3,20 bzw. 3,50 m über Grund
- Höhe der Windfahne: 4,00 m über Grund

Die nachfolgende Tabelle 8 enthält daher neben einem Überblick über die wichtigsten meteorologischen Kenngrößen, die während der Messungen an den 4 Feldteststandorten ermittelt wurden, auch einen Überblick über die Schwebstaubverhältnisse während des Prüfzeitraumes. Alle Einzelwerte sind in den Anhängen 5 und 6 zu finden.

Die wichtigsten meteorologischen Kenngrößen aus den englischen Vergleichskampagnen sind in Tabelle 9 und in den Anhängen 5 und 6 zu finden.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 57 von 214

Tabelle 8: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten (Deutschland), als Tagesmittelwerte

	Köln, Sommer	Köln, Winter	Bonn, Winter	Bornheim, Sommer
Anzahl Wertepaare Referenz PM <sub>10</sub>	82	52	50	49
Anzahl Wertepaare Referenz PM <sub>2,5</sub>	82	52	50	47
<b>Anteil PM<sub>2,5</sub> an PM<sub>10</sub> [%]</b>				
Bereich	38,2 – 73,7	41,6 – 97,2	42,2 – 96,5	39,1 – 84,6
Mittelwert	55,8	73,8	70,6	60,0
<b>Lufttemperatur [°C]</b>				
Bereich	8,9 – 30,7	-3,3 – 11,9	-3,4 – 20,0	6,4 – 27,2
Mittelwert	19,1	4,6	7,8	16,6
<b>Luftdruck [hPa]</b>				
Bereich	993 – 1021	988 – 1027	985 – 1021	989 – 1020
Mittelwert	1008	1004	1004	1007
<b>Rel. Luftfeuchte [%]</b>				
Bereich	39,9 – 87,2	70,0 – 91,2	42,8 – 85,8	52,6 – 89,1
Mittelwert	67,0	81,2	63,4	70,1
<b>Windgeschwindigkeit [m/s]</b>				
Bereich	0,1 – 2,7	0,0 – 3,3	0,4 – 4,2	0,2 – 4,7
Mittelwert	0,7	0,9	1,6	1,5
<b>Niederschlagsmenge [mm/d]</b>				
Bereich	0,0 – 29,5	0,0 – 25,7	0,0 – 13,2	0,0 – 34,6
Mittelwert	2,9	2,9	0,9	3,5

Tabelle 9: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten (UK), als Tagesmittelwerte

	Teddington, Winter	Teddington, Sommer
Anzahl Wertepaare Referenz PM <sub>10</sub>	44	45
Anzahl Wertepaare Referenz PM <sub>2,5</sub>	44	44
<b>Anteil PM<sub>2,5</sub> an PM<sub>10</sub> [%]</b>		
Bereich	37,0 – 90,0	34,3 – 86,3
Mittelwert	61,9	62,9
<b>Lufttemperatur [°C]</b>		
Bereich	-1,9 – 21,1	1,7 – 26,5
Mittelwert	9,9	13,6
<b>Luftdruck [hPa]</b>		
Bereich	965 – 1016	981 – 1017
Mittelwert	997	995
<b>Rel. Luftfeuchte [%]</b>		
Bereich	25,1 – 100	29,3 – 99,9
Mittelwert	74	73,3
<b>Windgeschwindigkeit [m/s]</b>		
Bereich	0,0 – 4,8	0,0 – 5,4
Mittelwert	0,6	0,7
<b>Niederschlagsmenge [mm/d]</b>		
Bereich	0,0 – 10,2	0,0 – 22,9
Mittelwert	0,9	2,6

## Dauer der Probenahmen

DIN EN 12341 [3] legte die Probenahmedauer auf 24 h fest. Bei niedrigen Konzentrationen ist jedoch auch eine längere, bei höheren Konzentrationen eine kürzere Probenahmedauer zulässig.

DIN EN 14907 [4] legte die Probenahmedauer auf 24 h ± 1 h fest.

Im Feldtest wurde immer eine Probenahmezeit von 24 h für alle Geräte eingestellt (von 10:00 – 10:00 Uhr (Köln, Teddington) und von 7:00 – 7:00 Uhr (Bonn, Bornheim)).

## Handhabung der Daten

Die ermittelten Messwertpaare der Referenzwerte aus den Felduntersuchungen wurden vor den jeweiligen Auswertungen für jeden Standort einem statistischen Ausreißertest nach Grubbs (99 %) unterzogen, um Auswirkungen von offensichtlich unplausiblen Daten auf das Messergebnis vorzubeugen. Als signifikante Ausreißer erkannte Messwertpaare dürfen dabei solange aus dem Wertepool entfernt werden, bis der kritische Wert der Prüfgröße unterschritten wurde. Die Version des Leitfadens [5] vom Januar 2010 verlangt, dass nur 2,5 % der Datenpaare als Ausreißer ermittelt und entfernt werden dürfen.

Für die Prüflinge werden prinzipiell keine Messwerte verworfen, es sei denn, es liegen begründbare technische Ursachen für unplausible Werte vor. Es wurden in der gesamten Prüfung keine Messwerte der Prüflinge verworfen.

Tabelle 10 und Tabelle 11 zeigen eine Übersicht über die für jeden Einzelstandort als signifikante Ausreißer erkannte und entfernte Anzahl an Messwertpaaren (Referenz).

Tabelle 10: Ergebnisse Grubbs-Ausreißertest – Referenz PM<sub>10</sub>

Nummer	Standort	Sammler	Anzahl Datenpaare	Maximale Anzahl Werte, die gelöscht werden dürfen	Gefundene Anzahl	Gelöschte Anzahl	Anzahl der verbliebenen Datenpaare
A	Köln (Sommer)	PM10 Referenz	83	2	1	1	82
B	Köln (Winter)	PM10 Referenz	52	0	1	0	52
C	Bonn (Winter)	PM10 Referenz	50	1	0	0	50
D	Bornheim (Sommer)	PM10 Referenz	50	1	2	1	49
E	Teddington (Winter)	PM10 Referenz	45	1	1	1	44
F	Teddington (Sommer)	PM10 Referenz	45	1	0	0	45

Tabelle 11: Ergebnisse Grubbs-Ausreißertest – Referenz PM<sub>2,5</sub>

Nummer	Standort	Sammler	Anzahl Datenpaare	Maximale Anzahl Werte, die gelöscht werden dürfen	Gefundene Anzahl	Gelöschte Anzahl	Anzahl der verbliebenen Datenpaare
A	Köln (Sommer)	PM2.5 Referenz	84	2	3	2	82
B	Köln (Winter)	PM2.5 Referenz	52	1	0	0	52
C	Bonn (Winter)	PM2.5 Referenz	50	1	0	0	50
D	Bornheim (Sommer)	PM2.5 Referenz	47	1	0	0	47
E	Teddington (Winter)	PM2.5 Referenz	45	1	1	1	44
F	Teddington (Sommer)	PM2.5 Referenz	45	1	1	1	44



Es wurden folgende Wertepaare entfernt:

Tabelle 12: Entfernte Wertepaare Referenz PM<sub>10</sub> nach Grubbs

Standort	Datum	Referenz 1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Referenz 2 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Köln, Sommer	21.05.2012	45,7	41,6
Bornheim, Sommer	12.07.2013	28,7	33,5
Teddington, Winter	02.04.2014	84,92	82,04

Tabelle 13: Entfernte Wertepaare Referenz PM<sub>2,5</sub> nach Grubbs

Standort	Datum	Referenz 1 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Referenz 2 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Köln, Sommer	18.05.2012	7,1	16,0
Köln, Sommer	23.05.2012	27,3	35,0
Teddington, Winter	13.03.2014	54,93	56,97
Teddington, Sommer	18.05.2014	18,90	17,66

### Filterhandling - Massenbestimmung

Folgende Filter wurden in der Eignungsprüfung verwendet:

Tabelle 14: Eingesetzte Filtermaterialien

Messgerät	Filtermaterial, Typ	Hersteller
Referenzgeräte LVS3 bzw. SEQ47/50 (nur UK)	Emfab <sup>™</sup> , $\varnothing$ 47 mm	Pall

Die Behandlung der Filter entspricht den Anforderungen der DIN EN 14907.

Die Verfahren zur Behandlung der Filter und zur Wägung sind im Detail im Anhang 2 zu die-  
sem Bericht beschrieben.

## 5. Referenzmessverfahren

Im Rahmen des Feldtestes in den Jahren 2012-2014 wurden gemäß der DIN EN 12341 und der DIN EN 14907 folgende Geräte eingesetzt:

1. als Referenzgerät PM<sub>10</sub>: Kleinfiltergerät Low Volume Sampler LVS3  
Hersteller: Ingenieurbüro Sven Leckel, Leberstraße 63, Berlin, Deutschland  
Herstelldatum: 2007  
PM<sub>10</sub>-Probenahmekopf
2. als Referenzgerät PM<sub>2,5</sub>: Kleinfiltergerät Low Volume Sampler LVS3  
Hersteller: Ingenieurbüro Sven Leckel, Leberstraße 63, Berlin, Deutschland  
Herstelldatum: 2007  
PM<sub>2,5</sub>-Probenahmekopf

An den zusätzlichen Vergleichskampagnen in UK kamen für die Messkomponenten PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> je zwei Referenzsysteme vom Typ Filterwechsler SEQ47/50 zum Einsatz. Der Filterwechsler basiert technisch auf dem Kleinfiltergerät LVS3. Der Filterwechselmechanismus zusammen mit dem Vorrats- und Ablagemagazin ermöglicht eine kontinuierliche 24-h-Probenahme für die Dauer von bis zu 15 Tagen. Das gesamte Probenahmesystem wird durch einen Luftmantel gekühlt – hierzu ist zusätzlich das eigentliche Ansaugrohr in einem durchspülten Aluminiumhüllrohr installiert.

Während der Prüfung wurden parallel jeweils zwei Referenzgeräte für PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> mit einem geregelten Durchsatz von 2,3 m<sup>3</sup>/h betrieben. Die Volumenstromregelgenauigkeit beträgt unter realen Einsatzbedingungen < 1 % des Nennvolumenstroms.

Die Probenahmeluft beim Kleinfiltergerät LVS3 bzw. SEQ47/50 wird von der Drehschieber-Vakuumpumpe über den Probenahmekopf gesaugt, der Probeluft-Volumenstrom wird hierbei zwischen Filter und Vakuumpumpe mit einer Messblende gemessen. Die angesaugte Luft strömt von der Pumpe aus über einen Abscheider für den Abrieb der Drehschieber zum Luftauslass.

Nach beendeter Probenahme zeigt die Messelektronik das angesaugte Probeluftvolumen in Norm- oder Betriebs-m<sup>3</sup> an.

Die PM<sub>10</sub> bzw. die PM<sub>2,5</sub> Konzentration wurde ermittelt, in dem die im Labor gravimetrisch bestimmte Schwebstaubmenge auf dem jeweiligen Filter durch das zugehörige durchgesetzte Probeluftvolumen in Betriebs-m<sup>3</sup> dividiert wurde.



## **6. Prüfergebnisse**

### **6.1 1 Messbereiche**

*Die Messbereiche müssen die folgenden Anforderungen einhalten:*

*0 µg/m<sup>3</sup> bis 1000 µg/m<sup>3</sup> als 24-h-Mittelwert*

*0 µg/m<sup>3</sup> bis 10000 µg/m<sup>3</sup> als 1-h-Mittelwert, falls zutreffend*

### **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

### **6.3 Durchführung der Prüfung**

Es wurde geprüft, ob der Messbereichsendwert der Messeinrichtung die entsprechenden Anforderungen einhält.

### **6.4 Auswertung**

An der Messeinrichtung ist ein maximaler Messbereich von bis zu 4000 Partikel/cm<sup>3</sup> (bei 10 % Koinzidenzfehler) möglich, was in etwa einer Maximalkonzentration von 0-10.000 µg/m<sup>3</sup> entspricht (vermessen mit standardisiertem Staub SAE Fine).

Messbereich: 0 – 10.000 µg/m<sup>3</sup>

### **6.5 Bewertung**

Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung liegt bei ca. 4000 Partikel/cm<sup>3</sup> (bei 10 % Koinzidenzfehler), was in etwa einer Maximalkonzentration von 0-10.000 µg/m<sup>3</sup> entspricht (vermessen mit standardisiertem Staub SAE Fine).

Mindestanforderung erfüllt? ja

### **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **6.1 2 Negative Signale**

*Negative Signale dürfen nicht unterdrückt werden.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Es wurde im Labor- wie auch Feldtest geprüft, ob die Messeinrichtung auch negative Messwerte ausgeben kann.

## **6.4 Auswertung**

Die Messeinrichtung kann sowohl über Display wie auch über die Datenausgänge negative Werte ausgeben, allerdings traten zu keinem Zeitpunkt der Prüfung negative Messsignale auf. Negative Messsignale sind messprinzip- und bauartbedingt nicht zu erwarten.

## **6.5 Bewertung**

Negative Messsignale können von der Messeinrichtung direkt angezeigt und über die entsprechenden Messsignalausgänge ausgegeben werden, sind aber messprinzip- und bauartbedingt nicht zu erwarten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.



### **6.1 3 Nullniveau und Nachweisgrenze (7.4.3)**

*Nullniveau:  $\leq 2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$*

*Nachweisgrenze:  $\leq 2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$*

### **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Nullfilter zur Nullpunktsüberprüfung

### **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Nullkonzentration und die Nachweisgrenze der AMS sind aus 15 24-h-Mittelwerten zu bestimmen, die bei der Probenahme von Nullluft erhalten werden (gleitende oder überlap-  
pende Mittelwerte sind nicht erlaubt). Der Mittelwert dieser 15 24-h-Mittelwerte wird als das  
Nullniveau verwendet. Die Nachweisgrenze wird als das 3,3-fache der Standardabweichung  
der 15 24-h-Mittelwerte berechnet.

Die Bestimmung des Nullniveaus und der Nachweisgrenze erfolgten bei den Testgeräten  
SN 0111 und SN 0112 durch den Betrieb der Messeinrichtung mit jeweils an beiden Messge-  
räteeinlässen installiertem Null-Filtern. Die Aufgabe von schwebstaubfreier Probenluft erfolg-  
te über 15 Tage für die Dauer von jeweils 24 h.

### **6.4 Auswertung**

Die Nachweisgrenze X wird aus der Standardabweichung  $s_{x_0}$  der Messwerte bei Ansaugung  
von schwebstaubfreier Probenluft durch beide Testgeräte ermittelt. Sie entspricht der mit  
Faktor 3,3 multiplizierten Standardabweichung des Mittelwertes  $\bar{x}_0$  der Messwerte  $x_{0i}$  für das  
jeweilige Testgerät:

$$X = 3,3 \cdot s_{x_0} \quad \text{mit} \cdot s_{x_0} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1,n} (x_{0i} - \bar{x}_0)^2}$$

### **6.5 Bewertung**

Das Nullniveau und die Nachweisgrenze ermittelte sich aus den Untersuchungen für beide  
Geräte sowohl für  $\text{PM}_{10}$  als auch für  $\text{PM}_{2,5}$  zu  $<0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Mindestanforderung erfüllt? ja

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 65 von 214

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 15: Nullniveau und Nachweisgrenze PM<sub>10</sub>

		Gerät SN 0111	Gerät SN 0112
Anzahl der Werte n		15	15
Mittelwert der Leerwerte (Nullniveau) $\bar{x}_0$	µg/m <sup>3</sup>	0,0001924	0,0000002
Standardabweichung der Werte $s_{x0}$	µg/m <sup>3</sup>	0,0004064	0,0000003
Nachweisgrenze x	µg/m <sup>3</sup>	<b>1,34E-03</b>	<b>1,01E-06</b>

Tabelle 16: Nullniveau und Nachweisgrenze PM<sub>2,5</sub>

		Gerät SN 0111	Gerät SN 0112
Anzahl der Werte n		15	15
Mittelwert der Leerwerte (Nullniveau) $\bar{x}_0$	µg/m <sup>3</sup>	0,0001638	0,0000002
Standardabweichung der Werte $s_{x0}$	µg/m <sup>3</sup>	0,0004036	0,0000003
Nachweisgrenze x	µg/m <sup>3</sup>	<b>1,33E-03</b>	<b>1,01E-06</b>

Die Einzelmesswerte zur Bestimmung der Nachweisgrenze können der Anlage 1 im Anhang entnommen werden.



## **6.1 4 Genauigkeit des Volumenstroms (7.4.4)**

*Die relative Differenz zwischen dem Mittelwert der Messergebnisse für den Volumenstrom bei zwei Temperaturen der umgebenden Luft muss  $\leq 2,0$  % betragen.*

*Die ermittelte relative Differenz zwischen dem Mittelwert der Messergebnisse für den Volumenstrom bei zwei Temperaturen der umgebenden Luft muss die folgenden Leistungskriterien erfüllen:*

*$\leq 2,0$  %*

- *in der Regel für 5 °C und 40 °C bei Aufstellung in temperaturkontrollierter Umgebung*
- *bei der durch den Hersteller festgelegten Mindest- und Höchsttemperatur, sofern diese von den in der Regel anzuwendenden Temperaturen abweichen.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Klimakammer für den Temperaturbereich -20 bis +50 °C ein Referenzdurchflussmesser gemäß Punkt 4 bereitgestellt.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Messeinrichtungen vom Typ Fidas® 200 arbeiten mit einer Durchflussrate von 4,8 l/min @ 25 °C und 1013 hPa.

Mit Hilfe eines Referenzdurchflussmessers wurde bei je -20°C und +50 °C für beide Messeinrichtungen in der Version Fidas® 200 S der Volumenstrom durch 10 Messungen über 1 Stunde mit dem vom Hersteller festgelegten Betriebsvolumenstrom durchgeführt. Die Messungen waren gleichmäßig über den Messzeitraum verteilt.

Darüber hinaus wurde das Messprogramm für die Temperaturen +5 °C und +40 °C mit einem Fidas 200 S mit geöffneter Gehäusetür und ausgeschalteter Gehäuseheizung/-lüftung wiederholt, um die Prüfung auch explizit für die zulässigen Umgebungstemperaturen für die Versionen Fidas® 200 und Fidas® 200 E durchzuführen.

## **6.4 Auswertung**

Aus den ermittelten 10 Messwerten pro Temperaturstufe wurden die Mittelwerte gebildet und die Abweichungen zum vom Hersteller festgelegten Betriebsvolumenstrom ermittelt.

## **6.5 Bewertung**

Die ermittelte relative Differenz zwischen dem Mittelwert der Messergebnisse für den Volumenstrom bei -20°C und +50°C lag bei maximal -1,99 % (Fidas® 200 S) sowie bei +5°C und +40°C bei maximal 1,08 % (Fidas® 200 / Fidas® 200 E).

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Ergebnisse der Durchflussmessungen bei den zulässigen Umgebungstemperaturen sind in Tabelle 17 und Tabelle 18 dargestellt.

Tabelle 17: Genauigkeit des Volumenstroms bei -20 °C und +50 °C (Fidas® 200 S)

		Gerät SN 7146	Gerät SN 7147
Sollwert Durchflussrate	l/min	4,8	4,8
Mittelwert bei -20°C	l/min	4,82	4,86
Abw. vom Sollwert	%	0,45	1,26
Mittelwert bei 50°C	l/min	4,78	4,70
Abw. vom Sollwert	%	-0,32	-1,99

Tabelle 18: Genauigkeit des Volumenstroms bei +5 °C und +40 °C (Fidas® 200/ Fidas® 200 E)

		Gerät SN 7146	Gerät SN 7147
Sollwert Durchflussrate	l/min	4,8	4,8
Mittelwert bei 5°C	l/min	4,77	4,85
Abw. vom Sollwert	%	-0,56	1,08
Mittelwert bei 40°C	l/min	4,79	4,78
Abw. vom Sollwert	%	-0,17	-0,49

Die Einzelmesswerte zur Bestimmung der Genauigkeit des Volumenstroms können der Anlage 2 im Anhang entnommen werden.



## **6.1 5 Konstanz des Probenvolumenstroms (7.4.5)**

*Der Momentanwert des Volumenstroms und der über den Probenahmezeitraum gemittelte Volumenstrom sollten die folgenden Leistungsanforderungen erfüllen:*  
*≤ 2,0 % des Sollwertes des Volumenstroms (gemittelter Probendurchfluss)*  
*≤ 5 % des Sollwertes des Volumenstroms (Momentanwert des Probendurchflusses)*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Für die Prüfung wurden zusätzlich ein Durchflussmesser gemäß Punkt 4 bereitgestellt.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Messeinrichtungen vom Typ Fidas<sup>®</sup> 200 arbeiten mit einer Durchflussrate von  $4,8 \pm 0,15$  l/min @ 25 °C und 1013 hPa.

Der Probenahmestrom wurde vor dem ersten Feldteststandort kalibriert und dann vor den Feldteststandorten mit Hilfe eines Massendurchflussmessers auf Korrektheit überprüft und falls erforderlich nachjustiert.

Um die Konstanz des Probenahmestroms zu ermitteln, wurde die Durchflussrate über 24 h mit Hilfe eines Massendurchflussmessers aufgezeichnet und ausgewertet.

## **6.4 Auswertung**

Aus den ermittelten Messwerten für den Durchfluss wurden Mittelwert, Standardabweichung sowie Maximal- und Minimalwert bestimmt.

## 6.5 Bewertung

Die Ergebnisse der vor den Feldteststandorten durchgeführten Überprüfungen der Durchflussrate sind in Tabelle 19 dargestellt.

Tabelle 19: Ergebnisse Kontrolle Durchflussrate

Durchflussüberprüfung vor Standort:	SN 0111		SN 0112	
	[l/min]	Abw. vom Soll [%]	[l/min]	Abw. vom Soll [%]
Köln, Sommer	4,87	1,5	4,88	1,7
Köln, Winter	4,78	-0,4	4,80	0,0
Bonn, Winter	4,77	-0,6	4,77	-0,6
Bornheim, Sommer	4,91	2,3	4,89	1,9

Die grafischen Darstellungen der Konstanz des Durchflusses zeigen, dass alle während der Probenahme ermittelten Messwerte weniger als  $\pm 5$  % vom jeweiligen Sollwert abweichen. Die Abweichung der 24h-Mittelwerte für den Gesamtdurchfluss von 4,8 l/min @ 25 °C und 1013 hPa sind ebenfalls deutlich kleiner als die geforderten  $\pm 2,0$  % vom Sollwert.

Alle ermittelten Tagesmittelwerte weichen weniger als  $\pm 2,0$  %, alle Momentanwerte weniger als  $\pm 5$  % vom Sollwert ab.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses des Sollwertes des Volumensstroms

In Tabelle 20 sind die ermittelten Kenngrößen für den Durchfluss aufgeführt. Abbildung 39 bis Abbildung 40 zeigen eine grafische Darstellung der Durchflussmessungen an den beiden Testgeräten SN 0111 und SN 0112.

Tabelle 20: Kenngrößen für die Gesamtdurchflussmessung (24h-Mittel), SN 0111 & SN 0112

		Gerät SN 0111	Gerät SN 0112
Mittelwert	l/min	4,81	4,80
Abw. vom Sollwert	%	0,29	0,00
Standardabweichung	l/min	0,05	0,01
Minimalwert	l/min	4,60	4,60
Maximalwert	l/min	5,00	5,00

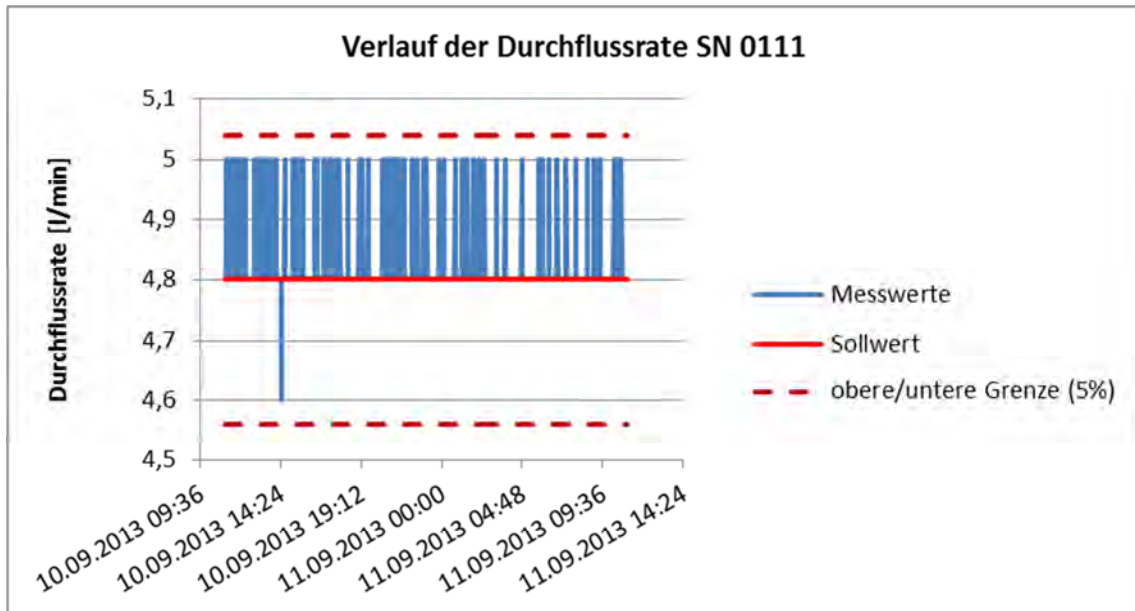


Abbildung 39: Durchfluss am Testgerät SN 0111

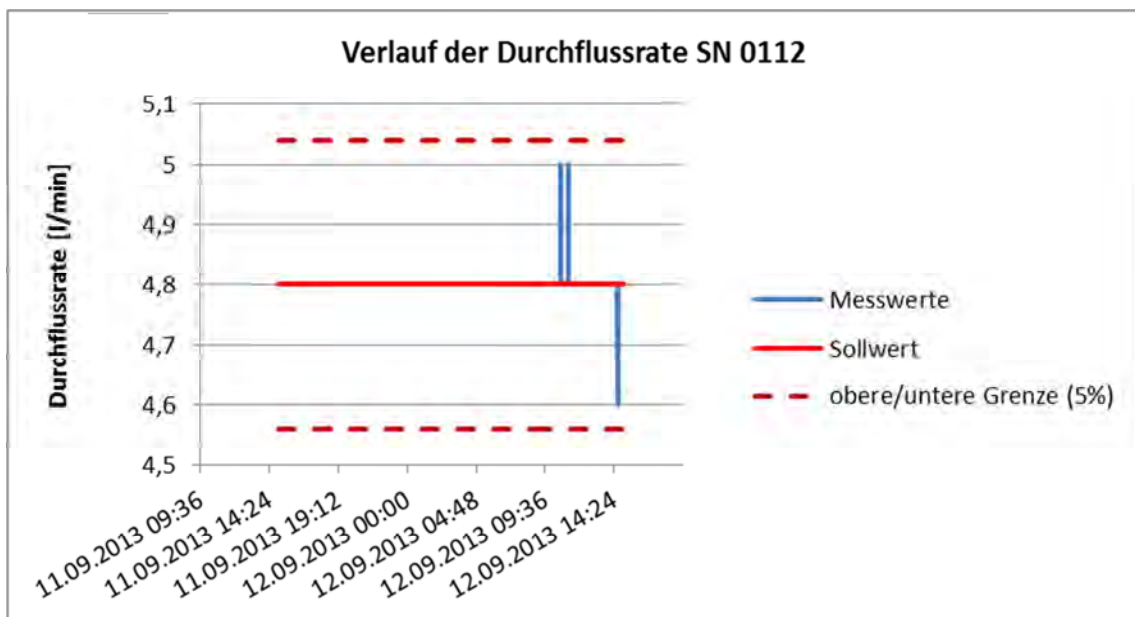


Abbildung 40: Durchfluss am Testgerät SN 0112

## 6.1 6 Dichtheit des Probenahmesystems (7.4.6)

*Die Undichtigkeit muss  $\leq 2,0$  % des Probenvolumenstroms betragen oder die Spezifikationen des Herstellers der AMS unter Einhaltung der geforderten Datenqualitätsziele (DQO) erfüllen.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht notwendig.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Der Durchflusssensor der Messeinrichtungen vom Typ Fidas® 200 ist unmittelbar vor der Pumpe angeordnet. Um die Leckrate der Messeinrichtung zu bestimmen, wird gemäß Kapitel 4.2 des Handbuchs das Gerät in den Kalibriermodus geschaltet und der Geräteeingang z.B. mit dem Daumen oder einem Stopfen abgedichtet. Die vom Gerät gemessene Durchflussrate muss dann gemäß Herstellerangaben auf  $0 \pm 0,1$  l/min absinken.

Diese Prozedur wurde jeweils zu Beginn eines jeden Feldteststandorts durchgeführt.

Es wird empfohlen, die Dichtigkeit der Messeinrichtung mit Hilfe der beschriebenen Prozedur alle 3 Monate zu überprüfen.

## 6.4 Auswertung

Die Dichtigkeitsprüfung wurde jeweils zu Beginn eines jeden Feldteststandorts durchgeführt.

Das vom Gerätehersteller vorgegebene Kriterium zum Bestehen der Dichtigkeitsprüfung – Durchfluss maximal  $0 \pm 0,1$  l/min bei blockiertem Einlass - erwies sich in der Prüfung als geeignete Kenngröße zur Überwachung der Gerätedichtigkeit.

Die maximal ermittelte Leckrate von 0,04 l/min ist kleiner als 2,0 % des Probenvolumenstroms von 4,8 l/min.

## 6.5 Bewertung

Das vom Gerätehersteller vorgegebene Kriterium zum Bestehen der Dichtigkeitsprüfung – Durchfluss maximal  $0 \pm 0,1$  l/min bei blockiertem Einlass - erwies sich in der Prüfung als geeignete Kenngröße zur Überwachung der Gerätedichtigkeit. Die maximal ermittelte Leckrate von 0,04 l/min ist kleiner als 2,0 % des nominalen Probenvolumenstroms von 4,8 l/min.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 21 enthält die ermittelten Werte aus der Dichtigkeitsprüfung.

Tabelle 21: Ergebnisse der Dichtigkeitsprüfungen im Feldtest

Standort	Datum	SN 0111	SN 0112	max. zulässige Leckrate in l/min
		Leckrate in l/min	Leckrate in l/min	
Köln, Sommer	09.05.2012	0,03	0,03	0 ± 0,1
Köln, Winter	22.11.2012	0,04	0,04	0 ± 0,1
Bonn, Winter	26.02.2013	0,03	0,04	0 ± 0,1
Bornheim, Sommer	13.05.2013	0,02	0,03	0 ± 0,1

## 6.1 7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur (7.4.7.)

Die ermittelten Differenzen müssen die folgenden Leistungskriterien erfüllen:

Nullpunkt:

$\leq 2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$

- in der Regel von 5 °C bis 40 °C bei Aufstellung in temperaturkontrollierter Um-  
gebung
- bei der durch den Hersteller festgelegten Mindest- und Höchsttemperatur, so-  
fern diese von den in der Regel anzuwendenden Temperaturen abweichen.

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Klimakammer für den Temperaturbereich -20 bis +50 °C, Nullfilter zur Nullpunktsüberprüfung

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Abhängigkeit des Anzeigewertes am Nullpunkt von der Umgebungstemperatur wurde bei den folgenden Temperaturen (innerhalb der Herstellerangaben) bestimmt:

- a) bei einer Nenntemperatur  $T_{S,n} = 20 \text{ °C}$ ;
- b) bei einer Mindesttemperatur  $T_{S,1} = -20 \text{ °C}$  (Fidas® 200 S)  
bzw. 5 °C (Fidas® 200 / Fidas® 200 E);
- c) bei einer Höchsttemperatur  $T_{S,2} = 50 \text{ °C}$  (Fidas® 200 S)  
bzw. 40 °C (Fidas® 200 / Fidas® 200 E).

Zur Untersuchung der Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur wurden die vollständigen Messeinrichtungen in der Klimakammer betrieben (Fidas® 200 S in der Erstprüfung, Fidas® 200 und Fidas® 200 E in Zusatzuntersuchungen zur Qualifizierung der jeweiligen Geräteversion).

Für die Nullpunktsuntersuchungen wurde den Testgeräten durch Montage von Null-Filtern am Geräteinlass schwebstaubfreie Probenluft zugeführt.

Die Prüfungen wurden mit der Temperaturreihenfolge  $T_{S,n} - T_{S,1} - T_{S,n} - T_{S,2} - T_{S,n}$  durchgeführt.

Nach einer Äquilibrierzeit von mindestens 6 h pro Temperaturstufe erfolgte die Aufnahme der Messwerte am Nullpunkt (3 Messwerte pro Temperaturstufe).

## 6.4 Auswertung

Es wurden die Messwerte für die Konzentration der jeweiligen Einzelmessungen ausgelesen und ausgewertet.

Um eine mögliche Drift durch andere Faktoren als die Temperatur auszuschließen, wurden die Messwerte bei  $T_{S,n}$  gemittelt.

Die Differenzen zwischen den Anzeigewerten bei den beiden Extremwerten der Temperatur und  $T_{S,n}$  wurden bestimmt.

## 6.5 Bewertung

Der geprüfte Umgebungstemperaturbereich am Aufstellungsort der Messeinrichtung beträgt -20 °C bis +50 °C (Fidas<sup>®</sup> 200 S) bzw. +5 °C bis +40 °C (Fidas<sup>®</sup> 200 / Fidas<sup>®</sup> 200 E). Bei Betrachtung der vom Gerät ausgegebenen Werte konnte für alle drei geprüften Geräteversionen ein maximaler Einfluss der Umgebungstemperatur auf den Nullpunkt von <0,1 µg/m<sup>3</sup> sowohl für PM<sub>2,5</sub> als auch für PM<sub>10</sub> festgestellt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 22: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Fidas<sup>®</sup> 200 S, Abweichung in µg/m<sup>3</sup>, Mittelwert aus drei Messungen, PM<sub>10</sub>, SN 0111 & SN 0112

Temperatur	SN 0111		SN 0112	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C
°C	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
-20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
50	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mittelwert bei 20°C	<0,1	-	<0,1	-

Tabelle 23: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Fidas® 200 S, Abweichung in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Mittelwert aus drei Messungen, PM<sub>2,5</sub>, SN 0111 & SN 0112

Temperatur	SN 0111		SN 0112	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C
°C	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
-20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
50	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mittelwert bei 20°C	<0,1	-	<0,1	-

Tabelle 24: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Fidas® 200, Abweichung in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Mittelwert aus drei Messungen, PM<sub>2,5</sub>, SN 5048 & SN 5049

Temperatur	SN 5048		SN 5049	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C
°C	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
40	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mittelwert bei 20°C	<0,1	-	<0,1	-



Tabelle 25: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Fidas<sup>®</sup> 200,  
Abweichung in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Mittelwert aus drei Messungen, PM<sub>2,5</sub>, SN 5048 & SN 5049

Temperatur	SN 5048		SN 5049	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C
°C	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
40	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mittelwert bei 20°C	<0,1	-	<0,1	-

Tabelle 26: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Fidas<sup>®</sup> 200 E,  
Abweichung in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Mittelwert aus drei Messungen, PM<sub>10</sub>, SN 6623 & SN 6624

Temperatur	SN 6623		SN 6624	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C
°C	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
40	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mittelwert bei 20°C	<0,1	-	<0,1	-

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 77 von 214

Tabelle 27: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Fidas® 200 E, Abweichung in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Mittelwert aus drei Messungen, PM<sub>2,5</sub>, SN 6623 & SN 6624

Temperatur	SN 6623		SN 6624	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C
°C	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
40	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mittelwert bei 20°C	<0,1	-	<0,1	-

Die jeweiligen Ergebnisse der Einzelmessungen können der Anlage 3 im Anhang entnommen werden.



## 6.1 8 Abhängigkeit der Empfindlichkeit des Messgerätes (Span) von der Umgebungstemperatur (7.4.7)

*Die ermittelten Differenzen müssen die folgenden Leistungskriterien erfüllen:*

*Empfindlichkeit des Messgerätes (Span):*

*≤ 5 % vom Wert bei der Nennprüftemperatur*

- in der Regel von 5 °C bis 40 °C bei Aufstellung in temperaturkontrollierter Umgebung*
- bei der durch den Hersteller festgelegten Mindest- und Höchsttemperatur, sofern diese von den in der Regel anzuwendenden Temperaturen abweichen.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Klimakammer für den Temperaturbereich -20 bis +50 °C, CalDust 1100 bzw. MonoDust 1500 zur Referenzpunktsüberprüfung.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Abhängigkeit der Empfindlichkeit des Messgerätes (Span) von der Umgebungstemperatur wurde bei den folgenden Temperaturen (innerhalb der Herstellerangaben) bestimmt:

- a) bei einer Nenntemperatur  $T_{S,n} = 20 \text{ °C}$ ;
- b) bei einer Mindesttemperatur  $T_{S,1} = -20 \text{ °C}$  (Fidas® 200 S)  
bzw.  $5 \text{ °C}$  (Fidas® 200 / Fidas® 200 E);
- c) bei einer Höchsttemperatur  $T_{S,2} = 50 \text{ °C}$  (Fidas® 200 S)  
bzw.  $40 \text{ °C}$  (Fidas® 200 / Fidas® 200 E).

Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Empfindlichkeit des Messgerätes (Span) von der Umgebungstemperatur wurden die vollständigen Messeinrichtungen in der Klimakammer betrieben (Fidas® 200 S in der Erstprüfung, Fidas® 200 und Fidas® 200 E in Zusatzuntersuchungen zur Qualifizierung der jeweiligen Geräteversion).

Für die Referenzpunktsuntersuchungen wurde bei den Testgeräten zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit die Peakposition bei Aufgabe von monodispersen Prüfstaub CalDust 1100 (Fidas® 200 S / Fidas® 200) bzw. MonoDust 1500 (Fidas® 200 E) überprüft und ausgewertet.

Bei Aufgabe des Prüfstaubes CalDust 1100 ist ein Peak in der Größenverteilung generell im Kanal 130 zu erwarten (dies entspricht einer Partikelgröße von  $0,93 \mu\text{m}$ ), bei Aufgabe des Prüfstaubs MonoDust 1500 je nach Prüfzertifikat (in den Prüfungen bei Kanal 141,1, entsprechend einer Partikelgröße von  $1,28 \mu\text{m}$ ). Um Abweichungen in der Einklassierung quantifizierbar zu machen, wurde auf Basis der vorhandenen Felddatensätze aus der Eignungsprüfung errechnet, welche Auswirkung eine Peakverschiebung bis zu maximal  $\pm 3$  Kanälen auf einen PM-Messwert hätte. Zur Auswertung wurden dann für den Idealfall (für CalDust 1100 mit Peak exakt im Kanal 130 bzw. für MonoDust 1500 mit Peak exakt im Kanal 141,1) ein hypothetischer Messwert für  $\text{PM}_{2,5}$  von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und für  $\text{PM}_{10}$  von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  angesetzt und dann je nach Peakverschiebung der entsprechend zu erwartende Konzentrationswert gemäß der Matrix in Kapitel 4.2 Laborprüfung ermittelt.

Die Prüfungen wurden mit der Temperaturreihenfolge  $T_{S,n} - T_{S,1} - T_{S,n} - T_{S,2} - T_{S,n}$  durchgeführt.

Nach einer Äquilibrizierungszeit von mindestens 6 h pro Temperaturstufe erfolgte die Aufnahme der Messwerte am Nullpunkt (3 Messwerte pro Temperaturstufe).

#### 6.4 Auswertung

Es wurden die Werte für die Konzentration der jeweiligen Einzelmessungen mit monodispersen Prüfstaub ermittelt und ausgewertet.

Um eine mögliche Drift durch andere Faktoren als die Temperatur auszuschließen, wurden die Messwerte bei  $T_{S,n}$  gemittelt.

Die Differenzen zwischen den Anzeigewerten bei den beiden Extremwerten der Temperatur und  $T_{S,n}$  wurden bestimmt.

#### 6.5 Bewertung

Der geprüfte Umgebungstemperaturbereich am Aufstellungsort der Messeinrichtung beträgt  $-20\text{ °C}$  bis  $+50\text{ °C}$  (Fidas® 200 S) bzw.  $+5\text{ °C}$  bis  $+40\text{ °C}$  (Fidas® 200 / Fidas® 200 E). Am Referenzpunkt konnten keine Abweichungen  $> 4,9\%$  für  $PM_{2,5}$  bzw.  $> 4,5\%$  für  $PM_{10}$  (Fidas® 200 S),  $> -1,9\%$  für  $PM_{2,5}$  bzw.  $> -1,9\%$  für  $PM_{10}$  (Fidas® 200) und  $> -4,8\%$  für  $PM_{2,5}$  bzw.  $> -4,6\%$  für  $PM_{10}$  (Fidas® 200 E) ermittelt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

#### 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 28: Abhängigkeit der Empfindlichkeit (CalDust 1100) von der Umgebungstemperatur, Fidas® 200 S, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen,  $PM_{10}$ , SN 0111 & SN 0112

Temperatur	SN 0111		SN 0112	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei $20\text{ °C}$	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei $20\text{ °C}$
$\text{°C}$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	%	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	%
20	40,0	0,0	40,0	-0,1
-20	38,2	-4,4	41,8	4,5
20	39,9	-0,2	40,0	0,0
50	39,5	-1,2	40,0	0,0
20	40,0	0,1	40,1	0,1
Mittelwert bei $20\text{ °C}$	40,0	-	40,0	-

Tabelle 29: Abhängigkeit der Empfindlichkeit (CalDust 1100) von der Umgebungstemperatur, Fidas<sup>®</sup> 200 S, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM<sub>2,5</sub>, SN 0111 & SN 0112

Temperatur	SN 0111		SN 0112	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C
°C	[µg/m <sup>3</sup> ]	%	[µg/m <sup>3</sup> ]	%
20	25,0	0,0	25,0	-0,1
-20	23,9	-4,4	26,2	4,9
20	25,0	-0,2	25,0	0,0
50	24,7	-1,2	25,0	0,0
20	25,0	0,1	25,0	0,1
Mittelwert bei 20°C	25,0	-	25,0	-

Tabelle 30: Abhängigkeit der Empfindlichkeit (CalDust 1100) von der Umgebungstemperatur, Fidas<sup>®</sup> 200, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM<sub>10</sub>, SN 5048 & SN 5049

Temperatur	SN 5048		SN 5049	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C
°C	[µg/m <sup>3</sup> ]	%	[µg/m <sup>3</sup> ]	%
20	40,0	0,3	40,0	0,3
5	39,1	-1,9	39,2	-1,6
20	39,7	-0,5	39,8	-0,1
40	40,4	1,3	40,3	0,9
20	40,0	0,2	39,8	-0,1
Mittelwert bei 20°C	39,9	-	39,9	-

Tabelle 31: Abhängigkeit der Empfindlichkeit (CalDust 1100) von der Umgebungstemperatur, Fidas® 200, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM<sub>2,5</sub>, SN 5048 & SN 5049

Temperatur	SN 5048		SN 5049	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C
°C	[µg/m³]	%	[µg/m³]	%
20	25,0	0,3	25,0	0,3
5	24,4	-1,9	24,5	-1,6
20	24,8	-0,6	24,9	-0,2
40	25,3	1,4	25,2	1,1
20	25,0	0,2	24,9	-0,2
Mittelwert bei 20°C	24,9	-	24,9	-

Tabelle 32: Abhängigkeit der Empfindlichkeit (MonoDust 1500) von der Umgebungstemperatur, Fidas® 200 E, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM<sub>10</sub>, SN 6623 & SN 6624

Temperatur	SN 6623		SN 6624	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C
°C	[µg/m³]	%	[µg/m³]	%
20	40,7	0,7	40,5	0,7
5	41,0	1,4	39,8	-1,1
20	40,3	-0,3	40,1	-0,2
40	38,5	-4,6	40,4	0,5
20	40,3	-0,3	40,0	-0,5
Mittelwert bei 20°C	40,4	-	40,2	-

Tabelle 33: Abhängigkeit der Empfindlichkeit (MonoDust 1500) von der Umgebungstemperatur, Fidas<sup>®</sup> 200 E, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM<sub>2,5</sub>, SN 6623 & SN 6624

Temperatur	SN 6623		SN 6624	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C
°C	[µg/m <sup>3</sup> ]	%	[µg/m <sup>3</sup> ]	%
20	25,5	0,7	25,3	0,8
5	25,7	1,6	24,9	-1,1
20	25,2	-0,4	25,1	-0,3
40	24,1	-4,8	25,3	0,5
20	25,2	-0,4	25,0	-0,5
Mittelwert bei 20°C	25,3	-	25,1	-

Die jeweiligen Ergebnisse der 3 Einzelmessungen können der Anlage 3 im Anhang entnommen werden.

## 6.1 9 Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung (7.4.8)

*Die ermittelten Differenzen müssen die folgenden Leistungskriterien erfüllen:  
Empfindlichkeit des Messgerätes (Span):  
≤ 5 % vom Wert bei der Nennprüfspannung*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Trennstelltrafo, MonoDust 1500 zur Referenzpunktsüberprüfung.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung wurde die Netzspannung ausgehend von 230 V auf 195 V reduziert und anschließend über die Zwischenstufe 230 V auf 253 V erhöht.

Für die Referenzpunktsuntersuchungen wurde bei den Testgeräten SN 6486 und SN 7147 zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit die Peakposition bei Aufgabe von MonoDust 1500 überprüft und ausgewertet.

Bei Aufgabe des Prüfstaubs MonoDust 1500 ist ein Peak in der Größenverteilung gemäß Prüfzertifikat (in den Prüfungen bei Kanal 141,1, entsprechend einer Partikelgröße von 1,28 µm) zu erwarten. Um Abweichungen in der Einklassierung quantifizierbar zu machen, wurde auf Basis der vorhandenen Felddatensätze aus der Eignungsprüfung errechnet, welche Auswirkung eine Peakverschiebung bis zu maximal ±3 Kanälen auf einen PM-Messwert hätte. Zur Auswertung wurden dann für den Idealfall (für MonoDust 1500 mit Peak exakt im Kanal 141,1) ein hypothetischer Messwert für PM<sub>2,5</sub> von 25 µg/m<sup>3</sup> und für PM<sub>10</sub> von 40 µg/m<sup>3</sup> angesetzt und dann je nach Peakverschiebung der entsprechend zu erwartende Konzentrationswert gemäß der Matrix in Kapitel 4.2 Laborprüfung ermittelt.

## 6.4 Auswertung

Am Referenzpunkt wird die prozentuale Änderung des ermittelten Messwertes für jeden Prüfschritt bezogen auf den Ausgangspunkt bei 230 V betrachtet.



