

TÜV RHEINLAND ENERGY GMBH



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung APDA-372 der Fa. HORIBA Europe GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5}

TÜV-Bericht Nr.: 936/21226418/C
Köln, 07. Dezember 2016

www.umwelt-tuv.de



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 Schalleistungspegeln 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

Kurzfassung

Im Auftrag der Firma HORIBA Europe GmbH führte die TÜV Rheinland Energy GmbH die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung APDA-372 für die Komponenten Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5} durch. Die Eignungsprüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Richtlinien und Anforderungen:

- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, Juni 2002
- VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, August 2004
- Europäische Norm EN 12341, „Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM₁₀-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_{2,5}-Massenfraktion des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 14907: 2005
- Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“, Englische Fassung vom Januar 2010

Die Messeinrichtung APDA-372 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.

Der geprüfte Zertifizierungsbereich betrug:

Komponente	Zertifizierungsbereich
PM ₁₀	0 – 10.000 µg/m ³
PM _{2,5}	0 – 10.000 µg/m ³

Die Messeinrichtung APDA-372 ist bis auf eine neu designte Frontplatte und eine angepasste Software (Ersatz der Begriffe „Palas“ durch „Horiba“ und „Fidas[®] 200“ durch „APDA-372“) absolut baugleich mit der Messeinrichtung Fidas[®] 200 und wurde von der Fa. PALAS GmbH entwickelt und bei PALAS komplett gefertigt. Die Messeinrichtung Fidas[®] 200 ist die Indoor-Variante der bereits eignungsgeprüften und bekanntgegebenen Messeinrichtung Fidas[®] 200 S für die Komponenten Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5}. Die Zulassung der Messeinrichtung Fidas[®] 200 ist mittels einer bei der zuständigen Stelle aktuell eingereichten Mitteilung geplant.

Die Bekanntgabehistorie für die Messeinrichtung Fidas[®] 200 für die Komponenten Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5} der Fa. PALAS GmbH stellt sich demnach wie folgt dar:

1. Fidas[®] 200 S für Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5} mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 27. Februar 2014 (BAnz. AT 01.04.2014 B12, Kapitel IV Nummer 5.1)

Darüber hinaus wird mit Stellungnahme vom 27. September 2014 eine aktuelle Mitteilung bzgl. Zulassung der Indoor-Variante Fidas[®] 200 sowie Hard- und Softwareänderungen seit der Erstzulassung bei der zuständigen Stelle eingereicht werden.

Die Erstbekanntgabe sowie die aufgeführte Stellungnahme vom 27. September 2014 werden entsprechend im Bekanntgabebetext berücksichtigt und in der Anlage aufgeführt.

Zur Bekanntgabe der Messeinrichtung APDA-372 erfolgten keinerlei praktische Prüfungen. Es wurde lediglich eine Dokumentenprüfung durchgeführt und es wurde der Produktionsstandort auditiert.

Die Messeinrichtung wird ausschließlich bei der Firma PALAS GmbH in Karlsruhe produziert. Die Produktion erfolgt parallel zu den Messeinrichtungen der PALAS GmbH unter den exakt gleichen Randbedingungen mit dem gleichen Personal und Material. Kontrollen der relevanten Zeichnungen und die Auditierung des Produktionsstandorts in Karlsruhe zeigten, dass die beiden Messeinrichtungen exakt baugleich sind.

Bei der Eignungsprüfung wurden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Seitens der TÜV Rheinland Energy GmbH wird daher eine Veröffentlichung als eignungsgeprüfte Messeinrichtung zur laufenden Aufzeichnung der Immissionen von Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5} vorgeschlagen.

Das vorliegende Dokument beinhaltet einen Bekanntgabevorschlag für die Messeinrichtung APDA-372 für die Komponenten Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5}. Anlagen sind der Eignungsprüfbericht sowie ein Mitteilungstext für die Messeinrichtung Fidas® 200 S für Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5} sowie des Handbuch für die Messeinrichtung APDA-372 für die Komponenten Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5}.

Leerseite

TÜV RHEINLAND ENERGY GMBH



Bericht über die Ergänzungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5}

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

www.umwelt-tuv.de



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

Geprüftes Gerät:	Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200
Hersteller:	PALAS GmbH Greschbachstraße 3b 76229 Karlsruhe Deutschland
Prüfzeitraum:	April 2012 bis September 2013 (Erstprüfung) Juli 2014 bis Februar 2015 (Ergänzungsprüfung)
Berichtsdatum:	12. Oktober 2016
Berichtsnummer:	936/21227195/C
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Guido Baum Tel.: +49 221 806-5463 guido.baum@de.tuv.com
Berichtsumfang:	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 ₂ -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® 200 S bzw. Fidas® 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 ₁₀	76
Tabelle 12:	Ergebnisse Grubbs-Ausreißertest – Referenz PM _{2,5}	77
Tabelle 13:	Entfernte Wertepaare Referenz PM ₁₀ nach Grubbs	77
Tabelle 14:	Entfernte Wertepaare Referenz PM _{2,5} 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 ₁₀	106
Tabelle 20:	Nachweisgrenze PM _{2,5}	106
Tabelle 21:	Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in µg/m ³ , Mittelwert aus drei Messungen, PM ₁₀ , SN 0111 & SN 0112.....	113
Tabelle 22:	Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in µg/m ³ , Mittelwert aus drei Messungen, PM _{2,5} , SN 0111 & SN 0112.....	113
Tabelle 23:	Abhängigkeit der Empfindlichkeit (CalDust 1100) von der Umgebungstemperatur, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM ₁₀ , SN 0111 & SN 0112.....	114
Tabelle 24:	Abhängigkeit der Empfindlichkeit (CalDust 1100) von der Umgebungstemperatur, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM _{2,5} , SN 0111 & SN 0112.....	114
Tabelle 25:	Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in %, PM ₁₀ , SN 0111 & SN 0112.....	116
Tabelle 26:	Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in %, PM _{2,5} , SN 0111 & SN 0112	116
Tabelle 27:	Konzentrationsmittelwerte, Standardabweichung, Unsicherheitsbereich und Reproduzierbarkeit im Feld, Messkomponente PM ₁₀	120
Tabelle 28:	Konzentrationsmittelwerte, Standardabweichung, Unsicherheitsbereich und Reproduzierbarkeit im Feld, Messkomponente PM _{2,5}	120
Tabelle 29:	Nullpunktdrift SN 0111 & SN 0112, PM ₁₀ , mit Nullfilter	123
Tabelle 30:	Nullpunktdrift SN 0111 & SN 0112, PM _{2,5} , mit Nullfilter	124
Tabelle 31:	Empfindlichkeitsdrift SN 0111 & SN 0112, PM ₁₀	127
Tabelle 32:	Empfindlichkeitsdrift SN 0111 & SN 0112, PM _{2,5}	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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 _{2,5} , SN 5048 & SN 5049	251
Tabelle 63:	Abhängigkeit der Empfindlichkeit (CalDust 1100) von der Umgebungstemperatur, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM ₁₀ , SN 5048 & SN 5049.....	252
Tabelle 64:	Abhängigkeit der Empfindlichkeit (CalDust 1100) von der Umgebungstemperatur, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, PM _{2,5} , SN 5048 & SN 5049	252
Tabelle 65:	Stabilität Eichgewicht	319
Tabelle 66:	Stabilität der Kontrollfilter	321

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Aufbau des Sensors des Fidas [®] 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 [®] , blau) unter Aufgabe von monodispersen 5 µm Partikeln	43
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)	43
Abbildung 7:	Schematischer Aufbau Fidas [®] 200 S	45
Abbildung 8:	Überblick über die einzelnen Messschritte Fidas [®] 200 S bzw. Fidas [®] 200	46
Abbildung 9:	Überblick Gesamtsystem Fidas [®] 200 S (=Fidas [®] 200 in Wetterschutzgehäuse)	47
Abbildung 10:	Sigma2-Probenahmekopf für Fidas [®] 200 S bzw. Fidas [®] 200	48
Abbildung 11:	Probenahmerohr mit IADS für Fidas [®] 200 S bzw. Fidas [®] 200	48
Abbildung 12:	Steuereinheit Fidas [®] 200 S bzw. Fidas [®] 200	49
Abbildung 13:	Wetterstation WS600-UMB	49
Abbildung 14:	Messsysteme Fidas [®] 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 _{2,5} -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Sommer“	65
Abbildung 21:	Verlauf der PM _{2,5} -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Winter“	65
Abbildung 22:	Verlauf der PM _{2,5} -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bonn, Winter“	66
Abbildung 23:	Verlauf der PM _{2,5} -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Sommer“	66
Abbildung 24:	Verlauf der PM _{2,5} -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“	67
Abbildung 25:	Verlauf der PM _{2,5} -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“	67
Abbildung 26:	Verlauf der PM ₁₀ -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Sommer“	68
Abbildung 27:	Verlauf der PM ₁₀ -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Winter“	68
Abbildung 28:	Verlauf der PM ₁₀ -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bonn, Winter“	69
Abbildung 29:	Verlauf der PM ₁₀ -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Sommer“	69
Abbildung 30:	Verlauf der PM ₁₀ -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“	70



Abbildung 31:	Verlauf der PM ₁₀ -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 _{2,5}	125
Abbildung 40:	Nullpunktdrift SN 0111, Messkomponente PM ₁₀	125
Abbildung 41:	Nullpunktdrift SN 0112, Messkomponente PM _{2,5}	126
Abbildung 42:	Nullpunktdrift SN 0112, Messkomponente PM ₁₀	126
Abbildung 43:	Drift des Messwertes SN 0111, Messkomponente PM _{2,5}	128
Abbildung 44:	Drift des Messwertes SN 0111, Messkomponente PM ₁₀	128
Abbildung 45:	Drift des Messwertes SN 0112, Messkomponente PM _{2,5}	129
Abbildung 46:	Drift des Messwertes SN 0112, Messkomponente PM ₁₀	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 _{2,5} , alle Standorte	168

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



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

Abbildung 108:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM ₁₀ , Standort Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011	217
Abbildung 109:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM ₁₀ , Standort Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011	218
Abbildung 110:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM ₁₀ , 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 ₁₀ , 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 _{2,5} , alle Standorte, (D+UK), PM_ENVIRO_0011	232
Abbildung 113:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM _{2,5} , alle Standorte, (D+UK), PM_ENVIRO_0011	232
Abbildung 114:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM _{2,5} , Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011	233
Abbildung 115:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM _{2,5} , Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011	233
Abbildung 116:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM _{2,5} , Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011	234
Abbildung 117:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM _{2,5} , Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011	234
Abbildung 118:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM _{2,5} , Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (D+UK), PM_ENVIRO_0011	235
Abbildung 119:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM _{2,5} , Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (D+UK), PM_ENVIRO_0011	235
Abbildung 120:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM ₁₀ , alle Standorte, (D+UK), PM_ENVIRO_0011	236
Abbildung 121:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM ₁₀ , alle Standorte, (D+UK), PM_ENVIRO_0011	236
Abbildung 122:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM ₁₀ , Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011	237
Abbildung 123:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM ₁₀ , Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011	237
Abbildung 124:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM ₁₀ , Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011	238
Abbildung 125:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM ₁₀ , Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011	238
Abbildung 126:	Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM ₁₀ , Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (D+UK), PM_ENVIRO_0011	239
Abbildung 127:	Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM ₁₀ , 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 PM₁₀-Konzentration die in der EN 12341 „Luftbeschaffenheit - Ermittlung der PM₁₀-Fraktion von Schwebstaub – Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“ sowie zur Messung der PM_{2,5}-Konzentration die in der EN 14907 „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM_{2,5}-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:

	PM _{2,5}	PM ₁₀
Tagesgrenzwert TGW (24 h)	nicht definiert	50 µg/m ³
Jahresgrenzwert JGW (1 a)	25 µg/m ^{3*}	40 µg/m ³

sowie für die Berechnungen gemäß des Leitfadens [5]

	PM _{2,5}	PM ₁₀
Grenzwert	30 µg/m ³	50 µg/m ³



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 B₀, B₁ und B₂).

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 PM₁₀ abgestimmt waren, wird für die Messkomponente PM_{2,5} die Anwendung der folgenden Bezugswerte vorgeschlagen:

	PM_{2,5}	PM₁₀
B ₀	2 µg/m ³	2 µg/m ³
B ₁	25 µg/m ³	40 µg/m ³
B ₂	200 µg/m ³	200 µg/m ³

Es wird lediglich eine Anpassung des B₁ 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 PM₁₀-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_{2,5}-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 PM₁₀ und PM_{2,5} 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 PM₁₀ und PM_{2,5} der Fa. PALAS GmbH ist auch als Indoor-Variante zur Installation an Temperatur kontrollierten Orten unter der Bezeichnung Messeinrichtung Fidas® 200 für Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5} 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 _x	Steigung	Achsabschnitt	Alle Datensätze W _{CM} <25 % Rohdaten	Kalibrierung ja/nein	Alle Datensätze W _{CM} <25 % kal. Daten
D	PM_ENVIRO_0011	PM ₁₀	1,058	-1,505	ja	ja*	ja
	PM_ENVIRO_0011	PM _{2,5}	1,076	-0,339	nein	ja	ja
D+UK	PM_ENVIRO_0011	PM ₁₀	1,037	-1,390	ja	ja*	ja
	PM_ENVIRO_0011	PM _{2,5}	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 PM₁₀ und PM_{2,5} vorgeschlagen.

1.2 Bekanntgabevorschlag

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

Messeinrichtung:

Fidas[®] 200 S bzw. Fidas[®] 200 für Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5}

Hersteller:

PALAS GmbH, Karlsruhe

Eignung:

Zur kontinuierlichen parallelen Immissionsmessung der PM₁₀- und der PM_{2,5}-Fraktion im Schwebstaub im stationären Einsatz

Messbereiche in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
PM ₁₀	0 – 10.000	µg/m ³
PM _{2,5}	0 – 10.000	µg/m ³

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 PM₁₀ und PM_{2,5} eingehalten.
3. Die Anforderungen an den Variationskoeffizienten R² 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 PM₁₀- bzw. PM_{2,5}-Referenzverfahren nach DIN EN 12341:2014 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
6. Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung ist im Internet unter 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
5. Leistungsanforderungen				
5.1 Allgemeines	Herstellerangaben der Betriebsanleitung dürfen den Ergebnissen der Eignungsprüfung nicht widersprechen.	Differenzen zwischen Geräteausstattung und Handbüchern wurden nicht beobachtet.	ja	91
5.2 Allgemeine Anforderungen				
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
5.3 Anforderungen an Messeinrichtungen für gasförmige Luftverunreinigungen				
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 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.	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 ₀ .	Die Nachweisgrenze ermittelte sich aus den Untersuchungen zu $8,7 \times 10^{-7} \mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM ₁₀) bzw. $8,7 \times 10^{-7} \mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM _{2,5}) für Gerät 1 (SN 0111) und zu $6,6 \times 10^{-7} \mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM ₁₀) bzw. $6,6 \times 10^{-7} \mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM _{2,5}) 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 ₁₀ ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.4.2 „Gleichwertigkeit des Probenahmesystems“ durchzuführen. Für Staubmesseinrichtungen für PM _{2,5} 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 ΔT_u um 15 K zwischen +5 °C und +20 °C bzw. um 20 K zwischen +20 °C und +40 °C B ₀ nicht überschreiten. Der Messwert im Bereich von B ₁ darf nicht mehr als $\pm 5\%$ bei ΔT_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 _{2,5} bzw. von $-1,1 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM ₁₀ festgestellt werden. Am Referenzpunkt konnten keine Abweichungen > 5,0 % für PM _{2,5} bzw. > 4,6 % für PM ₁₀ 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 ₁ maximal B ₀ im Spannungsintervall (230 +15/-20) V	Durch Netzspannungsänderungen konnten keine Abweichungen > 0,8 % für PM _{2,5} bzw. > 0,7 % für PM ₁₀ , 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 ₁ .	Die Reproduzierbarkeit für PM _{2,5} betrug im Feldtest für den Gesamtdatensatz 29, die Reproduzierbarkeit für PM ₁₀ 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 B₀. Referenzpunkt: In 24 Stunden und im Wartungsintervall maximal 5 % von B₁.</p>	<p>Die maximal gefundene Abweichung am Nullpunkt lag für PM_{2,5} bei 0,1 µg/m³ bezogen auf den Vorgängerwert und bei 0,1 µg/m³ bezogen auf den Startwert und damit innerhalb der erlaubten Grenzen von B₀ = 2 µg/m³.</p> <p>Die maximal gefundene Abweichung am Nullpunkt lag für PM₁₀ bei 0,1 µg/m³ bezogen auf den Vorgängerwert und bei 0,1 µg/m³ bezogen auf den Startwert und damit innerhalb der erlaubten Grenzen von B₀ = 2 µg/m³.</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_{2,5} bzw. -8,1 % für PM₁₀ und liegen damit außerhalb der zulässigen Abweichung von ± 5 % von B₁.</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_{2,5} 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 ₂ -Konzentration durch Verweilen im Messgerät	Bei NO _x -Messeinrichtungen darf der Anstieg der NO ₂ -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
5.4 Anforderungen an Messeinrichtungen für partikelförmige Luftverunreinigungen				
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 [®] 200 S ist ein optisches Messgerät, welches im ersten Ansatz die in einem definierten Messvolumen enthaltende 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 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 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 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 _{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 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 $\text{PM}_{2,5}$ und mit maximal $1,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} 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_{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.	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 $\text{PM}_{2,5}$ als auch für PM_{10} . Für PM_{10} werden die Anforderungen auch ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren erfüllt, die Korrektur der Steigung und des 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 ΔT_u 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 $\pm 5 \%$ bei ΔT_u 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 $5,5 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM2,5 bzw. von $5,7 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM10 festgestellt werden.</p> <p>Am Referenzpunkt konnten im Bereich +5 °C bis +40 °C keine Abweichungen $> -2,2 \%$ für PM2,5 bzw. $> -2,2 \%$ 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 PM₁₀ und an PM_{2,5} Feinstaub in der Umgebungsluft im Konzentrationsbereich 0 bis 10.000 µg/m³ (4.000 P/cm³ 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_{2,5}-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[®] 200 S bzw. Fidas[®] 200 handelt es sich um ein optisches Aerosolspektrometer, welches über die Streulichtanalyse am Einzelpartikel nach Lorenz-Mie die Partikelgröße bestimmt.

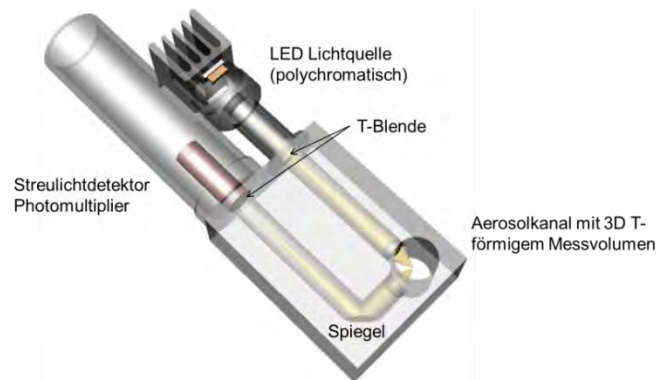


Abbildung 1: Aufbau des Sensors des Fidas[®] Messsystems

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

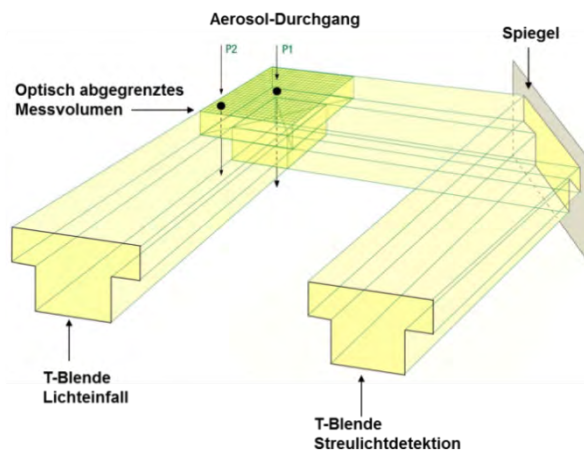


Abbildung 2: Veranschaulichung der T-Blende

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 Größenauflösung gearbeitet werden.

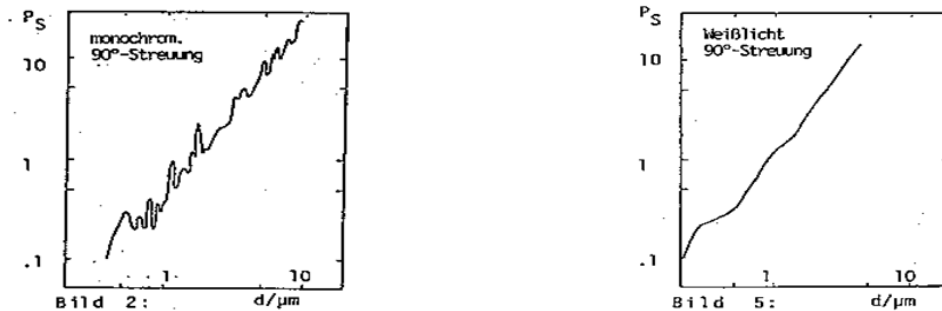


Abbildung 3: Kalibrierkurve für 90° Streulichtdetektion mit monochromatischer Lichtquelle (links) und mit polychromatischer Lichtquelle (rechts)

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.

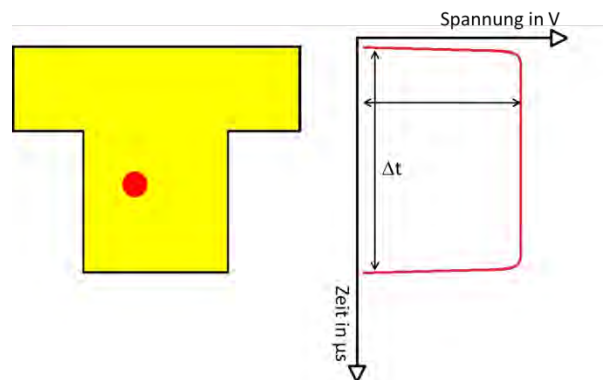


Abbildung 4: Messung des Streulichtsignals am Einzelpartikel. Gemessen werden die Amplitude und die Signallänge

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).

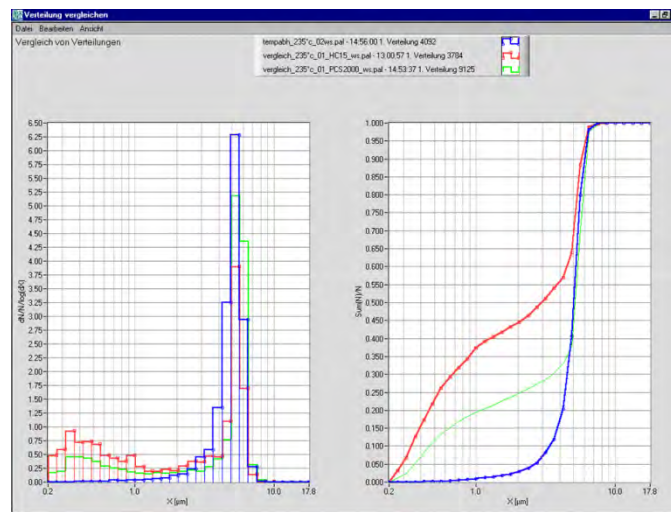


Abbildung 5: Vergleich eines optischen Streulichtspektrometers mit einfacher Rechteckblende (HC15, rot) mit einem opt. Streulichtspektrometer mit T-Blende (welas®, blau) unter Aufgabe von monodispersen 5 µm Partikeln

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).

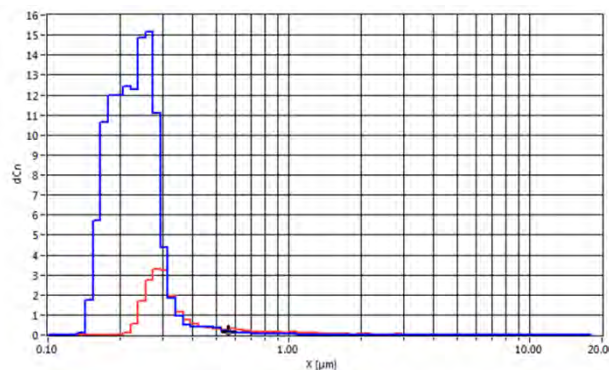


Abbildung 6: Straßennahe Messung des Fidas® (Größenbereich ab 0,18 µm, blaue Kurve) verglichen mit einem anderen optischen Messsystem (Größenbereich ab 0,25 µm, rote Kurve)



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.

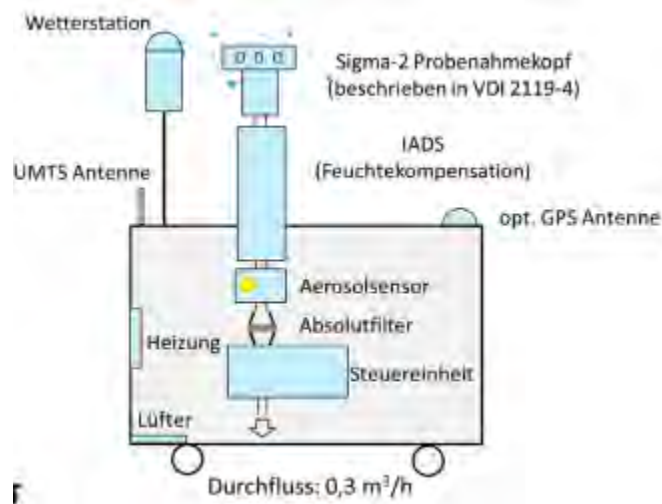


Abbildung 7: Schematischer Aufbau Fidas® 200 S

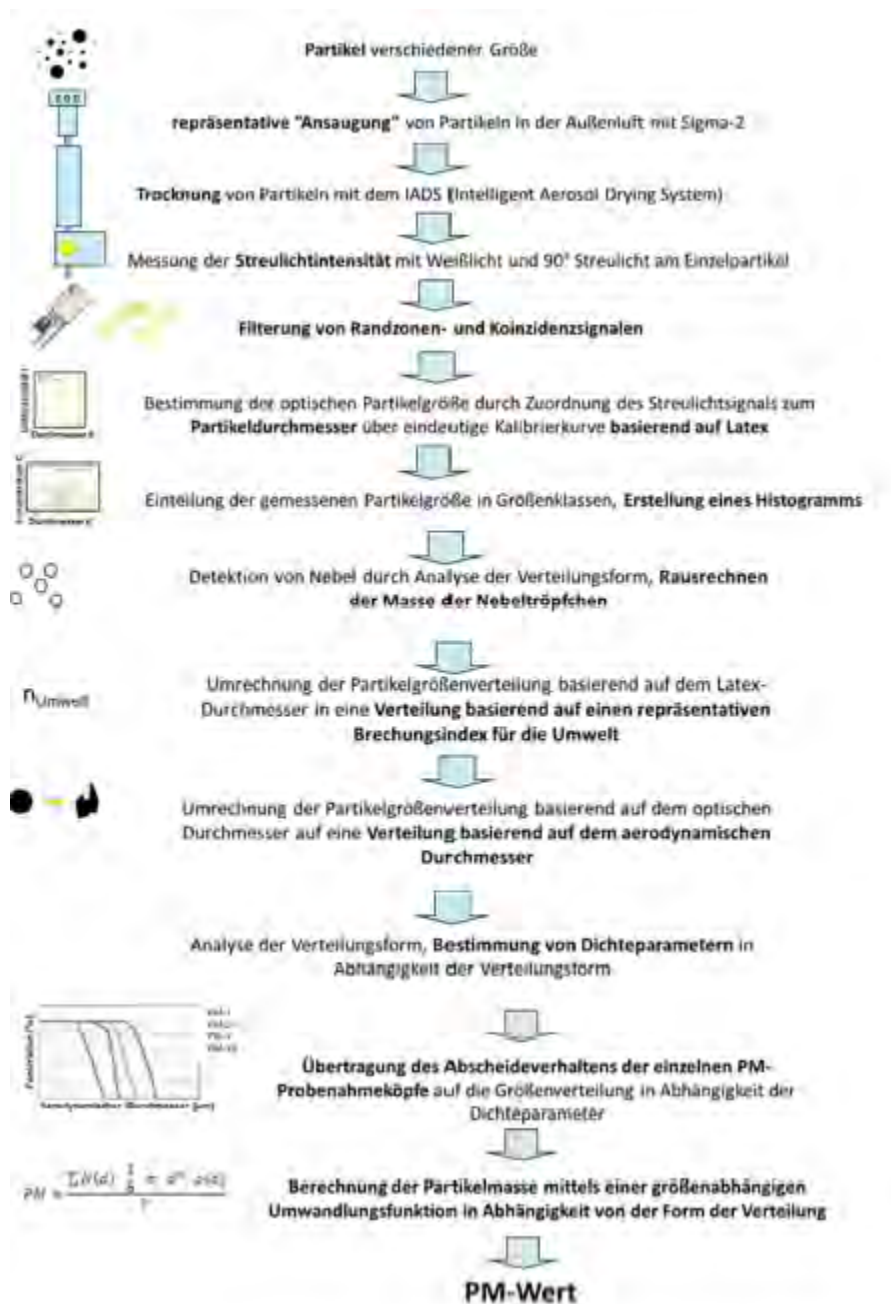


Abbildung 8: Überblick über die einzelnen Messschritte Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200

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® 200 S bzw. Fidas® 200 basiert auf dem Messprinzip der Streulichtmessung.

Die Messeinrichtung ist in den Gerätevarianten Fidas® 200 S (für Outdooreinsatz, inkl. Wettergehäuse, geprüft in Eignungsprüfung) und Fidas® 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® Steuereinheit mit integriertem Aerosolsensor, der kompakten Wetterstation WS600-UMB, dem UMTS-Empfänger, einem wetterfesten Gehäuse (IP 65, nur Fidas® 200 S) den jeweils zugehörigen Anschlussleitungen und -kabeln, einer Flasche mit CalDust 1100 oder MonoDust1500 sowie den Handbüchern in deutscher Sprache.

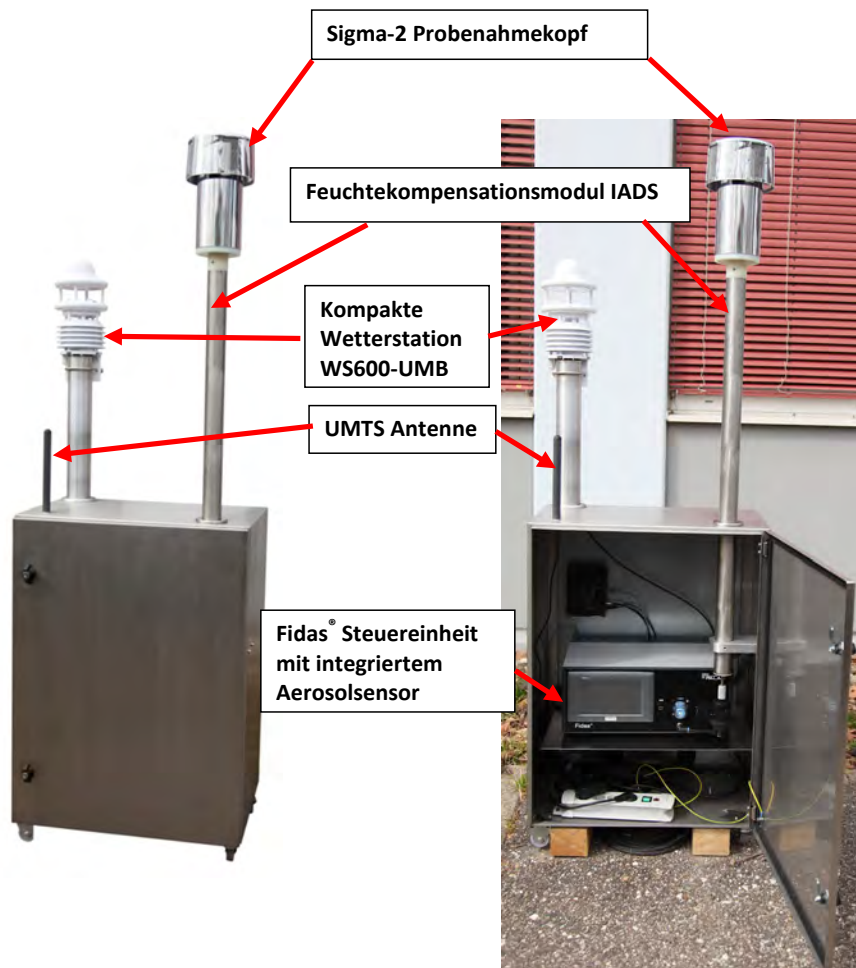


Abbildung 9: Überblick Gesamtsystem Fidas® 200 S (=Fidas® 200 in Wetterschutzgehäuse)



Abbildung 10: Sigma2-Probenahmekopf für Fidas[®] 200 S bzw. Fidas[®] 200



Abbildung 11: Probenahmerohr mit IADS für Fidas[®] 200 S bzw. Fidas[®] 200

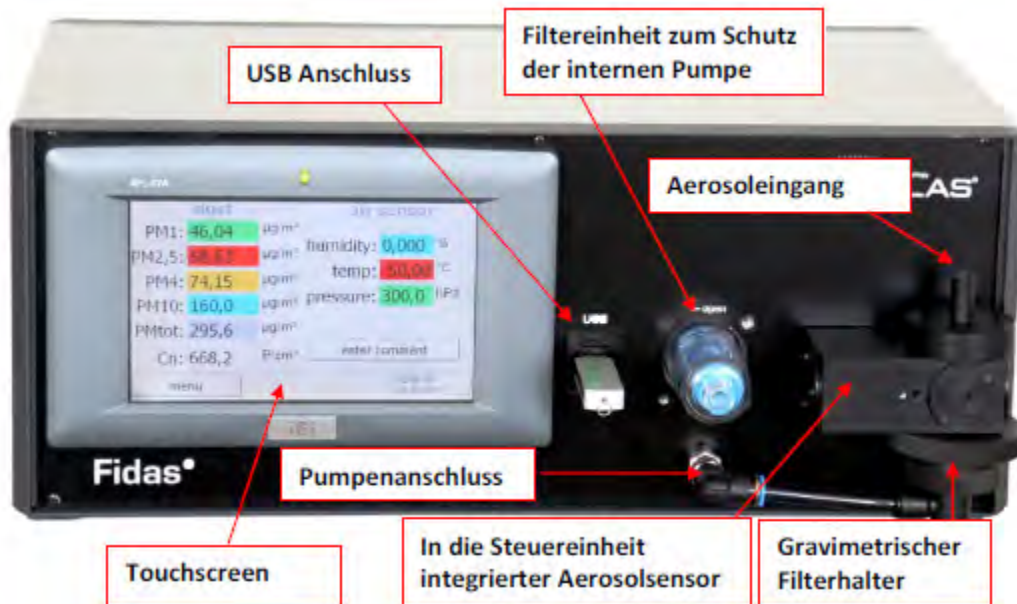


Abbildung 12: Steuereinheit Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200



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.

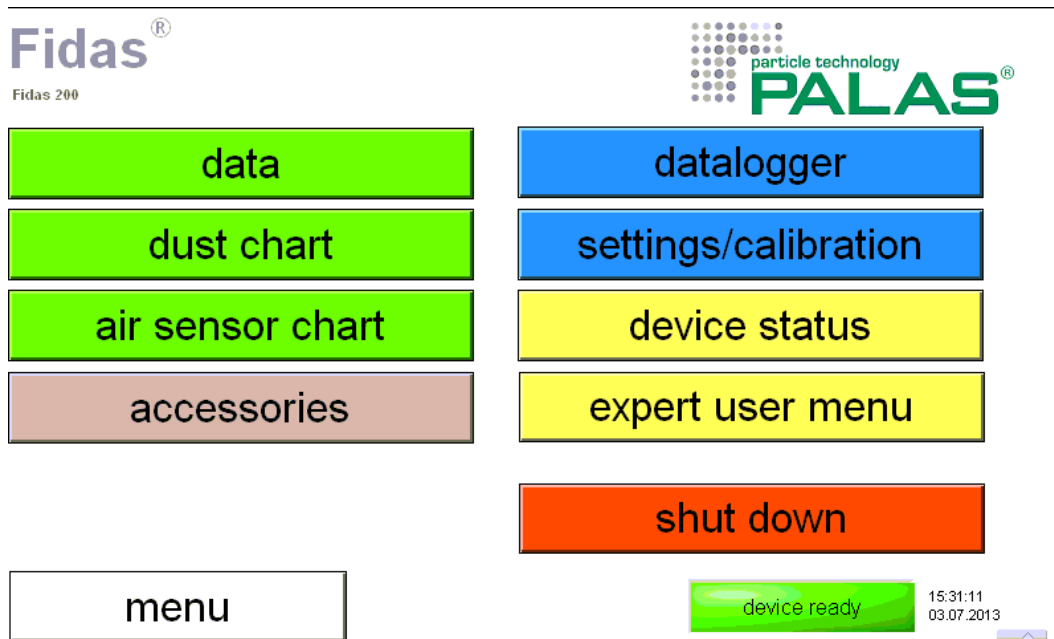


Abbildung 15: Hauptmenü

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.

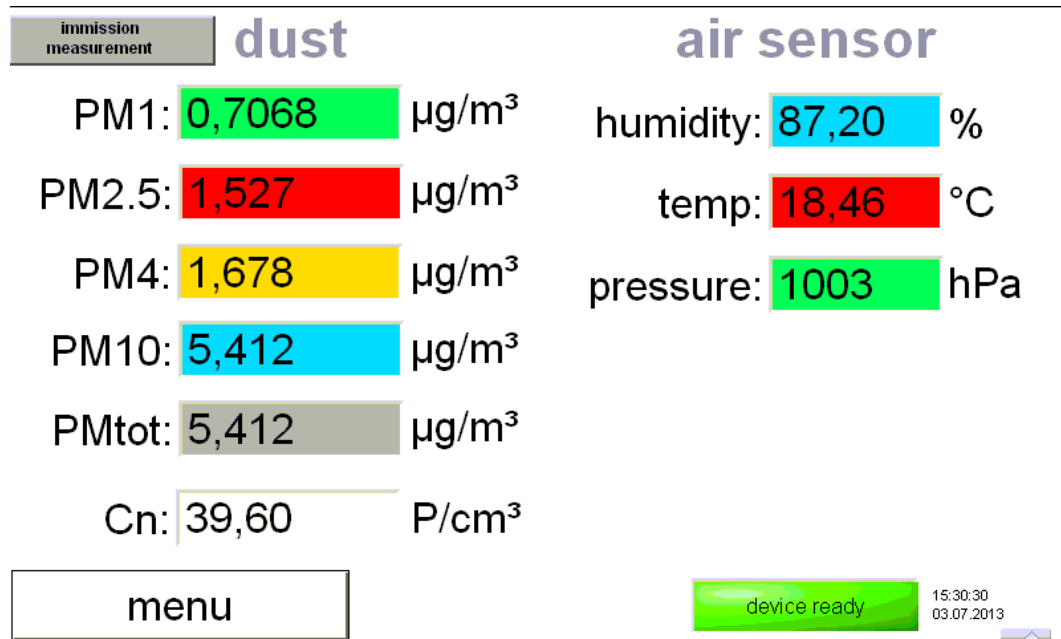


Abbildung 16: Menü „data“

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

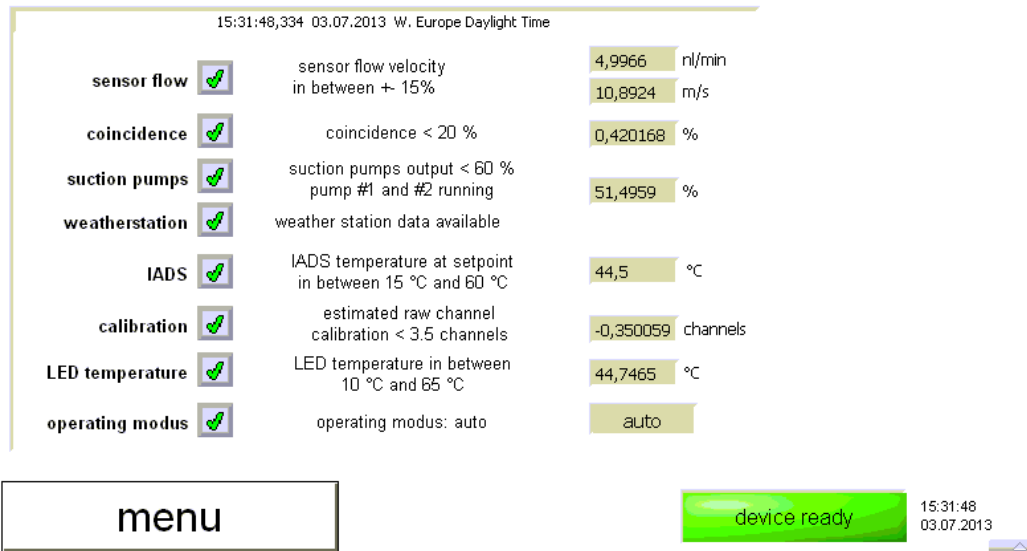


Abbildung 17: Menü „device status“

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 [®] 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:

Nr.	Peak bei 5 Wiederholungsmessungen
1	141,2
2	141,2
3	141,1
4	141,0
5	141,1
	141,12

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)

Abmessungen / Gewicht	Fidas® 200 S bzw. Fidas® 200
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
Energieversorgung	100/115/230 V, 50/60 Hz
Leistungsaufnahme	ca. 200 W
Umgebungsbedingungen	
Temperatur	-20 bis +50 °C
Feuchte	Outdoor-Aufstellung, Schutzklasse IP65
Probenflussrate (Inlet)	4,8 l/min, bez. auf 25 °C und 1013 hPa
Parameter IADS (Trockenstrecke)	
Regelungsgröße	Außentemperatur und -luftfeuchte
Max. Temperatur	24 °C über Außentemperatur
Aerosolsensor	
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 ³ Partikel / cm ³

Wetterstation WS600-UMB	
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
Speicherkapazität Daten (intern)	1 GB (entspricht ca. 100 Tage bei Speicherintervall für Rohdaten von 60 s)
Geräteeingänge und -ausgänge	<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>
Statussignale / Fehlermeldungen	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 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 °C bis $+50\text{ °C}$, Genauigkeit besser als 1 °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_{2,5}-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_{2,5} von 25 µg/m³ und für PM₁₀ von 40 µg/m³ 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 PM₁₀ gemäß Punkt 5 (Deutschland) bzw. SEQ47/50 (UK)
- 2 Referenzmessgeräte LVS3 für PM_{2.5} 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_{2,5} und PM₁₀. Das Referenzgerät (Deutschland) arbeitet diskontinuierlich, d. h. nach erfolgten Probenahmen muss das Filter manuell gewechselt werden.

Die Impaktionsplatten der PM₁₀ und PM_{2,5} 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.

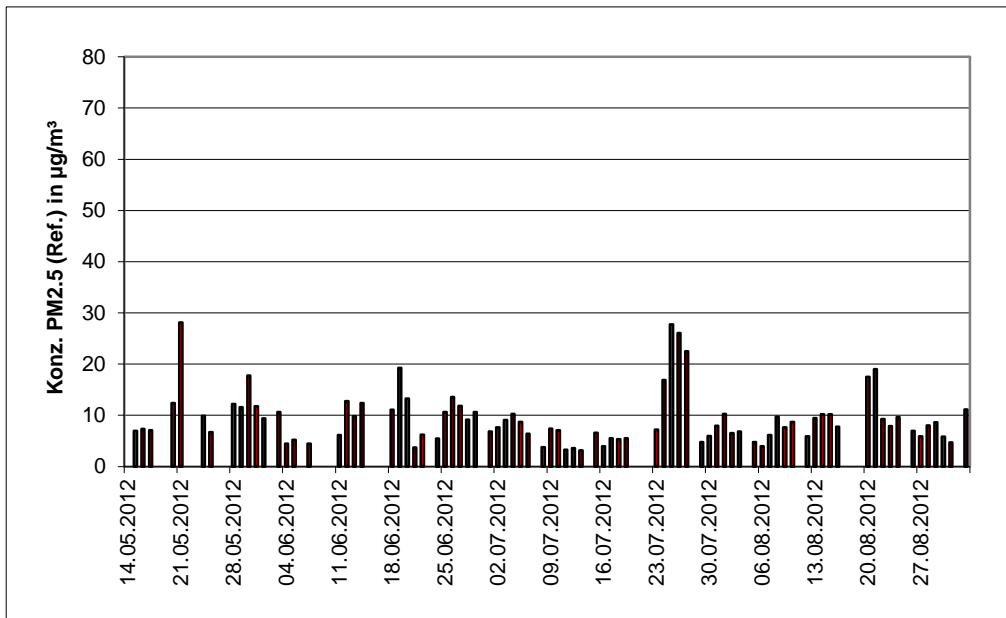


Abbildung 20: Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Sommer“

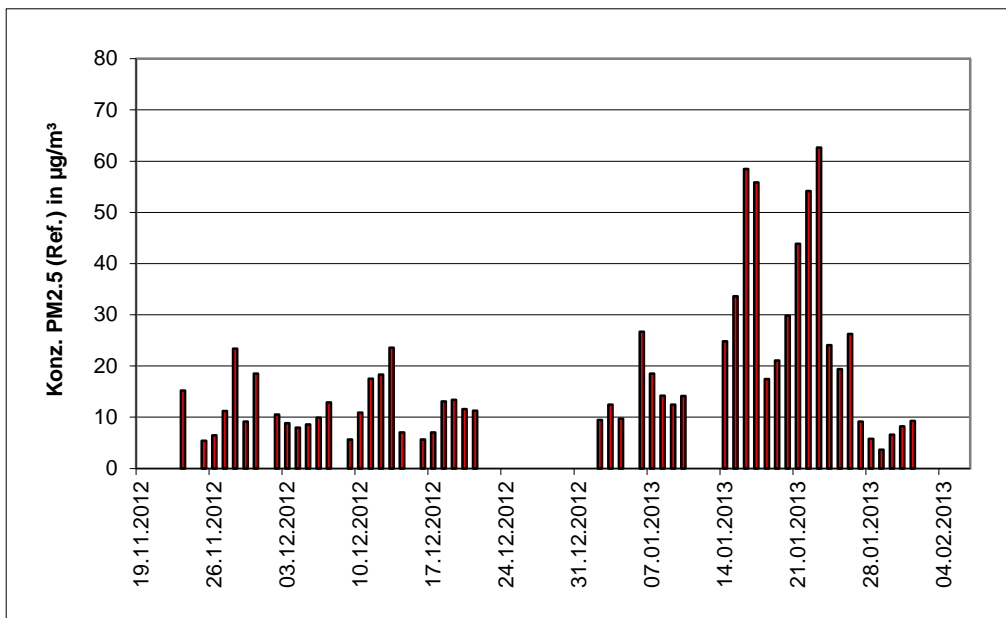


Abbildung 21: Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Winter“

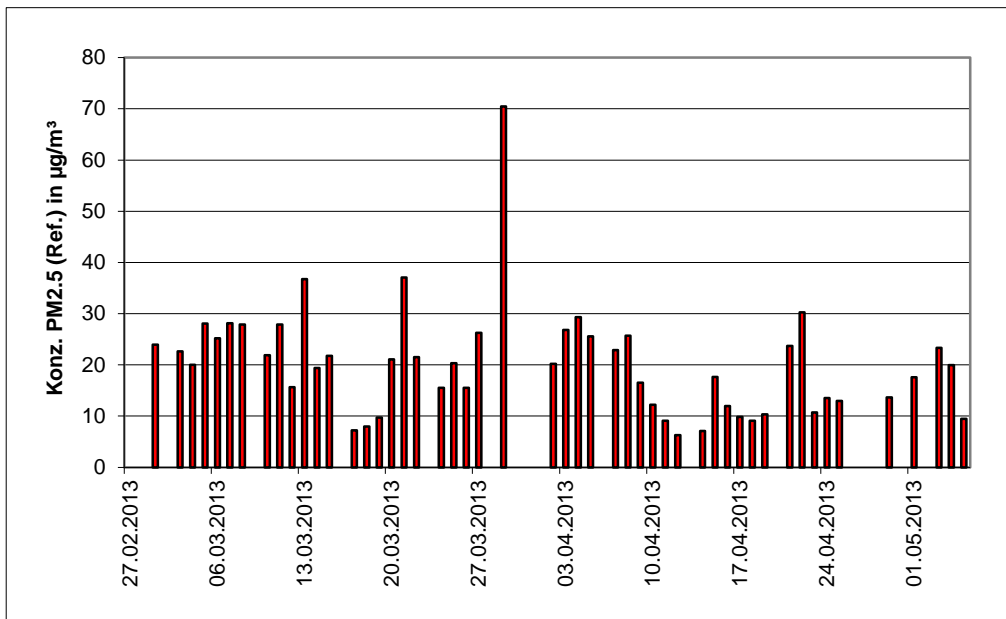


Abbildung 22: Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bonn, Winter“

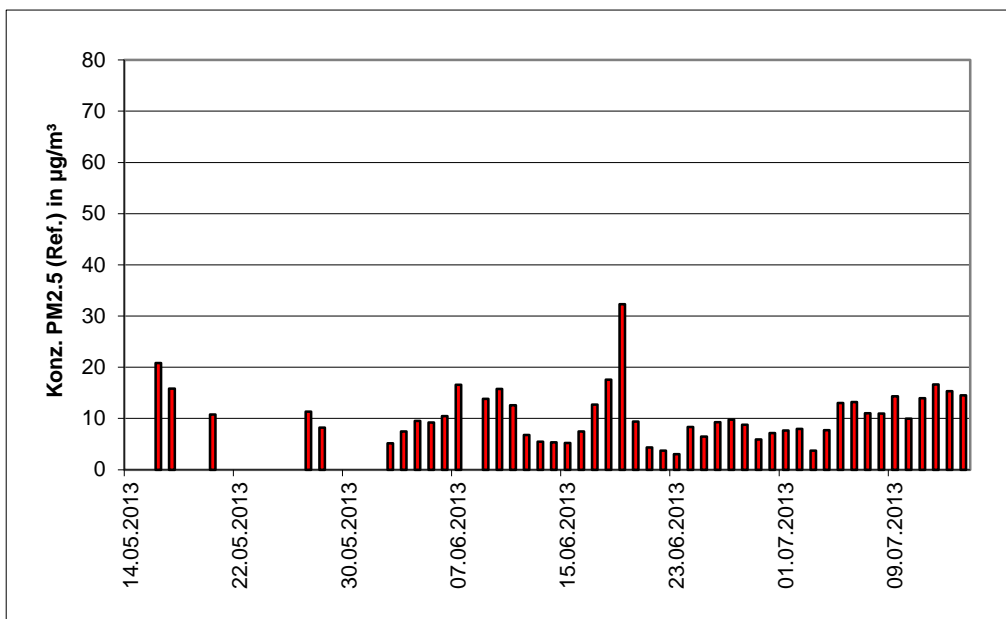


Abbildung 23: Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Sommer“

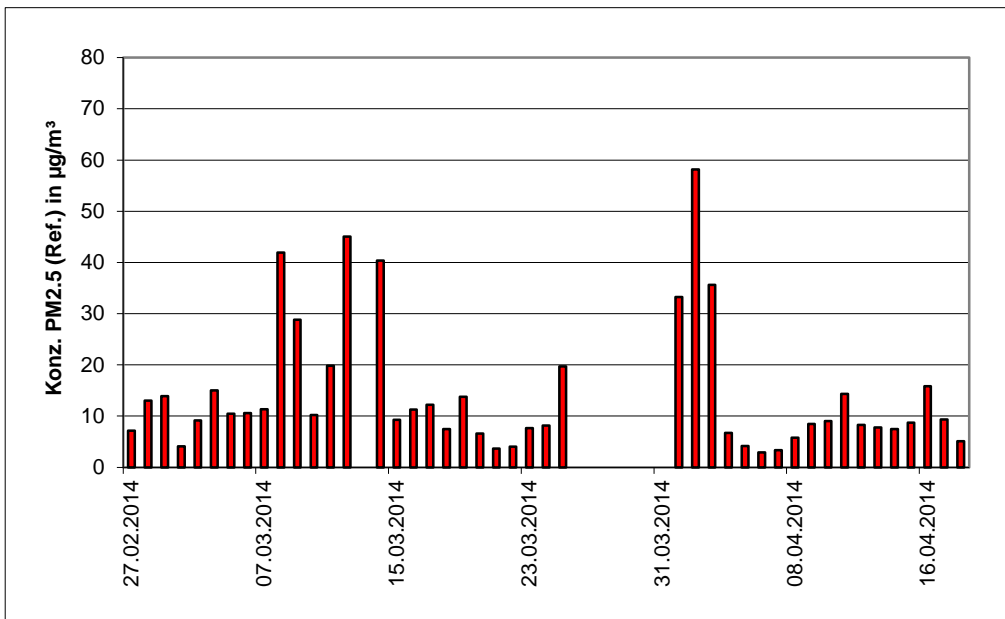


Abbildung 24: Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“

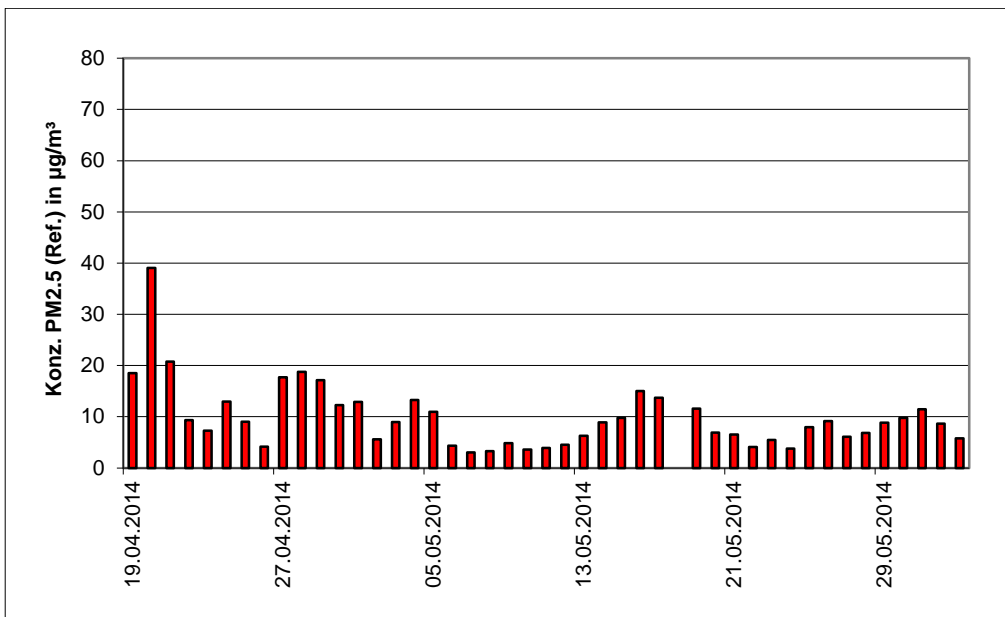


Abbildung 25: Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“

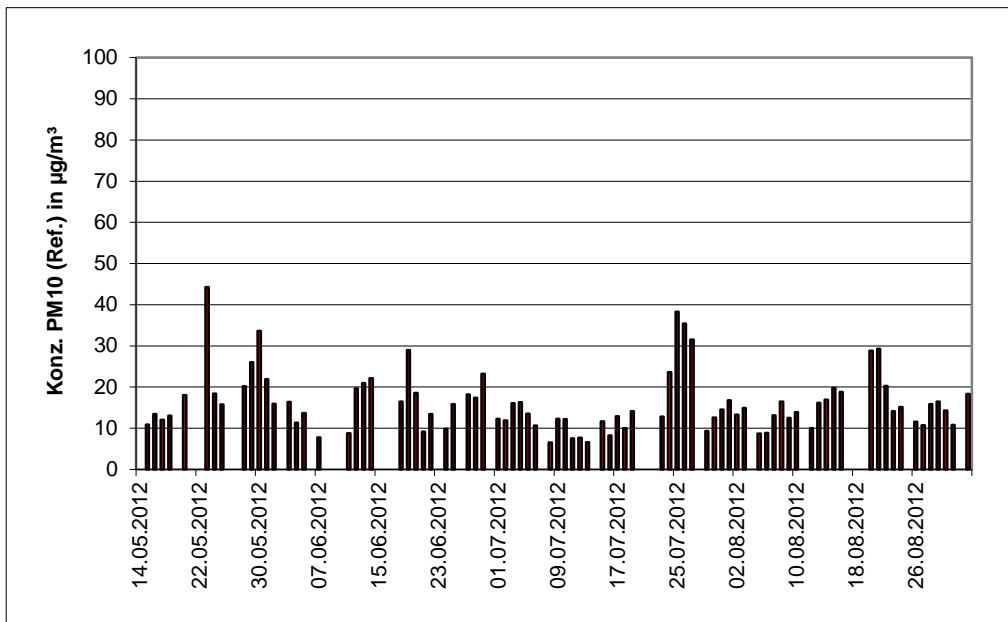


Abbildung 26: Verlauf der PM₁₀-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Sommer“