## 6.5 Bewertung

Durch Netzspannungsänderungen konnten keine Abweichungen > -0,4 % für PM<sub>2,5</sub> bzw. > -0,3 % für PM<sub>10</sub>, bezogen auf den Startwert von 230 V, festgestellt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 35 und Tabelle 34 zeigen eine zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse.

Tabelle 34: Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in %, PM<sub>10</sub>, SN 6486 & SN 7147

Netzspannung	SN 6486		SN 7147	
	Messwert	Abweichung zu Startwert bei 230 V	Messwert	Abweichung zu Startwert bei 230 V
V	[µg/m³]	%	[µg/m³]	%
230	40,00	-	39,93	-
195	39,90	-0,3	39,93	0,0
230	39,93	-0,2	39,97	0,1
253	39,90	-0,3	39,97	0,1
230	39,87	-0,3	40,00	0,2

Tabelle 35: Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in %, PM<sub>2,5</sub>, SN 6486 & SN 7147

Netzspannung	SN 6486		SN 7147	
	Messwert	Abweichung zu Startwert bei 230 V	Messwert	Abweichung zu Startwert bei 230 V
V	[µg/m³]	%	[µg/m³]	%
230	25,00	-	24,93	-
195	24,90	-0,4	24,93	0,0
230	24,93	-0,3	24,97	0,1
253	24,90	-0,4	24,97	0,1
230	24,90	-0,4	25,00	0,3

Die Einzelergebnisse können der Anlage 4 im Anhang entnommen werden.

## **6.1 10 Auswirkung des Ausfalls der Stromversorgung**

*Geräteparameter müssen gegen Verlust gesichert sein.  
Bei Rückkehr der Netzspannung muss das Gerät automatisch die Funktion wieder auf-  
nehmen.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Es wurde ein Stromausfall simuliert und geprüft, ob das Gerät unbeschädigt bleibt und nach Wiedereinschalten der Stromversorgung wieder messbereit ist.

## **6.4 Auswertung**

Im Falle eines Netzausfalles befindet sich die Messeinrichtung nach der Spannungswiederkehr nach dem Hochfahren des Windows Betriebssystems und des Fidas® Start-Up Managers innerhalb weniger Minuten wieder in messbarem Zustand.

## **6.5 Bewertung**

Alle Geräteparameter sind gegen Verlust durch Pufferung geschützt. Die Messeinrichtung befindet sich bei Spannungswiederkehr in störungsfreier Betriebsbereitschaft und führt selbstständig den Messbetrieb nach Erreichen des Gerätestatus „device ready“ wieder fort.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.



## **6.1 11 Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration (7.4.9)**

*Die größte Differenz zwischen den Messwerten im Bereich von 40 % bis 90 % relativer Feuchte muss das folgende Leistungskriterium erfüllen:  
≤ 2,0 µg/m<sup>3</sup> in Nullluft, bei einer stufenweisen Änderung der relativen Feuchte von 40 % bis 90 % in beide Richtungen.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Klimakammer mit Feuchteregelung für den Bereich 40 % bis 90 % relative Feuchte, Nullfilter zur Nullpunktsüberprüfung

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration in der Probenluft wurde durch Zufuhr von befeuchteter Nullluft im Bereich von 40 % bis 90 % relativer Feuchte ermittelt. Hierzu wurde die Messeinrichtung in der Version Fidas® 200 S (zugelassen für die Außenaufstellung) in der Klimakammer betrieben und die relative Feuchte der gesamten umgebende Atmosphäre gezielt variiert. Den Prüflingen SN 6486 und SN 7147 wurde für die Nullpunktuntersuchungen durch Montage von Null-Filtern an jeweils beiden Geräteeinlässen schwebstaubfreie Probenluft zugeführt.

Nach der Stabilisierung der relativen Feuchte und der Konzentrationsmesswerte der AMS wurde ein Anzeigewert über einen Mittelungszeitraum von 8 h bei 40 % relativer Feuchte aufgezeichnet. Die relative Feuchte wurde dann mit einer Rate von 25 % je Stunde auf 90 % erhöht. Die Zeit bis zur Einstellung des Gleichgewichts (Rampe) und der Anzeigewert über einen Mittelungszeitraum von 8 h bei 90 % relative Feuchte wurden aufgezeichnet. Anschließend wurde die Feuchte mit einer Rate von 25 % je Stunde zurück auf 40 % verringert. Erneut wurden die Zeit bis zur Einstellung des Gleichgewichts (Rampe) und der Anzeigewert über einen Mittelungszeitraum von 8 h bei 40 % relative Feuchte aufgezeichnet.

## **6.4 Auswertung**

Es wurden die Messwerte für die Nullkonzentrationen der jeweils 8-stündigen Einzelmessungen bei stabilen Feuchten ausgelesen und ausgewertet. Betrachtet wird die größte Differenz in µg/m<sup>3</sup> zwischen den Werten im Bereich von 40 % bis 90 % relative Feuchte.

## **6.5 Bewertung**

Alle ermittelten Differenzen zwischen den Messwerten bei 40 % und bei 90 % relativer Feuchte sind ≤ 0,1 µg/m<sup>3</sup>. Es konnte kein Einfluss auf die Nullmesswerte durch verschiedene Wasserdampfkonzentrationen ermittelt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 36: Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration, Abweichung in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM<sub>10</sub>, SN 6486 & SN 7147

rel. Luftfeuchte	SN 6486		SN 7147	
	Messwert	Abweichung zu Vorgängerwert	Messwert	Abweichung zu Vorgängerwert
%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
40	<0,1	-	<0,1	-
90	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
40	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Maximale Abweichung	<0,1		<0,1	
40 → 90*	<0,1		<0,1	
90 → 40*	<0,1		<0,1	

\* nur informativ

Tabelle 37: Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration, Abweichung in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM<sub>2,5</sub>, SN 6486 & SN 7147

rel. Luftfeuchte	SN 6486		SN 7147	
	Messwert	Abweichung zu Vorgängerwert	Messwert	Abweichung zu Vorgängerwert
%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
40	<0,1	-	<0,1	-
90	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
40	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Maximale Abweichung	<0,1		<0,1	
40 → 90*	<0,1		<0,1	
90 → 40*	<0,1		<0,1	

\* nur informativ



## **6.1 12 Nullpunktprüfungen (7.5.3)**

*Während der Prüfungen darf der absolute Messwert der AMS am Nullpunkt das fol-  
gende Kriterium nicht überschreiten:  
Absoluter Wert  $\leq 3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Nullfilter zur Nullpunktsüberprüfung

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung erfolgte im Rahmen des Feldtestes über einen Gesamtzeitraum von insgesamt ca. 14 Monaten.

Die Messeinrichtungen wurden im Rahmen eines regelmäßigen Checks ca. einmal pro Monat (inkl. zu Beginn und zum Ende jedes Standortes) mit Null-Filter an den Geräteeinlässen für einen Zeitraum jeweils mindestens 24 h betrieben und die gemessenen Nullwerte ausgewertet.

## **6.4 Auswertung**

Während der Prüfungen darf der absolute Messwert der AMS am Nullpunkt  $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht überschreiten.

## **6.5 Bewertung**

Der maximal ermittelte absolute Messwert am Nullpunkt lag sowohl für  $\text{PM}_{2,5}$  als auch für  $\text{PM}_{10}$  bei  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Tabelle 38 und Tabelle 39 enthalten die ermittelten Messwerte für den Nullpunkt in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Abbildung 41 bis Abbildung 44 zeigen eine grafische Darstellung der Nullpunktsdrift über den Untersuchungszeitraum.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 89 von 214

Tabelle 38: Nullpunktprüfungen SN 0111 & SN 0112, PM<sub>10</sub>, mit Nullfilter

Datum	SN 0111		Datum	SN 0112	
	Messwert	Messwert (absolut) ≤ 3,0 µg/m <sup>3</sup>		Messwert	Messwert (absolut) ≤ 3,0 µg/m <sup>3</sup>
	µg/m <sup>3</sup>			µg/m <sup>3</sup>	
10.05.2012	0,0	ok	10.05.2012	0,0	ok
11.05.2012	0,0	ok	11.05.2012	0,0	ok
12.05.2012	0,0	ok	12.05.2012	0,0	ok
13.05.2012	0,0	ok	13.05.2012	0,0	ok
16.06.2012	0,0	ok	16.06.2012	0,0	ok
17.06.2012	0,0	ok	17.06.2012	0,0	ok
20.07.2012	0,1	ok	20.07.2012	0,0	ok
21.07.2012	0,0	ok	21.07.2012	0,0	ok
22.07.2012	0,0	ok	22.07.2012	0,0	ok
17.08.2012	0,0	ok	17.08.2012	0,0	ok
18.08.2012	0,0	ok	18.08.2012	0,0	ok
19.08.2012	0,0	ok	19.08.2012	0,0	ok
19.11.2012	0,0	ok	19.11.2012	0,0	ok
20.11.2012	0,0	ok	20.11.2012	0,0	ok
11.01.2013	0,0	ok	11.01.2013	0,0	ok
12.01.2013	0,0	ok	12.01.2013	0,0	ok
13.01.2013	0,0	ok	13.01.2013	0,0	ok
05.02.2013	0,0	ok	05.02.2013	0,0	ok
06.02.2013	0,0	ok	06.02.2013	0,0	ok
27.02.2013	0,0	ok	27.02.2013	0,0	ok
28.02.2013	0,1	ok	28.02.2013	0,1	ok
30.03.2013	0,0	ok	30.03.2013	0,0	ok
31.03.2013	0,0	ok	31.03.2013	0,0	ok
01.04.2013	0,0	ok	01.04.2013	0,0	ok
26.04.2013	0,0	ok	26.04.2013	0,1	ok
27.04.2013	0,0	ok	27.04.2013	0,0	ok
28.04.2013	0,0	ok	28.04.2013	0,0	ok
14.05.2013	0,0	ok	14.05.2013	0,0	ok
15.05.2013	0,1	ok	15.05.2013	0,1	ok
22.06.2013	0,0	ok	22.06.2013	0,0	ok
23.06.2013	0,1	ok	23.06.2013	0,1	ok



Tabelle 39: Nullpunktprüfungen SN 0111 & SN 0112, PM<sub>2,5</sub>, mit Nullfilter

Datum	SN 0111		Datum	SN 0112	
	Messwert	Messwert (absolut) ≤ 3,0 µg/m³		Messwert	Messwert (absolut) ≤ 3,0 µg/m³
	µg/m³			µg/m³	
10.05.2012	0,0	ok	10.05.2012	0,0	ok
11.05.2012	0,0	ok	11.05.2012	0,0	ok
12.05.2012	0,0	ok	12.05.2012	0,0	ok
13.05.2012	0,0	ok	13.05.2012	0,0	ok
16.06.2012	0,0	ok	16.06.2012	0,0	ok
17.06.2012	0,0	ok	17.06.2012	0,0	ok
20.07.2012	0,1	ok	20.07.2012	0,0	ok
21.07.2012	0,0	ok	21.07.2012	0,0	ok
22.07.2012	0,0	ok	22.07.2012	0,0	ok
17.08.2012	0,0	ok	17.08.2012	0,0	ok
18.08.2012	0,0	ok	18.08.2012	0,0	ok
19.08.2012	0,0	ok	19.08.2012	0,0	ok
19.11.2012	0,0	ok	19.11.2012	0,0	ok
20.11.2012	0,0	ok	20.11.2012	0,0	ok
11.01.2013	0,0	ok	11.01.2013	0,0	ok
12.01.2013	0,0	ok	12.01.2013	0,0	ok
13.01.2013	0,0	ok	13.01.2013	0,0	ok
05.02.2013	0,0	ok	05.02.2013	0,0	ok
06.02.2013	0,0	ok	06.02.2013	0,0	ok
27.02.2013	0,0	ok	27.02.2013	0,0	ok
28.02.2013	0,1	ok	28.02.2013	0,1	ok
30.03.2013	0,0	ok	30.03.2013	0,0	ok
31.03.2013	0,0	ok	31.03.2013	0,0	ok
01.04.2013	0,0	ok	01.04.2013	0,0	ok
26.04.2013	0,0	ok	26.04.2013	0,0	ok
27.04.2013	0,0	ok	27.04.2013	0,0	ok
28.04.2013	0,0	ok	28.04.2013	0,0	ok
14.05.2013	0,0	ok	14.05.2013	0,0	ok
15.05.2013	0,0	ok	15.05.2013	0,1	ok
22.06.2013	0,0	ok	22.06.2013	0,0	ok
23.06.2013	0,0	ok	23.06.2013	0,0	ok

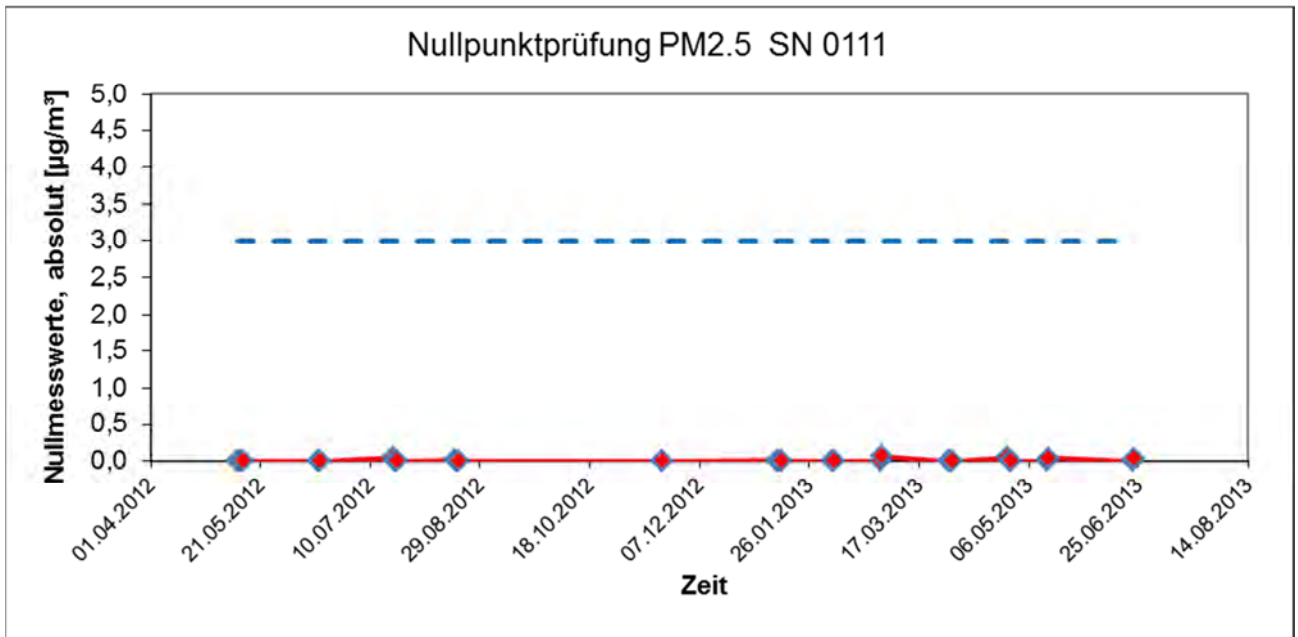


Abbildung 41: Nullpunktdrift SN 0111, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>

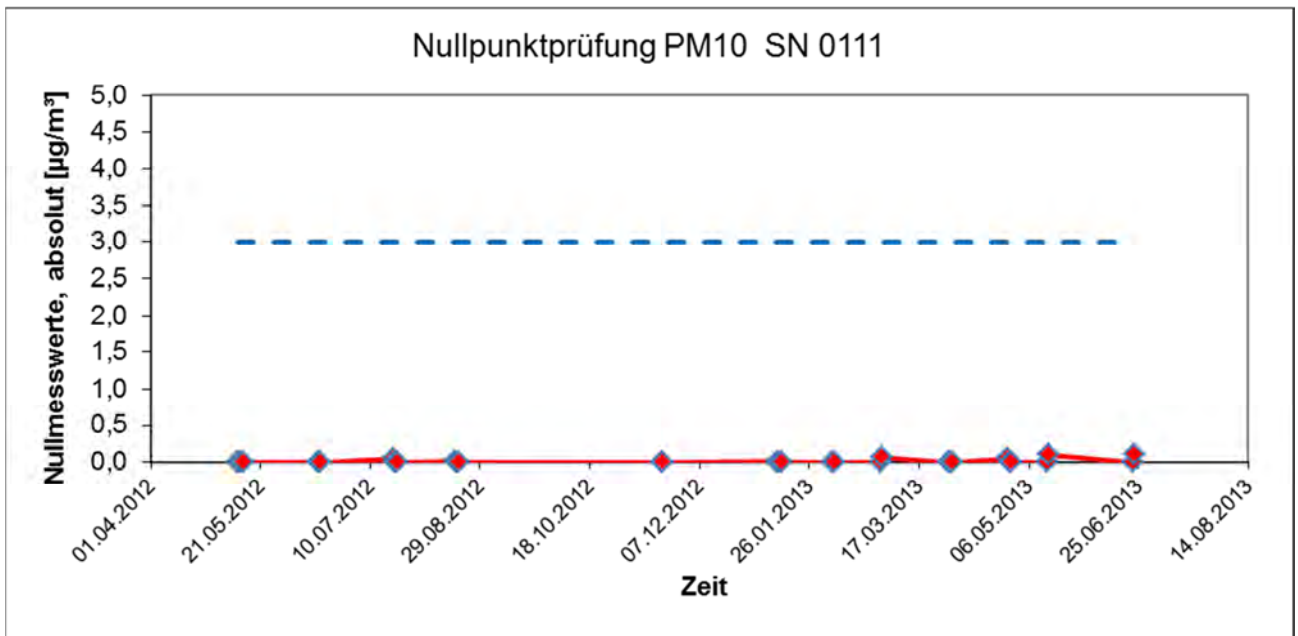


Abbildung 42: Nullpunktdrift SN 0111, Messkomponente PM<sub>10</sub>



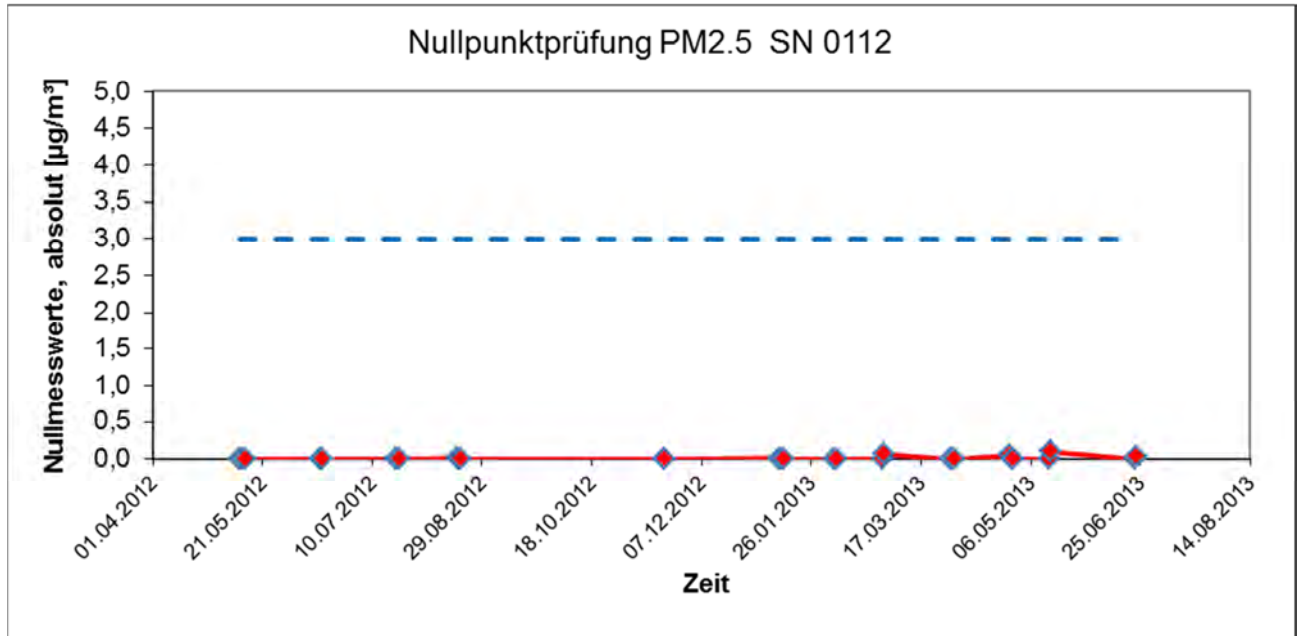


Abbildung 43: Nullpunktdrift SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>

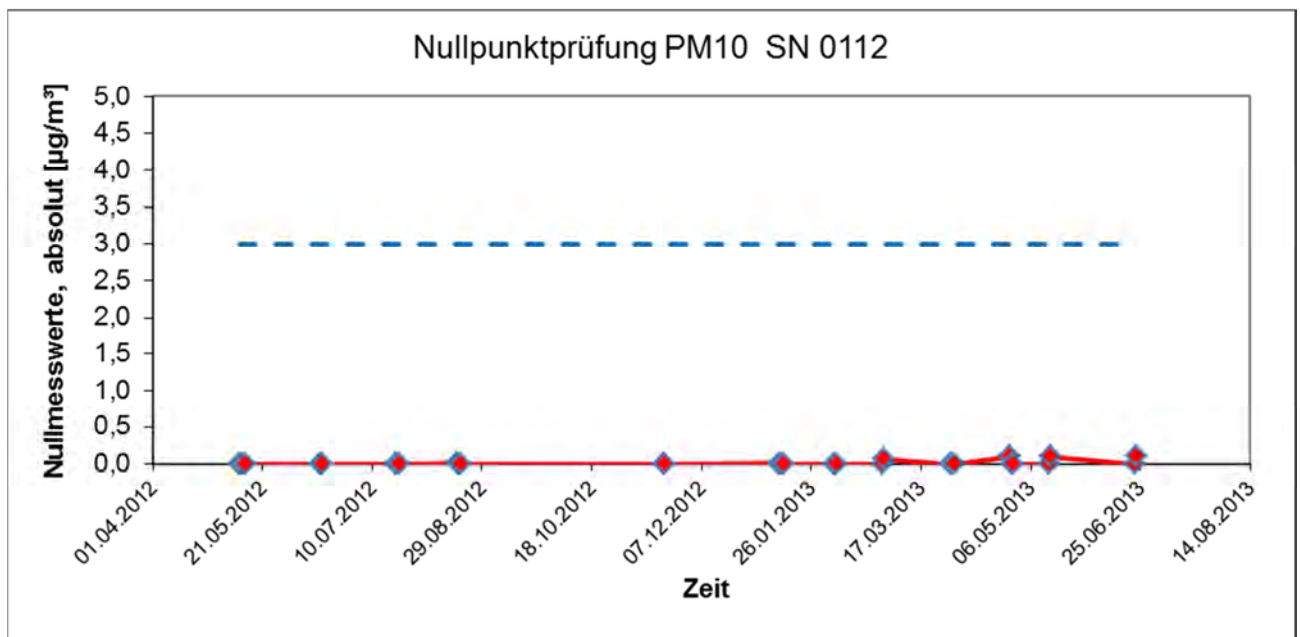


Abbildung 44: Nullpunktdrift SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>

## 6.1 13 Aufzeichnung der Betriebsparameter (7.5.4)

*Messeinrichtungen müssen in der Lage sein, Daten von Betriebszuständen zur telemetrischen Übermittlung – zumindest- der folgenden Parameter bereitzustellen:*

- *Volumenstrom;*
- *Druckabfall über dem Probenahmefilter (falls zutreffend);*
- *Probenahmedauer;*
- *Probenvolumen (falls zutreffend);*
- *Massenkonzentration der betreffenden Staubfraktion(en);*
- *Außenlufttemperatur;*
- *Außenluftdruck;*
- *Lufttemperatur in der Messeinheit;*
- *Temperatur des Probeneinlasses, wenn ein beheizter Probeneinlass angewendet wird.*

*Die Ergebnisse von automatischen/funktionalen Überprüfungen müssen, sofern verfügbar, aufgezeichnet werden.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

PC zur Datenerfassung.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung ermöglicht eine umfassende telemetrische Kontrolle und Steuerung der Messeinrichtung über verschiedene Wege (Ethernet, RS232) und kann Messwerte bzw. Statusinformationen auch über verschiedene Protokolle ausgeben (z.B. Bayern-Hessen oder Serial ASCII).

Die Übermittlung von Betriebszuständen sowie der relevanten Parameter wie z.B.

- Durchflussrate
- Massenkonzentrationen der betreffenden Staubfraktionen
- Außenlufttemperatur, -druck, -feuchte
- Temperatur der IADS (Probenkonditionierung)
- LED Temperatur....

sind möglich. Des Weiteren werden auch die Ergebnisse der internen Kalibrierüberwachung übermittelt.

Die Parameter „Druckabfall über den Probenahmefilter“, „Probenahmedauer“, „Probenvolumen“ und „Temperatur des Probeneinlasses“ sind nicht relevant für die Messeinrichtung.

Über entsprechende Router oder Modems ist eine Fernüberwachung- und -steuerung leicht möglich.

Im Rahmen der Eignungsprüfung wurde über Ethernet / UMTS Modem indirekt ein PC an die Messeinrichtung angeschlossen und der Datentransfer inkl. Gerätestatus geprüft.

#### **6.4 Auswertung**

Die Messeinrichtung ermöglicht eine umfassende telemetrische Kontrolle und Steuerung der Messeinrichtung über verschiedene Wege (Ethernet, RS232). Betriebszustände und relevante Parameter werden bereitgestellt.

#### **6.5 Bewertung**

Die Messeinrichtung ermöglicht eine umfassende telemetrische Kontrolle und Steuerung der Messeinrichtung über verschiedene Wege (Ethernet, RS232). Betriebszustände und relevante Parameter werden bereitgestellt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

#### **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

## **6.1 14 Tagesmittelwerte (7.5.5)**

*Die Messeinrichtung muss die Bildung von 24 h-Mittelwerten ermöglichen.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Für die Prüfung wurde zusätzlich eine Uhr bereitgestellt.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Es wurde geprüft, ob die Messeinrichtung die Bildung eines Tagesmittelwertes ermöglicht.

## **6.4 Auswertung**

Die Messeinrichtungen vom Typ Fidas® 200 arbeiten nach einem optischen Messprinzip und bestimmen die Massenkonzentrationen kontinuierlich und on-line. Filterwechsel oder sonstige zyklische Unterbrechungen des Messbetriebs sind nicht vorhanden.

Die Bildung von Tagesmittelwerten ist damit gesichert möglich.

## **6.5 Bewertung**

Die Bildung von validen Tagesmittelwerten ist möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.



## 6.1 15 Verfügbarkeit (7.5.6)

*Die Verfügbarkeit der Messeinrichtung muss mindestens 90 % betragen.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Start- und Endzeitpunkt der Verfügbarkeitsuntersuchungen werden durch den Start- bzw. Endzeitpunkt an jedem der vier Feldteststandorte aus der Erstprüfung (deutsche Standorte) bestimmt. Der ordnungsgemäße Betrieb der Messgeräte wurde bei jedem Vor-Ort-Besuch (i.d.R. arbeitstäglich) geprüft. Diese Prüfung umfasste Plausibilitätsprüfungen der Messwerte, der Statussignale und anderer relevanter Parameter (siehe 7.5.4). Zeitpunkt, Dauer und Art von Betriebsstörungen sind aufzuzeichnen.

Zur Berechnung der Verfügbarkeit wird die gesamte Zeitspanne in der Feldprüfung verwendet, während der valide Messdaten für die Außenluftkonzentrationen gewonnen werden. Dabei sollte die für planmäßige Kalibrierungen und Wartungsarbeiten (Reinigung, Austausch von Verbrauchsmaterialien) aufgewendete Zeit nicht einbezogen werden.

Die Verfügbarkeit wird wie folgt berechnet:

$$A = \frac{t_{\text{valid}} + t_{\text{cal,maint}}}{t_{\text{field}}}$$

Dabei ist

$t_{\text{valid}}$  die Zeitspanne, in der valide Daten erfasst wurden;

$t_{\text{cal,maint}}$  die für planmäßige Kalibrierungen und Wartungsarbeiten aufgewendete Zeit;

$t_{\text{field}}$  die Gesamtdauer der Feldprüfung.

## 6.4 Auswertung

Tabelle 40 zeigen eine Aufstellung der Betriebs-, Wartungs- und Störungszeiten. Die Messeinrichtungen wurden im Feldtest über einen Zeitraum von insgesamt 322 Messtagen betrieben. Dieser Zeitraum beinhaltet insgesamt 27 Tage mit Nullfilterbetrieb sowie 1 Tag Verlust durch Wechsel vom Inlet auf den Nullfilter (siehe auch Anlage 5).

Ausfälle durch externe Einflüsse, die nicht dem Gerät angelastet werden können, wurden am 10.06.2012, 31.12.2012 und am 01.01.2013 (Stromausfall) registriert. Durch die externen Einflüsse reduziert sich die Gesamtbetriebszeit auf 319 Messtage.

Es wurden folgende Gerätestörungen beobachtet:

SN 0111:

Am 29.05.2012 wurde das Gerät versehentlich über die Fernbedienung durch Betätigen des Knopfes „Shut down“ ausgeschaltet.

Am 05.12.2012 kam es aufgrund einer durchgebrannten Sicherung der Heizung des Wetterschutzgehäuses zu einem Geräteausfall.

SN 0112:

Am 04.12.2012, 08.12.2012 und 09.12.2012 kam es auf Grund von durchgebrannten Sicherungen der Heizung des Wetterschutzgehäuses zu Geräteausfällen.

**TÜV Rheinland Energy GmbH**  
Luftreinhaltung

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Kompo-  
nenten Schwebstaub PM10 und PM2,5,  
Berichts-Nr.: 936/21239834/A



Seite 97 von 214

Ansonsten wurden keine weiteren Gerätestörungen beobachtet.

Die regelmäßige Überprüfung des Partikelsensors sowie die Pflege der Probenahmeköpfe, die regelmäßige Überprüfung der Durchflussraten bzw. der Dichtigkeit führen zu Ausfällen von 0,5 bis ca. 1 h. Betroffene Tagesmittelwerte wurden in diesen Fällen nicht verworfen.

## 6.5 Bewertung

Die Verfügbarkeit betrug für SN 0111 99,4 % und für SN 0112 99,1 %.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 40: Ermittlung der Verfügbarkeit

		Gerät 1 (SN 0111)	Gerät 2 (SN 0112)
Einsatzzeit ( $t_{\text{field}}$ )	d	319	319
Ausfallzeit	d	2	3
Wartungszeit inkl. Nullfilter ( $t_{\text{cal,maint}}$ )	d	28	28
Tatsächliche Betriebszeit ( $t_{\text{valid}}$ )	d	289	288
Verfügbarkeit	%	99,4	99,1

## 6.1 Methodik der Äquivalenzprüfung (7.5.8.4 & 7.5.8.8)

Gemäß der Version des Leitfadens vom Januar 2010 [5] müssen zum Nachweis der Äquivalenz die folgenden 5 Kriterien erfüllt werden:

1. Vom Gesamtdatensatz müssen mindestens 20 % der Konzentrationswerte (ermittelt mit Referenzmethode) größer sein als die in 2008/50/EG [8] festgelegte obere Beurteilungsschwelle für Jahresgrenzwerte, d.h.  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  und  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$ . Wenn dies auf Grund niedriger Konzentrationslevel nicht gewährleistet werden kann, wird eine Mindestanzahl von 32 Wertepaaren als ausreichend erachtet.
2. Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen muss kleiner sein als  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für alle Daten sowie für einen Datensatz mit Daten größer/gleich  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  und  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$ .
3. Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten muss kleiner sein als  $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
4. Die erweiterte Unsicherheit ( $W_{\text{CM}}$ ) wird berechnet bei  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  und bei  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$  für jeden einzelnen Prüfling gegen den Mittelwert der Referenzmethode. Für jeden der folgenden Fälle muss die erweiterte Unsicherheit kleiner 25 % sein:
  - Gesamtdatensatz;
  - Datensatz mit PM-Konzentrationen größer/gleich  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  oder größer/gleich  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$ , vorausgesetzt der Datensatz enthält 40 oder mehr gültige Datenpaare;
  - Datensätze für jeden einzelnen Standort.
5. Voraussetzung für die Akzeptanz des Komplettdatensatzes ist, dass die Steigung  $b$  insignifikant verschieden ist von 1:  $|b-1| \leq 2 \cdot u(b)$  und der Achsabschnitt  $a$  insignifikant verschieden ist von 0:  $|a| \leq 2 \cdot u(a)$ . Wenn diese Voraussetzungen nicht erfüllt werden, dann können die Prüflinge mit den Werten des Gesamtdatensatzes für die Steigung und/oder für den Achsabschnitt kalibriert werden.

In den nachfolgenden Kapiteln wird die Erfüllung der 5 Kriterien geprüft:

Unter Punkt 6.1 16 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den AMS  $u_{\text{bs,AMS}}$  (7.5.8.4) werden die Kriterien 1 und 2 geprüft.

Unter Punkt 6.1 17 Erweiterte Messunsicherheit der Ergebnisse der AMS (7.5.8.5 – 7.5.8.8) werden die Kriterien 3, 4 und 5 geprüft.

Unter Punkt 6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (7.5.8.5 – 7.5.8.8) erfolgt eine Auswertung für den Fall, dass Kriterium 5 nicht ohne Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen erfüllt werden kann.



## 6.1 16 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den AMS $u_{bs,AMS}$ (7.5.8.4)

*Die Unsicherheit zwischen den AMS muss  $\leq 2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sein.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest in sechs verschiedenen Vergleichskampagnen durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten sowie unterschiedlich hohe PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub> Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG [8]. Für PM<sub>2,5</sub> liegt die obere Beurteilungsschwelle bei  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , für PM<sub>10</sub> bei  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Wenn dies auf Grund niedriger Konzentrationslevel nicht gewährleistet werden kann, wird eine Mindestanzahl von 32 Wertepaaren als ausreichend erachtet.

Es wurden für jede Vergleichskampagne mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (6 Vergleiche, für PM<sub>10</sub>: 318 valide Messwertpaare für SN 0111, 318 valide Messwertpaare für SN 0112; für PM<sub>2,5</sub>: 315 valide Messwertpaare für SN 0111, 315 valide Messwertpaare für SN 0112) liegen insgesamt 24,3 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>2,5</sub> sowie insgesamt 17,7 % (entspricht  $56 > 32$  Messwertpaaren) der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>10</sub>. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

## 6.4 Auswertung

Gemäß Punkt 7.5.8.4 der Richtlinie DIN EN 16450 gilt:

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$  muss  $\leq 2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegen. Eine Unsicherheit über  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zwischen den beiden Prüflingen ist ein Hinweis, dass die Leistung eines oder beider Systeme unzureichend ist und die Gleichwertigkeit nicht erklärt werden kann.

Die Unsicherheit wird dabei ermittelt für:

- Alle Standorte bzw. Vergleiche gemeinsam (Kompletter Datensatz)
- 1 Datensatz mit Messwerten  $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>2,5</sub> (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten  $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>10</sub> (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Darüber hinaus erfolgt in diesem Bericht auch eine Auswertung für die folgenden Datensätze:

- Jeden Standort bzw. Vergleich einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten  $< 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>2,5</sub> (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten  $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>10</sub> (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$  wird aus den Differenzen aller Tagesmittelwerte (24 h-Werte) der Prüflinge, die parallel betrieben werden, nach folgender Gleichung berechnet:

$$u_{bs,AMS}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{i,1} - y_{i,2})^2}{2n}$$

mit  $y_{i,1}$  und  $y_{i,2}$  = Ergebnisse der parallelen Messungen einzelner 24h-Werte  $i$   
 $n$  = Anzahl der 24h-Werte

## 6.5 Bewertung

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$  liegt mit maximal  $0,85 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$  und mit maximal  $1,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  unterhalb des geforderten Wertes von  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 41 und Tabelle 42 führen die berechneten Werte für die Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$  auf. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 45 bis Abbildung 62.

Tabelle 41: Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs,AMS}$  für die Testgeräte SN 0111 und SN 0112, Messkomponente  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{PM\_ENVIRO\_0011}$

Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{bs,AMS}$
SN			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>0111 / 0112</b>	<b>Alle Standorte</b>	<b>375</b>	<b>0,48</b>
Einzelstandorte			
0111 / 0112	Köln, Sommer	101	0,12
0111 / 0112	Köln, Winter	66	0,55
0111 / 0112	Bonn, Winter	60	0,70
0111 / 0112	Bornheim, Sommer	58	0,50
0111 / 0112	Teddington, Winter	45	0,55
0111 / 0112	Teddington, Sommer	45	0,37
Klassierung über Referenzwerte			
<b>0111 / 0112</b>	<b>Werte <math>\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>67</b>	<b>0,85</b>
0111 / 0112	Werte $< 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	246	0,32

Tabelle 42: Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs,AMS}$  für die Testgeräte SN 0111 und SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, PM\_ENVIRO\_0011

Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{bs,AMS}$
SN			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>0111 / 0112</b>	<b>Alle Standorte</b>	<b>375</b>	<b>0,67</b>
Einzelstandorte			
0111 / 0112	Köln, Sommer	101	0,27
0111 / 0112	Köln, Winter	66	0,67
0111 / 0112	Bonn, Winter	60	0,90
0111 / 0112	Bornheim, Sommer	58	0,87
0111 / 0112	Teddington, Winter	45	0,76
0111 / 0112	Teddington, Sommer	45	0,56
Klassierung über Referenzwerte			
<b>0111 / 0112</b>	<b>Werte <math>\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>44</b>	<b>1,19</b>
0111 / 0112	Werte $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	272	0,57

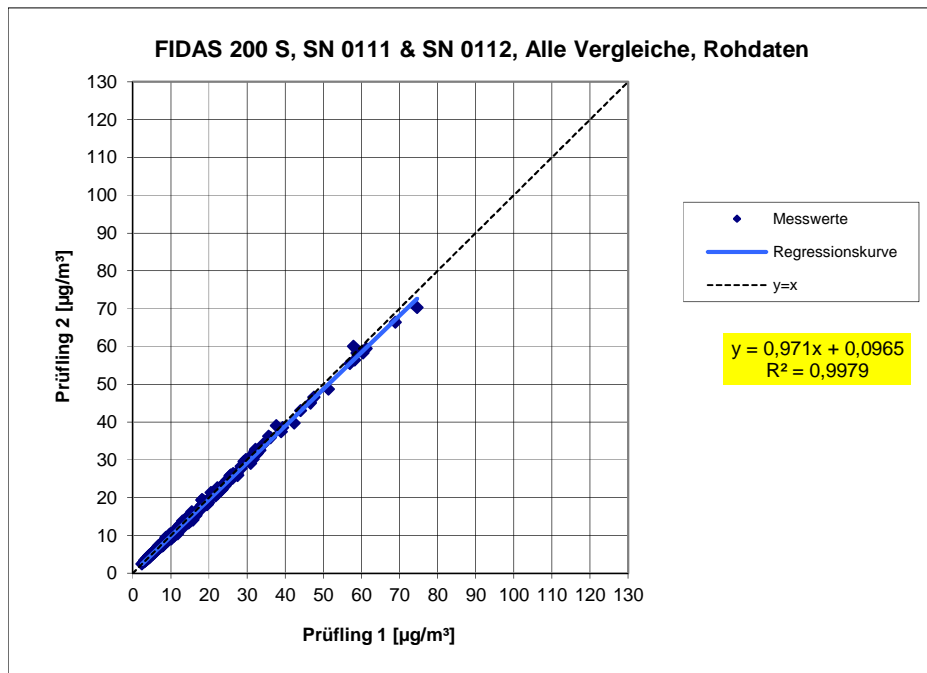


Abbildung 45: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, alle Standorte, PM\_ENVIRO\_0011

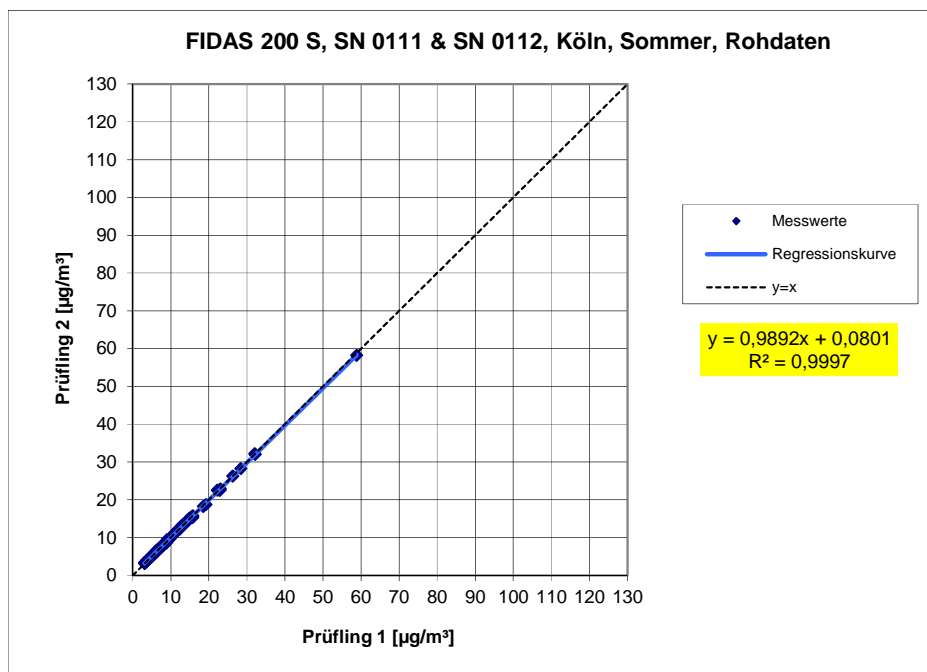


Abbildung 46: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Standort Köln, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

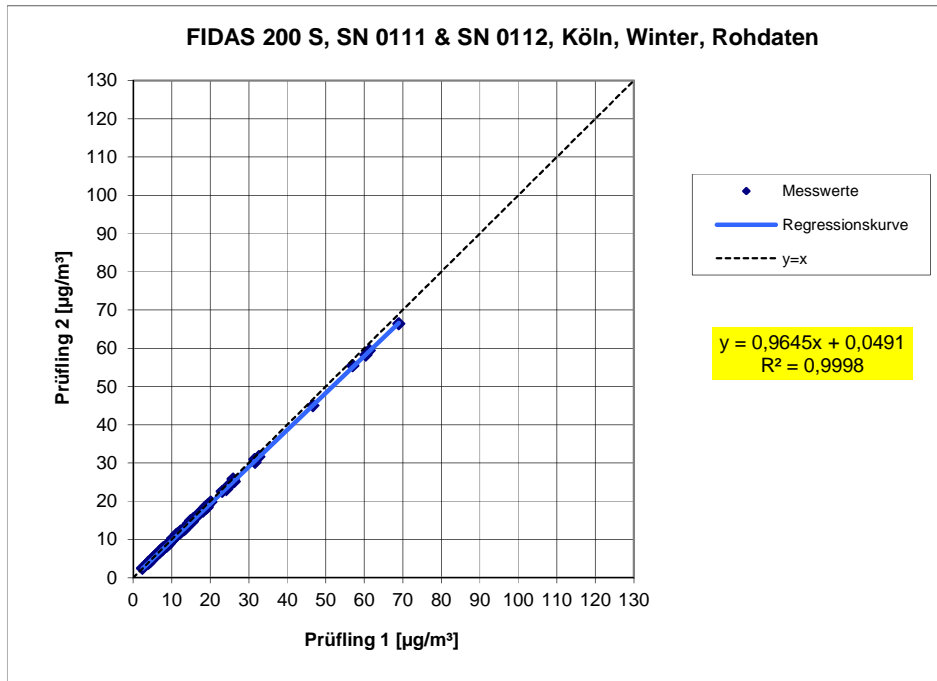


Abbildung 47: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Standort Köln, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

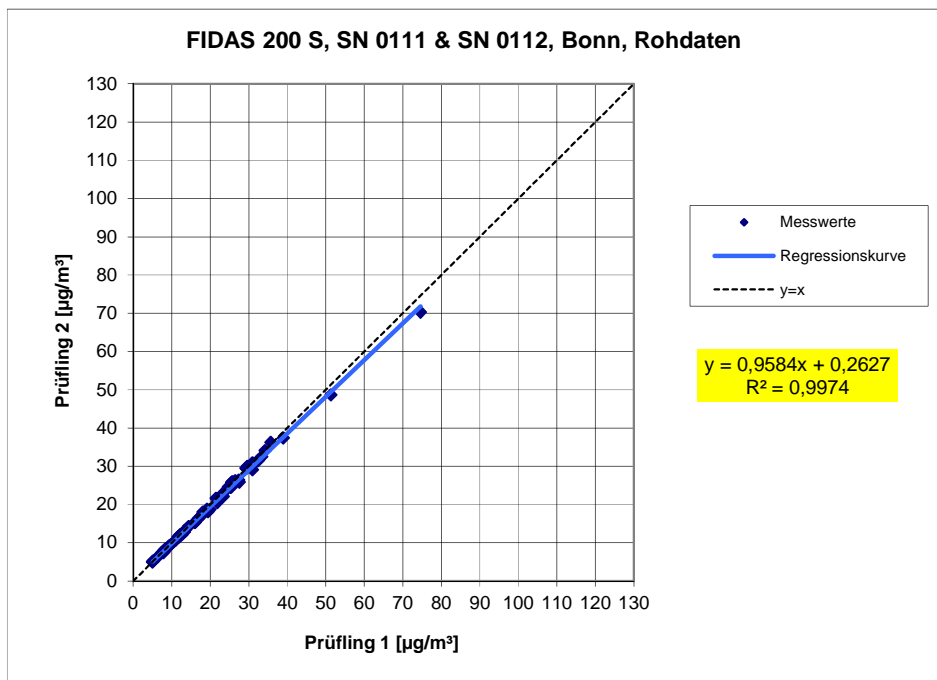


Abbildung 48: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Standort Bonn, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

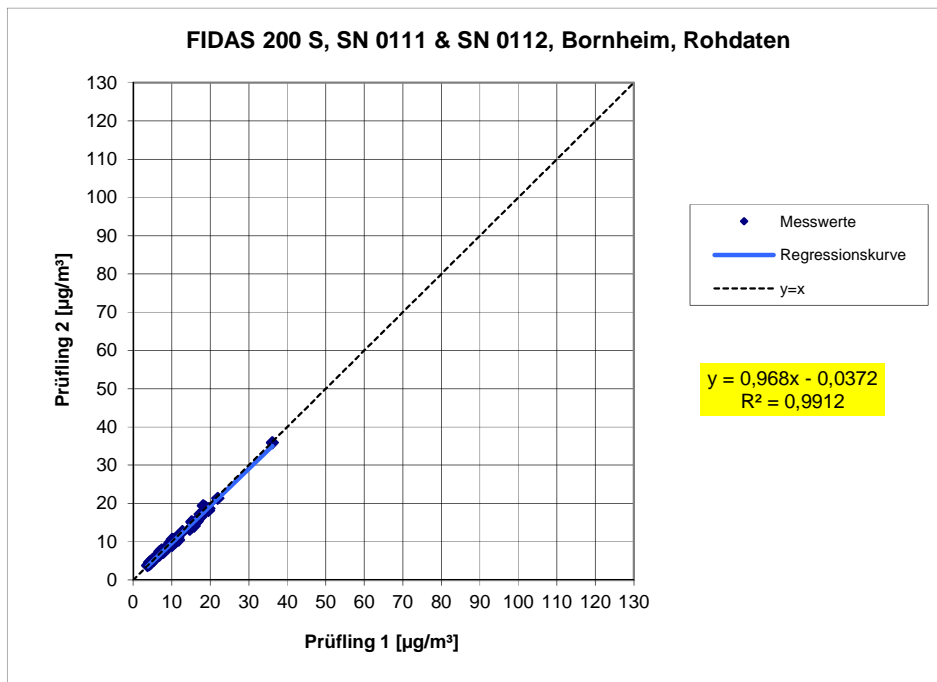


Abbildung 49: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Standort Bornheim, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

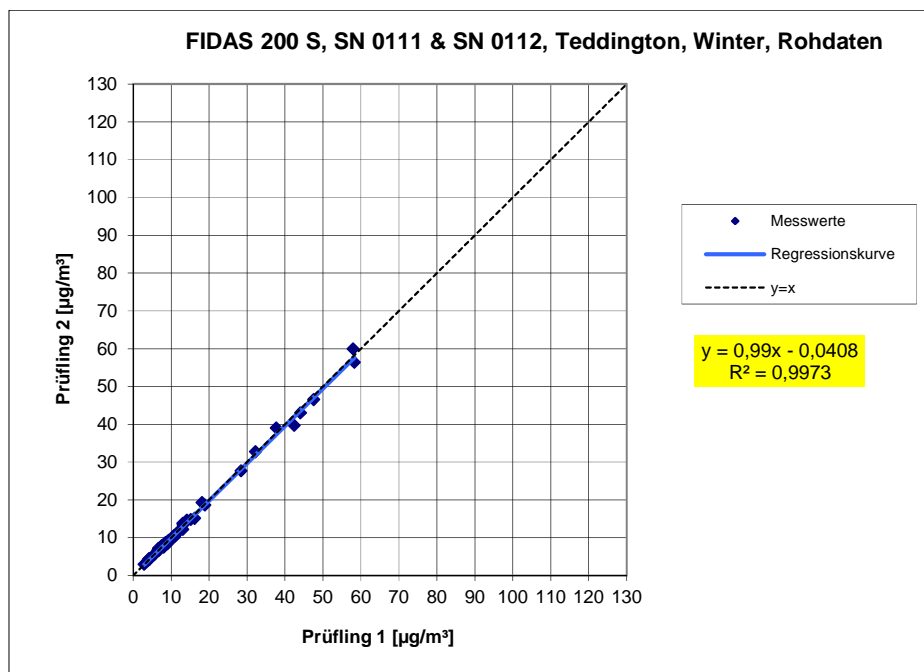


Abbildung 50: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Standort Teddington, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

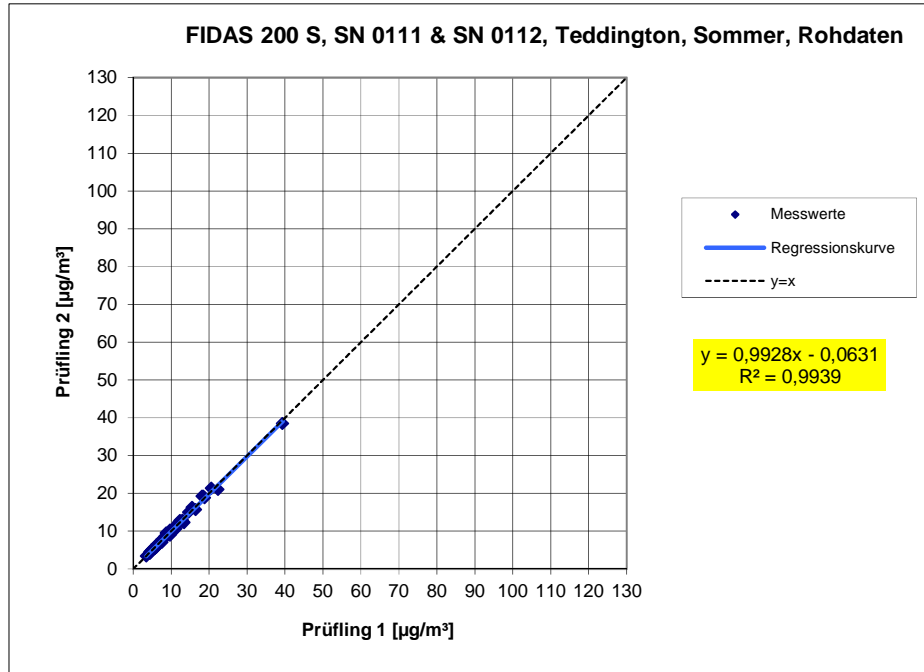


Abbildung 51: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Standort Teddington, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

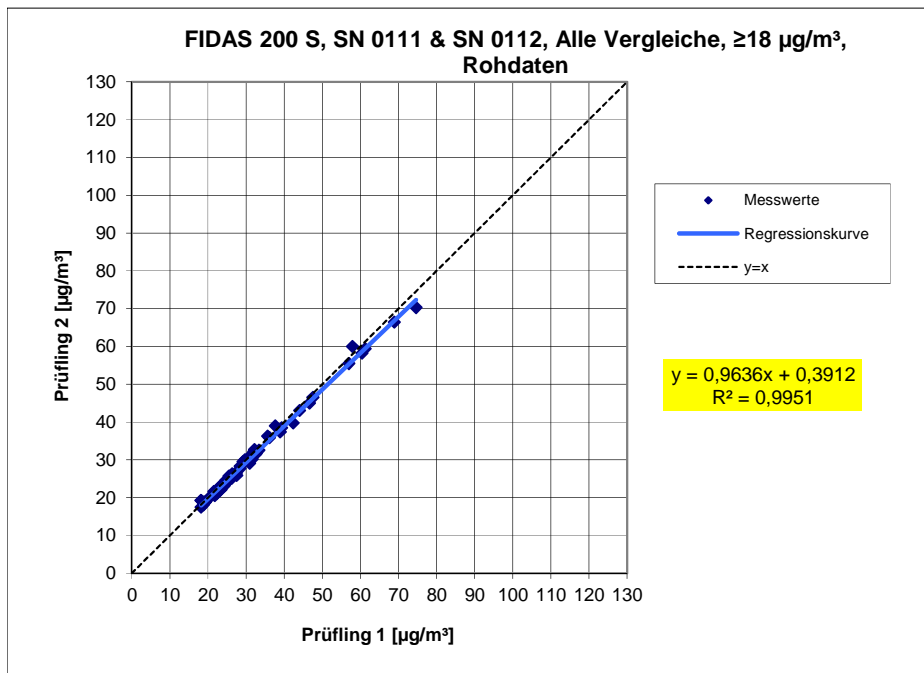


Abbildung 52: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, alle Standorte, Werte ≥ 18 µg/m³, PM\_ENVIRO\_0011

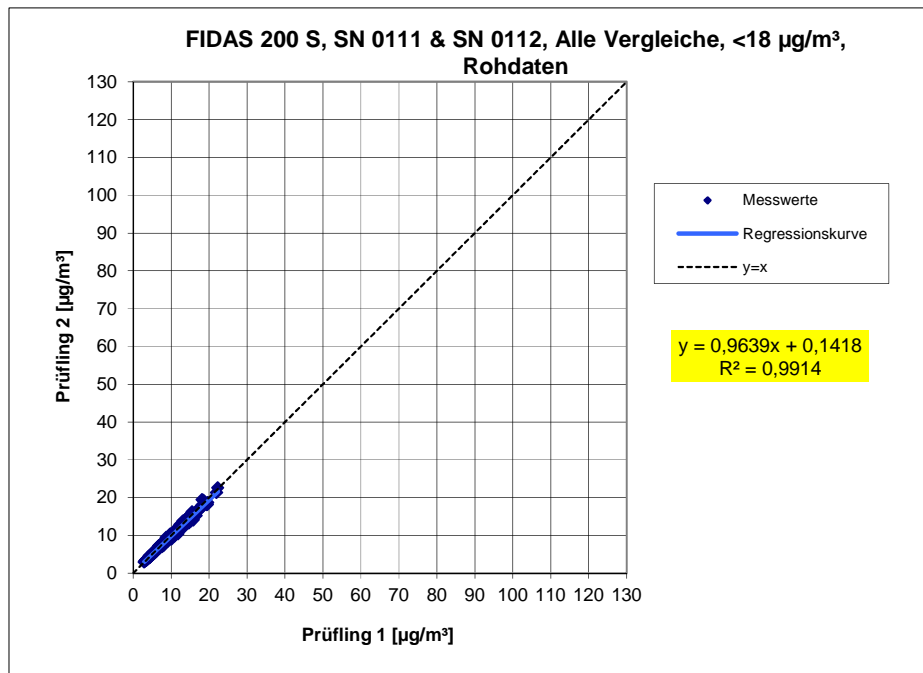


Abbildung 53: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, alle Standorte, Werte <math>< 18 \mu\text{g}/\text{m}^3</math>, PM\_ENVIRO\_0011

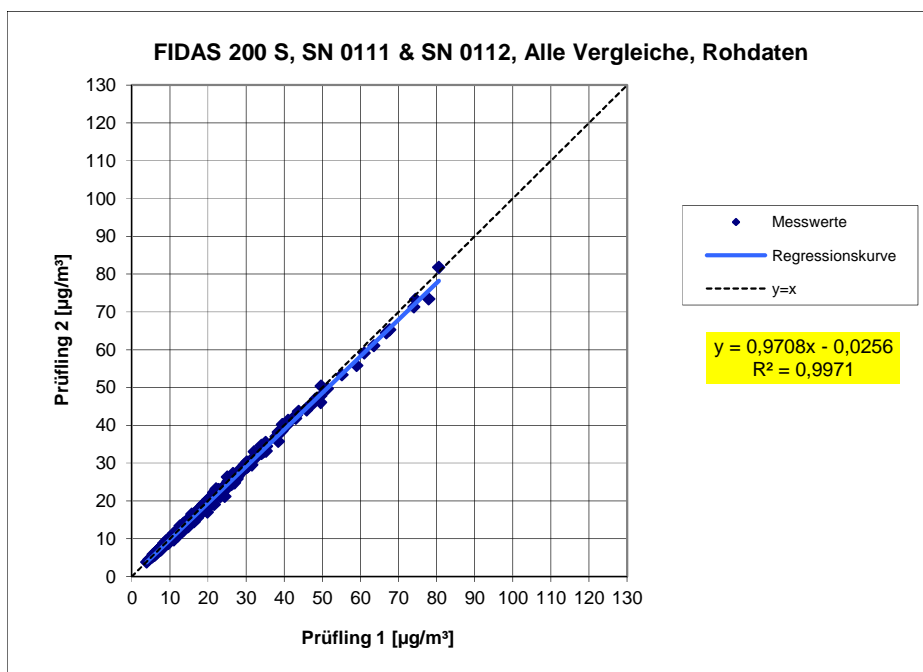


Abbildung 54: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte, PM\_ENVIRO\_0011



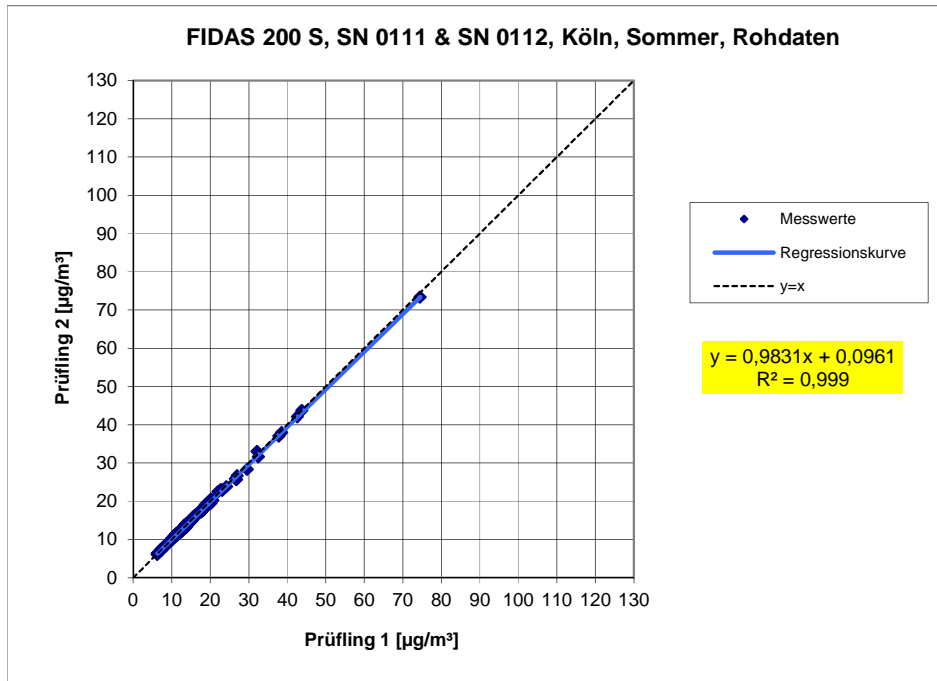


Abbildung 55: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Köln, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

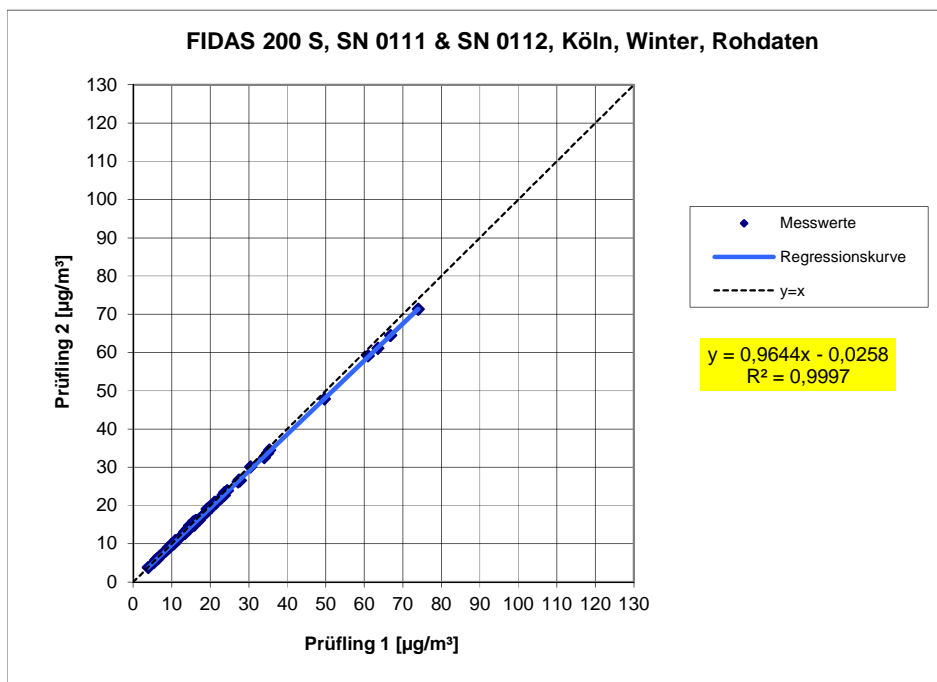


Abbildung 56: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Köln, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

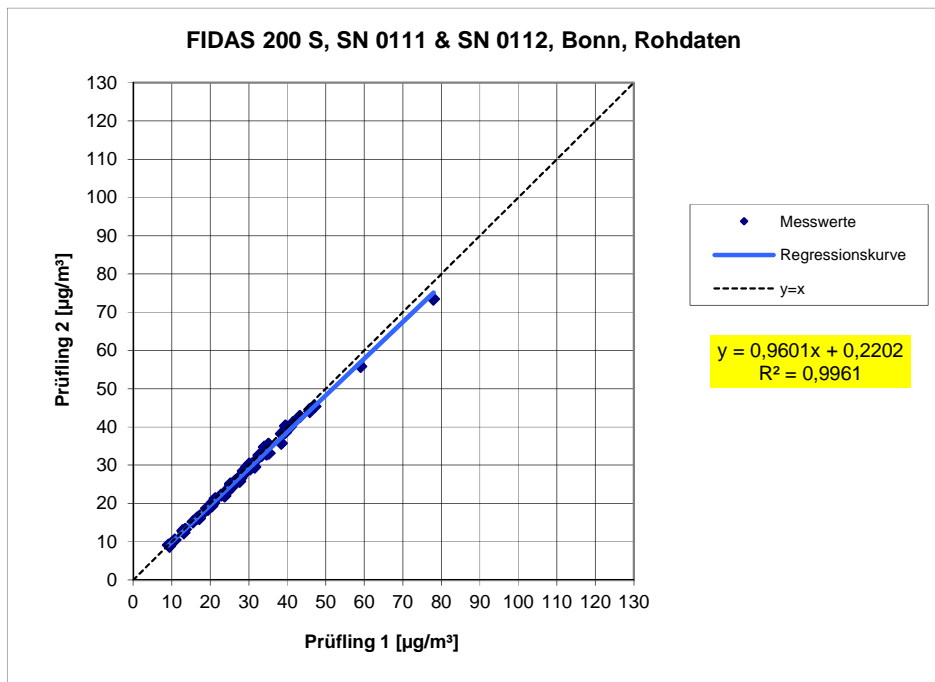


Abbildung 57: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Bonn, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

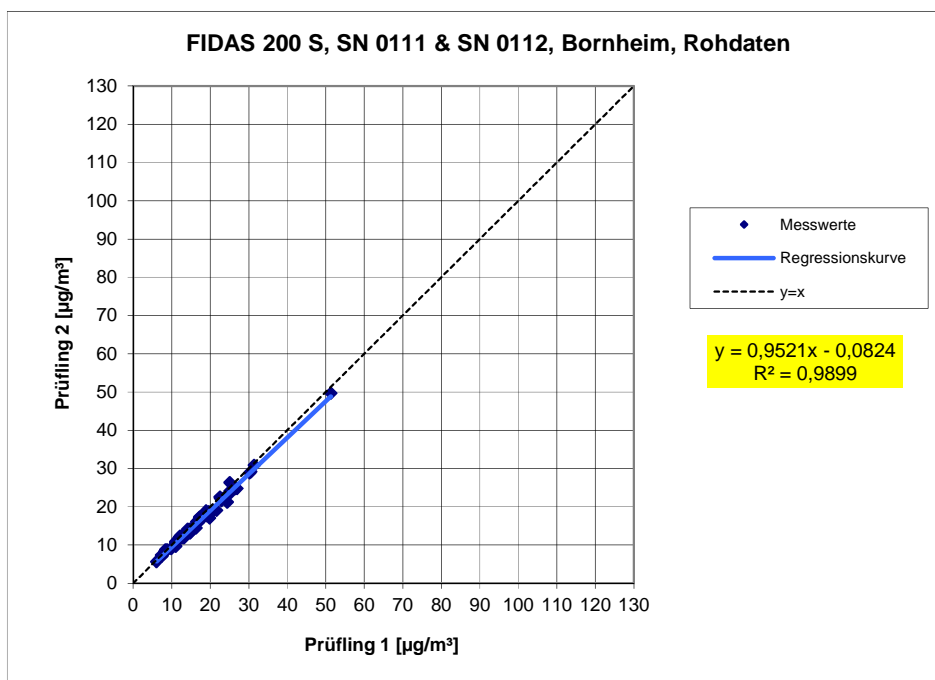


Abbildung 58: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Bornheim, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

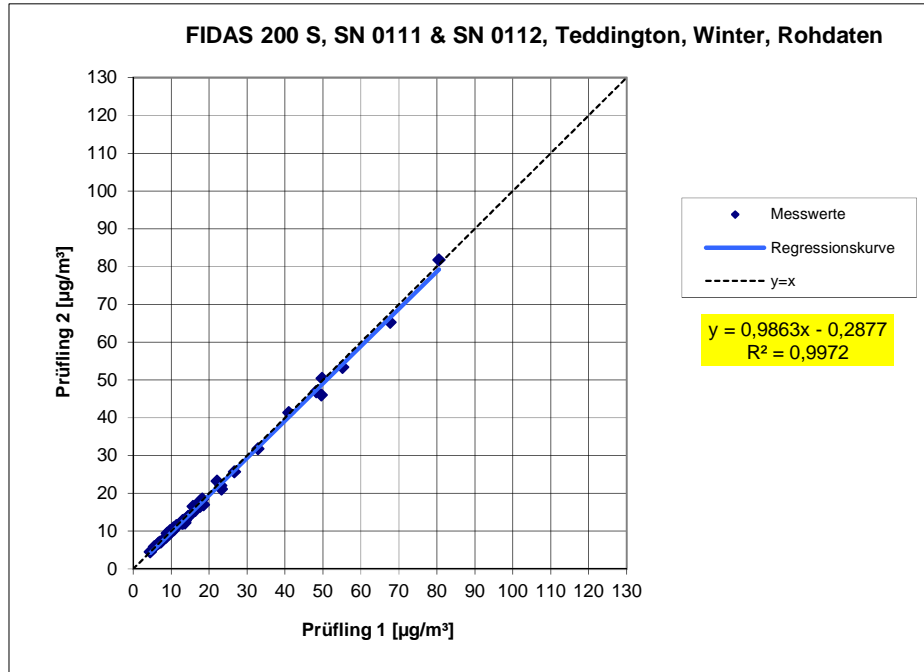


Abbildung 59: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Teddington, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

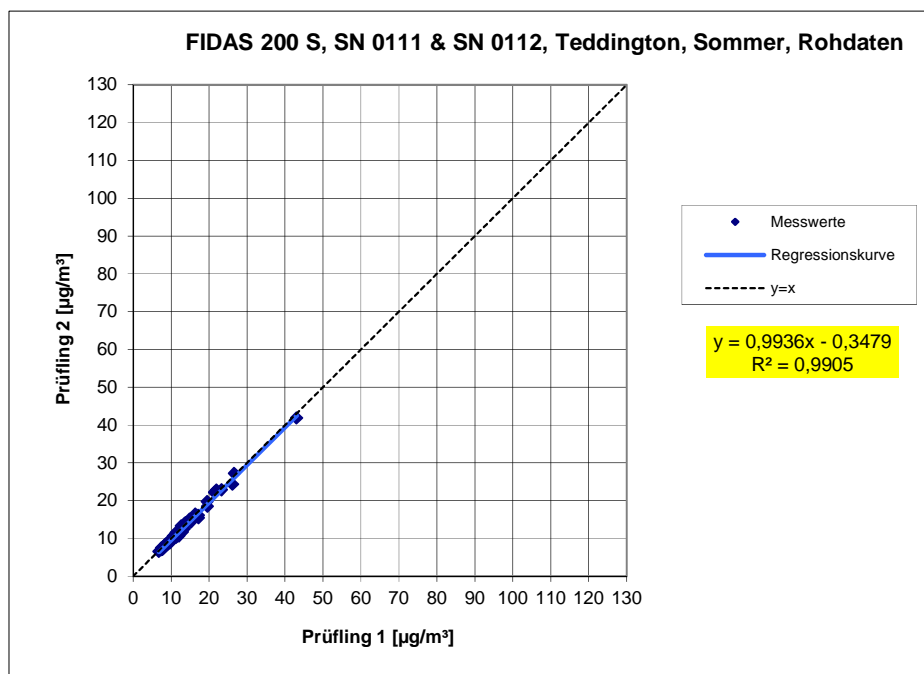


Abbildung 60: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Teddington, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

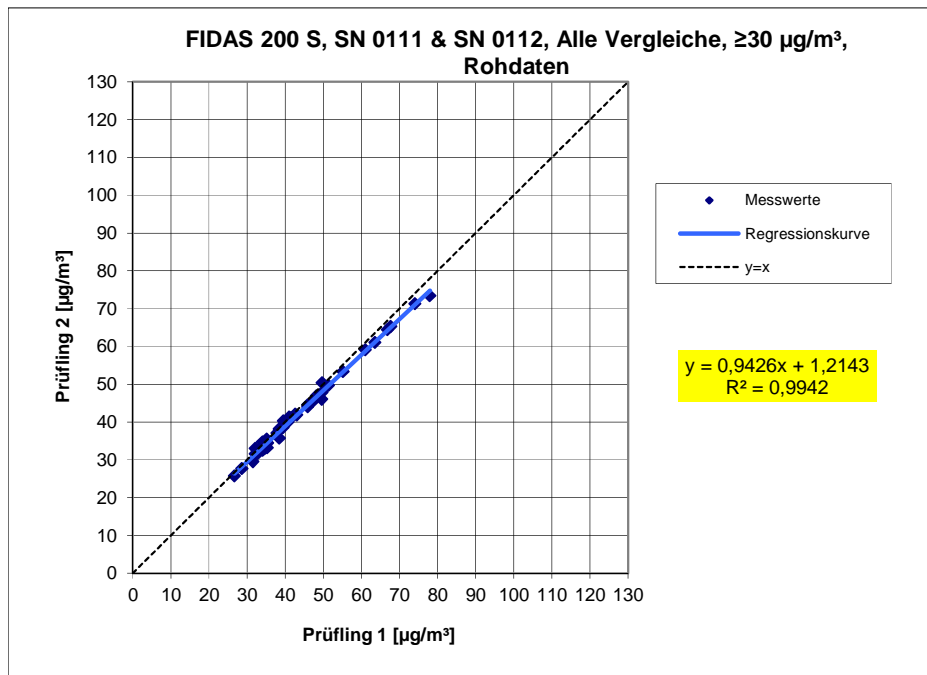


Abbildung 61: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte, Werte  $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM\_ENVIRO\_0011

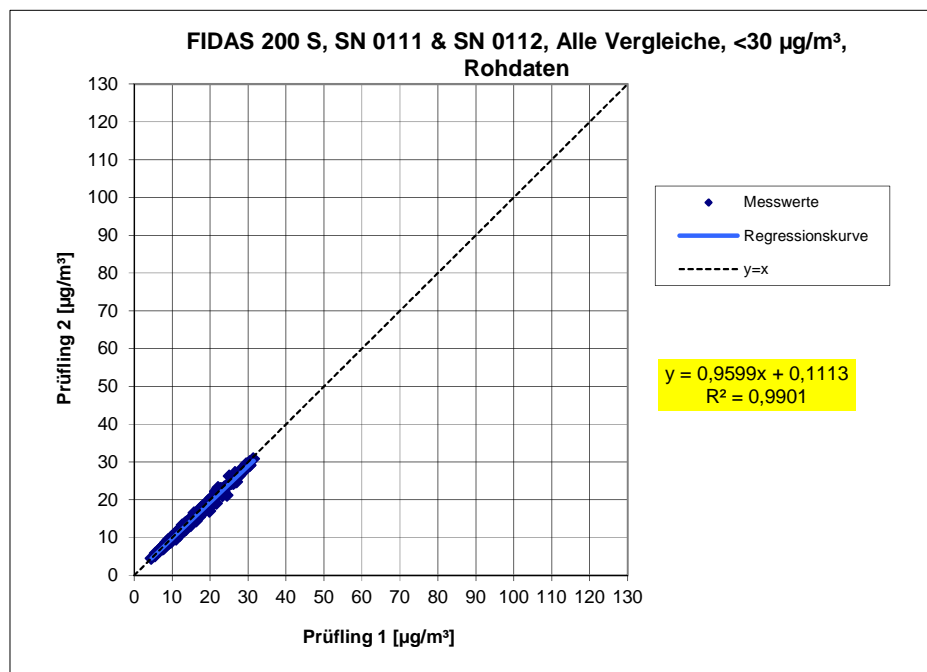


Abbildung 62: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte, Werte  $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM\_ENVIRO\_0011



## **6.1 17 Erweiterte Messunsicherheit der Ergebnisse der AMS (7.5.8.5 – 7.5.8.8)**

*Die erweiterte Messunsicherheit muss  $\leq 25\%$  bei der Konzentration des betreffenden Grenzwertes bezogen auf die Ergebnisse für den 24-h-Mittelwert sein – falls erforderlich nach der Kalibrierung*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Für diesen Prüfpunkt kamen zusätzlich die Geräte entsprechend Punkt 5 des vorliegenden Berichts zum Einsatz.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung wurde im Feldtest in sechs verschiedenen Vergleichskampagnen durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten sowie unterschiedlich hohe PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub> Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG [8]. Für PM<sub>2,5</sub> liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 17 µg/m<sup>3</sup>, für PM<sub>10</sub> bei 28 µg/m<sup>3</sup>. Wenn dies auf Grund niedriger Konzentrationslevel nicht gewährleistet werden kann, wird eine Mindestanzahl von 32 Wertepaaren als ausreichend erachtet.

Es wurden für jede Vergleichskampagne mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (6 Vergleiche, für PM<sub>10</sub>: 318 valide Messwertpaare für SN 0111, 318 valide Messwertpaare für SN 0112; für PM<sub>2,5</sub>: 315 valide Messwertpaare für SN 0111, 315 valide Messwertpaare für SN 0112) liegen insgesamt 24,3 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 17 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub> sowie insgesamt 17,7 % (entspricht 56 > 32 Messwertpaaren) der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 28 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub>. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

## **6.4 Auswertung**

[DIN EN 16450 Punkt 7.5.8.3]

Der Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge wird die Überprüfung der Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten  $u_{ref}$  vorangestellt.

Die Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten  $u_{bs, RM}$  wird analog der Unsicherheit zwischen den Prüflingen bestimmt und muss  $\leq 2,0$  µg/m<sup>3</sup> sein.

Die Ergebnisse der Auswertung sind unter Punkt 6.6 zu diesem Prüfpunkt dargestellt.

[DIN EN 16450 Punkt 7.5.8.5 & 7.5.8.6]

Um die Vergleichbarkeit der Prüflinge  $y$  mit dem Referenzverfahren  $x$  zu beurteilen, wird ein linearer Zusammenhang  $y_i = a + bx_i$  zwischen den Messergebnissen beider Methoden angenommen. Der Zusammenhang zwischen den Mittelwerten der Referenzgeräte und den jeweils einzeln zu betrachtenden Prüflingen wird mittels orthogonaler Regression hergestellt.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 113 von 214

Die Regression wird berechnet für:

- Alle Standorte bzw. Vergleiche gemeinsam
- Jeden Standort bzw. Vergleich einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten  $PM_{2,5} \geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten  $PM_{10} \geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Zur weiteren Auswertung wird die Ergebnisunsicherheit  $u_{c,s}$  der Prüflinge aus dem Vergleich mit dem Referenzverfahren gemäß der folgenden Gleichung beschrieben, welche  $u_{CR}$  als eine Funktion der Feinstaubkonzentration  $x_i$  beschreibt.

$$u_{yi}^2 = \frac{RSS}{(n-2)} - u_{RM}^2 + [a + (b-1)L]^2$$

Mit RSS = Summe der (relativen) Residuen aus der orthogonalen Regression

$u_{RM}$  = zufällige Unsicherheit des Referenzverfahrens, sofern der Wert von  $u_{bs,RM}$ , der für den Einsatz der Prüflinge berechnet wird, in diesem Test verwendet werden kann

Algorithmen zur Berechnung des Achsabschnitts a sowie der Steigung b und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [9] ausführlich beschrieben.

Die Summe der (relativen) Residuen RSS wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$RSS = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2$$

Die Unsicherheit  $u_{CR}$  wird berechnet für:

- Alle Standorte bzw. Vergleiche gemeinsam
- Jeden Standort bzw. Vergleich einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten  $PM_{2,5} \geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten  $PM_{10} \geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Voraussetzung für die Akzeptanz des Gesamtdatensatzes ist gemäß Leitfaden:

- Die Steigung b ist insignifikant verschieden von 1:  $|b-1| \leq 2 \cdot u(b)$

Und

- Der Achsabschnitt a ist insignifikant verschieden von 0:  $|a| \leq 2 \cdot u(a)$

Wobei  $u(b)$  und  $u(a)$  die Standardunsicherheiten der Steigung und des Achsabschnitts beschreiben, berechnet als Wurzel der Varianz. Wenn diese Vorbedingungen nicht erfüllt sind, dann können die Prüflinge gemäß Punkt 9.7 des Leitfadens kalibriert werden (siehe auch 6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen ). Die Kalibrierung darf nur für den Gesamtdatensatz durchgeführt werden.

[DIN EN 16450 Punkt 7.5.8.7] Für alle Datensätze wird die kombinierte Unsicherheit der Prüflinge  $w_{c,CM}$  durch Kombination der Beiträge aus 9.5.3.1 und 9.5.3.2 gemäß der folgenden Gleichung berechnet:

$$w_{AMS}^2 = \frac{u_{yi=L}^2}{L^2}$$

Für jeden Datensatz wird die Unsicherheit  $w_{AMS}$  auf einem Level von  $L = 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$  sowie auf einem Level von  $L = 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  berechnet.

[DIN EN 16450 Punkt 7.5.8.8] Für jeden Datensatz wird die erweiterte relative Unsicherheit der Ergebnisse der Prüflinge durch Multiplizieren von  $w_{AMS}$  mit einem Erweiterungsfaktor  $k$  nach folgender Gleichung berechnet:

$$W_{AMS} = k \cdot w_{AMS}$$

In der Praxis wird bei großen  $n$  für  $k=2$  eingesetzt.

[Punkt 9.6]

Die größte resultierende Unsicherheit  $W_{AMS}$  wird mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [8] verglichen und bewertet. Es sind zwei Fälle möglich:

1.  $W_{AMS} \leq W_{dqo}$  → Prüfling wird als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.
2.  $W_{AMS} > W_{dqo}$  → Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.

Die festgelegte erweiterte relative Unsicherheit  $W_{dqo}$  beträgt für Feinstaub 25 % [8].

## 7.5 Bewertung

Die ermittelten Unsicherheiten  $W_{AMS}$  liegen für  $\text{PM}_{10}$  für alle betrachteten Datensätze ohne Anwendung von Korrekturfaktoren unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit  $W_{dqo}$  von 25 % für Feinstaub. Die ermittelten Unsicherheiten  $W_{AMS}$  liegen für  $\text{PM}_{2,5}$  für alle betrachteten Datensätze mit Ausnahme von Bornheim, Sommer ohne Anwendung von Korrekturfaktoren unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit  $W_{dqo}$  von 25 % für Feinstaub. Die Anwendung von Korrekturfaktoren ist gemäß Punkt 6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen entsprechend vorzunehmen.

Mindestanforderung erfüllt? nein

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 115 von 214

Auf Grund der überschrittenen Unsicherheit am Standort „Bornheim, Sommer“, der Signifikanz der Steigung für den Gesamtdatensatz für PM<sub>2,5</sub> und der Signifikanz für Steigung und Achsabschnitt für PM<sub>10</sub> erfolgt eine Anwendung von Korrekturfaktoren gemäß Kapitel 6.1  
17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen .

Nachfolgende Tabelle 43 sowie Tabelle 44 zeigen einen Überblick über alle Ergebnisse der Äquivalenzprüfung für den Prüfling Fidas® 200 S für PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>. Für den Fall, dass ein Kriterium nicht erfüllt wird, ist die entsprechende Zelle mit roter Farbe hinterlegt.

Tabelle 43: Übersicht Äquivalenzprüfung Fidas® 200 S für PM<sub>2,5</sub>

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010				
Prüfung	FIDAS 200 S	SN	SN 0111 & SN 0112	
Status Messwerte	Rohdaten	Grenzwert	30	µg/m <sup>3</sup>
		erlaubte Unsicherheit	25	%
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,48			µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	313			
Steigung b	1,060			signifikant
Unsicherheit von b	0,008			
Achsabschnitt a	-0,210			nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,144			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	14,43			%
<b>Alle Vergleiche, ≥18 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,60			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,85			µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	67			
Steigung b	1,041			
Unsicherheit von b	0,021			
Achsabschnitt a	0,300			
Unsicherheit von a	0,668			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	16,63			%
<b>Alle Vergleiche, &lt;18 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,51			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,32			µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	246			
Steigung b	1,133			
Unsicherheit von b	0,024			
Achsabschnitt a	-0,866			
Unsicherheit von a	0,237			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	22,55			%



Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010				
Prüfling	FIDAS 200 S		SN	SN 0111 & SN 0112
Status Messwerte	Rohdaten		Grenzwert erlaubte Unsicherheit	30 25
				µg/m <sup>3</sup> %
<b>Köln, Sommer</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,66	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,12	µg/m <sup>3</sup>		
	SN 0111			SN 0112
Anzahl Wertepaare	81			82
Steigung b	1,119			1,116
Unsicherheit von b	0,034			0,035
Achsabschnitt a	-0,925			-0,885
Unsicherheit von a	0,363			0,378
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	20,11	%		20,13
				%
<b>Köln, Winter</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,54	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,55	µg/m <sup>3</sup>		
	SN 0111			SN 0112
Anzahl Wertepaare	51			50
Steigung b	1,051			1,014
Unsicherheit von b	0,014			0,014
Achsabschnitt a	0,691			0,679
Unsicherheit von a	0,313			0,326
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	17,05	%		11,42
				%
<b>Bonn</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,70	µg/m <sup>3</sup>		
	SN 0111			SN 0112
Anzahl Wertepaare	50			50
Steigung b	1,114			1,070
Unsicherheit von b	0,025			0,027
Achsabschnitt a	-0,783			-0,519
Unsicherheit von a	0,571			0,619
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	21,21	%		16,63
				%
<b>Bornheim</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,42	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,50	µg/m <sup>3</sup>		
	SN 0111			SN 0112
Anzahl Wertepaare	45			45
Steigung b	1,214			1,186
Unsicherheit von b	0,054			0,054
Achsabschnitt a	-1,487			-1,606
Unsicherheit von a	0,644			0,643
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	35,02	%		29,11
				%
<b>Teddington, Winter</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,42	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,55	µg/m <sup>3</sup>		
	SN 0111			SN 0112
Anzahl Wertepaare	44			44
Steigung b	1,022			1,022
Unsicherheit von b	0,012			0,012
Achsabschnitt a	-0,007			-0,154
Unsicherheit von a	0,237			0,220
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	7,71	%		6,65
				%
<b>Teddington, Sommer</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,25	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,37	µg/m <sup>3</sup>		
	SN 0111			SN 0112
Anzahl Wertepaare	44			44
Steigung b	0,991			0,982
Unsicherheit von b	0,021			0,021
Achsabschnitt a	0,483			0,418
Unsicherheit von a	0,246			0,243
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	5,89	%		5,68
				%
<b>Alle Vergleiche, ≥18 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,60	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,85	µg/m <sup>3</sup>		
	SN 0111			SN 0112
Anzahl Wertepaare	67			67
Steigung b	1,060			1,024
Unsicherheit von b	0,022			0,022
Achsabschnitt a	0,117			0,443
Unsicherheit von a	0,681			0,68
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	18,51	%		15,51
				%
<b>Alle Vergleiche, &lt;18 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,51	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,32	µg/m <sup>3</sup>		
	SN 0111			SN 0112
Anzahl Wertepaare	248			248
Steigung b	1,152			1,119
Unsicherheit von b	0,024			0,024
Achsabschnitt a	-0,929			-0,827
Unsicherheit von a	0,241			0,239
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	25,80	%		20,34
				%
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,48	µg/m <sup>3</sup>		
	SN 0111			SN 0112
Anzahl Wertepaare	315			315
Steigung b	1,075	signifikant		1,045
Unsicherheit von b	0,009			0,009
Achsabschnitt a	-0,247	nicht signifikant		-0,154
Unsicherheit von a	0,146			0,146
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	16,71	%		12,75
				%

Die Überprüfung der fünf Kriterien aus Punkt 6.1 Methodik der Äquivalenzprüfung ergab folgendes Bild:

- Kriterium 1: Mehr als 20 % der Daten sind größer als  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
  - Kriterium 2: Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ist kleiner als  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
  - Kriterium 3: Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten ist kleiner als  $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
  - Kriterium 4: Alle erweiterten Unsicherheiten bis auf den Standort Bornheim, Sommer liegen unter 25 %.
  - Kriterium 5: Bei beiden Prüflingen ist die Steigung bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes signifikant größer als erlaubt.
- Weitere: Es ergibt sich für den Gesamtdatensatz für beide Prüflinge gemeinsam eine Steigung von 1,060 und einen Achsabschnitt von -0,210 bei einer erweiterten Gesamtunsicherheit von 14,43 %.

Tabelle 44: Übersicht Äquivalenzprüfung Fidas<sup>®</sup> 200 S für PM<sub>10</sub>

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010				
Prüfling	FIDAS 200 S	SN	SN 0111 & SN 0112	
Status Messwerte	Rohdaten	Grenzwert erlaubte Unsicherheit	50 25	µg/m <sup>3</sup> %
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	<b>0,58</b>			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	<b>0,67</b>			µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	<b>316</b>			
Steigung b	<b>1,037</b>			signifikant
Unsicherheit von b	<b>0,009</b>			
Achsabschnitt a	<b>-1,390</b>			signifikant
Unsicherheit von a	<b>0,216</b>			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	<b>7,54</b>			%
<b>Alle Vergleiche, ≥30 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	<b>0,68</b>			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	<b>1,19</b>			µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	<b>44</b>			
Steigung b	<b>0,991</b>			
Unsicherheit von b	<b>0,035</b>			
Achsabschnitt a	<b>0,704</b>			
Unsicherheit von a	<b>1,545</b>			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	<b>10,92</b>			%
<b>Alle Vergleiche, &lt;30 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	<b>0,56</b>			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	<b>0,57</b>			µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	<b>272</b>			
Steigung b	<b>1,045</b>			
Unsicherheit von b	<b>0,018</b>			
Achsabschnitt a	<b>-1,543</b>			
Unsicherheit von a	<b>0,311</b>			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	<b>7,08</b>			%

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 119 von 214

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010					
Prüfung	FIDAS 200 S		SN	SN 0111 & SN 0112	
Status Messwerte	Rohdaten		Grenzwert erlaubte Unsicherheit	50 25	µg/m³ %
<b>Köln, Sommer</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,80	µg/m³			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,27	µg/m³			
	SN 0111			SN 0112	
Anzahl Wertepaare	81			82	
Steigung b	1,045			1,028	
Unsicherheit von b	0,028			0,028	
Achsabschnitt a	-1,637			-1,524	
Unsicherheit von a	0,490			0,489	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	6,98	%		6,56	%
<b>Köln, Winter</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53	µg/m³			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,67	µg/m³			
	SN 0111			SN 0112	
Anzahl Wertepaare	51			50	
Steigung b	1,064			1,027	
Unsicherheit von b	0,015			0,015	
Achsabschnitt a	-1,260			-1,284	
Unsicherheit von a	0,399			0,398	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	9,66	%		5,53	%
<b>Bonn</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,38	µg/m³			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,90	µg/m³			
	SN 0111			SN 0112	
Anzahl Wertepaare	50			50	
Steigung b	1,043			1,004	
Unsicherheit von b	0,027			0,029	
Achsabschnitt a	-0,082			0,061	
Unsicherheit von a	0,821			0,865	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	11,98	%		9,29	%
<b>Bornheim</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,54	µg/m³			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,87	µg/m³			
	SN 0111			SN 0112	
Anzahl Wertepaare	47			47	
Steigung b	1,128			1,083	
Unsicherheit von b	0,040			0,039	
Achsabschnitt a	-1,986			-2,169	
Unsicherheit von a	0,733			0,720	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	19,05	%		10,63	%
<b>Teddington, Winter</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,48	µg/m³			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,76	µg/m³			
	SN 0111			SN 0112	
Anzahl Wertepaare	44			44	
Steigung b	0,999			0,969	
Unsicherheit von b	0,017			0,016	
Achsabschnitt a	-1,598			-1,580	
Unsicherheit von a	0,441			0,420	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	9,16	%		13,91	%
<b>Teddington, Sommer</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,46	µg/m³			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,56	µg/m³			
	SN 0111			SN 0112	
Anzahl Wertepaare	45			45	
Steigung b	0,946			0,944	
Unsicherheit von b	0,029			0,031	
Achsabschnitt a	-0,090			-0,502	
Unsicherheit von a	0,474			0,507	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	12,26	%		14,26	%
<b>Alle Vergleiche, ≥30 µg/m³</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,68	µg/m³			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,19	µg/m³			
	SN 0111			SN 0112	
Anzahl Wertepaare	44			44	
Steigung b	1,021			0,964	
Unsicherheit von b	0,036			0,036	
Achsabschnitt a	0,096			1,252	
Unsicherheit von a	1,574			1,56	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	11,98	%		11,20	%
<b>Alle Vergleiche, &lt;30 µg/m³</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,56	µg/m³			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,57	µg/m³			
	SN 0111			SN 0112	
Anzahl Wertepaare	274			274	
Steigung b	1,064			1,028	
Unsicherheit von b	0,019			0,018	
Achsabschnitt a	-1,597			-1,522	
Unsicherheit von a	0,320			0,308	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	9,38	%		6,49	%
<b>Alle Vergleiche</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58	µg/m³			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,67	µg/m³			
	SN 0111			SN 0112	
Anzahl Wertepaare	318			318	
Steigung b	1,054	signifikant		1,020	signifikant
Unsicherheit von b	0,010			0,010	
Achsabschnitt a	-1,420	signifikant		-1,355	signifikant
Unsicherheit von a	0,220			0,216	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	9,13	%		7,47	%

Die Überprüfung der fünf Kriterien aus Punkt 6.1 Methodik der Äquivalenzprüfung ergab folgendes Bild:

- Kriterium 1: Mehr als 32 valide Wertepaare sind größer als  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Kriterium 2: Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ist kleiner als  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Kriterium 3: Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten ist kleiner als  $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Kriterium 4: Alle erweiterten Unsicherheiten liegen unter 25 %.
- Kriterium 5: Bei beiden Prüflingen ist die Steigung sowie der der Achsabschnitt bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes signifikant größer als erlaubt.
- Weitere: Es ergibt sich für den Gesamtdatensatz für beide Prüflinge gemeinsam eine Steigung von 1,037 und einen Achsabschnitt von -1,390 bei einer erweiterten Gesamtunsicherheit von 7,54 %.