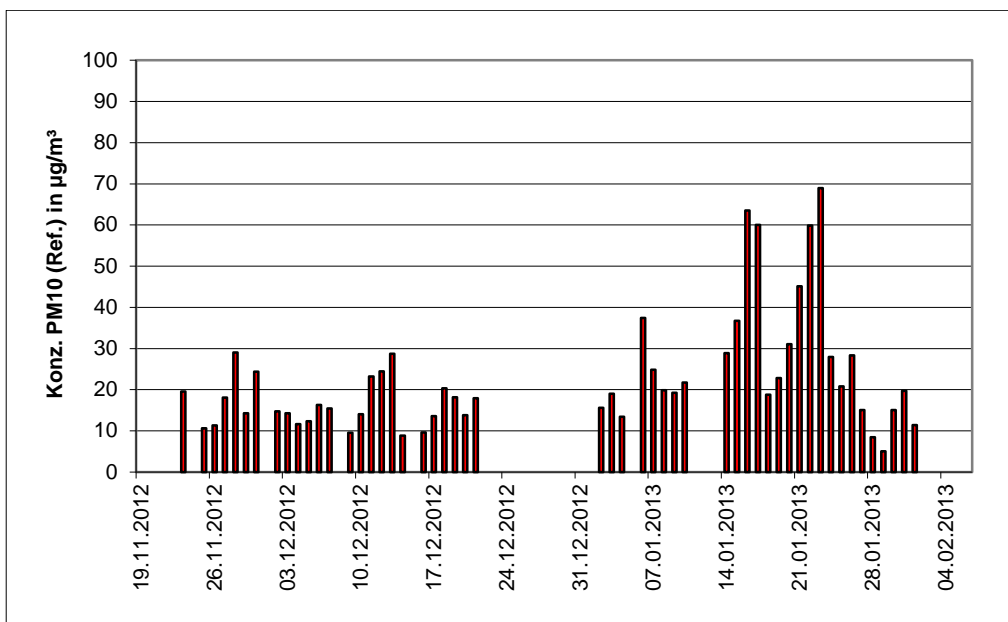


Abbildung 27: Verlauf der PM₁₀-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Winter“

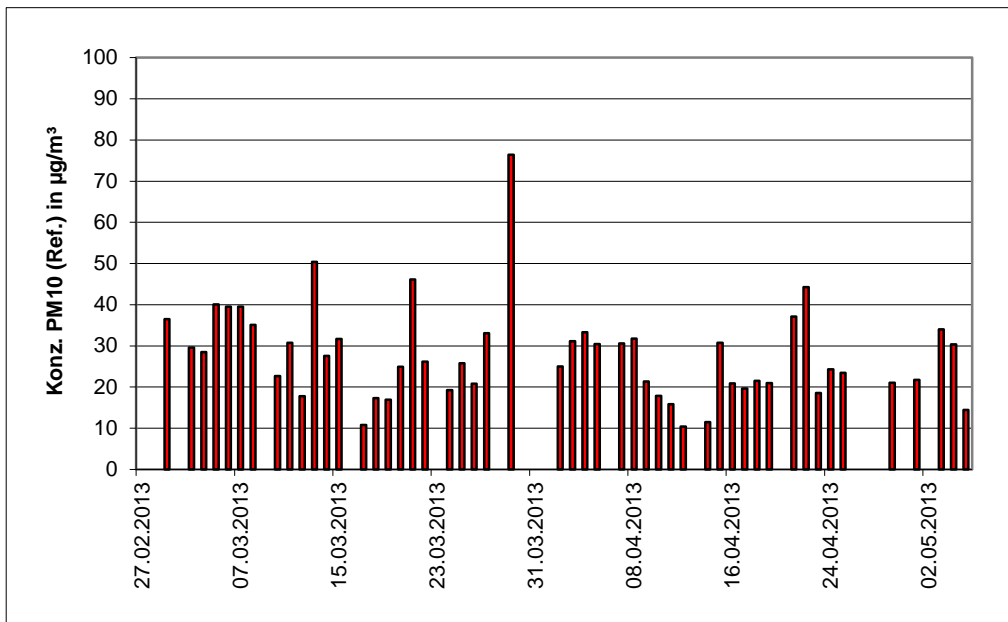


Abbildung 28: Verlauf der PM₁₀-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bonn, Winter“

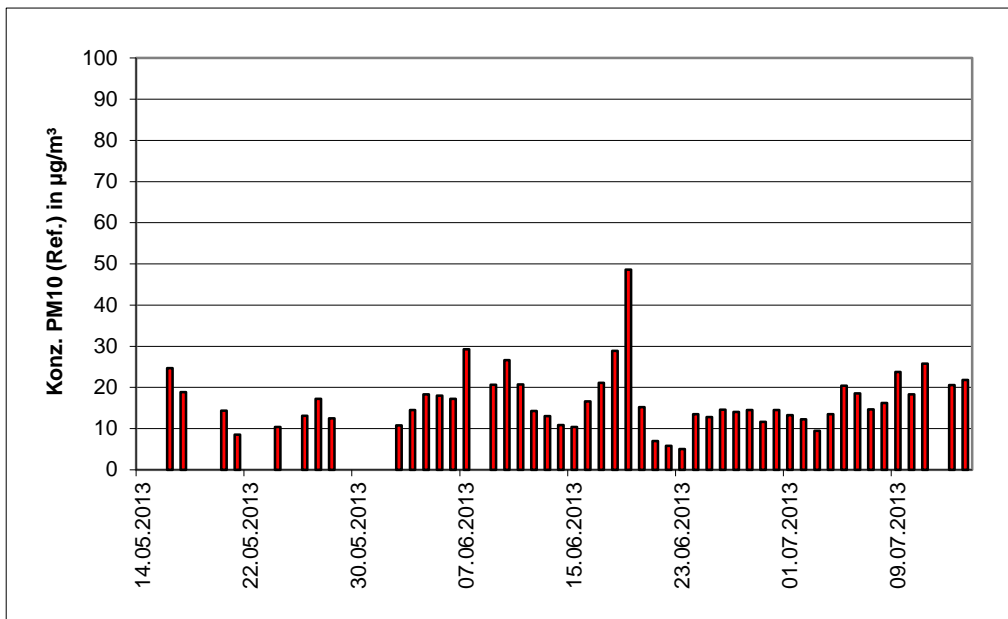


Abbildung 29: Verlauf der PM₁₀-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Sommer“

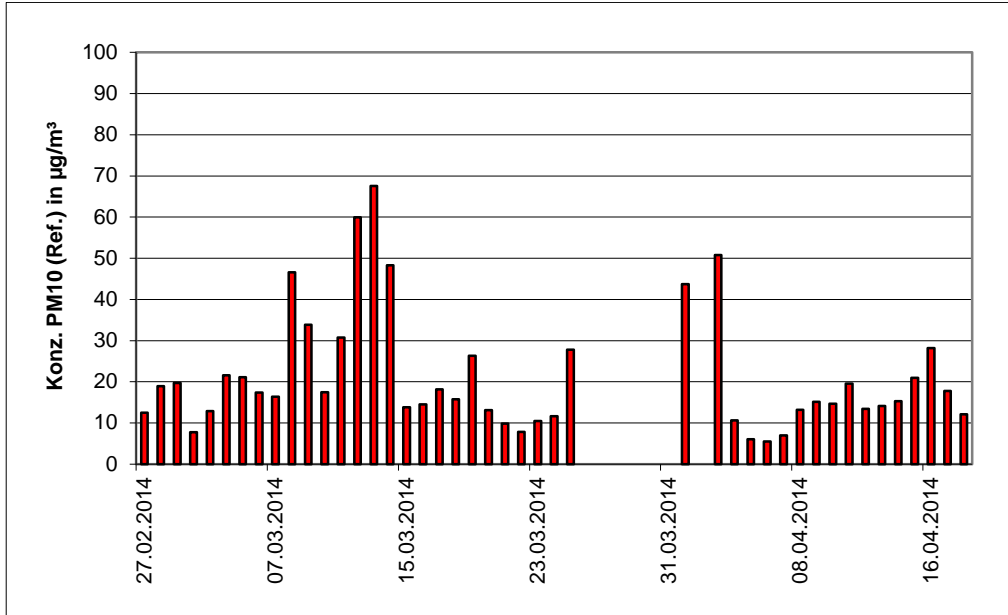


Abbildung 30: Verlauf der PM₁₀-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“

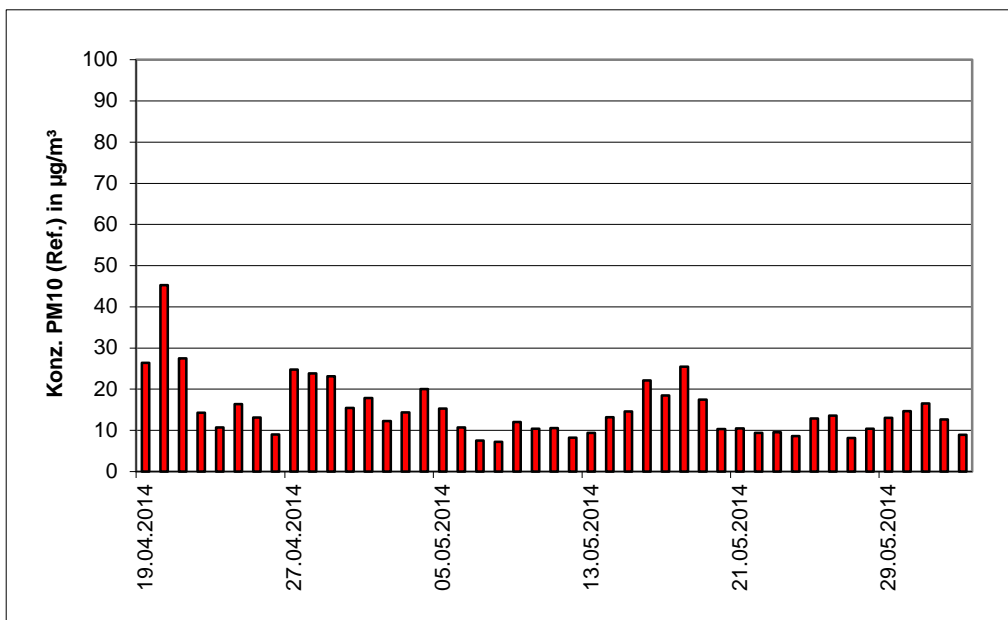


Abbildung 31: Verlauf der PM₁₀-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“

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-/Referenzgerät: 1,70 m / 0,51 m über Containerdach
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-/Referenzgerät: 1,70 m / 0,70 m bzw. 1,00 m über Containerdach
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 ₁₀	82	52	50	49
Anzahl Wertepaare Referenz PM _{2,5}	82	52	50	47
Anteil PM_{2,5} an PM₁₀ [%]				
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
Lufttemperatur [°C]				
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
Luftdruck [hPa]				
Bereich	993 – 1021	988 – 1027	985 – 1021	989 – 1020
Mittelwert	1008	1004	1004	1007
Rel. Luftfeuchte [%]				
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
Windgeschwindigkeit [m/s]				
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
Niederschlagsmenge [mm/d]				
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 ₁₀	44	45
Anzahl Wertepaare Referenz PM _{2,5}	44	44
Anteil PM_{2,5} an PM₁₀ [%]		
Bereich	37,0 – 90,0	34,3 – 86,3
Mittelwert	61,9	62,9
Lufttemperatur [°C]		
Bereich	-1,9 – 21,1	1,7 – 26,5
Mittelwert	9,9	13,6
Luftdruck [hPa]		
Bereich	965 – 1016	981 – 1017
Mittelwert	997	995
Rel. Luftfeuchte [%]		
Bereich	25,1 – 100	29,3 – 99,9
Mittelwert	74	73,3
Windgeschwindigkeit [m/s]		
Bereich	0,0 – 4,8	0,0 – 5,4
Mittelwert	0,6	0,7
Niederschlagsmenge [mm/d]		
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 PM₁₀

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_{2,5}

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 PM₁₀ 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_{2,5} 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 [™] , 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 PM₁₀: Kleinfiltergerät Low Volume Sampler LVS3
Hersteller: Ingenieurbüro Sven Leckel, Leberstraße 63, Berlin, Deutschland
Herstelldatum: 2007
PM₁₀-Probenahmekopf
2. als Referenzgerät PM_{2,5}: Kleinfiltergerät Low Volume Sampler LVS3
Hersteller: Ingenieurbüro Sven Leckel, Leberstraße 63, Berlin, Deutschland
Herstelldatum: 2007
PM_{2,5}-Probenahmekopf

An den zusätzlichen Vergleichskampagnen in UK kamen für die Messkomponenten PM₁₀ und PM_{2,5} 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 PM₁₀ und PM_{2,5} mit einem geregelten Durchsatz von 2,3 m³/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-m³ an.

Die PM₁₀ bzw. die PM_{2,5} Konzentration wurde ermittelt, in dem die im Labor gravimetrisch bestimmte Schwebstaubmenge auf dem jeweiligen Filter durch das zugehörige durchgesetzte Probeluftvolumen in Betriebs-m³ 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 PM₁₀ und PM_{2,5} auch Messwerte für die Fraktionen PM₁, PM₄, PM_{total} 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.

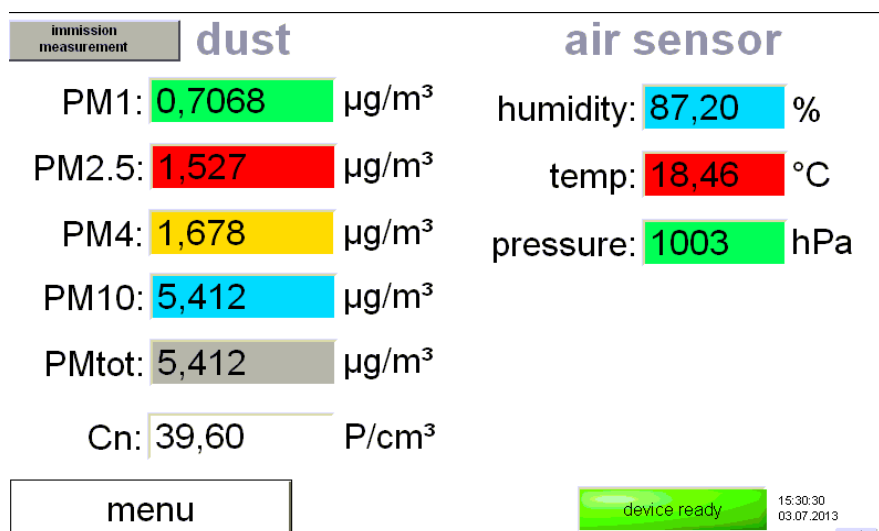


Abbildung 36: Messanzeige Konzentrationsmesswerte

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_{2,5} von 25 µg/m³ und für PM₁₀ von 40 µg/m³ 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[®] 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® 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.

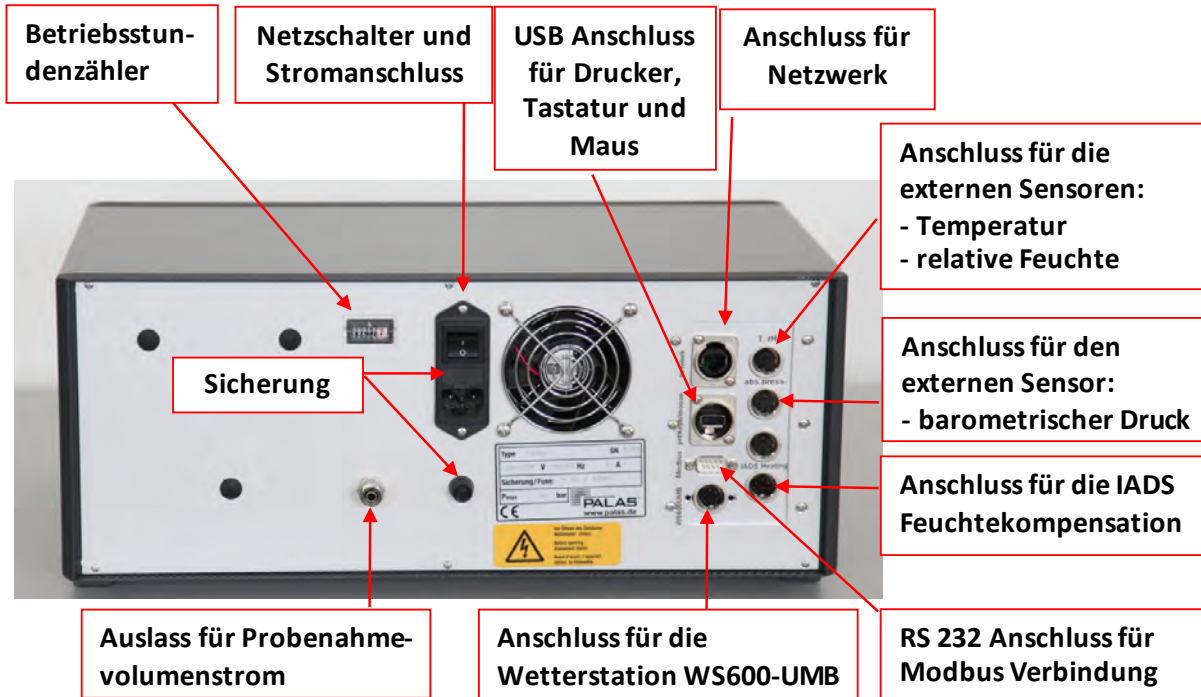


Abbildung 37: Ansicht Geräterückseite Steuereinheit des Fidas® 200 S

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 ₁₀	0	100	50	24h
PM _{2,5}	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:

PM₁₀: 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

PM_{2,5}: 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/cm³ (bei 10% Koinzidenzfehler) möglich, was in etwa einer Maximalkonzentration von 0-10.000 µg/m³ entspricht (vermessen mit standardisiertem Staub SAE Fine).

Messbereich: 0 – 10.000 µg/m³

Obere Grenze des Zertifizierungsbereichs: PM₁₀: 100 µg/m³

PM_{2,5}: 50 µg/m³

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[®] Start-Up Managers innerhalb wenige Minuten wieder in messbarem 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

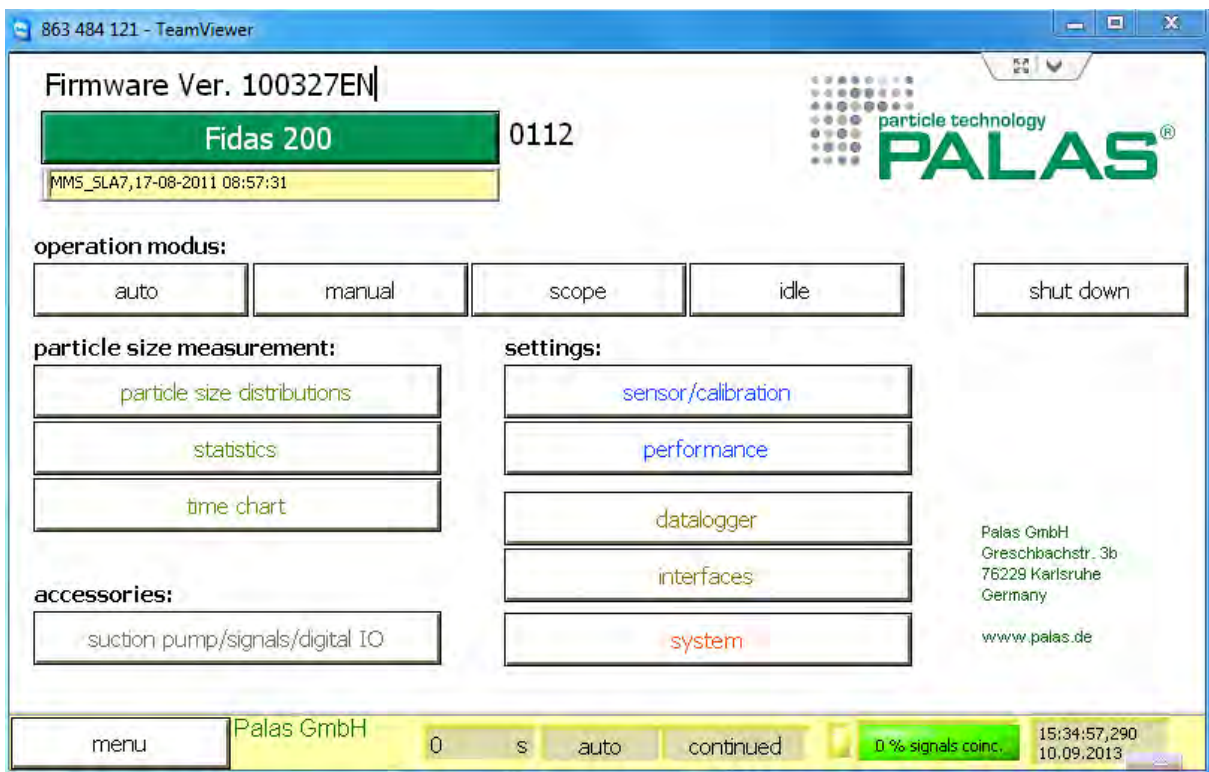


Abbildung 38: Anzeige der Softwareversion – hier 100327EN – das Kürzel „EN“ diente lediglich bei Palas zur Kennzeichnung der Firmware, welche in der Eignungsprüfung verwendet wurde und ist zukünftig nicht aufgeführt.

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 $8,7 \times 10^{-7} \mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM₁₀) bzw. $8,7 \times 10^{-7} \mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM_{2,5}) für Gerät 1 (SN 0111) und zu $6,6 \times 10^{-7} \mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM₁₀) bzw. $6,6 \times 10^{-7} \mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM_{2,5}) für Gerät 2 (SN 0112).

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 18: Nachweisgrenze PM₁₀

		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	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	8,7E-04	6,6E-07

Tabelle 19: Nachweisgrenze PM_{2,5}

		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	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	8,7E-04	6,6E-07

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 PM₁₀ ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.4.2 „Gleichwertigkeit des Probenahmesystems“ durchzuführen. Für Staubmesseinrichtungen für PM_{2,5} 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. (PM₁₀) bzw. Modul 5.4.10 (PM_{2,5})

6.3 Durchführung der Prüfung

Für Staubmesseinrichtungen für PM₁₀ ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.4.2 „Gleichwertigkeit des Probenahmesystems“ durchzuführen.

Für Staubmesseinrichtungen für PM_{2,5} ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.4.10 „Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge“ durchzuführen.

6.4 Auswertung

Siehe Modul 5.4.2. (PM₁₀) bzw. Modul 5.4.10 (PM_{2,5})

6.5 Bewertung

Für Staubmesseinrichtungen für PM₁₀ ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.4.2 „Gleichwertigkeit des Probenahmesystems“ durchzuführen.

Für Staubmesseinrichtungen für PM_{2,5} 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. (PM₁₀) bzw. Modul 5.4.10 (PM_{2,5})

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 ± 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_{2,5} von 25 µg/m³ und für PM₁₀ von 40 µg/m³ 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/m³ 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_{2,5} bzw. von $-1,1 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM₁₀ festgestellt werden.

Am Referenzpunkt konnten keine Abweichungen > 5,0 % für PM_{2,5} bzw. > 4,6 % für PM₁₀ 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, PM₁₀, 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_{2,5}, 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, PM₁₀, 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_{2,5}, 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 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 $\text{PM}_{2,5}$ von 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und für 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_{2,5} bzw. > 0,7 % für PM₁₀, 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 %, PM₁₀, 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_{2,5}, 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 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_{2,5} betrug im Feldtest für den Gesamtdatensatz 29, die Reproduzierbarkeit für PM₁₀ 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 PM₁₀ in Abbildung 71 bis Abbildung 75 und für PM_{2,5} in Abbildung 64 bis Abbildung 68.

Anmerkung: Die ermittelten Unsicherheiten werden auf den Bezugswert B₁ für jeden Standort bezogen:

Tabelle 26: Konzentrationsmittelwerte, Standardabweichung, Unsicherheitsbereich und Reproduzierbarkeit im Feld, Messkomponente PM₁₀

Standort	Anzahl	\bar{c} (SN 0111)	\bar{c} (SN 0112)	\bar{c}_{ges}	s _D	t	U	R
		µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³		µg/m ³	
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_{2,5}

Standort	Anzahl	\bar{c} (SN 0111)	\bar{c} (SN 0112)	\bar{c}_{ges}	s _D	t	U	R
		µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³		µg/m ³	
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_{2,5} von 25 µg/m³ und für PM₁₀ von 40 µg/m³ 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_{2,5} bei 0,1 µg/m³ bezogen auf den Vorgängerwert und bei 0,1 µg/m³ bezogen auf den Startwert und damit innerhalb der erlaubten Grenzen von B₀ = 2 µg/m³.

Die maximal gefundene Abweichung am Nullpunkt lag für PM₁₀ bei 0,1 µg/m³ bezogen auf den Vorgängerwert und bei 0,1 µg/m³ bezogen auf den Startwert und damit innerhalb der erlaubten Grenzen von B₀ = 2 µg/m³.

Die im Rahmen der Untersuchung ermittelten Werte für die Drift der Empfindlichkeit betragen, bezogen auf den jeweiligen Startwert, maximal -4,7 % für PM_{2,5} bzw. -8,1 % für PM₁₀ und liegen damit außerhalb der zulässigen Abweichung von ± 5 % von B₁.

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_{2,5} 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/m³.

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[®]
200 S bzw. Fidas[®] 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, PM₁₀, mit Nullfilter

Datum	SN 0111			Datum	SN 0112		
	Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert		Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³		µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
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_{2,5}, mit Nullfilter

Datum	SN 0111			Datum	SN 0112		
	Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert		Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³		µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
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

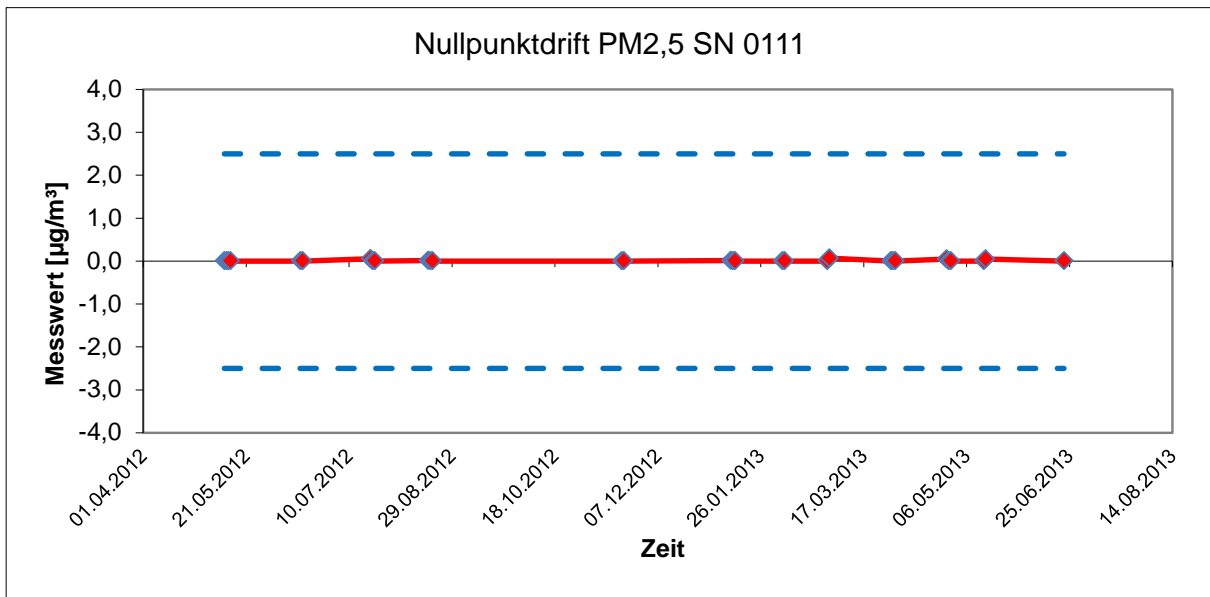


Abbildung 39: Nullpunktdrift SN 0111, Messkomponente PM_{2,5}

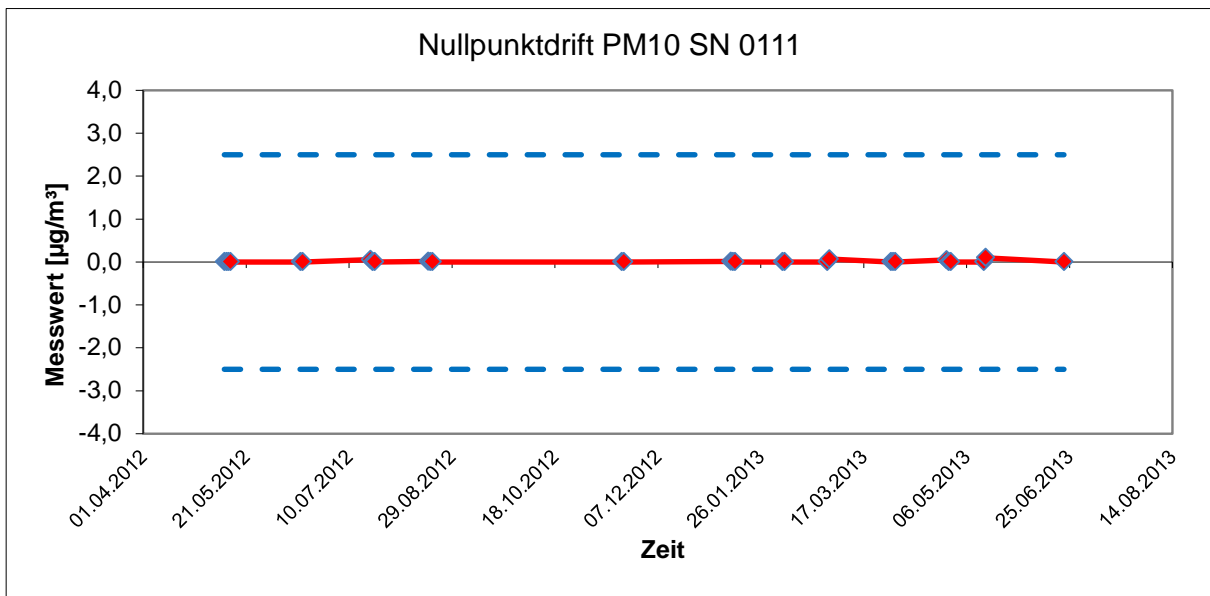


Abbildung 40: Nullpunktdrift SN 0111, Messkomponente PM₁₀

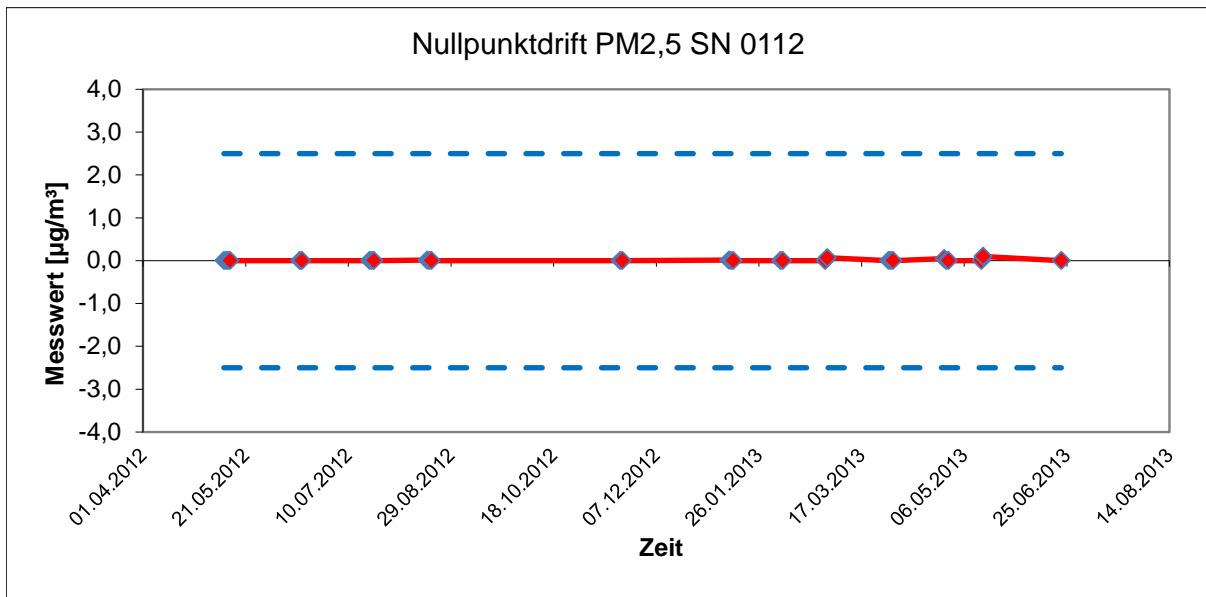


Abbildung 41: Nullpunktdrift SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}

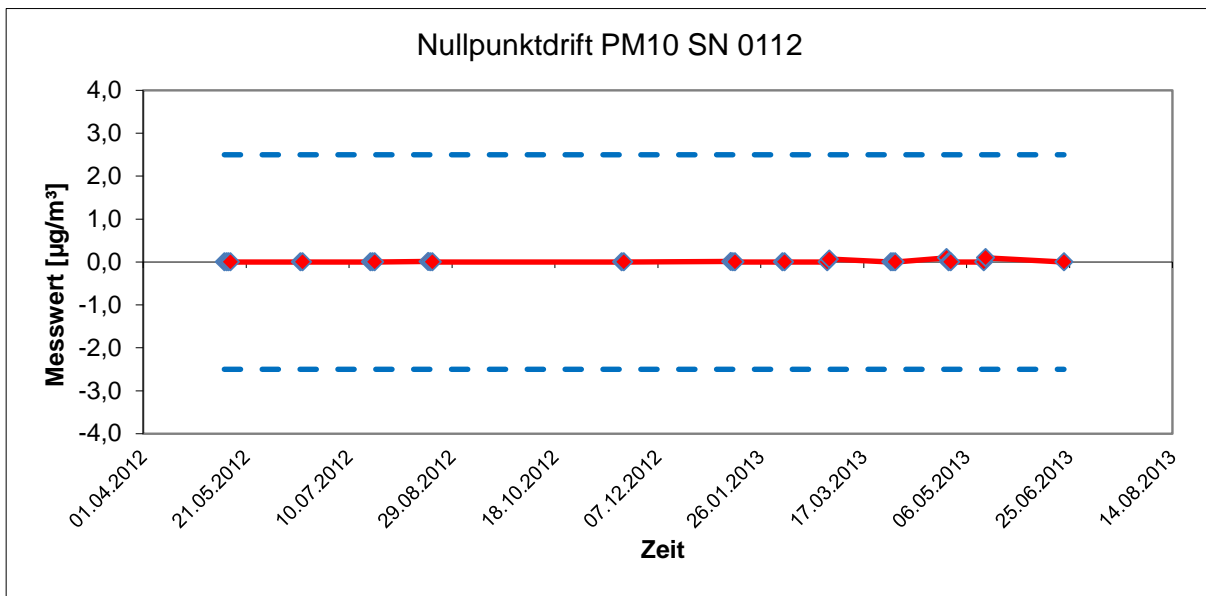


Abbildung 42: Nullpunktdrift SN 0112, Messkomponente PM₁₀

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 127 von 568

Tabelle 30: Empfindlichkeitsdrift SN 0111 & SN 0112, PM₁₀

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_{2,5}

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

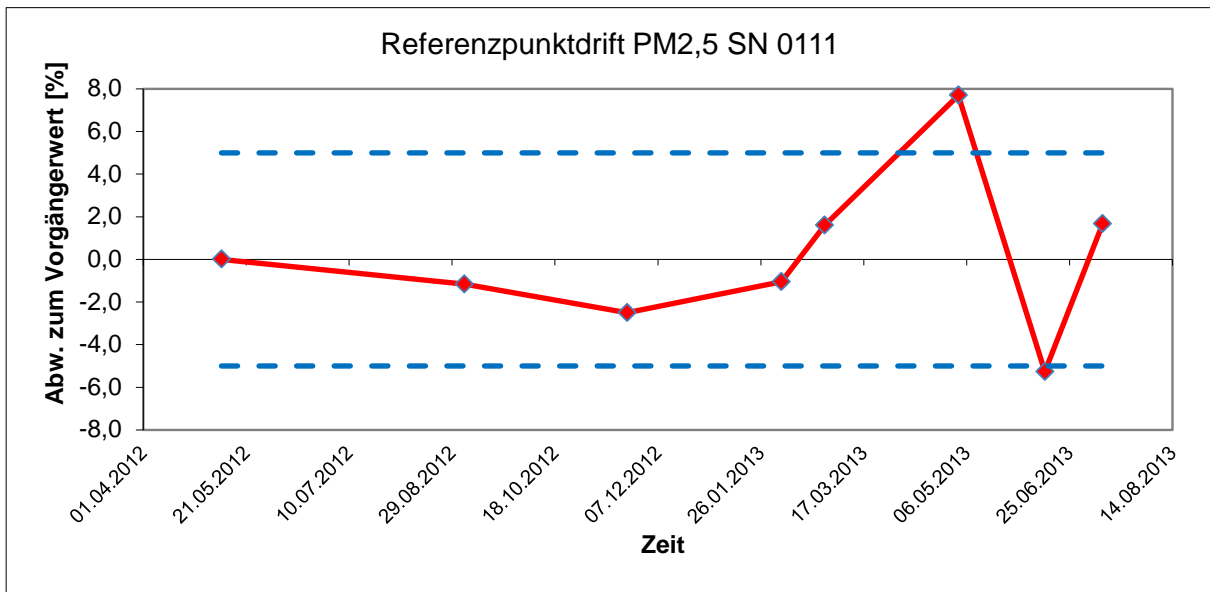


Abbildung 43: Drift des Messwertes SN 0111, Messkomponente PM_{2,5}

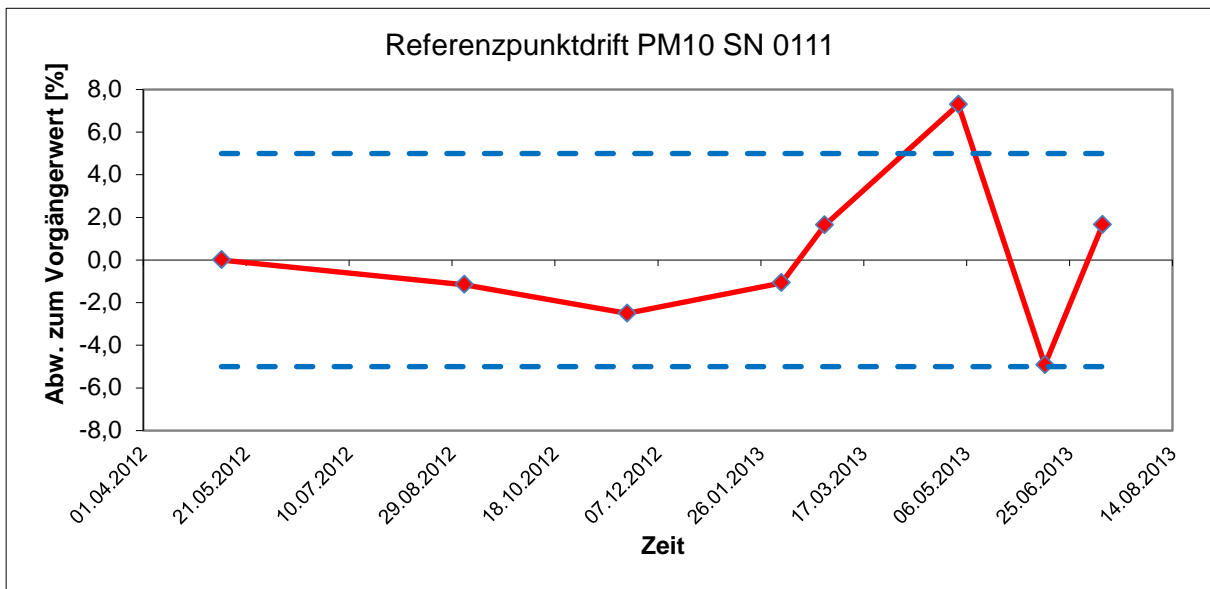


Abbildung 44: Drift des Messwertes SN 0111, Messkomponente PM₁₀

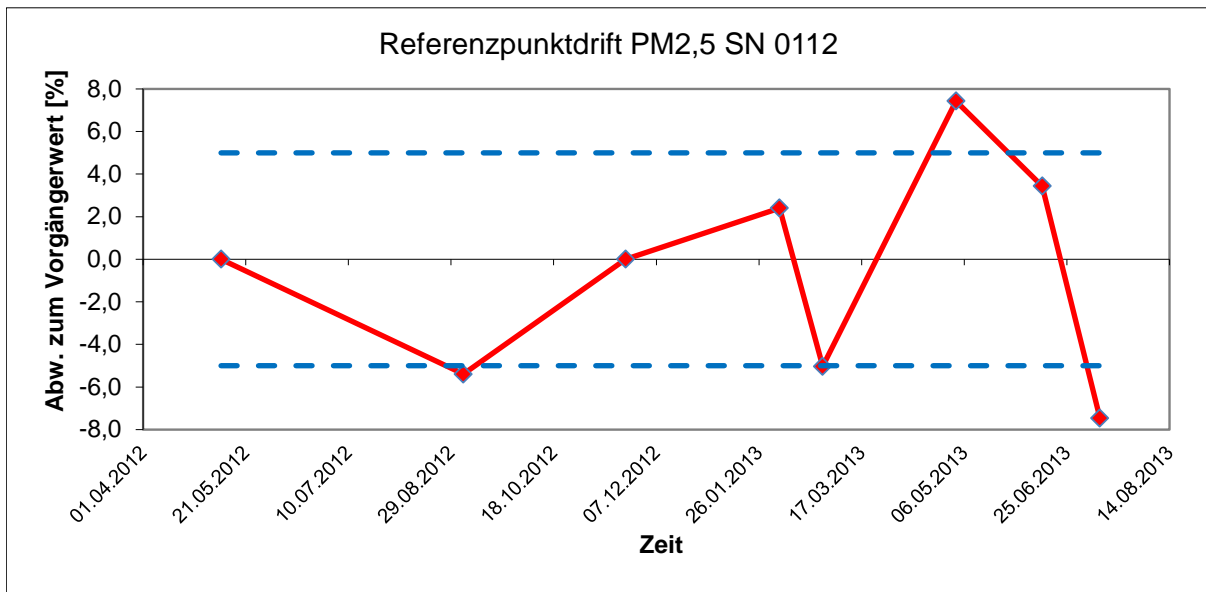


Abbildung 45: Drift des Messwertes SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}

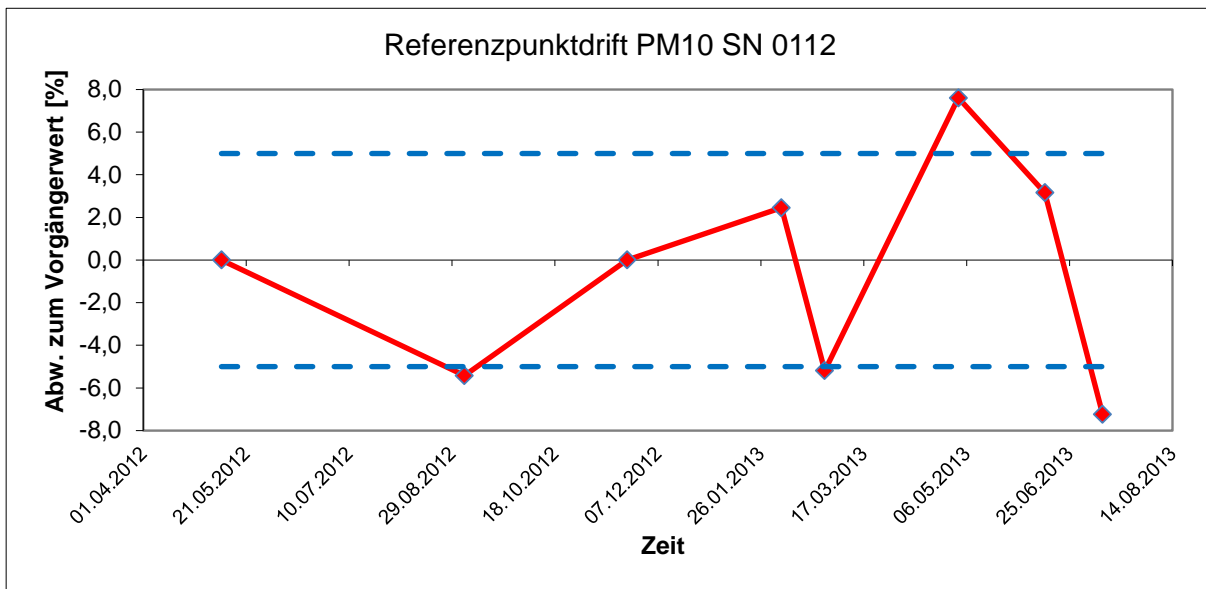


Abbildung 46: Drift des Messwertes SN 0112, Messkomponente PM₁₀



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 NO₂-Konzentration durch Verweilen im Messgerät

Bei NO_x-Messeinrichtungen darf der Anstieg der NO₂-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 PM₁₀-Probenahmesystem ist die Gleichwertigkeit zum Referenzverfahren nach DIN EN 12 341 [T5] nachzuweisen.

Für PM_{2,5}-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 PM₁₀ 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

SN 0111	Anzahl Messwertpaare N	Steigung m	Ordinaten abschnitt b	R²
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
SN 0112				
SN 0112	Anzahl Messwertpaare N	Steigung m	Ordinaten abschnitt b	R²
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

Testgerät	Anzahl Messwertpaare N	Steigung m	Ordinatenabschnitt b	R²
SN 0111	227	1,061	-1,295	0,97
SN 0112	227	1,025	-1,195	0,97

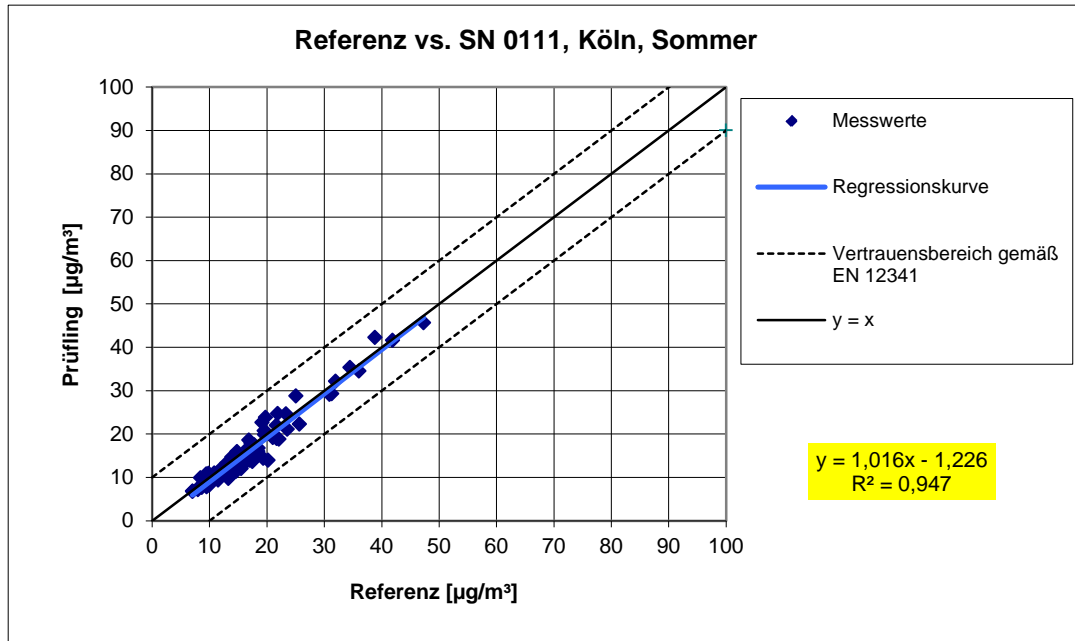


Abbildung 47: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0111, Standort Köln, Sommer

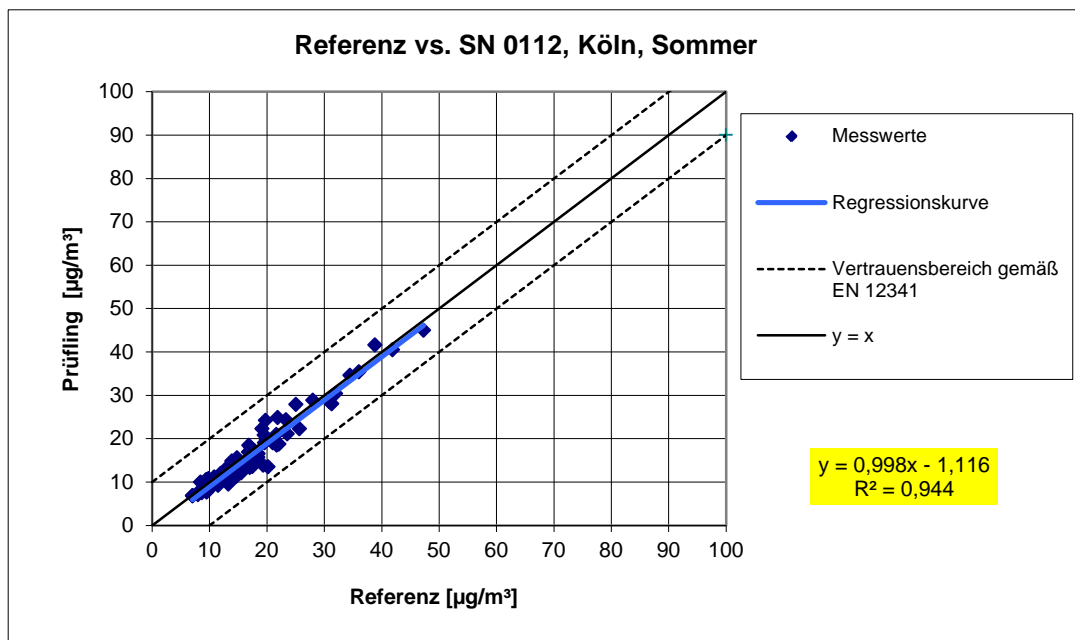


Abbildung 48: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0112, Standort Köln, Sommer

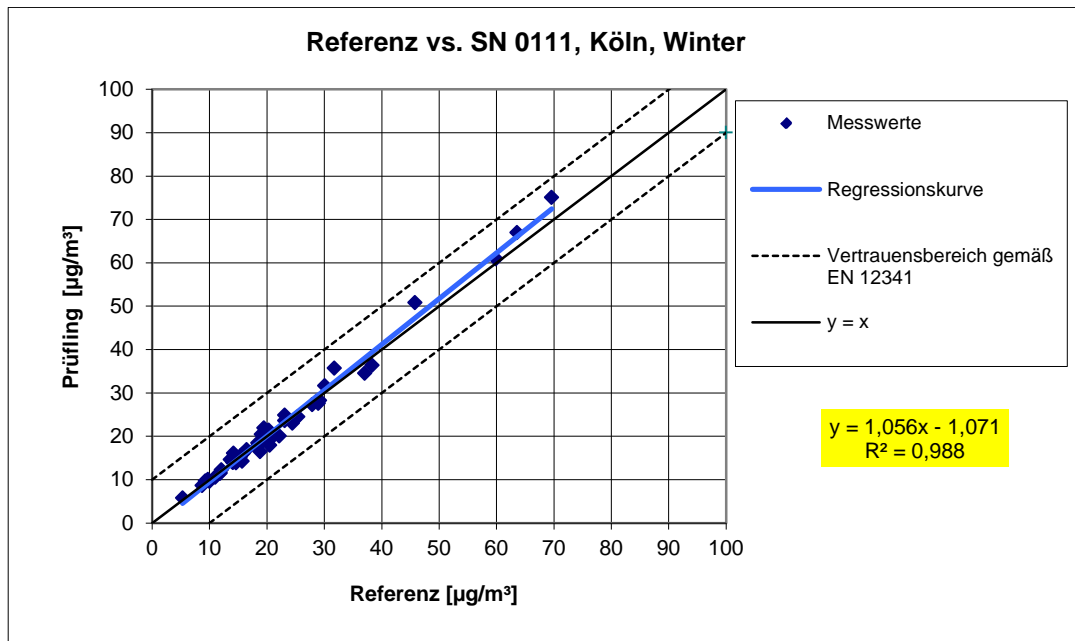


Abbildung 49: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0111, Standort Köln, Winter

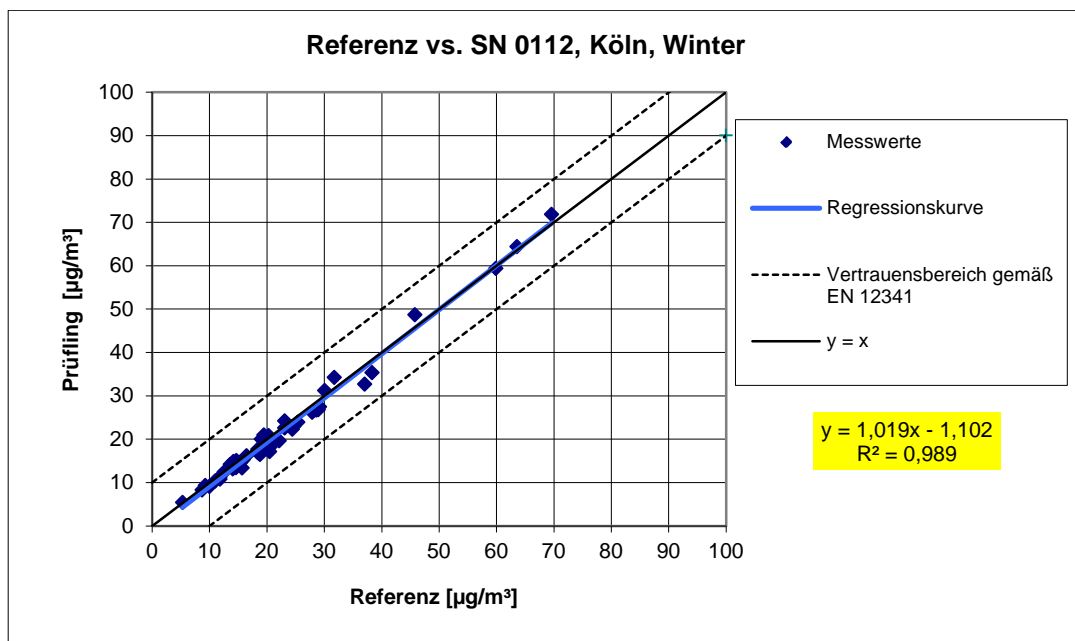


Abbildung 50: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0112, Standort Köln, Winter

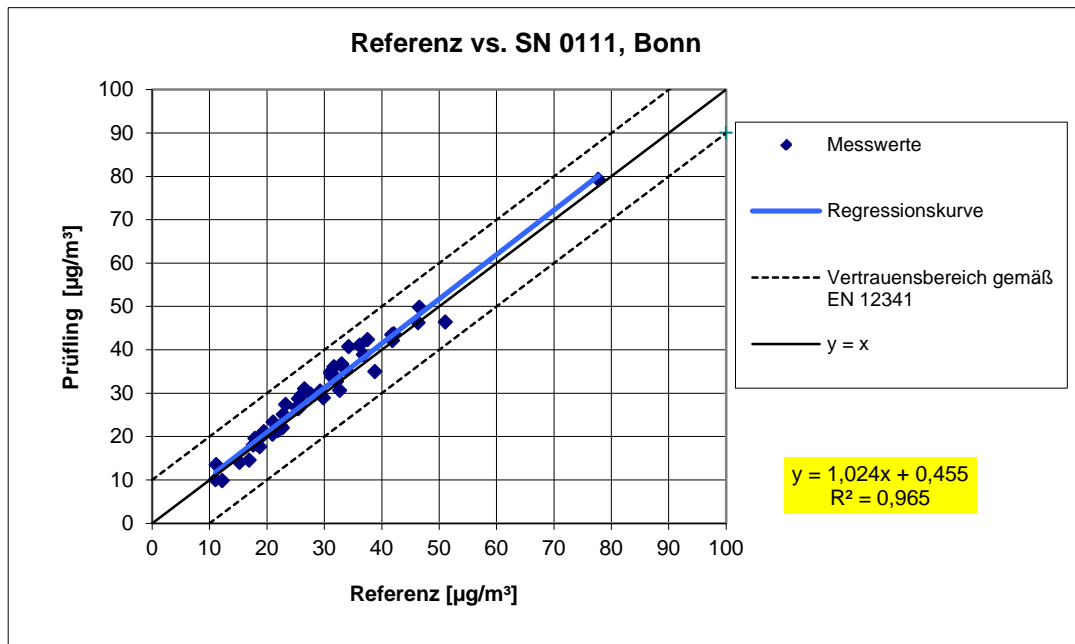


Abbildung 51: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0111, Standort Bonn, Winter

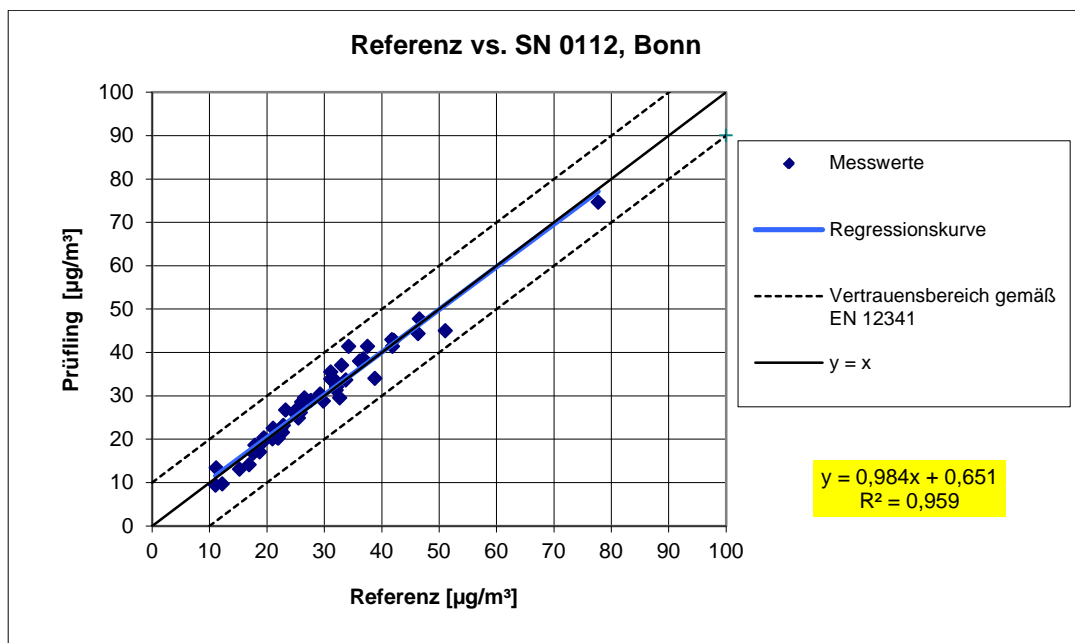


Abbildung 52: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0112, Standort Bonn, Winter

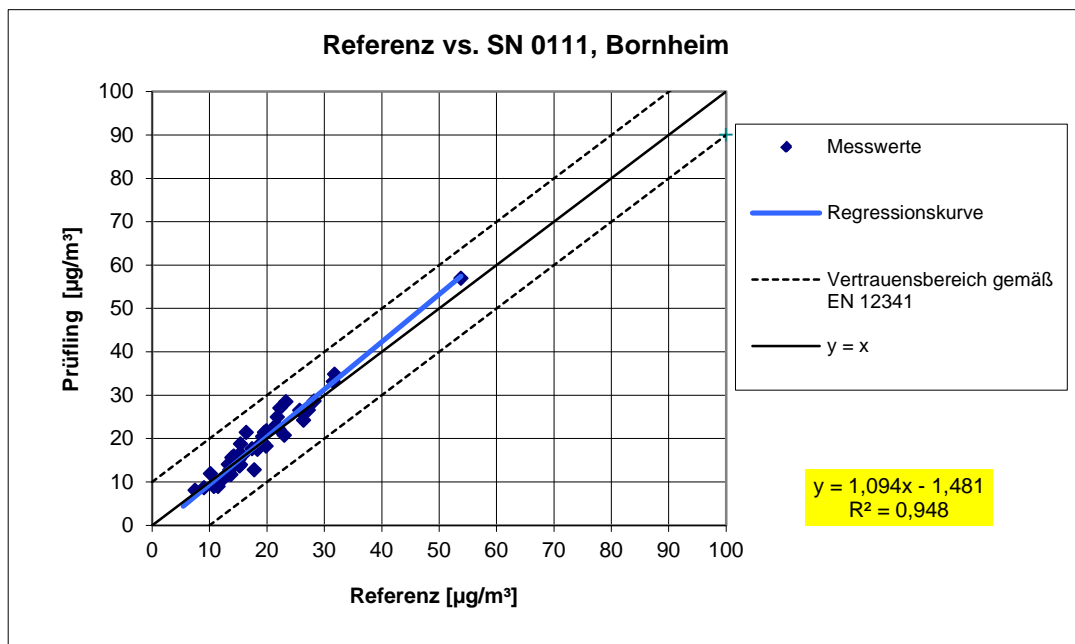


Abbildung 53: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0111, Standort Bornheim, Sommer

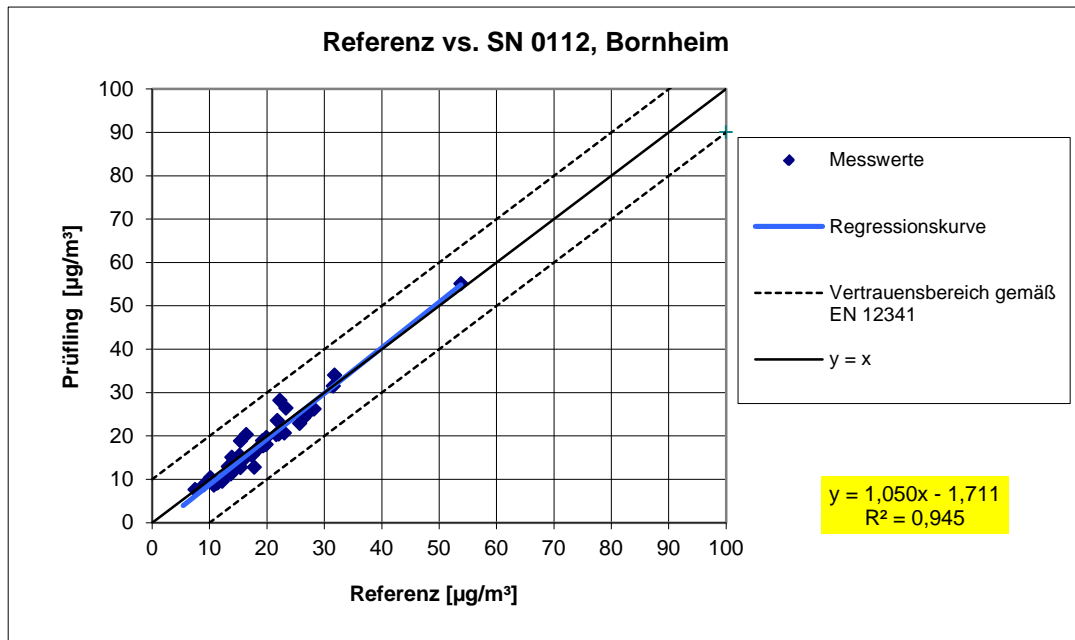


Abbildung 54: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0112, Standort Bornheim, Sommer

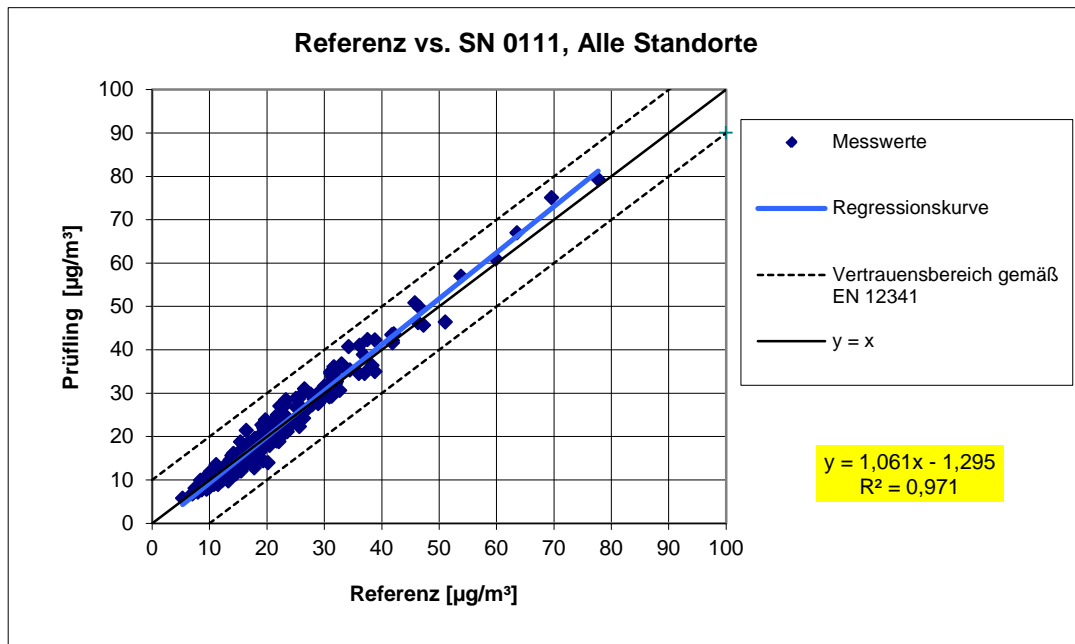


Abbildung 55: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0111, alle Standorte

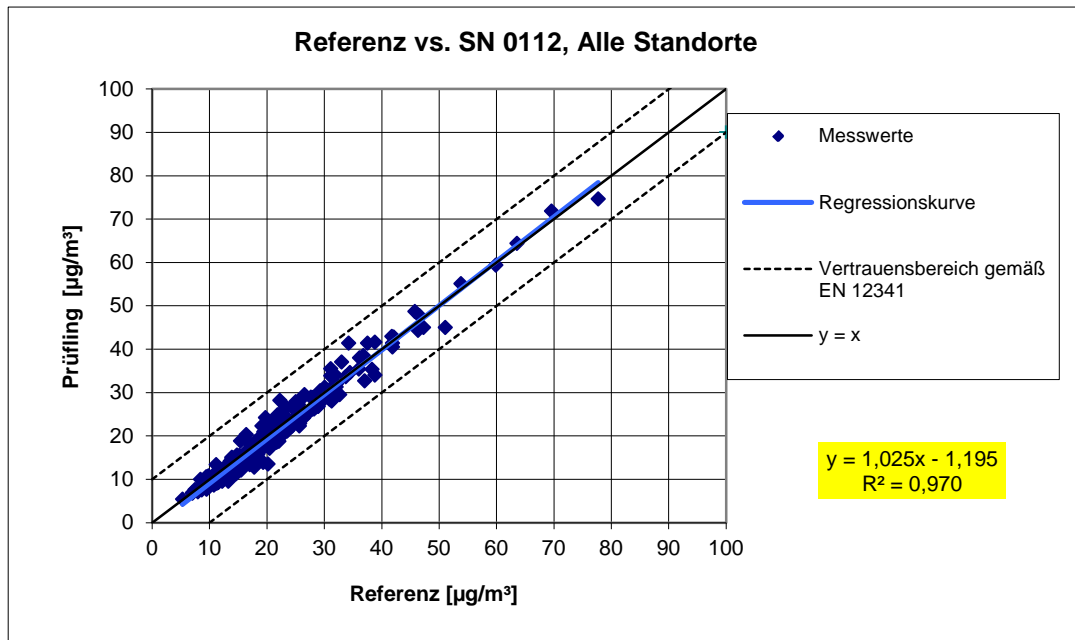


Abbildung 56: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 0112, alle Standorte

6.1 5.4.3 Vergleichbarkeit der Probenahmesysteme

Die PM₁₀-Probenahmesysteme zweier baugleicher Prüflinge müssen untereinander nach DIN EN 12 341 [T5] vergleichbar sein. Dies ist während der Feldprüfung nachzuweisen.

Für PM_{2,5}-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 PM₁₀ 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 CI₉₅ darf den Wert von 5 µg/m³ für Konzentrationsmittelwerte ≤ 100 µg/m³ und von 0,05 für Konzentrationsmittelwerte > 100 µg/m³ nicht überschreiten.

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

Es werden zunächst die Konzentrationsmittelwerte Y_i aus den parallel mit den beiden Testgeräten gemessenen Konzentrationswerten berechnet. Im Anschluss daran werden die Konzentrationsmittelwerte Y_i in zwei getrennte Datensätze gespalten:

- a) Datensatz mit Y_i ≤ 100 µg/m³ mit der Anzahl der Wertepaare n_≤ und
- b) Datensatz mit Y_i > 100 µg/m³ mit der Anzahl der Wertepaare n_>

zu a):

Aus den Wertepaaren des Datensatzes mit Y_i ≤ 100 µg/m³ wird die absolute Standardabweichung s_a berechnet:

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

Es wird der Studentfaktor t_{f_≤,0,975}, definiert als 0,975-Quantil des zweiseitigen 95%-Vertrauensbereichs der t-Verteilung nach Student mit f_≤ = n_≤ - 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

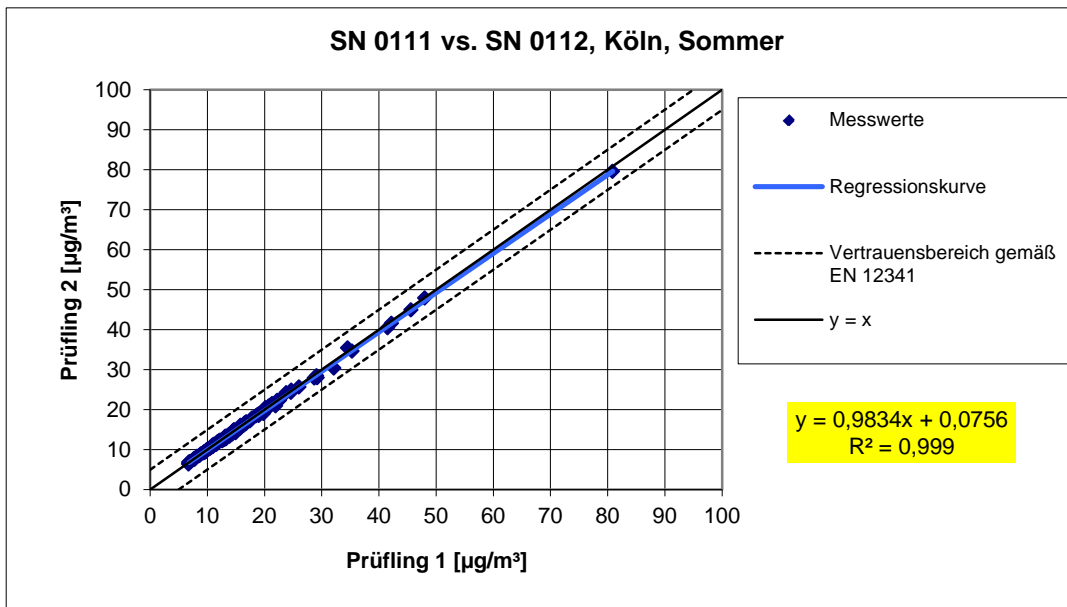


Abbildung 57: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Standort Köln, Sommer

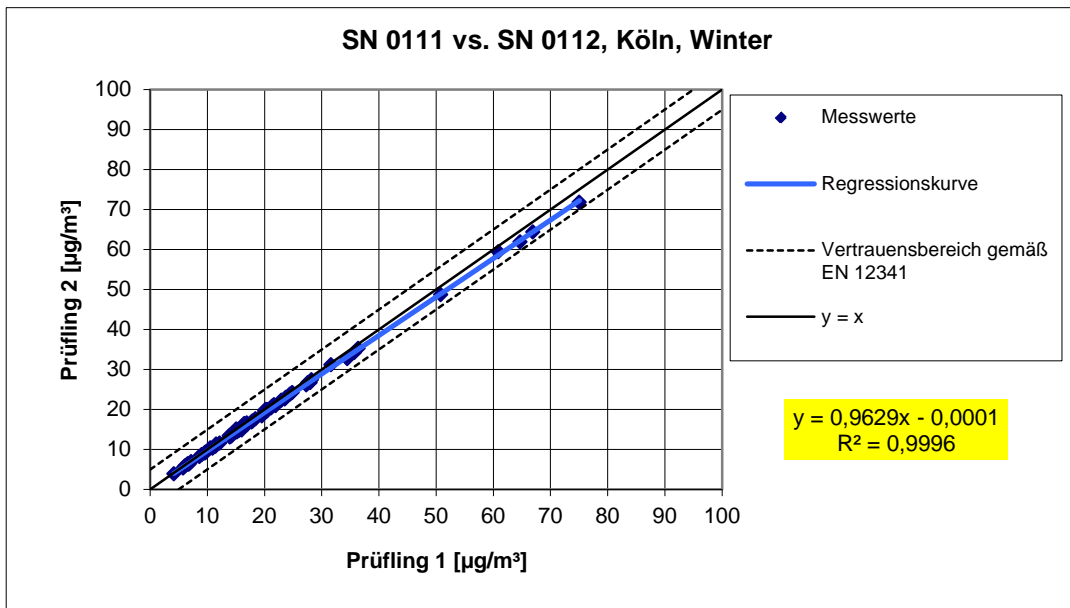


Abbildung 58: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Standort Köln, Winter

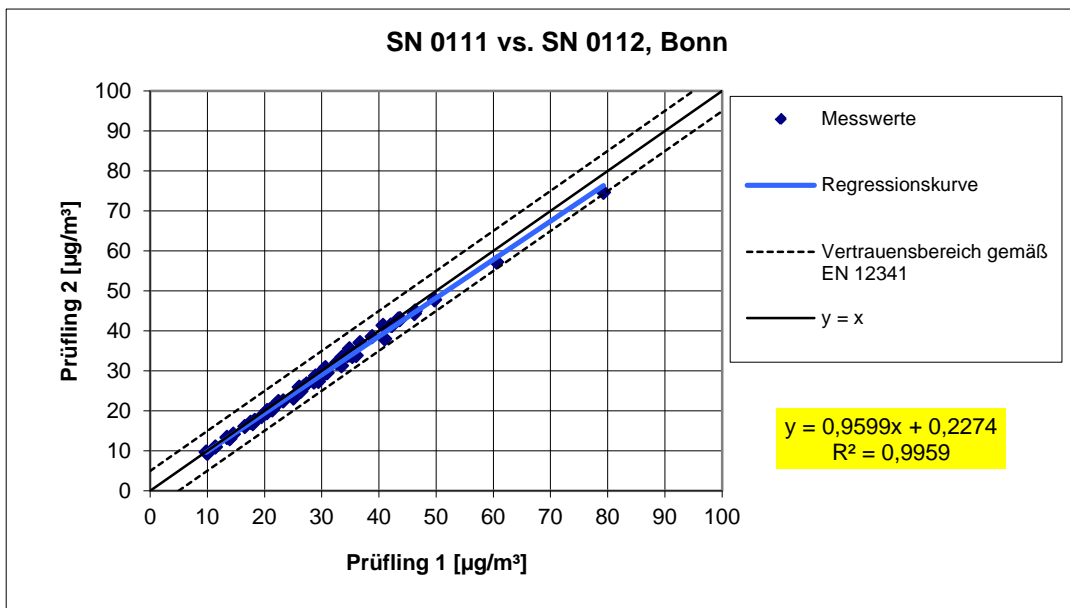


Abbildung 59: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Standort Bonn, Winter

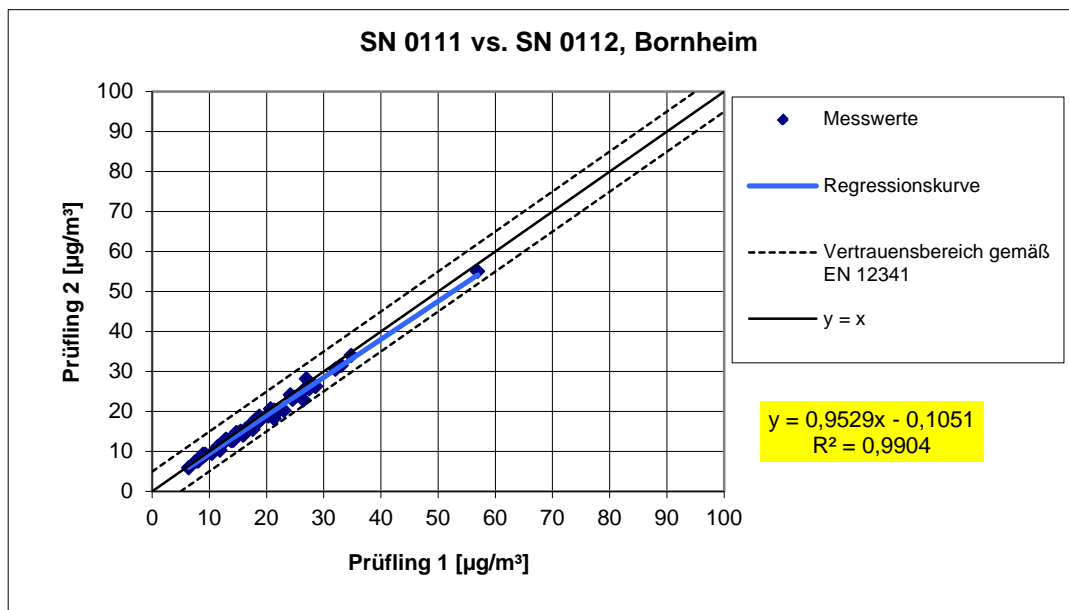


Abbildung 60: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Standort Bornheim, Sommer

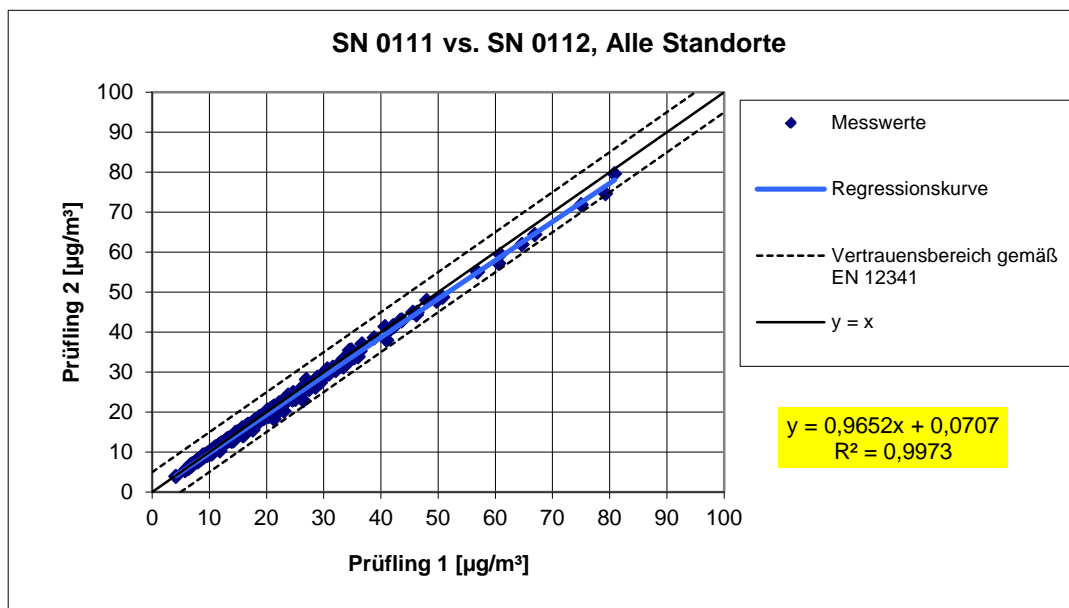


Abbildung 61: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, alle Standorte



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 PM₁₀:

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 PM₁₀

Geräte-Nr.	Kalibrierfunktion		Analysenfunktion	
	Y = m * x + b		x = 1/m * y - b/m	
	m	b	1/m	b/m
	µg/m ³ / µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³ / µg/m ³	µg/m ³
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_{2,5}:

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_{2,5}

Geräte-Nr.	Kalibrierfunktion		Analysenfunktion	
	Y = m * x + b		x = 1/m * y - b/m	
	m	b	1/m	b/m
	µg/m ³ / µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³ / µg/m ³	µg/m ³
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_{2,5} = 25 µg/m³

10 % von JGW = 2,5 µg/m³

Jahresgrenzwert PM₁₀ = 40 µg/m³

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 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 PM₁₀

Feldtest, Tage mit relativer Feuchte >70 %				
		Referenz	SN 0111	SN 0112
Mittelwert	µg/m ³	20,2	19,7	19,1
Abweichung zu Mittelwert Referenz in µg/m ³	µg/m ³	-	-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_{2,5}

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 ³
		erlaubte Unsicherheit	25	%
Alle Standorte, rF>70%				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,52	µg/m ³		
	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 PM₁₀

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 ³ %
Alle Standorte, rF>70%				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,60			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,67			µg/m ³
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	117		116	
Steigung b	1,045		1,004	
Unsicherheit von b	0,012		0,012	
Achsabschnitt a	-0,848		-0,735	
Unsicherheit von a	0,296		0,291	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	8,44	%	6,51 %	

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[®] 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[®] 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 ± 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 ± 3 % vom Sollwert.

Alle ermittelten Tagesmittelwerte weichen weniger als ± 3 %, alle Momentanwerte weniger als ± 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

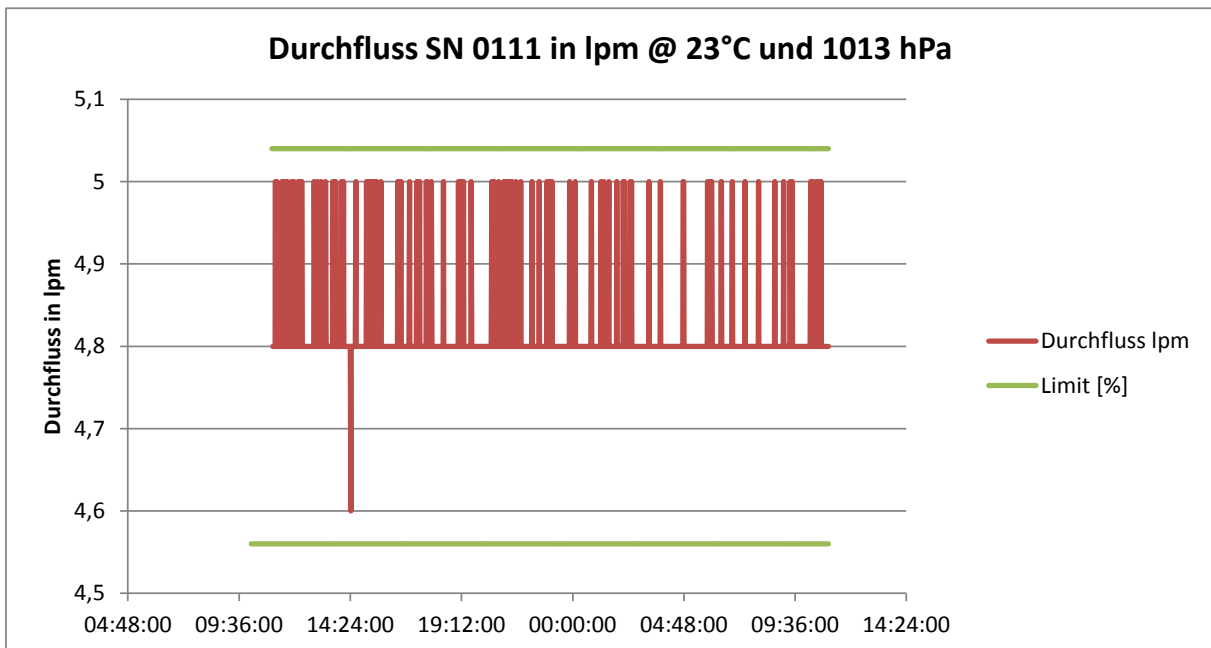


Abbildung 62: Durchfluss am Testgerät SN 0111

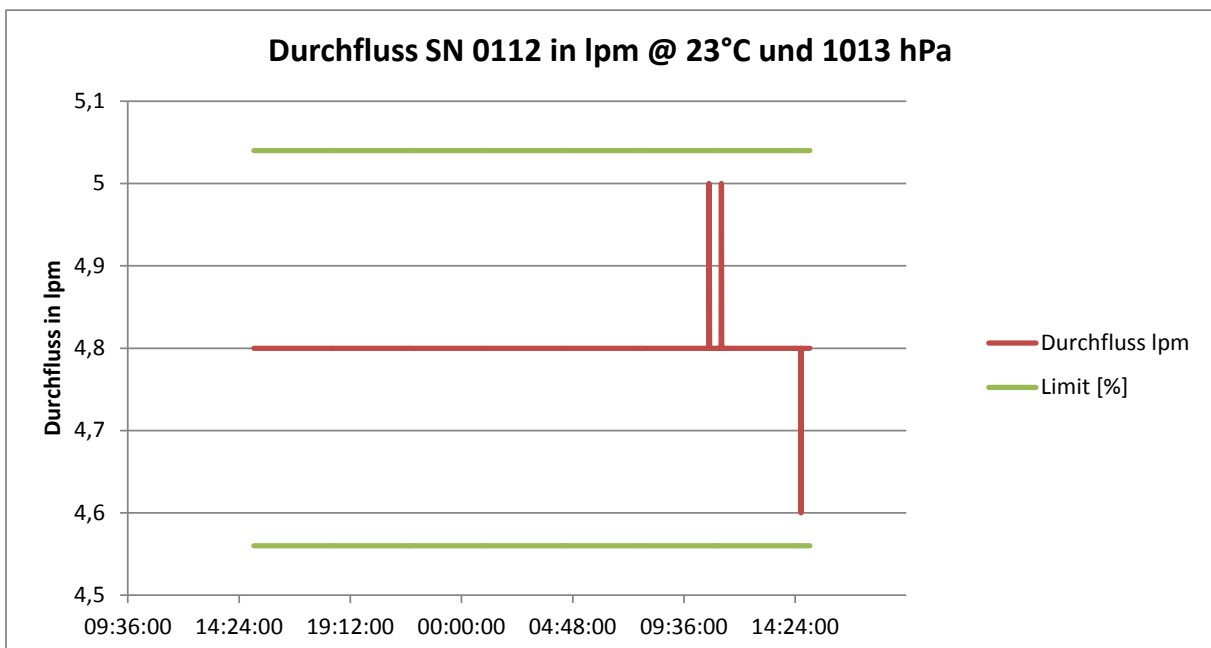


Abbildung 63: Durchfluss am Testgerät SN 0112

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® 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 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 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_{CM}) wird berechnet bei $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für 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 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_{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_{2,5}-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 PM₁₀ 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_{2,5} und PM₁₀ 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_{2,5} liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 17 µg/m³, für PM₁₀ bei 28 µg/m³.

Es wurden für jede Vergleichskampagne mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (4 Vergleiche, für PM₁₀: 229 valide Messwertpaare für SN 0111, 229 valide Messwertpaare für SN 0112; für PM_{2,5}: 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/m³ für PM_{2,5} sowie insgesamt 20,3 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 28 µg/m³ für PM₁₀. 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/m³ liegen. Eine Unsicherheit über 2,5 µg/m³ 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 ≥ 18 µg/m³ für PM_{2,5} (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten ≥ 30 µg/m³ für PM₁₀ (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/m³ für PM_{2,5} (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten < 30 µg/m³ für PM₁₀ (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

6.5 Bewertung

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} liegt mit maximal 0,84 µg/m³ für PM_{2,5} und mit maximal 1,17 µg/m³ für PM₁₀ unterhalb des geforderten Wertes von 2,5 µg/m³.

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_{2,5}

Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit u_{bs}
SN			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
0111 / 0112	Alle Standorte	285	0,48
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			
0111 / 0112	Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	54	0,84
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 PM₁₀

Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit u_{bs}
SN			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
0111 / 0112	Alle Standorte	285	0,67
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			
0111 / 0112	Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	54	1,17
0111 / 0112	Werte $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	171	0,58

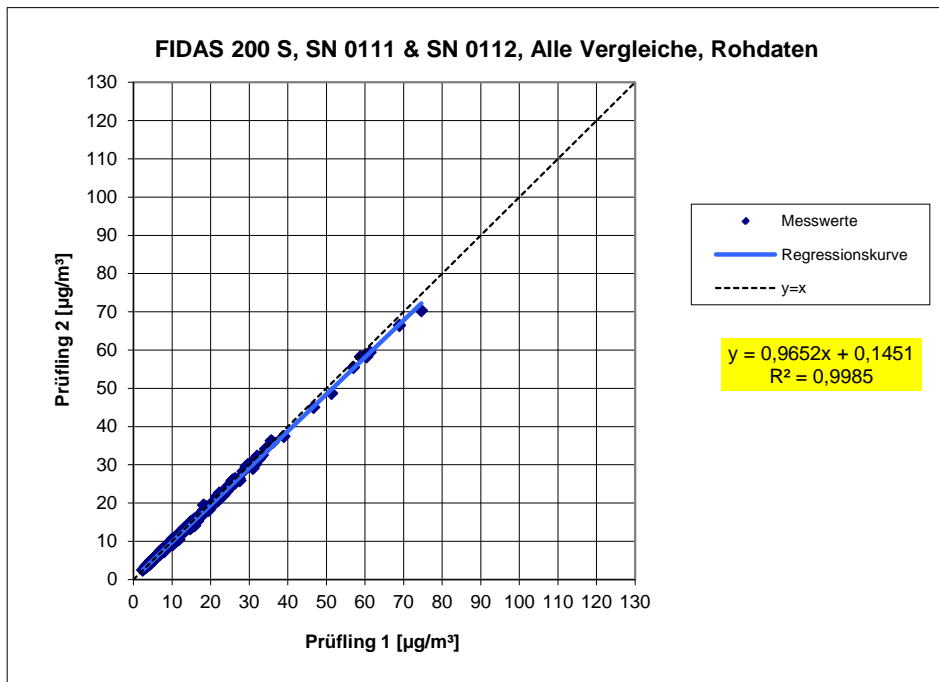


Abbildung 64: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte

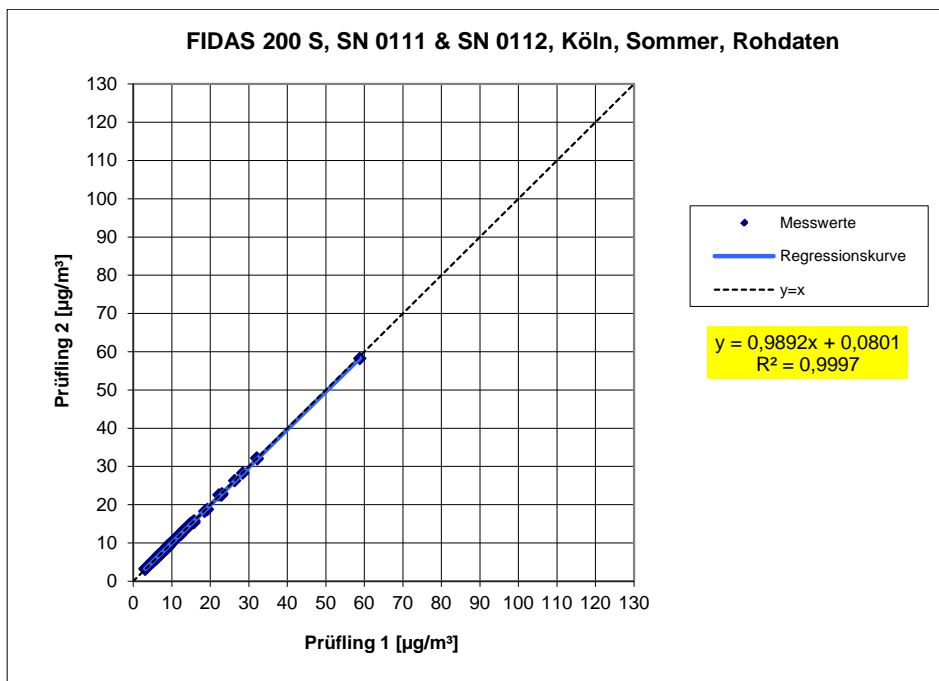


Abbildung 65: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Standort Köln, Sommer

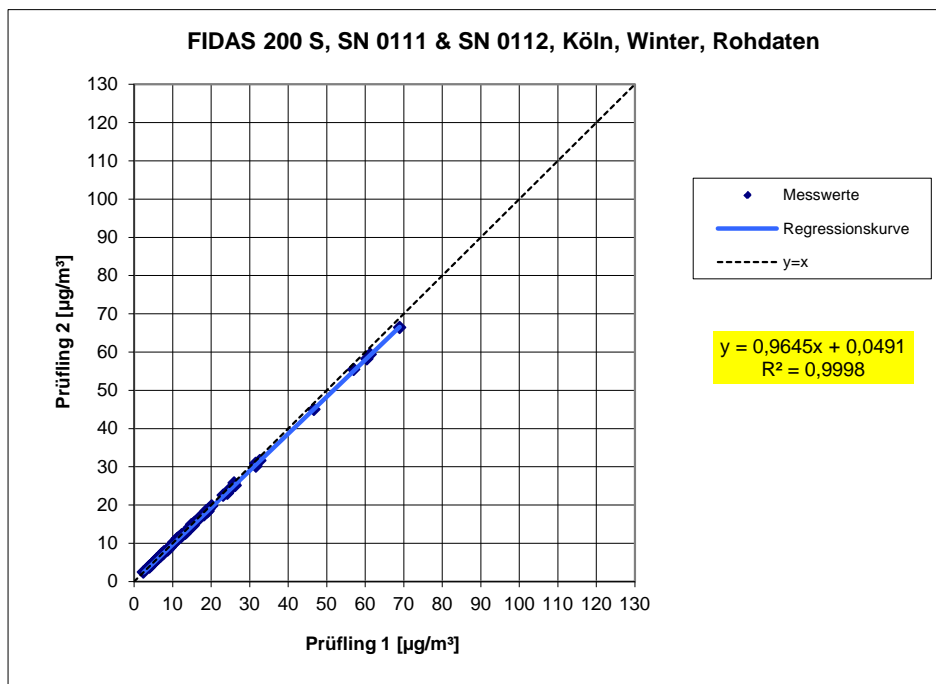


Abbildung 66: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Standort Köln, Winter

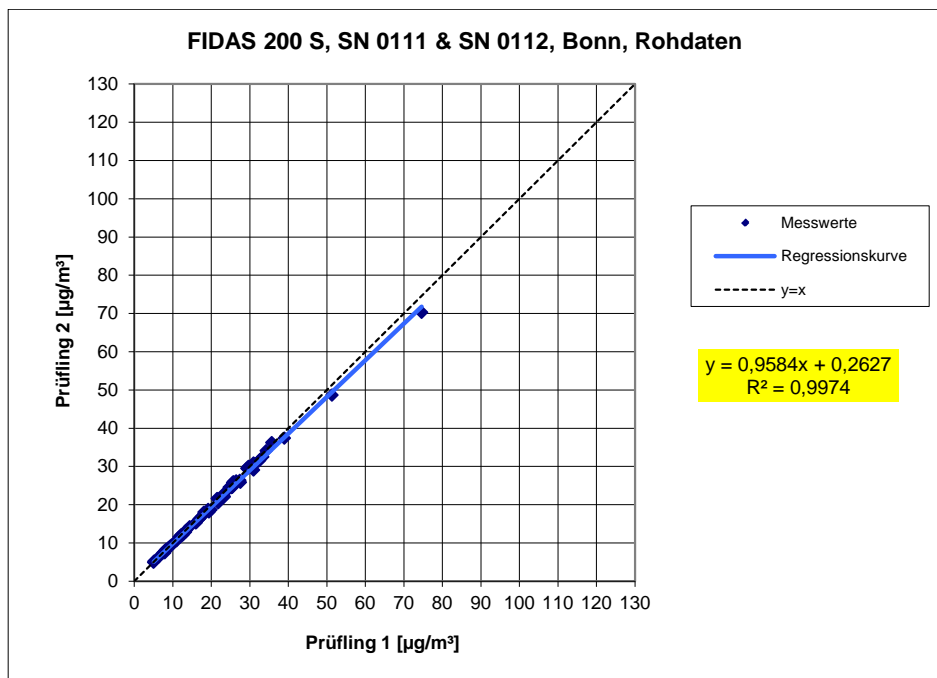


Abbildung 67: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Standort Bonn, Winter