Die Version vom Januar 2010 des Leitfadens ist nicht eindeutig darin, welche Steigung und welcher Achsabschnitt konkret zur Korrektur eines Prüflings verwendet werden sollen, falls dieser Prüfling die Äquivalenzprüfung nicht besteht. Nach Rücksprache mit dem Vorsitzenden der für die Erstellung des Leitfadens verantwortlichen EU-Arbeitsgruppe Arbeitsgruppe (Herr Theo Hafkenschied) wurde entschieden, dass die Anforderung aus der Version vom November 2005 des Leitfadens weiterhin gültig ist und dass die Steigung und der Achsabschnitt aus der orthogonalen Regression für den Gesamtdatensatz herangezogen werden. Diese sind bei der Überprüfung der fünf Kriterien zusätzlich unter dem Punkt "Weitere" aufgeführt.

Gemäß der Tabelle 43 muss daher aufgrund der ermittelten Signifikanz bei SN 0111 eine Korrektur der Steigung für  $\text{PM}_{2,5}$  erfolgen. Für  $\text{PM}_{10}$  muss gemäß Tabelle 44 aufgrund der ermittelten Signifikanz eine Korrektur der Steigung und des Achsabschnitts erfolgen.

Es ist an dieser Stelle zu beachten, dass die ermittelten Unsicherheiten  $W_{\text{AMS}}$  für  $\text{PM}_{10}$  auch ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit  $W_{\text{dqo}}$  von 25 % für Feinstaub liegen.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 121 von 214

Für PM<sub>2,5</sub>:

Die Steigung für den Gesamtdatensatz liegt bei 1,060. Es erfolgt daher unter Kapitel 6.1

17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen eine zusätzliche Auswertung unter Anwendung des entsprechenden Kalibrierfaktors auf die Datensätze.

Für PM<sub>10</sub>:

Die Steigung für den Gesamtdatensatz liegt bei 1,037. Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei -1,390. Es erfolgt daher unter Kapitel 6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen eine zusätzliche Auswertung unter Anwendung der entsprechenden Kalibrierfaktoren auf die Datensätze.

Die überarbeitete Fassung des Leitfadens von Januar 2010 sowie die DIN EN 16450 enthalten die Forderung, dass für eine richtlinienkonforme Überwachung fortlaufend stichprobenweise Überprüfungen bei einer gewissen Anzahl von Geräten in einem Messnetz durchgeführt werden müssen und dass die Anzahl der betroffenen Messorte abhängig ist von der erweiterten Messunsicherheit des Gerätes. Die entsprechende Umsetzung liegt in der Verantwortung des Messnetzbetreibers oder der zuständigen Behörde des Mitgliedstaates. Allerdings empfiehlt der TÜV Rheinland, dass die erweiterte Unsicherheit des Gesamtdatensatzes (hier: unkorrigierte Rohdaten) hierzu herangezogen wird, nämlich 14,43 % für PM<sub>2,5</sub>, was wiederum eine jährliche Überprüfung an 3 Messorten erfordern würde sowie 7,54 % für PM<sub>10</sub>, was wiederum eine jährliche Überprüfung an 2 Messorten erfordern würde (Leitfaden [5], Kapitel 9.9.2, Tabelle 6 bzw. DIN EN 16450 [9], Kapitel 8.6.2, Tabelle 5). Auf Grund der notwendigen Anwendung der entsprechenden Kalibrierfaktoren, sollte diese Bewertung jedoch auf Basis der Auswertung der korrigierten Datensätze erfolgen (siehe Kapitel 6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen ).

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 45 und Tabelle 46 zeigen einen Überblick über die Unsicherheiten zwischen den Referenzgeräten  $u_{bs, RM}$  aus den Felduntersuchungen.

Tabelle 45: Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten  $u_{bs, RM}$  für PM<sub>2,5</sub>

Referenz-Geräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{bs, RM}$
Nr.			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 / 2	Köln, Sommer	82	0,66
1 / 2	Köln, Winter	52	0,54
1 / 2	Bonn, Winter	50	0,62
1 / 2	Bornheim, Sommer	47	0,42
1 / 2	Teddington, Winter	44	0,42
1 / 2	Teddington, Sommer	44	0,25
1 / 2	Alle Standorte	319	0,53

Tabelle 46: Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten  $u_{bs, RM}$  für PM<sub>10</sub>

Referenz-Geräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{bs, RM}$
Nr.			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 / 2	Köln, Sommer	82	0,80
1 / 2	Köln, Winter	52	0,53
1 / 2	Bonn, Winter	50	0,38
1 / 2	Bornheim, Sommer	49	0,54
1 / 2	Teddington, Winter	44	0,48
1 / 2	Teddington, Sommer	45	0,46
1 / 2	Alle Standorte	322	0,58

Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten  $u_{bs, RM}$  ist an allen Standorten  $< 2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

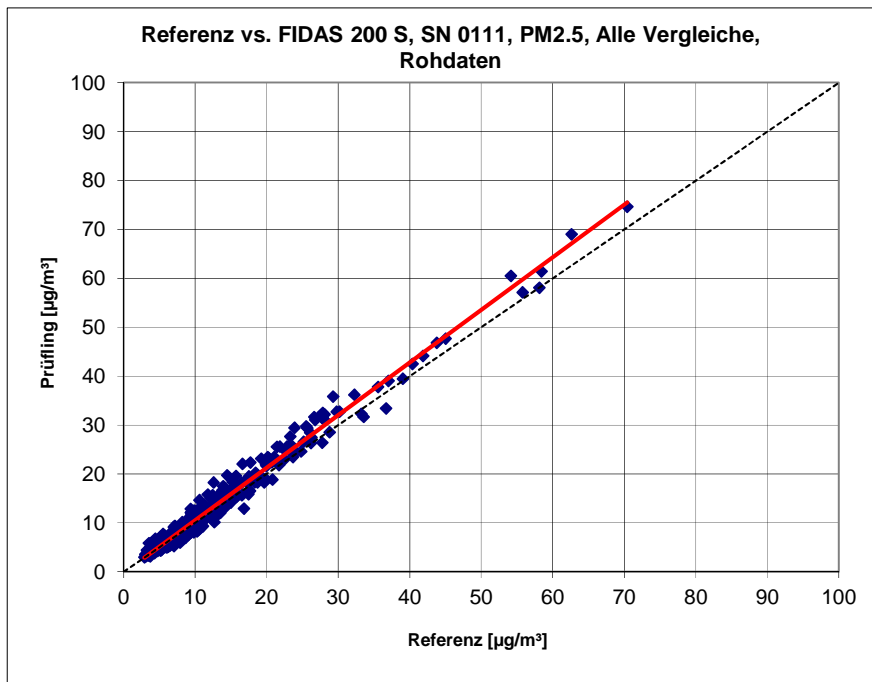


Abbildung 63: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, alle Standorte, PM\_ENVIRO\_0011

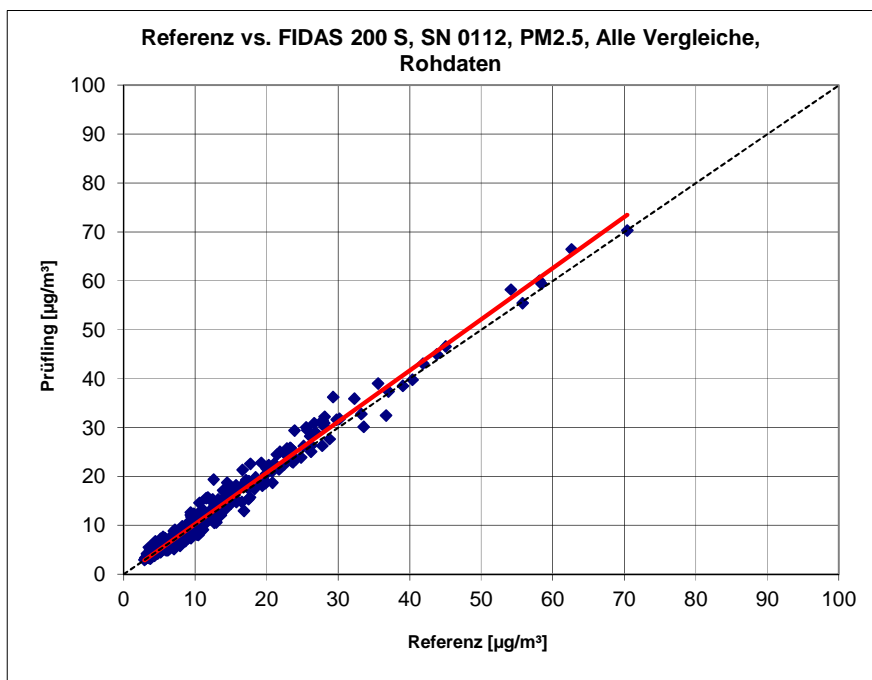


Abbildung 64: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, alle Standorte, PM\_ENVIRO\_0011



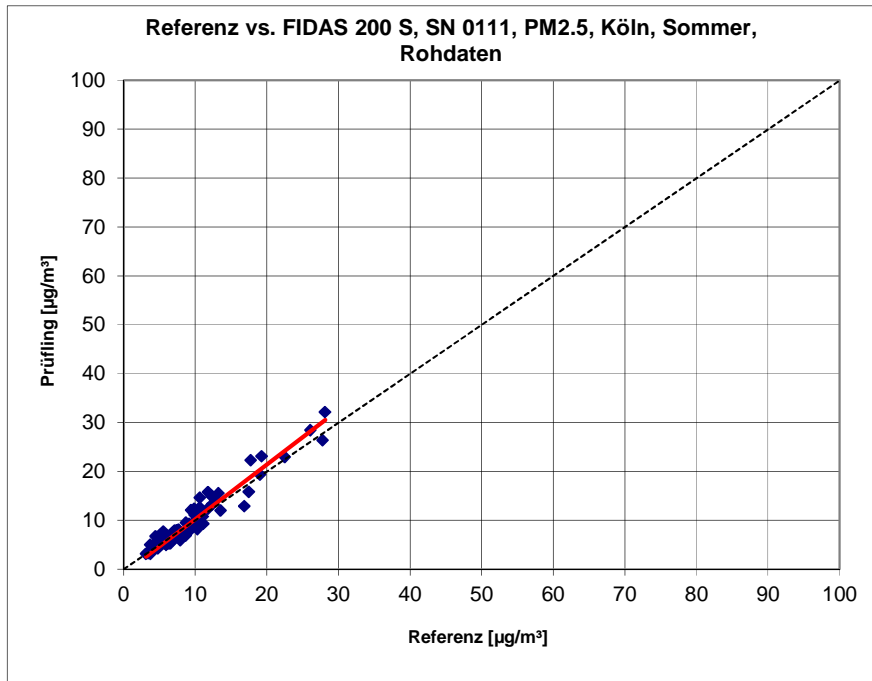


Abbildung 65: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Köln, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

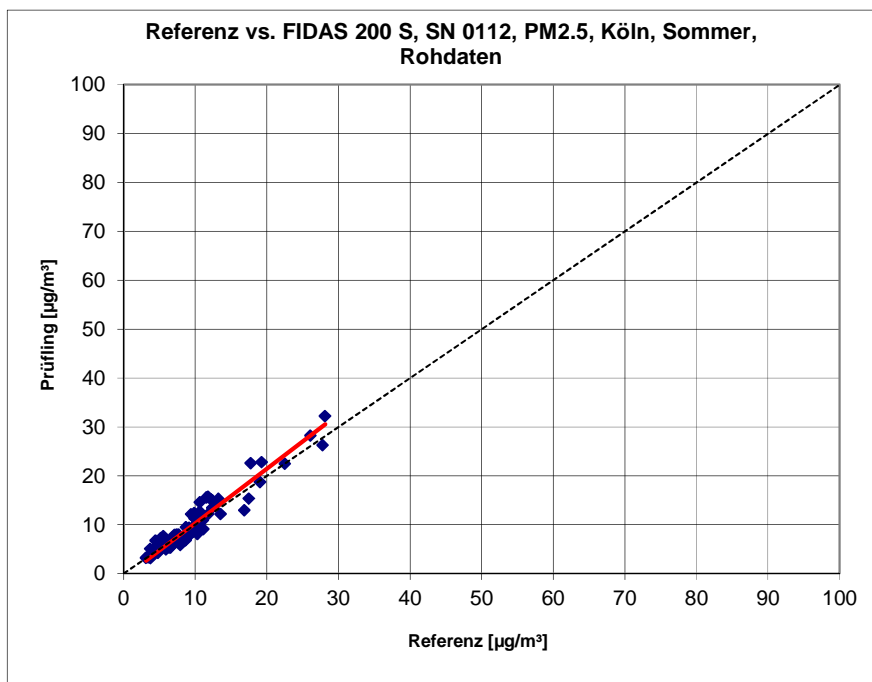


Abbildung 66: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Köln, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 125 von 214

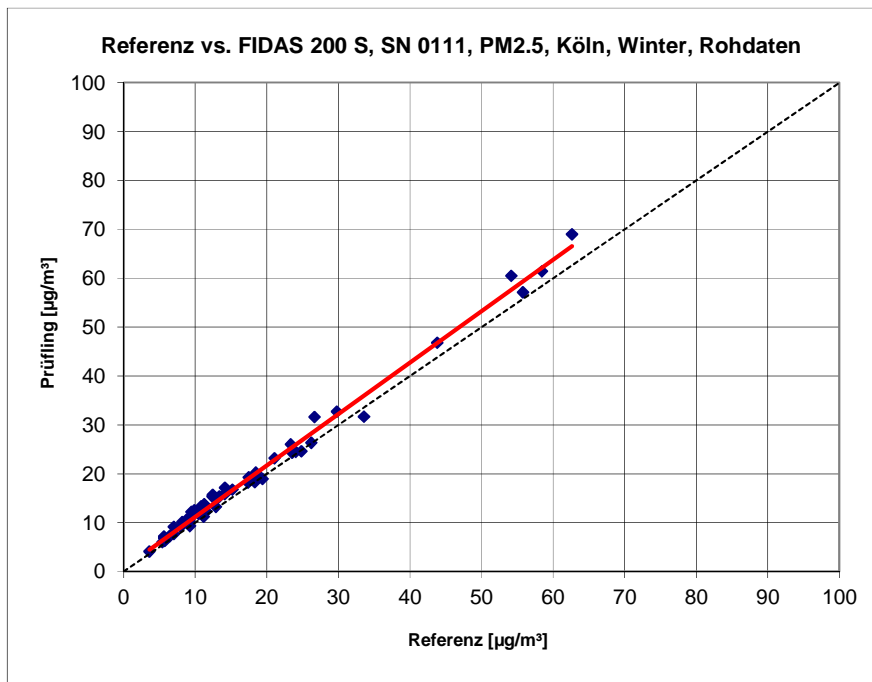


Abbildung 67: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Köln, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

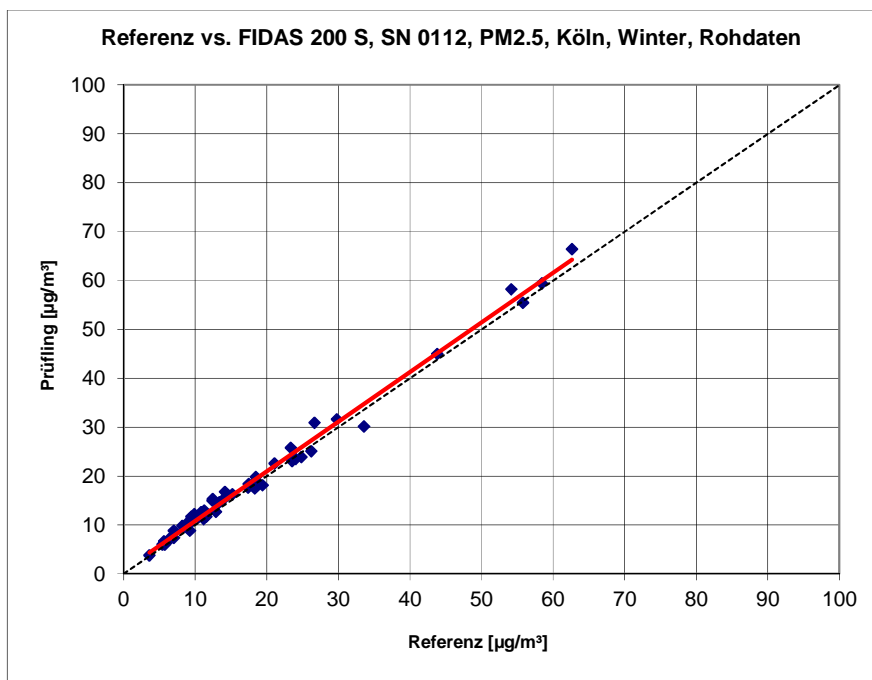


Abbildung 68: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Köln, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

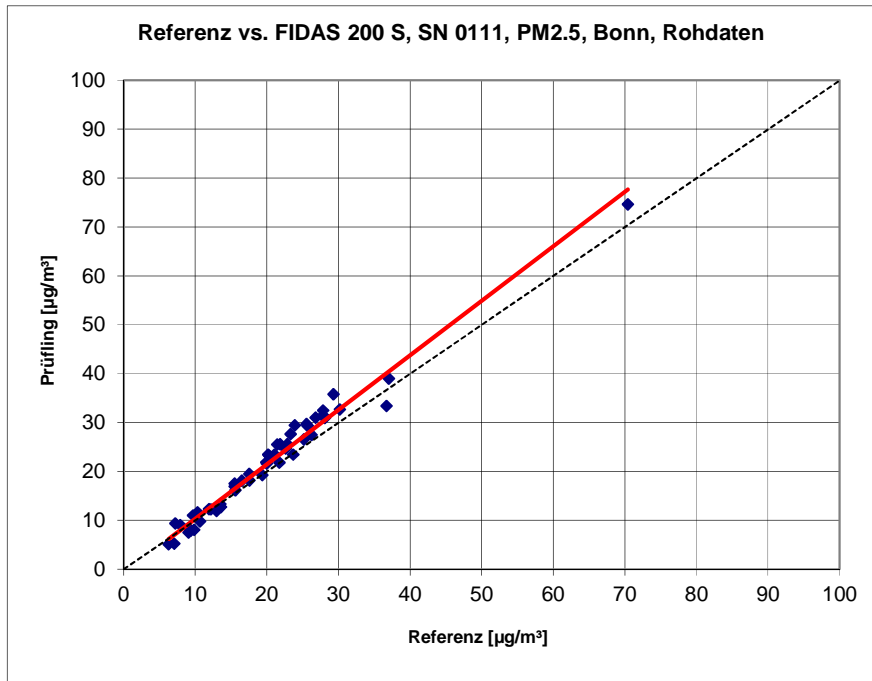


Abbildung 69: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Bonn, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

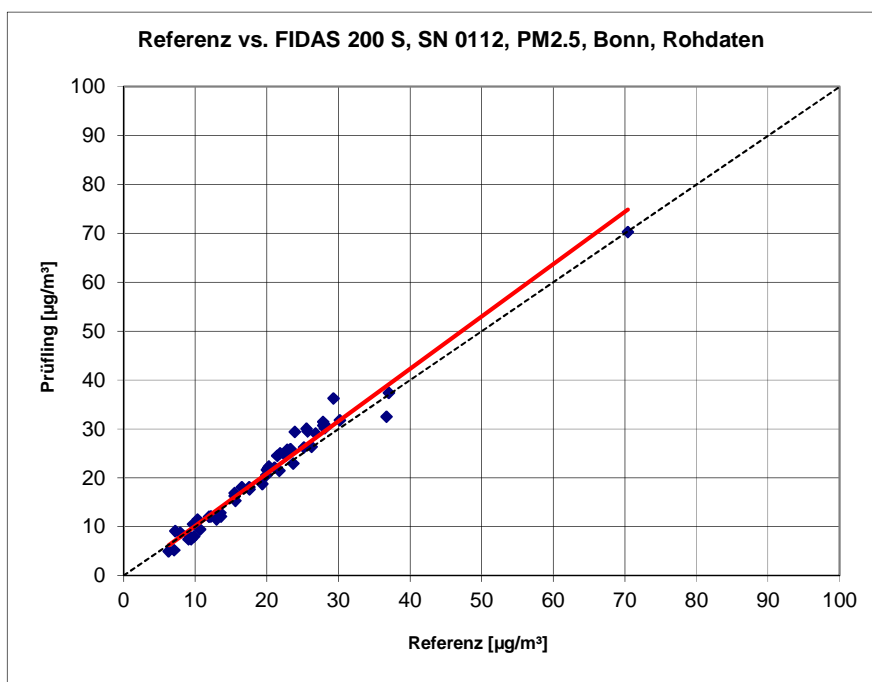


Abbildung 70: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Bonn, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

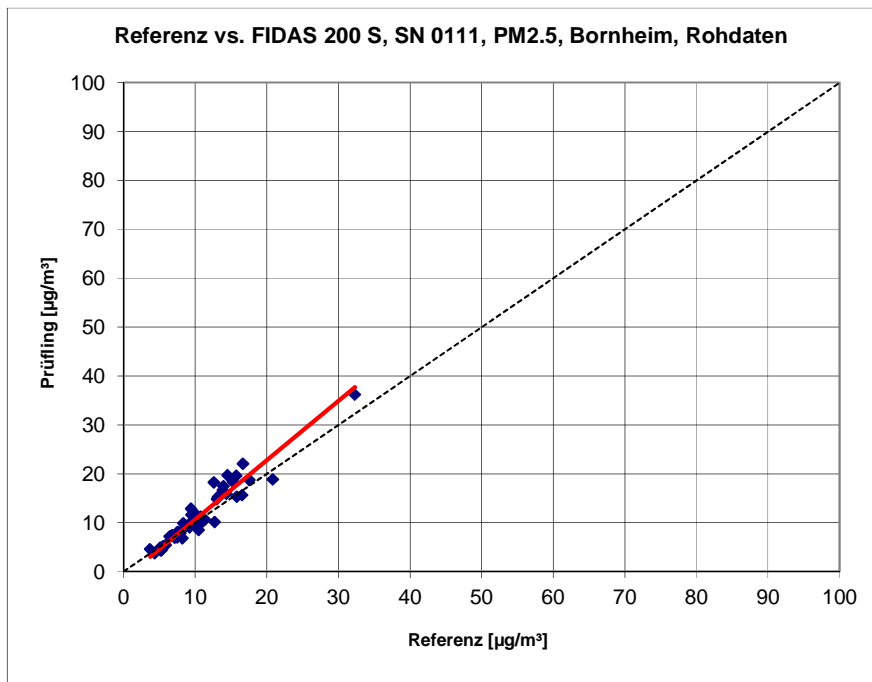


Abbildung 71: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Bornheim, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

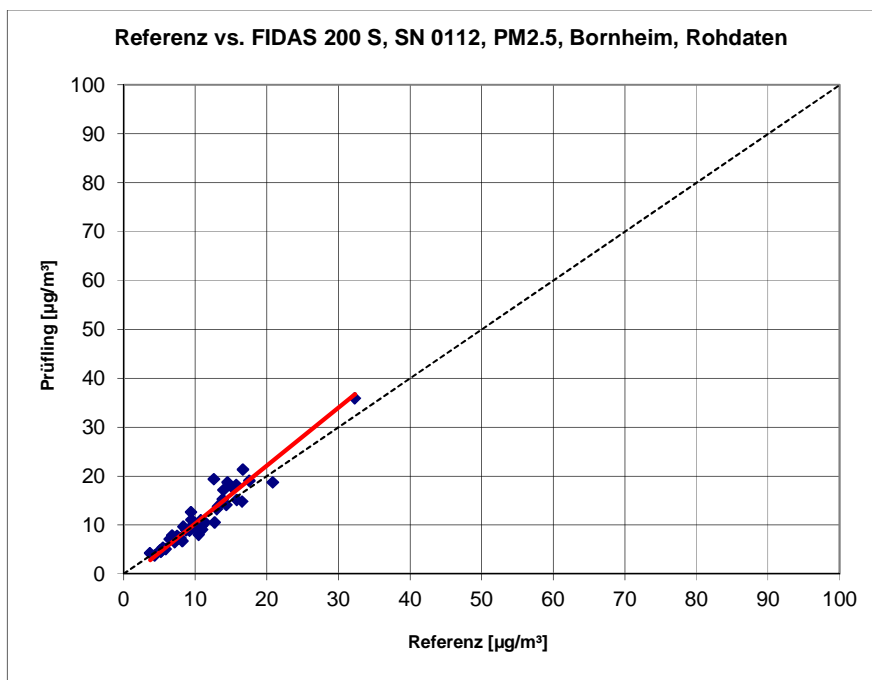


Abbildung 72: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Bornheim, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

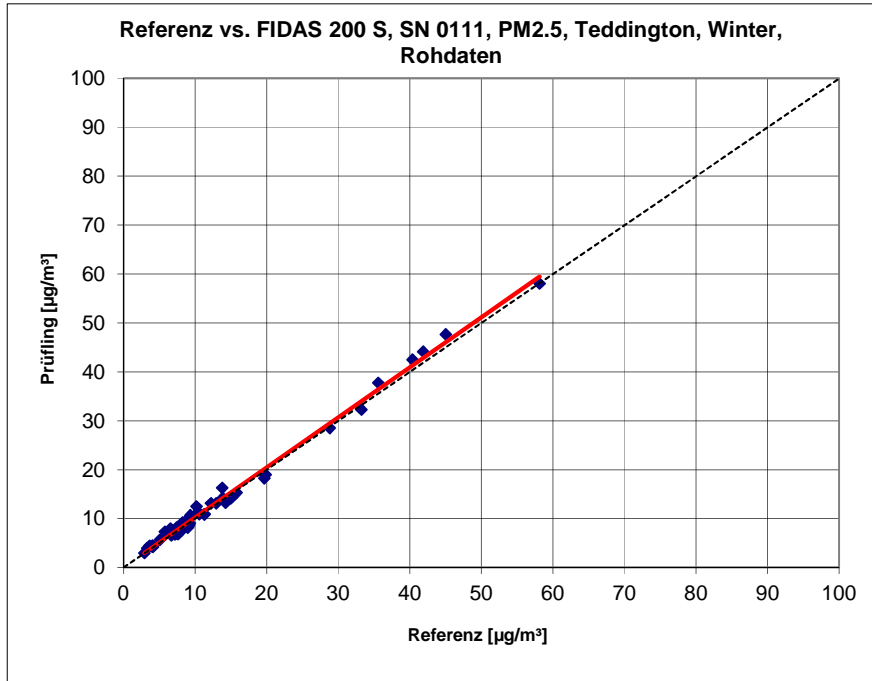


Abbildung 73: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Teddington, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

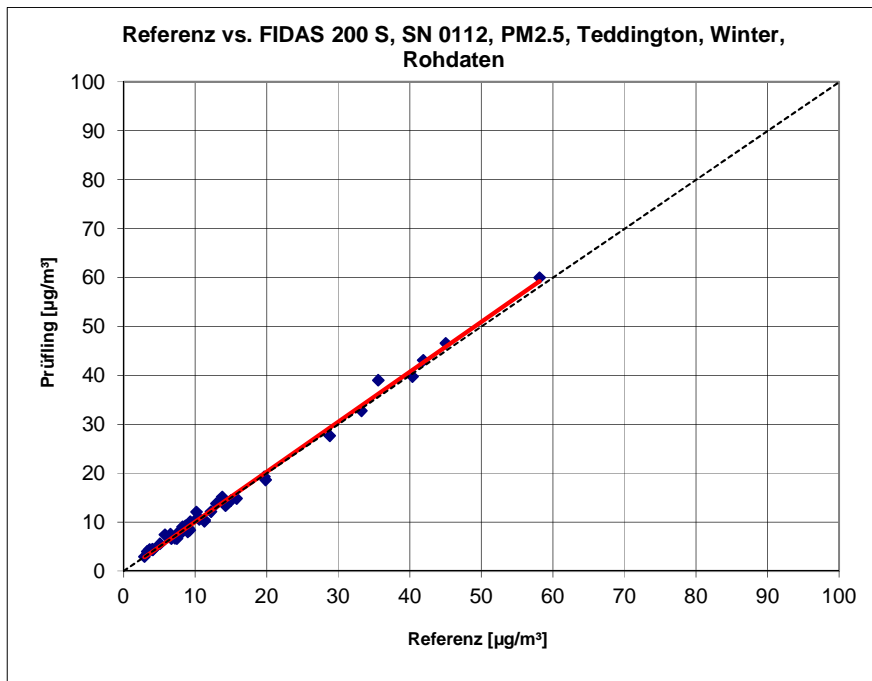


Abbildung 74: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Teddington, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

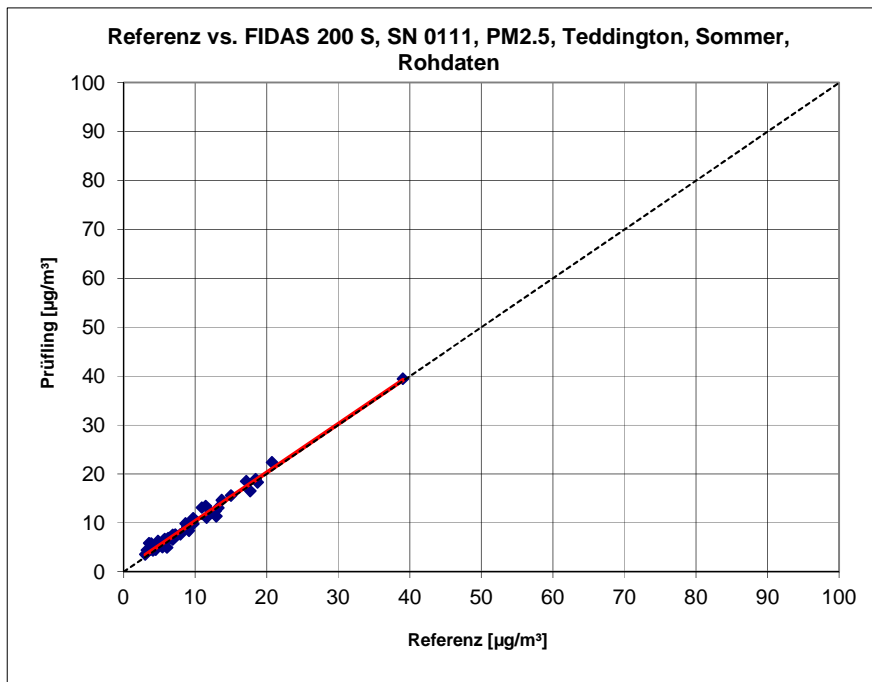


Abbildung 75: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Teddington, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

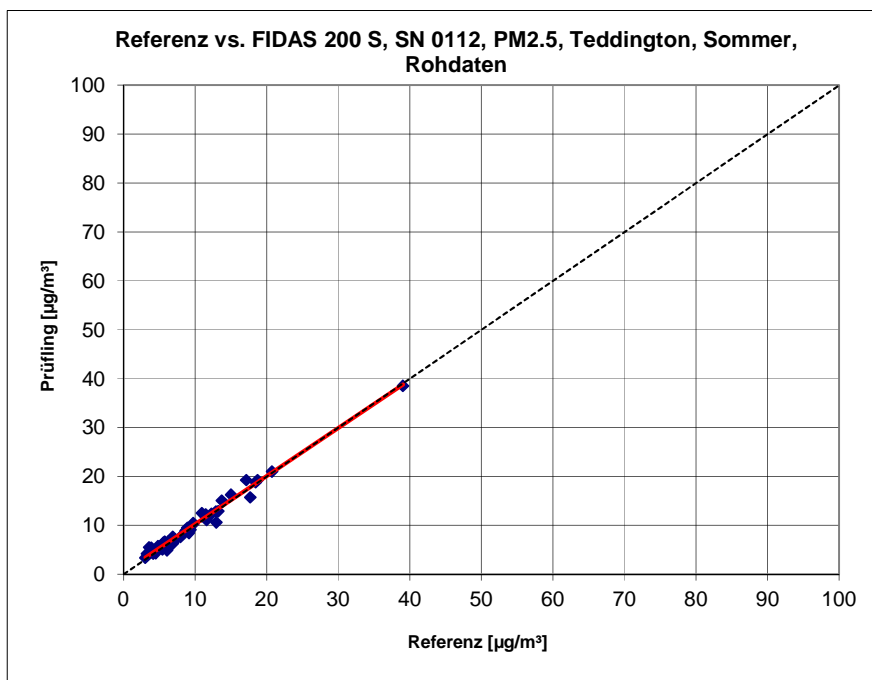


Abbildung 76: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Teddington, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

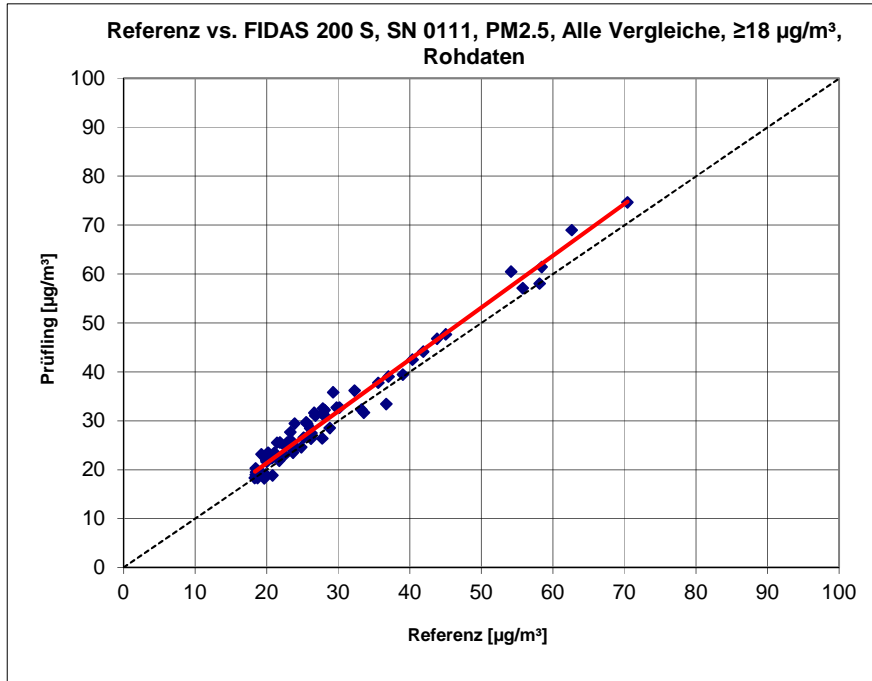


Abbildung 77: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Werte  $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM\_ENVIRO\_0011

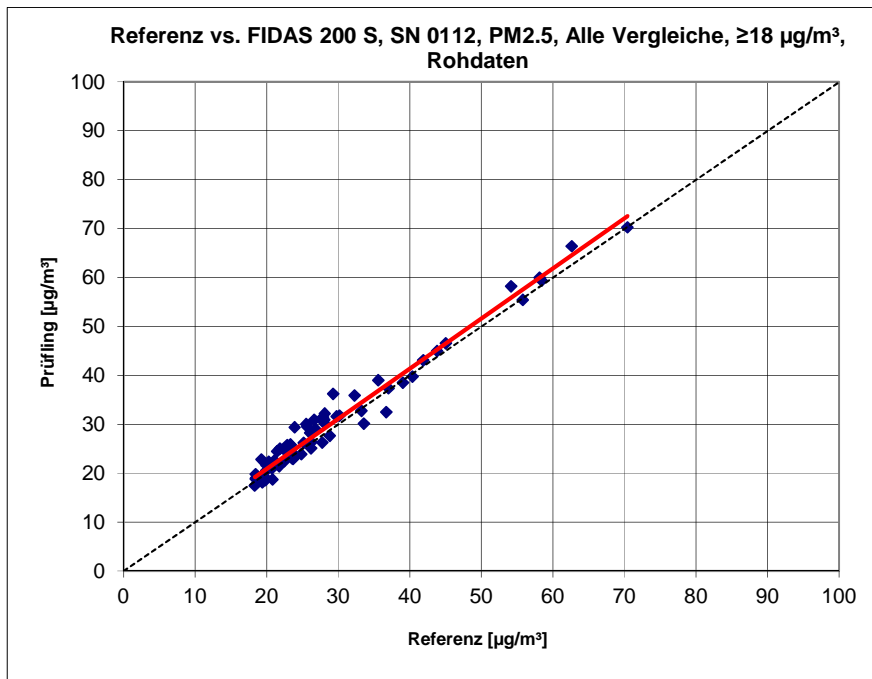


Abbildung 78: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub>, Werte  $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM\_ENVIRO\_0011

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 131 von 214

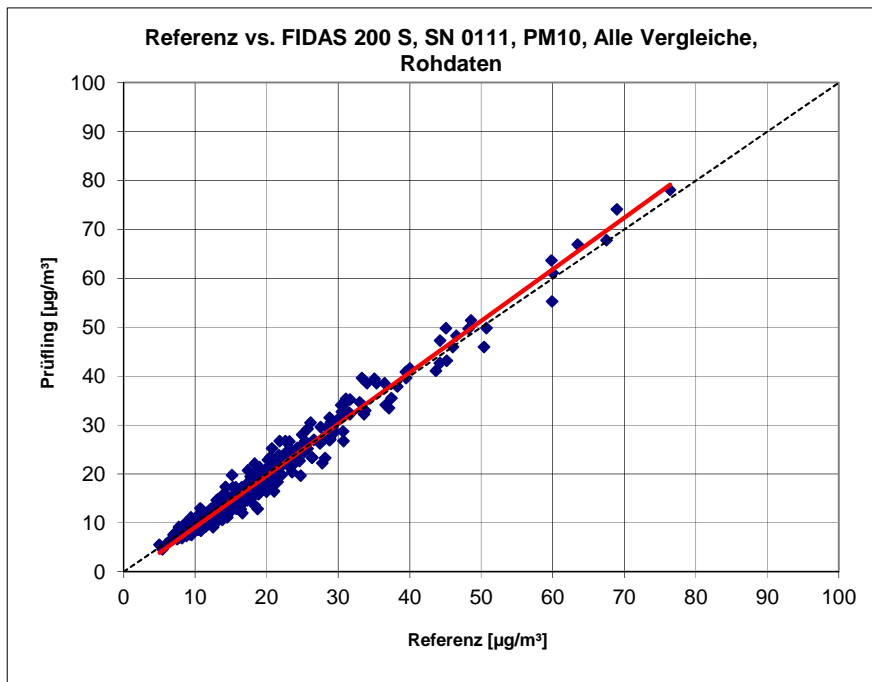


Abbildung 79: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte, PM\_ENVIRO\_0011

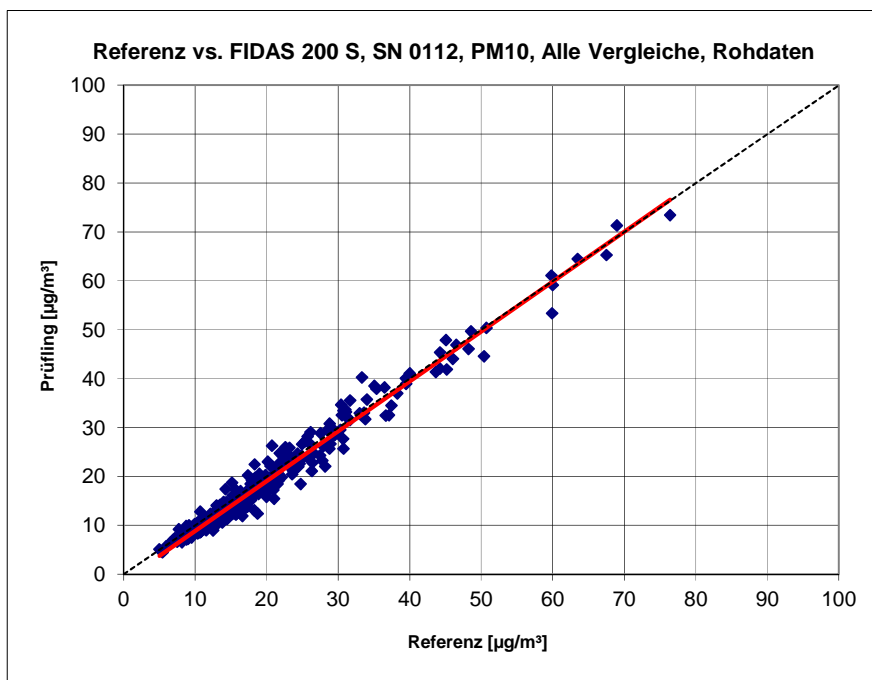


Abbildung 80: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte, PM\_ENVIRO\_0011



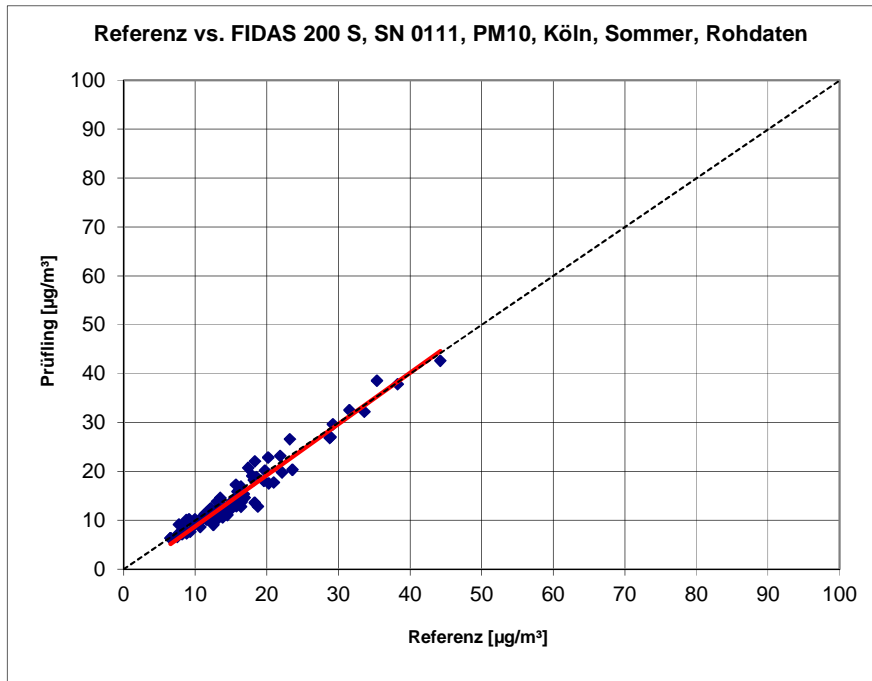


Abbildung 81: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Köln, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

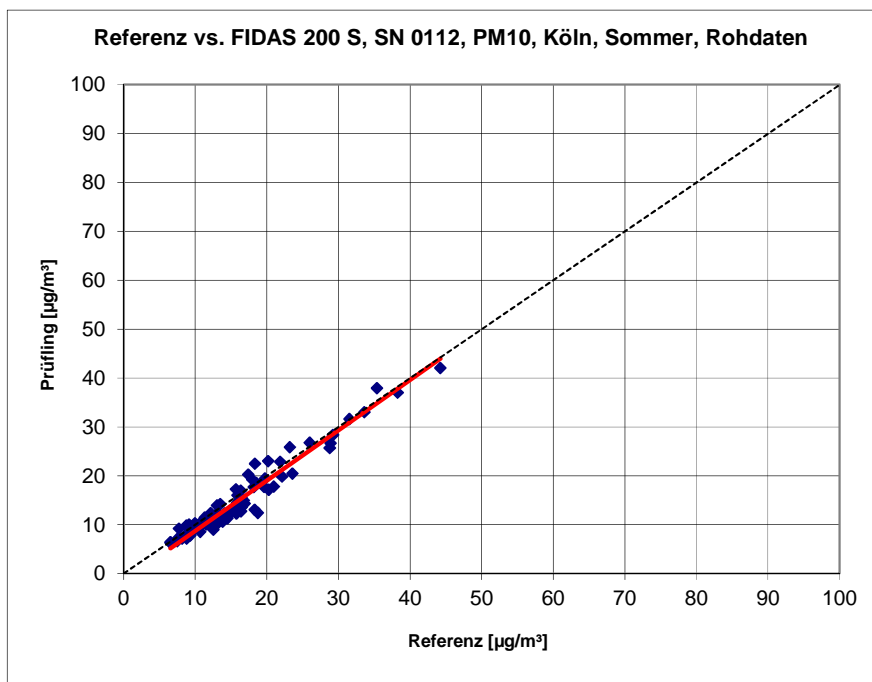


Abbildung 82: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Köln, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

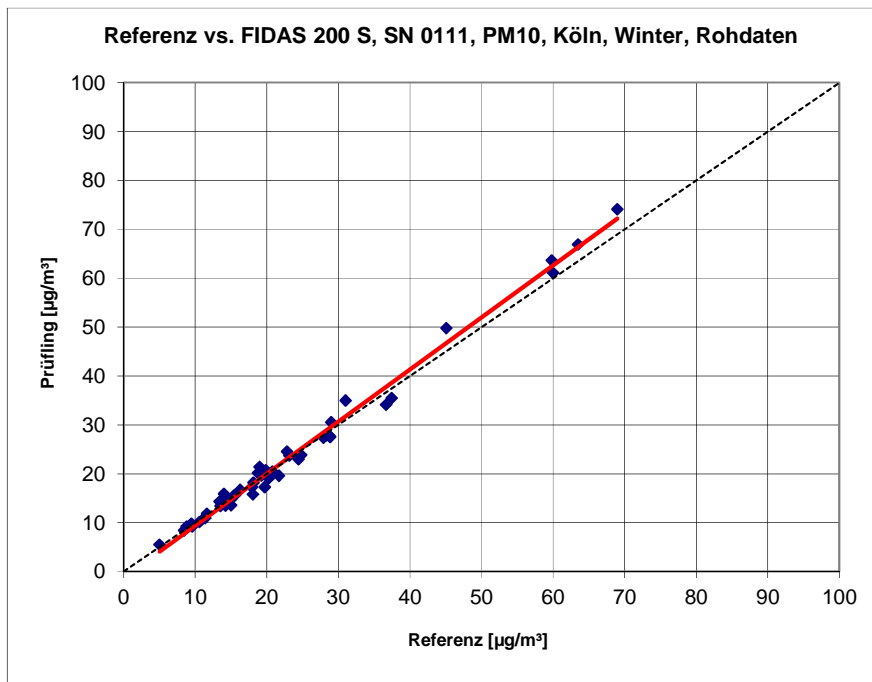


Abbildung 83: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Köln, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