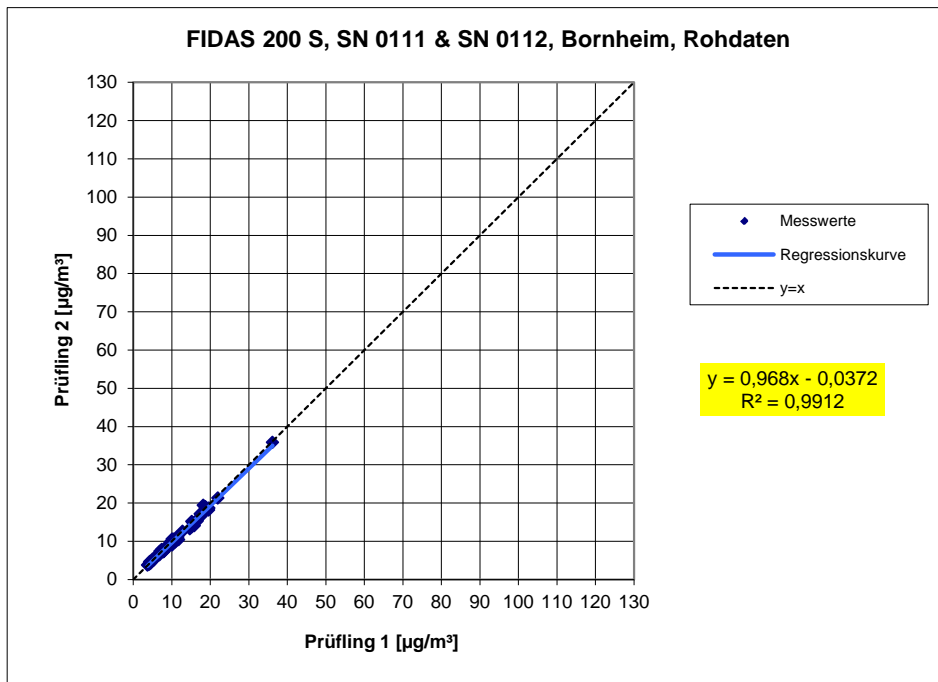


Abbildung 68: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Standort Bornheim, Sommer

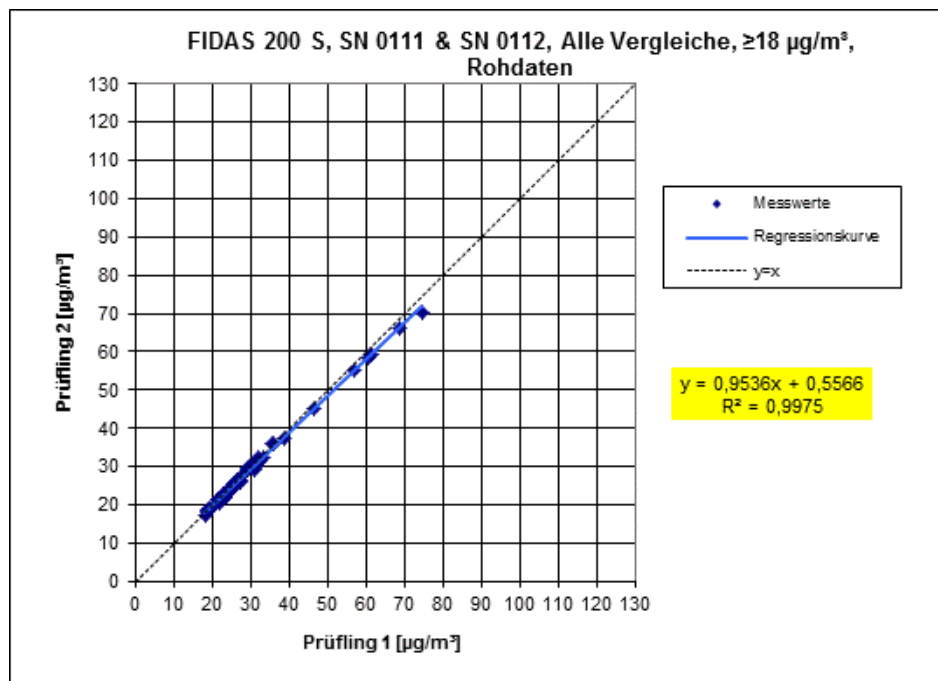


Abbildung 69: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte, Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$

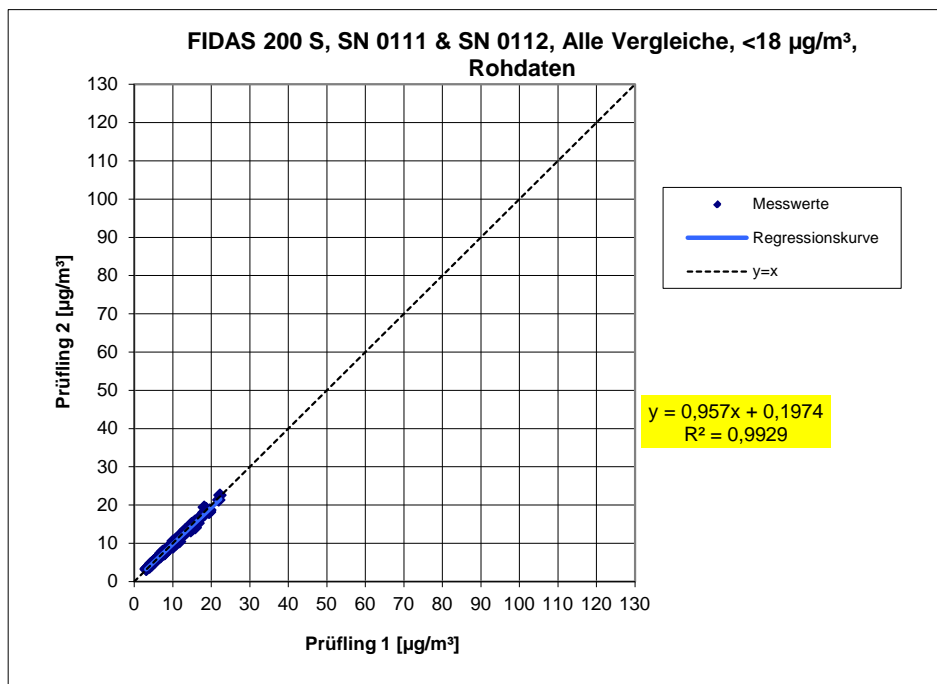


Abbildung 70: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte, Werte < 18 µg/m³

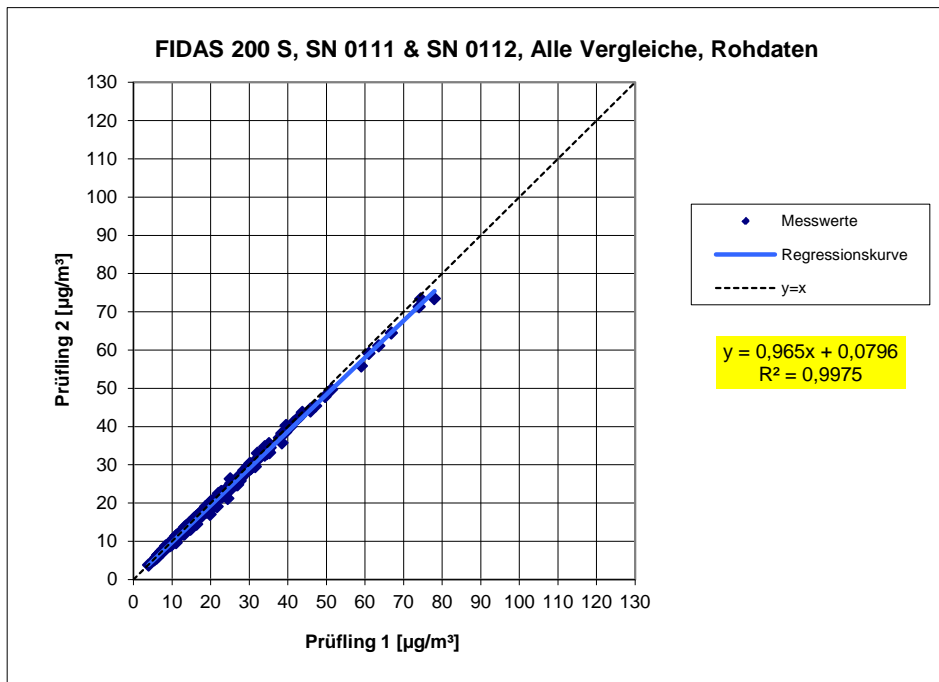


Abbildung 71: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM₁₀, alle Standorte

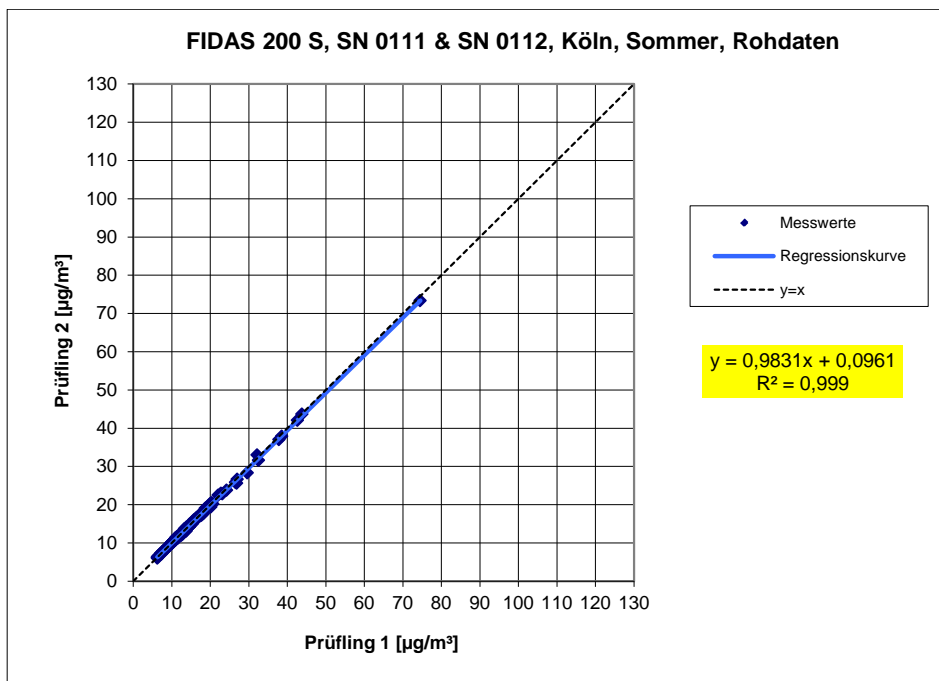


Abbildung 72: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Standort Köln, Sommer

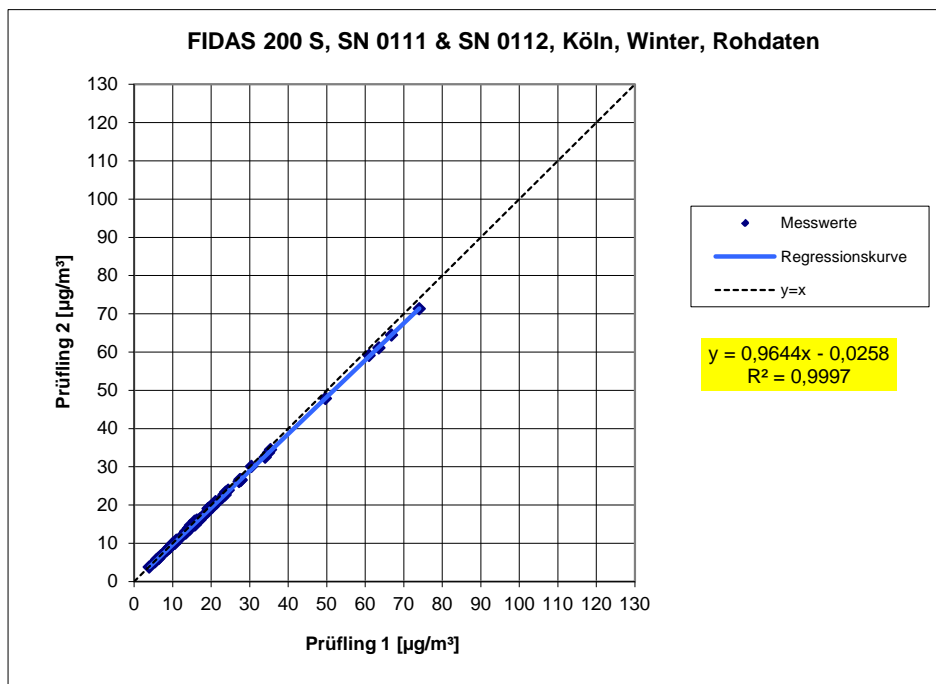


Abbildung 73: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Standort Köln, Winter

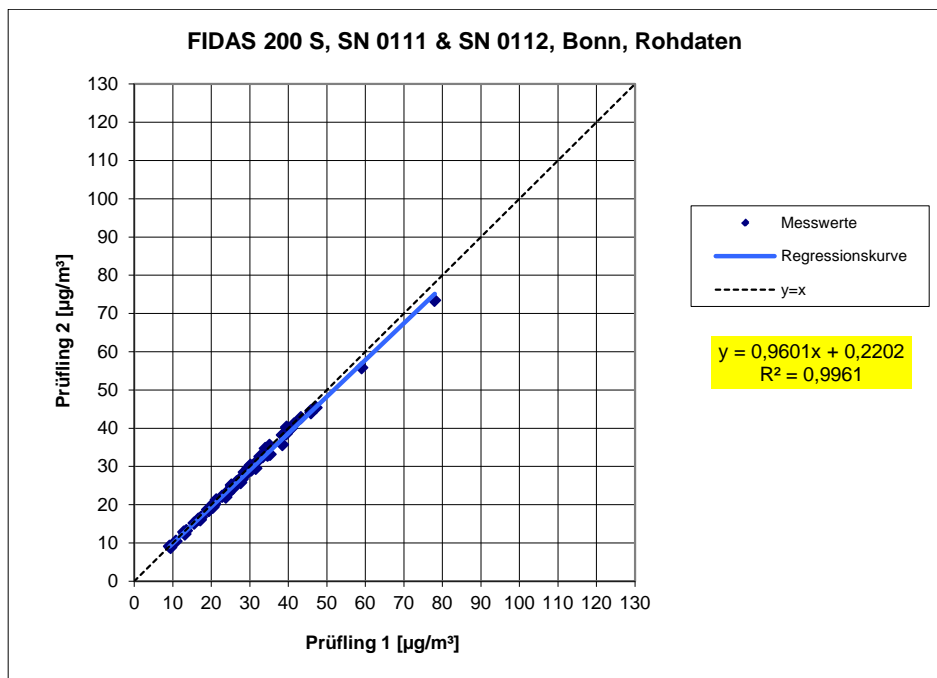


Abbildung 74: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Standort Bonn, Winter

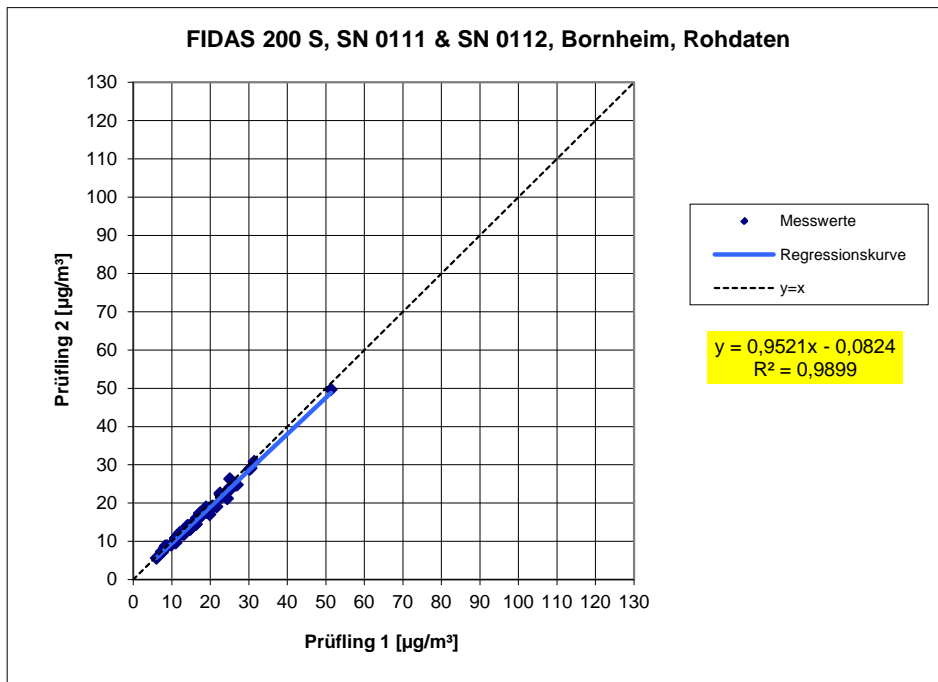


Abbildung 75: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Standort Bornheim, Sommer

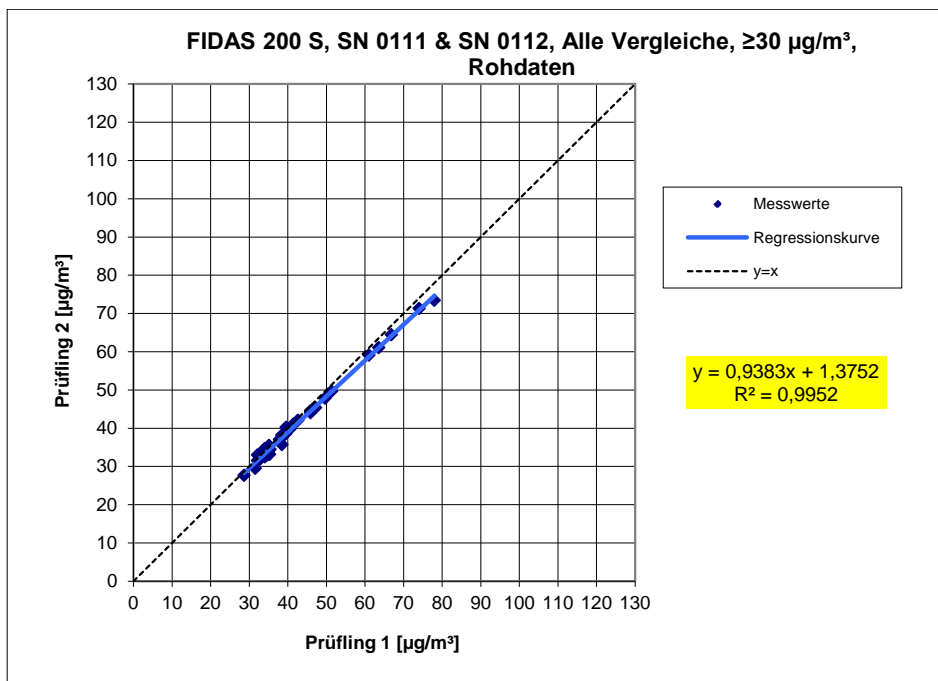


Abbildung 76: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM₁₀, alle Standorte, Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

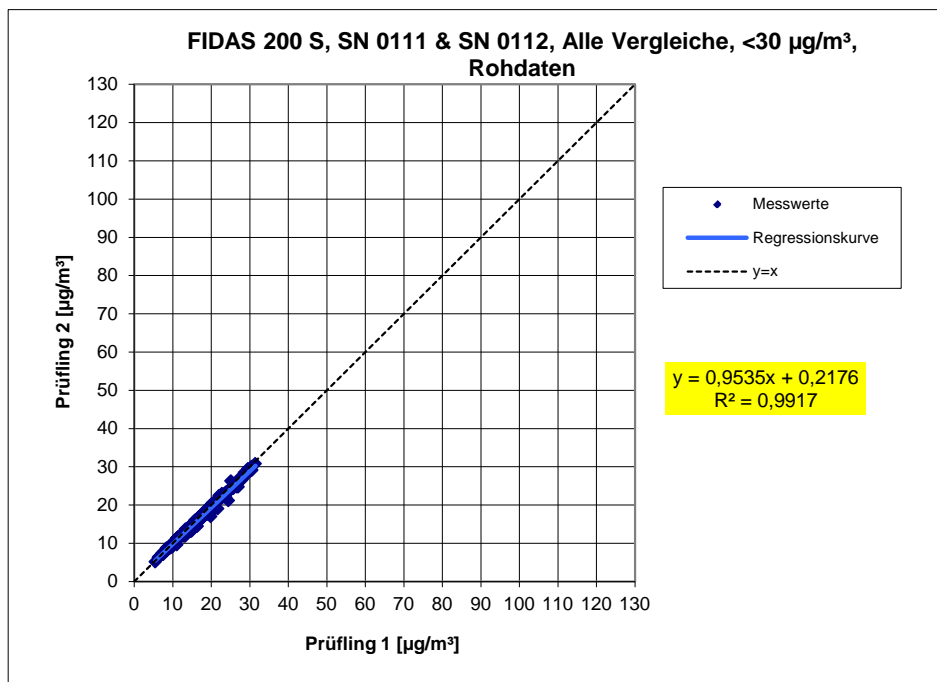


Abbildung 77: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM₁₀, alle Standorte, Werte < 30 µg/m³

6.1 5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge

Bei der Prüfung von PM_{2,5}-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 PM₁₀ 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_{2,5} und PM₁₀ 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_{2,5} liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 17 µg/m³, für PM₁₀ bei 28 µg/m³.

Es wurden für jede Vergleichskampagne mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (4 Vergleiche, für PM₁₀: 229 valide Messwertpaare für SN 0111, 229 valide Messwertpaare für SN 0112; für PM_{2,5}: 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/m³ für PM_{2,5} sowie insgesamt 20,3 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 28 µg/m³ für PM₁₀. 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 ≤ 2 µg/m³ 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 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 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_{2,5} und PM₁₀. 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_{2,5}

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 %
Alle Vergleiche		
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,48	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
SN 0111 & SN 0112		
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_{CM}	16,84	%
Alle Vergleiche, $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Referenz	0,63	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,84	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
SN 0111 & SN 0112		
Anzahl Wertepaare	54	
Steigung b	1,046	
Unsicherheit von b	0,025	
Achsabschnitt a	0,458	
Unsicherheit von a	0,769	
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	18,34	%
Alle Vergleiche, $< 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Referenz	0,57	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,33	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
SN 0111 & SN 0112		
Anzahl Wertepaare	171	
Steigung b	1,198	
Unsicherheit von b	0,032	
Achsabschnitt a	-1,482	
Unsicherheit von a	0,327	
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	31,33	%

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 ³
		erlaubte Unsicherheit	25	%
Köln, Sommer				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,66	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,12	µg/m ³		
	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 _{CM}	20,11	%	20,13	%
Köln, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,54	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,55	µg/m ³		
	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 _{CM}	17,05	%	11,42	%
Bonn				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,70	µg/m ³		
	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 _{CM}	21,21	%	16,63	%
Bornheim				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,42	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,50	µg/m ³		
	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 _{CM}	35,02	%	29,11	%
Alle Vergleiche, ≥18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,63	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,84	µg/m ³		
	SN 0111		SN 0112	
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	%
Alle Vergleiche, <18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,57	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,33	µg/m ³		
	SN 0111		SN 0112	
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	%
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,48	µg/m ³		
	SN 0111		SN 0112	
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[®] 200 S für PM₁₀

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 ³
		erlaubte Unsicherheit	25	%
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,67			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
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 _{CM}	9,11			%
Alle Vergleiche, ≥30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,67			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,17			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	35			
Steigung b	1,005			
Unsicherheit von b	0,038			
Achsabschnitt a	0,746			
Unsicherheit von a	1,619			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	11,09			%
Alle Vergleiche, <30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,61			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,58			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	192			
Steigung b	1,085			
Unsicherheit von b	0,022			
Achsabschnitt a	-1,979			
Unsicherheit von a	0,386			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	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	µg/m³
		erlaubte Unsicherheit	25	%
Köln, Sommer				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,90			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 _{CM}	6,98	%	6,56	%
Köln, Winter				
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 _{CM}	9,66	%	5,53	%
Bonn				
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 _{CM}	11,98	%	9,29	%
Bornheim				
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 _{CM}	19,05	%	10,63	%
Alle Vergleiche, ≥30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,67			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,17			µg/m³
	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	%
Alle Vergleiche, <30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,61			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,58			µg/m³
	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	%
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,67			µg/m³
	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 µg/m³.
 - Kriterium 2: Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ist kleiner als 2,5 µg/m³.
 - Kriterium 3: Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten ist kleiner als 2,0 µg/m³.
 - 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 PM_{2,5} sowie PM₁₀ 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_{CM} am Standort „Bornheim, Sommer“ sowie aufgrund der ermittelten Signifikanz eine Korrektur der Steigung und des Achsabschnitts für PM_{2,5} erfolgen. Für PM₁₀ muss gemäß Tabelle 47 aufgrund der ermittelten Signifikanz ebenfalls eine Korrektur der Steigung und des Achsabschnitts für PM₁₀ erfolgen. Es ist an dieser Stelle zu beachten, dass die ermittelten Unsicherheiten W_{CM} für PM₁₀ auch ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit W_{dqo} von 25 % für Feinstaub liegen.

Für PM_{2,5}:

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 PM₁₀:

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_{2,5}, was wiederum eine jährliche Überprüfung an 4 Messorten erfordern würde sowie 9,1 % für PM₁₀, 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_{2,5}

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 PM₁₀

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 $< 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

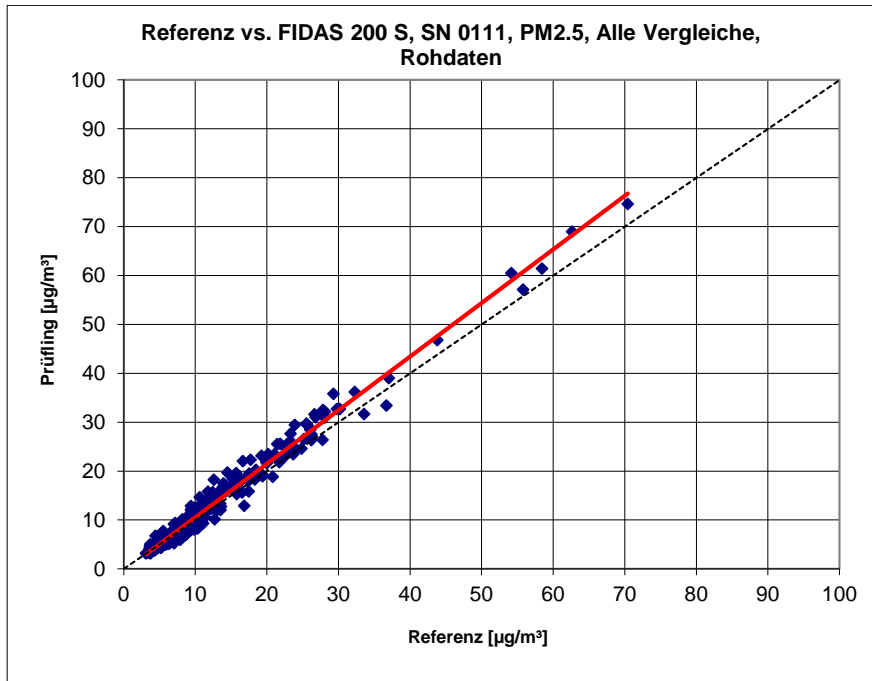


Abbildung 78: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte

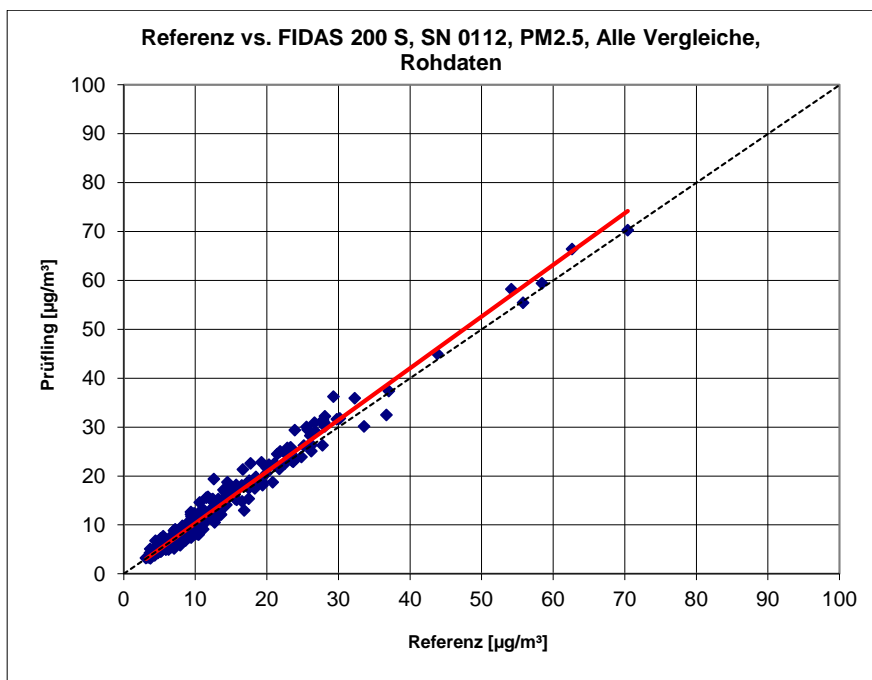


Abbildung 79: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte

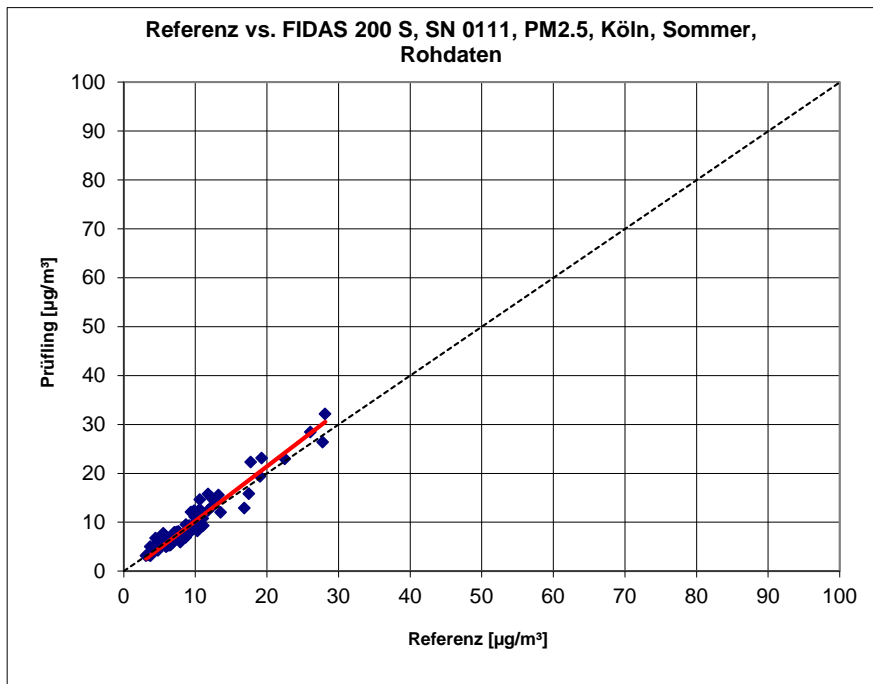


Abbildung 80: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM_{2,5}, Köln, Sommer

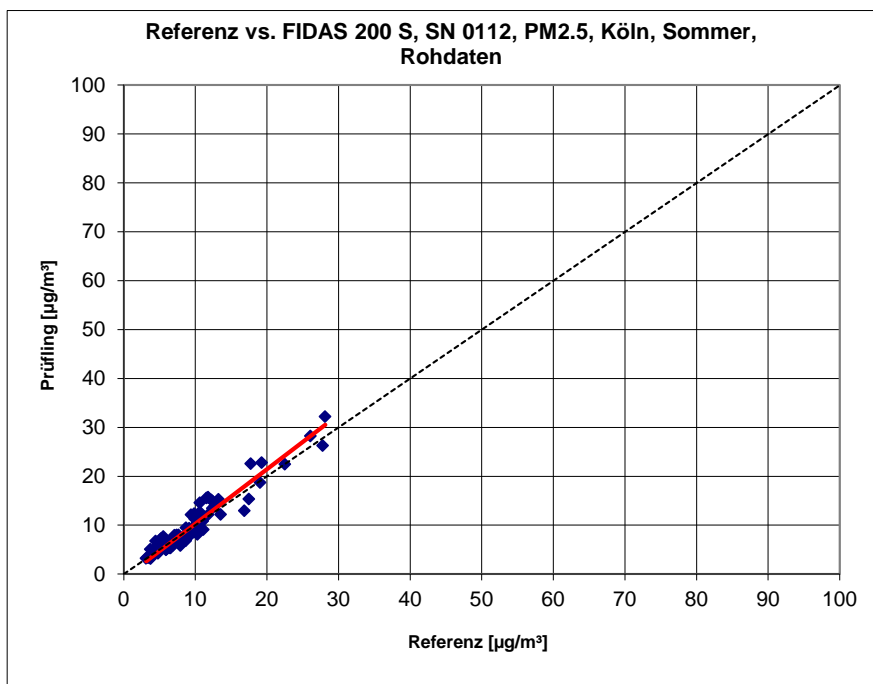


Abbildung 81: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Köln, Sommer

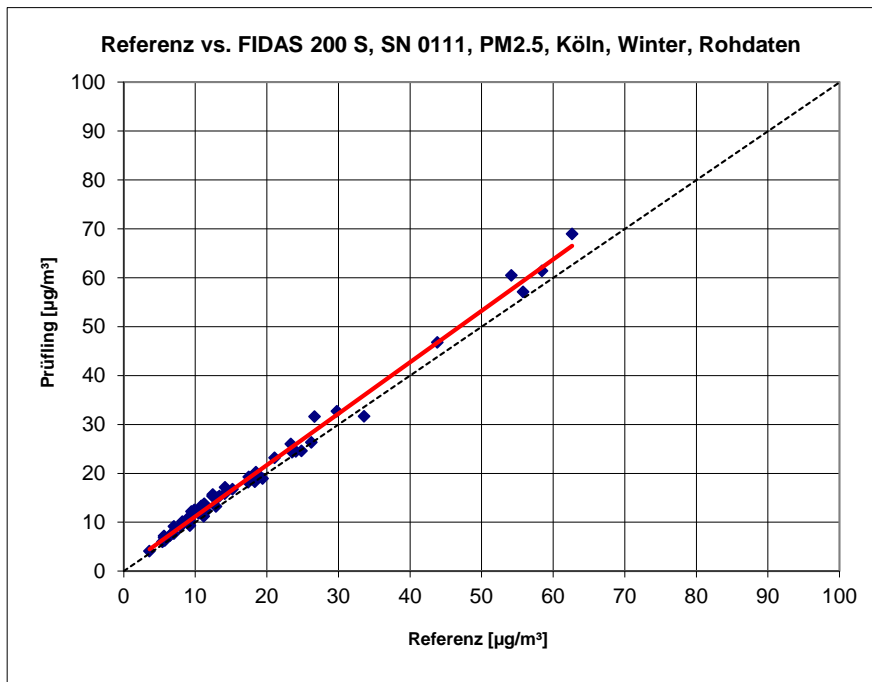


Abbildung 82: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM_{2,5}, Köln, Winter

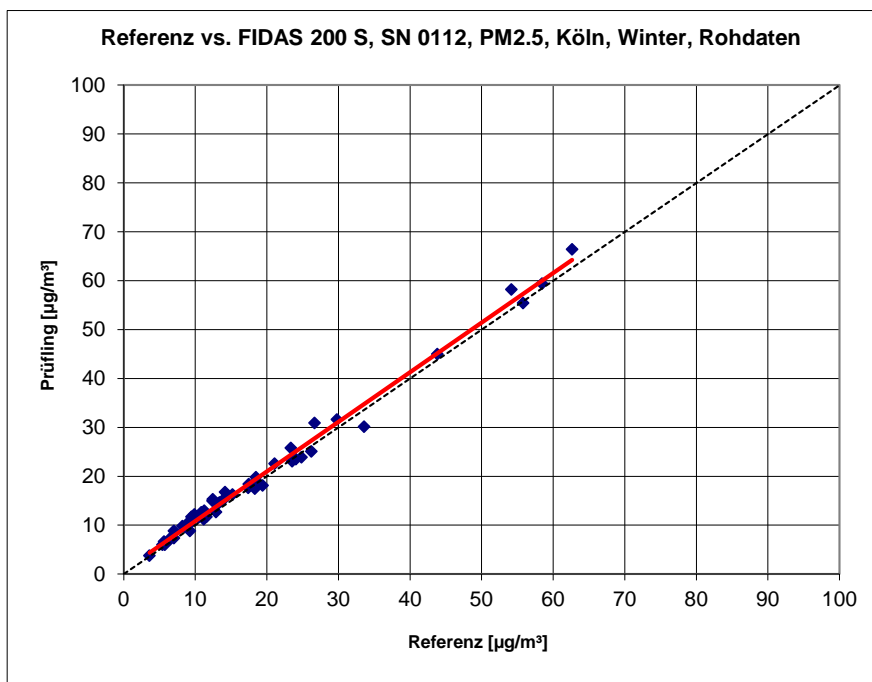


Abbildung 83: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Köln, Winter

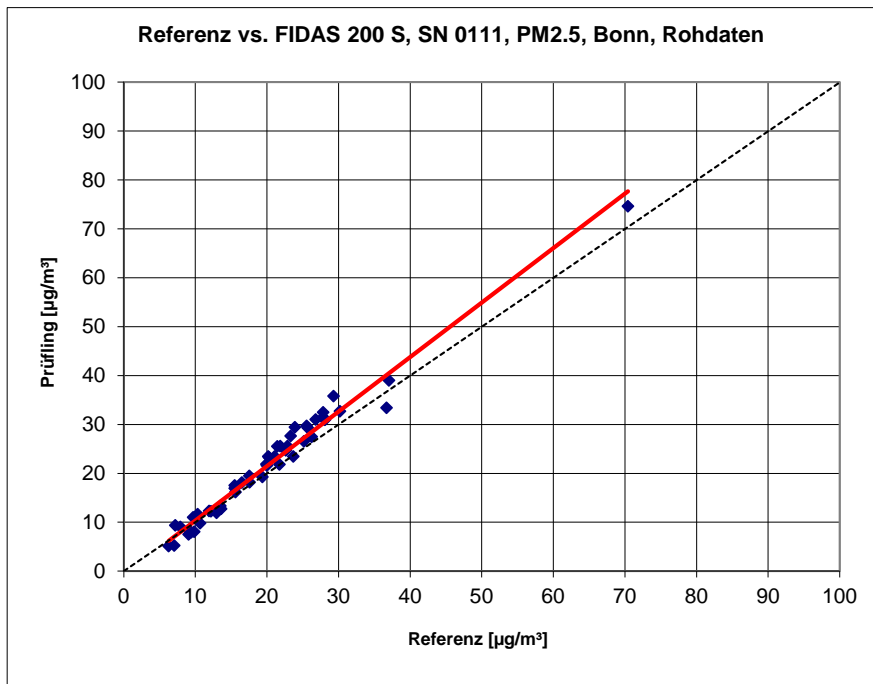


Abbildung 84: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM_{2,5}, Bonn, Winter

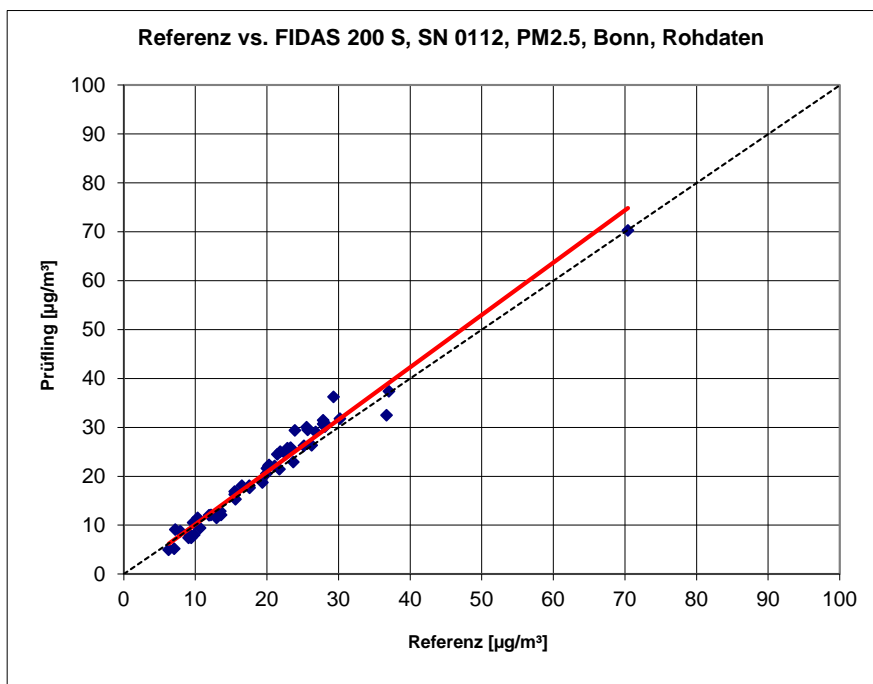


Abbildung 85: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Bonn, Winter

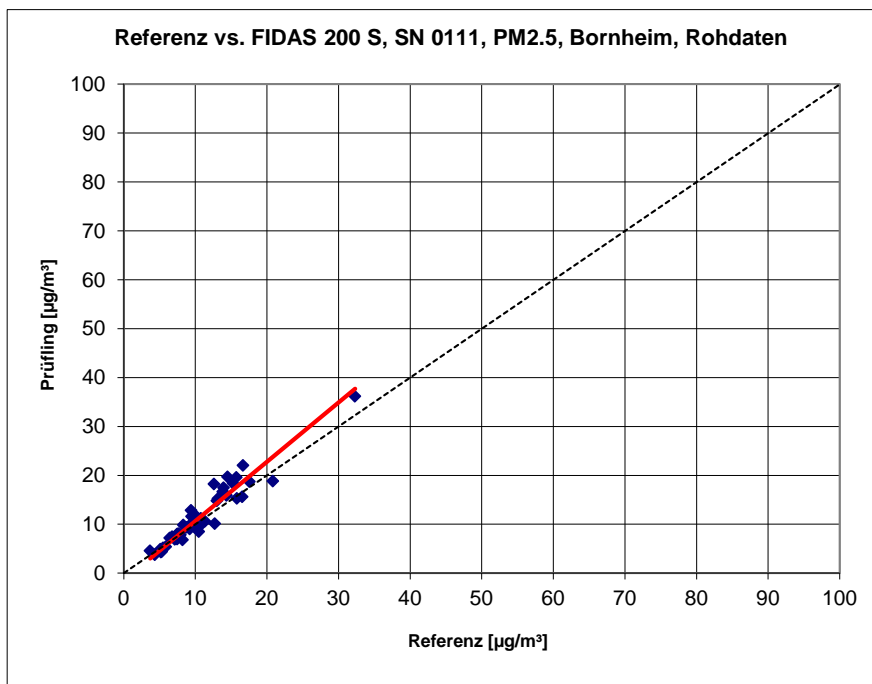


Abbildung 86: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM_{2,5}, Bornheim, Sommer

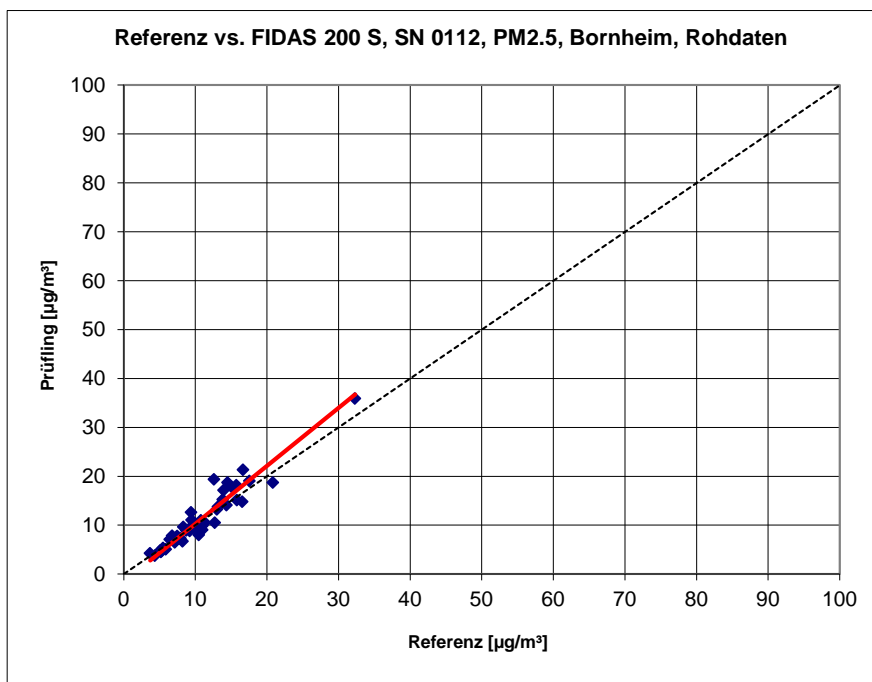


Abbildung 87: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Bornheim, Sommer

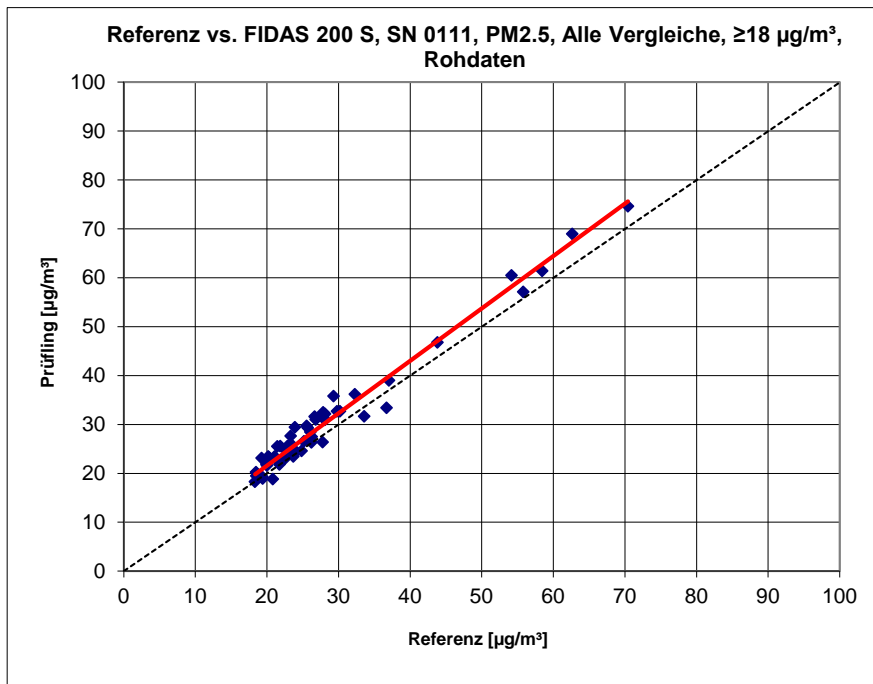


Abbildung 88: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM_{2,5}, Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$

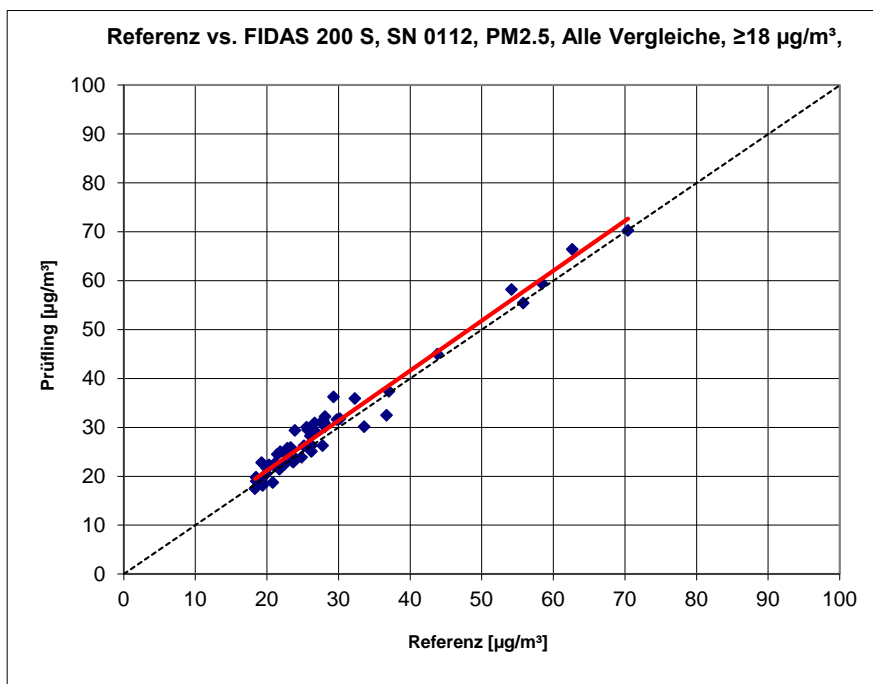


Abbildung 89: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$

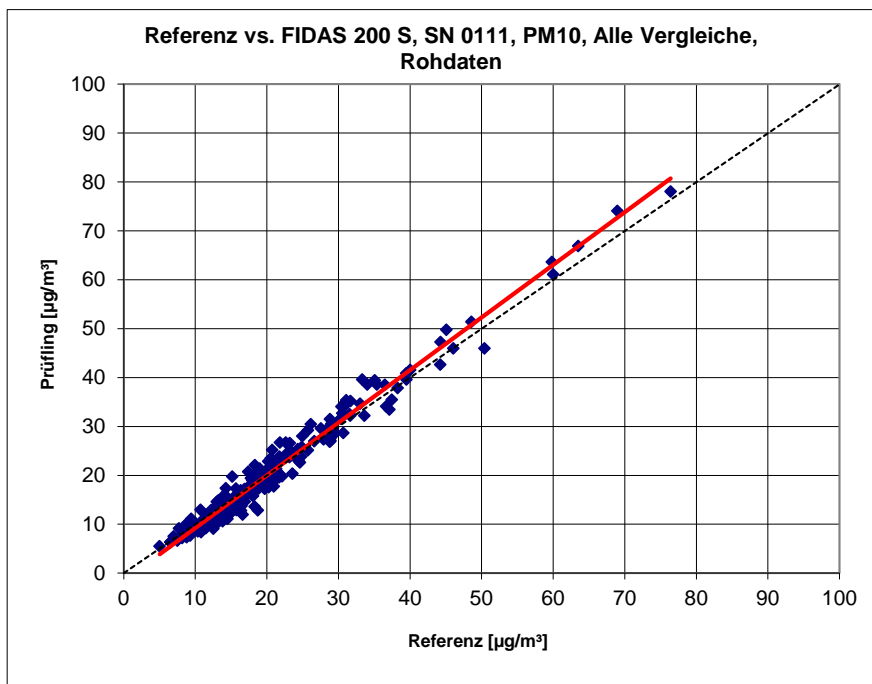


Abbildung 90: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM₁₀, alle Standorte

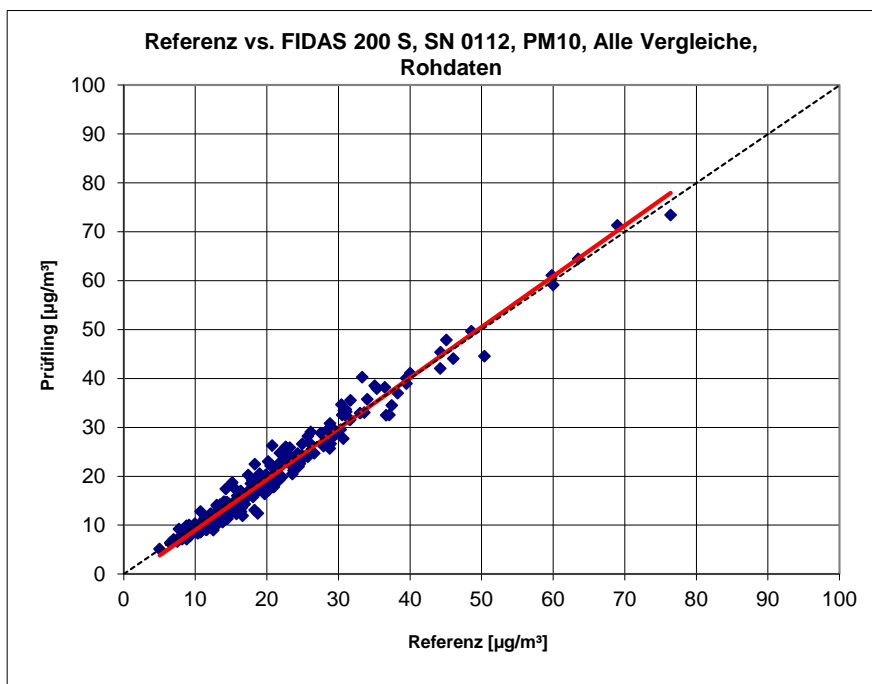


Abbildung 91: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM₁₀, alle Standorte

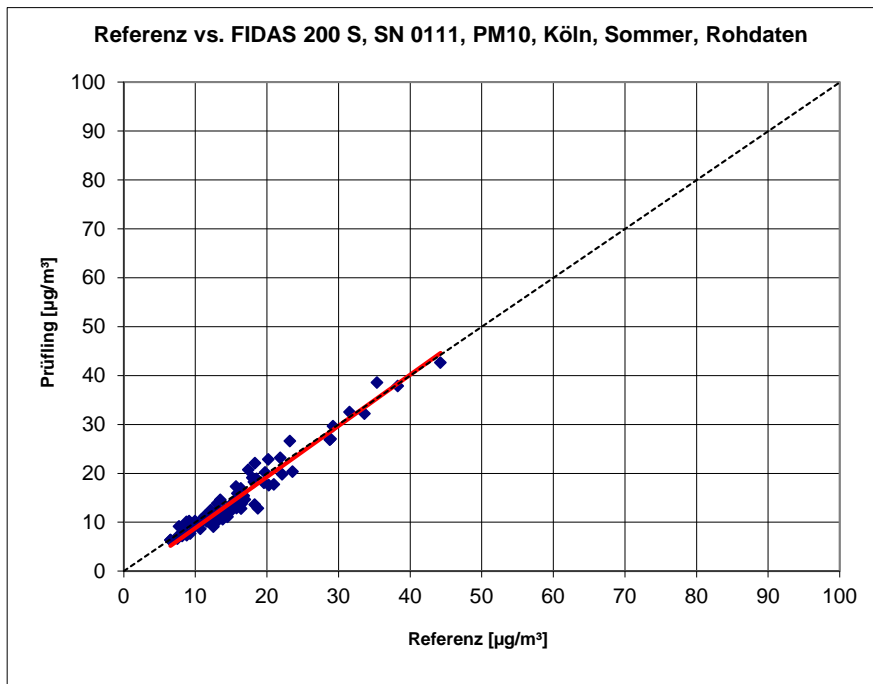


Abbildung 92: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM₁₀, Köln, Sommer

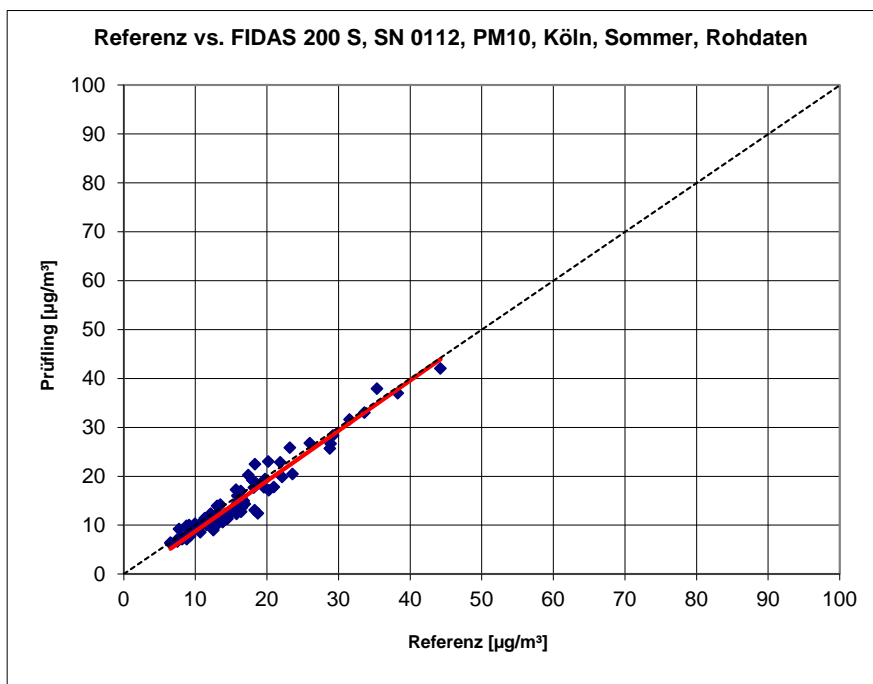


Abbildung 93: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Köln, Sommer

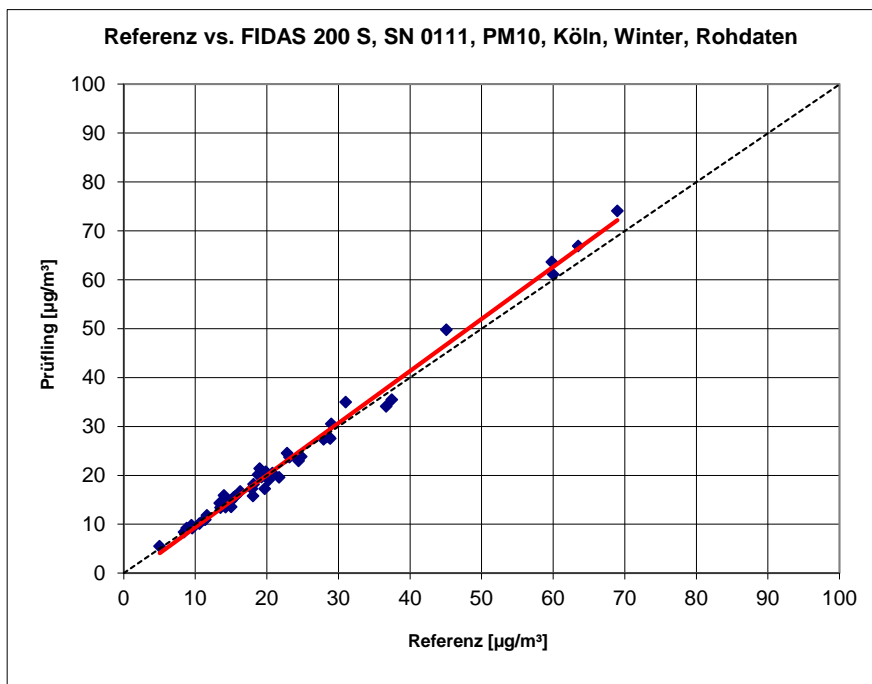


Abbildung 94: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM₁₀, Köln, Winter

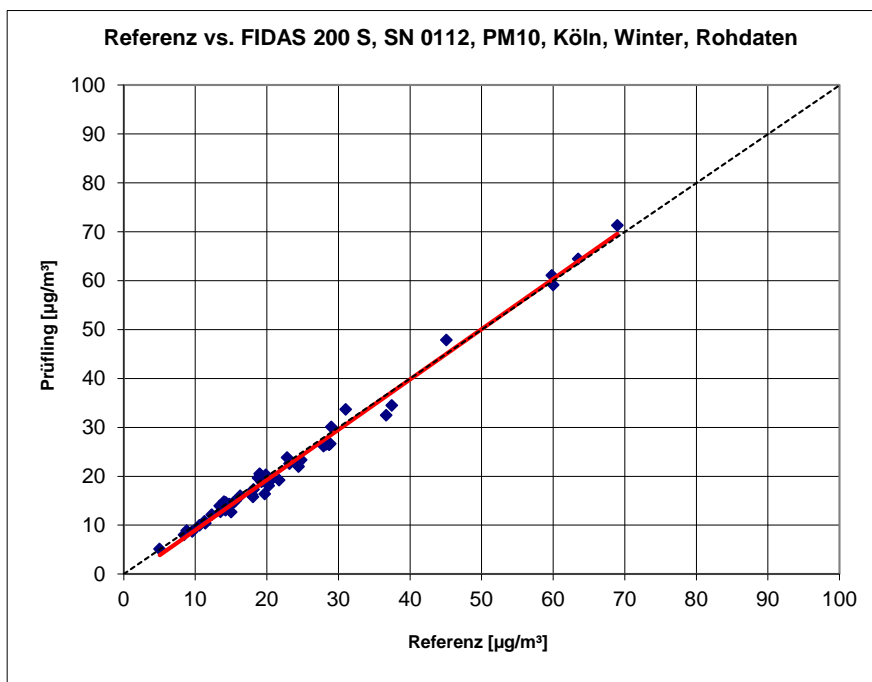


Abbildung 95: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Köln, Winter

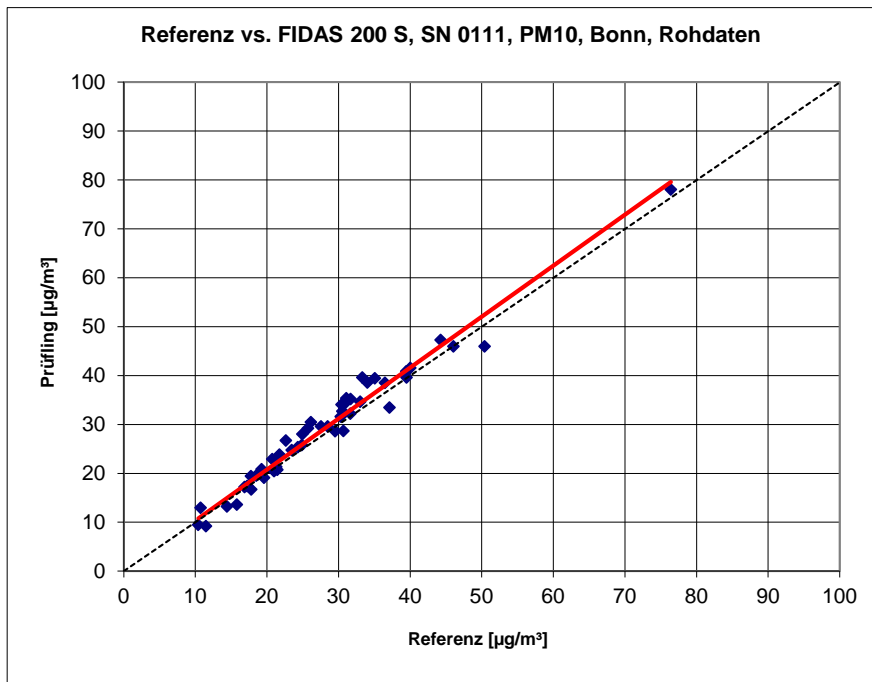


Abbildung 96: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM₁₀, Bonn, Winter

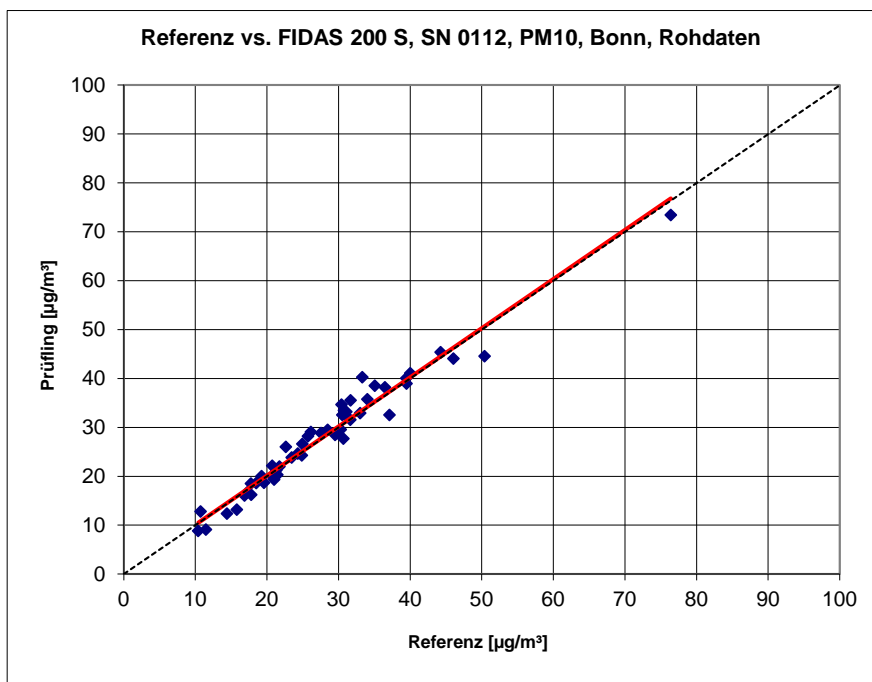


Abbildung 97: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Bonn, Winter

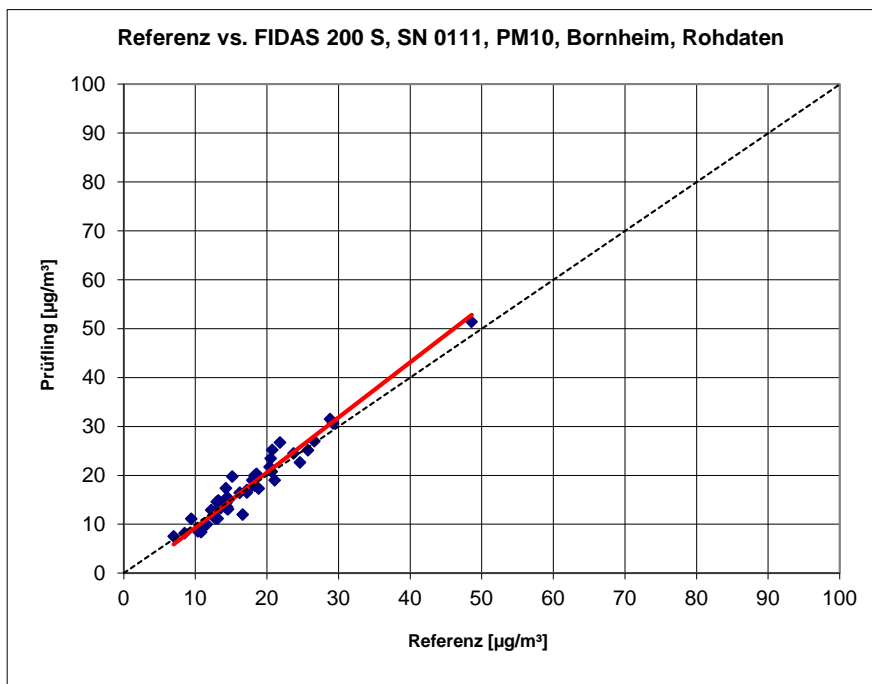


Abbildung 98: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM₁₀, Bornheim, Sommer

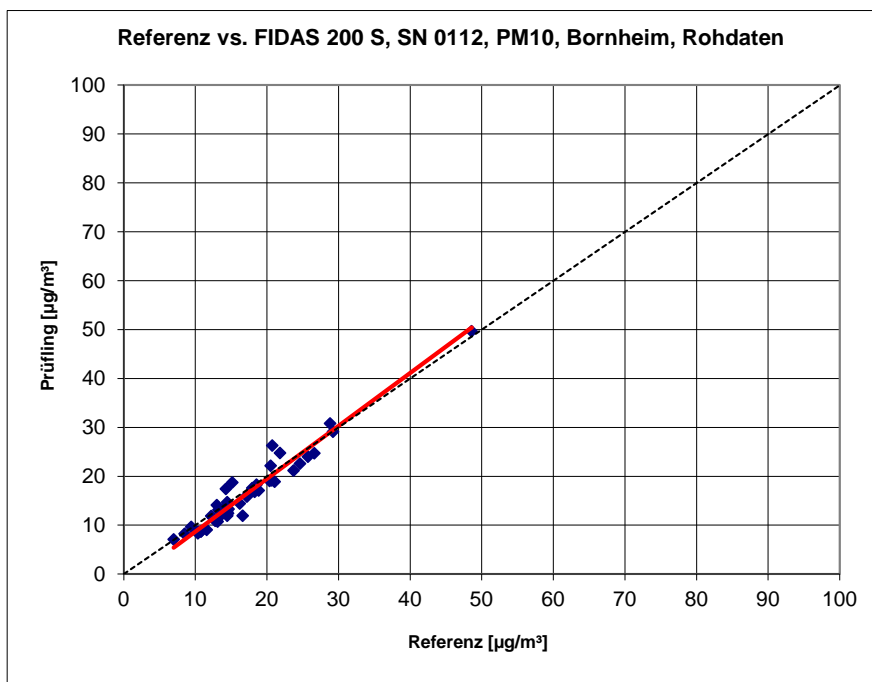


Abbildung 99: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Bornheim, Sommer

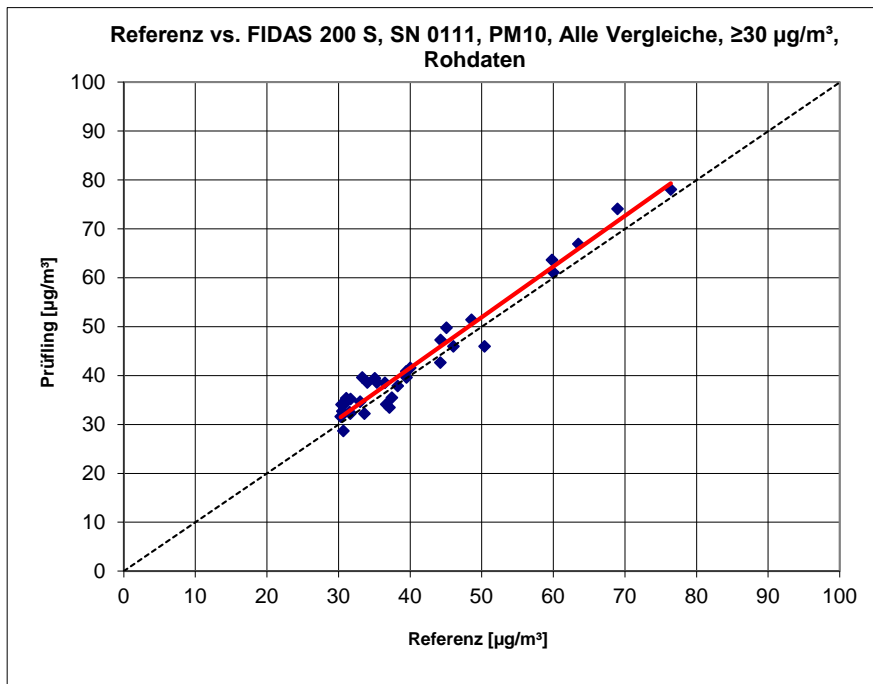


Abbildung 100: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM₁₀, Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

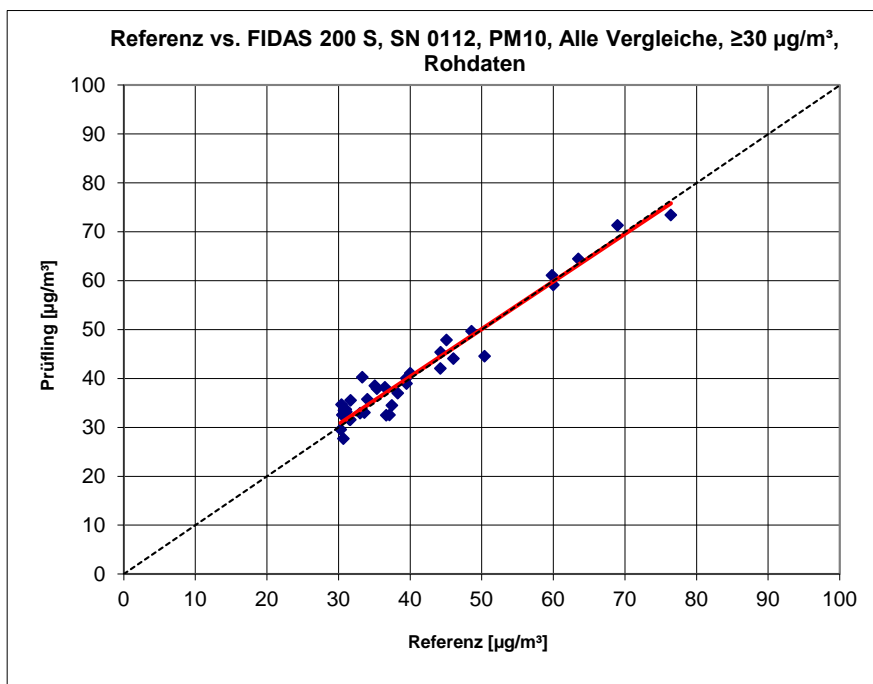


Abbildung 101: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

6.1 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen

Ist bei der Prüfung von PM_{2,5}-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 PM₁₀ 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_{2,5} und PM₁₀ einen signifikanten Achsabschnitt.

Für PM_{2,5}:

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

Für PM₁₀:

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_{2,5} nach Korrektur im Bereich 10 % bis 15 % liegt, während sie vor der Korrektur im Bereich 15 % bis 20 % lag. Für PM₁₀ 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_{2,5}, unkorrigierter Datensatz) respektive 10,2 % (PM_{2,5}, Datensatz nach Steigungs-/Offset-Korrektur), was wiederum eine jährliche Überprüfung an 4 Messorten (unkorrigiert) bzw. 3 Messorten (korrigiert) erfordern würde, bzw. 9,1 % (PM₁₀, unkorrigierter Datensatz) respektive 7,2 % (PM₁₀, 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_{2,5} 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 ³ %
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,44			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	225			
Steigung b	0,999			nicht signifikant
Unsicherheit von b	0,010			
Achsabschnitt a	0,012			nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,178			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	10,17			%
Alle Vergleiche, ≥18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,63			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,78			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	54			
Steigung b	0,971			
Unsicherheit von b	0,023			
Achsabschnitt a	0,771			
Unsicherheit von a	0,715			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	12,87			%
Alle Vergleiche, <18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,57			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,31			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	171			
Steigung b	1,108			
Unsicherheit von b	0,030			
Achsabschnitt a	-1,010			
Unsicherheit von a	0,304			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	17,50			%

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 %
Köln, Sommer				
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	1,036		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	%
Köln, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,54	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,51	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 0111		SN 0112	
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	%
Bonn				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,65	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 0111		SN 0112	
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	%
Bornheim				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,42	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,46	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 0111		SN 0112	
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	%
Alle Vergleiche, $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,63	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,78	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 0111		SN 0112	
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	%
Alle Vergleiche, $< 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,57	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,31	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 0111		SN 0112	
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	%
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,44	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 0111		SN 0112	
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[®]
200 S bzw. Fidas[®] 200 der Firma PALAS GmbH für die Komponenten
Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5}, Berichts-Nr.: 936/21227195/C

Seite 205 von 568

Tabelle 51: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 0111 & SN 0112, Messkomponente PM₁₀ 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	50	µg/m ³
		erlaubte Unsicherheit	25	%
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,64			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
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 _{CM}	7,22			%
Alle Vergleiche, ≥30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,67			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,10			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	35			
Steigung b	0,949			
Unsicherheit von b	0,036			
Achsabschnitt a	2,181			
Unsicherheit von a	1,530			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	10,17			%
Alle Vergleiche, <30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,61			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,55			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	192			
Steigung b	1,023			
Unsicherheit von b	0,021			
Achsabschnitt a	-0,408			
Unsicherheit von a	0,364			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	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 %
Köln, Sommer				
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 %	
Köln, Winter				
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 %	
Bonn				
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 %	
Bornheim				
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 %	
Alle Vergleiche, $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$				
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 %	
Alle Vergleiche, $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$				
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 %	
Alle Vergleiche				
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® 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 PM₁₀ wie auch für PM_{2,5} 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_{2,5}-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 PM₁₀ 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_{2,5} und PM₁₀ 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_{2,5} liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 17 µg/m³, für PM₁₀ bei 28 µg/m³. 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 PM₁₀: 318 valide Messwertpaare für SN 0111, 318 valide Messwertpaare für SN 0112; für PM_{2,5}: 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/m³ für PM_{2,5} sowie insgesamt 17,7 % (entspricht 56 > 32 Messwertpaaren) der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 28 µg/m³ für PM₁₀. 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 $\leq 2,5$ µg/m³ liegen. Eine Unsicherheit über 2,5 µg/m³ 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 ≥ 18 µg/m³ für PM_{2,5} (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten ≥ 30 µg/m³ für PM₁₀ (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/m³ für PM_{2,5} (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten < 30 µg/m³ für PM₁₀ (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/m³ für PM_{2,5} und mit maximal 1,19 µg/m³ für PM₁₀ unterhalb des geforderten Wertes von 2,5 µg/m³.

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_{2,5}, PM_ENVIRO_0011

Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit u_{bs}
SN			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
0111 / 0112	Alle Standorte	375	0,48
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			
0111 / 0112	Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	67	0,85
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 PM₁₀, PM_ENVIRO_0011

Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit u_{bs}
SN			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
0111 / 0112	Alle Standorte	375	0,67
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			
0111 / 0112	Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	67	1,19
0111 / 0112	Werte $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	246	0,57

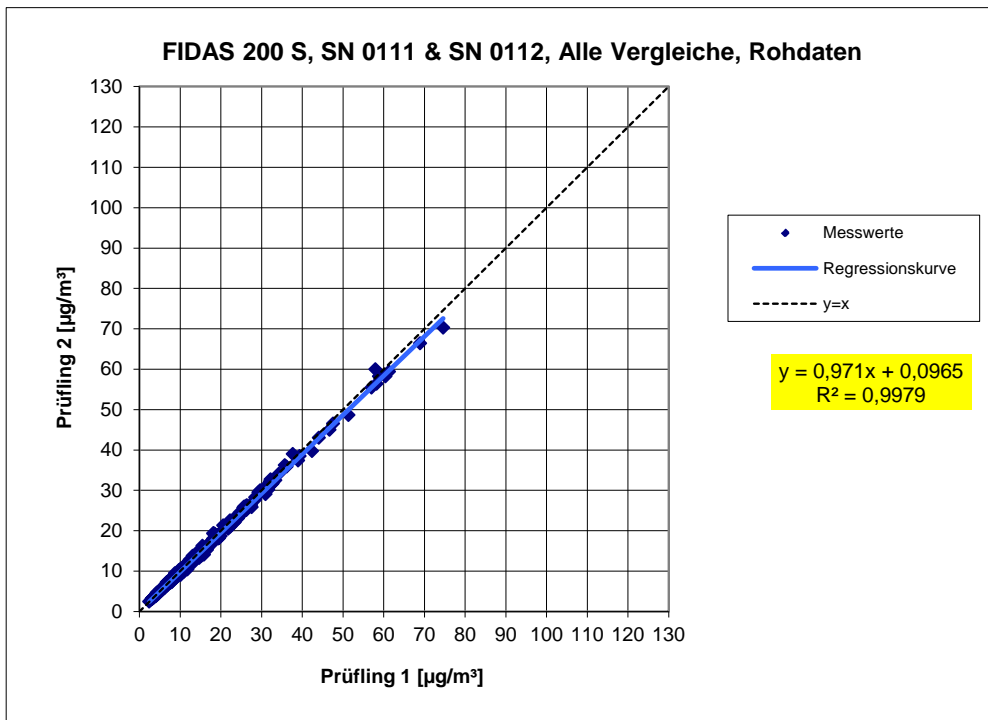


Abbildung 102: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte (D+UK), PM_ENVIRO_0011

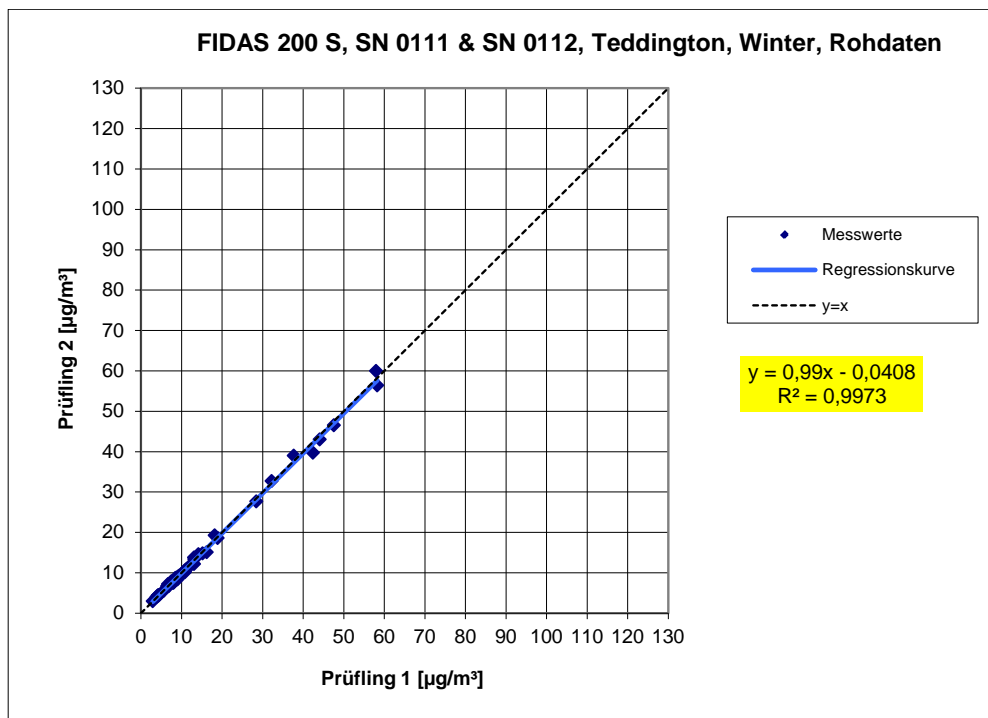


Abbildung 103: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Standort Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011

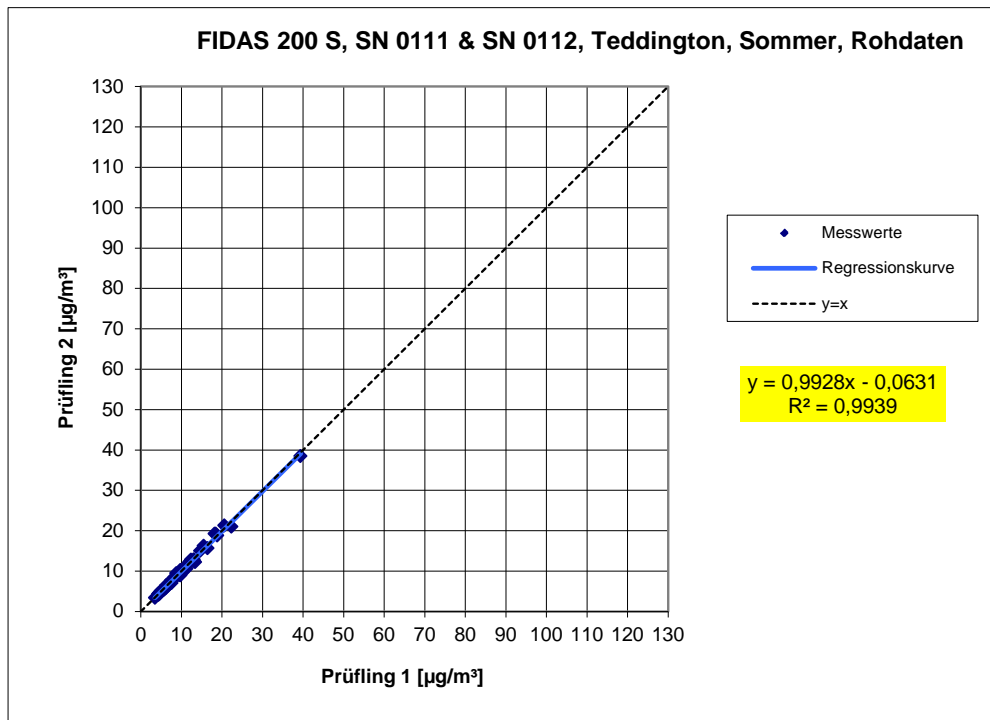


Abbildung 104: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Standort Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011

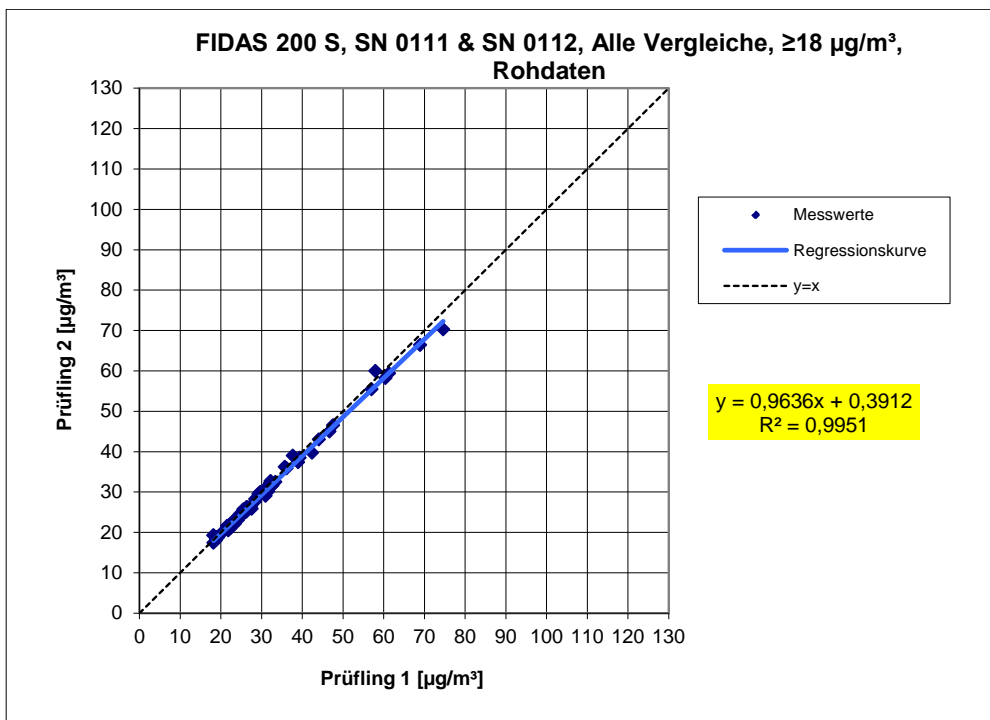


Abbildung 105: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte (D+UK), Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, PM_ENVIRO_0011

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

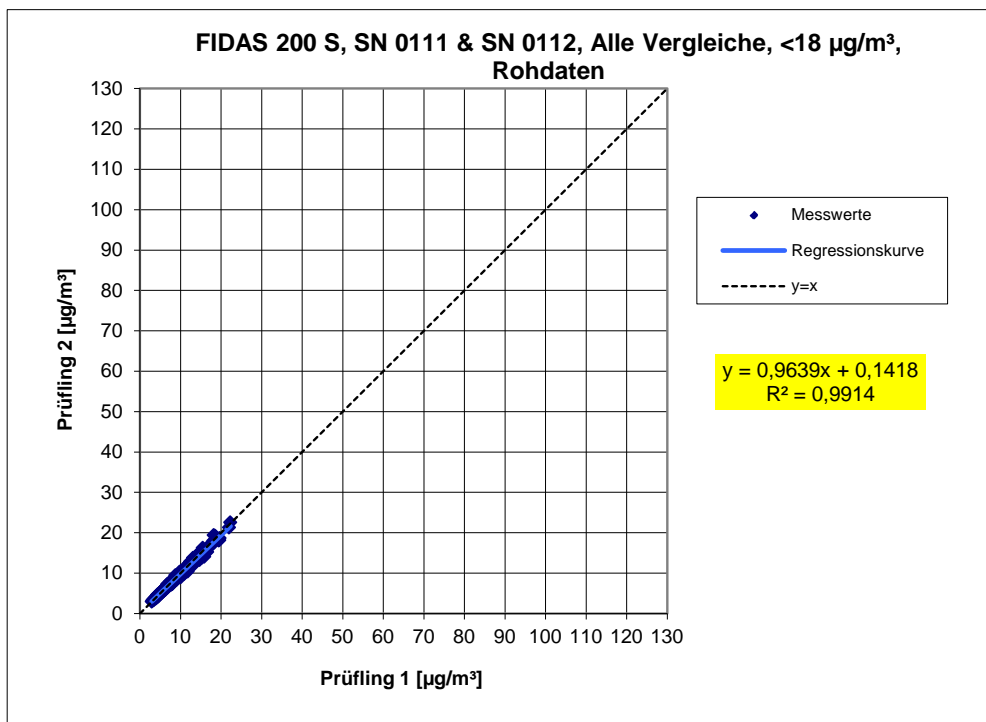


Abbildung 106: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte (D+UK), Werte < 18 µg/m³, PM_ENVIRO_0011

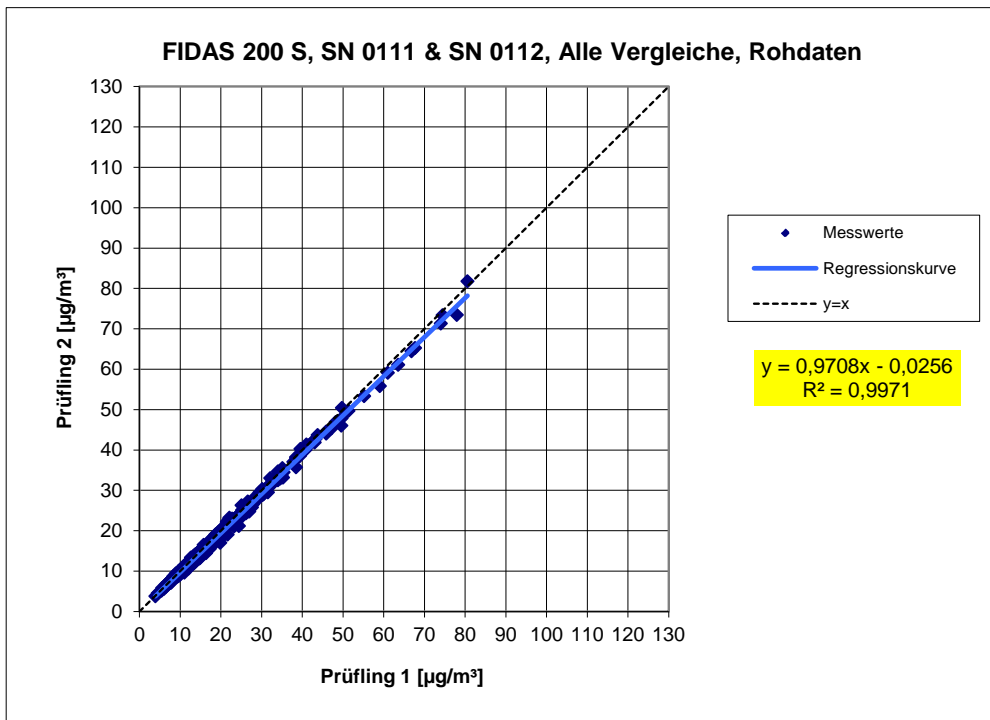


Abbildung 107: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM₁₀, alle Standorte (D+UK), PM_ENVIRO_0011

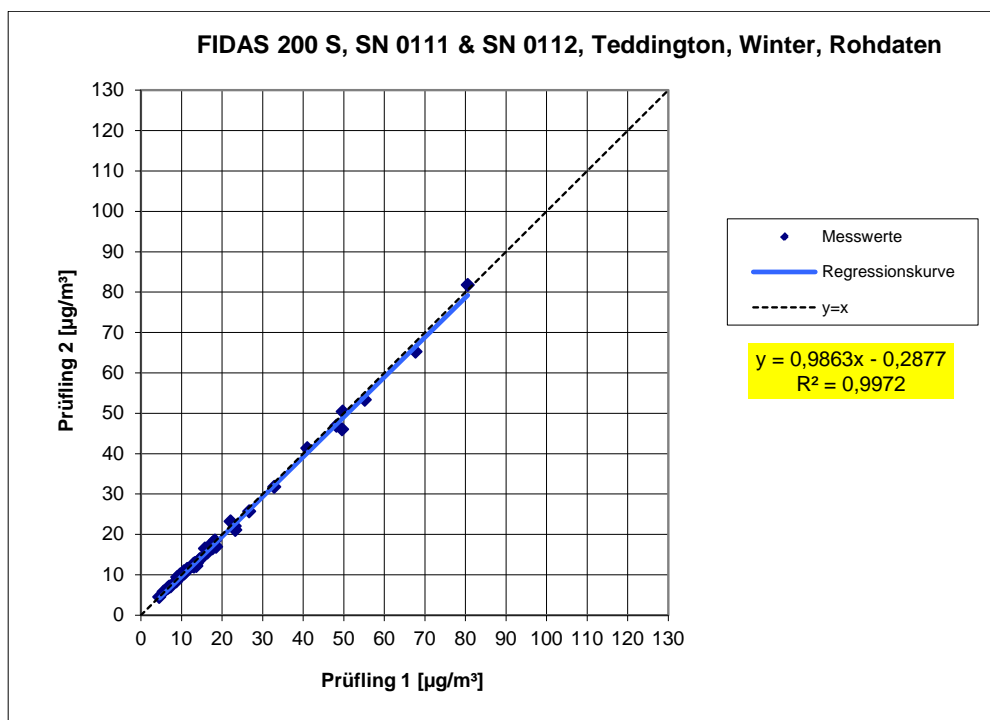


Abbildung 108: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Standort Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011

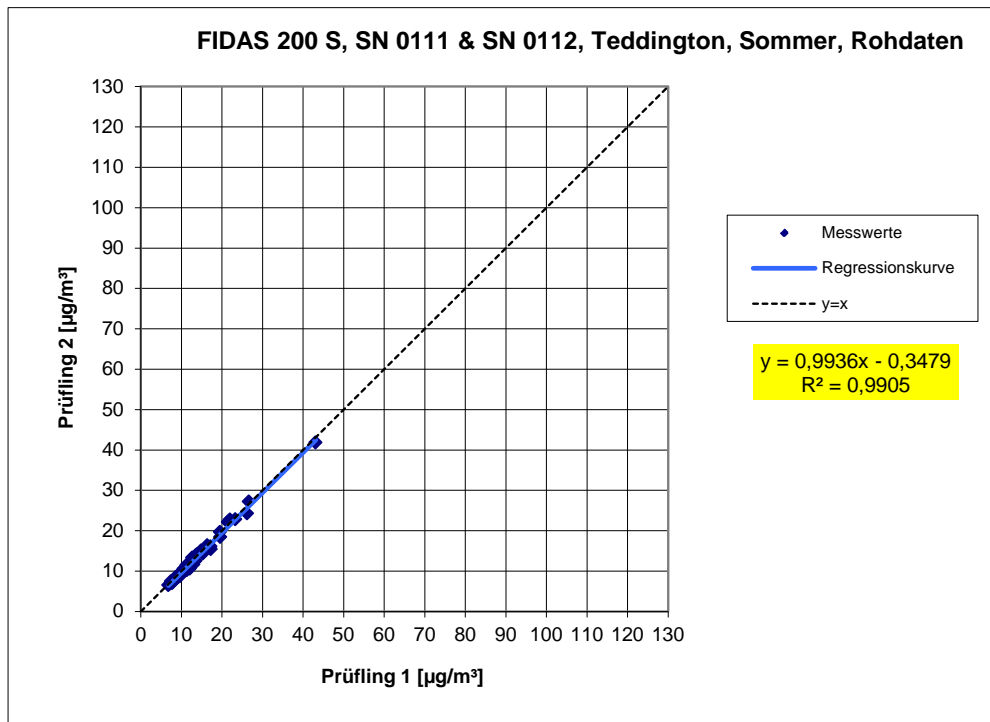


Abbildung 109: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Standort Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011

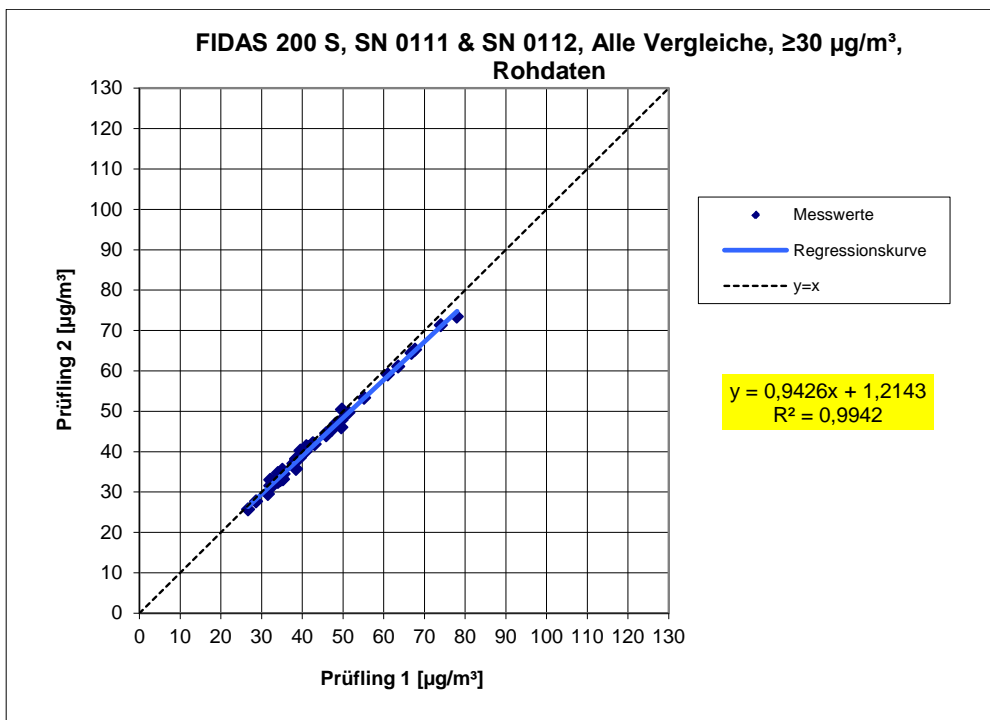


Abbildung 110: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM₁₀, alle Standorte (D+UK), Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, PM_ENVIRO_0011

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

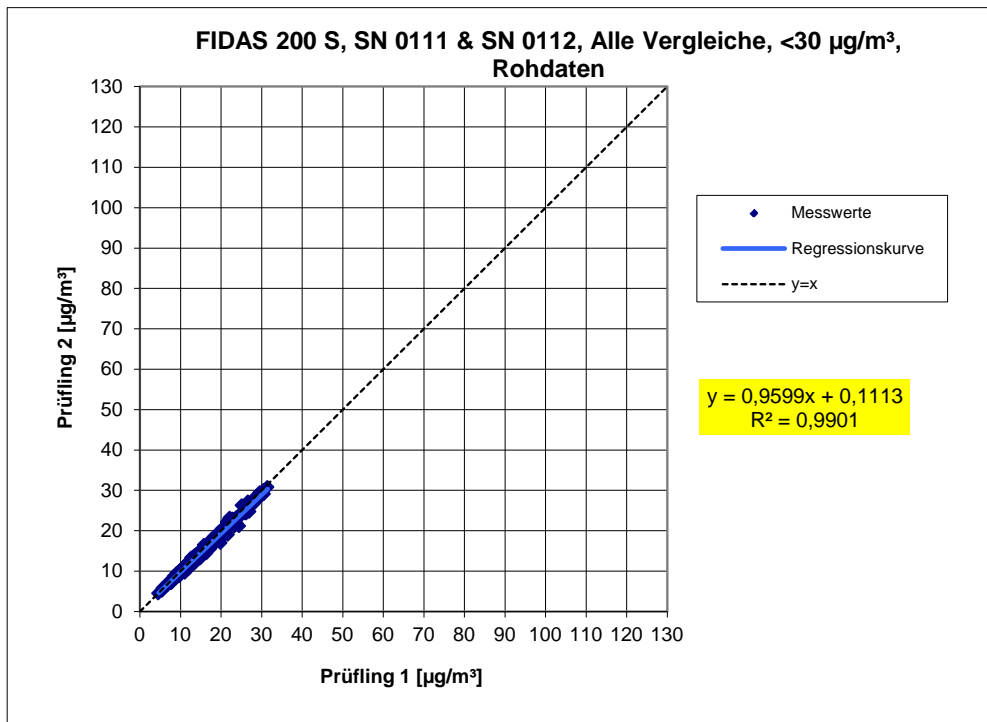


Abbildung 111: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM₁₀, alle Standorte (D+UK), Werte < 30 µg/m³, PM_ENVIRO_0011

7.1 5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge (PM_ENVIRO_0011, D+UK)

Bei der Prüfung von PM_{2,5}-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 PM₁₀ 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_{2,5} und PM₁₀ 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_{2,5} liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 17 µg/m³, für PM₁₀ bei 28 µg/m³. 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 PM₁₀: 318 valide Messwertpaare für SN 0111, 318 valide Messwertpaare für SN 0112; für PM_{2,5}: 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/m³ für PM_{2,5} sowie insgesamt 17,7 % (entspricht 56 > 32 Messwertpaaren) der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 28 µg/m³ für PM₁₀. 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 $\leq 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 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 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_{2,5} und der Signifikanz für Steigung und Achsabschnitt für PM₁₀ 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[®] 200 S für PM_{2,5} und PM₁₀. Für den Fall, dass ein Kriterium nicht erfüllt wird, ist die entsprechende Zelle mit roter Farbe hinterlegt.