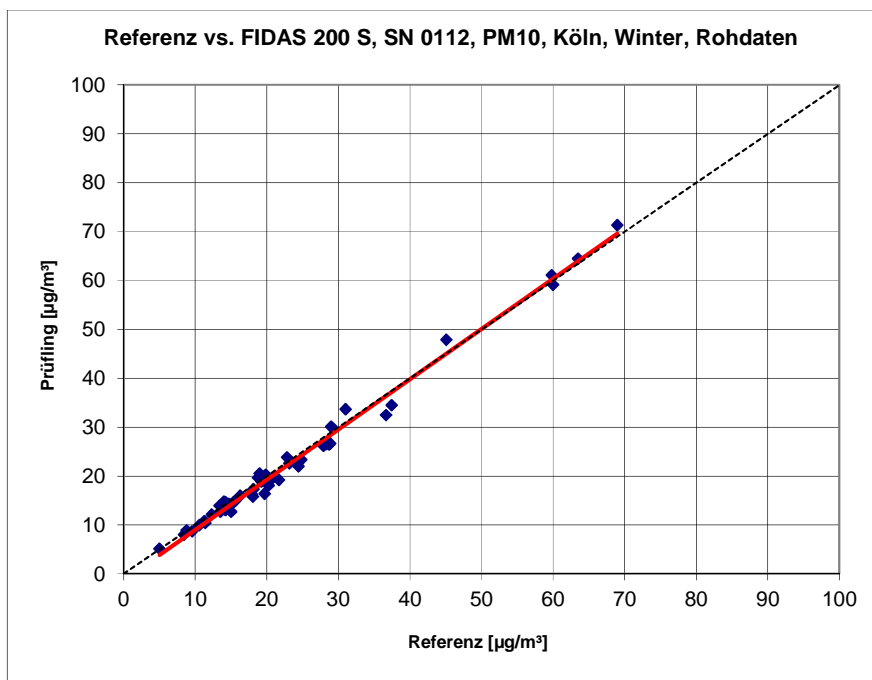


Abbildung 84: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Köln, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

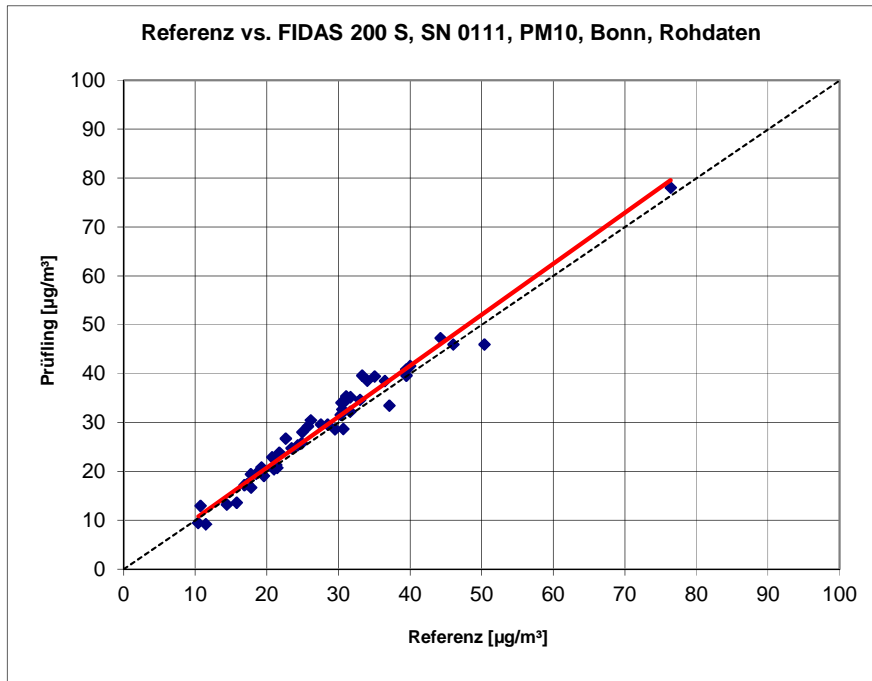


Abbildung 85: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Bonn, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

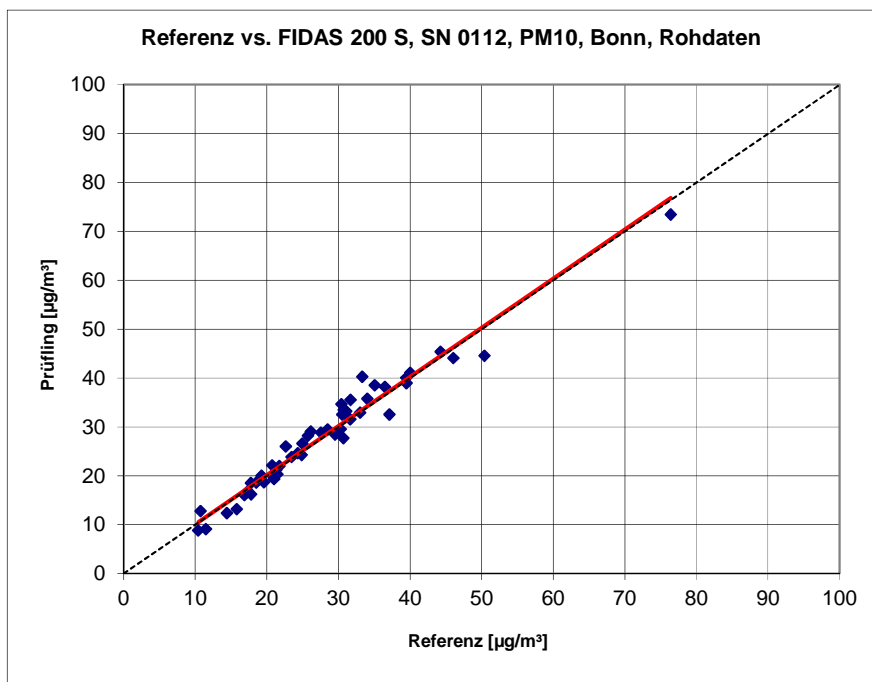


Abbildung 86: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Bonn, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

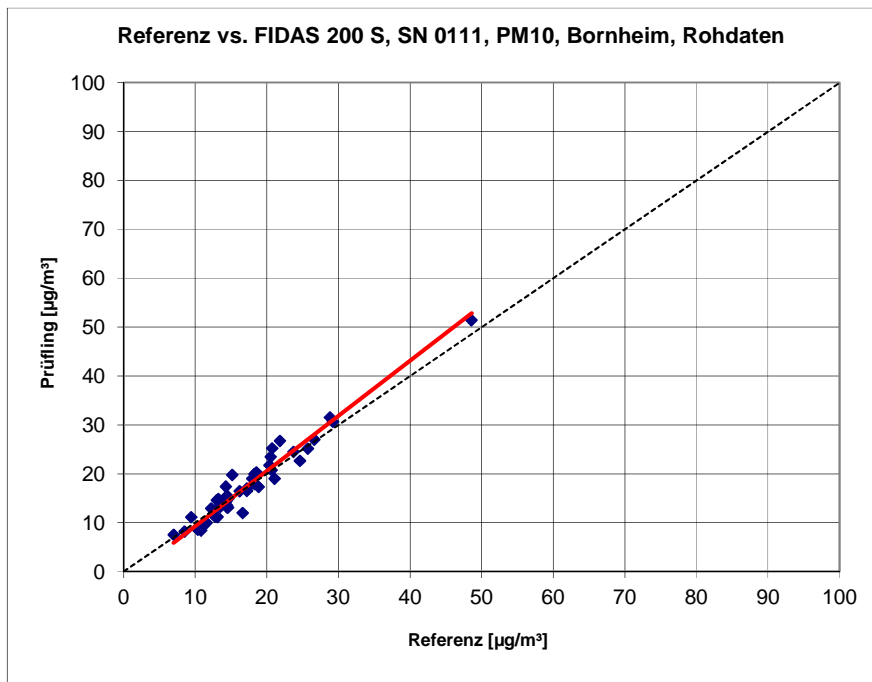


Abbildung 87: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Bornheim, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

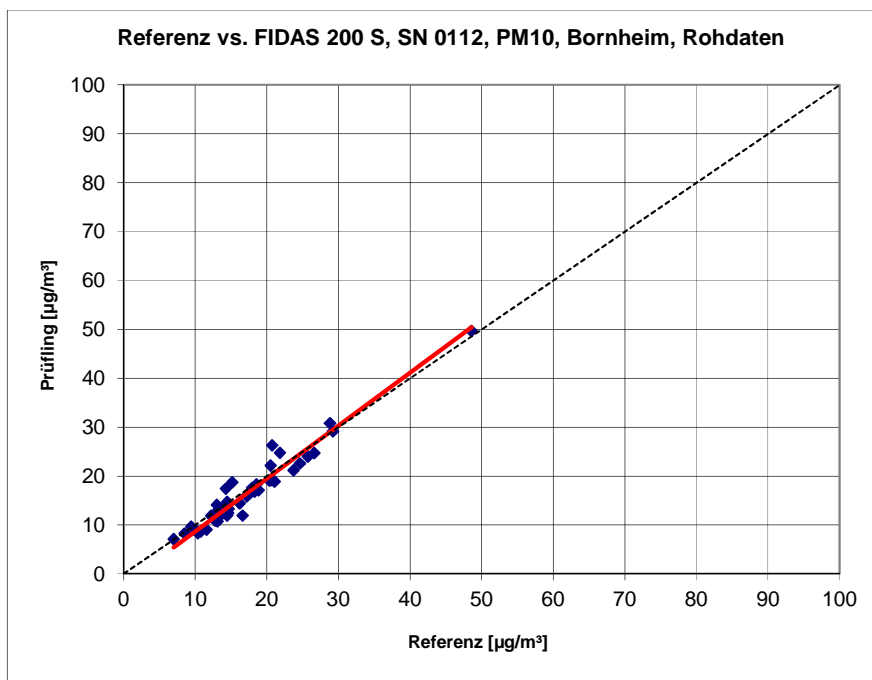


Abbildung 88: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Bornheim, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

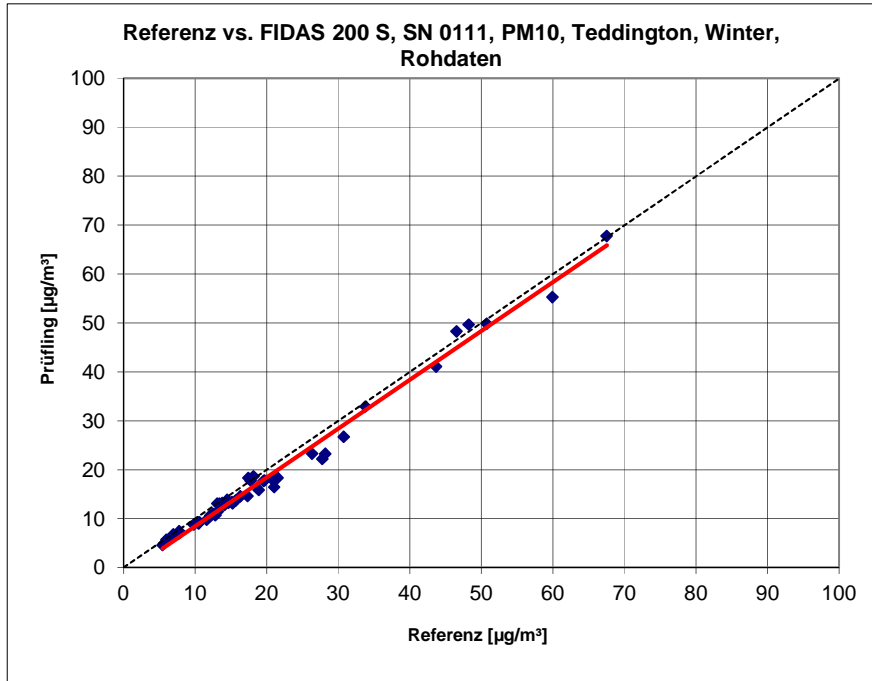


Abbildung 89: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Teddington, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

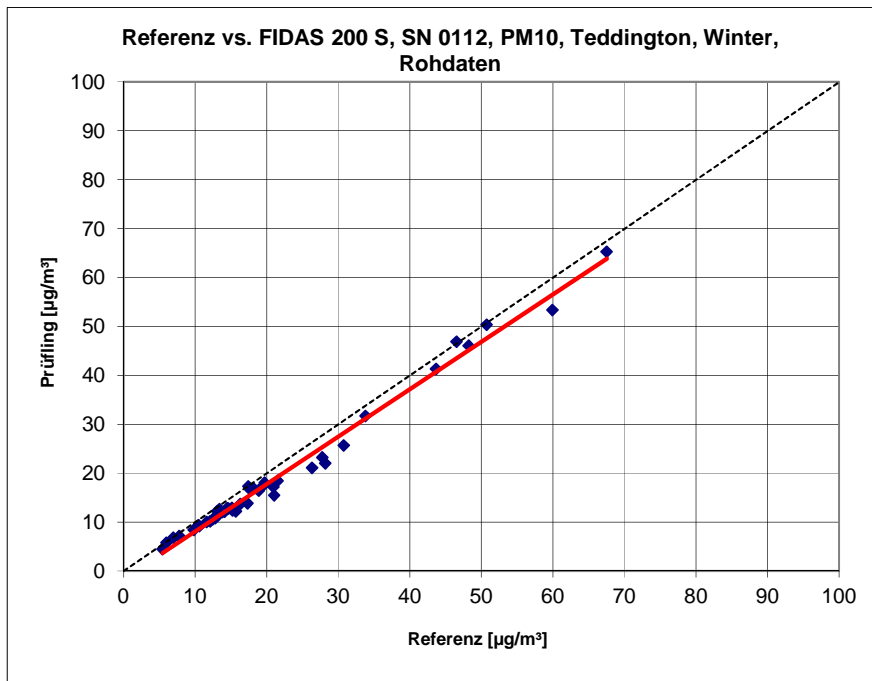


Abbildung 90: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Teddington, Winter, PM\_ENVIRO\_0011

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 137 von 214

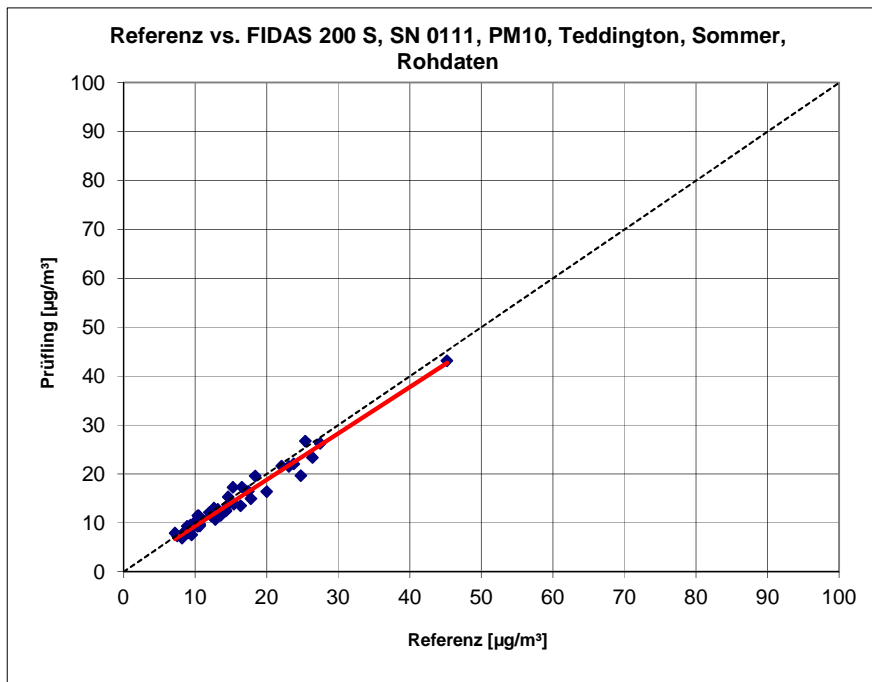


Abbildung 91: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Teddington, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

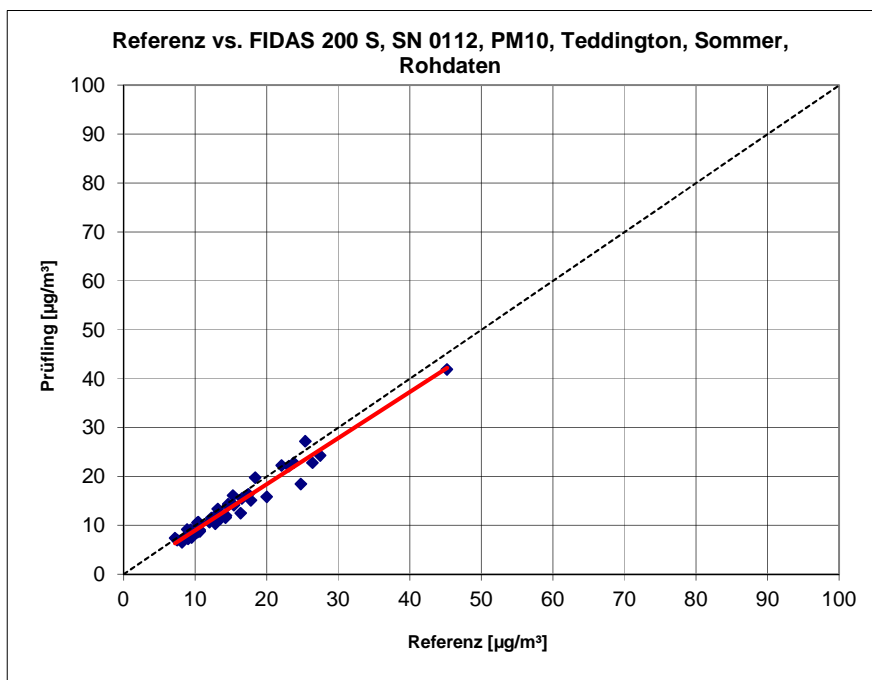


Abbildung 92: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Teddington, Sommer, PM\_ENVIRO\_0011

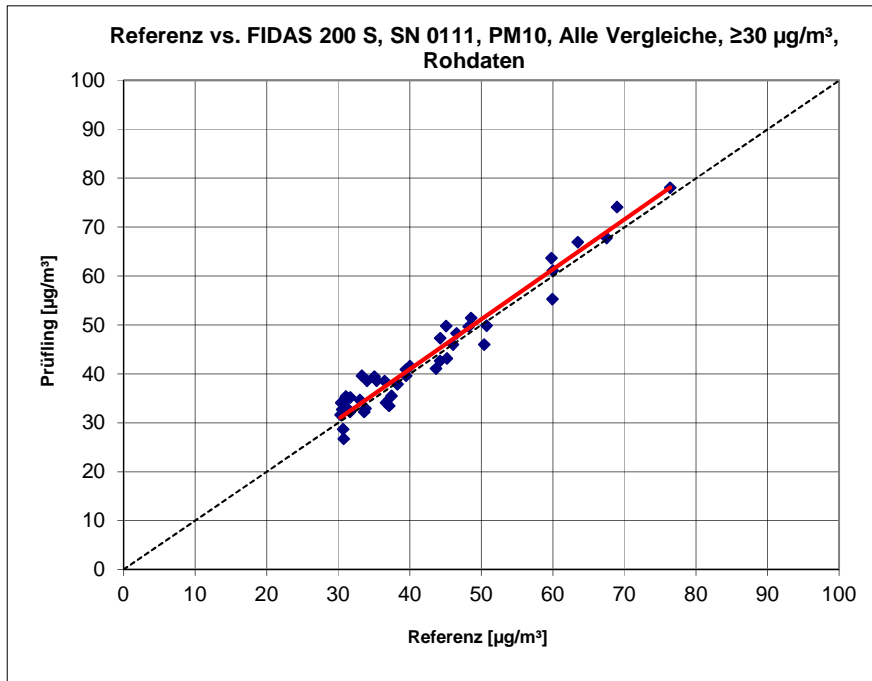


Abbildung 93: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Werte  $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM\_ENVIRO\_0011

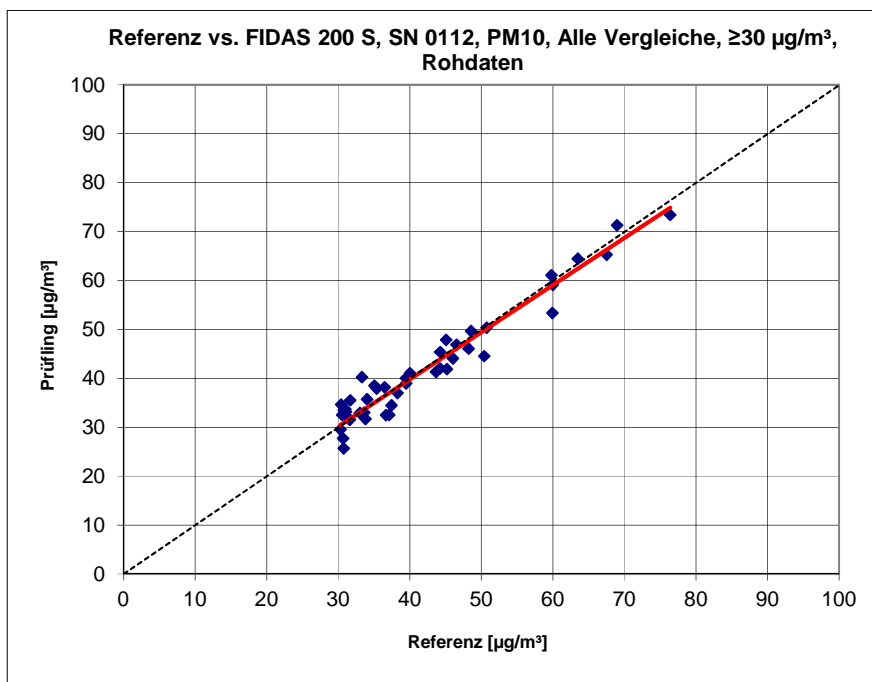


Abbildung 94: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Werte  $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM\_ENVIRO\_0011

## 6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (7.5.8.5 – 7.5.8.8)

*Die Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (=Kalibrierung) muss erfolgen, wenn die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge größer als die in den Anforderungen an die Datenqualität festgelegte erweiterte relative Unsicherheit ist bzw. sofern die Prüfung zeigt, dass die die Steigung signifikant von 1 und/oder der Achsen abschnitt signifikant von 0 abweicht.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Siehe Punkt 6.1 17 Erweiterte Messunsicherheit der Ergebnisse der AMS (7.5.8.5 – 7.5.8.8)

## 6.4 Auswertung

Tritt bei der Auswertung der Rohwerte gemäß 6.1 17 Erweiterte Messunsicherheit der Ergebnisse der AMS (7.5.8.5 – 7.5.8.8) der Fall  $W_{AMS} > W_{dqo}$  auf, d.h. Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet, dann ist es zulässig, einen Korrekturfaktor oder -term anzuwenden, der aus der Regressionsgleichung für den gesamten Datensatz resultiert. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen für alle Datensätze oder Teildatensätze erfüllen. Darüber hinaus kann eine Korrektur auch für den Fall, dass  $W_{AMS} \leq W_{dqo}$  ist, genutzt werden, um die Genauigkeit der Prüflinge zu verbessern.

Es können drei verschiedene Fälle auftreten:

a) Steigung b nicht signifikant von 1 verschieden:  $|b - 1| \leq 2u(b)$ ,

Achsenabschnitt a signifikant von 0 verschieden:  $|a| > 2u(a)$

b) Steigung b signifikant von 1 verschieden:  $|b - 1| > 2u(b)$ ,

Achsenabschnitt a nicht signifikant von 0 verschieden:  $|a| \leq 2u(a)$

c) Steigung b signifikant von 1 verschieden:  $|b - 1| > 2u(b)$

Achsenabschnitt a signifikant von 0 verschieden:  $|a| > 2u(a)$

zu a)

Der Wert des Achsenabschnittes a kann als Korrekturterm verwendet werden, um alle Eingangswerte  $y_i$  gemäß folgender Gleichung zu korrigieren:

$$y_{i,corr} = y_i - a$$



Die resultierenden Werte von  $y_{i,corr}$  können dazu dienen, mit einer linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u_{y_{i,corr}}^2 = \frac{RSS}{(n-2)} - u_{RM}^2 + [c + (d-1)L]^2 + u^2(a)$$

mit  $u(a)$  = Unsicherheit des Originalachsenabschnittes  $a$ , deren Wert benutzt wurde, um  $y_{i,corr}$  zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [9] ausführlich beschrieben.

zu b)

Der Wert der Steigung  $b$  kann als Korrekturterm verwendet werden, um alle Eingangswerte  $y_i$  gemäß folgender Gleichung zu korrigieren.

$$y_{i,corr} = \frac{y_i}{b}$$

Die resultierenden Werte von  $y_{i,corr}$  können dazu dienen, mit einer neuen linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u_{y_{i,corr}}^2 = \frac{RSS}{(n-2)} - u_{RM}^2 + [c + (d-1)L]^2 + L^2 u^2(b)$$

mit  $u(b)$  = Unsicherheit der Originalsteigung  $b$ , deren Wert benutzt wurde, um  $y_{i,corr}$  zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [9] ausführlich beschrieben.

zu c)

Die Werte der Steigung  $b$  und des Achsenabschnittes  $a$  können als Korrekturterme verwendet werden, um alle Eingangswerte  $y_i$  gemäß folgender Gleichung zu korrigieren.

$$y_{i,corr} = \frac{y_i - a}{b}$$

Die resultierenden Werte von  $y_{i,corr}$  können dazu dienen, mit einer neuen linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u_{y_i,corr}^2 = \frac{RSS}{(n-2)} - u_{RM}^2 + [c + (d-1)L]^2 + L^2 u^2(b) + u^2(a)$$

mit  $u(b)$  = Unsicherheit der Originalsteigung  $b$ , deren Wert benutzt wurde, um  $y_{i,corr}$  zu ermitteln und mit  $u(a)$  = Unsicherheit des Originalachsenabschnittes  $a$ , deren Wert benutzt wurde, um  $y_{i,corr}$  zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [9] ausführlich beschrieben.

Die Werte für  $u_{c,s,corr}$  werden dann zur Berechnung der kombinierten relativen Unsicherheit der Prüflinge nach der Korrektur gemäß der folgenden Gleichung herangezogen:

$$W_{AMS,corr}^2 = \frac{u_{corr,y_i=L}^2}{L^2}$$

Für den korrigierten Datensatz wird die Unsicherheit  $w_{AMS,corr}$  am 24 h-Grenzwert berechnet, wobei  $y_i$  als Konzentration am Grenzwert eingesetzt wird.

Die erweiterte relative Unsicherheit  $W_{AMS,corr}$  wird entsprechend der folgenden Gleichung berechnet:

$$W_{AMS',corr} = k \cdot w_{AMS,corr}$$

In der Praxis wird bei großen  $n$  für  $k = 2$  eingesetzt.

Die größte resultierende Unsicherheit  $W_{AMS,corr}$  wird mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [8] verglichen und bewertet. Es sind zwei Fälle möglich:

1.  $W_{AMS,corr} \leq W_{dqo}$  → Prüfling wird als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.
2.  $W_{AMS,corr} > W_{dqo}$  → Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.

Die festgelegte erweiterte relative Unsicherheit  $W_{dqo}$  beträgt für Feinstaub 25 % [8].

## 6.5 Bewertung

Durch Anwendung der Korrekturfaktoren, erfüllen die Prüflinge die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen für alle Datensätze sowohl für  $PM_{2,5}$  als auch für  $PM_{10}$ . Für  $PM_{10}$  werden die Anforderungen auch ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren erfüllt, die Korrektur der Steigung und des Achsabschnitts führt dennoch zu einer weiteren (leichten) Verbesserung der erweiterten Messunsicherheiten für den Gesamtdatensatz.

Mindestanforderung erfüllt? ja



Die Auswertung des Gesamtdatensatzes ergibt für die Messkomponente PM<sub>2,5</sub> eine signifikante Steigung und für die Messkomponente PM<sub>10</sub> eine signifikante Steigung und einen signifikanten Achsabschnitt.

Für PM<sub>2,5</sub>:

Die Steigung für den Gesamtdatensatz liegt bei 1,060. Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei -0,210. (siehe Tabelle 43).

Für PM<sub>10</sub>:

Die Steigung für den Gesamtdatensatz liegt bei 1,037. Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei -1,390 (siehe Tabelle 44).

Es wurde für die Messkomponente PM<sub>2,5</sub> eine Steigungskorrektur des gesamten Datensatzes durchgeführt und mit den korrigierten Werten alle Datensätze neu ausgewertet.

Es wurde für die Messkomponente PM<sub>10</sub> eine Steigungs- und Achsabschnittskorrektur des gesamten Datensatzes durchgeführt und mit den korrigierten Werten alle Datensätze neu ausgewertet.

Alle Datensätze erfüllen nach der Korrektur die Anforderungen an die Datenqualität und die Messunsicherheiten verbessern sich bei einigen Standorten erheblich.

Die Version des Leitfadens vom Januar 2010 sowie die Richtlinie DIN EN 16450 verlangen für den Fall des Betriebs der Messeinrichtung in einem Messnetz, dass die Geräte jährlich an einer Anzahl von Messstellen, die wiederum abhängig ist von der höchsten erweiterten Unsicherheit in der Äquivalenzprüfung, überprüft werden. Das entsprechende Kriterium zur Festlegung der Anzahl der Messstellen ist in 5 % Schritte unterteilt (Leitfaden [4], Kapitel 9.9.2, Tabelle 6 bzw. DIN EN 16450 [9], Kapitel 8.6.2, Tabelle 5). Es bleibt festzustellen, dass die höchste ermittelte erweiterte Unsicherheit für PM<sub>2,5</sub> nach Korrektur im Bereich < 10 % liegt, während sie vor der Korrektur im Bereich 10 % bis 15 % lag. Für PM<sub>10</sub> liegt die höchste ermittelte erweiterte Unsicherheit sowohl vor als auch nach der Korrektur im Bereich <10 %.

Die entsprechende Umsetzung der oben genannten Anforderung zur regelmäßigen Überprüfung in den Messnetzen liegt in der Verantwortung des Messnetzbetreibers oder der zuständigen Behörde des Mitgliedstaates. Allerdings empfiehlt der TÜV Rheinland, dass die erweiterte Unsicherheit des Gesamtdatensatzes des Datensatzes hierzu herangezogen wird, nämlich 14,43 % (PM<sub>2,5</sub>, unkorrigierter Datensatz) respektive 9,3 % (PM<sub>2,5</sub>, Datensatz nach Steigungskorrektur), was wiederum eine jährliche Überprüfung an 3 Messorten (unkorrigiert) bzw. 2 Messorten (korrigiert) erfordern würde, bzw. 7,54 % (PM<sub>10</sub>, unkorrigierter Datensatz) respektive 7,33 % (PM<sub>10</sub>, Datensatz nach Steigungs-/Offset-Korrektur), was wiederum eine jährliche Überprüfung an jeweils 2 Messorten (unkorrigiert und korrigiert) erfordern würde.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 143 von 214

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 47 und Tabelle 48 zeigen die Ergebnisse der Auswertungen der Äquivalenzprüfung nach Anwendung der Korrekturfaktoren auf den Gesamtdatensatz.

Tabelle 47: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 0111 & SN 0112, Messkomponente PM<sub>2,5</sub> nach Korrektur Steigung, PM\_ENVIRO\_0011

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010			
Prüfung	FIDAS 200 S	SN	SN 0111 & SN 0112
Status Messwerte	Korrektur Steigung	Grenzwert erlaubte Unsicherheit	30 25      µg/m <sup>3</sup> %
<b>Alle Vergleiche</b>			
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53		µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,45		µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>			
Anzahl Wertepaare	313		
Steigung b	0,999		nicht signifikant
Unsicherheit von b	0,008		
Achsabschnitt a	-0,190		nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,136		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	9,35		%
<b>Alle Vergleiche, ≥18 µg/m<sup>3</sup></b>			
Unsicherheit zwischen Referenz	0,60		µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,80		µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>			
Anzahl Wertepaare	67		
Steigung b	0,981		
Unsicherheit von b	0,020		
Achsabschnitt a	0,306		
Unsicherheit von a	0,630		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	12,51		%
<b>Alle Vergleiche, &lt;18 µg/m<sup>3</sup></b>			
Unsicherheit zwischen Referenz	0,51		µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,31		µg/m <sup>3</sup>
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>			
Anzahl Wertepaare	246		
Steigung b	1,065		
Unsicherheit von b	0,023		
Achsabschnitt a	-0,782		
Unsicherheit von a	0,224		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	11,34		%

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010				
Prüfling	FIDAS 200 S		SN	SN 0111 & SN 0112
Status Messwerte	Korrektur	Steigung	Grenzwert erlaubte Unsicherheit	30 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ %
<b>Köln, Sommer</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,66	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,11	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	81		82	
Steigung b	1,053		1,050	
Unsicherheit von b	0,032		0,033	
Achsabschnitt a	-0,850		-0,810	
Unsicherheit von a	0,342		0,357	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	10,46	%	10,77	%
<b>Köln, Winter</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,54	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,52	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	51		50	
Steigung b	0,991		0,956	
Unsicherheit von b	0,013		0,013	
Achsabschnitt a	0,656		0,645	
Unsicherheit von a	0,296		0,307	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	8,50	%	9,43	%
<b>Bonn</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,66	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	50		50	
Steigung b	1,050		1,008	
Unsicherheit von b	0,024		0,026	
Achsabschnitt a	-0,723		-0,471	
Unsicherheit von a	0,539		0,584	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	12,32	%	12,33	%
<b>Bornheim</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,42	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,47	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	45		45	
Steigung b	1,142		1,115	
Unsicherheit von b	0,051		0,050	
Achsabschnitt a	-1,370		-1,482	
Unsicherheit von a	0,607		0,607	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	22,40	%	17,49	%
<b>Teddington, Winter</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,42	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,52	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	44		44	
Steigung b	0,964		0,963	
Unsicherheit von b	0,012		0,011	
Achsabschnitt a	-0,004		-0,143	
Unsicherheit von a	0,223		0,208	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	9,46	%	10,01	%
<b>Teddington, Sommer</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,25	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,35	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	44		44	
Steigung b	0,934		0,926	
Unsicherheit von b	0,020		0,020	
Achsabschnitt a	0,461		0,399	
Unsicherheit von a	0,232		0,229	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	11,50	%	13,40	%
<b>Alle Vergleiche, <math>\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,60	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,80	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	67		67	
Steigung b	0,999		0,965	
Unsicherheit von b	0,020		0,021	
Achsabschnitt a	0,134		0,443	
Unsicherheit von a	0,642		0,65	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	12,67	%	13,39	%
<b>Alle Vergleiche, <math>&lt; 18 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,51	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,31	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	248		248	
Steigung b	1,083		1,052	
Unsicherheit von b	0,023		0,023	
Achsabschnitt a	-0,841		-0,744	
Unsicherheit von a	0,227		0,226	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	13,84	%	9,97	%
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,45	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	315		315	
Steigung b	1,014	nicht signifikant	0,985	nicht signifikant
Unsicherheit von b	0,008		0,008	
Achsabschnitt a	-0,225	nicht signifikant	-0,137	nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,137		0,137	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	9,50	%	10,17	%

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas<sup>®</sup> 200 S, Fidas<sup>®</sup> 200 und Fidas<sup>®</sup> 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 145 von 214

Tabelle 48: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 0111 & SN 0112, Messkomponente PM<sub>10</sub> nach Korrektur Steigung&Achsabschnitt, PM\_ENVIRO\_0011

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010				
Prüfling	FIDAS 200 S	SN	SN 0111 & SN 0112	
Status	Messwerte	Korrektur Steigung & Offset	Grenzwert	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			erlaubte Unsicherheit	25 %
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,65			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	316			
Steigung b	1,000		nicht signifikant	
Unsicherheit von b	0,009			
Achsabschnitt a	0,010		nicht signifikant	
Unsicherheit von a	0,208			
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	7,33		%	
<b>Alle Vergleiche, <math>\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,68			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,15			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	44			
Steigung b	0,955			
Unsicherheit von b	0,034			
Achsabschnitt a	2,060			
Unsicherheit von a	1,490			
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	10,68		%	
<b>Alle Vergleiche, <math>&lt; 30 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,56			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,55			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>SN 0111 &amp; SN 0112</b>				
Anzahl Wertepaare	272			
Steigung b	1,006			
Unsicherheit von b	0,018			
Achsabschnitt a	-0,122			
Unsicherheit von a	0,300			
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	6,63		%	



Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods", 2010				
Prüfling	FIDAS 200 S		SN	SN 0111 & SN 0112
Status Messwerte	Korrektur Steigung & Offset		Grenzwert erlaubte Unsicherheit	50 25 µg/m³ %
<b>Köln, Sommer</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,80	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,26	µg/m³		
	SN 0111			SN 0112
Anzahl Wertepaare	81			82
Steigung b	1,007			0,990
Unsicherheit von b	0,027			0,027
Achsabschnitt a	-0,221			-0,112
Unsicherheit von a	0,473			0,471
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	6,59	%		7,00 %
<b>Köln, Winter</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,64	µg/m³		
	SN 0111			SN 0112
Anzahl Wertepaare	51			50
Steigung b	1,026			0,990
Unsicherheit von b	0,014			0,014
Achsabschnitt a	0,130			0,107
Unsicherheit von a	0,385			0,384
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	8,19	%		5,89 %
<b>Bonn</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,38	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,87	µg/m³		
	SN 0111			SN 0112
Anzahl Wertepaare	50			50
Steigung b	1,005			0,968
Unsicherheit von b	0,026			0,028
Achsabschnitt a	1,279			1,419
Unsicherheit von a	0,792			0,834
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	10,60	%		9,15 %
<b>Bornheim</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,54	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,84	µg/m³		
	SN 0111			SN 0112
Anzahl Wertepaare	47			47
Steigung b	1,086			1,043
Unsicherheit von b	0,038			0,038
Achsabschnitt a	-0,555			-0,731
Unsicherheit von a	0,707			0,694
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	16,74	%		9,15 %
<b>Teddington, Winter</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,48	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,73	µg/m³		
	SN 0111			SN 0112
Anzahl Wertepaare	44			44
Steigung b	0,963			0,934
Unsicherheit von b	0,017			0,016
Achsabschnitt a	-0,195			-0,179
Unsicherheit von a	0,426			0,405
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	10,41	%		15,18 %
<b>Teddington, Sommer</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,46	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,54	µg/m³		
	SN 0111			SN 0112
Anzahl Wertepaare	45			45
Steigung b	0,912			0,910
Unsicherheit von b	0,028			0,029
Achsabschnitt a	1,264			0,868
Unsicherheit von a	0,457			0,489
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	13,68	%		15,62 %
<b>Alle Vergleiche, ≥30 µg/m³</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,68	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,15	µg/m³		
	SN 0111			SN 0112
Anzahl Wertepaare	44			44
Steigung b	0,983			0,928
Unsicherheit von b	0,035			0,034
Achsabschnitt a	1,474			2,590
Unsicherheit von a	1,518			1,50
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	11,17	%		11,47 %
<b>Alle Vergleiche, &lt;30 µg/m³</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,56	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,55	µg/m³		
	SN 0111			SN 0112
Anzahl Wertepaare	274			274
Steigung b	1,025			0,990
Unsicherheit von b	0,018			0,017
Achsabschnitt a	-0,172			-0,102
Unsicherheit von a	0,308			0,297
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	8,05	%		6,99 %
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,65	µg/m³		
	SN 0111			SN 0112
Anzahl Wertepaare	318			318
Steigung b	1,016	nicht signifikant		0,983 nicht signifikant
Unsicherheit von b	0,009			0,009
Achsabschnitt a	-0,019	nicht signifikant		0,043 nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,212			0,209
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	8,16	%		8,01 %

## **6.1 18 Wartungsintervall (7.5.7)**

*Das Wartungsintervall muss mindestens zwei Wochen betragen.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Bei dieser Mindestanforderung wurde untersucht, welche Wartungsarbeiten in welchen Zeitabständen für eine einwandfreie Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung erforderlich sind. Weiterhin wurden die Ergebnisse der Driftbestimmung für Null- und Referenzpunkt (siehe [11] und [15]) zur Ermittlung des Wartungsintervalls berücksichtigt.

## **6.4 Auswertung**

Es konnten für die Messeinrichtungen über den gesamten Feldtestzeitraum keinerlei unzulässige Driften am Nullpunkt festgestellt werden.

Das Wartungsintervall wird daher durch die regelmäßige Überprüfung des Partikelsensors mit CalDust 1100 bzw. MonoDust 1500 bestimmt.

Die regelmäßige Überprüfung des Referenzpunktes mit Hilfe des Prüfstandards CalDust1100 im Rahmen des ursprünglichen Feldtests [11] hat gezeigt, dass die erlaubten Grenzen für die Abweichung von  $130 \pm 1,5$  Kanälen nicht sicher in dem Hersteller vorgeschlagenen Prüfintervall von 3 Monaten eingehalten werden konnten und somit die Überprüfung monatlich stattfinden sollte. Somit wurde in der Erstbekanntgabe der Messeinrichtung (Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 27. Februar 2014 (BAnz. AT 01.04.2014 B12, Kapitel IV Nummer 5.1) ein Wartungsintervall von 4 Wochen festgelegt.

Die festgestellten Drifteffekte waren begründet durch Klebstoffgase, die sich auf den optischen Glasflächen abgelagert hatten. Dieses Problem wurde richtlinienkonform im Rahmen des Änderungsmanagements gemäß Richtlinie DIN EN 15267-2 behoben. Durch die implementierte Änderung (zusätzliche Bohrung) wurde die Anzahl der notwendigen Abgleiche mit CalDust 1100 bzw. MonoDust 1500 potentiell verringert.

Um dies zu validieren, wurde im Zeitraum vom 19.08.2015 bis 26.08.2016 mit zwei Prüflingen eine erneute Überprüfung der Langzeitstabilität durchgeführt. Die Ergebnisse, dargestellt unter Punkt 6.6. dieses Prüfpunkts, zeigen, dass die Drift am Referenzpunkt durchgehend innerhalb der zulässigen Abweichungen von 5 % lagen. Somit konnte das Intervall für die regelmäßige Überprüfung des Partikelsensors auf drei Monate verlängert werden (siehe [15] und Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 22. Februar 2017 (BAnz AT 15.03.2017 B6, Kapitel V 10. Mitteilung)) .

Innerhalb der Betriebszeit kann die Wartung im Wesentlichen auf die Kontrolle von Verschmutzungen, Plausibilitätschecks und etwaigen Status-/Fehlermeldungen beschränkt werden.



## 6.5 Bewertung

Das Wartungsintervall wird durch die regelmäßige Überprüfung des Partikelsensors mit CalDust 1100 bzw. MonoDust 1500 bestimmt und beträgt 3 Monate.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die notwendigen Wartungsarbeiten können dem Kapitel 4 des Bedienhandbuchs entnommen werden.

Tabelle 49 bis Tabelle 51 zeigen die Ergebnisse der Untersuchung zur Langzeitstabilität mit Prüfstaub MonoDust 1500 aus [15].