Tabelle 54: Übersicht Äquivalenzprüfung Fidas[®] 200 S für PM_{2,5} (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 ³
		erlaubte Unsicherheit	25	%
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,48			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
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 _{CM}	14,43			%
Alle Vergleiche, ≥18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,60			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,85			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	67			
Steigung b	1,041			
Unsicherheit von b	0,021			
Achsabschnitt a	0,300			
Unsicherheit von a	0,668			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	16,63			%
Alle Vergleiche, <18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,51			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,32			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	246			
Steigung b	1,133			
Unsicherheit von b	0,024			
Achsabschnitt a	-0,866			
Unsicherheit von a	0,237			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	22,55			%

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 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/m³
		erlaubte Unsicherheit	25	%
Köln, Sommer				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,66	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,12	µg/m³		
	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 _{CM}	20,11	%	20,13	%
Köln, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,54	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,55	µg/m³		
	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 _{CM}	17,05	%	11,42	%
Bonn				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,70	µg/m³		
	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 _{CM}	21,21	%	16,63	%
Bornheim				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,42	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,50	µg/m³		
	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 _{CM}	35,02	%	23,11	%
Teddington, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,42	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,55	µg/m³		
	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 _{CM}	7,71	%	6,65	%
Teddington, Sommer				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,25	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,37	µg/m³		
	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 _{CM}	5,89	%	5,68	%
Alle Vergleiche, ≥18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,60	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,85	µg/m³		
	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 _{CM}	18,51	%	15,51	%
Alle Vergleiche, <18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,51	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,32	µg/m³		
	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 _{CM}	25,80	%	20,34	%
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,48	µg/m³		
	SN 0111		SN 0112	
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 _{CM}	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 µg/m³.
- Kriterium 2: Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ist kleiner als 2,5 µg/m³.
- Kriterium 3: Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten ist kleiner als 2,0 µg/m³.
- 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[®]
200 S bzw. Fidas[®] 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[®] 200 S für PM₁₀ (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 ³ %
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,67	µg/m ³		
SN 0111 & SN 0112				
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 _{CM}	7,54	%		
Alle Vergleiche, ≥30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,68	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,19	µg/m ³		
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	44			
Steigung b	0,991			
Unsicherheit von b	0,035			
Achsabschnitt a	0,704			
Unsicherheit von a	1,545			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	10,92	%		
Alle Vergleiche, <30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,56	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,57	µg/m ³		
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	272			
Steigung b	1,045			
Unsicherheit von b	0,018			
Achsabschnitt a	-1,543			
Unsicherheit von a	0,311			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	7,08	%		

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

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 ³	
		erlaubte Unsicherheit	25	%	
Köln, Sommer					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,80	µg/m ³			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,27	µg/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	%	
Köln, Winter					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53	µg/m ³			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,67	µg/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	%	
Bonn					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,38	µg/m ³			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,90	µg/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	%	
Bornheim					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,54	µg/m ³			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,87	µg/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	%	
Teddington, Winter					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,48	µg/m ³			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,76	µg/m ³			
	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 _{CM}	9,16	%	13,91	%	
Teddington, Sommer					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,46	µg/m ³			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,56	µg/m ³			
	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 _{CM}	12,26	%	14,26	%	
Alle Vergleiche, ≥30 µg/m³					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,68	µg/m ³			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,19	µg/m ³			
	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 _{CM}	11,98	%	11,20	%	
Alle Vergleiche, <30 µg/m³					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,56	µg/m ³			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,57	µg/m ³			
	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 _{CM}	9,38	%	6,49	%	
Alle Vergleiche					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58	µg/m ³			
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,67	µg/m ³			
	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 _{CM}	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 µg/m³.
 - Kriterium 2: Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ist kleiner als 2,5 µg/m³.
 - Kriterium 3: Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten ist kleiner als 2,0 µg/m³.
 - 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 PM_{2,5} sowie PM₁₀ 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 PM_{2,5} erfolgen. Für PM₁₀ 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_{CM} für PM₁₀ auch ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit W_{dqo} von 25 % für Feinstaub liegen.



Für PM_{2,5}:

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 PM₁₀:

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_{2,5}, was wiederum eine jährliche Überprüfung an 3 Messorten erfordern würde sowie 7,54 % für PM₁₀, 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_{2,5}

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 PM₁₀

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 $< 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

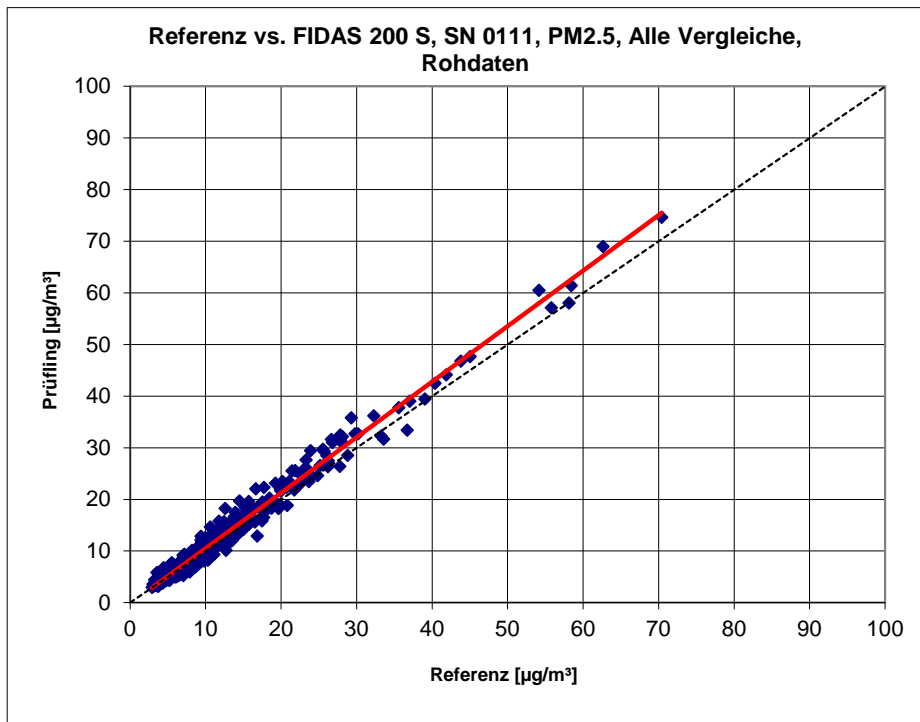


Abbildung 112: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte, (D+UK), PM_ENVIRO_0011

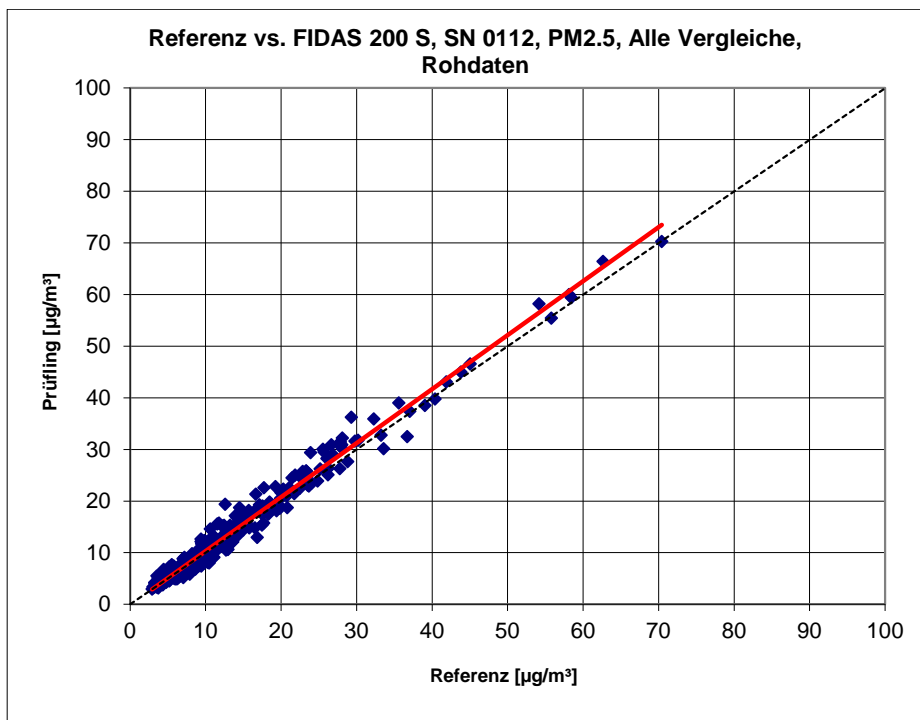


Abbildung 113: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte, (D+UK), PM_ENVIRO_0011

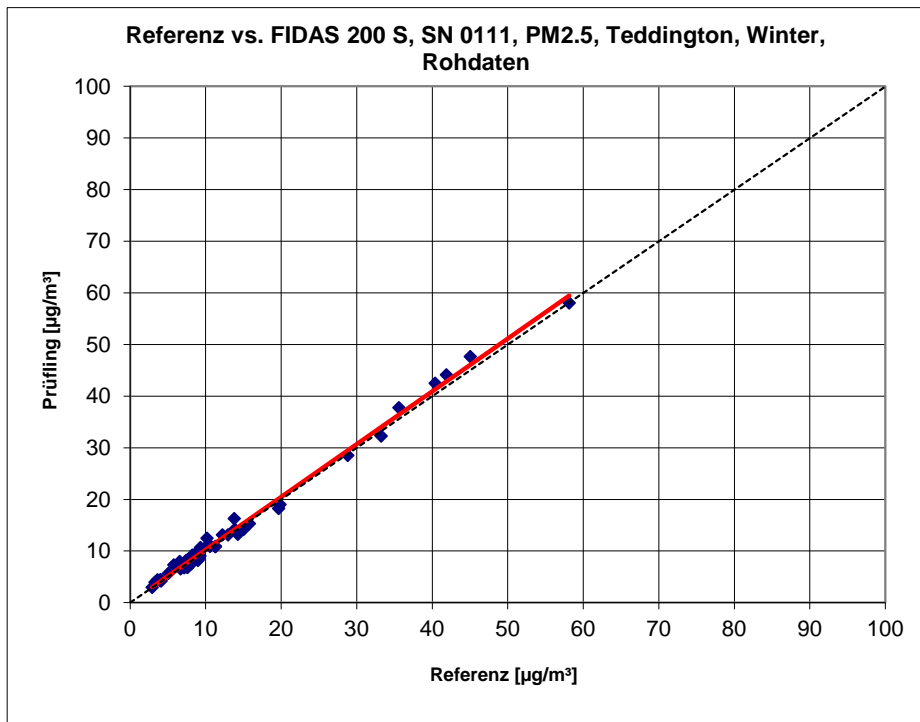


Abbildung 114: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM_{2,5}, Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011

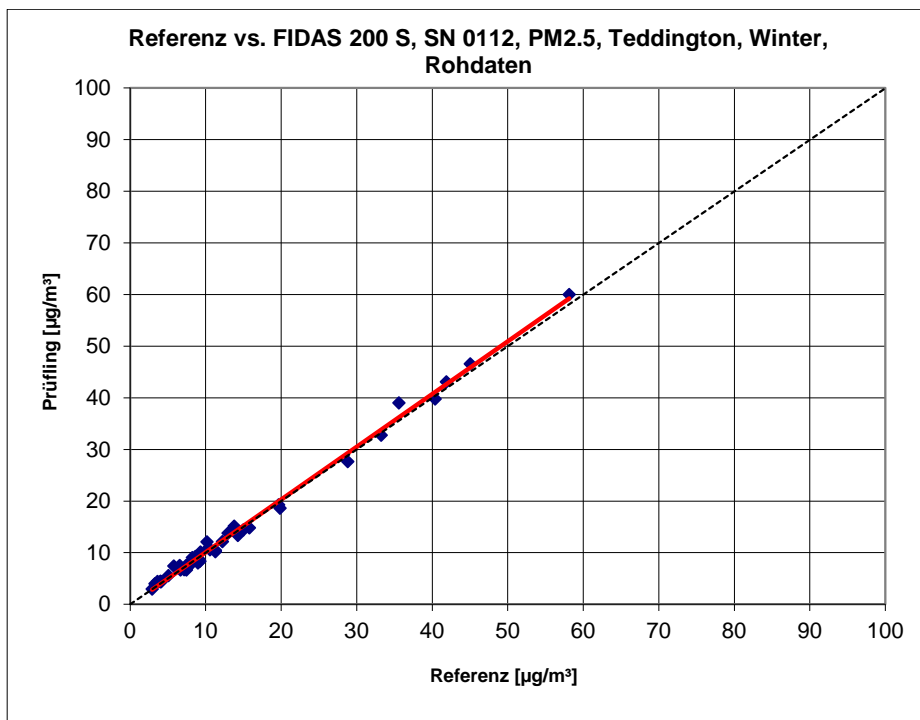


Abbildung 115: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011

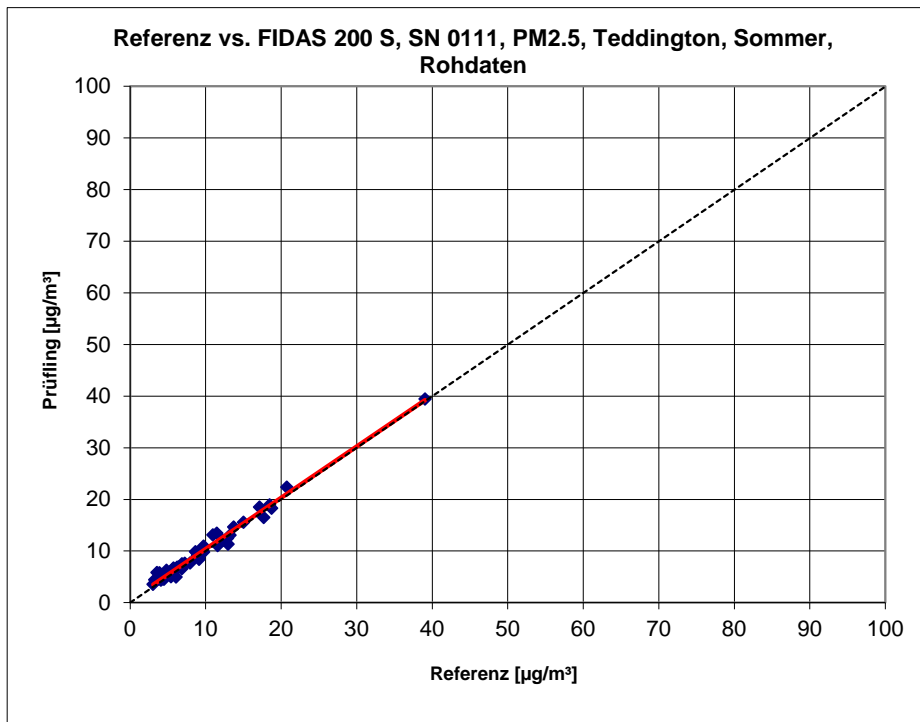


Abbildung 116: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM_{2,5}, Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011

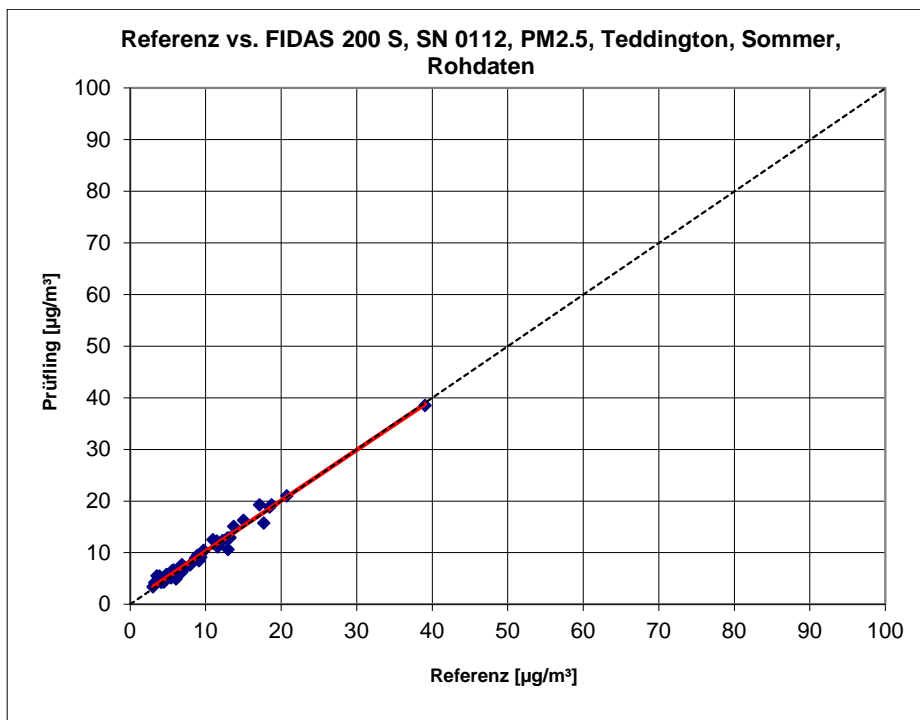


Abbildung 117: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011

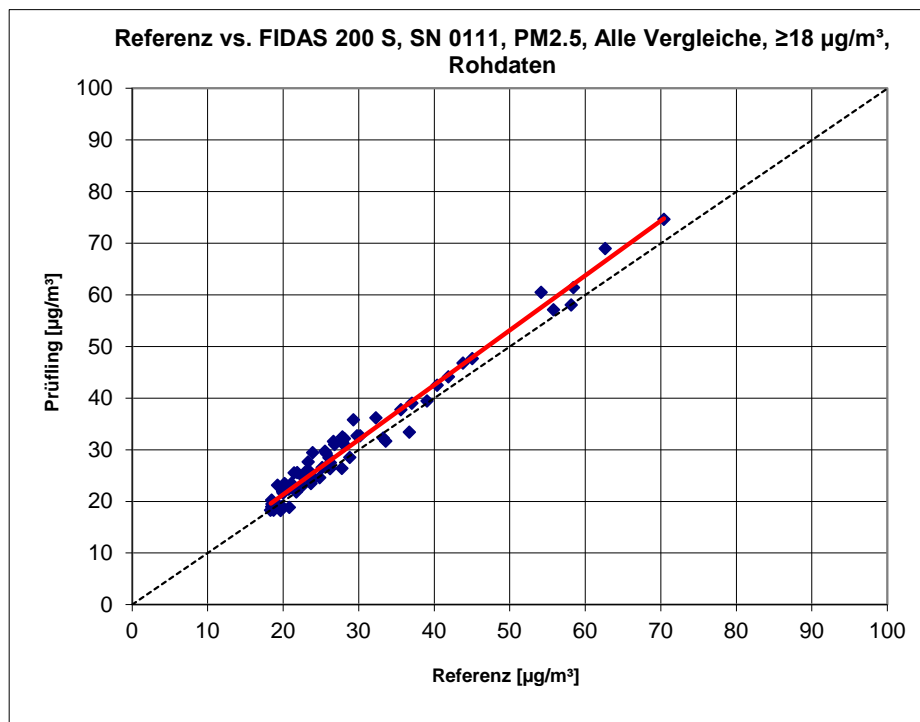


Abbildung 118: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM_{2,5}, Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (D+UK), PM_ENVIRO_0011

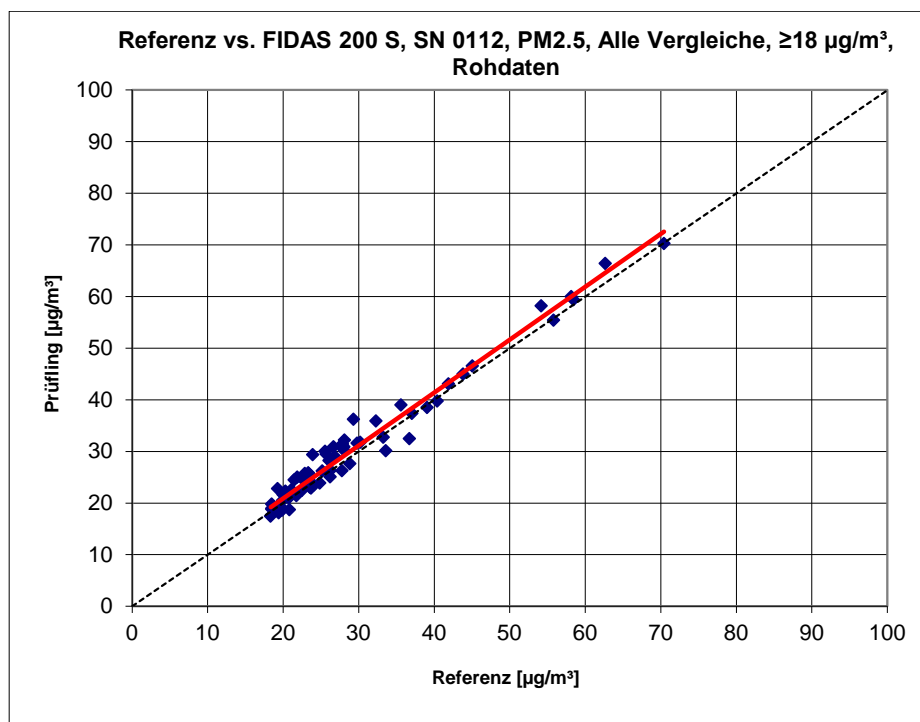


Abbildung 119: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (D+UK), PM_ENVIRO_0011

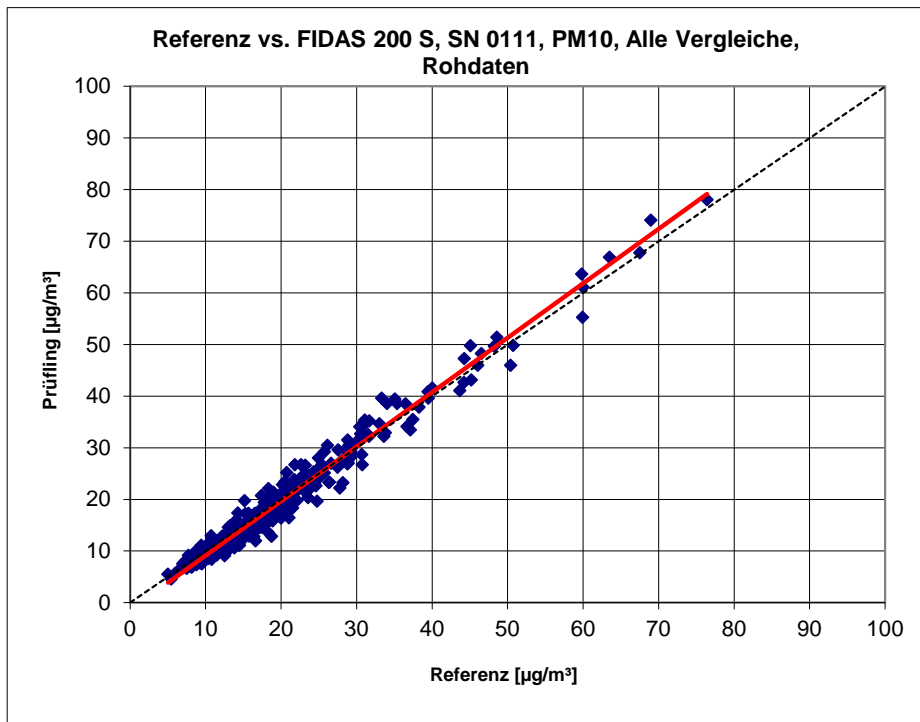


Abbildung 120: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM₁₀, alle Standorte, (D+UK), PM_ENVIRO_0011

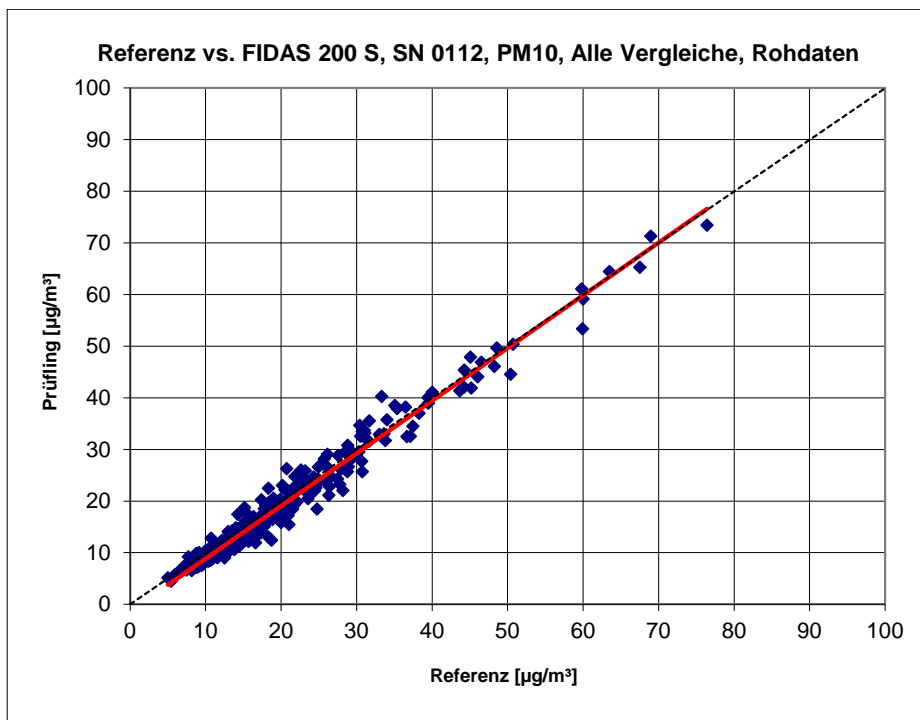


Abbildung 121: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM₁₀, alle Standorte, (D+UK), PM_ENVIRO_0011

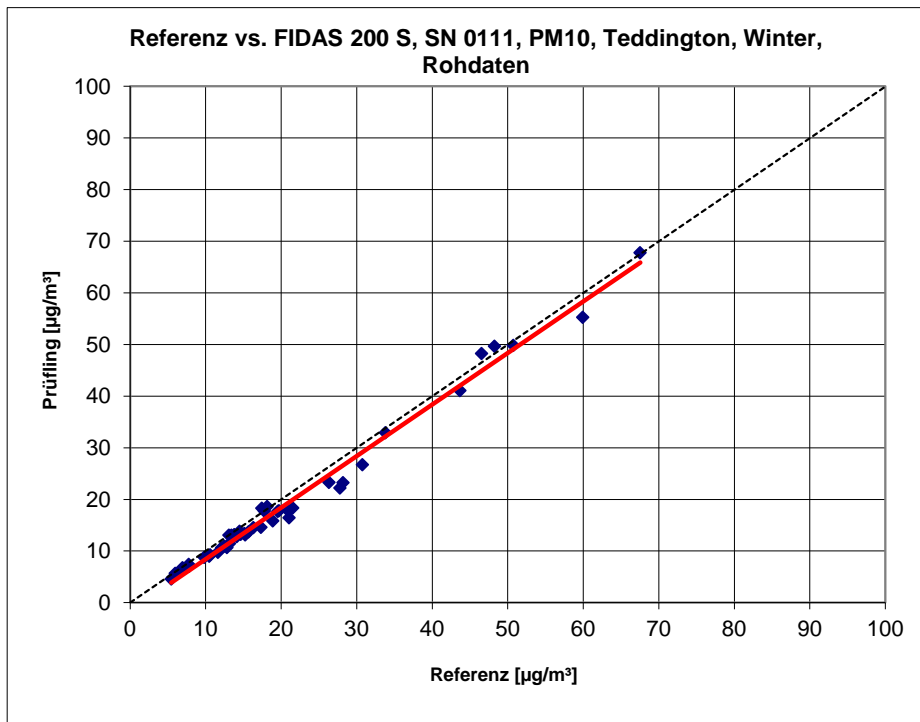


Abbildung 122: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM₁₀, Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011

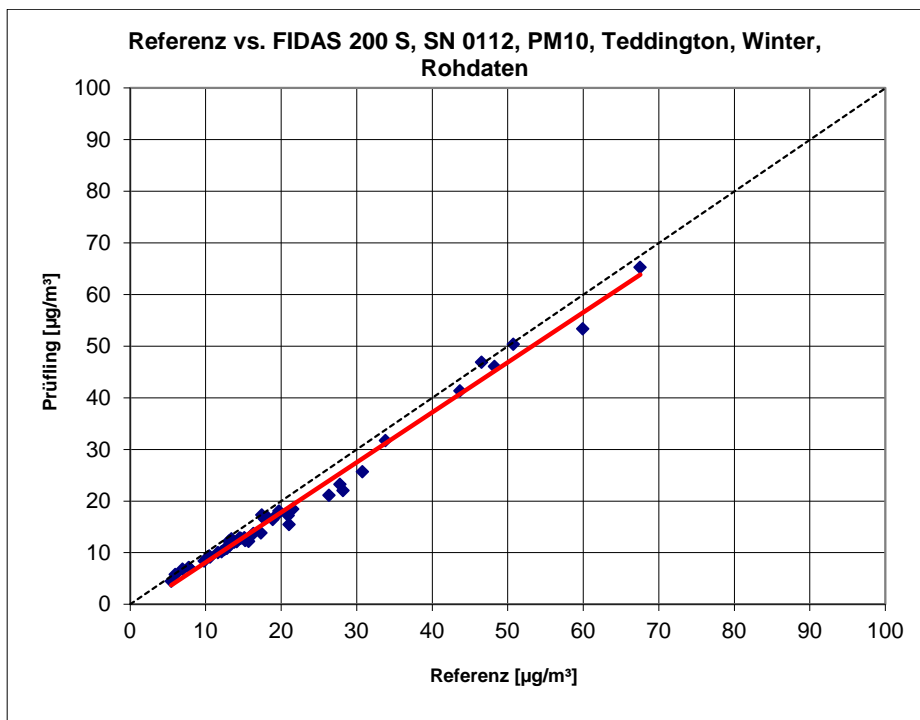


Abbildung 123: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Teddington, Winter, PM_ENVIRO_0011

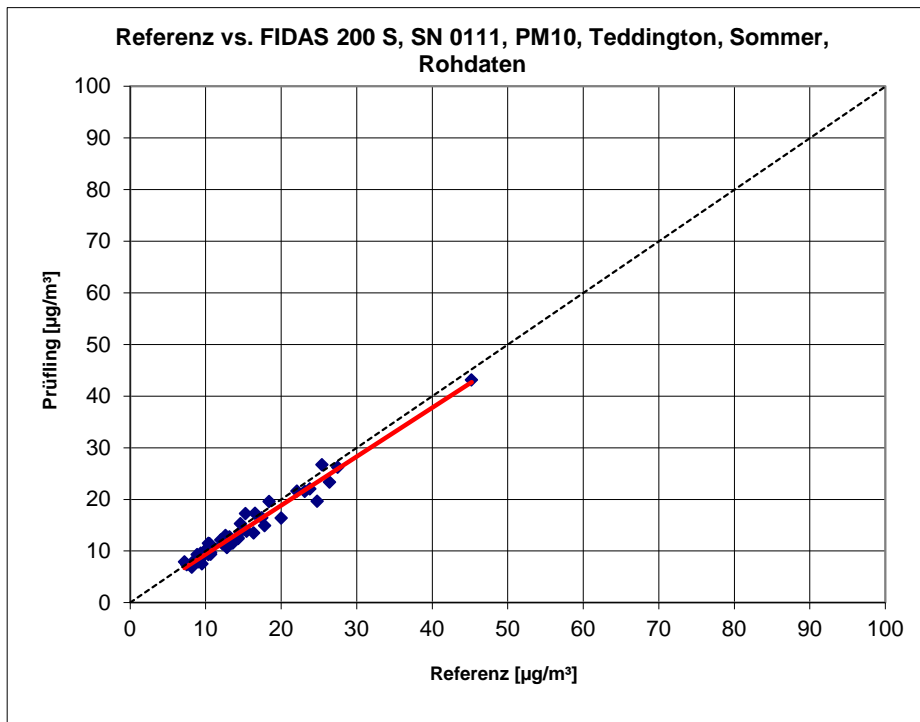


Abbildung 124: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM₁₀, Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011

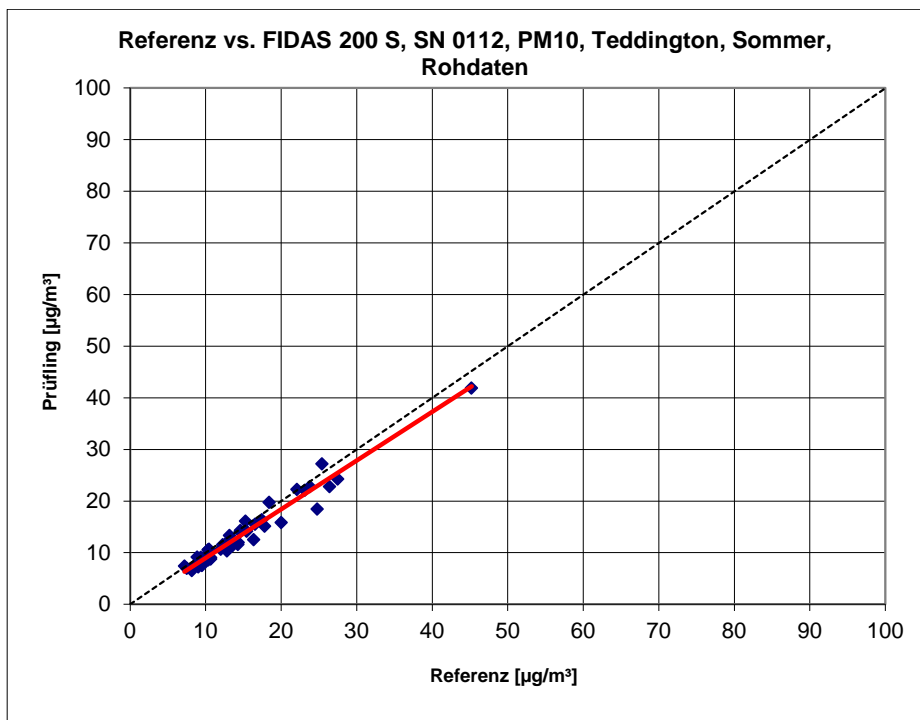


Abbildung 125: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Teddington, Sommer, PM_ENVIRO_0011

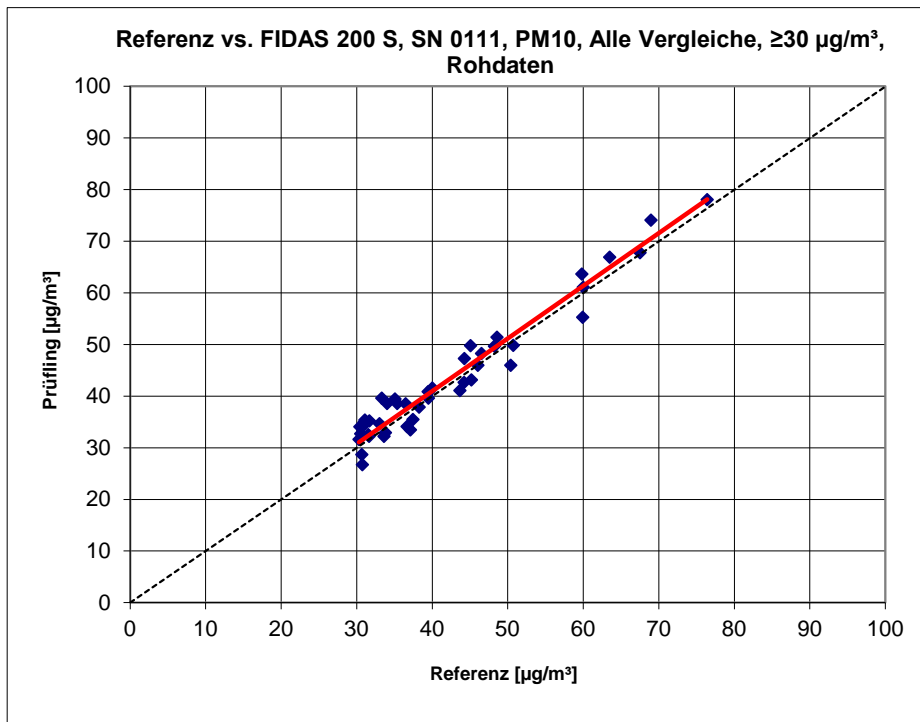


Abbildung 126: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM₁₀, Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (D+UK), PM_ENVIRO_0011

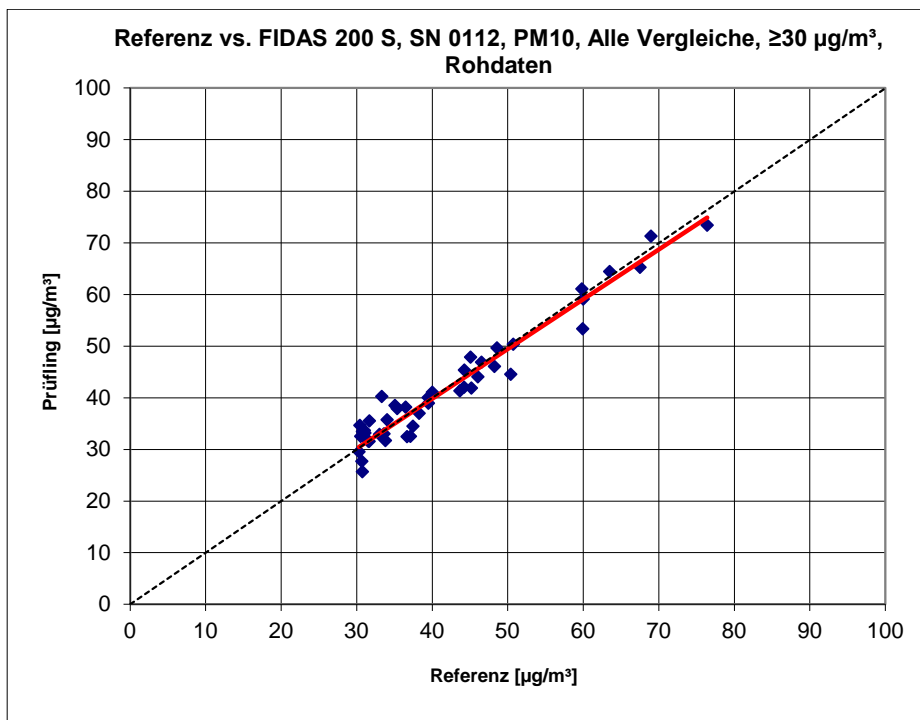


Abbildung 127: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (D+UK), PM_ENVIRO_0011

7.1 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (PM_ENVIRO_0011, D+UK)

Ist bei der Prüfung von PM_{2,5}-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 PM₁₀ 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_{2,5} eine signifikante Steigung und für die Messkomponente PM₁₀ eine signifikante Steigung und einen signifikanten Achsabschnitt.

Für PM_{2,5}:

Die Steigung für den Gesamtdatensatz liegt bei 1,060. Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei -0,210. (siehe Tabelle 54).

Für PM₁₀:

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_{2,5} eine Steigungskorrektur des gesamten Datensatzes durchgeführt und mit den korrigierten Werten alle Datensätze neu ausgewertet.

Es wurde für die Messkomponente PM₁₀ 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_{2,5} nach Korrektur im Bereich < 10 % liegt, während sie vor der Korrektur im Bereich 10 % bis 15 % lag. Für PM₁₀ 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_{2,5}, unkorrigierter Datensatz) respektive 9,3 % (PM_{2,5}, Datensatz nach Steigungs-/Offset-Korrektur), was wiederum eine jährliche Überprüfung an 3 Messorten (unkorrigiert) bzw. 2 Messorten (korrigiert) erfordern würde, bzw. 7,54 % (PM₁₀, unkorrigierter Datensatz) respektive 7,33 % (PM₁₀, 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_{2,5} 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 ³ %
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,45			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
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 _{CM}	9,35			%
Alle Vergleiche, ≥18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,60			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,80			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	67			
Steigung b	0,981			
Unsicherheit von b	0,020			
Achsabschnitt a	0,306			
Unsicherheit von a	0,630			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	12,51			%
Alle Vergleiche, <18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,51			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,31			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	246			
Steigung b	1,065			
Unsicherheit von b	0,023			
Achsabschnitt a	-0,782			
Unsicherheit von a	0,224			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	11,34			%

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 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 ³
		erlaubte Unsicherheit	25	%
Köln, Sommer				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,66	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,11	µg/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	%
Köln, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,54	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,52	µg/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	%
Bonn				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,66	µg/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	%
Bornheim				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,42	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,47	µg/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	%
Teddington, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,42	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,52	µg/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	%
Teddington, Sommer				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,25	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,35	µg/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	%
Alle Vergleiche, ≥18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,60	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,80	µg/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	%
Alle Vergleiche, <18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,51	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,31	µg/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	%
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,45	µg/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	%

Tabelle 59: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 0111 & SN 0112, Messkomponente PM₁₀ 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 ³ %
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,65			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	316			
Steigung b	1,000			nicht signifikant
Unsicherheit von b	0,009			
Achsenabschnitt a	0,010			nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,208			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	7,33			%
Alle Vergleiche, ≥30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,68			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,15			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	44			
Steigung b	0,955			
Unsicherheit von b	0,034			
Achsenabschnitt a	2,060			
Unsicherheit von a	1,490			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	10,68			%
Alle Vergleiche, <30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,56			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,55			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	272			
Steigung b	1,006			
Unsicherheit von b	0,018			
Achsenabschnitt a	-0,122			
Unsicherheit von a	0,300			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	6,63			%

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 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 ³
		erlaubte Unsicherheit	25	%
Köln, Sommer				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,80	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,26	µg/m ³		
	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 _{CM}	6,59	%	7,00	%
Köln, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,64	µg/m ³		
	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 _{CM}	8,19	%	5,89	%
Bonn				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,38	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,87	µg/m ³		
	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 _{CM}	10,60	%	9,15	%
Bornheim				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,54	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,84	µg/m ³		
	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 _{CM}	16,74	%	9,15	%
Teddington, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,48	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,73	µg/m ³		
	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 _{CM}	10,41	%	15,18	%
Teddington, Sommer				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,46	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,54	µg/m ³		
	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 _{CM}	13,68	%	15,62	%
Alle Vergleiche, ≥30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,68	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,15	µg/m ³		
	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 _{CM}	11,17	%	11,47	%
Alle Vergleiche, <30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,56	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,55	µg/m ³		
	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 _{CM}	8,05	%	6,99	%
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,65	µg/m ³		
	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 _{CM}	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).

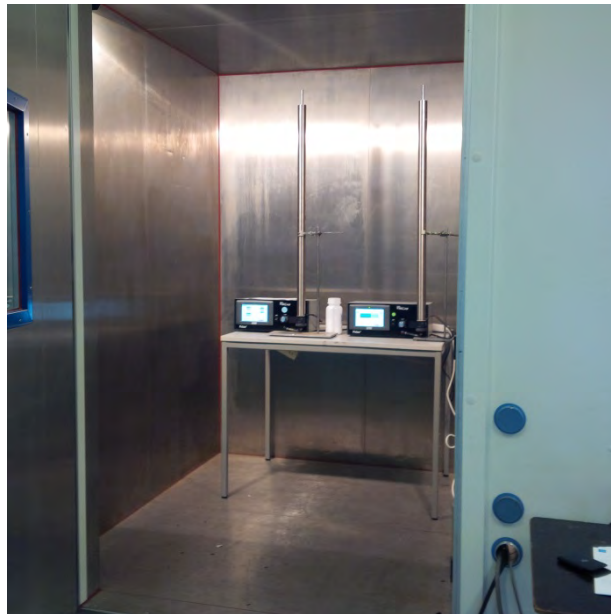


Abbildung 128: Prüflinge Fidas® 200 in Klimakammer

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_{2,5} von 25 µg/m³ und für PM₁₀ von 40 µg/m³ 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_{2,5} bzw. von $5,7 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM₁₀ 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_{2,5} bzw. > -2,2 % für PM₁₀ zum Ausgangswert bei 20 °C ermittelt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Somit erfüllt die Indoor-Variante Fidas[®] 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, PM₁₀, 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_{2,5}, 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, PM₁₀, 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_{2,5}, 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.

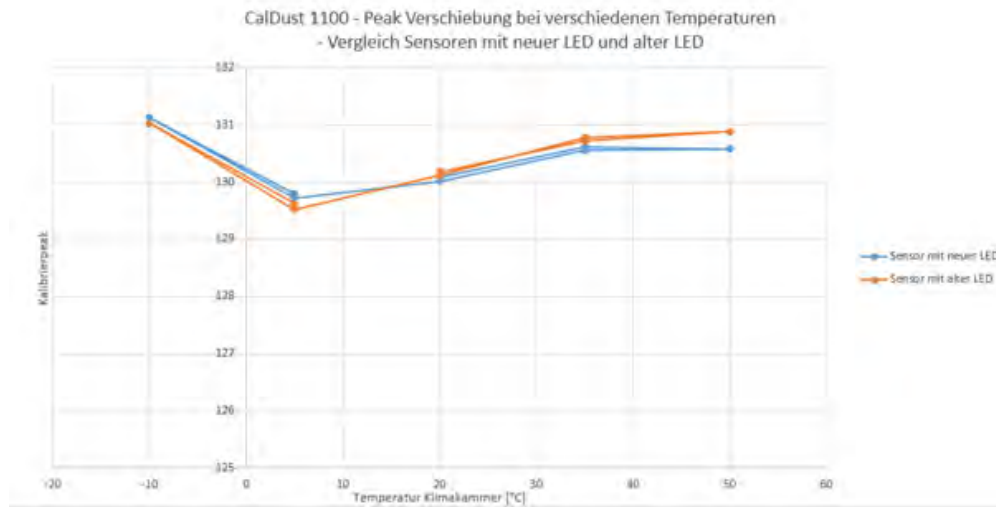


Abbildung 130: Vergleich Temperaturverhalten zwischen -10°C und +50°C LED, alt vs. LED, neu

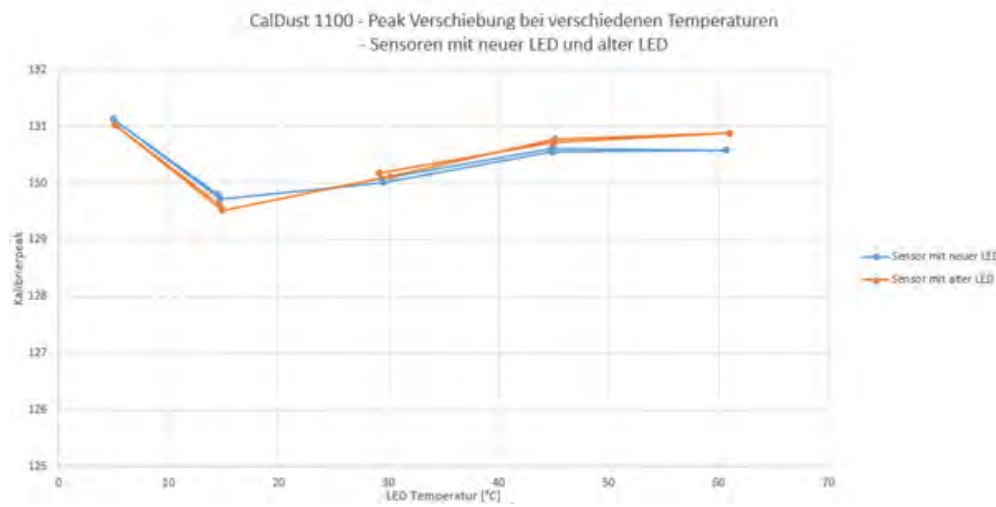


Abbildung 131: Vergleich Temperaturverhalten zwischen +5°C und +60°C LED, alt vs. LED, neu

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/m³ PM_{2,5} bzw. 0 bis ca. 260 µg/m³ PM₁₀ den Geräten angeboten. Aus den Vergleichsmessungen wurde die Steigung (Mittelwert aus PM_{2,5} und PM₁₀) 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.

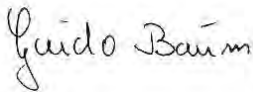
9.2 Weitergehende Wartungsarbeiten

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_{2,5}-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 PM₁₀ und PM_{2,5}



5.1 Fidas® 200 S für Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5}

Hersteller:

PALAS GmbH, Karlsruhe

Eignung:

Zur kontinuierlichen parallelen Immissionsmessung der PM₁₀- und der PM_{2,5}-Fraktion im Schwebstaub im stationären Einsatz

Messbereiche in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
PM ₁₀	0 – 10 000	µg/m ³
PM _{2,5}	0 – 10 000	µg/m ³

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 PM₁₀ und PM_{2,5} eingehalten.
2. Die Anforderungen an den Variationskoeffizienten R² 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 PM₁₀-Referenzverfahren nach DIN EN 12341 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
5. Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM_{2,5}-Referenzverfahren nach DIN EN 14907 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
6. Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung ist im Internet unter 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 PM₁₀ und PM_{2,5} der Fa.
PALAS GmbH ist auch als Indoor-Variante zur Installation an temperatur-
kontrollierten Orten unter der Bezeichnung Messeinrichtung Fidas® 200 für
Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5} 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

Hersteller Palas				
Gerätetyp FIDAS 200		Standards	NP	Nullfilter
Serien-Nr. 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	8,7E-04	Nachweisgrenze X	6,6E-07

$$s_{x_0} = \sqrt{\left(\frac{1}{n-1}\right) \cdot \sum_{i=1,n} (x_{oi} - \bar{x}_0)^2}$$

Anlage 1

Nachweisgrenze (PM2,5)

Blatt 2 von 2

Hersteller Palas				
Gerätetyp FIDAS 200		Standards	NP	Nullfilter
Serien-Nr. 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	
Mittelwert		0,0001638	Mittelwert	
Standardabweichung s_{x0}		0,0004036	Standardabweichung s_{x0}	
Nachweisgrenze X		8,7E-04	Nachweisgrenze X	
			6,6E-07	

$$s_{x0} = \sqrt{\left(\frac{1}{n-1}\right) \cdot \sum_{i=1,n} (x_{0i} - \bar{x}_0)^2}$$

Anlage 2

Umgebungstemperaturabhängigkeit am Nullpunkt (PM10)

Blatt 1 von 2

Hersteller		PALAS		Standards				Nullfilter	
Gerätetyp		FIDAS 200							
Serien-Nr.		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

Hersteller		PALAS		Standards				Nullfilter	
Gerätetyp		FIDAS 200							
Serien-Nr.		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

Hersteller		Palas		Standards				CalDust 1100			
Gerätetyp		FIDAS 200									
Serien-Nr.		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

Hersteller		Palas		Standards				CalDust 1100			
Gerätetyp		FIDAS 200									
Serien-Nr.		SN 0111 / SN 0112									
				Durchgang 1		Durchgang 2		Durchgang 3			
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

Hersteller		PALAS		Standards		0			
Gerätetyp		FIDAS 200							
Serien-Nr.		SN 0111 / SN 0112							
		Durchgang 1		Durchgang 2		Durchgang 3			
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

Hersteller		PALAS		Standards		0				
Gerätetyp		FIDAS 200								
Serien-Nr.		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/m ³ i.B.	
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112													
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 1 PM10 [µg/m ³]	Ref. 2 PM10 [µg/m ³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m ³]	SN 0112 PM10 [µg/m ³]	SN 0111 PM10 [µg/m ³]	SN 0112 PM10 [µg/m ³]	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 Gerätetyp FIDAS 200 S Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112												Schwebstaub PM10 und 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										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/m ³ i.B.	
Gerätetyp FIDAS 200 S													
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112													
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 1 PM10 [µg/m ³]	Ref. 2 PM10 [µg/m ³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m ³]	SN 0112 PM10 [µg/m ³]	SN 0111 PM10 [µg/m ³]	SN 0112 PM10 [µg/m ³]	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 Gerätetyp FIDAS 200 S Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112												Schwebstaub PM10 und 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	
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 ³ i.B.
Gerätetyp FIDAS 200 S												
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112												
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 1 PM10 [µg/m ³]	Ref. 2 PM10 [µg/m ³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m ³]	SN 0112 PM10 [µg/m ³]	SN 0111 PM10 [µg/m ³]	SN 0112 PM10 [µg/m ³]	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 Gerätetyp FIDAS 200 S Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112												Schwebstaub PM10 und 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		
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 Gerätetyp FIDAS 200 S Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112												Schwebstaub PM10 und PM2,5 Messwerte in µg/m ³ i.B.	
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 1 PM10 [µg/m ³]	Ref. 2 PM10 [µg/m ³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/m ³]	SN 0112 PM10 [µg/m ³]	SN 0111 PM10 [µg/m ³]	SN 0112 PM10 [µg/m ³]	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

PM₁₀-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]

Blatt 12 von 22

Hersteller		PALAS									Schwebstaub PM10 und PM2,5	
Gerätetyp		FIDAS 200 S									Messwerte in µg/m ³ i.N.	
Serien-Nr.		SN 0111 / SN 0112										
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm ³]	Ref. 2 PM10 [µg/Nm ³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/Nm ³]	SN 0112 PM10 [µg/Nm ³]	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				

Anlage 5

PM₁₀-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]

Blatt 13 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		
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	-	-			-			Inlet -> Nullfilter			
35	17.06.2012	-	-			-			Nullfilter			
36	18.06.2012	-	-	18,3	16,9	-	16,6	16,6	Nullfilter			
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

PM₁₀-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 ³ i.N.	
Serien-Nr.		SN 0111 / SN 0112									
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm ³]	Ref. 2 PM10 [µg/Nm ³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/Nm ³]	SN 0112 PM10 [µg/Nm ³]	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

PM₁₀-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]

Blatt 15 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	
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

PM₁₀-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 ³ i.N.	
Serien-Nr.		SN 0111 / SN 0112									
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm ³]	Ref. 2 PM10 [µg/Nm ³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/Nm ³]	SN 0112 PM10 [µg/Nm ³]	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

PM₁₀-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

PM₁₀-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 ³ i.N.	
Serien-Nr.		SN 0111 / SN 0112									
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm ³]	Ref. 2 PM10 [µg/Nm ³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/Nm ³]	SN 0112 PM10 [µg/Nm ³]	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	Bonn, Winter	
194	28.02.2013	-	-	-	-	-	-	-	Nullfilter		
195	01.03.2013	-	-	36,6	37,1	-	38,9	38,5			
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

PM₁₀-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

PM₁₀-Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen [EN 12431]

Blatt 20 von 22

Hersteller PALAS										Schwebstaub PM10 und PM2,5 Messwerte in µg/m ³ i.N.
Gerätetyp FIDAS 200 S										
Serien-Nr. SN 0111 / SN 0112										
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm ³]	Ref. 2 PM10 [µg/Nm ³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/Nm ³]	SN 0112 PM10 [µg/Nm ³]	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	
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	Stromausfall Ref. PM2,5 G#1	

Anlage 5

PM₁₀-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

PM₁₀-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/m ³ i.N.		
Serien-Nr.		SN 0111 / SN 0112										
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 1 PM10 [µg/Nm ³]	Ref. 2 PM10 [µg/Nm ³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 0111 PM10 [µg/Nm ³]	SN 0112 PM10 [µg/Nm ³]	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		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 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 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	
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										Ausreisser Ref. PM10	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		
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

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
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_{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.

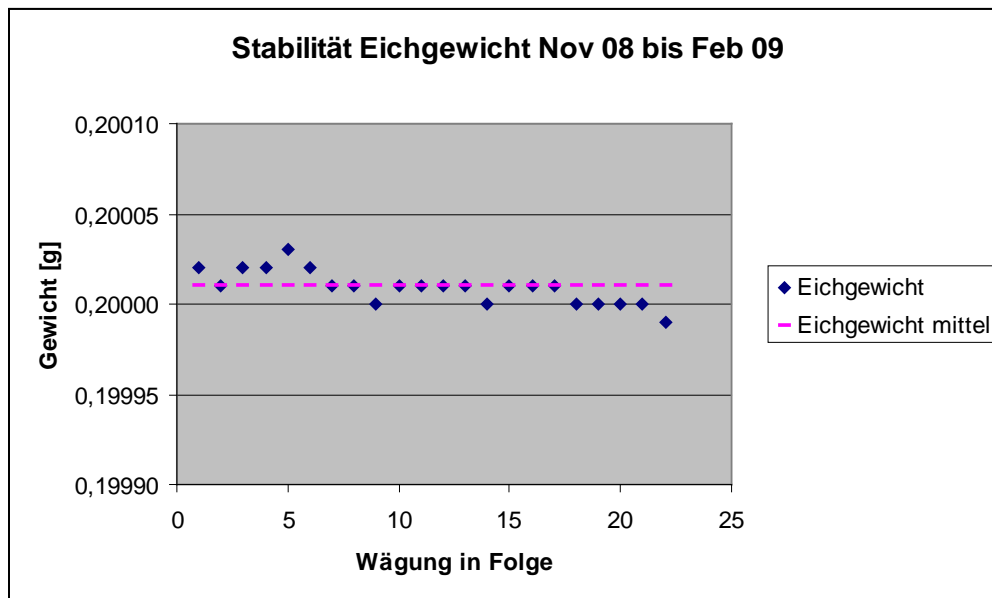


Abbildung 134: Stabilität Eichgewicht

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

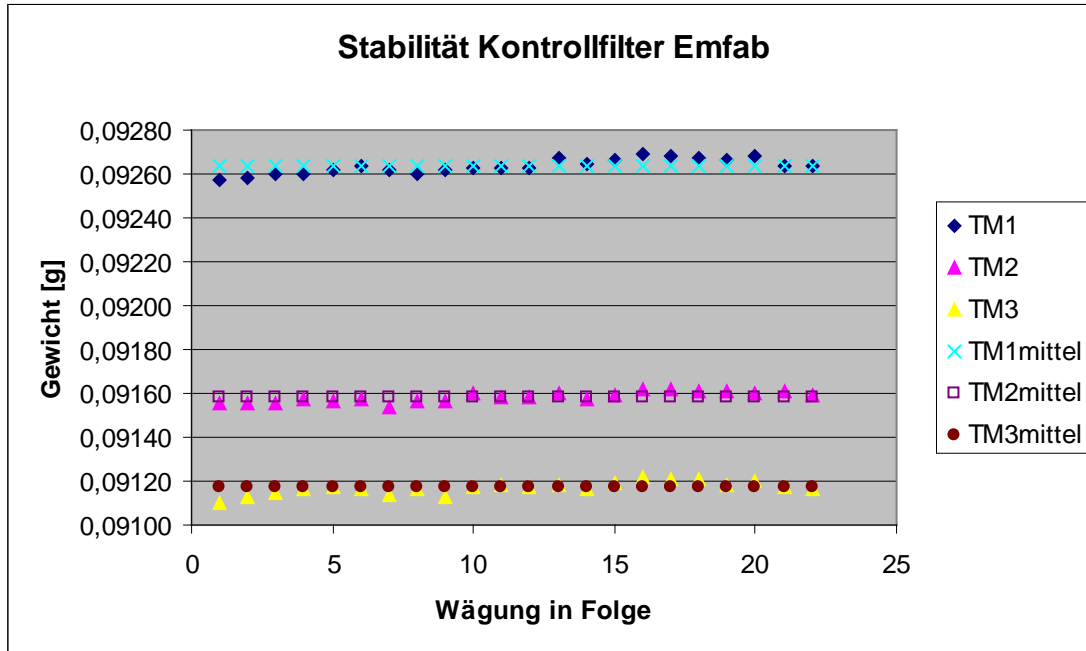


Abbildung 135: Stabilität der Kontrollfilter

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



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung
APDA-372 der Fa. HORIBA Europe GmbH für die Komponenten
Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5}

Geprüftes Gerät:	APDA-372 für Schwebstaub PM ₁₀ und PM _{2,5}
Hersteller:	HORIBA Europe GmbH Hans-Mess-Straße 6 61440 Oberursel
Prüfzeitraum:	April 2012 bis September 2013
Berichtsdatum:	07. Dezember 2016
Berichtsnummer:	936/21226418/C
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Guido Baum guido.baum@de.tuv.com
Fachlich Verantwortlicher:	Dr. Peter Wilbring peter.wilbring.@de.tuv.com

Leerseite

1. Allgemeines

1.1 Bekanntgabevorschlag

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

Messeinrichtung:

APDA-372 für Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5}

Hersteller:

HORIBA Europe GmbH, Oberursel

Eignung:

Zur kontinuierlichen parallelen Immissionsmessung der PM₁₀-und der PM_{2,5}-Fraktion im Schwebstaub im stationären Einsatz

Messbereiche in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
PM ₁₀	0 – 10.000	µg/m ³
PM _{2,5}	0 – 10.000	µg/m ³

Softwareversionen:

Messsystem: 100380.0014.0001.0001.0011
Implementierter Auswertalgorithmus: PM_ENVIRO_0011
Auswertesoftware PDAnalyze: 1.010

Einschränkungen:

keine

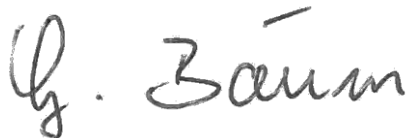
Hinweise:

1. Die Anforderungen gemäß des Leitfadens "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods" werden für die Messkomponenten PM₁₀ und PM_{2,5} eingehalten.
2. Die Anforderungen an den Variationskoeffizienten R² gemäß Richtlinie EN 12341 wurden für den Standort Köln, Sommer für einen der beiden Prüflinge nicht eingehalten.
3. Die Messeinrichtung ist als Indoor-Variante zur Installation an Temperatur kontrollierten Orten konzipiert.
4. Die Empfindlichkeit des Partikelsensors muss monatlich mit CalDust 1100 überprüft werden.
5. Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM₁₀-Referenzverfahren nach DIN EN 12341 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
6. Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM_{2,5}-Referenzverfahren nach DIN EN 14907 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
7. Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung ist im Internet unter www.qal1.de einsehbar.

Prüfbericht:

TÜV Rheinland Energy GmbH, Köln
Bericht-Nr.: 936/21226418/C vom 07. Dezember 2016

Köln, den 07. Dezember 2016



Dipl.-Ing. Guido Baum



B.-Eng. Stefan Heift

Anlagen:

- Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas[®] 200 S der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5}, TÜV-Bericht Nr.: 936/21227195/C, vom 12. Oktober 2016
- Mitteilungstext für Immissionsmesseinrichtung Fidas[®] 200 S bzw. Fidas[®] 200 der Firma PALAS GmbH, Stellungnahme vom 27. September 2014
- Bedienungshandbuch für die Messeinrichtung APDA-372

HORIBA

Immissionen Analysatoren

APDA-372 FEINSTAUBMONITORSYSTEM



Bedienungsanleitung

Version: HE0100914

APDA-372

Feinstaub-Monitor-System

Bedienungsanleitung

Vorwort

Diese Anleitung beschreibt die Bedienung des Feinstaub-Monitor-Systems, APDA-372. Achten Sie darauf, dieses Handbuch vor der Verwendung des Produkts zu lesen, um den ordnungsgemäßen und sicheren Betrieb des Gerätes zu gewährleisten. Auch sollten Sie das Handbuch sicher speichern damit es leicht verfügbar ist, wann immer erforderlich. Produkt-Spezifikationen und Aussehen, sowie der Inhalt dieses Handbuchs können ohne Vorankündigung geändert werden.

Garantie und Verantwortung

Das Ihnen gelieferte Produkt ist durch eine Garantie von HORIBA für einen Zeitraum von einem (1) Jahr abgedeckt. Bei Störungen oder durch HORIBA verursachte Schäden in diesem Zeitraum werden die notwendigen Reparaturen oder Austausch von Teilen kostenlos von HORIBA durchgeführt. Die Garantie erstreckt sich nicht auf folgendes:

- Jede Fehlfunktion durch unsachgemäßen Betrieb
- Jede Fehlfunktion durch Reparatur oder Modifikation einer nicht von HORIBA autorisierten Partei
- Jede Fehlfunktion durch die Verwendung in einer ungeeigneten Umgebung
- Jede Fehlfunktion durch die Verletzung der in diesem Handbuch beschriebenen Anweisungen
- Jede Fehlfunktion durch die Verwendung in einer Art und Weise, die nicht in diesem Handbuch beschrieben wurde
- Jede Fehlfunktion durch natürliche Katastrophen, Unfälle oder Missgeschicke die nicht HORIBA betreffen
- Eine Verschlechterung im Aussehen durch Korrosion, Rost, und so weiter.
- Verbrauchsmaterial und Ersatz von Verbrauchsmaterialien
- Produkte von anderen Unternehmen

HORIBA haftet nicht für Schäden, die durch Fehlfunktionen des Produkts, jede Löschung von Daten oder andere Verwendungen dieses Produkt entstehen.

Marken

Andere in diesem Handbuch verwendete Warenzeichen, Firmennamen, Markennamen oder eingetragene Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Unternehmen.

Urheberrecht

Diese Bedienungsanleitung ist urheberrechtlich geschützt. Die Übersetzung sowie die Vervielfältigung und Verbreitung in jeglicher Form, auch in einer Bearbeitung oder in Auszügen, insbesondere als Nachdruck, photomechanische oder elektronische Wiedergabe oder in Form der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen oder Datennetzen ohne die Zustimmung des Urheberrechtsinhabers und werden zivil- und strafrechtlich verfolgt.

CE-Konformitätserklärung

Das APDA-372 stimmt überein mit der Vorschriften der Europäischen Richtlinien:



Richtlinie:

EMV-Richtlinie	89/336/EG
Niederspannungs-Richtlinie	73/23/EG

Standards:

EMV-Richtlinie	EN61326-1: 2006 Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte; EMV-Anforderungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
Niederspannungs-Richtlinie	EN61010-1: 2010 Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte, Teil 1: Allgemeine Anforderungen

Inhaltsverzeichnis

WICHTIG - Bitte beachten Sie!.....	9
1. Installation und erste Inbetriebnahme	11
1.1. Überprüfen der Netzspannung	11
1.2. Überprüfen der Vollständigkeit der Lieferung	11
1.3. Geräteübersicht	12
1.3.1. Vorderansicht des APDA-372 Steuereinheit	12
1.3.2. Rückansicht des APDA-372 Steuereinheit	12
1.3.3. Anschlüsse auf der Rückseite der Steuereinheit	13
1.4. Erste Messung.....	14
2. Integration in das Messsystem.....	16
2.1. Anbringen der Wetterstation.....	16
2.2. Einschub des APDA-372 Steuereinheit	16
2.3. Anbringen des Sigma-2 Probenahmekopfes.....	18
2.4. Abschließende Handgriffe.....	18
3. Systemanmerkungen	19
3.1. Aktivierung der Koinzidenzkorrektur	19
3.2. Ändern der Zeitbasis des gleitenden Mittelwertes für APDA-372 Messungen	22
3.3. Angewandte Korrekturen des Algorithmus, z. B. TÜV Korrektur für PM2.5 und PM10	27
3.4. Systemüberwachungsfunktionen	27
3.5. Systemänderungen und Installation zusätzlicher Software unter Windows	28
3.6. Die promo.ini Datei.....	29
4. Wartung	31
5. Kalibrierung/Verifizierung des APDA-372	33
5.1. Automatischer Offsetabgleich	33
5.2. Prüfen der Dichtigkeit des Gesamtsystems	33
5.3. Abgleich der Empfindlichkeit des Partikelsensors	34
5.4. Prüfen des Partikelstroms im Partikelsensor	34
5.5. Prüfen des Volumenstroms	35
5.6. Ausbau des gravimetrischen Filters/Filterwechsel	38
5.7. Reinigung des APDA-372.....	38
5.7.1. Reinigung des APDA-372 mit IADS	38
5.7.2. Für alle APDA-372 Systeme.....	39
5.8. Reinigung des Absaugfilters der internen Pumpe.....	40
5.9. Reinigung des Sigma-2 Kopfes	41
5.10. Ersetzen der O-Ring-Dichtung.....	41
6. Partikelmessung mit dem APDA-372 System.....	43
6.1. Das APDA-372 System zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus	45
6.2. Überblick über die einzelnen Messschritte.....	46
6.3. Weitere Vorteile	49
6.4. Begriffliche Definitionen	50
6.5. Auswirkungen der Gerätekenngößen.....	50
7. Sicherstellen korrekter Messbedingungen	52
8. Technische Daten APDA-372 System:.....	53
9. Anhänge:.....	55
9.1. Feuchtekompensationsmodul IADS	55
9.2. Sigma-2 Probenahmekopf	56
9.3. Kompakte Wetterstation WS600-UMB.....	57
9.3.1. Technische Daten der WS600-UMB	58

Abbildung Index

Abbildung 1: Komponenten eines APDA-372 Systems.....	11
Abbildung 2: Vorderseite des APDA-372 Steuereinheit	12
Abbildung 3: Rückseite des APDA-372 Steuereinheit.....	12
Abbildung 4: Anschlussmöglichkeiten auf der Rückseite des APDA-372 Steuereinheit	13
Abbildung 5: Startbildschirm	14
Abbildung 6: Datenübersicht, z. B. PM Werte	14
Abbildung 7: Anbringen der Wetterstation am Rohr.....	16
Abbildung 8: Verbinden des Kabels mit der Wetterstation.....	16
Abbildung 9: Verbinden der Wetterstation, IADS mit den Anschlüssen auf der Rückseite	17
Abbildung 10: Verbinden des Probenahmerohres mit dem Probeeinlassführungsrohr und der Steuereinheit.....	17
Abbildung 11: links falsche Position des Probenahmerohres, rechts richtige Position	17
Abbildung 12: Interne Fixierung des Probenahmerohres	18
Abbildung 13: Anbringen des Sigma-2 Probenahmekopfes.....	18
Abbildung 14: Hauptmenu	19
Abbildung 15: Expert User Menu.....	19
Abbildung 16: System Menu.....	20
Abbildung 17: Advanced System Settings.....	20
Abbildung 18: Kalibrierbildschirm	21
Abbildung 19: Statistics reiter	21
Abbildung 20: Windows Desktop.....	22
Abbildung 21: Startup Ordner	23
Abbildung 22: Fidas Ordner.....	24
Abbildung 23: Die promo.ini Datei	26
Abbildung 24: Startup-Manager.....	28
Abbildung 25: Statusübersicht.....	31
Abbildung 26: Auszug TÜV Rheinland Report 936/21218896/A.....	34
Abbildung 27: Calibrate flow sensor offset.....	35
Abbildung 28: Eingabe Durchfluss.....	36
Abbildung 29: Bildschirmdarstellung während des automatischen Offsetabgleichs.....	37
Abbildung 30: Schematische Darstellung des Flusses des Probenahmevolumenstromes.....	37
Abbildung 31: Bildschirmdarstellung während der Kalibrierung	37
Abbildung 32: (A-C) Entfernen des Filterhalters	38
Abbildung 33: (A and B) Aufbau des Filterhalters.....	38
Abbildung 34: Verbindung des Sensoreingangs mit Feuchtekompensationsmodul IADS	39
Abbildung 35: (A-C) Entfernen des Filters.....	39
Abbildung 36: Lösen der M3 Kreuzschlitzschrauben.....	40
Abbildung 37: Herausnehmen des Aerosolführungsrohres	40
Abbildung 38: Optische Gläser im Innern des Aerosolsensors	40
Abbildung 39: Optisches Tuch	40
Abbildung 40: Entfernen der Schutzkappe.....	41
Abbildung 41: Filter ohne Schutzkappe	41
Abbildung 42: Herausnehmen des Filters	41
Abbildung 43: Ausgebauter Filter und Schutzkappe.....	41
Abbildung 44: Dichtungsringset für den APDA-372.....	42
Abbildung 45: Absolutfilterhalter	42
Abbildung 46: Aerosoleinlass, Sensoreinlass	42
Abbildung 47: Aufbau des Sensors des APDA-372 Messsystems	43
Abbildung 48: Veranschaulichung der T-Blende.....	43
Abbildung 49: Kalibrierkurve für 90° Streulichtdetektion	43
Abbildung 50: Messung des Streulichtsignals am Einzelpartikel	44
Abbildung 51: Vergleich eines optischen Streulichtspektrometers	44
Abbildung 52: Straßen nahe Messung des APDA-372	45
Abbildung 53: verwendete Durchdringungskurven	47

<i>Abbildung 54: verwendete Durchdringungskurven</i>	<i>47</i>
<i>Abbildung 55: Zusätzliche Information durch Partikelgrößenverteilungen</i>	<i>49</i>
<i>Abbildung 56: Sigma-2 Probenahmekopf.....</i>	<i>55</i>
<i>Abbildung 57: APDA-372 Steuereinheit, Aerosolsensor mit IADS.....</i>	<i>55</i>
<i>Abbildung 58: IADS Verlängerung mit Außenrohr.....</i>	<i>56</i>
<i>Abbildung 59: Sigma-2 Probenahmekopf.....</i>	<i>56</i>
<i>Abbildung 60: Kompakte Wetterstation WS600-UMB</i>	<i>57</i>



WICHTIG - Bitte beachten Sie!

- 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 APDA-372 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 5°C bis +40°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 des APDA-372 Steuereinheit muss der Button "shut down" betätigt werden, APDA-372 schaltet sich dann automatisch aus. Erst wenn das Betriebssystem heruntergefahren ist, darf der Netzschalter betätigt werden, da sonst Datenverluste drohen!**
- **APDA-372 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 APDA-372 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 PM10-Referenzverfahren nach DIN EN 12341 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
- Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM2.5-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.
- **Das APDA-372 wird in dem Zustand verschickt, in dem es am TÜV Äquivalenztest teilgenommen hat. Wenn Korrekturen an diesem Zustand vorgenommen werden sollen, bitte Kapitel 3.3 berücksichtigen.**

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 APDA-372 durch ein Lieferunternehmen ist das APDA-372 System in Komponenten zerlegt worden. Vor einer ersten Inbetriebnahme muss das System wieder zusammengesetzt werden. Folgende Teile sollten vorhanden sein:

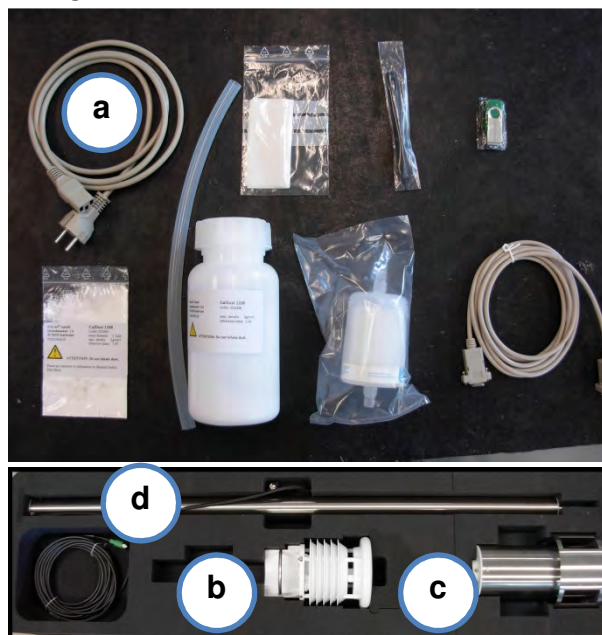


Abbildung 1: Komponenten eines APDA-372 Systems

- APDA-372 Steuereinheit
- Aerosoleinlassführungsrohr
- Netzkabel (a)
- Plastikschlauch ca. 30 cm für Kalibrierung und Verifikation
- Flasche CalDust 1100 für Kalibrierung und Verifikation
- Nachfüllpäckchen CalDust 1100
- Reinigungsset bestehend aus optischen Tüchern
- Bedienungsanleitung APDA-372 Feinstaubmonitorsystem gedruckt
- Beschreibung APDA-372 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 folgende weitere Komponenten im Lieferumfang enthalten:

- Wetterstation WS300-UMB (b) – optional stattdessen auch WS600-UMB
- Probenahmerohr mit IADS (d)
- Verbindung Probenahmekopf zu Probenahmerohr
- Probenahmekopf Sigma-2 (c) – optional stattdessen oder zusätzlich auch PM-10 oder PM-2,5 Probenahmekopf
- Fixierung des Probenahmerohres am Gehäuse

1.3. Geräteübersicht

1.3.1. Vorderansicht des APDA-372 Steuereinheit



Abbildung 2: Vorderseite des APDA-372 Steuereinheit

Die Bedienung des APDA-372 Gerätes erfolgt über einen Touchscreen (siehe hierzu gesonderte Bedienungsanleitung APDA-372 Firmware für detaillierte Informationen zur Benutzeroberfläche).

Über den USB Anschluss können die Daten ausgelesen und mit der zusätzlichen PDAalyze Software (ist im Lieferumfang enthalten) an einem externen PC weiterverarbeitet werden. Zudem können die Daten via RS-232 oder Ethernet Anschluss und eines der möglichen Kommunikationsprotokolle übermittelt werden.

1.3.2. Rückansicht des APDA-372 Steuereinheit



Abbildung 3: Rückseite des APDA-372 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. Im APDA-372 wird

die LED mit 20 % Leistung und einer kontrollierten geringeren Temperatur betrieben, was die Lebensdauer erheblich verlängert.

1.3.3. Anschlüsse auf der Rückseite der Steuereinheit



Abbildung 4: Anschlussmöglichkeiten auf der Rückseite des APDA-372 Steuereinheit

Auf der rechten Seite befinden sich folgende Anschlussmöglichkeiten:

- **Netzwerk**, zur Verbindung des APDA-372 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 APDA-372 Steuereinheit
- Modbus über **RS 232** Verbindung für Fernabfrage der Messwerte und externe Ansteuerung des Messgerätes (WebAccess)
- **Anschluss für die Wetterstation WS300/WS600*-UMB** 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)

* nur für WS600

1.4. Erste Messung

Schalten Sie das Gerät ein (I/O-Schalter auf der Geräterückseite des APDA-372 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).

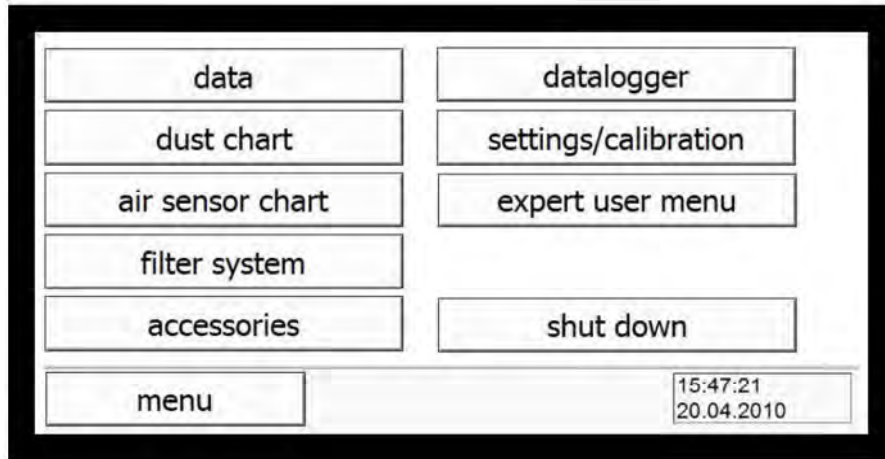


Abbildung 5: Startbildschirm

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/cm³

Luftsensoren: (Daten der Wetterstation)

- ➔ Relative Feuchte
- ➔ Temperatur
- ➔ Barometrischer Luftdruck

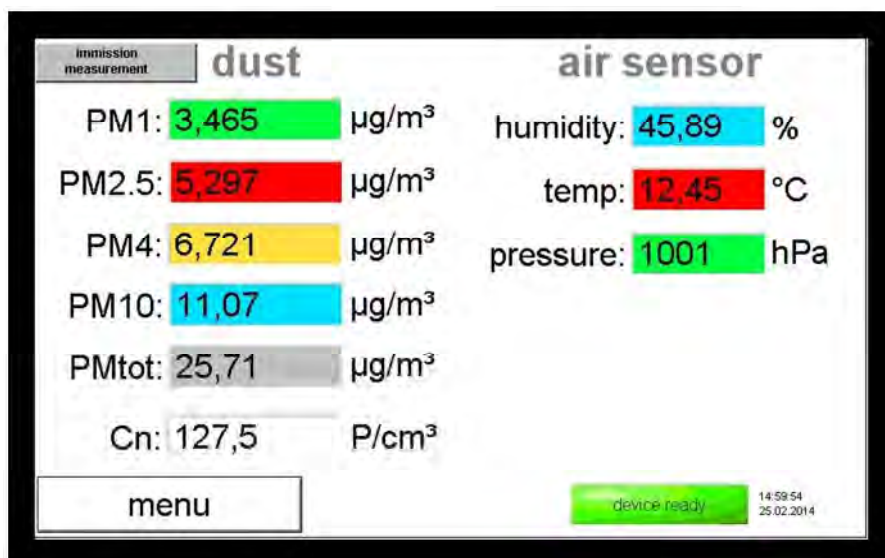


Abbildung 6: Datenübersicht, z. B. PM Werte

Nähere Informationen entnehmen Sie bitte der separaten Bedienungsanleitung APDA-372 Firmware. Bitte beachten: Der Wert „NaN“ (keine Zahl) erscheint kurz nach dem Anschalten des Gerätes und vor der ersten Messung oder während der Kalibrierung oder Wartung.

2. Integration in das Messsystem

2.1. Anbringen der Wetterstation

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 7) und ziehen die Muttern leicht an (die Wetterstation muss sich noch leicht drehen lassen!).



Abbildung 7: Anbringen der Wetterstation
am Rohr



Abbildung 8: Verbinden des Kabels mit der
Wetterstation

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. Verbinden Sie dann das Kabel mit der Wetterstation (handfest!) wie in Abbildung 8 gezeigt.



Vorsicht:

Wenn Sie die Muttern zu fest anziehen, kann die Halterung der Wetterstation zerspringen!

2.2. Einschub des APDA-372 Steuereinheit

Verschieben Sie dann die Steuereinheit so, dass Sie mit der Öffnung des Probeeinlassführungsrohres genau unterhalb des Probenahmerohres sind (siehe Abbildung 9). Dazu müssen Sie zuvor das Probenahmerohr angehoben haben. Führen Sie dann vorsichtig (!) das Probenahmerohr über das Probeeinlassführungsrohr wie in Abbildung gezeigt. Das Probenahmerohr sollte dabei möglichst senkrecht sein, ggfs. müssen Sie die Position der Steuereinheit entsprechend ändern.

Verbinden Sie dann die Kabel von der Wetterstation und dem IADS (Probenahmerohr) mit den dafür vorgesehenen und bezeichneten Anschlüssen (Ort kann von dem in Abbildung 9 gezeigten je nach Modell abweichen). Verbinden Sie auch das Netzkabel (und gegebenenfalls auch ein Netzwirkkabel), aber schalten Sie des APDA-372 noch nicht ein!



Abbildung 9: Verbinden der Wetterstation, IADS mit den Anschlüssen auf der Rückseite

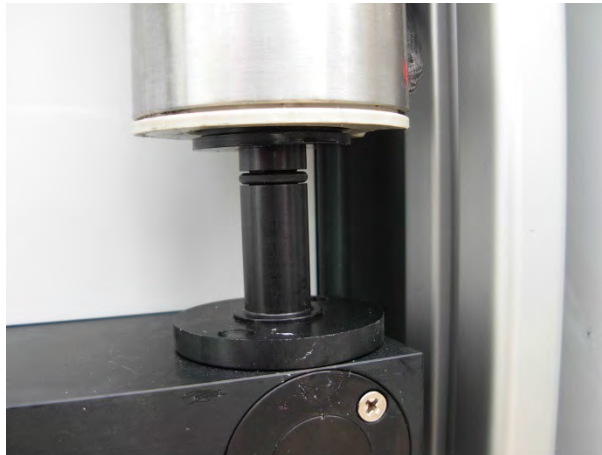


Abbildung 10: Verbinden des Probenahmerohres mit dem Probeeinführungsrohr und der Steuereinheit

Fahren Sie damit fort, bis das Probenahmerohr auf der Sensoreinheit aufliegt, d. h. es sollte kein Spalt mehr vorhanden sein. Abbildung 10 rechts zeigt die korrekte Position.



Abbildung 11: links falsche Position des Probenahmerohres, rechts richtige Position

Befestigen Sie dann vorsichtig die Schellen der Halterung etwas oberhalb:

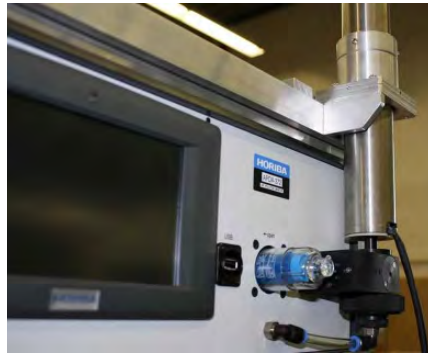


Abbildung 12: Interne Fixierung des Probenahmerohres

2.3. Anbringen des Sigma-2 Probenahmekopfes

Schieben Sie dann den Sigma-2 Probenahmekopf auf dieses Verbindungsstück (er sollte komplett auf dem Probenahmerohr aufliegen) und fixieren Sie dann den Probenahmekopf mit der 2er Inbusschraube (siehe Abbildung 13).

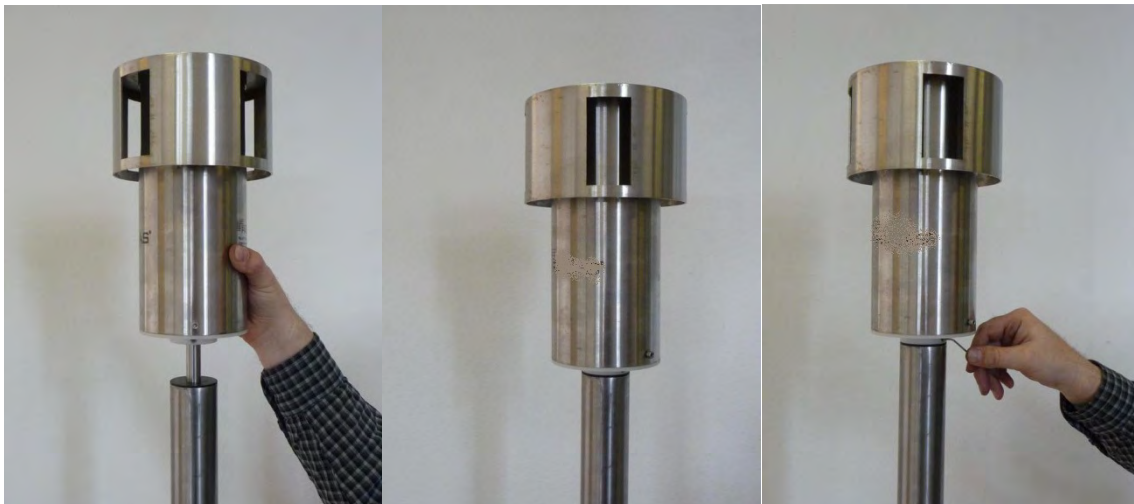


Abbildung 13: Anbringen des Sigma-2 Probenahmekopfes

Sollten Sie statt dem Sigma-2 Probenahmekopf einen PM-10 oder PM-2,5 Probenahmekopf verwenden wollen, verfahren Sie bitte entsprechend.

2.4. Abschließende Handgriffe

Betätigen Sie dann den Netzschalter auf der Rückseite des APDA-372 Steuereinheit. Nach dem Hochfahren des Windows Betriebssystems und des APDA-372 Start-up Managers sehen Sie den Bildschirm mit den verschiedenen PM-Fractionen, der Partikelanzahlkonzentration und den Umgebungsbedingungen (Temperatur, relative Feuchte, Luftdruck). Für die ersten Werte der PM-Fractionen müssen Sie aufgrund der Mittelung etwa 4 Minuten warten.

3. Systemanmerkungen

3.1. Aktivierung der Koinzidenzkorrektur

Im Auslieferungszustand des APDA-372 ist als Standardeinstellung die Koinzidenzkorrektur nicht eingeschaltet. Wenn das APDA-372 an Standorten genutzt wird, an denen signifikant hohe Konzentrationen auftreten und wenn das APDA-372 einen Koinzidenzwert höher als 10 % misst, kann es notwendig sein, die Koinzidenzkorrektur einzuschalten, um den Originalkonzentrationsbereich von 0 auf 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ signifikant zu erweitern. Die folgenden Schritte erklären, wie die Koinzidenzkorrektur eingeschaltet wird.

Nach dem Starten des APDA-372 befinden Sie sich im Hauptmenü (Abbildung 14):

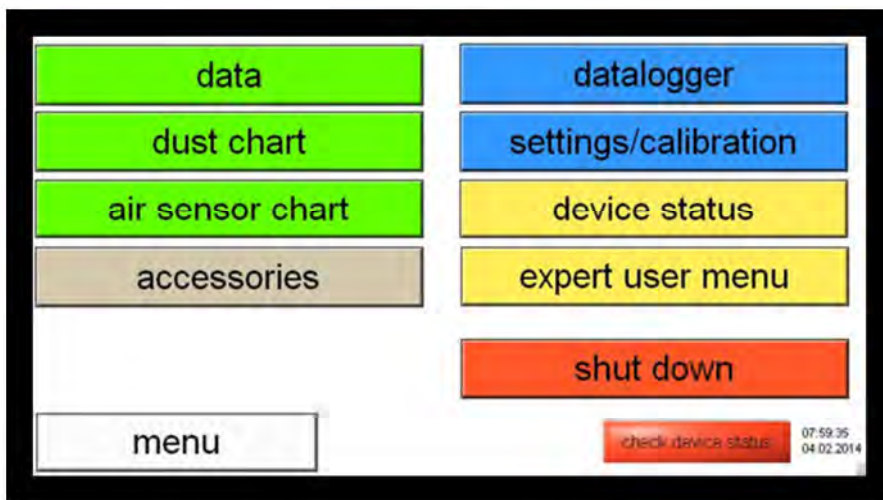


Abbildung 14: Hauptmenü

Wechseln Sie zum Expertenmenü durch Anklicken des Buttons "expert user menu", dann geben Sie die "1" folgend auf "-" ein und klicken auf "accept" (Abbildung 15):

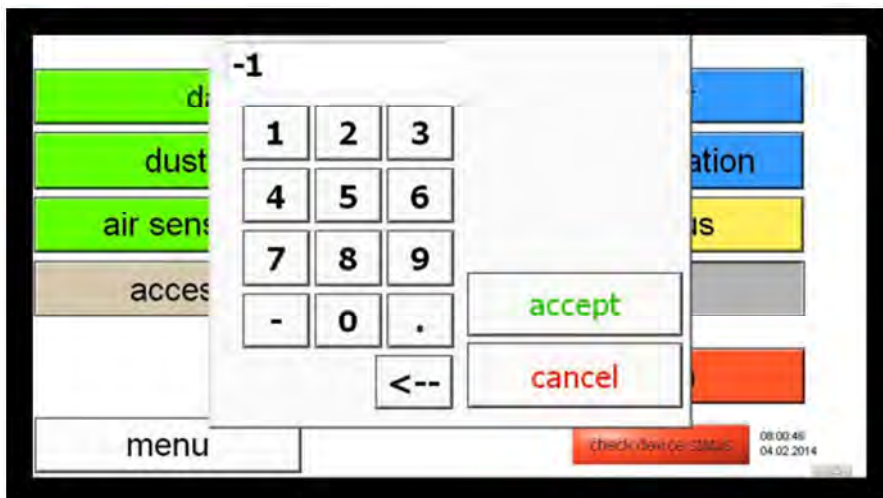


Abbildung 15: Expert User Menu

Sie befinden sich nun im Expertenmenü. Von hier aus gelangen Sie zum APDA-372 Hauptmenü zurück, in dem Sie auf den grünen APDA-372 -Balken im oberen linken Bereich klicken. Bitte klicken Sie auf "system" um fortzufahren:

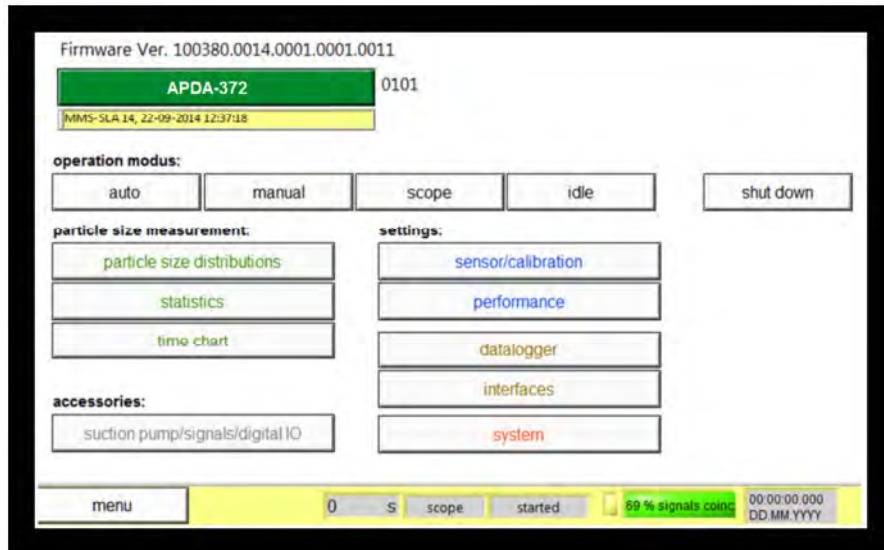


Abbildung 16: System Menu

Sie befinden sich jetzt im "system"-Bildschirm (Abbildung 16). Fahren Sie fort, in dem Sie den Button "advanced system settings" anklicken:



Abbildung 17: Advanced System Settings

Sie befinden sich nun im "advanced system settings"-Bildschirm (Abbildung 17). Bitte schließen Sie nun eine USB-Tastatur an und stellen Sie sicher, dass diese vom System erkannt wird (typischerweise durch Hören eines Klingeltons). Dann klicken Sie auf "c" auf dieser Tastatur. Dies öffnet einen versteckten Kalibrierbildschirm mit verschiedenen Reitern.



Vorsicht:

Bitte ändern Sie nichts anderes als unten beschrieben, andernfalls riskieren Sie, dass Ihr Gerät nicht mehr einwandfrei funktioniert!



Abbildung 18: Kalibrierbildschirm

Sie befinden sich nun im versteckten Kalibrierbildschirm (Abbildung 18). Wechseln Sie zum Reiter "statistics" und aktivieren Sie die "coincidence correction T-aperture (C-factor + T-shape)". Dann klicken Sie auf "save for selected settings only" gefolgt von "close".

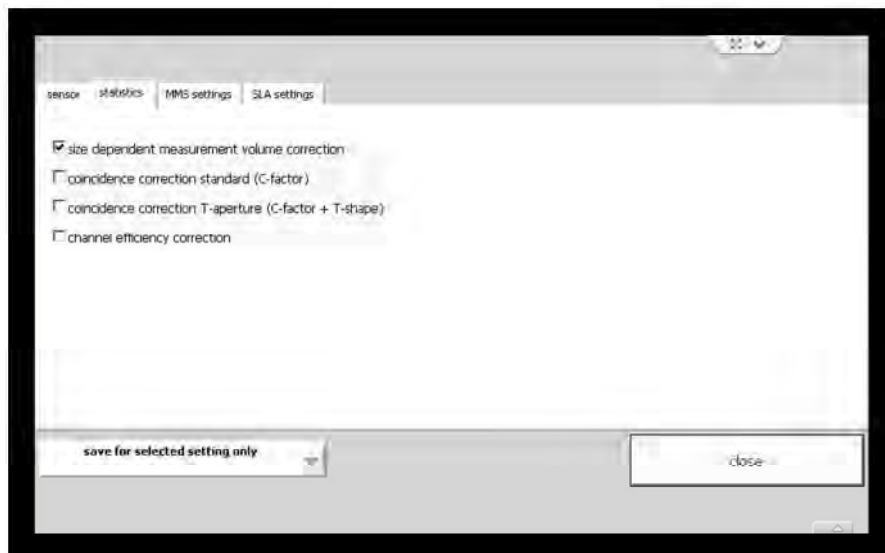


Abbildung 19: Statistics reiter

3.2. Ändern der Zeitbasis des gleitenden Mittelwertes für APDA-372 Messungen

Die PM-Werte werden auf Basis eines gleitenden Mittelwertes mit einer Zeitbasis von 900 s gemessen. Das ist die gleiche Zeitbasis, die auch beim TÜV-Äquivalenz- und Eignungstest angewendet wurde. Wenn Sie die Zeitbasis ändern, seien Sie sich bitte bewusst, dass dann die Konfiguration vom zertifizierten Status abweicht und es keine Informationen zu den Auswirkungen dieser Änderung gibt, d. h. weder die Korrelation noch die Gravimetrie wird aufrecht erhalten.



Vorsicht:
Wird dieser Wert verändert, geschieht dies auf eigenes Risiko des Anwenders.

Jedoch kann es unter bestimmten Umständen von Vorteil sein, die Zeitbasis zu ändern. Die folgenden Schritte erläutern, wie die Zeitbasis geändert werden kann:

- Nach dem Starten des APDA-372 befinden Sie sich im Hauptmenü (siehe Abbildung 14).
- Wechseln Sie zum Expertenmenü durch Anklicken des Buttons "expert user menu", dann geben Sie die "1" folgend auf "-" ein und klicken auf "accept" (siehe Abbildung 15).
- Sie befinden sich nun im Expertenmenü (siehe Abbildung 15). Von hier aus gelangen Sie zum APDA-372 Hauptmenü zurück, in dem Sie auf den grünen APDA-372-Balken im oberen linken Bereich klicken. Bitte klicken Sie auf "system" um fortzufahren:
- Sie befinden sich nun im "system" Bildschirm (siehe Abbildung 16). Fahren Sie fort, in dem Sie auf "exit to OS" klicken, um Zugang zum Windows Betriebssystem zu erhalten.
- Auf dem Windows Desktop sehen Sie ein Symbol und einen Ordner. Mit dem Symbol "Shortcut to startupmanager" können Sie die APDA-372 Benutzeroberfläche neu starten. Bitte klicken Sie den "startup" Ordner an (siehe Abbildung 20)
-



Abbildung 20: Windows Desktop

- Sie befinden sich jetzt im “startup” Ordner, bitte klicken Sie nun auf den FIDAS Ordner (siehe Abbildung 21).

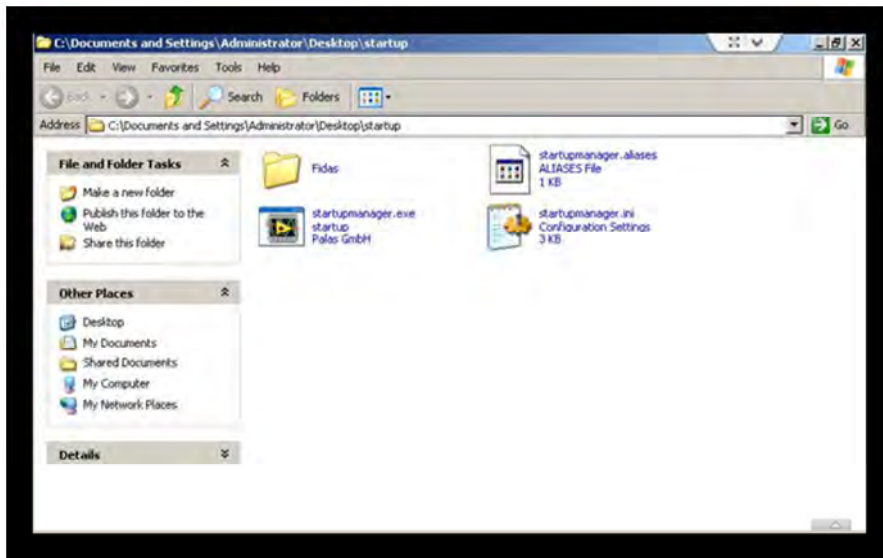


Abbildung 21: Startup Ordner

In diesem Ordner sind verschiedene Dateien zu sehen (scrollen Sie nach unten, um die zweite Hälfte zu sehen, siehe Abbildung 22).

Datei	Zweck
“_palassupport.exe”	Teamviewer Modul für Fernsupport und Fernkontrolle
“counter-win32.100###.exe”	APDA-372 Benutzeroberfläche Firmware, die höchste Nummer ist die aktuellste Version
“DATA_auto_5048_...”	APDA-372 Dateien
“promo.ini”	APDA-372 *.ini Datei mit dauerhaften Einstellungen

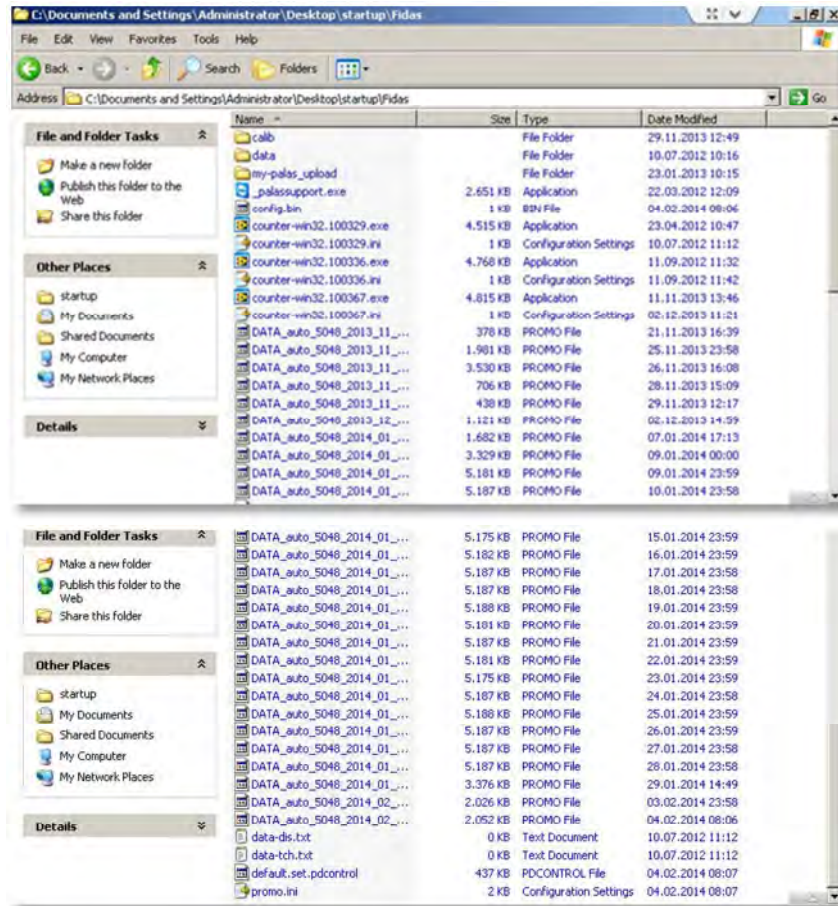


Abbildung 22: Fidas Ordner

Bitte öffnen Sie die “promo.ini” Datei. Für das APDA-372 sollte diese wie folgt aussehen (siehe Abbildung 23):


```
promo_Fidas.ini - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht ?

[system]
type=Fidas 200
ser#=
password=

[plugin]
Promo 3000_enabled=no
Fidas 100_enabled=yes
Fidas 200/210_enabled=yes
Fidas 300/310_enabled=yes
Fidas mobile_enabled=no
Nanoco 100_enabled=no
Nephel 100_enabled=no
stop_enabled=yes
start_enabled=yes

[my-palاس.com]
my-palاس.com_autostart=no

[Fidas]
PM10_slope=1.000
PM10_intercept=0
PM4_slope=1.000
PM4_intercept=0
PM2.5_slope=1.000
PM2.5_intercept=0
PM1_slope=1.000
PM1_intercept=0
PMtotal_slope=1.000
PMtotal_intercept=0
PM_alternative=yes
PM_volatile=no
textfile=yes
textfile_interval=60s
PM_autoadjust=no
gravimetric_correction
IADS_modus=1
dust_type=2
sensor_selection=2
automated_cleaning=no
alarm_threshold=99999 µg/m³
alarm_value=PM10
alarm_email_address=
```

Aktivierung der Textdatei data logging
und Einstellung der Zeitbasis

```
[Promo3000]
interval=300
sensor1=15.000000
sensor2=33.000000

[hardware]
weatherstation_connected=yes
weatherstation_comport=4
GPS_connected=no
GPS_comport=8
discmini_connected=no
discmini_comport=81
discmini_interval=300s

[UF-CPC]
liquid_pump_impulsinterval=45 s
liquid_pump_impulsamplitude=0.5 V

[settings]
sensor_selection=2
PM_interval=900s
IP_UDP_broadcast=127.0.0.1
PLC_interface=1
temperature_compensation=yes
temperature_slope=0.25
velocity_correction=yes
velocity_calibration_enabled=no
flow_calibration_enabled=yes
server_IP-accesslist="+*"
RSBaudRate=57600
BayerHessen_DA_commmmand=60>6
```

Einstellung der Zeitbasis für den gleitenden Mittelwert
Empfohlene und TÜV genehmigte Einstellung: 900 s
Einstellung RS-232 Baudrate

Abbildung 23: Die promo.ini Datei

Durch Herunter scrollen können Sie die zweite Hälfte der Einstellungen sehen. Bitte überprüfen Sie die Zeitbasis und falls notwendig, setzen Sie die Zeitbasis für den gleitenden Mittelwert auf 900 Sekunden (d.h. 15 Minuten). Speichern und schließen Sie die "promo.ini" Datei und starten Sie die APDA-372 Benutzeroberfläche neu.