Tabelle 49: Rohdaten der Stabilitätsprüfung mit MonoDust 1500

Datum	Gerät SN 6231			Gerät SN 6230		
	Peakposition	v am Peak	PM Spannung	Peakposition	v am Peak	PM Spannung
19.08.2015	141	9,1	1,619	141,06	9,82	1,402
02.09.2015	141,1	9,1	1,619	141,08	9,8	1,402
14.09.2015	141,08	9,42	1,619	141,08	9,87	1,402
28.09.2015	140,92	9	1,619	141	9,83	1,402
12.10.2015	140,62	9	1,619	140,94	9,75	1,402
26.10.2015	140,79	9,1	1,619	141,03	9,82	1,402
09.11.2015	140,75	9,2	1,619	141,41	9,42	1,402
23.11.2015	140,52	9,2	1,619	141,11	9,42	1,402
07.12.2015	140,56	9,1	1,619	141,29	9,42	1,402
18.12.2015	140,44	9,1	1,619	141,19	9,42	1,402
06.01.2016	140,29	9,31	1,619	141,06	9,64	1,402
18.01.2016	140,47	9,1	1,619	140,98	9,64	1,402
29.01.2016	140,39	9,1	1,619	140,6	9,64	1,402
15.02.2016	140,4	9,31	1,619	140,95	9,64	1,402
29.02.2016	140,4	9,2	1,619	140,87	9,53	1,402
14.03.2016	140,24	9,2	1,619	140,88	9,41	1,402
29.03.2016	140,19	9,2	1,619	141,18	9,64	1,402
11.04.2016	140,29	9,2	1,619	140,94	9,64	1,402
25.04.2016	140,38	9,31	1,619	140,94	9,64	1,402
10.05.2016	140,42	9,2	1,619	141,06	9,53	1,402
10.05.2016	140,23	9,2	1,619	141,06	9,53	1,402
25.05.2016	140,18	9,2	1,619	140,96	9,53	1,402
06.06.2016	140,44	9,1	1,619	141,25	9,53	1,402
20.06.2016	140,51	9,8	1,619	141,01	9,53	1,402
06.07.2016	140,59	9,64	1,619	141,3	9,53	1,402
18.07.2016	140,62	9,64	1,619	141,2	9,2	1,402
01.08.2016	140,56	9,64	1,619	141,25	9,42	1,402
15.08.2016	140,37	9,2	1,619	141,05	9,1	1,402
26.08.2016	140,39	9,1	1,619	141,13	9,1	1,402

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5,  
Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 149 von 214

Tabelle 50: Auswertung Langzeitstabilität SN 6230

	SN: 6230	PM <sub>2,5</sub>	25	PM <sub>10</sub>	40	PM <sub>2,5</sub> in µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>10</sub> in µg/m <sup>3</sup>
Datum	Abweichung	slope	offset	slope	offset		
19.08.2015	0,0	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	25,00	40,00
02.09.2015	0,0	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	25,00	40,00
14.09.2015	0,0	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	25,00	40,00
28.09.2015	-0,1	1,0029	0,0012	1,0028	0,0048	24,93	39,88
12.10.2015	-0,2	1,0058	0,0024	1,0056	0,0096	24,85	39,77
26.10.2015	-0,1	1,0029	0,0012	1,0028	0,0048	24,93	39,88
09.11.2015	0,3	0,9919	-0,0024	0,9928	-0,0014	25,21	40,29
23.11.2015	0,0	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	25,00	40,00
07.12.2015	0,2	0,9946	-0,0016	0,9952	-0,0009	25,14	40,19
18.12.2015	0,1	0,9973	-0,0008	0,9976	-0,0005	25,07	40,10
06.01.2016	0,0	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	25,00	40,00
18.01.2016	-0,1	1,0029	0,0012	1,0028	0,0048	24,93	39,88
29.01.2016	-0,5	1,0145	0,0061	1,0140	0,0240	24,64	39,42
15.02.2016	-0,2	1,0058	0,0024	1,0056	0,0096	24,85	39,77
29.02.2016	-0,2	1,0058	0,0024	1,0056	0,0096	24,85	39,77
14.03.2016	-0,2	1,0058	0,0024	1,0056	0,0096	24,85	39,77
29.03.2016	0,1	0,9973	-0,0008	0,9976	-0,0005	25,07	40,10
11.04.2016	-0,2	1,0058	0,0024	1,0056	0,0096	24,85	39,77
25.04.2016	-0,2	1,0058	0,0024	1,0056	0,0096	24,85	39,77
10.05.2016	0,0	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	25,00	40,00
10.05.2016	0,0	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	25,00	40,00
25.05.2016	-0,1	1,0029	0,0012	1,0028	0,0048	24,93	39,88
06.06.2016	0,2	0,9946	-0,0016	0,9952	-0,0009	25,14	40,19
20.06.2016	-0,1	1,0029	0,0012	1,0028	0,0048	24,93	39,88
06.07.2016	0,2	0,9946	-0,0016	0,9952	-0,0009	25,14	40,19
18.07.2016	0,1	0,9973	-0,0008	0,9976	-0,0005	25,07	40,10
01.08.2016	0,2	0,9946	-0,0016	0,9952	-0,0009	25,14	40,19
15.08.2016	0,0	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	25,00	40,00
26.08.2016	0,0	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	25,00	40,00

Tabelle 51: Auswertung Langzeitstabilität SN 6231

	SN: 6231	PM <sub>2,5</sub>	25	PM <sub>10</sub>	40	PM <sub>2,5</sub> in µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>10</sub> in µg/m <sup>3</sup>
Datum	Abweichung	slope	offset	slope	offset		
19.08.2015	-0,1	1,0029	0,0012	1,0028	0,0048	24,93	39,88
02.09.2015	0,0	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	25,00	40,00
14.09.2015	0,0	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	25,00	40,00
28.09.2015	-0,2	1,0058	0,0024	1,0056	0,0096	24,85	39,77
12.10.2015	-0,5	1,0145	0,0061	1,0140	0,0240	24,64	39,42
26.10.2015	-0,3	1,0087	0,0037	1,0084	0,0144	24,78	39,65
09.11.2015	-0,3	1,0087	0,0037	1,0084	0,0144	24,78	39,65
23.11.2015	-0,6	1,0174	0,0073	1,0168	0,0288	24,57	39,31
07.12.2015	-0,5	1,0145	0,0061	1,0140	0,0240	24,64	39,42
18.12.2015	-0,7	1,0203	0,0085	1,0196	0,0336	24,49	39,20
06.01.2016	-0,8	1,0232	0,0098	1,0224	0,0384	24,42	39,09
18.01.2016	-0,6	1,0174	0,0073	1,0168	0,0288	24,57	39,31
29.01.2016	-0,7	1,0203	0,0085	1,0196	0,0336	24,49	39,20
15.02.2016	-0,7	1,0203	0,0085	1,0196	0,0336	24,49	39,20
29.02.2016	-0,7	1,0203	0,0085	1,0196	0,0336	24,49	39,20
14.03.2016	-0,9	1,0261	0,0110	1,0252	0,0432	24,35	38,97
29.03.2016	-0,9	1,0261	0,0110	1,0252	0,0432	24,35	38,97
11.04.2016	-0,8	1,0232	0,0098	1,0224	0,0384	24,42	39,09
25.04.2016	-0,7	1,0203	0,0085	1,0196	0,0336	24,49	39,20
10.05.2016	-0,7	1,0203	0,0085	1,0196	0,0336	24,49	39,20
10.05.2016	-0,9	1,0261	0,0110	1,0252	0,0432	24,35	38,97
25.05.2016	-0,9	1,0261	0,0110	1,0252	0,0432	24,35	38,97
06.06.2016	-0,7	1,0203	0,0085	1,0196	0,0336	24,49	39,20
20.06.2016	-0,6	1,0174	0,0073	1,0168	0,0288	24,57	39,31
06.07.2016	-0,5	1,0145	0,0061	1,0140	0,0240	24,64	39,42
18.07.2016	-0,5	1,0145	0,0061	1,0140	0,0240	24,64	39,42
01.08.2016	-0,5	1,0145	0,0061	1,0140	0,0240	24,64	39,42
15.08.2016	-0,7	1,0203	0,0085	1,0196	0,0336	24,49	39,20
26.08.2016	-0,7	1,0203	0,0085	1,0196	0,0336	24,49	39,20

## 6.1 19 Automatische Überprüfung (7.5.4)

*Die Ergebnisse von automatischen/funktionalen Überprüfungen müssen, sofern verfügbar, aufgezeichnet werden.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Der Gerätestatus der Messeinrichtung wird kontinuierlich überwacht und Probleme über eine Reihe von verschiedenen Statusmeldungen angezeigt. Der aktuelle Status der überwachten Kenngrößen kann entweder am Gerät selbst eingesehen werden bzw. wird auch bei der Datenaufzeichnung mit erfasst. Liegt eine Kenngröße außerhalb der erlaubten Toleranzen erscheint ein entsprechendes Fehlerbit.

Die Messeinrichtung führt intern eine kontinuierliche Überwachung der Empfindlichkeit des Partikelsensors (Kalibrierüberwachung) durch – beträgt hier die Abweichung im 40h-Mittel mehr als 3,5 Rohdatenkanäle vom Soll, wird ein Fehlerstatus gesetzt. Die Ergebnisse der Kalibrierüberwachung können mittels Datenaufzeichnung protokolliert werden.

## 6.4 Auswertung

Alle im Bedienungshandbuch aufgeführten Gerätefunktionen sind vorhanden oder aktivierbar. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und Probleme über eine Reihe von verschiedenen Warnmeldungen angezeigt. Die überwachten Kenngrößen inkl. der automatischen Kalibrierüberwachung werden bei der Datenaufzeichnung mit erfasst.

## 6.5 Bewertung

Alle im Bedienungshandbuch aufgeführten Gerätefunktionen sind vorhanden oder aktivierbar. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und Probleme über eine Reihe von verschiedenen Warnmeldungen angezeigt. Die überwachten Kenngrößen inkl. der automatischen Kalibrierüberwachung werden bei der Datenaufzeichnung mit erfasst.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die verfügbaren Statuswerte können dem Kapitel 4 des Bedienhandbuchs entnommen werden.



## **6.1 20 Prüfungen der Sensoren für Temperatur, Druck und/oder Luftfeuchte**

*Die Überprüfbarkeit der Sensoren der AMS für Temperatur, Druck und/oder Luftfeuchte muss geprüft werden und die ermittelten Abweichungen innerhalb der folgenden Kriterien liegen:*

$$T \pm 2 \text{ °C}$$

$$p \pm 1 \text{ kPa}$$

$$rF \pm 5 \%$$

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Bei dieser Mindestanforderung wird untersucht, ob für die korrekte Messgeräteperformance notwendige Sensoren der AMS für Temperatur, Druck und Luftfeuchte vor Ort im Feld zugänglich bzw. überprüfbar sind. Sind Überprüfungen vor Ort nicht möglich, muss dies dokumentiert werden.

## **6.4 Auswertung**

Die Messeinrichtungen vom Typ Fidas® 200 verwenden zur Erfassung der Außentemperatur, des Luftdrucks und der relativen Luftfeuchte eine Wetterstation des Herstellers Luftt vom Typ WS300-UMB bzw. WS600-UMB.

Die Genauigkeit der Sensoren werden vom Hersteller der Wetterstation mit  $\pm 0,2 \text{ °C}$  (Lufttemperatur),  $\pm 2 \%$  (rel. Luftfeuchte) und  $\pm 0,05 \text{ kPa}$  (Luftdruck) angegeben.

Es ist jederzeit leicht möglich mittels Transferstandards vor Ort Vergleichsmessungen durchzuführen und die Sensoren entsprechend bei Abweichungen über Steigungs- und Offsetfaktoren zu justieren.

Die Justierungen können als 1-Punkt-Justierung (üblicherweise im Feld) durch Ermittlung eines Steigungsfaktors (Offset bleibt 0) oder als 2- bzw. Mehrpunktjustierung (z.B. im Kalibrierlabor) durch Ermittlung von Steigung und Offset durch Regressionsrechnung durchgeführt werden.

Die Überprüfung des Temperatursensors der IADS (Feuchtekompensationsmodul) ist ebenfalls möglich, erfordert aber die Exposition des kompletten IADS-Systems bei einer fixen Temperatur und ist daher in der Regel vor Ort ohne Demontage der Probenahme nicht möglich.

## **6.5 Bewertung**

Die Sensoren zur Erfassung der Außentemperatur, des Luftdrucks und der relativen Luftfeuchte sind leicht vor Ort überprüfbar und justierbar. Die Überprüfung des Temperatursensors der IADS (Feuchtekompensationsmodul) ist ebenfalls möglich, erfordert aber die Exposition des kompletten IADS-Systems bei einer fixen Temperatur und ist daher in der Regel vor Ort ohne Demontage der Probenahme nicht möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **7. Empfehlungen zum Praxiseinsatz**

### **7.1 Arbeiten im Wartungsintervall (3 Monate)**

Folgende regelmäßige Arbeiten sind an der geprüften Messeinrichtung erforderlich:

- Regelmäßige Sichtkontrolle / Telemetrische Überwachung
- Überprüfung des Gerätestatus  
Der Gerätestatus kann durch Kontrolle der Messeinrichtung selbst oder auch on-line überwacht und kontrolliert werden.
- Der Probenahmekopf muss prinzipiell nach den Anweisungen des Herstellers gesäubert werden, wobei die örtlichen Schwebstaubkonzentrationen in Betracht zu ziehen sind (in der Eignungsprüfung ca. alle 3 Monate).
- Eine Überprüfung der Dichtigkeit soll gemäß den Angaben des Herstellers alle 3 Monate erfolgen.
- Eine Überprüfung der Durchflussrate soll gemäß den Angaben des Herstellers alle 3 Monate erfolgen.
- Es muss alle 3 Monate eine Überprüfung der Empfindlichkeit des Partikelsensors mit CalDust 1100 oder MonoDust1500 erfolgen, der Abgleich der Empfindlichkeit des Partikelsensors bei einer Abweichung von größer  $\pm 1,5$  Kanälen vom Sollwert 130 (CalDust 1100) bzw. vom angegebenen Sollwert (MonoDust1500).

Im Übrigen sind die Anweisungen des Herstellers zu beachten.

## 7.2 Weitergehende Wartungsarbeiten

Über die regelmäßigen Wartungsarbeiten im Wartungsintervall hinausgehend sind folgende Tätigkeiten durchzuführen:

- Einmal im Jahr (oder nach Bedarf) soll gemäß den Angaben des Herstellers eine Überprüfung der Sensoren der Wetterstation WS300-UMB bzw. WS600-UMB erfolgen.
- Eine Reinigung des optischen Sensors ist nur erforderlich, wenn die Photomultiplierspannung bei der Kalibrierung des optischen Sensors mehr als 15 % über dem Wert der Kalibrierung nach der letzten Reinigung bzw. des Auslieferungszustands entspricht
- Der Filter muss gereinigt bzw. ausgewechselt werden, falls die Leistung der Absaugpumpe mehr als 50 % beträgt

Weitere Einzelheiten können der Bedienungsanleitung entnommen werden.

Immissionsschutz / Luftreinhaltung



---

Dipl.-Ing. Guido Baum



---

Dipl.-Ing. Karsten Pletscher

Köln, 1. September 2017  
936/21239834/A

## **8. Literaturverzeichnis**

- [1] VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, Juni 2002 & September 2010
- [2] VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, August 2004 & September 2010
- [3] Europäische Norm EN 12341, „Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM 10-Fraktion von Schwebstaub; Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“, Deutsche Fassung EN 12341: 1998
- [4] Europäische Norm EN 14907, „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM<sub>2,5</sub>-Massenfraktion des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 14907: 2005
- [5] Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“, Englische Fassung vom Januar 2010
- [6] Bedienungshandbuch Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200, bestehend aus den Bedienungshandbüchern Fidas®, Fidas® Firmware, PDAnalyze Software, Kompaktwetterstation WS300-UMB/WS600-UMB, Stand 2014 bzw. Stand 2016
- [7] Bedienungshandbuch LVS3, Stand 2000
- [8] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa
- [9] Europäische Norm EN 16450, „Außenluft – Automatische Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration (PM10; PM2,5); Deutsche Fassung EN 16450 vom Juli 2017
- [10] Bericht „UK Equivalence Programme for Monitoring of Particulate Matter“, Berichts-Nr.: BV/AQ/AD202209/DH/2396 vom 05.06.2006
- [11] TÜV Rheinland Bericht Nr. 936/21218896/A vom 20. September 2013; Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200S der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>
- [12] TÜV Rheinland Bericht Nr. 936/21227195/C vom 12. Oktober 2016; Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200S bzw. Fidas® 200 der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5
- [13] Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 27. September 2014
- [14] Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 06. November 2015
- [15] Stellungnahme der TÜV Rheinland Energy GmbH vom 12. Oktober 2016





5.1 Fidas® 200 S für Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>

Hersteller:  
PALAS GmbH, Karlsruhe

Eignung:  
Zur kontinuierlichen parallelen Immissionsmessung der PM<sub>10</sub>- und der PM<sub>2,5</sub>-Fraktion im Schwebstaub im stationären Einsatz

Messbereiche in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
PM <sub>10</sub>	0 – 10 000	µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2,5</sub>	0 – 10 000	µg/m <sup>3</sup>

Softwareversionen: Messsystem: 100327  
Implementierter Auswertalgorithmus: PM\_ENVIRO\_0011  
Auswertesoftware PDAnalyze: 1.010

Einschränkungen:  
Keine

Hinweise:

1. Die Anforderungen gemäß des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ werden für die Messkomponenten PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> eingehalten.
2. Die Anforderungen an den Variationskoeffizienten R<sup>2</sup> gemäß Richtlinie EN 12341 wurden für den Standort Köln, Sommer für einen der beiden Prüflinge nicht eingehalten.
3. Die Empfindlichkeit des Partikelsensors muss monatlich mit CalDust 1100 überprüft werden.
4. Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM<sub>10</sub>-Referenzverfahren nach DIN EN 12341 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
5. Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM<sub>2,5</sub>-Referenzverfahren nach DIN EN 14907 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
6. Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung ist im Internet unter [www.qal1.de](http://www.qal1.de) einsehbar.

Prüfinstitut: TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, Köln  
Bericht-Nr.: 936/21218896/A vom 20. September 2013

Abbildung 95: Erstbekanntgabe BAnz. AT 01.04.2014 B12, Kapitel IV Nummer 5.1

**14 Mitteilung zu der Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 27. Februar 2014 (BAnz AT 01.04.2014 B12, Kapitel IV Nummer 5.1)**

Die Messeinrichtung Fidas® 200 S für Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> der Fa. PALAS GmbH ist auch als Indoor-Variante zur Installation an temperaturkontrollierten Orten unter der Bezeichnung Fidas® 200 für Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> verfügbar.

Die Messeinrichtung erhält auf der Geräterückseite eine zusätzliche Buchse für ein digitales Ausgangssignal.

Die LED im Fidas® Sensor vom Typ Osram Ostar Projektion Art.-Nr. LE B H3W wurde abgekündigt und durch die LED vom Typ Osram Ostar Stage Art.-Nr. LE ATB S2W ersetzt.

Die Darstellung der Softwareversion der Messeinrichtung wurde überarbeitet.

Die bislang bekannt gegebene Softwareversion der Messeinrichtung stellt sich nun wie folgt dar:

100327.0007.0001.0001.0011

Die aktuelle Softwareversion der Messeinrichtung lautet:

100380.0014.0001.0001.0011

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 27. September 2014

Abbildung 96: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 02.04.2015 B5, Kapitel IV 14. Mitteilung

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 157 von 214

#### 2.1 Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200 für Schwebstaub PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>

Hersteller:

PALAS GmbH, Karlsruhe

Eignung:

Zur kontinuierlichen parallelen Immissionsmessung der PM<sub>10</sub>- und der PM<sub>2,5</sub>-Fraktion im Schwebstaub im stationären Einsatz

Messbereiche in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
PM <sub>10</sub>	0 – 10 000	µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2,5</sub>	0 – 10 000	µg/m <sup>3</sup>

Softwareversion: 100380.0014.0001.0001.0011

Einschränkungen:

Keine

Hinweise:

1. Die Messeinrichtung Fidas® 200 S ist auch als Indoor-Variante zur Installation an temperaturkontrollierten Orten unter der Bezeichnung Fidas® 200 verfügbar.
2. Die Anforderungen gemäß des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ werden sowohl für die vier Vergleichskampagnen (Erstprüfung) wie auch für die sechs Vergleichskampagnen (Ergänzungsprüfung) für die Messkomponenten PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> eingehalten.
3. Die Anforderungen an den Variationskoeffizienten R<sup>2</sup> gemäß Richtlinie EN 12341 (Ausgabe: 1998) wurden für den Standort Köln, Sommer für einen der beiden Prüflinge nicht eingehalten.
4. Die Empfindlichkeit des Partikelsensors muss monatlich mit CalDust 1100 oder MonoDust1500 überprüft werden.
5. Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen Referenzverfahren für die Bestimmung von PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub> nach DIN EN 12341 (Ausgabe: 2014) regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
6. Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung ist im Internet unter [www.ql1.de](http://www.ql1.de) einsehbar.
7. Ergänzungsprüfung (Erweiterung Äquivalenzprüfung, Darstellung Geräteänderungen, Aufnahme Prüfstandard MonoDust1500) zu den Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 27. Februar 2014 (BAnz AT 01.04.2014 B12, Kapitel IV Nummer 5.1) und vom 25. Februar 2015 (BAnz AT 02.04.2015 B5, Kapitel IV 14. Mitteilung).

Prüfinstitut: TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, Köln

Bericht-Nr.: 936/21227195/A vom 9. März 2015

Abbildung 97: Bekanntgabe Ergänzungsprüfung BAnz AT 26.08.2015 B4, Kapitel III Nummer 2.1



**6 Mitteilung zu der Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 22. Juli 2015 (BAnz AT 26.08.2015 B4, Kapitel III Nummer 2.1)**

Im Handbuch der Messeinrichtung Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200 für PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> der PALAS GmbH wurde ein Fehler hinsichtlich der Beschreibung der Funktionalität der IADS-Regelung festgestellt. Die Beschreibung muss richtig lauten wie folgt:

*„Die Temperatur des IADS wird geregelt in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit (gemessen mit Wetterstation). Die Minimaltemperatur beträgt 23 °C. Die Feuchtekompensation erfolgt dabei durch eine dynamische Anpassung der IADS-Temperatur bis zu einer maximalen Heizleistung von 90 Watt.“*

Der Hersteller hat ab Handbuchversion V0140815 diesen Fehler korrigiert. Der Prüfbericht 936/21227195/A vom 9. März 2015 der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH wurde ebenfalls korrigiert und wird durch den Prüfbericht 936/21227195/B vom 5. Oktober 2015 ersetzt.

Die Messeinrichtung kann zukünftig alternativ mit der Wetterstation Typ WS300-UMB betrieben werden. Für die Messeinrichtung steht eine verlängerte IADS zur Verfügung, anpassbar für einen Längenbereich von 1,20 m bis 2,10 m. Außerdem ist die Geräteversion Fidas® 200 E mit externem Sensor einsetzbar.

Die aktuelle Softwareversion lautet:

100396.0014.0001.0001.0011

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 6. November 2015

Abbildung 98: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 14.03.2016 B7, Kapitel V 6. Mitteilung

**35 Mitteilung zu den Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 27. Februar 2014 (BAnz AT 01.04.2014 B12, Kapitel IV Nummer 5.1) und vom 18. Februar 2016 (BAnz AT 14.03.2016 B7, Kapitel V 6. Mitteilung)**

Bei der Messeinrichtung Fidas® 200, Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200 E für PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> der Firma PALAS GmbH kann die Überprüfung der Empfindlichkeit des Partikelsensors mit MonoDust 1500 bei einer IADS-Temperatur von 35 °C oder 50 °C durchgeführt werden.

Die Messeinrichtung kann auf der Geräterückseite zwei zusätzliche Buchsen für die Ansteuerung einer externen Pumpe/Durchflussregelung (nicht relevant für die eignungsgeprüfte Geräteversion) enthalten.

Die aktuelle Softwareversion der Messeinrichtung lautet:

100408.0014.0001.0001.0011

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 24. Februar 2016

Abbildung 99: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 01.08.2016 B11, Kapitel V 35. Mitteilung



Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 159 von 214

**10 Mitteilung zu den Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 27. Februar 2014 (BAnz AT 01.04.2014 B12, Kapitel IV Nummer 5.1) und vom 14. Juli 2016 (BAnz AT 01.08.2016 B11, Kapitel V 35. Mitteilung)**

Bei den Messeinrichtungen Fidas® 200, Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200 E für PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> der Firma PALAS GmbH muss die Empfindlichkeit des Partikelsensors alle drei Monate mit CalDust 1100 oder MonoDust 1500 überprüft werden.

Die Messeinrichtungen können alternativ mit dem neuen Flowsensor vom Typ Siargo FS4008-10-O6-CV-A statt der bisher verwendeten Variante Honeywell AWM5102VN genutzt werden.

Die neuen Temperaturkompensationsfaktoren lauten für die jeweiligen Geräte wie folgt: 0.15 (Fidas® 200 S), 0.19 (Fidas® 200 E) und 0.17 (Fidas® 200).

Um eine effizientere Beheizung des Outdoorgehäuses für die Variante Fidas® 200 S zu gewährleisten, ist die Position des Heizlüfters verändert worden. Der Luftstrom des Heizlüfters durchströmt das Gehäuse nun von unten nach oben.

Ein Fehler im Prüfbericht 936/21227195/B vom 5. Oktober 2015 der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH wurde korrigiert. Die Immissionsmesseinrichtungen Fidas® 200 S, Fidas® 200 E bzw. Fidas® 200 arbeiten mit einem gleitenden Mittelwert über 900 s (15 Minuten) anstatt wie an zwei Stellen im Bericht dargestellt mit einem gleitenden 30-Minuten-Mittelwert. Der oben genannte Bericht wird durch den Prüfbericht 936/21227195/C vom 12. Oktober 2016 der TÜV Rheinland Energy GmbH ersetzt.

Die aktuelle Softwareversion der Messeinrichtung lautet: 100417.0014.0001.0001.0011

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energy GmbH vom 12. Oktober 2016

Abbildung 100: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 15.03.2017 B6, Kapitel V 10. Mitteilung

**30 Mitteilung zu den Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 27. Februar 2014 (BAnz AT 01.04.2014 B12, Kapitel IV Nummer 5.1) und vom 22. Februar 2017 (BAnz AT 15.03.2017 B6, Kapitel V 10. Mitteilung)**

Die aktuelle Softwareversion für die Messeinrichtungen Fidas® 200, Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200 E für PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> der Firma PALAS GmbH lautet: 100427.0014.0001.0001.0011

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energy GmbH vom 7. März 2017

Abbildung 101: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 31.07.2017 B12, Kapitel II 30. Mitteilung

## **9. Anlagen**

### **Anhang 1 Mess- und Rechenwerte**

- Anlage 1: Nullniveau und Nachweisgrenze
- Anlage 2: Genauigkeit des Volumenstroms
- Anlage 3: Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes und der Empfindlichkeit
- Anlage 4: Netzspannungsabhängigkeit
- Anlage 5: Messwerte aus den Feldteststandorten, PM\_ENVIRO\_0011
- Anlage 6: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

### **Anhang 2 Verfahren zur Filterwägung**

### **Anhang 3 Handbücher**

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas<sup>®</sup> 200 S, Fidas<sup>®</sup> 200 und Fidas<sup>®</sup> 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

**Anlage 1**

**Nullniveau und Nachweisgrenze (PM<sub>10</sub>)**

**Blatt 1 von 2**

<b>Hersteller</b> PALAS				
<b>Gerätetyp</b> Fidas <sup>®</sup> 200			<b>Standards</b> NP	Messwerte mit Nullfilter
<b>Serien-Nr.</b> SN 0111 / SN 0112				

Nr.	Datum	Messwerte [µg/m <sup>3</sup> ] SN 0111	Datum	Messwerte [µg/m <sup>3</sup> ] SN 0112
1	05.04.2012	0,0000000	05.04.2012	0,0000000
2	06.04.2012	0,0000000	06.04.2012	0,0000005
3	07.04.2012	0,0000000	07.04.2012	0,0000000
4	08.04.2012	0,0000000	08.04.2012	0,0000000
5	09.04.2012	0,0000000	09.04.2012	0,0000000
6	10.04.2012	0,0000008	10.04.2012	0,0000000
7	11.04.2012	0,0000000	11.04.2012	0,0000008
8	12.04.2012	0,0000008	12.04.2012	0,0000003
9	13.04.2012	0,0000000	13.04.2012	0,0000006
10	14.04.2012	0,0000000	14.04.2012	0,0000000
11	15.04.2012	0,0000177	15.04.2012	0,0000008
12	16.04.2012	0,0012831	16.04.2012	0,0000000
13	17.04.2012	0,0010071	17.04.2012	0,0000000
14	18.04.2012	0,0001465	18.04.2012	0,0000000
15	19.04.2012	0,0004303	19.04.2012	0,0000000
	Anzahl Werte	15	Anzahl Werte	15
	Mittelwert (Nullniveau)	0,0001924	Mittelwert (Nullniveau)	0,0000002
	Standardabweichung s <sub>x0</sub>	0,0004064	Standardabweichung s <sub>x0</sub>	0,0000003
	Nachweisgrenze X	1,34E-03	Nachweisgrenze X	1,01E-06

$$s_{x_0} = \sqrt{\left(\frac{1}{n-1}\right) \cdot \sum_{i=1, n} (x_{0i} - \bar{x}_0)^2}$$

**Anlage 1**

**Nullniveau und Nachweisgrenze (PM<sub>2,5</sub>)**

**Blatt 2 von 2**

<b>Hersteller</b> PALAS				
<b>Gerätetyp</b> Fidas® 200		Standards NP Messwerte mit Nullfilter		
<b>Serien-Nr.</b> SN 0111 / SN 0112				
Nr.	Datum	Messwerte [µg/m³] SN 0111	Datum	Messwerte [µg/m³] SN 0112
1	05.04.2012	0,0000003	05.04.2012	0,0000000
2	06.04.2012	0,0000000	06.04.2012	0,0000005
3	07.04.2012	0,0000000	07.04.2012	0,0000000
4	08.04.2012	0,0000000	08.04.2012	0,0000000
5	09.04.2012	0,0000000	09.04.2012	0,0000000
6	10.04.2012	0,0000000	10.04.2012	0,0000000
7	11.04.2012	0,0000008	11.04.2012	0,0000008
8	12.04.2012	0,0000000	12.04.2012	0,0000003
9	13.04.2012	0,0000008	13.04.2012	0,0000006
10	14.04.2012	0,0000000	14.04.2012	0,0000000
11	15.04.2012	0,0000000	15.04.2012	0,0000008
12	16.04.2012	0,0000177	16.04.2012	0,0000000
13	17.04.2012	0,0012831	17.04.2012	0,0000000
14	18.04.2012	0,0010071	18.04.2012	0,0000000
15	19.04.2012	0,0001465	19.04.2012	0,0000000
	Anzahl Werte	15	Anzahl Werte	15
	Mittelwert (Nullniveau)	0,0001638	Mittelwert (Nullniveau)	0,0000002
	Standardabweichung s <sub>x0</sub>	0,0004036	Standardabweichung s <sub>x0</sub>	0,0000003
	Nachweisgrenze X	1,33E-03	Nachweisgrenze X	1,01E-06

$$s_{x_0} = \sqrt{\left(\frac{1}{n-1}\right) \cdot \sum_{i=1, n} (x_{0i} - \bar{x}_0)^2}$$

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas<sup>®</sup> 200 S, Fidas<sup>®</sup> 200 und Fidas<sup>®</sup> 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

**Anlage 2**

**Genauigkeit des Volumenstroms**

**Blatt 1 von 2**

<b>Hersteller</b>	PALAS				<b>Solldurchflussrate [l/min]</b> 4,8
<b>Gerätetyp</b>	Fidas <sup>®</sup> 200 S				
<b>Serien-Nr.</b>	SN 7146 / SN 7147				
<b>Prüfzeitraum</b>	ab 28.04.2016	SN 7146		SN 7147	
Temperatur 1	-20°C	Nr.	Messwert [l/pm]	Nr.	Messwert [l/pm]
		1	4,82	1	4,86
		2	4,81	2	4,86
		3	4,81	3	4,86
		4	4,82	4	4,86
		5	4,83	5	4,86
		6	4,83	6	4,86
		7	4,83	7	4,86
		8	4,83	8	4,87
		9	4,82	9	4,86
		10	4,82	10	4,86
		Mittelwert	<b>4,82</b>	Mittelwert	<b>4,86</b>
Temperatur 2	50°C	Nr.	Messwert [l/pm]	Nr.	Messwert [l/pm]
		1	4,78	1	4,70
		2	4,79	2	4,71
		3	4,79	3	4,69
		4	4,78	4	4,71
		5	4,78	5	4,70
		6	4,78	6	4,71
		7	4,79	7	4,71
		8	4,78	8	4,71
		9	4,79	9	4,71
		10	4,78	10	4,70
		Mittelwert	<b>4,78</b>	Mittelwert	<b>4,70</b>



**Anlage 2**

**Genauigkeit des Volumenstroms**

**Blatt 2 von 2**

<b>Hersteller</b>	PALAS				<b>Solldurchflussrate [l/min]</b>	4,8
<b>Gerätetyp</b>	Fidas® 200					
<b>Serien-Nr.</b>	SN 7146 / SN 7147					
<b>Prüfzeitraum</b>	ab 28.04.2016					
Temperatur 1 5°C	SN 7146		SN 7147			
	Nr.	Messwert [l/pm]	Nr.	Messwert [l/pm]		
	1	4,77	1	4,84		
	2	4,77	2	4,84		
	3	4,78	3	4,85		
	4	4,77	4	4,84		
	5	4,79	5	4,83		
	6	4,77	6	4,85		
	7	4,78	7	4,84		
	8	4,77	8	4,84		
	9	4,76	9	4,84		
	10	4,77	10	4,95		
	Mittelwert	<b>4,77</b>	Mittelwert	<b>4,85</b>		
Temperatur 2 40°C	SN 7146		SN 7147			
	Nr.	Messwert [l/pm]	Nr.	Messwert [l/pm]		
	1	4,79	1	4,78		
	2	4,80	2	4,78		
	3	4,80	3	4,78		
	4	4,79	4	4,77		
	5	4,79	5	4,78		
	6	4,79	6	4,78		
	7	4,80	7	4,77		
	8	4,78	8	4,78		
	9	4,79	9	4,77		
	10	4,79	10	4,77		
	Mittelwert	<b>4,79</b>	Mittelwert	<b>4,78</b>		

**Anlage 3**

**Umgebungstemperaturabhängigkeit am Nullpunkt (PM<sub>10</sub>)**

**Blatt 1 von 12**

<b>Hersteller</b>		PALAS					
<b>Gerätetyp</b>		Fidas® 200S					
<b>Serien-Nr.</b>		SN 0111 / SN 0112					
<b>Prüfzeitraum</b>		05.09.12 - 07.10.12					
			Messung 1	Messung 2	Messung 3		
SN 0111	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	Mittelwert bei 20°C [µg/m³]
NP	1	20	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000001
	2	-20	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	
	3	20	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	
	4	50	0,000005	0,000016	0,000014	0,000012	
	5	20	0,000000	0,000008	0,000000	0,000003	
SN 0112	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	Mittelwert bei 20°C [µg/m³]
NP	1	20	0,000003	0,000000	0,0000332	0,0000112	0,000043
	2	-20	0,000000	0,000017	0,000000	0,000006	
	3	20	0,000000	0,000001	0,000040	0,000014	
	4	50	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	
	5	20	0,000006	0,000000	0,000000	0,000002	

**Anlage 3**

**Umgebungstemperaturabhängigkeit am Nullpunkt (PM<sub>2,5</sub>)**

**Blatt 2 von 12**

<b>Hersteller</b>		PALAS					
<b>Gerätetyp</b>		Fidas® 200S					
<b>Serien-Nr.</b>		SN 0111 / SN 0112					
<b>Prüfzeitraum</b>		05.09.12 - 07.10.12					
			Messung 1	Messung 2	Messung 3		
SN 0111	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	Mittelwert bei 20°C [µg/m³]
NP	1	20	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000001
	2	-20	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	
	3	20	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	
	4	50	0,000005	0,000016	0,000014	0,000012	
	5	20	0,000000	0,000008	0,000000	0,000003	
SN 0112	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	Mittelwert bei 20°C [µg/m³]
NP	1	20	0,000003	0,000000	0,0000332	0,0000112	0,000043
	2	-20	0,000000	0,000017	0,000000	0,000006	
	3	20	0,000000	0,000001	0,000040	0,000014	
	4	50	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	
	5	20	0,000006	0,000000	0,000000	0,000002	

**Anlage 3**

**Umgebungstemperaturabhängigkeit am Nullpunkt (PM<sub>10</sub>)**

**Blatt 3 von 12**

<b>Hersteller</b>		PALAS					
<b>Gerätetyp</b>		Fidas <sup>®</sup> 200					
<b>Serien-Nr.</b>		SN 5048 / SN 5049					
<b>Prüfzeitraum</b>		01.07.14 - 07.07.14					
			Messung 1	Messung 2	Messung 3		
SN 5048	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert bei 20°C [µg/m <sup>3</sup> ]
NP	1	20	0,0000539	0,0000393	0,0000517	0,0000483	0,0000597
	2	5	0,0001291	0,0000801	0,0001070	0,0001054	
	3	20	0,0001098	0,0000698	0,0000901	0,0000899	
	4	40	0,0000607	0,0000249	0,0000298	0,0000385	
	5	20	0,0000467	0,0000373	0,0000386	0,0000408	
SN 5049	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert bei 20°C [µg/m <sup>3</sup> ]
NP	1	20	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	2	5	0,0000000	0,0000000	0,0000024	0,0000008	
	3	20	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	
	4	40	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	
	5	20	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	

**Anlage 3**

**Umgebungstemperaturabhängigkeit am Nullpunkt (PM<sub>2,5</sub>)**

**Blatt 4 von 12**

<b>Hersteller</b>		PALAS					
<b>Gerätetyp</b>		Fidas® 200					
<b>Serien-Nr.</b>		SN 5048 / SN 5049					
<b>Prüfzeitraum</b>		01.07.14 - 07.07.14					
			Messung 1	Messung 2	Messung 3		
SN 5048	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert [µg/m³]	Mittelwert bei 20°C [µg/m³]
NP	1	20	0,0000552	0,0000387	0,0000510	0,0000483	0,0000597
	2	5	0,0001226	0,0000801	0,0001070	0,0001032	
	3	20	0,0001098	0,0000698	0,0000901	0,0000899	
	4	40	0,0000607	0,0000255	0,0000293	0,0000385	
	5	20	0,0000467	0,0000382	0,0000377	0,0000408	
SN 5049	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	Mittelwert bei 20°C [µg/m³]
NP	1	20	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
	2	5	0,0000000	0,0000000	0,0000024	0,0000008	
	3	20	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	
	4	40	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	
	5	20	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	

**Anlage 3**

**Umgebungstemperaturabhängigkeit am Nullpunkt (PM<sub>10</sub>)**

**Blatt 5 von 12**

<b>Hersteller</b>		PALAS					
<b>Gerätetyp</b>		Fidas <sup>®</sup> 200 E					
<b>Serien-Nr.</b>		SN 6623 / SN 6624					
<b>Prüfzeitraum</b>		15.09.15 - 19.09.15		Messung 1	Messung 2	Messung 3	
SN 6623	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert bei 20°C [µg/m <sup>3</sup> ]
NP	1	20	0,000000	0,000004	0,000015	0,000006	0,000009
	2	5	0,000011	0,000047	0,000000	0,000019	
	3	20	0,000060	0,000000	0,000000	0,000020	
	4	40	0,000010	0,000000	0,000000	0,000003	
	5	20	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	
SN 6624	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert bei 20°C [µg/m <sup>3</sup> ]
NP	1	20	0,000000	0,000000	0,000010	0,000003	0,000008
	2	5	0,000040	0,000051	0,000000	0,000030	
	3	20	0,000061	0,000000	0,000000	0,000020	
	4	40	0,000024	0,000000	0,000000	0,000008	
	5	20	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	

**Anlage 3**

**Umgebungstemperaturabhängigkeit am Nullpunkt (PM<sub>2,5</sub>)**

**Blatt 6 von 12**

<b>Hersteller</b>		PALAS					
<b>Gerätetyp</b>		Fidas® 200 E					
<b>Serien-Nr.</b>		SN 6623 / SN 6624					
<b>Prüfzeitraum</b>		15.09.15 - 19.09.15					
			Messung 1	Messung 2	Messung 3		
SN 6623	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert [µg/m³]	Mittelwert bei 20°C [µg/m³]
NP	1	20	0,000000	0,000004	0,000015	0,000006	0,000009
	2	5	0,000011	0,000047	0,000000	0,000019	
	3	20	0,000060	0,000000	0,000000	0,000020	
	4	40	0,000010	0,000000	0,000000	0,000003	
	5	20	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	
SN 6624	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	Mittelwert bei 20°C [µg/m³]
NP	1	20	0,000000	0,000000	0,000010	0,000003	0,000008
	2	5	0,000040	0,000051	0,000000	0,000030	
	3	20	0,000061	0,000000	0,000000	0,000020	
	4	40	0,000024	0,000000	0,000000	0,000008	
	5	20	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	

**Anlage 3**

**Umgebungstemperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit (Span), PM<sub>10</sub>**

**Blatt 7 von 12**

<b>Hersteller</b> PALAS		<b>Verwendeter Prüfstandard</b> CalDust 1100					
<b>Gerätetyp</b> Fidas® 200 S							
<b>Serien-Nr.</b> SN 0111 / SN 0112							
<b>Prüfzeitraum</b> 16.09.13 - 18.09.13		Messung 1		Messung 2		Messung 3	
SN 0111	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	Mittelwert bei 20°C [µg/m³]
RP	1	20	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
	2	-20	38,2	38,2	38,2	38,2	
	3	20	39,9	39,9	40,0	39,9	
	4	50	39,4	39,4	39,7	39,5	
	5	20	40,0	40,1	40,0	40,0	
SN 0112	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	Mittelwert bei 20°C [µg/m³]
RP	1	20	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
	2	-20	41,8	41,8	41,8	41,8	
	3	20	40,0	40,0	40,1	40,0	
	4	50	39,9	40,1	40,1	40,0	
	5	20	40,0	40,1	40,1	40,1	



**Anlage 3**

**Umgebungstemperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit (Span), PM<sub>2,5</sub>**

**Blatt 8 von 12**

<b>Hersteller</b>		PALAS		<b>Verwendeter Prüfstandard</b> CalDust 1100			
<b>Gerätetyp</b>		Fidas® 200 S					
<b>Serien-Nr.</b>		SN 0111 / SN 0112					
<b>Prüfzeitraum</b>		16.09.13 - 18.09.13		<b>Messung 1</b>	<b>Messung 2</b>	<b>Messung 3</b>	
SN 0111	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	Mittelwert bei 20°C [µg/m³]
RP	1	20	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
	2	-20	23,9	23,9	23,9	23,9	
	3	20	24,9	24,9	25,0	25,0	
	4	50	24,6	24,6	24,8	24,7	
	5	20	25,0	25,1	25,0	25,0	
SN 0112	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	Mittelwert bei 20°C [µg/m³]
RP	1	20	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
	2	-20	26,2	26,2	26,2	26,2	
	3	20	25,0	25,0	25,1	25,0	
	4	50	24,9	25,1	25,1	25,0	
	5	20	25,0	25,1	25,1	25,0	

**Anlage 3**

**Umgebungstemperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit (Span), PM<sub>10</sub>**

**Blatt 9 von 12**

<b>Hersteller</b> PALAS		<b>Verwendeter Prüfstandard</b> CalDust 1100					
<b>Gerätetyp</b> Fidas <sup>®</sup> 200							
<b>Serien-Nr.</b> SN 5048 / SN 5049							
<b>Prüfzeitraum</b> 07.07.2014 - 11.07.2014		<b>Messung 1</b>		<b>Messung 2</b>		<b>Messung 3</b>	
SN 5048	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert bei 20°C [µg/m <sup>3</sup> ]
RP	1	20	40,0	40,0	40,0	40,0	39,9
	2	5	39,2	39,1	39,1	39,1	
	3	20	39,4	39,7	39,9	39,7	
	4	40	40,4	40,4	40,4	40,4	
	5	20	39,9	40,0	40,0	40,0	
SN 5049	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert bei 20°C [µg/m <sup>3</sup> ]
RP	1	20	40,0	40,0	40,0	40,0	39,9
	2	5	39,2	39,2	39,3	39,2	
	3	20	39,8	39,8	39,9	39,8	
	4	40	40,2	40,3	40,3	40,3	
	5	20	39,7	40,0	39,8	39,8	

**Anlage 3**

**Umgebungstemperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit (Span), PM<sub>2,5</sub>**

**Blatt 10 von 12**

<b>Hersteller</b>		PALAS		<b>Verwendeter Prüfstandard</b> CalDust 1100			
<b>Gerätetyp</b>		Fidas® 200					
<b>Serien-Nr.</b>		SN 5048 / SN 5049					
<b>Prüfzeitraum</b>		07.07.14 - 11.07.14					
				Messung 1	Messung 2	Messung 3	
SN 5048	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	Mittelwert bei 20°C [µg/m³]
RP	1	20	25,0	25,0	25,0	25,0	24,9
	2	5	24,5	24,4	24,4	24,4	
	3	20	24,6	24,8	24,9	24,8	
	4	40	25,3	25,3	25,3	25,3	
	5	20	24,9	25,0	25,0	25,0	
SN 5049	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	Mittelwert bei 20°C [µg/m³]
RP	1	20	25,0	25,0	25,0	25,0	24,9
	2	5	24,5	24,5	24,6	24,5	
	3	20	24,9	24,9	24,9	24,9	
	4	40	25,1	25,2	25,2	25,2	
	5	20	24,8	25,0	24,9	24,9	

**Anlage 3**

**Umgebungstemperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit (Span), PM<sub>10</sub>**

**Blatt 11 von 12**

<b>Hersteller</b>		PALAS		<b>Verwendeter Prüfstandard</b> MonoDust 1500			
<b>Gerätetyp</b>		Fidas <sup>®</sup> 200 E					
<b>Serien-Nr.</b>		SN 6623 / SN 6624					
<b>Prüfzeitraum</b>		28.09.15 - 30.09.15		<b>Messung 1</b>	<b>Messung 2</b>	<b>Messung 3</b>	
SN 6623	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert bei 20°C [µg/m <sup>3</sup> ]
RP	1	20	40,7	40,7	40,7	40,7	40,4
	2	5	41,0	41,0	41,0	41,0	
	3	20	40,3	40,3	40,3	40,3	
	4	40	38,5	38,5	38,5	38,5	
	5	20	40,3	40,3	40,3	40,3	
SN 6624	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Messwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert bei 20°C [µg/m <sup>3</sup> ]
RP	1	20	40,5	40,5	40,5	40,5	40,2
	2	5	39,8	39,8	39,8	39,8	
	3	20	40,1	40,1	40,1	40,1	
	4	40	40,4	40,4	40,4	40,4	
	5	20	40,0	40,0	40,0	40,0	

**Anlage 3**

**Umgebungstemperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit (Span), PM<sub>2,5</sub>**

**Blatt 12 von 12**

<b>Hersteller</b>		PALAS		<b>Verwendeter Prüfstandard</b> MonoDust 1500			
<b>Gerätetyp</b>		Fidas® 200 E					
<b>Serien-Nr.</b>		SN 6623 / SN 6624					
<b>Prüfzeitraum</b>		28.09.15 - 30.09.15		<b>Messung 1</b>	<b>Messung 2</b>	<b>Messung 3</b>	
<b>SN 6623</b>	<b>Nr.</b>	<b>Temperatur [°C]</b>	<b>Messwert [µg/m³]</b>	<b>Messwert [µg/m³]</b>	<b>Messwert [µg/m³]</b>	<b>Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]</b>	<b>Mittelwert bei 20°C [µg/m³]</b>
RP	1	20	25,5	25,5	25,5	25,5	25,3
	2	5	25,7	25,7	25,7	25,7	
	3	20	25,2	25,2	25,2	25,2	
	4	40	24,1	24,1	24,1	24,1	
	5	20	25,2	25,2	25,2	25,2	
<b>SN 6624</b>	<b>Nr.</b>	<b>Temperatur [°C]</b>	<b>Messwert [µg/m³]</b>	<b>Messwert [µg/m³]</b>	<b>Messwert [µg/m³]</b>	<b>Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]</b>	<b>Mittelwert bei 20°C [µg/m³]</b>
RP	1	20	25,3	25,3	25,3	25,3	25,1
	2	5	24,9	24,9	24,9	24,9	
	3	20	25,1	25,1	25,1	25,1	
	4	40	25,3	25,3	25,3	25,3	
	5	20	25,0	25,0	25,0	25,0	

**Anlage 4**

**Netzspannungsabhängigkeit der Empfindlichkeit (Span), PM<sub>10</sub>**

**Blatt 1 von 2**

<b>Hersteller</b> PALAS		<b>Verwendeter Prüfstandard</b> MonoDust 1500					
<b>Gerätetyp</b> Fidas® 200 S							
<b>Serien-Nr.</b> SN 6486 / SN 7147							
<b>Prüfzeitraum</b> 18.07.2017		<b>Messung 1</b>		<b>Messung 2</b>		<b>Messung 3</b>	
SN 6486	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	
RP	1	230	40,0	40,1	39,9	40,00	
	2	195	39,9	39,9	39,9	39,90	
	3	230	39,9	39,9	40,0	39,93	
	4	253	39,9	39,9	39,9	39,90	
	5	230	39,8	39,9	39,9	39,87	
SN 7147	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	
RP	1	230	40,0	39,9	39,9	39,93	
	2	195	40,0	39,9	39,9	39,93	
	3	230	39,9	40,0	40,0	39,97	
	4	253	40,0	40,0	39,9	39,97	
	5	230	40,0	40,0	40,0	40,00	

**Anlage 4**

**Netzspannungsabhängigkeit der Empfindlichkeit (Span), PM<sub>2,5</sub>**

**Blatt 2 von 2**

<b>Hersteller</b>		PALAS		<b>Verwendeter Prüfstandard</b> MonoDust 1500			
<b>Gerätetyp</b>		Fidas® 200 S					
<b>Serien-Nr.</b>		SN 6486 / SN 7147					
<b>Prüfzeitraum</b>		18.07.2017		<b>Messung 1</b>	<b>Messung 2</b>	<b>Messung 3</b>	
SN 6486	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	
RP	1	230	25,0	25,1	24,9	25,00	
	2	195	24,9	24,9	24,9	24,90	
	3	230	24,9	24,9	25,0	24,93	
	4	253	24,9	24,9	24,9	24,90	
	5	230	24,9	24,9	24,9	24,90	
SN 7147	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	
RP	1	230	25,0	24,9	24,9	24,93	
	2	195	25,0	24,9	24,9	24,93	
	3	230	24,9	25,0	25,0	24,97	
	4	253	25,0	25,0	24,9	24,97	
	5	230	25,0	25,0	25,0	25,00	

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 179 von 214

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 1 von 15

Hersteller PALAS												Schwebstaub PM10 and PM2.5 Messwerte in µg/m³ i.B.
Gerätetyp FIDAS 200 S												
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112												
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM2,5 [µg/m³]	SN 0112 PM2,5 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
1	14.05.2012						12,9	13,0	20,1	20,3		Köln, Sommer
2	15.05.2012	6,8	7,2	11,7	10,0	64,1	7,0	7,0	10,5	10,5		
3	16.05.2012	6,4	8,2	13,8	13,1	54,4	7,0	7,0	12,0	11,9		
4	17.05.2012	6,5	7,6	12,4	11,6	58,9	6,8	6,9	11,1	11,1		
5	18.05.2012			14,4	11,7		8,8	9,0	13,8	13,9	Ausreisser Ref. PM2,5	
6	19.05.2012						9,2	9,4	13,5	13,5		
7	20.05.2012	12,0	12,8	19,1	16,8	69,0	13,3	13,4	19,1	19,2		
8	21.05.2012	27,7	28,6				32,1	32,2	43,8	43,6	Ausreisser Ref. PM10	
9	22.05.2012						58,8	58,2	74,5	73,3		
10	23.05.2012			45,2	43,3		32,2	32,0	42,6	42,0	Ausreisser Ref. PM2,5	
11	24.05.2012	10,7	9,1	19,7	17,0	54,1	11,1	11,2	22,1	22,4		
12	25.05.2012	6,8	6,6	16,6	14,8	42,6	6,1	6,2	17,3	17,2		
13	26.05.2012						8,8	9,0	18,7	19,0		
14	27.05.2012						9,2	9,4	14,6	14,9		
15	28.05.2012	12,2	12,3	20,6	19,8	60,5	15,1	15,2	22,8	23,0		
16	29.05.2012	11,3	11,9	26,8	25,2	44,5		15,5		26,8	SN 0111 versehentlich über Remotebedienung ausgeschaltet	
17	30.05.2012	17,6	17,8	34,8	32,4	52,8	22,3	22,6	32,2	33,0		
18	31.05.2012	11,6	12,0	22,6	21,2	53,8	15,8	15,7	23,1	22,8		
19	01.06.2012	9,5	9,3	16,6	15,2	59,1	12,1	12,1	15,9	16,0		
20	02.06.2012						10,6	10,6	13,9	14,1		
21	03.06.2012	10,7	10,6	16,7	16,0	65,0	14,6	14,5	16,9	16,9		
22	04.06.2012	4,1	4,8	11,5	11,2	39,4	6,7	6,7	11,2	11,4		
23	05.06.2012	5,7	4,8	14,2	13,2	38,2	7,1	7,2	11,4	11,6		
24	06.06.2012						6,7	6,8	10,1	10,1		
25	07.06.2012	4,9	4,0	8,5	7,0	57,7	5,3	5,4	9,1	9,2		
26	08.06.2012						3,9	3,9	8,3	8,3		
27	09.06.2012						4,6	4,7	8,8	8,8		
28	10.06.2012										Stromausfall	
29	11.06.2012	4,2	8,1	9,4	8,2	70,2	5,7	5,7	10,0	9,8		
30	12.06.2012	13,2	12,3	19,5	19,7	65,1	14,1	14,0	18,0	17,7		



**Anlage 5**

**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 2 von 15**

Hersteller PALAS												Schwebstaub PM10 and PM2.5 Messwerte in µg/m³ i.B.
Gerätetyp FIDAS 200 S												
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112												
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
31	13.06.2012	9,7	10,0	21,2	20,7	47,0	12,4	12,3	17,7	17,8	Inlet -> Nullfilter Nullfilter Nullfilter	Köln, Sommer
32	14.06.2012	11,7	13,0	22,9	21,4	55,9	14,8	14,9	19,8	19,8		
33	15.06.2012											
34	16.06.2012											
35	17.06.2012											
36	18.06.2012	11,2	10,9	17,1	15,8	67,3	10,8	10,8	15,4	15,5		
37	19.06.2012	19,5	19,1	29,2	28,7	66,7	23,1	22,8	27,0	26,6		
38	20.06.2012	13,5	13,0	18,8	18,3	71,5	15,5	15,3	18,9	18,5		
39	21.06.2012	3,6	3,8	9,6	8,7	40,4	5,0	5,1	10,2	10,0		
40	22.06.2012	5,3	7,1	13,4	13,4	46,2	6,5	6,5	11,6	11,6		
41	23.06.2012						6,9	7,0	10,5	10,6		
42	24.06.2012	6,0	5,0	8,9	10,8	55,7	5,4	5,4	9,0	8,9		
43	25.06.2012	10,0	11,3	15,2	16,5	67,1	9,6	9,5	14,7	14,4		
44	26.06.2012	13,4	13,7				12,0	12,2	16,4	16,5		
45	27.06.2012	11,8	11,8	17,6	18,7	64,9	12,4	12,1	18,2	17,7		
46	28.06.2012	8,0	10,3	17,7	17,1	52,7	9,3	9,3	20,7	20,2		
47	29.06.2012	10,4	10,8	22,9	23,5	45,8	12,6	12,7	26,6	25,8		
48	30.06.2012						8,3	8,3	17,8	17,3		
49	01.07.2012	6,3	7,3	12,4	12,1	55,8	5,8	5,8	10,9	10,7		
50	02.07.2012	6,7	8,5	11,5	12,3	64,2	6,9	6,9	10,8	10,6		
51	03.07.2012	8,7	9,5	17,1	15,1	56,6	7,8	7,9	13,3	13,7		
52	04.07.2012	9,9	10,6	15,8	16,8	62,9	10,4	10,4	16,0	15,7		
53	05.07.2012	8,8	8,6	13,2	13,8	64,3	9,5	9,4	14,6	14,2		
54	06.07.2012	7,0	5,8	10,8	10,4	60,0	5,3	5,3	9,8	9,8		
55	07.07.2012						4,6	4,6	8,0	7,9		
56	08.07.2012	3,4	4,1	6,4	6,7	57,6	3,1	3,2	6,3	6,3		
57	09.07.2012	7,2	7,7	12,4	12,1	60,4	8,0	8,0	12,2	12,1		
58	10.07.2012	7,1	7,1	12,8	11,5	58,4	8,0	8,0	12,4	12,4		
59	11.07.2012	3,7	2,9	7,0	8,1	43,9	3,3	3,4	6,7	6,6		
60	12.07.2012	3,6	3,6	8,2	7,0	46,7	3,3	3,3	7,2	7,2		

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas<sup>®</sup> 200 S, Fidas<sup>®</sup> 200 und Fidas<sup>®</sup> 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 181 von 214

**Anlage 5** **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 3 von 15**

<b>Hersteller</b> PALAS <b>Gerätetyp</b> FIDAS 200 S <b>Serien-Nr.</b> SN 0111 / SN 0112												Schwebstaub PM10 and PM2.5 Messwerte in µg/m³ i.B.	
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
61	13.07.2012	3,2	3,1	6,6	6,5	47,9	3,2	3,2	6,4	6,4		Köln, Sommer	
62	14.07.2012						3,8	3,9	6,6	6,5			
63	15.07.2012	6,0	7,1	12,0	11,3	56,6	6,3	6,5	10,2	10,2			
64	16.07.2012	3,7	4,3	9,1	7,3	48,6	3,7	3,8	7,2	7,1			
65	17.07.2012	5,4	5,7	12,6	13,1	43,0	7,7	7,7	12,2	12,0			
66	18.07.2012	5,1	5,6	10,6	9,3	53,6	5,2	5,2	10,2	10,3			
67	19.07.2012	5,4	5,6	14,5	13,8	39,2	6,5	6,5	12,6	12,3			
68	20.07.2012												
69	21.07.2012												
70	22.07.2012												
71	23.07.2012	8,1	6,3	13,0	12,6	56,5	6,4	6,5	11,0	11,3			
72	24.07.2012	17,1	16,6	24,5	22,7	71,5	12,9	12,9	20,3	20,5			
73	25.07.2012	27,6	28,0	39,0	37,6	72,6	26,4	26,3	37,8	37,0			
74	26.07.2012	26,0	26,1	35,7	35,1	73,7	28,5	28,2	38,6	37,9			
75	27.07.2012	22,3	22,7	31,6	31,4	71,4	23,0	22,5	32,5	31,6			
76	28.07.2012						18,6	18,2	24,3	23,8			
77	29.07.2012	4,9	4,7	9,9	8,7	51,7	4,2	4,2	7,7	7,8			
78	30.07.2012	5,8	6,1	12,3	12,8	47,4	5,0	5,0	9,1	9,0			
79	31.07.2012	8,0	7,9	14,4	14,6	55,0	6,4	6,5	11,1	11,3			
80	01.08.2012	10,2	10,4	16,5	17,1	61,3	8,2	8,1	15,4	15,0			
81	02.08.2012	6,4	6,7	13,2	13,4	49,2	5,3	5,3	11,3	11,4			
82	03.08.2012	6,7	7,0	14,4	15,5	45,9	6,6	6,6	12,2	12,3			
83	04.08.2012						7,6	7,6	10,9	10,8			
84	05.08.2012	4,2	5,4	8,4	8,9	54,9	4,9	4,9	8,0	7,8			
85	06.08.2012	4,0	4,0	8,1	9,6	44,9	3,6	3,6	7,4	7,1			
86	07.08.2012	6,8	5,5	13,5	12,8	46,8	5,3	5,3	10,3	10,2			
87	08.08.2012	10,4	9,0	16,2	16,6	59,2	8,7	8,6	12,8	12,7			
88	09.08.2012	7,7	7,6	12,3	12,7	61,1	8,1	8,0	11,7	11,6			
89	10.08.2012	8,6	8,7	13,3	14,3	62,7	6,9	6,9	10,6	10,6			
90	11.08.2012						6,0	5,9	8,9	8,7			

**Anlage 5**

**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 4 von 15**

Hersteller PALAS Gerätetyp FIDAS 200 S Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112												Schwebstaub PM10 and PM2.5 Messwerte in µg/m³ i.B.	
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
91	12.08.2012	6,2	5,6	10,0	10,0	59,1	5,4	5,4	9,7	9,7	Nullfilter Nullfilter Nullfilter	Köln, Sommer	
92	13.08.2012	9,7	9,2	15,4	16,8	58,6	8,2	8,2	15,0	14,8			
93	14.08.2012	10,3	10,1	17,2	16,6	60,4	8,9	8,8	14,6	14,3			
94	15.08.2012	10,1	10,4	19,5	20,0	51,7	9,8	9,7	20,2	19,4			
95	16.08.2012	7,6	7,9	18,0	19,5	41,5	6,7	6,6	12,8	12,4			
96	17.08.2012												
97	18.08.2012												
98	19.08.2012												
99	20.08.2012	17,1	17,9	28,6	29,0	60,8	15,8	15,3	26,9	25,6			
100	21.08.2012	18,3	19,8	29,3	29,3	65,1	19,3	18,7	29,6	28,3			
101	22.08.2012	8,7	9,9	20,7	19,9	45,7	8,9	8,9	17,5	17,1			
102	23.08.2012	7,6	8,3	14,5	13,8	56,1	5,9	5,8	11,7	11,3			
103	24.08.2012	9,0	10,3	15,2	15,0	64,0	8,8	8,6	13,8	13,1			
104	25.08.2012						3,2	3,1	6,3	6,0			
105	26.08.2012	6,6	7,3	12,0	11,1	60,0	7,6	7,4	10,3	10,1			
106	27.08.2012	5,4	6,5	10,7	10,7	55,2	5,0	4,9	8,7	8,5			
107	28.08.2012	8,2	7,9	14,7	16,9	50,9	6,5	6,4	12,9	12,3			
108	29.08.2012	8,4	8,9	16,5	16,5	52,5	6,9	6,8	13,7	13,6			
109	30.08.2012	5,6	6,1	14,2	14,4	40,8	6,6	6,5	12,3	12,0			
110	31.08.2012	4,4	5,0	10,7	10,9	43,4	5,7	5,6	9,9	9,8			
111	01.09.2012						8,7	8,4	12,6	12,0			
112	02.09.2012	10,3	11,9	18,7	17,9	60,7	9,3	9,1	13,6	13,0			
113	19.11.2012										Nullfilter Nullfilter	Köln, Winter	
114	20.11.2012												
115	21.11.2012												
116	22.11.2012						11,4	11,3	14,2	13,8			
117	23.11.2012	15,3	15,1	19,6	19,6	77,8	16,8	16,3	20,4	19,7			
118	24.11.2012						15,0	14,8	19,2	19,0			
119	25.11.2012	5,1	5,8	10,8	10,4	51,1	6,0	6,0	10,1	9,9			
120	26.11.2012	6,1	6,9	11,0	11,6	57,4	7,2	7,2	11,0	10,8			

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas<sup>®</sup>  
200 S, Fidas<sup>®</sup> 200 und Fidas<sup>®</sup> 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 5 von 15

Hersteller PALAS												Schwebstaub PM10 and PM2.5 Messwerte in µg/m³ i.B.
Gerätetyp FIDAS 200 S												
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112												
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
121	27.11.2012	10,9	11,5	18,5	17,6	62,0	11,2	11,2	15,8	15,8		Köln, Winter
122	28.11.2012	23,3	23,5	29,0	29,1	80,5	26,0	25,7	30,5	30,0		
123	29.11.2012	9,0	9,3	14,2	14,4	64,0	10,3	10,2	14,7	14,6		
124	30.11.2012	17,8	19,3	24,5	24,3	76,0	19,5	19,0	23,4	22,7		
125	01.12.2012						14,4	14,0	15,9	15,5		
126	02.12.2012	10,0	11,0	14,8	14,6	71,2	11,8	11,6	14,6	14,3		
127	03.12.2012	8,8	9,0	14,1	14,4	62,2	10,6	10,3	13,5	13,0		
128	04.12.2012	8,3	7,6	11,6	11,6	68,3	9,1		11,8			
129	05.12.2012	8,7	8,5	12,1	12,5	69,8		9,6		12,1	SN 0112 Heizung Sicherung durchgebrannt	
130	06.12.2012	9,5	10,3	16,5	16,1	60,7	12,5	12,2	16,7	16,0	SN 0111 Heizung Sicherung durchgebrannt	
131	07.12.2012	13,0	12,8	15,4	15,4	83,8	13,2	12,7	15,5	14,7		
132	08.12.2012						29,0		31,5			
133	09.12.2012	5,5	5,8	10,1	8,9	59,5	7,2		9,8		SN 0112 Heizung Sicherung durchgebrannt	
134	10.12.2012	10,6	11,2	14,5	13,5	77,5	13,3	12,6	15,9	14,8	SN 0112 Heizung Sicherung durchgebrannt	
135	11.12.2012	17,3	17,7	23,6	22,8	75,4	19,2	18,3	23,7	22,6		
136	12.12.2012	18,2	18,5	24,7	24,2	75,1	18,2	17,4	22,9	22,0		
137	13.12.2012	23,4	23,7	29,3	28,2	82,0	24,3	23,0	27,8	26,4		
138	14.12.2012	7,3	6,7	8,9	8,8	79,5	7,7	7,3	9,2	8,9		
139	15.12.2012						4,5	4,3	6,5	6,1		
140	16.12.2012	5,4	5,9	9,7	9,5	58,9	6,9	6,6	9,2	8,7		
141	17.12.2012	6,8	7,2	13,7	13,4	51,9	9,1	8,8	13,4	12,7		
142	18.12.2012	12,9	13,3	20,1	20,5	64,5	15,0	14,3	19,0	18,1		
143	19.12.2012	13,4	13,3	18,3	18,0	73,7	15,4	14,6	18,1	17,3		
144	20.12.2012	11,6	11,6	14,1	13,6	83,8	12,3	11,7	13,8	13,2		
145	21.12.2012	11,7	10,8	18,1	17,8	62,7	13,7	12,9	17,2	16,2		
146	22.12.2012						4,4	4,2	6,4	6,0		
147	23.12.2012						4,0	3,9	6,3	6,0		
148	24.12.2012						7,8	7,8	14,6	14,2		
149	25.12.2012						2,5	2,4	3,9	3,8		
150	26.12.2012						5,5	5,4	9,3	8,9		

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 6 von 15

Hersteller PALAS												Schwebstaub PM10 and PM2.5 Messwerte in µg/m³ i.B.
Gerätetyp FIDAS 200 S												
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112												
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
151	27.12.2012						12,3	12,1	16,3	16,1		Köln, Winter
152	28.12.2012						5,1	5,0	7,0	6,7		
153	29.12.2012						4,1	4,0	5,9	5,7		
154	30.12.2012						5,7	5,5	8,7	8,4		
155	31.12.2012										Stromausfall Stromausfall	
156	01.01.2013											
157	02.01.2013	9,7	9,3	16,1	15,0	60,9	12,2	11,7	15,7	14,9		
158	03.01.2013	11,9	13,1	19,4	18,6	65,6	15,7	15,3	21,4	20,5		
159	04.01.2013	9,5	9,9	13,8	13,0	72,5	11,6	11,3	14,3	13,9		
160	05.01.2013						18,7	18,5	21,2	20,8		
161	06.01.2013	26,7	26,6	37,5	37,4	71,3	31,6	30,9	35,4	34,5		
162	07.01.2013	17,6	19,4	24,6	25,0	74,5	20,2	19,8	23,8	23,3		
163	08.01.2013	13,6	14,7	19,6	20,1	71,4	17,1	16,8	20,7	20,3		
164	09.01.2013	11,6	13,3	18,9	19,7	64,5	15,3	15,0	19,6	18,9		
165	10.01.2013	13,6	14,7	21,9	21,5	65,1	15,8	15,5	19,5	19,2		
166	11.01.2013										Nullfilter Nullfilter Nullfilter	
167	12.01.2013											
168	13.01.2013											
169	14.01.2013	24,9	24,8	28,4	29,4	86,0	24,6	23,9	27,5	26,6		
170	15.01.2013	33,4	33,8	36,3	37,1	91,5	31,6	30,1	34,1	32,5		
171	16.01.2013	58,5	58,4	63,7	63,3	92,0	61,4	59,4	66,9	64,4		
172	17.01.2013	55,4	56,2	60,2	59,8	93,0	57,1	55,4	61,0	59,1		
173	18.01.2013	17,4	17,5	19,0	18,6	92,7	18,2	17,6	20,1	19,6		
174	19.01.2013	21,1	21,1	22,6	23,0	92,4	23,2	22,6	24,5	23,8		
175	20.01.2013	29,7	30,0	30,9	31,2	96,2	32,7	31,6	35,0	33,6		
176	21.01.2013	44,9	42,8	45,4	44,8	97,2	46,7	45,0	49,7	47,8		
177	22.01.2013	53,5	54,9	61,5	58,2	90,5	60,5	58,2	63,6	61,1	Ausreisser Ref. PM10 - nicht verworfen	
178	23.01.2013	62,1	63,2	69,2	68,8	90,8	69,0	66,4	74,0	71,3		
179	24.01.2013	23,6	24,5	27,8	28,1	86,1	24,5	23,5	27,3	26,1		
180	25.01.2013	19,6	19,3	21,2	20,4	93,3	18,9	18,1	20,5	19,5		

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 185 von 214

**Anlage 5** **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 7 von 15**

<b>Hersteller</b> PALAS <b>Gerätetyp</b> FIDAS 200 S <b>Serien-Nr.</b> SN 0111 / SN 0112											Schwebstaub PM10 and PM2.5 Messwerte in µg/m³ i.B.			
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort		
181	26.01.2013	26,6	25,9	28,3	28,4	92,5	26,3	25,1	27,8	26,5		Köln, Winter		
182	27.01.2013	9,1	9,2	15,0	15,0	61,1	10,6	10,2	14,8	14,2				
183	28.01.2013	5,7	5,9	8,9	7,9	68,6	6,2	5,9	8,4	8,0				
184	29.01.2013	3,4	3,9	5,5	4,5	72,0	4,1	3,7	5,5	5,1				
185	30.01.2013	6,4	6,8	15,2	14,8	43,8	7,4	7,2	13,5	12,7				
186	31.01.2013	8,0	8,5	20,3	19,2	41,6	10,1	9,8	17,2	16,4				
187	01.02.2013	9,2	9,4	11,9	10,9	81,4	9,3	8,8	10,9	10,4				
188	02.02.2013						6,9	6,7	11,9	11,3				
189	03.02.2013						8,7	8,2	10,6	10,0				
190	04.02.2013						9,4	9,0	14,5	13,7				
191	05.02.2013												Nullfilter	
192	06.02.2013												Nullfilter	
193	27.02.2013										Nullfilter	Bonn, Winter		
194	28.02.2013										Nullfilter			
195	01.03.2013	24,9	23,0	36,3	36,7	65,6	29,4	29,4	38,5	38,1				
196	02.03.2013						34,3	34,1	43,3	42,7				
197	03.03.2013						24,7	24,5	28,6	28,4				
198	04.03.2013	22,1	23,2	29,3	29,8	76,6	21,6	21,6	29,6	29,5				
199	05.03.2013	19,6	20,5	28,2	28,7	70,2	31,0	30,9	41,6	41,1				
200	06.03.2013	28,4	27,7	40,2	39,9	70,1	26,5	26,2	39,6	38,9				
201	07.03.2013	25,8	24,5	39,3	39,7	63,8	30,9	30,1	40,9	40,0				
202	08.03.2013	28,0	28,3	39,5	39,5	71,2	32,4	31,4	39,4	38,5				
203	09.03.2013	28,8	27,0	35,4	34,8	79,5	12,1	11,8	15,6	15,1				
204	10.03.2013	21,8	22,0	23,1	22,3	96,5	25,6	25,0	26,7	26,0				
205	11.03.2013	27,6	28,1	31,2	30,3	90,6	31,5	30,7	34,1	33,4				
206	12.03.2013	15,6	15,6	17,8	17,7	87,9	16,1	15,3	19,4	18,5				
207	13.03.2013	36,7	36,7	50,8	50,0	72,9	33,4	32,5	45,9	44,5				
208	14.03.2013	19,6	19,2	27,5	27,6	70,3	19,2	18,7	29,6	28,8				
209	15.03.2013	22,0	21,5	31,7	31,7	68,7	21,8	21,4	32,2	31,5				
210	16.03.2013						14,4	14,2	25,2	25,1				

**Anlage 5**

**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 8 von 15**

Hersteller PALAS Gerätetyp FIDAS 200 S Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112												Schwebstaub PM10 and PM2.5 Messwerte in µg/m³ i.B.	
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
211	17.03.2013	7,0	7,4	11,0	10,5	67,2	9,4	9,1	12,9	12,8		Bonn, Winter	
212	18.03.2013	7,7	8,2	17,4	17,2	45,9	9,0	8,7	17,4	16,7			
213	19.03.2013	9,5	9,9	17,1	16,8	57,5	11,0	10,5	17,2	16,1			
214	20.03.2013	21,3	20,9	25,2	24,5	84,7	23,4	22,1	25,7	24,3			
215	21.03.2013	37,5	36,6	46,3	45,9	80,5	39,0	37,4	45,9	44,0			
216	22.03.2013	21,4	21,6	26,0	26,3	82,2	25,5	24,5	30,4	29,0			
217	23.03.2013						25,3	24,4	28,3	27,5			
218	24.03.2013	15,1	15,9	19,7	18,8	80,6	17,5	16,8	20,8	20,0			
219	25.03.2013	20,1	20,6	26,0	25,6	78,9	23,2	22,3	29,2	28,1			
220	26.03.2013	15,7	15,3	21,1	20,4	74,7	16,9	16,2	22,9	22,1			
221	27.03.2013	26,6	25,9	33,3	32,8	79,5	27,5	26,3	34,6	32,9			
222	28.03.2013						51,4	48,7	59,1	55,8			
223	29.03.2013	71,1	69,8	76,5	76,3	92,2	74,6	70,3	78,0	73,4			
224	30.03.2013										Nullfilter		
225	31.03.2013										Nullfilter		
226	01.04.2013										Nullfilter		
227	02.04.2013	20,2	20,2	24,7	25,2	81,0	23,4	22,0	28,0	26,6			
228	03.04.2013	27,2	26,5	31,4	30,8	86,3	31,0	29,0	35,3	33,2			
229	04.04.2013	29,5	29,1	33,5	33,2	88,0	35,8	36,2	39,6	40,2			
230	05.04.2013	25,8	25,4	30,8	30,0	84,1	29,7	30,0	34,1	34,6			
231	06.04.2013						25,8	26,0	30,2	30,3			
232	07.04.2013	23,0	22,8	30,9	30,2	74,9	25,5	25,7	32,7	32,5			
233	08.04.2013	26,3	25,1	31,7	31,7	81,0	29,3	29,4	35,2	35,5			
234	09.04.2013	16,5	16,5	21,6	21,0	77,4	18,1	18,0	21,3	21,2			
235	10.04.2013	12,2	12,2	17,9	17,8	68,4	12,3	12,1	16,7	16,2			
236	11.04.2013	9,4	8,8	15,9	15,7	57,4	7,5	7,4	13,6	13,2			
237	12.04.2013	6,2	6,3	10,4	10,4	60,4	5,1	4,9	9,5	8,8			
238	13.04.2013						6,5	6,4	10,9	10,4			
239	14.04.2013	7,2	6,9	11,9	11,1	61,4	5,2	5,2	9,2	9,1			
240	15.04.2013	18,5	16,8	31,2	30,2	57,3	18,1	17,6	28,7	27,6			

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 187 von 214

**Anlage 5** **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 9 von 15**

Hersteller PALAS												Schwebstaub PM10 and PM2.5 Messwerte in µg/m³ i.B.		
Gerätetyp FIDAS 200 S														
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112														
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort		
241	16.04.2013	12,7	11,2	21,1	20,7	57,2	12,3	12,0	20,8	20,3		Bonn, Winter		
242	17.04.2013	9,9	9,8	19,5	19,7	50,2	8,0	8,0	19,1	18,6				
243	18.04.2013	9,4	8,7	21,4	21,5	42,2	8,3	8,3	20,7	20,3				
244	19.04.2013	10,3	10,3	21,0	20,8	49,4	11,7	11,5	20,6	19,8				
245	20.04.2013						13,5	13,3	20,8	20,1				
246	21.04.2013	24,4	23,0	36,7	37,6	63,8	23,4	22,9	33,4	32,5				
247	22.04.2013	31,0	29,4	44,7	43,9	68,3	32,7	31,7	47,2	45,3				
248	23.04.2013	11,0	10,4	18,2	18,8	57,6	9,8	9,4	19,5	18,6				
249	24.04.2013	14,3	12,7	24,2	24,4	55,6	13,3	12,8	25,3	24,6				
250	25.04.2013	13,8	12,1	23,3	23,6	55,3	11,9	11,5	24,7	23,8				
251	26.04.2013												Nullfilter Nullfilter Nullfilter	
252	27.04.2013													
253	28.04.2013													
254	29.04.2013	14,3	12,9	20,6	21,4	64,9	12,7	12,1	20,5	19,3				
255	30.04.2013						16,0	15,2	24,5	23,1				
256	01.05.2013	16,9	18,2	21,4	22,2	80,7	19,5	18,1	23,8	21,9				
257	02.05.2013						20,0	18,6	27,7	25,7				
258	03.05.2013	23,2	23,4	33,7	34,4	68,5	27,6	25,8	38,5	35,7				
259	04.05.2013	20,2	19,7	30,1	30,6	65,7	21,9	20,5	31,6	29,5				
260	05.05.2013	9,6	9,3	14,0	14,8	65,4	7,9	7,4	13,2	12,3				
261	14.05.2013										Nullfilter Nullfilter	Bornheim, Sommer		
262	15.05.2013													
263	16.05.2013	21,0	20,7	24,5	24,7	84,6	18,8	18,7	22,6	22,5				
264	17.05.2013	16,1	15,5	18,3	19,4	83,8	15,3	15,1	17,3	17,1				
265	18.05.2013						9,5	9,7	12,3	12,3				
266	19.05.2013						18,9	18,8	22,6	22,2				
267	20.05.2013	11,3	10,3	13,9	14,7	75,2	11,2	11,0	14,3	13,9				
268	21.05.2013		5,4	8,3	8,8		4,9	4,9	8,2	8,2				
269	22.05.2013						6,9	6,9	11,1	10,8				
270	23.05.2013						5,5	5,5	7,4	7,2				



Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 10 von 15

Hersteller PALAS												Schwebstaub PM10 and PM2.5 Messwerte in µg/m³ i.B.
Gerätetyp FIDAS 200 S												
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112												
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
271	24.05.2013			10,1	10,7		5,9	5,8	8,6	8,3	Stromausfall Ref. PM2,5 G#1	Bornheim, Sommer
272	25.05.2013						10,5	10,5	14,1	14,0		
273	26.05.2013		6,6	12,9	13,4		7,9	7,6	11,1	10,7	Stromausfall Ref. PM2,5 G#1	
274	27.05.2013	11,7	11,0	16,9	17,6	65,7	10,6	10,5	16,4	16,0		
275	28.05.2013	8,7	7,7	12,8	12,2	65,8	6,8	6,7	11,7	11,4		
276	29.05.2013						4,1	3,9	6,1	5,6		
277	30.05.2013						9,1	8,7	11,1	10,5		
278	31.05.2013						16,7	15,6	22,9	21,5		
279	01.06.2013						15,7	14,9	19,3	18,3		
280	02.06.2013	5,3	5,0	10,8	10,7	47,7	4,9	4,8	8,9	8,7		
281	03.06.2013	8,0	7,0	14,5	14,5	51,5	8,0	7,8	13,5	12,9		
282	04.06.2013	9,5	9,5	18,2	18,4	51,9	11,6	11,0	17,9	16,8		
283	05.06.2013	9,1	9,3	17,2	18,8	51,2	9,8	9,3	19,0	17,6		
284	06.06.2013	10,8	10,2	17,0	17,5	60,8	8,5	8,0	16,9	15,8		
285	07.06.2013	17,0	16,1	28,6	29,9	56,6	15,6	14,8	30,6	29,1		
286	08.06.2013						17,6	16,5	25,3	23,7		
287	09.06.2013	14,0	13,6	20,1	21,3	66,9	16,6	15,2	20,7	19,1		
288	10.06.2013	16,1	15,4	26,1	27,1	59,1	19,6	18,2	27,0	24,7		
289	11.06.2013	13,0	12,2	20,8	20,7	60,7	18,2	19,4	25,2	26,3		
290	12.06.2013	7,1	6,4	14,6	14,0	47,4	7,4	7,8	17,3	17,4		
291	13.06.2013	5,6	5,4	13,4	12,7	42,1	5,1	5,3	14,5	14,1		
292	14.06.2013	5,0	5,7	10,8	10,8	49,3	4,4	4,7	8,4	8,7		
293	15.06.2013	5,1	5,3	10,6	10,2	50,0	4,3	4,5	8,7	8,7		
294	16.06.2013	7,3	7,6	16,7	16,6	44,8	7,0	7,4	11,9	11,9		
295	17.06.2013	12,2	13,3	21,3	20,9	60,3	10,1	10,5	19,0	18,8		
296	18.06.2013	17,8	17,3	28,6	29,1	60,9	18,7	19,0	31,5	30,8		
297	19.06.2013	31,9	32,7	48,7	48,5	66,5	36,2	35,9	51,4	49,7		
298	20.06.2013	8,7	10,1	15,5	14,9	62,1	12,8	12,6	19,7	18,7		
299	21.06.2013	4,2	4,5	7,2	6,8	62,2	3,7	3,8	7,5	7,1		
300	22.06.2013	3,3	4,1	5,7	5,9	63,8					Nullfilter	

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 189 von 214

**Anlage 5** **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 11 von 15**

<b>Hersteller</b> PALAS											Schwebstaub PM10 and PM2.5			
<b>Gerätetyp</b> FIDAS 200 S											Messwerte in µg/m³ i.B.			
<b>Serien-Nr.</b> SN 0111 / SN 0112														
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort		
301	23.06.2013	3,1	3,0	4,6	5,5	59,8					Nullfilter	Bornheim, Sommer		
302	24.06.2013	8,7	8,0	13,9	13,2	61,6	9,8	9,6	13,5	13,0				
303	25.06.2013	6,3	6,6	12,9	12,7	50,4	7,2	7,0	11,2	10,9				
304	26.06.2013	9,1	9,4	14,6	14,5	63,4	9,0	8,8	13,1	12,4				
305	27.06.2013	9,8	9,6	14,2	13,8	69,5	9,9	9,5	14,0	13,1				
306	28.06.2013	8,8	8,7	14,2	14,7	60,4	9,4	8,9	15,5	14,7				
307	29.06.2013	6,0	5,8	11,7	11,5	50,8	5,4	5,0	9,9	9,0				
308	30.06.2013	7,4	6,9	14,6	14,4	49,3	6,9	6,5	13,1	11,9				
309	01.07.2013	7,7	7,6	13,4	13,2	57,5	8,0	7,4	14,8	13,1				
310	02.07.2013	7,9	7,9	12,5	12,0	64,9	7,8	7,3	12,9	11,8				
311	03.07.2013	3,6	3,8	9,0	9,9	39,1	4,6	4,2	11,1	9,6				
312	04.07.2013	7,5	7,9	13,5	13,6	56,8	8,0	7,2	13,3	11,9				
313	05.07.2013	12,9	13,1	20,9	19,9	63,8	14,8	13,2	21,7	19,0				
314	06.07.2013	13,3	13,1	18,7	18,5	71,0	15,2	13,8	20,3	18,3				
315	07.07.2013	11,3	10,7	14,9	14,4	75,0	10,9	9,8	15,0	13,2				
316	08.07.2013	11,3	10,6	16,3	16,1	67,7	10,1	9,0	16,4	14,4				
317	09.07.2013	14,2	14,5	24,9	22,6	60,5	15,9	14,1	24,5	21,1				
318	10.07.2013	9,7	10,2	19,1	17,5	54,6	11,8	10,4	19,9	17,0				
319	11.07.2013	13,6	14,3	26,6	24,9	54,1	17,5	17,1	25,1	24,0				
320	12.07.2013	16,5	16,8				22,0	21,3	30,3	28,8				
321	13.07.2013	15,3	15,3	20,4	20,7	74,5	18,3	17,5	23,4	22,1				
322	14.07.2013	14,5	14,5	22,2	21,5	66,5	19,7	18,7	26,7	24,7				
													Ausreisser Ref. PM10	

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 12 von 15

Hersteller PALAS												Schwebstaub PM10 and PM2.5	
Gerätetyp FIDAS 200 S												Messwerte in µg/m³ i.B.	
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112													
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
323	27.02.2014	7,0	7,4	12,7	12,2	57,4	6,7	6,7	10,9	10,6		Teddington, Winter	
324	28.02.2014	12,4	13,6	19,3	18,5	68,7	13,1	13,7	15,8	16,4			
325	01.03.2014	13,7	14,0	19,8	19,7	70,3	14,2	14,5	17,8	18,0			
326	02.03.2014	3,9	4,2	7,9	7,7	52,3	4,4	4,4	7,4	7,1			
327	03.03.2014	8,9	9,4	12,5	13,1	71,4	8,5	8,7	10,7	10,8			
328	04.03.2014	14,7	15,4	21,7	21,4	69,8	14,1	14,4	18,3	18,4			
329	05.03.2014	9,6	11,3	21,3	20,9	49,5	11,3	10,9	16,4	15,4			
330	06.03.2014	10,5	10,7	17,2	17,5	61,1	10,8	10,5	14,6	13,8			
331	07.03.2014	11,3	11,4	16,5	16,2	69,3	10,8	10,4	14,5	13,7			
332	08.03.2014	41,7	42,2	47,0	46,1	90,0	44,1	43,0	48,2	46,9			
333	09.03.2014	28,6	29,1	34,2	33,5	85,2	28,5	27,6	32,9	31,7			
334	10.03.2014	10,0	10,4	17,5	17,4	58,4	12,4	12,0	18,3	17,3			
335	11.03.2014	19,2	20,5	31,1	30,5	64,5	19,0	18,6	26,7	25,7			
336	12.03.2014	44,5	45,7	60,2	59,7	75,2	47,6	46,5	55,2	53,3			
337	13.03.2014			68,0	67,1		58,3	56,4	67,7	65,2	Ausreisser Ref. PM2,5		
338	14.03.2014	40,1	40,6	48,7	47,9	83,7	42,5	39,7	49,7	46,0			
339	15.03.2014	9,3	9,3	14,2	13,4	67,1	9,0	8,3	13,1	12,0			
340	16.03.2014	11,1	11,5	14,8	14,3	77,8	10,8	10,1	13,8	12,8			
341	17.03.2014	12,0	12,5	18,4	18,0	67,3	13,1	12,1	18,6	16,9			
342	18.03.2014	7,3	7,6	16,0	15,4	47,4	8,1	7,5	13,7	12,2			
343	19.03.2014	13,4	14,2	27,0	25,7	52,4	16,3	15,1	23,3	21,1			
344	20.03.2014	6,2	6,9	13,5	12,7	50,2	7,9	7,5	13,0	12,2			
345	21.03.2014	3,4	3,9	10,0	9,7	37,0	4,4	4,4	8,7	8,4			
346	22.03.2014	3,9	4,2	8,0	7,7	51,7	4,2	4,4	7,0	7,1			
347	23.03.2014	7,6	7,6	10,6	10,4	72,7	6,8	7,2	9,0	9,4			
348	24.03.2014	8,1	8,2	11,8	11,6	69,7	7,5	7,8	9,7	10,0			
349	25.03.2014	19,5	19,9	28,1	27,5	70,8	18,2	19,3	22,2	23,2			
350	26.03.2014												
351	27.03.2014												
352	28.03.2014												

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 191 von 214

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 13 von 15

Hersteller PALAS												Schwebstaub PM10 and PM2.5 Messwerte in µg/m³ i.B.	
Gerätetyp FIDAS 200 S													
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112													
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
352	29.03.2014											Ausreisser Ref. PM10	Teddington, Winter
353	30.03.2014												
354	31.03.2014												
355	01.04.2014	33,9	32,7	44,5	42,9	76,2	32,2	32,7	41,1	41,3			
356	02.04.2014	58,6	57,7				58,0	59,9	80,6	81,8			
357	03.04.2014	35,6	35,6	51,6	49,9	70,1	37,7	39,0	49,8	50,4			
358	04.04.2014	6,8	6,6	10,6	10,6	63,3	6,5	6,6	9,2	9,1			
359	05.04.2014	4,2	4,1	6,1	6,0	68,9	4,2	4,4	5,6	5,8			
360	06.04.2014	3,1	2,8	5,6	5,3	53,6	2,9	2,9	4,6	4,5			
361	07.04.2014	3,4	3,2	7,2	6,7	47,8	3,9	3,9	6,7	6,8			
362	08.04.2014	5,8	5,8	13,5	12,8	44,1	7,3	7,4	11,4	11,4			
363	09.04.2014	8,4	8,5	15,5	14,8	56,0	8,9	8,8	13,4	12,9			
364	10.04.2014	9,1	8,9	14,8	14,5	61,4	8,2	8,0	13,2	12,8			
365	11.04.2014	14,3	14,3	19,9	19,3	73,1	13,2	13,3	17,6	17,5			
366	12.04.2014	8,3	8,2	13,9	13,0	61,4	9,2	9,0	13,1	12,7			
367	13.04.2014	8,0	7,5	14,5	13,8	54,8	7,9	7,7	12,8	12,1			
368	14.04.2014	7,5	7,4	15,6	15,0	49,0	6,9	6,7	13,1	12,4			
369	15.04.2014	9,0	8,4	21,4	20,5	41,4	9,4	9,3	17,8	17,2			
370	16.04.2014	16,1	15,6	28,4	28,0	56,2	15,3	14,8	23,2	22,0			
371	17.04.2014	9,6	9,1	18,1	17,5	52,5	10,6	10,1	17,7	16,5			
372	18.04.2014	5,3	5,0	12,5	11,8	42,1	5,7	5,5	10,6	10,2			
373	19.04.2014	18,5	18,5	26,6	26,2	70,0	18,9	18,8	23,3	22,8		Teddington, Sommer	
374	20.04.2014	39,0	39,1	45,7	44,7	86,3	39,4	38,5	43,1	41,9			
375	21.04.2014	20,7	20,8	28,0	26,9	75,5	22,3	21,0	26,2	24,3			
376	22.04.2014	8,9	9,8	14,6	14,0	65,5	9,7	9,1	12,6	11,6			
377	23.04.2014	7,2	7,4	10,9	10,4	68,1	7,6	7,1	9,7	8,7			
378	24.04.2014	13,2	12,8	16,8	16,0	79,3	11,3	10,6	13,5	12,5			
379	25.04.2014	9,0	9,0	13,5	12,8	68,8	9,3	9,1	11,5	11,4			
380	26.04.2014	4,1	4,2	9,2	8,9	46,1	4,4	4,2	7,9	7,2			
381	27.04.2014	17,9	17,6	25,1	24,4	71,5	16,4	15,7	19,6	18,4			

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 14 von 15

Hersteller PALAS												Schwebstaub PM10 and PM2.5 Messwerte in µg/m³ i.B.
Gerätetyp FIDAS 200 S												
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112												
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
382	28.04.2014	18,7	18,9	24,3	23,3	78,8	18,2	19,2	22,0	22,8		Teddington, Sommer
383	29.04.2014	17,5	16,8	23,5	22,8	74,1	18,5	19,2	21,5	22,1		
384	30.04.2014	12,5	12,1	15,6	15,3	79,6	12,0	12,3	13,8	14,1		
385	01.05.2014	13,0	12,8	17,8	17,8	72,5	12,4	12,8	14,9	15,1		
386	02.05.2014	5,4	5,8	12,3	12,2	45,4	6,3	6,5	11,3	11,5		
387	03.05.2014	8,9	9,0	14,3	14,3	62,5	9,1	9,0	12,4	12,0		
388	04.05.2014	13,1	13,4	20,3	19,7	66,3	13,1	12,9	16,4	15,8		
389	05.05.2014	10,7	11,2	15,4	15,2	71,8	13,1	12,5	17,2	16,1		
390	06.05.2014	4,2	4,4	10,8	10,5	40,6	5,0	4,8	9,4	9,0		
391	07.05.2014	3,1	3,0	7,7	7,4	40,6	3,5	3,4	7,3	7,0		
392	08.05.2014	3,4	3,1	7,3	7,1	45,4	4,4	4,2	7,9	7,4		
393	09.05.2014	5,1	4,6	12,3	11,7	40,2	6,2	5,8	12,1	10,6		
394	10.05.2014	3,8	3,3	10,6	10,1	34,3	5,8	5,5	11,5	10,4		
395	11.05.2014	4,1	3,7	11,0	10,1	37,1	5,8	5,4	11,4	10,2		
396	12.05.2014	4,4	4,6	8,4	8,0	54,8	4,5	4,3	7,7	7,0		
397	13.05.2014	6,3	6,2	9,7	9,1	66,7	6,9	6,7	9,5	9,1		
398	14.05.2014	8,7	9,1	13,5	12,9	67,8	8,8	9,4	12,7	13,3		
399	15.05.2014	9,7	9,8	14,8	14,4	66,9	9,8	10,3	13,6	14,0		
400	16.05.2014	15,3	14,8	22,4	21,7	68,1	15,6	16,3	21,6	22,2		
401	17.05.2014	13,9	13,6	18,6	18,3	74,4	14,6	15,0	19,5	19,7		
402	18.05.2014			25,4	25,4		20,6	21,3	26,7	27,2	Ausreisser Ref. PM2,5	
403	19.05.2014	11,8	11,3	17,7	17,1	66,5	11,0	11,1	16,4	16,4		
404	20.05.2014	7,2	6,6	10,7	10,0	66,4	7,5	7,7	10,6	10,6		
405	21.05.2014	6,7	6,4	10,6	10,3	62,3	6,9	6,8	10,8	10,7		
406	22.05.2014	4,4	3,8	9,8	8,9	43,7	4,3	4,3	8,6	8,4		
407	23.05.2014	5,6	5,3	9,9	9,1	57,1	5,0	5,1	7,5	7,5		
408	24.05.2014	3,9	3,7	9,0	8,3	43,9	4,5	4,5	7,9	7,6		
409	25.05.2014	8,1	7,9	13,1	12,6	62,1	7,7	7,6	10,7	10,3		
410	26.05.2014	9,2	9,1	14,2	13,0	67,2	8,4	8,4	11,5	11,4		
411	27.05.2014	6,0	6,2	8,4	8,0	74,7	4,9	4,9	6,8	6,5		

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

**Anlage 5** **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 15 von 15**

<b>Hersteller</b> PALAS											Schwebstaub PM10 and PM2.5	
<b>Gerätetyp</b> FIDAS 200 S											Messwerte in µg/m³ i.B.	
<b>Serien-Nr.</b> SN 0111 / SN 0112												
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	SN 0111 PM10 [µg/m³]	SN 0112 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
412	28.05.2014	6,7	7,0	10,5	10,2	66,2	6,6	6,3	9,3	8,6		Teddington, Sommer
413	29.05.2014	8,6	9,1	13,2	12,9	67,7	9,6	9,1	12,4	11,5		
414	30.05.2014	9,7	9,8	15,0	14,2	66,5	10,9	10,4	15,3	14,3		
415	31.05.2014	11,3	11,7	17,0	16,1	69,4	13,4	12,2	17,3	15,5		
416	01.06.2014	8,7	8,7	13,1	12,2	68,6	9,8	8,9	13,0	11,7		
417	02.06.2014	5,5	6,0	9,5	8,3	64,9	6,7	6,6	9,3	9,1		

**Anlage 6**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 1 von 15**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
1	14.05.2012	Köln, Sommer	15,4	22,1	1006	52,7	0,9	144	0,9
2	15.05.2012		9,2	15,7	1006	76,3	1,2	119	6,0
3	16.05.2012		8,9	14,6	1016	65,0	1,1	138	1,2
4	17.05.2012		14,4	18,8	1008	46,4	0,9	177	0,0
5	18.05.2012		15,4	20,0	1003	72,3	0,6	187	0,0
6	19.05.2012		19,3	24,9	1002	65,9	0,2	231	0,0
7	20.05.2012		19,5	27,8	997	70,6	0,2	148	0,3
8	21.05.2012		21,2	26,4	993	68,1	0,4	135	0,0
9	22.05.2012		21,5	27,6	1005	72,2	0,5	110	0,0
10	23.05.2012		20,3	26,0	1015	76,0	0,2	176	0,0
11	24.05.2012		23,2	31,5	1017	50,4	0,7	159	0,0
12	25.05.2012		21,2	28,6	1016	39,9	1,0	177	0,0
13	26.05.2012		21,3	28,1	1013	46,2	0,6	187	0,0
14	27.05.2012		21,4	28,1	1010	51,8	0,3	200	0,0
15	28.05.2012		21,7	27,8	1007	53,4	0,8	108	0,0
16	29.05.2012		20,4	25,4	1008	57,7	0,9	104	0,0
17	30.05.2012		19,8	24,7	1011	61,7	0,7	140	0,0
18	31.05.2012		17,1	24,4	1009	76,1	0,9	130	13,3
19	01.06.2012		15,0	18,4	1011	68,6	0,8	107	0,0
20	02.06.2012		15,2	20,2	1006	58,2	0,7	151	3,0
21	03.06.2012		11,9	15,2	1002	87,2	0,3	154	6,8
22	04.06.2012		12,2	20,2	1006	80,4	0,9	125	7,2
23	05.06.2012		14,2	19,0	1007	60,8	0,5	167	6,5
24	06.06.2012		16,0	20,0	1000	78,5	0,4	165	5,0
25	07.06.2012		19,7	24,5	996	69,4	1,1	178	0,3
26	08.06.2012		17,5	23,1	1003	58,9	2,7	189	0,3
27	09.06.2012		15,5	19,9	1006	57,5	1,6	166	0,0
28	10.06.2012		17,8	26,6	1000	56,8	0,3	184	0,0
29	11.06.2012		15,5	19,9	995	81,8	0,4	151	26,6
30	12.06.2012		16,4	21,1	1000	72,0	0,8	116	0,0

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 195 von 214

**Anlage 6**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 2 von 15**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
31	13.06.2012	Köln, Sommer	13,9	15,4	1010	71,0	0,2	114	0,0
32	14.06.2012		16,4	20,9	1010	65,0	0,2	174	0,3
34	15.06.2012		17,8	21,8	1007	79,2	0,4	152	11,6
34	16.06.2012		15,7	18,1	1010	82,0	0,6	155	1,8
35	17.06.2012		18,4	24,1	1011	61,8	0,6	133	0,0
36	18.06.2012		18,9	24,9	1011	69,1	0,7	137	0,0
37	19.06.2012		18,6	21,4	1010	73,9	0,1	149	7,5
38	20.06.2012		18,6	23,0	1006	82,1	0,3	135	2,1
39	21.06.2012		19,0	24,6	1005	76,2	0,4	151	12,7
40	22.06.2012		17,0	21,9	1013	64,6	1,2	161	0,6
41	23.06.2012		18,6	23,4	1014	59,4	0,7	138	0,0
42	24.06.2012		15,7	20,0	1006	76,5	1,6	162	6,9
43	25.06.2012		15,5	19,9	1012	71,5	0,8	124	0,6
44	26.06.2012		19,1	24,2	1014	61,4	0,5	138	0,0
45	27.06.2012		20,3	23,2	1009	82,7	0,3	136	0,3
46	28.06.2012		24,9	32,0	1001	68,1	0,7	172	10,0
47	29.06.2012		19,7	27,4	1004	84,5	0,2	146	29,5
48	30.06.2012		21,2	26,0	1006	67,3	0,6	152	0,0
49	01.07.2012		17,3	23,2	1012	64,9	0,4	150	0,0
50	02.07.2012		17,5	21,9	1012	71,0	0,2	183	0,0
51	03.07.2012		22,2	27,7	1009	59,9	0,2	163	0,0
52	04.07.2012		24,0	28,8	1004	60,6	0,5	171	0,0
53	05.07.2012		23,6	30,6	1002	68,8	0,4	189	0,0
54	06.07.2012		21,0	27,2	1005	63,9	0,7	167	0,0
55	07.07.2012		20,6	25,9	1003	65,6	0,2	157	5,9
56	08.07.2012		18,8	22,6	1002	72,1	1,6	170	9,8
57	09.07.2012		19,8	25,2	1006	65,8	0,5	144	0,0
58	10.07.2012		18,4	24,8	1005	77,5	0,5	145	8,0
59	11.07.2012		16,1	21,6	1006	70,2	1,2	163	1,5
60	12.07.2012		17,2	22,2	1005	66,6	0,9	150	11,3



**Anlage 6**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 3 von 15**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
61	13.07.2012	Köln, Sommer	16,0	22,7	996	83,8	0,8	133	unplausibel
62	14.07.2012		16,3	19,5	1001	74,9	1,4	110	3,0
63	15.07.2012		14,6	17,5	1011	81,4	0,9	106	9,8
64	16.07.2012		16,0	18,9	1014	77,8	1,8	130	unplausibel
65	17.07.2012		17,8	22,2	1014	79,3	1,3	108	unplausibel
66	18.07.2012		21,0	28,2	1003	60,9	1,9	128	unplausibel
67	19.07.2012		17,0	21,6	1005	73,5	1,6	114	unplausibel
68	20.07.2012		16,1	20,1	1010	80,0	0,2	117	8,6
69	21.07.2012		15,0	19,5	1017	69,3	0,4	175	0,0
70	22.07.2012		17,6	24,8	1021	62,3	0,1	202	0,0
71	23.07.2012		20,6	27,2	1016	56,2	0,6	161	0,0
72	24.07.2012		23,7	31,4	1009	60,7	0,2	166	0,0
73	25.07.2012		25,3	32,0	1008	59,5	0,1	124	0,0
74	26.07.2012		26,1	32,7	1008	59,4	0,4	138	0,0
75	27.07.2012		23,3	34,6	1002	76,6	0,4	151	12,4
76	28.07.2012		19,3	23,1	1002	83,5	0,1	137	15,4
77	29.07.2012		17,8	23,3	1008	64,0	0,9	143	6,5
78	30.07.2012		16,6	21,8	1011	69,1	0,5	144	1,2
79	31.07.2012		18,4	22,2	1010	67,4	0,2	171	0,0
80	01.08.2012		25,4	31,1	1003	57,8	0,9	182	0,0
81	02.08.2012		20,5	25,0	1008	69,7	0,4	143	0,0
82	03.08.2012		20,5	25,9	1008	67,8	0,3	161	1,8
83	04.08.2012		20,1	26,8	1005	74,3	0,3	162	3,6
84	05.08.2012		19,3	25,8	1002	81,7	0,5	159	8,9
85	06.08.2012		19,2	23,6	1008	64,4	1,8	149	0,0
86	07.08.2012		17,3	20,9	1015	66,3	0,6	137	0,0
87	08.08.2012		19,2	22,6	1017	72,0	0,3	118	0,0
88	09.08.2012		18,7	24,6	1018	65,8	0,6	136	0,0
89	10.08.2012		17,3	23,9	1018	64,3	0,5	150	0,0
90	11.08.2012		18,7	24,4	1012	61,4	0,4	174	0,0

**Anlage 6**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 4 von 15**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]		
91	12.08.2012	Köln, Sommer	20,8	26,6	1007	53,4	0,8	170	0,0		
92	13.08.2012		23,0	28,9	1006	57,3	0,4	188	0,0		
93	14.08.2012		22,6	29,6	1006	69,6	0,3	156	1,5		
94	15.08.2012		24,4	33,2	1005	62,6	0,8	148	8,0		
95	16.08.2012		22,0	28,2	1012	58,4	0,5	149	0,0		
96	17.08.2012		24,3	30,8	1012	55,0	0,5	169	unplausibel		
97	18.08.2012		27,8	35,8	1010	53,2	0,7	170	0,0		
98	19.08.2012		30,7	39,5	1008	53,8	0,7	149	0,0		
99	20.08.2012		24,4	31,1	1012	70,9	0,2	154	1,2		
100	21.08.2012		24,3	31,1	1008	64,2	0,3	123	0,6		
101	22.08.2012		19,4	25,9	1010	60,8	0,5	139	0,0		
102	23.08.2012		20,7	27,4	1004	53,8	0,4	158	3,0		
103	24.08.2012	20,1	26,0	999	70,6	0,3	136	7,1			
104	25.08.2012	20,5	25,7	1000	61,1	2,3	194	4,4			
105	26.08.2012	15,7	18,5	1010	83,5	0,8	148	2,7			
106	27.08.2012	20,3	26,0	1010	59,3	0,5	177	0,0			
107	28.08.2012	21,0	26,8	1010	65,6	0,5	160	0,0			
108	29.08.2012	22,3	29,9	1008	62,7	0,8	148	0,0			
109	30.08.2012	18,7	23,4	1009	63,3	0,8	153	1,2			
110	31.08.2012	Keine Wetterdaten vorhanden									
111	01.09.2012	Keine Wetterdaten vorhanden									
112	02.09.2012	Keine Wetterdaten vorhanden									
113	19.11.2012	Köln, Winter	Keine Wetterdaten vorhanden								
114	20.11.2012		Keine Wetterdaten vorhanden								
115	21.11.2012		Keine Wetterdaten vorhanden								
116	22.11.2012		8,2	13,4	1013	79,5	0,6	150	0,0		
117	23.11.2012		8,5	9,6	1010	88,3	0,1	147	9,3		
118	24.11.2012		11,6	14,7	1005	78,5	0,9	156	0,3		
119	25.11.2012		8,8	13,7	1004	70,3	1,4	161	0,3		
120	26.11.2012		8,9	9,8	997	83,3	0,3	150	5,9		

**Anlage 6**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 5 von 15**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
121	27.11.2012	Köln, Winter	7,5	10,6	998	81,2	0,1	125	0,3
122	28.11.2012		6,0	7,4	997	81,3	1,8	84	0,0
123	29.11.2012		4,0	5,3	999	81,0	1,0	80	0,0
124	30.11.2012		1,6	4,7	1005	83,8	0,1	157	0,0
125	01.12.2012		2,9	5,8	1003	83,1	0,7	156	5,1
126	02.12.2012		3,9	5,3	1006	82,3	1,3	146	0,3
127	03.12.2012		3,7	5,8	997	87,7	0,5	158	7,2
128	04.12.2012		4,5	6,6	993	84,3	1,0	114	5,7
129	05.12.2012		2,1	4,2	999	85,7	0,8	120	4,2
130	06.12.2012		0,9	4,1	1005	79,9	0,7	151	0,0
131	07.12.2012		-2,6	0,0	1001	89,4	0,0	108	0,0
132	08.12.2012		-2,6	1,9	1016	86,2	0,0	125	0,9
134	09.12.2012		4,0	4,9	1002	87,0	1,8	149	16,1
134	10.12.2012		1,9	4,6	1010	81,4	2,6	78	1,8
135	11.12.2012		-0,2	1,4	1018	74,8	0,8	128	0,0
136	12.12.2012		-0,5	4,7	1010	71,4	0,5	136	0,0
137	13.12.2012		0,9	3,8	1000	75,6	0,5	148	0,0
138	14.12.2012		7,1	9,5	988	82,4	1,3	157	4,2
139	15.12.2012		8,7	12,1	995	78,6	1,2	173	4,7
140	16.12.2012		7,2	11,0	997	85,2	0,4	151	7,4
141	17.12.2012		7,2	10,1	999	85,4	0,1	141	3,0
142	18.12.2012		6,2	7,6	1011	88,1	0,0	145	0,9
143	19.12.2012		4,2	6,3	1014	85,6	0,3	154	0,0
144	20.12.2012		2,8	4,2	1003	85,8	1,4	150	7,2
145	21.12.2012		6,0	7,6	1007	91,2	0,0	153	2,1
146	22.12.2012		8,7	13,3	1001	89,0	1,0	148	25,7
147	23.12.2012		10,6	14,5	1001	87,5	0,8	139	8,4
148	24.12.2012		11,8	13,8	995	76,0	0,7	155	2,4
149	25.12.2012		9,4	11,8	996	77,1	2,1	162	4,2
150	26.12.2012		9,1	10,9	1000	76,1	2,3	165	4,2

Anlage 6

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 6 von 15

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
151	27.12.2012	Köln, Winter	7,3	10,9	1004	86,2	0,5	129	9,8
152	28.12.2012		8,4	10,0	1015	85,1	0,5	157	1,8
153	29.12.2012		10,4	12,2	1005	72,7	2,2	168	0,3
154	30.12.2012		8,6	9,9	1009	72,5	2,6	171	3,3
155	31.12.2012		9,9	11,2	1000	71,3	3,3	177	2,1
156	01.01.2013		6,1	8,9	1006	82,0	0,7	143	3,0
157	02.01.2013		7,5	9,4	1020	79,6	0,8	155	1,8
158	03.01.2013		10,6	11,0	1026	88,3	0,6	126	2,4
159	04.01.2013		9,1	10,8	1027	89,3	0,7	120	0,9
160	05.01.2013		8,4	9,2	1025	86,1	0,3	126	0,0
161	06.01.2013		9,1	9,7	1022	86,6	0,4	115	0,0
162	07.01.2013		8,2	10,2	1020	80,0	0,3	143	0,0
163	08.01.2013		7,6	8,9	1017	78,6	0,3	141	0,0
164	09.01.2013		5,8	6,3	1010	87,0	0,2	136	6,3
165	10.01.2013		4,0	7,6	1006	80,2	0,7	129	2,4
166	11.01.2013		-1,4	2,3	1011	78,3	0,0	153	0,0
167	12.01.2013		-1,5	2,6	1010	70,1	0,1	141	0,0
168	13.01.2013		-0,6	2,7	1009	70,0	0,2	145	0,0
169	14.01.2013		-2,5	0,0	1003	77,5	0,6	140	0,0
170	15.01.2013		-1,5	-0,1	999	87,5	0,1	139	0,0
171	16.01.2013		-2,1	-1,3	1006	84,8	0,0	87	0,0
172	17.01.2013		-2,0	-1,2	1009	84,7	0,2	118	0,0
173	18.01.2013		-1,2	0,4	997	75,2	0,9	147	0,0
174	19.01.2013		-3,3	-1,4	990	73,9	0,7	147	0,0
175	20.01.2013		-0,9	-0,1	988	84,1	0,0	148	0,0
176	21.01.2013		-0,1	0,9	993	84,0	0,0	152	0,0
177	22.01.2013		0,2	1,3	999	80,4	0,0	149	0,0
178	23.01.2013		-0,5	1,8	1002	78,9	0,2	128	0,6
179	24.01.2013		-1,1	-0,3	1010	74,4	0,6	126	0,0
180	25.01.2013		-1,9	-0,7	1008	77,1	1,0	155	0,0

**Anlage 6**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 7 von 15**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
181	26.01.2013	Köln, Winter	-0,1	2,7	1004	81,5	0,9	148	0,6
182	27.01.2013		3,1	5,2	999	85,4	0,9	160	10,2
183	28.01.2013		6,9	10,2	1004	78,3	1,9	172	9,8
184	29.01.2013		11,9	15,0	1001	82,4	2,0	177	4,2
185	30.01.2013		10,9	15,8	1005	71,5	2,9	149	4,4
186	31.01.2013		8,6	10,1	1004	72,4	2,4	155	5,9
187	01.02.2013		5,0	7,5	990	88,1	0,9	127	11,7
188	02.02.2013		3,7	4,9	1006	78,8	1,8	94	0,9
189	03.02.2013		5,8	9,2	1006	82,0	2,0	144	3,0
190	04.02.2013		7,5	10,9	1000	76,2	1,9	149	3,3
191	05.02.2013		2,5	7,0	990	79,2	1,0	142	0,9
192	06.02.2013		2,4	3,6	997	84,5	0,9	112	5,4
193	27.02.2013	Bonn, Winter	2,5	3,6	1021	78,9	0,9	185	0,0
194	28.02.2013		4,1	6,8	1017	71,8	1,2	250	0,0
195	01.03.2013		3,5	4,8	1016	72,0	1,7	249	0,0
196	02.03.2013		3,0	5,8	1015	67,4	1,2	238	0,0
197	03.03.2013		3,1	6,0	1014	72,8	0,5	196	0,0
198	04.03.2013		6,6	12,4	1007	57,8	1,4	140	0,0
199	05.03.2013		8,5	14,0	999	56,5	1,2	136	0,0
200	06.03.2013		11,5	18,7	993	48,5	0,4	143	0,0
201	07.03.2013		12,3	16,4	990	67,5	0,5	144	2,1
202	08.03.2013		13,7	18,3	990	72,1	1,4	138	1,5
203	09.03.2013		10,6	13,7	991	72,2	1,2	178	3,6
204	10.03.2013		1,6	5,7	993	81,8	3,6	273	2,4
205	11.03.2013		-1,4	0,4	996	78,7	1,9	241	0,0
206	12.03.2013		-3,4	-1,2	995	83,9	2,0	276	0,0
207	13.03.2013		-1,2	0,8	999	72,8	1,1	224	0,3
208	14.03.2013		-1,3	2,0	1004	75,3	1,1	209	2,1
209	15.03.2013		2,3	5,7	1006	58,8	1,0	132	2,1
210	16.03.2013		5,3	7,8	998	49,0	3,4	131	0,0

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 201 von 214

**Anlage 6**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 8 von 15**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
211	17.03.2013	Bonn, Winter	4,7	6,1	988	78,3	2,2	131	0,9
212	18.03.2013		6,6	11,1	985	60,3	0,7	131	0,0
213	19.03.2013		5,8	10,0	991	74,5	0,6	157	1,2
214	20.03.2013		2,6	4,9	999	85,8	1,9	240	13,2
215	21.03.2013		0,6	3,3	1010	78,8	1,0	229	0,3
216	22.03.2013		2,9	7,3	1006	63,4	3,2	146	0,0
217	23.03.2013		1,1	3,4	1005	56,8	4,2	146	0,0
218	24.03.2013		1,0	4,7	1005	42,8	3,3	153	0,0
219	25.03.2013		0,9	4,6	1004	49,0	2,6	153	0,0
220	26.03.2013		1,6	6,1	1003	44,1	2,3	168	0,0
221	27.03.2013		2,6	6,4	1001	49,5	2,0	148	0,0
222	28.03.2013		3,0	6,7	999	58,9	1,2	243	0,0
223	29.03.2013		0,4	3,1	999	77,8	1,1	271	1,5
224	30.03.2013		1,8	4,4	1000	68,9	1,3	271	0,0
225	31.03.2013		1,7	4,0	1003	68,2	1,1	269	0,0
226	01.04.2013		3,2	7,3	1001	52,9	1,5	190	0,0
227	02.04.2013		3,6	8,5	1003	52,2	1,8	201	0,0
228	03.04.2013		3,0	6,6	1005	58,0	1,8	158	0,0
229	04.04.2013		4,4	8,7	1001	60,5	1,8	166	0,0
230	05.04.2013		3,8	4,7	1003	67,8	1,6	267	0,0
231	06.04.2013		3,6	6,2	1012	73,9	1,7	221	0,3
232	07.04.2013		6,4	11,4	1008	51,4	0,7	174	0,0
234	08.04.2013		7,0	11,5	996	63,9	1,4	130	0,9
234	09.04.2013		8,3	10,6	992	78,0	1,2	133	1,8
235	10.04.2013		9,7	13,2	996	77,3	1,4	154	6,0
236	11.04.2013		13,0	17,3	991	69,6	1,3	169	6,0
237	12.04.2013		12,2	16,8	997	69,0	1,1	154	4,4
238	13.04.2013		13,9	17,2	1011	56,8	1,4	152	0,6
239	14.04.2013		18,3	24,1	1011	57,0	1,5	136	0,0
240	15.04.2013		17,5	23,1	1011	67,0	1,5	214	2,7

**Anlage 6**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 9 von 15**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
241	16.04.2013	Bonn, Winter	18,4	22,8	1011	54,4	0,9	149	0,0
242	17.04.2013		18,7	25,0	1009	54,3	0,6	141	0,0
243	18.04.2013		15,6	19,8	1009	46,2	3,1	210	0,0
244	19.04.2013		11,4	14,7	1017	57,7	3,5	260	0,0
245	20.04.2013		10,3	13,9	1018	51,5	3,3	274	0,0
246	21.04.2013		11,1	13,1	1009	57,4	1,1	253	0,0
247	22.04.2013		13,2	17,4	1009	46,5	1,4	217	0,0
248	23.04.2013		13,7	18,9	1014	63,6	1,7	187	0,0
249	24.04.2013		17,9	24,6	1016	56,5	1,0	167	0,0
250	25.04.2013		20,0	26,6	1010	51,5	0,4	146	0,0
251	26.04.2013		11,9	20,3	1000	77,3	2,2	230	9,9
252	27.04.2013		7,8	9,8	1003	70,3	3,2	293	0,0
253	28.04.2013		9,2	12,2	1007	68,3	0,7	169	0,0
254	29.04.2013		12,0	16,9	1010	56,1	1,9	209	0,0
255	30.04.2013		11,8	15,1	1014	57,9	1,0	214	0,0
256	01.05.2013		14,6	18,3	1011	62,8	0,9	173	0,3
257	02.05.2013		16,5	21,6	1009	60,4	1,1	200	0,0
258	03.05.2013		16,0	20,6	1007	60,0	1,5	253	0,0
259	04.05.2013		15,7	21,0	1011	54,5	2,4	238	0,0
260	05.05.2013		16,4	22,1	1013	55,9	1,3	190	0,0
261	14.05.2013	Bonnheim, Sommer	Keine Wetterdaten vorhanden						
262	15.05.2013		Keine Wetterdaten vorhanden						
263	16.05.2013		12,6	16,7	989	85,5	0,7	263	8,6
264	17.05.2013		10,0	10,6	995	89,1	0,8	265	2,4
265	18.05.2013		12,0	17,8	1000	77,7	0,4	216	0,0
266	19.05.2013		16,7	22,4	998	66,5	2,7	273	7,4
267	20.05.2013		11,9	15,0	1000	83,1	0,3	175	6,2
268	21.05.2013		12,9	18,2	1001	78,8	1,8	239	13,1
269	22.05.2013		8,8	11,1	1004	82,4	2,4	258	7,4
270	23.05.2013		6,4	10,6	1000	81,9	1,8	255	2,4

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 203 von 214

**Anlage 6**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 10 von 15**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
271	24.05.2013	Bomheim, Sommer	8,3	14,6	1003	69,9	0,7	192	0,9
272	25.05.2013		10,5	15,0	1005	70,9	2,8	270	3,0
273	26.05.2013		9,8	11,8	1002	79,9	3,2	271	5,7
274	27.05.2013		14,0	20,5	1000	61,4	1,6	244	0,0
275	28.05.2013		17,2	23,9	993	60,4	2,0	179	1,2
276	29.05.2013		9,7	11,1	995	88,4	0,6	207	15,0
277	30.05.2013		13,5	16,6	999	69,6	1,7	237	2,4
278	31.05.2013		16,1	22,0	1001	73,0	4,7	299	0,9
279	01.06.2013		11,9	14,7	1009	79,4	4,4	290	0,3
280	02.06.2013		13,3	18,6	1016	57,6	4,0	288	0,0
281	03.06.2013		12,9	17,9	1017	61,6	3,6	269	0,0
282	04.06.2013		15,6	21,6	1012	64,5	1,7	237	0,0
283	05.06.2013		19,9	26,6	1009	54,2	0,6	197	0,0
284	06.06.2013		20,9	28,3	1010	52,6	0,8	168	0,0
285	07.06.2013		21,7	29,1	1010	55,5	1,0	211	0,0
286	08.06.2013		21,1	26,8	1005	62,3	2,1	243	0,0
287	09.06.2013		15,6	19,2	1001	78,7	1,8	273	4,5
288	10.06.2013		14,4	18,1	1005	75,9	1,2	253	0,6
289	11.06.2013		18,8	23,8	1008	61,5	0,6	198	0,0
290	12.06.2013		21,1	23,7	1008	67,1	1,0	181	0,0
291	13.06.2013		17,0	27,6	1007	77,9	1,3	209	22,5
292	14.06.2013		16,1	21,2	1009	65,4	0,6	181	0,0
293	15.06.2013		17,2	22,6	1005	63,1	1,4	209	0,0
294	16.06.2013		17,7	23,7	1007	63,9	0,7	226	0,0
295	17.06.2013		23,3	29,7	1004	64,7	0,9	185	0,0
296	18.06.2013		27,2	34,8	1005	61,3	0,4	178	0,0
297	19.06.2013		26,9	35,0	1003	67,8	1,9	244	0,0
298	20.06.2013		20,5	25,1	1003	78,5	1,0	187	34,6
299	21.06.2013		19,0	23,4	1005	69,8	1,6	196	0,3
300	22.06.2013		19,0	23,7	1004	67,8	1,8	198	1,5



**Anlage 6**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 11 von 15**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
301	23.06.2013	Bornheim, Sommer	16,2	19,2	1005	69,9	1,6	216	0,9
302	24.06.2013		14,2	17,4	1013	76,9	1,8	255	1,5
303	25.06.2013		13,4	16,8	1018	71,1	1,8	259	0,3
304	26.06.2013		13,9	16,7	1018	70,9	1,1	250	9,8
305	27.06.2013		13,2	17,1	1014	78,5	0,7	230	3,9
306	28.06.2013		14,1	16,7	1010	86,1	0,3	174	16,4
307	29.06.2013		14,8	18,8	1012	73,9	2,6	269	1,8
308	30.06.2013		17,7	22,4	1012	66,4	0,6	198	0,0
309	01.07.2013		18,8	25,4	1008	74,9	0,7	215	21,0
310	02.07.2013		21,6	27,1	1003	62,7	0,6	183	0,3
311	03.07.2013		17,5	20,1	1004	85,6	0,2	213	16,0
312	04.07.2013		20,0	24,7	1014	71,1	0,9	232	0,0
313	05.07.2013		19,8	24,8	1020	74,4	0,3	222	0,0
314	06.07.2013		22,4	29,3	1020	65,4	1,0	191	0,0
315	07.07.2013		23,1	29,7	1020	58,8	1,2	218	0,0
316	08.07.2013		23,0	29,8	1019	59,6	1,4	214	0,0
317	09.07.2013		23,4	29,9	1014	59,4	1,4	237	0,0
318	10.07.2013		19,5	24,2	1012	62,6	3,5	261	0,0
319	11.07.2013		15,7	19,7	1013	70,1	1,7	215	0,0
320	12.07.2013		16,5	21,9	1013	70,8	1,2	250	0,0
321	13.07.2013		17,7	22,9	1014	68,3	1,1	241	0,0
322	14.07.2013		18,9	24,2	1014	69,1	1,7	249	0,0

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Kompo-  
nenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 205 von 214

**Anlage 6**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 12 von 15**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
323	27.02.2014	Teddington, Winter	6,4	12,6	984	80,6	0,2	109	2,5
324	28.02.2014		4,8	9,6	984	89,3	0,8	8	5,1
325	01.03.2014		4,9	10,6	983	83,7	0,1	189	0,0
326	02.03.2014		6,9	11,4	969	88,1	1,1	162	10,2
327	03.03.2014		4,4	8,9	976	92,1	0,1	116	10,2
328	04.03.2014		4,8	12,2	992	85,6	0,0	188	0,0
329	05.03.2014		8,5	15,1	1005	76,0	0,1	199	0,0
330	06.03.2014		9,2	14,4	1004	80,5	0,4	177	0,0
331	07.03.2014		11,0	17,1	1007	77,5	0,4	131	0,0
332	08.03.2014		11,5	16,7	1004	64,2	0,5	156	0,0
333	09.03.2014		10,7	19,5	1005	68,2	0,4	155	0,0
334	10.03.2014		9,1	14,4	1013	75,6	2,3	14	0,0
335	11.03.2014		7,4	12,4	1015	84,2	1,0	27	0,0
336	12.03.2014		9,4	17,5	1012	76,7	0,3	40	0,0
337	13.03.2014		9,8	19,6	1011	74,5	0,2	21	0,0
338	14.03.2014		11,4	18,9	1007	71,5	0,0	266	0,0
339	15.03.2014		11,4	18,9	1006	69,7	0,2	307	0,0
340	16.03.2014		12,2	20,6	1004	69,2	0,2	294	0,0
341	17.03.2014		10,4	15,9	1000	73,7	0,1	250	0,0
342	18.03.2014		10,3	14,4	1000	74,6	0,2	239	0,0
343	19.03.2014		10,9	18,5	1000	75,7	0,3	188	0,0
344	20.03.2014		10,1	14,4	987	79,5	0,5	200	2,5
345	21.03.2014		8,3	13,8	984	73,2	0,6	187	7,6
346	22.03.2014		6,2	12,8	984	76,6	0,2	224	0,0
347	23.03.2014		5,5	11,1	994	72,3	0,7	309	0,0
348	24.03.2014		7,9	12,0	991	70,6	1,3	139	5,1
349	25.03.2014		6,2	9,4	996	81,3	0,6	40	0,0
350	26.03.2014		8,8	10,2	999	59,6	1,7	359	0,0
351	27.03.2014								
352	28.03.2014								

**Anlage 6**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 13 von 15**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
352	29.03.2014	Teddington, Winter							
353	30.03.2014		14,1	15,0	994	67,3	0,8	119	0,0
354	31.03.2014		15,5	17,3	993	60,3	0,7	127	0,0
355	01.04.2014		14,5	21,1	988	71,7	0,3	26	0,0
356	02.04.2014		14,7	19,6	982	73,4	0,9	49	0,0
357	03.04.2014		13,8	18,9	983	77,1	0,5	112	0,0
358	04.04.2014		10,8	17,2	993	77,6	0,1	157	0,0
359	05.04.2014		13,7	16,1	994	86,5	0,6	173	2,5
360	06.04.2014		13,7	15,6	993	88,0	0,6	178	0,0
361	07.04.2014		10,3	15,0	991	86,5	0,2	194	2,5
362	08.04.2014		9,2	16,2	1005	70,7	0,3	299	0,0
363	09.04.2014		12,0	20,0	1005	69,0	0,0	222	0,0
364	10.04.2014		13,5	18,2	1002	56,2	0,3	329	0,0
365	11.04.2014		11,1	17,6	1002	63,8	0,3	351	0,0
366	12.04.2014		11,3	16,1	1001	70,3	0,2	275	0,0
367	13.04.2014		11,6	18,0	1003	64,8	0,5	312	0,0
368	14.04.2014		10,9	17,7	1009	59,0	0,8	354	0,0
369	15.04.2014		9,8	16,6	1011	60,2	0,5	75	0,0
370	16.04.2014	10,9	19,4	1005	59,7	0,3	123	0,0	
371	17.04.2014	12,3	19,4	1000	60,1	1,0	332	0,0	
372	18.04.2014	9,3	13,8	1002	57,5	1,4	13	0,0	
373	19.04.2014	Teddington, Sommer	10,7	15,1	995	68,0	1,5	34	0,0
374	20.04.2014		9,9	17,8	986	90,0	0,4	38	7,6
375	21.04.2014		13,8	20,8	986	80,0	0,2	348	22,9
376	22.04.2014		11,7	16,7	994	81,9	0,3	165	0,0
377	23.04.2014		12,8	17,4	1000	81,2	0,3	164	2,5
378	24.04.2014		13,4	19,4	996	71,8	0,4	16	0,0
379	25.04.2014		10,2	14,3	989	93,3	0,5	138	5,1
380	26.04.2014		12,2	16,7	984	70,4	1,4	138	0,0
381	27.04.2014		12,3	15,4	987	77,1	0,8	58	0,0

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas®  
200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21239834/A

Seite 207 von 214

**Anlage 6**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 14 von 15**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
382	28.04.2014	Teddington, Sommer	13,0	18,4	993	75,8	0,6	49	0,0
383	29.04.2014		11,6	17,7	994	79,4	0,4	59	0,0
384	30.04.2014		13,6	21,6	992	74,4	0,3	180	5,1
385	01.05.2014		11,5	13,9	995	90,2	0,7	358	12,7
386	02.05.2014		8,5	13,1	1009	69,6	1,0	16	0,0
387	03.05.2014		10,6	17,0	1008	58,7	0,3	16	0,0
388	04.05.2014		11,9	19,4	1000	66,3	0,3	161	0,0
389	05.05.2014		15,3	19,1	988	61,6	0,6	158	0,0
390	06.05.2014		15,0	21,7	987	63,2	0,2	201	0,0
391	07.05.2014		13,4	17,2	991	69,4	0,2	208	2,5
392	08.05.2014		13,5	16,4	988	83,9	0,2	211	2,5
393	09.05.2014		14,2	18,9	991	68,0	0,3	209	2,5
394	10.05.2014		12,1	18,5	983	71,6	0,5	198	2,5
395	11.05.2014		11,9	16,1	988	66,8	0,2	242	0,0
396	12.05.2014		12,0	19,4	994	74,9	0,2	309	5,1
397	13.05.2014		11,6	17,2	1006	76,2	0,4	331	0,0
398	14.05.2014		14,2	20,4	1014	62,1	0,6	346	0,0
399	15.05.2014		15,3	22,6	1015	65,2	0,1	59	0,0
400	16.05.2014		17,1	24,4	1008	64,4	0,1	55	0,0
401	17.05.2014		18,5	26,5	999	67,4	0,2	150	0,0
402	18.05.2014		18,7	24,5	987	57,2	0,7	142	0,0
403	19.05.2014		20,0	25,3	983	56,9	1,3	124	0,0
404	20.05.2014		14,9	20,3	990	75,0	0,3	158	0,0
405	21.05.2014		16,0	20,1	984	71,4	0,7	49	7,6
406	22.05.2014		14,6	18,3	983	70,7	1,4	138	5,1
407	23.05.2014		13,7	17,6	988	74,1	0,7	145	10,2
408	24.05.2014		12,7	17,1	994	75,1	0,6	163	0,0
409	25.05.2014		13,1	19,6	1000	69,9	0,3	161	5,1
410	26.05.2014		11,9	13,3	997	93,2	0,5	324	2,5
411	27.05.2014		11,2	13,4	994	94,4	0,8	318	15,2

**Anlage 6**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 15 von 15**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	max. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
412	28.05.2014	Teddington, Sommer	13,9	16,8	993	89,4	0,1	46	0,0
413	29.05.2014		15,6	19,3	999	76,3	0,8	54	0,0
414	30.05.2014		13,2	19,3	1006	71,0	0,5	40	0,0
415	31.05.2014		16,1	20,7	1004	65,3	0,3	333	0,0
416	01.06.2014		18,1	24,9	1000	60,5	0,1	351	0,0
417	02.06.2014		16,4	23,2	996	74,3	0,1	174	0,0

## Anhang 2

### Verfahren zur Filterwägung

#### A.1 Ausführung der Wägung

Die Wägungen werden im klimatisierten Wägeraum durchgeführt. Die Bedingungen sind  $20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  und  $50\% \pm 5\%$  rel. Feuchte und entsprechen damit den Vorgaben der DIN EN 14907.

Die Filter für den Feldtest werden manuell gewogen. Für die Konditionierung werden die Filter einschließlich der Kontrollfilter auf Siebe gelegt, sodass keine Überlappung vorliegt. Die Bedingungen für die Hin und Rückwägung werden vorher festgelegt und entsprechen der Richtlinie.

Vor der Probenahme = Hinwägung	Nach der Probenahme = Rückwägung
Konditionierung 48 Stunden + 2 Stunden	Konditionierung 48 Stunden + 2 Stunden
Wiegen der Filter	Wiegen der Filter
nochmals Konditionierung 24 Stunden + 2 Stunden	nochmals Konditionierung 24 Stunden + 2 Stunden
Wiegen der Filter und sofort verpacken	Wiegen der Filter

Die Waage steht immer betriebsbereit zur Verfügung. Vor jeder Wägeserie wird die interne Waagenkalibrierung gestartet. Ist alles in Ordnung, wird als Referenzgewicht das Eichgewicht von 200 mg gewogen und die Randbedingungen notiert. Die Abweichungen zur vorhergehenden Wägung entsprechen der Richtlinie und überschreiten die 20 µg nicht (siehe Abbildung 102). Dann werden die sechs Kontrollfilter gewogen. Die Kontrollfilter mit einer Abweichung von über 40 µg werden in der Auswerteseite mit einer Warnung angezeigt und nicht für die Rückwägung verwendet. Für die Rückwägung werden die ersten drei einwandfreien Kontrollfilter genommen, während die anderen sicher in ihren Döschen bleiben, um bei Beschädigungen und/oder größeren Abweichungen der ersten drei Kontrollfilter zum Einsatz zu kommen. Den exemplarischen Verlauf über einen Zeitraum von über vier Monate zeigt Abbildung 103.

Bei der Hinwägung der Filter werden die Filter, die zwischen der ersten und zweiten Wägung eine Differenz von über 40 µg aufweisen, ausgemustert. Bei der Rückwägung werden die Filter mit einer Differenz von über 60 µg normgerecht nicht zur Auswertung genommen.

Für den Transport von und zu der Messstelle und für die Lagerung werden die gewogenen Filter einzeln in Polystyroidöschen verpackt. Erst vor dem Einlegen in den Filterhalter wird das Döschen geöffnet. Die unbeladenen Filter können im Wägeraum bis zu 28 Tage vor der Probenahme gelagert werden. Sollte dieser Zeitraum einmal überschritten werden, so wird die Hinwägung der Filter wiederholt.

Die Lagerung der beaufschlagten Filter kann bei oder unterhalb von 23 °C max. 15 Tage erfolgen. Die Filter werden bei 7 °C im Kühlschrank gelagert.

## **A2 Auswertung der Filter**

Die Auswertung der Filter erfolgt unter Verwendung eines Korrekturterms. Zweck dieser Korrekturrechnung ist es, die relative Masseänderung durch die Wägeraumbedingungen zu minimieren.

Formel:

$$\text{Staub} = MF_{\text{rück}} - ( M_{\text{Tara}} \times ( MKon_{\text{rück}} / MKon_{\text{hin}} ) ) \quad (\text{F1})$$

$MKon_{\text{hin}}$  = mittlere Masse der 3 Kontrollfilter von 48 h und 72h Hinwägung

$MKon_{\text{rück}}$  = mittlere Masse der 3 Kontrollfilter von 48 h und 72 h Rückwägung

$M_{\text{Tara}}$  = mittlere Masse des Filters von 48 h und 72 h Hinwägung

$MF_{\text{rück}}$  = mittlere Masse des bestaubten Filters von 48 h und 72 h Rückwägung

Staub = korrigierte Staubmasse auf dem Filter

Es zeigt sich, dass durch die Korrekturrechnung das Verfahren unabhängig von den Wägeraumkonditionen wird. Damit sind die Einflüsse des Wassergehaltes der Filtermasse zwischen beladenen und unbeladenen Filtern kontrollierbar und verändern nicht die Staubgehalte auf den beladenen Filtern. Damit ist der Punkt EN 14907 9.3.2.5 hinreichend erfüllt.

Der exemplarische Verlauf des Eichgewichtes für den Zeitraum von Nov. 2008 bis Feb. 2009 zeigt, dass die zulässige Differenz von 20 µg zur vorhergehenden Messung nicht überschritten wird.

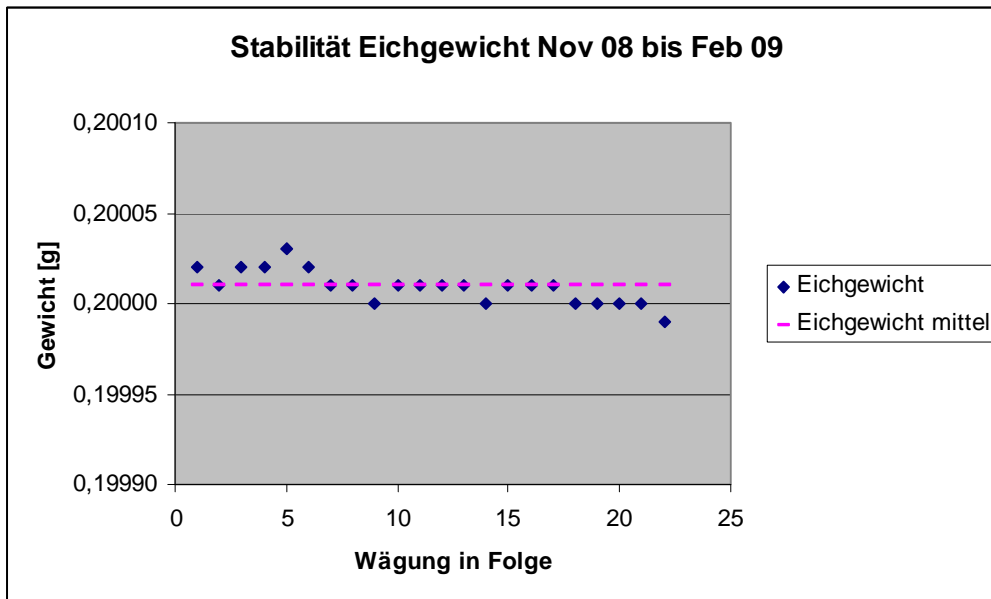


Abbildung 102: Stabilität Eichgewicht



Tabelle 52: Stabilität Eichgewicht

Datum	Wägung Nr.	Differenz zur vorhergehenden Wägung	
		Eichgewicht g	µg
12.11.2008	1	0,20002	
13.11.2008	2	0,20001	-10
10.12.2008	3	0,20002	10
11.12.2008	4	0,20002	0
17.12.2008	5	0,20003	10
18.12.2008	6	0,20002	-10
07.01.2009	7	0,20001	-10
08.01.2009	8	0,20001	0
14.01.2009	9	0,20000	-10
15.01.2009	10	0,20001	10
21.01.2009	11	0,20001	0
22.01.2009	12	0,20001	0
29.01.2009	13	0,20001	0
30.01.2009	14	0,20000	-10
04.02.2008	15	0,20001	10
05.02.2009	16	0,20001	0
11.02.2009	17	0,20001	0
12.02.2009	18	0,20000	-10
18.02.2009	19	0,20000	0
19.02.2009	20	0,20000	0
26.02.2009	21	0,20000	0
27.02.2009	22	0,19999	-10

Gelb hinterlegt = Mittelwert

Grün hinterlegt = niedrigster Wert

Blau hinterlegt = höchster Wert

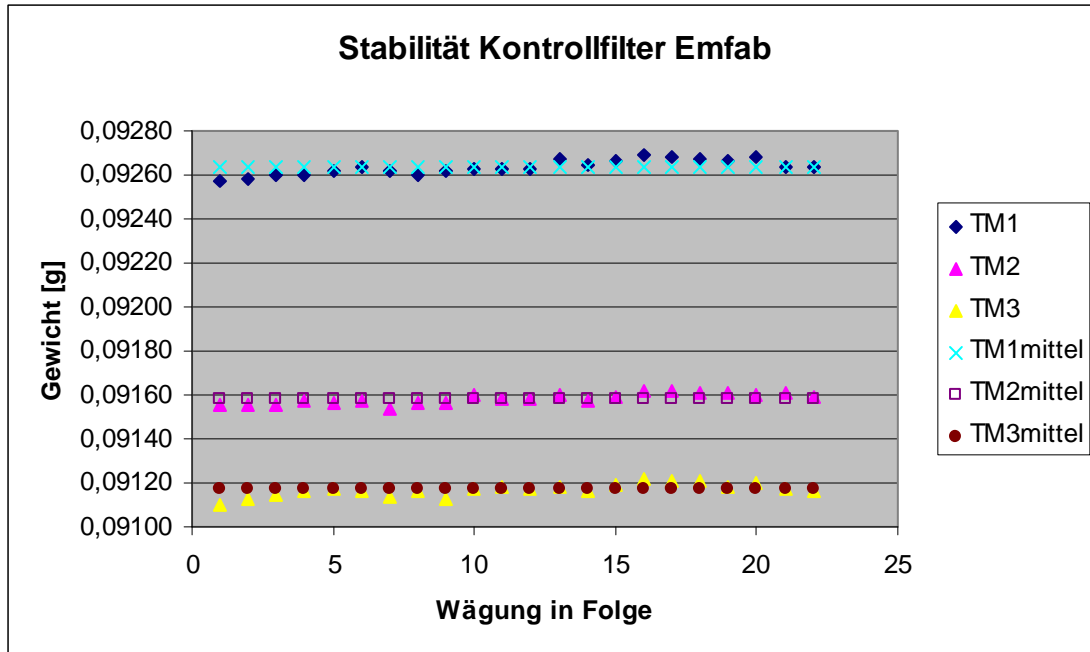


Abbildung 103: Stabilität der Kontrollfilter

Tabelle 53: Stabilität der Kontrollfilter

Wägung Nr.	Kontrollfilter Nr.		
	TM1	TM2	TM3
1	0,09257	0,09155	0,09110
2	0,09258	0,09155	0,09113
3	0,09260	0,09155	0,09115
4	0,09260	0,09157	0,09116
5	0,09262	0,09156	0,09117
6	0,09264	0,09157	0,09116
7	0,09262	0,09154	0,09114
8	0,09260	0,09156	0,09116
9	0,09262	0,09156	0,09113
10	0,09263	0,09160	0,09117
11	0,09263	0,09158	0,09118
12	0,09263	0,09158	0,09117
13	0,09267	0,09160	0,09118
14	0,09265	0,09157	0,09116
15	0,09266	0,09159	0,09119
16	0,09269	0,09162	0,09122
17	0,09268	0,09162	0,09121
18	0,09267	0,09161	0,09121
19	0,09266	0,09161	0,09118
20	0,09268	0,09160	0,09120
21	0,09264	0,09161	0,09117
22	0,09264	0,09159	0,09116
Mittelwert	0,09264	0,09158	0,09117
Standardabw.	3,2911E-05	2,4937E-05	2,8558E-05
rel. Standardabw.	0,036	0,027	0,031
Median	0,09264	0,09158	0,09117
kleinster Wert	0,09257	0,09154	0,09110
höchster Wert	0,09269	0,09162	0,09122

Gelb hinterlegt = Mittelwert

Grün hinterlegt = niedrigster Wert

Blau hinterlegt = höchster Wert