3.3. Angewandte Korrekturen des Algorithmus, z. B. TÜV Korrektur für PM2.5 und PM10

Basierend auf dem Report des TÜV Rheinland bezüglich der Eignungsprüfung des APDA-372 Messsystems für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2.5, Report Nummer: 936/21218896/A, wurde festgestellt, dass die Korrelation von PM10 und PM2.5 bezüglich der Gravimetrie besser ist, wenn die Steigung und das Offset der Datenkonvertierung angepasst wird. Es wurde herausgefunden (Kapitel 6.5 im Report), dass die beste Korrelation mit der folgenden Funktion erreicht wird:

PM2.5:	Steigung: 1.076	Achsenabschnitt: -0.339
PM10:	Steigung: 1.058	Achsenabschnitt: -1.505

Um die Korrektur zu implementieren, werden die folgenden Kehrwerte angewandt, d. h.:

Korrektur = $1/\text{Steigung} * y - \text{Achsenabschnitt}/\text{Steigung}$

PM2.5:	cSteigung: 0.929	cAchsenabschnitt: -0.315
PM10:	cSteigung: 0.945	cAchsenabschnitt: -1.422

Diese Korrektur ist in der promo.ini Datei eingetragen und kann modifiziert werden, wenn dies gewünscht ist, oder wenn eine Standortkorrelation bezüglich eines gravimetrischen Messsystems neue Ergebnisse liefert. Wenn diese Korrektur bei Messungen mit dem APDA-372 Anwendung finden soll, so muss sie in der promo.ini Datei eingetragen werden. Bei anderen Korrekturen, wie z. B. einer ermittelten Standortkorrelation bezüglich eines gravimetrischen Messsystems ist genauso zu verfahren.

Beispiel: Um die o. g. Korrektur vom TÜV Rheinland anzuwenden, muss die promo.ini wie folgt aussehen:

```
Promo.ini:  
[Fidas]  
PMtotal_slope=1  
PMtotal_intercept=0  
PM10_slope=0.945  
PM10_intercept=1.422  
PM4_slope=1  
PM4_intercept=0  
PM2.5_slope=0.929  
PM2.5_intercept=0.315  
PM1_slope=1  
PM1_intercept=0
```

3.4. Systemüberwachungsfunktionen

Alle Geräte werden seit Herbst 2013 mit einer aktiven Systemüberwachung ausgeliefert. Wenn die Firmware nicht läuft oder sich aufgehängt hat, wird das System automatisch nach 255 Sekunden neu gestartet. Dies bedeutet aber auch, dass der Zugriff auf das Windows Betriebssystem auf 255

Sekunden begrenzt ist, wenn der Zugriff über den folgenden Weg erfolgt: "expert user menu"->"system"->"exit to OS".

Um Zugriff auf das Windows Betriebssystem ohne die Zeitbegrenzung zu erhalten, wählen Sie bitte "Ver.exe" während des Starten des APDA-372 Start-up Manager aus.

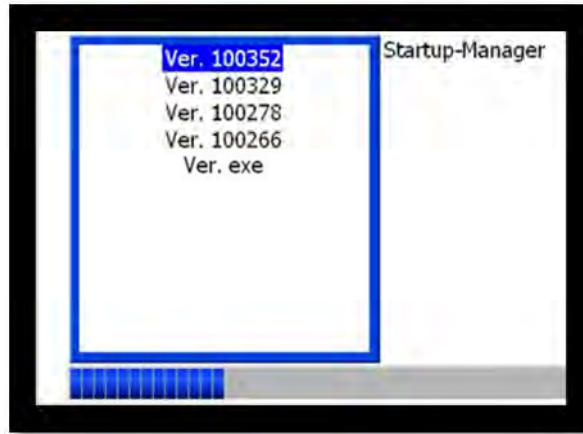


Abbildung 24: Startup-Manager

3.5. Systemänderungen und Installation zusätzlicher Software unter Windows

Alle Geräte werden seit Herbst 2013 mit einem Datei-basierenden Schreibschutzfilter (file based write filter - FBWF) ausgeliefert. Der Zweck dieses Schutzes ist es, eine Verschlechterung des Windows Betriebssystems zu verhindern oder vor einer möglichen Installation von Malware zu schützen. Mit diesem Filter wird der Originalzustand des Betriebssystems gesichert.

Alle Änderungen am Betriebssystem oder jede neu installierte Datei wird nicht permanent gespeichert und der Originalzustand wird beim nächsten Start des Systems wieder hergestellt. Dies beinhaltet zum Beispiel die Einstellung der Windows Systemzeit und des Datums.

Die einzige Ausnahme sind alle Daten, die auf dem Desktop gespeichert werden. Auch die APDA-372 Daten- und Systemdateien werden auf dem Desktop gespeichert und können zu jeder Zeit geändert und neue Dateien hinzugefügt werden.

Um permanente Systemänderungen speichern zu können, aktivieren Sie bitte die Batch-Datei im folgenden Ordern auf dem Desktop: "/startup/Fidas". Nach dem Neustart des Windows Betriebssystems sind die Änderungen dauerhaft gespeichert (z. B. Systemzeit und Datum). Wir empfehlen, die Batch-Datei laufen zu lassen, um den Schreibschutz nach allen gewünschten Änderungen wieder zu aktivieren. Dies erfordert einen Neustart des Systems, erst danach ist der Schutz wieder aktiv ist.



Bitte beachten:

Es ist möglich, das System ohne den aktiven FBWF laufen zu lassen, wir empfehlen jedoch, den FBWF einzuschalten.

3.6. Die promo.ini Datei

Die promo.ini Datei beinhaltet wichtige Einstellungen für die APDA-372 Benutzeroberfläche. Eine detaillierte Vorstellung der Eintragungen in der promo.ini Datei wird unten gezeigt. Bitte seien Sie sich bewusst, dass fast alle Änderungen starke Auswirkungen auf die Firmware haben, so dass Änderungen auf ein absolutes Minimum begrenzt und nur dann durchgeführt werden sollten, wenn die Auswirkungen nachvollzogen werden können.

[Erläuterung:](#)

[Bitte beachten:](#) Eintragungen die das APDA-372 nicht betreffen sind durchgestrichen

```
[system]
type=Fidas 200
ser#=[REDACTED]
password=[REDACTED]
```

Modell, bitte beachten Sie
Seriennummer des Gerätes [\[Bitte nicht ändern!\]](#)
Passwort für den internen Gebrauch [\[Bitte nicht ändern!\]](#)

```
[plugin]
Promo 3000_enabled=no
Fidas 100_enabled=yes
Fidas 200/210_enabled=yes
Fidas 300/310_enabled=yes
Fidas mobile_enabled=no
Nephel 100_enabled=no
stop_enabled=yes
start_enabled=yes
```

Plugins (Top Level Benutzeroberfläche) die ausgeschaltet sind
[\[Bitte nicht ändern!\]](#)

```
[my-palas.com]
my-palas.com_autostart=no
```

```
[Fidas]
PM10_slope=0.945
PM10_intercept=1.4
PM4_slope=1.000
PM4_intercept=0
PM2.5_slope=0.929
PM2.5_intercept=0.3
PM1_slope=1.000
PM1_intercept=0
PMtotal_slope=1.000
PMtotal_intercept=0
PM_alternative=yes
PM_volatile=no
textfile=yes
textfile_interval=60s
PM_autoadjust=no
gravimetric_correction_factor=1.0
IADS_modus=1
dust_type=2
sensor_selection=2
automated_cleaning=no
alarm_threshold=99999 µg/m³
alarm_value=PM10
alarm_email_address=""
password_service=-1
```

Jede Änderung der Steigung und des Offsets wird hier eingetragen
[Bitte beachten:](#) die angewandte Korrektur in diesem Beispiel stammt vom
Report 936/21218896/A

Die Anzeige alternativer PM-Werte unter „accessories“ ist aktiv

Textdatei logging aktiviert
Zeitbasis für die Textdatei logging, d. h. Daten werden alle 60 s gespeichert
[\[Bitte nicht ändern!\]](#)

Betriebsmodus der IADS

[\[Bitte nicht ändern!\]](#)

[\[Bitte nicht ändern!\]](#)

Automatische Reinigung deaktiviert

Grenzwert der PM-Fraktion, welcher den digitalen Alarm steuert (digital out)

Bestimmte PM-Fraktion, die den Alarm steuert (z. B. PM2,5)

E-Mail Adresse, an die eine Nachricht im Falle eines Fehlers geschickt wird

Passwort, um in den Expertenmodus zu wechseln

```
[Promo3000]-----  
interval=300-----  
sensor1=15.000000-----  
sensor2=33.000000-----
```

[hardware]

```
weatherstation_connected=yes   Wetterstation ist angeschlossen  
weatherstation_comport=4       Com-port der angeschlossenen Wetterstation  
GPS_connected=no                GPS ist nicht angeschlossen (wird nicht länger unterstützt!)  
GPS_comport=8                  Com-port des GPS  
discmini_connected=no          DiSCmini ist nicht angeschlossen  
discmini_comport=81           Com-port des DiSCmini  
discmini_interval=300s        Zeitintervall der gemeldeten Daten des DiSCmini
```

```
[UF-GPC]-----
```

```
liquid_pump_impulsinterval=45 s  
liquid_pump_impulsamplitude=0.5
```

[settings]

```
sensor_selection=2             [Bitte nicht ändern!]  
PM_interval=900s              Zeitbasis des gleitenden Mittelwertes der PM-Fractionen (gleiche wie beim TÜV test)  
IP_UDP_broadcast=127.0.0.1    Dies ist die UDP Adresse zur Übertragung von Daten  
PLC_interface=1               Ausgewähltes Kommunikationsprotokoll beim Start (siehe unten)  
temperature_compensation=yes  LED Temperaturkontrolle [Bitte nicht ändern!]  
temperature_slope=0.25       [Bitte nicht ändern!]  
velocity_correction=yes       [Bitte nicht ändern!]  
velocity_calibration_enabled=no [Bitte nicht ändern!]  
flow_calibration_enabled=yes   Einfacher Kalibriermodus ist aktiviert (extra Schaltfläche sichtbar)  
server_IP_accesslist=+*  
RSBaudRate=57600              Baudrate für die Datenübertragung  
BayerHessen_DA_commmmand=    Einblendung der Adresse für das Bayern-Hessen Protokoll
```

Ausgewähltes Kommunikationsprotokoll beim Start:

- | | |
|---|-------------------------------|
| 0 | Modbus |
| 1 | Bayern/Hessen |
| 2 | UDP ASCII |
| 3 | UDP Einzelpartikel Datenfluss |
| 4 | Modbus mit UDP |
| 5 | Seriell ASCII |

4. Wartung

Wir empfehlen eine regelmäßige Überprüfung der korrekten Funktionsweise des APDA-372 (siehe 5). Ansonsten muss das Gerät nur dann gewartet werden, falls eines der Fehlerbits (siehe Abbildung 25) anspricht.

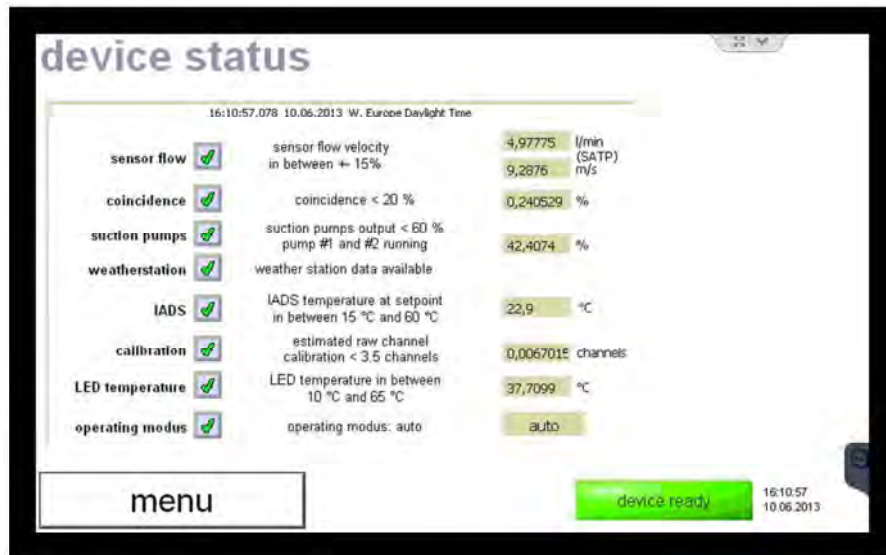


Abbildung 25: Statusübersicht

Zeigt verschiedene Sensorinformationen, die für einen korrekten Betrieb des APDA-372 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 APDA-372 100 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 APDA-372 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 (>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 selbstständig wieder.

5. Kalibrierung/Verifizierung des APDA-372

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.



Bitte beachten:

Wenn das Gerät mit CalDust kalibriert wird, ist die Kalibrierung nur dann gültig, wenn sie bei einer Temperatur im Bereich von +10°C bis +40°C durchgeführt wird!

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, kann mit der eigentlichen Kalibrierung begonnen werden.

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:

5.1. Automatischer Offsetabgleich

Beim Offsetabgleich (siehe Abbildung 29) 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.

5.2. Prüfen der Dichtigkeit des Gesamtsystems

Die Dichtigkeit des Gesamtsystems ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Kalibrierung. Das APDA-372 hat einen Flowsensor, der unmittelbar vor der Pumpe sitzt (siehe Abbildung 30). 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.

5.3. 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 26). 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. Eine Auswertung des Effekts einer Spitzenverschiebung im Rohdatenkanal bezüglich der Massekonzentration wurde vom TÜV Rheinland durchgeführt (Report 936/21218896/A):

Table 3: Matrix on the influence of a peak shift on the mass concentration

channel shift	PM2,5		PM10	
	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

For instance, if there is a shift by -3 channels, the actual PM values bear relation to the hypothetically determined PM values in the following way:

$$PM_{2,5_actual} = 1.086 * PM_{2,5_hypothetical} + 0.03889$$

$$PM_{10_actual} = 1.0877 * PM_{10_hypothetical} + 0.0331.$$

A shift by -3 channels results in the particle size being determined too small. As a consequence, the PM_{2,5} value is measured too low by the factor 1.086.

For evaluation, the ideal event (peak exactly in channel 130) was assumed and hypothetical values of 25 µg/m³ for PM_{2,5} and 40 µg/m³ for PM₁₀ were defined. The concentration value to be expected depending on the peak shift was then calculated according to the following matrix

Abbildung 26: Auszug TÜV Rheinland Report 936/21218896/A

5.4. Prüfen des Partikelstroms im Partikelsensor

Neben der Signalamplitude für jeden einzelnen Partikel misst der Sensor zusätzlich die Signallänge für jeden einzelnen 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 31) 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.

5.5. Prüfen des Volumenstroms

Der Volumenstrom des Gerätes wird bezüglich des Massenstromes mit einem Massendurchflussmesser geregelt, d. h. der Volumenstrom ändert sich mit der Temperatur und mit dem Druck. Der Volumenstrom ist auf 4,8 l/min (+ 0,15 l/min) geregelt. Der Volumenstrom wird dann auf die „standard atmospheric temperature and pressure (SATP)“, vereinheitlicht, d. h. hinsichtlich 25°C und 1013 hPa. Dies kann z.B. mit einem „Bubble-flow-meter“ verifiziert werden. Ist das Gerät dicht (Punkt 2.) und stimmt die Geschwindigkeit des Partikelstroms im Sensor (Punkt 4.), ist eine Überprüfung des Volumenstroms nicht notwendig. Die Partikelgeschwindigkeit ist nicht kalibriert und wird auf einem konstanten Wert von 9,3 m/s gehalten. Die gemessenen Konzentrationen beziehen sich auf Betriebsbedingungen, die auf den mit der Wetterstation gemessenen Werten Umgebungstemperatur und -druck basieren. Unter „settings/calibration“ -> „sensor calibration“ gibt es eine Schaltfläche „calibrate flow sensor offset“ (siehe Abbildung 27).

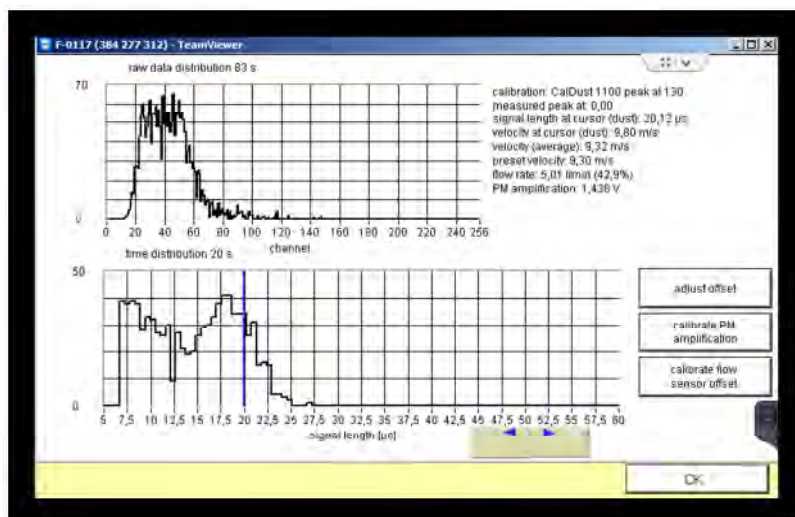


Abbildung 27: Calibrate flow sensor offset

Um den Durchfluss zu kalibrieren, geben Sie bitte den gemessenen Durchfluss (wie auf dem Display Ihres Durchflussmessers angezeigt) ein und die Firmware wird den Durchfluss entsprechend korrigieren (siehe Abbildung 28).

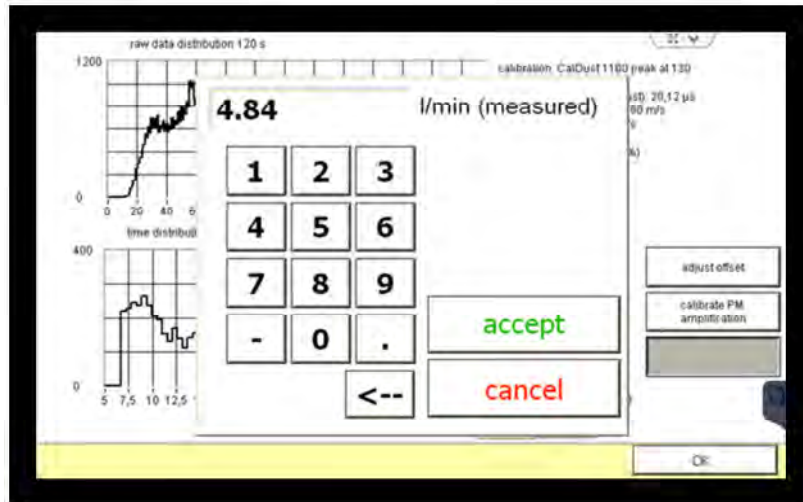


Abbildung 28: Eingabe Durchfluss

Wichtig:



Da sich der Durchfluss auf die SATP bezieht (standard ambient temperature and pressure), stellen Sie bitte sicher, dass sich Ihr Durchfluss auf die gleiche Temperatur (25°C) und den gleichen Druck (1013 hPa) bezieht. Falls dies nicht der Fall ist, muss dies zuerst manuell korrigiert werden, bevor der gemessene Durchfluss in die Firmware eingetragen wird!

Bitte beachten:



Falls diese Schaltfläche nicht sichtbar ist, müssen die folgenden Änderungen in der promo.ini Datei vorgenommen werden im Bereich [settings]:
flow_calibration_enabled=ja

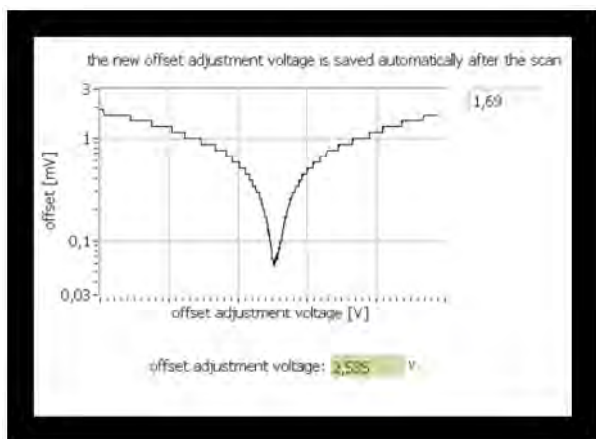


Abbildung 29: Bildschirmdarstellung während des automatischen Offsetabgleichs

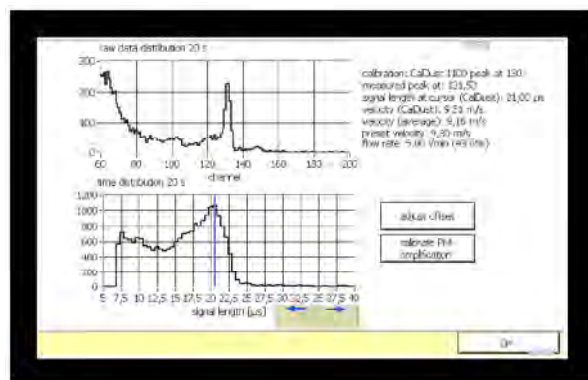


Abbildung 31: Bildschirmdarstellung während der Kalibrierung

(oben: Rohdatenverteilung von Kanal 60 bis 250 mit Maximum bei 131,53; unten: gemessene Signallängenverteilung mit daraus bestimmter Geschwindigkeit – hier 9,31 m/s)

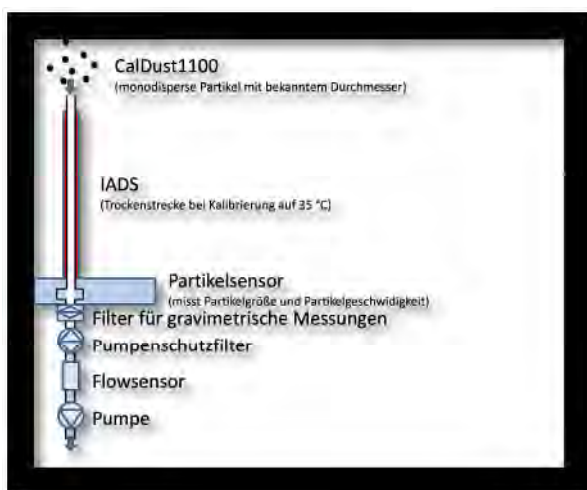


Abbildung 30: Schematische Darstellung des Flusses des Probenahmevolumenstromes

Vorgang	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

Tabelle 1: Vorgehensweise bei der Kalibrierung

5.6. Ausbau des gravimetrischen Filters/Filterwechsel

Um den gravimetrischen Filter auszubauen, muss der gravimetrische Filterhalter an der Unterseite des Aerosolsensors entfernt werden.

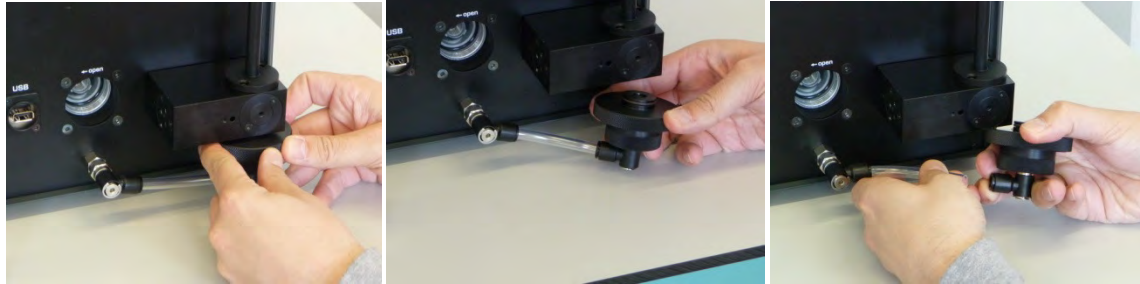


Abbildung 32: (A-C) Entfernen des Filterhalters

Der Filterhalter (Abbildung 32A) lässt sich einfach nach unten hin abziehen (Abbildung 32B). 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 32C). Der Filterhalter ist nun einfach durch eine Linksdrehung zu öffnen.

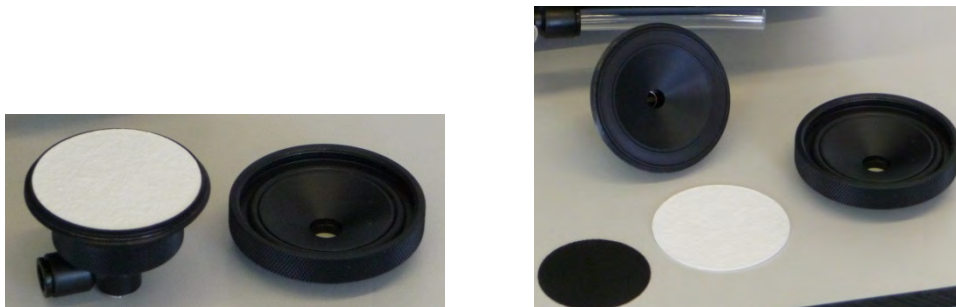


Abbildung 33: (A and B) Aufbau des Filterhalters

Der Filterhalter besteht aus einem Ober- und Unterteil, die durch einen Schraubverschluss aneinander befestigt werden (siehe Abbildung 33A&B). Auf der Unterseite ist zusätzlich ein Stützgitter als Auflagefläche für den gravimetrischen Filter vorhanden.

5.7. Reinigung des APDA-372

Eine Reinigung des optischen Sensors ist nur erforderlich, wenn die Photomultiplier-spannung bei der Kalibrierung des optischen Sensors (siehe 5) mehr als 15 % über dem Wert der Kalibrierung nach der letzten Reinigung bzw. des Auslieferungszustands entspricht.

5.7.1. Reinigung des APDA-372 mit IADS

Bei der Verwendung eines Feuchtekompensationsmoduls IADS muss dieses zuerst vom Aerosoleingang des Sensors entfernt werden, sodass die APDA-372 Steuereinheit mit dem integrierten Aerosolsensor zur Seite bewegt werden kann.

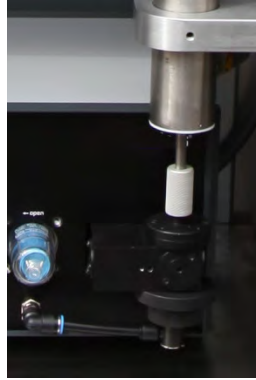


Abbildung 34: Verbindung des Sensoreingangs mit Feuchtekompensationsmodul IADS

Der Adapter zum Anschluss des Feuchtekompensationsmoduls IADS an den Aerosoleingang ist nach unten zu schieben. Anschließend kann das Feuchtekom-pensationsmodul IADS komplett nach oben verschoben werden, so dass der Eingang des Aerosolsensors frei zugänglich ist.

5.7.2. Für alle APDA-372 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 35: (A-C) Entfernen des Filters

Der Filterhalter (**Abbildung 35A**) lässt sich einfach nach unten hin abziehen (**Abbildung 35B**). 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 35C**). Danach sind die beiden M3 Kreuzschlitzschrauben mit einem passenden Schraubendreher zu lösen.



Abbildung 36: Lösen der M3 Kreuzschlitzschrauben



Abbildung 37: Herausnehmen des Aerosolführungsrohres



Achtung:

Bei der Herausnahme des Aerosolführungsrohres ist darauf zu achten, dass die innen-liegenden 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).

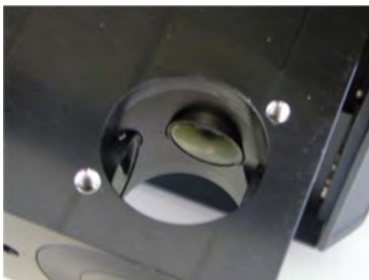


Abbildung 38: Optische Gläser im Innern des Aerosolsensors



Abbildung 39: Optisches Tuch



Achtung:

Die Gläser nicht mit den Fingern berühren!
Reinigung nur mit optischen Tüchern!

Das Aerosolführungsrohr kann mit Pressluft gereinigt werden.

5.8. Reinigung 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 40) der internen Pumpe ist einfach durch eine Linksdrehung zu lösen und abzuziehen. Der eigentliche Filter ist ebenso mit einer Linksdrehung zu entfernen. (Abbildung 41)



Abbildung 40: Entfernen der Schutzkappe



Abbildung 41: Filter ohne Schutzkappe

Der Filter kann entweder mit Pressluft freigeblasen werden oder bei zu starker Verschmutzung ausgewechselt werden.



Abbildung 42: Herausnehmen des Filters



Abbildung 43: Ausgebauter Filter und Schutzkappe

Beim Einbau ist in umgekehrter Reihenfolge vorzugehen.

5.9. 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.

5.10. Ersetzen der O-Ring-Dichtung

Wenn eine Dichtigkeitsüberprüfung oder eine optische Überprüfung ein Ersetzen der O-Ring-Dichtung erfordert, empfehlen wir nur die O-Ringe zu nutzen, die von HORIBA angeboten werden. HORIBA bietet ein „Dichtungsringset für den APDA-372“ als Ersatzteil an. Dieses Set besteht aus den folgenden O-Ringen:



Abbildung 44: Dichtungsringset für den APDA-372

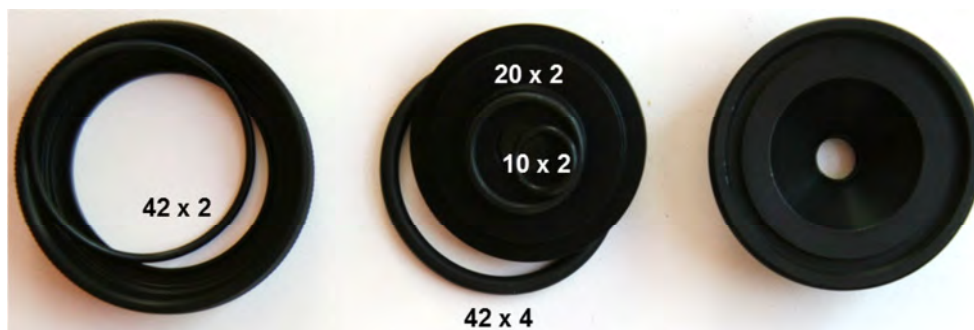


Abbildung 45: Absolutfilterhalter



Abbildung 46: Aerosoleinlass, Sensoreinlass

6. Partikelmessung mit dem APDA-372 System

Beim APDA-372 handelt es sich um ein optisches Aerosolspektrometer, welches über die Streulichtanalyse am Einzelpartikel nach Lorenz Mie die Partikelgröße bestimmt.

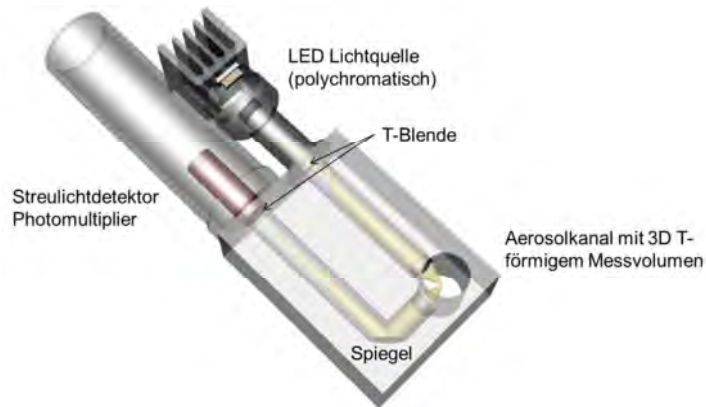


Abbildung 47: Aufbau des Sensors des APDA-372 Messsystems

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

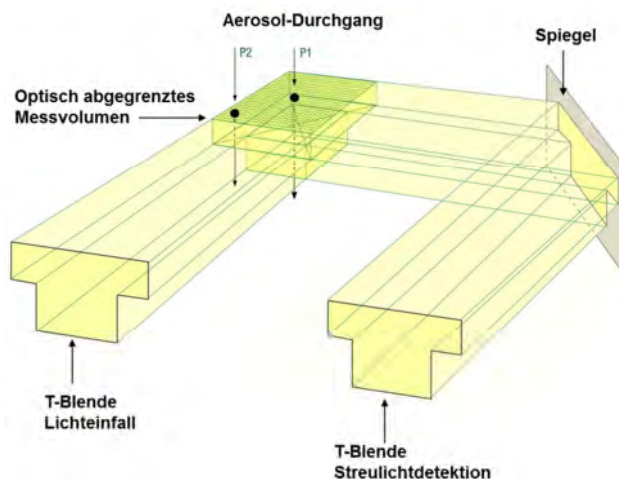


Abbildung 48: Veranschaulichung der T-Blende

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.

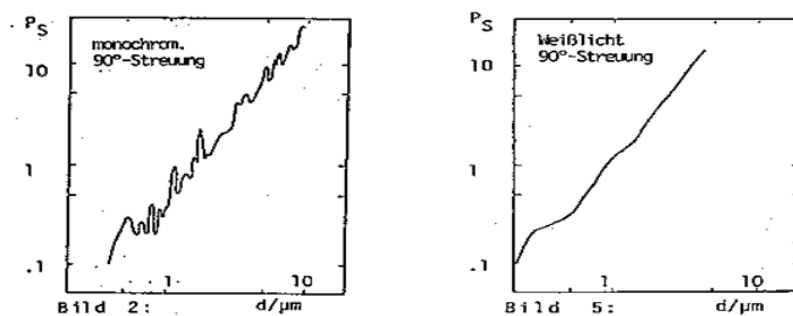
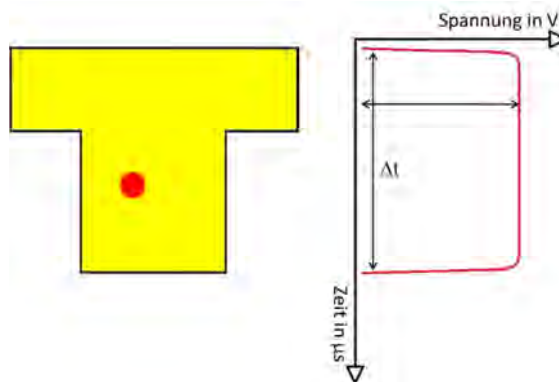


Abbildung 49: Kalibrierkurve für 90° Streulichtdetektion
 mit monochromatischer Lichtquelle (links) und mit polychromatischer Lichtquelle (rechts)

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 50: 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 51, 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 APDA-372 keinen Randzonenfehler (Abbildung 51, blaue Kurve).

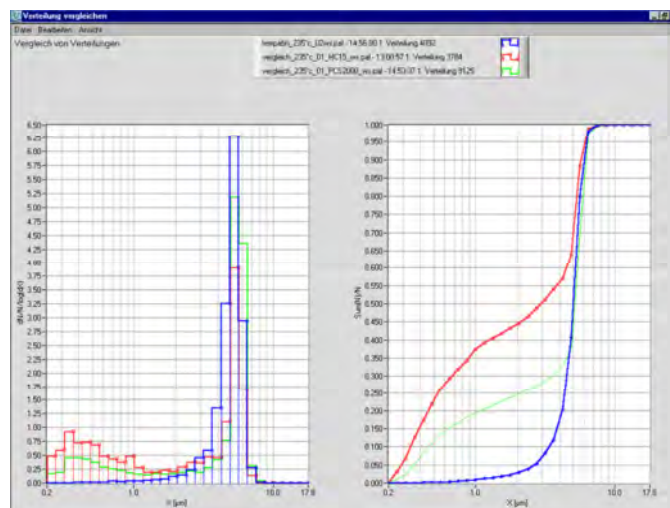
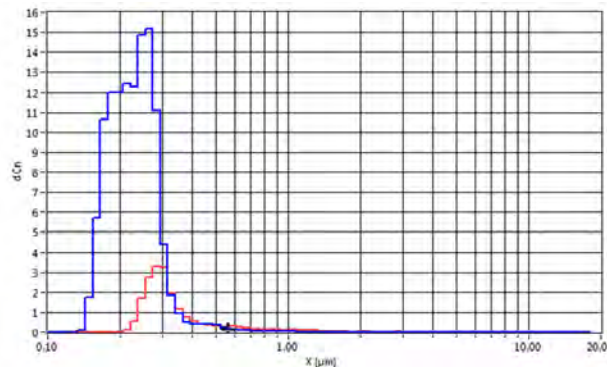


Abbildung 51: Vergleich eines optischen Streulichtspektrometers mit einfacher Rechteckblende (HC15, rot) mit einem opt. Streulichtspektrometer mit T-Blende (welas®, blau) unter Aufgabe von monodispersen 5 µm Partikeln

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 52).



**Abbildung 52: Straßen nahe Messung des APDA-372
(Größenbereich ab 0,18 μm , blaue Kurve) verglichen mit einem anderen optischen Messsystem
(Größenbereich ab 0,25 μm , rote Kurve)**

6.1. Das APDA-372 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)

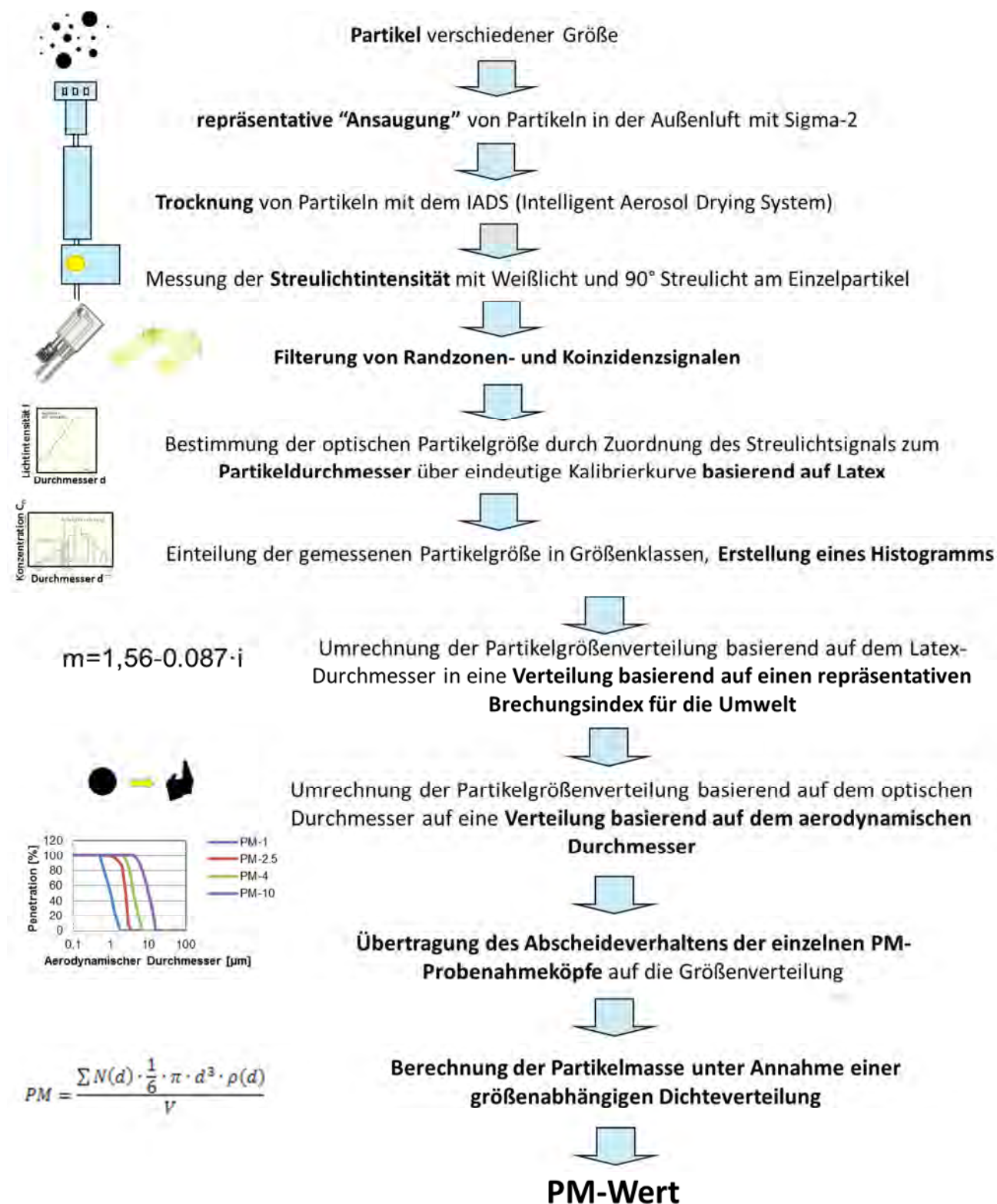
werden folgende entscheidende Vorteile erzielt

- 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.

6.2. Überblick über die einzelnen Messschritte



Das APDA-372 nutzt die gemessene Partikelgrößeninformation für die Berechnung folgender Staubwerte:

- PM-1 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]: Staubanteil kleiner als $d_{50,\text{Aero}} = 1 \mu\text{m}$ gemäß US-EPA
- PM-2.5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]: Staubanteil kleiner als $d_{50,\text{Aero}} = 2.5 \mu\text{m}$ gemäß US-EPA
- PM-4 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]: Staubanteil kleiner als $d_{50,\text{Aero}} = 4 \mu\text{m}$
- PM-10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]: Staubanteil kleiner als $d_{50,\text{Aero}} = 10 \mu\text{m}$ gemäß US-EPA
- PM-Brust [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]: Staubanteil, der in die Bronchien gelangt
- PM-Lungenbläschen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]: Staubanteil, der in die Lungenbläschen gelangt
- PM-einatembare [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]: Gesamter einatembare Staubanteil
- PM-gesamt [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]: Gemessener Gesamtstaub

Die oben genannten Staubanteile werden durch Anwendung der Durchdringungskurven für standardisierte Probenahmeköpfe der EN-481 (PM-einatembare, PM-Brust und PM-Lungenbläschen) sowie der US-EPA (PM-1, PM-2.5, PM10) errechnet.

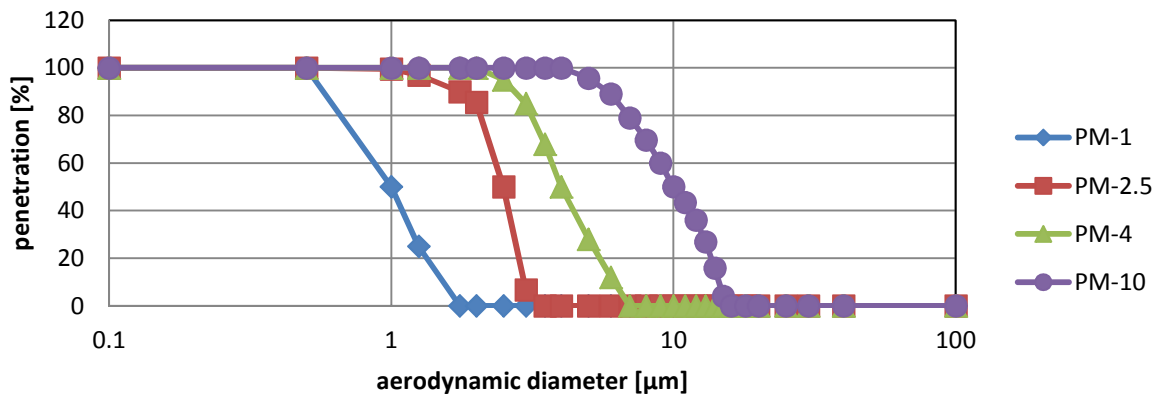


Abbildung 53: verwendete Durchdringungskurven für PM-1, PM-2.5, PM-4, PM-10 (US-EPA)

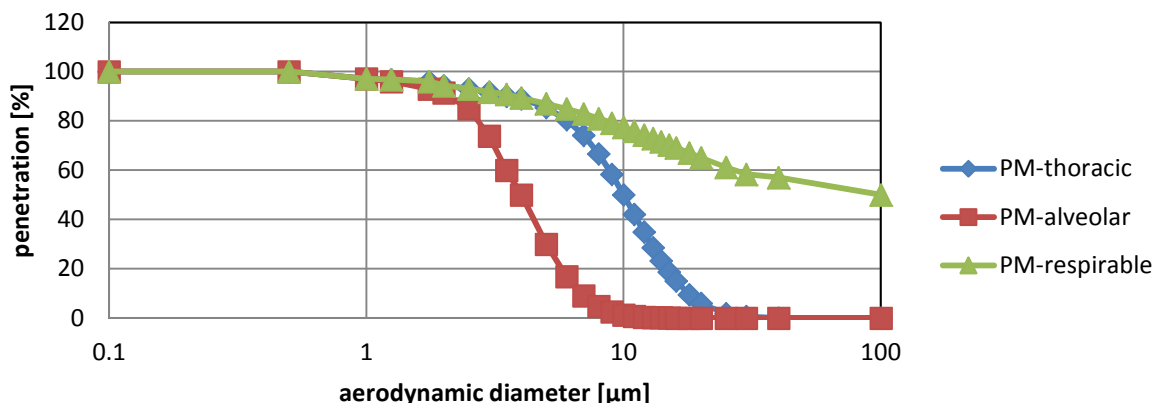


Abbildung 54: verwendete Durchdringungskurven für Staubmessungen an Arbeitsplätzen im Gesundheitsbereich (EN-481)

Aerodynamischer Durchmesser [μm]	PM-1 [%]	PM-2.5 [%]	PM-4 [%]	PM-10 [%]	PM-Brust [%]	PM-Lungenblässchen [%]	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

Tabelle 2: verwendete Durchdringungen für die Bestimmung der Staubmassenkonzentration

Die oben genannten Staubanteile basieren auf dem aerodynamischen Durchmesser. Der aerodynamische Durchmesser kann wie folgt berechnet werden:

$$x_{aerodynamic} = x \cdot \sqrt{\frac{\rho_{particle}}{1 \frac{g}{cm^3} \cdot \chi}}$$

Generell liegt die Dichte der Partikel $\rho_{particle}$ zwischen 0,7 und 3 g/cm³, der Formfaktor χ zwischen 1 und 1,5. Für die Berechnung der PM-Werte geht das APDA-372 von einer Dichte von 1,5 g/cm³ und einem Formfaktor von 1 aus. Diese Werte eignen sich für die meisten Aerosole. Das APDA-372 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:

$$PM_{corrected} = C \cdot PM.$$

6.3. Weitere Vorteile

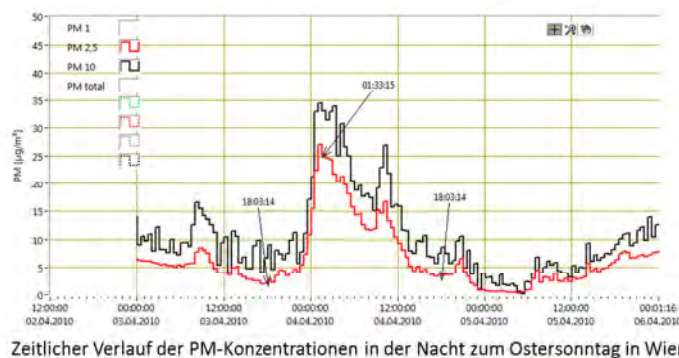
Neben den PM-Fractionen, die kontinuierlich und simultan ausgegeben werden stehen auch die Daten über die gemessene Partikelanzahlkonzentration und Partikelgrößenverteilung mit einer hohen Zeit- und Größenaufösung (bis zu 128 Größeklassen) zur Verfügung. Diese zusätzliche Information lässt sich nutzen, um ein „Source Apportionment“ durchzuführen oder um die gesundheitliche Relevanz zu beurteilen (größere Partikel dringen tiefer in den menschlichen Atemtrakt ein).

Abbildung 55 zeigt ein Beispiel aus Wien um die Osterzeit. Im zeitlichen Verlauf der PM-Fractionen war plötzlich ein erheblicher Anstieg zu sehen, der dann langsam wieder abklang.

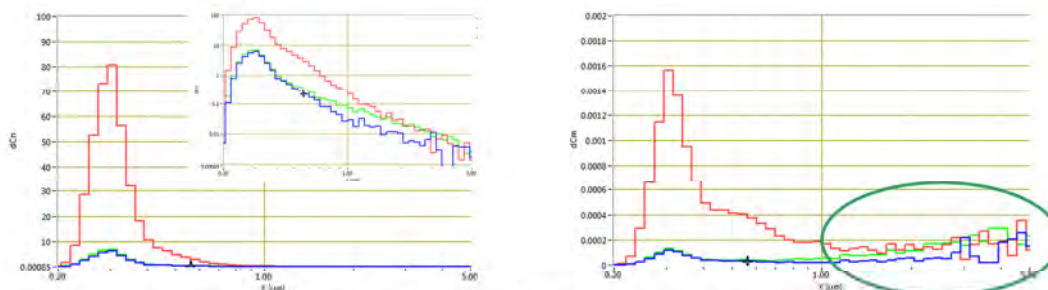
Eine Untersuchung des Phänomens mit Einbeziehung Partikelgrößenverteilung ergab, dass dies durch einen massiven Anstieg der Anzahlkonzentration sehr kleiner Partikel, wie sie für einen Verbrennungsprozess typisch sind, hervorgerufen wurde. Tatsächlich ist alljährlich in vielen Städten in Deutschland 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. Die hierbei entstehenden Verbrennungsaerosole beinhalten eine hohe Anzahl an kleinen Partikeln. Um das Ausbreitungsverhalten von Feinstaub modellieren zu können, ist neben einer hohen Zeitaufösung (technisch machbar mit dem APDA-372 System ist eine Zeitaufösung 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 55: Zusätzliche Information durch Partikelgrößenverteilungen
während eines Anstiegs der PM Konzentrationen**

6.4. 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?

6.5. 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.

7. 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

Grundsätzlich kann das APDA-372 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.

8. Technische Daten APDA-372 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 ³	
Maximalkonzentration mit Koinzidenzerkennung und Koinzidenzkorrektur	20.000 P/cm ³	
Maximalkonzentration (Masse)	10.000 µg/m ³	
Kommunikation zwischen Steuereinheit und Auswerterechner	RS-232 (Bayern-Hessen, ASCII oder Modbus) Ethernet (UDP ASCII, TeamViewer, etc.)	
Probenvolumenstrom	4,8 l/min SATP	
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 5 °C bis 40 °C (APDA-372) Schallemission des Gerätes << 85 dBA	
Abmessungen (HxBxT)	Steuereinheit inkl. eingebautem Sensor: 185 mm x 450 mm x 320 mm	
Gewicht	Steuereinheit inkl. eingebautem Sensor: 9,3 kg	

Technische Änderungen vorbehalten

APDA-372

Feinstaub-Monitor-System

Anhang

9. Anhänge:

9.1. 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 APDA-372 Systems angeschlossen. Bei der Reinigung des APDA-372 Aerosolsensors wird der Adapter nach unten geschoben, sodass das Feuchtekompensationsmodul IADS komplett nach oben geschoben werden kann und der Aerosoleingang des APDA-372 Sensors frei zugänglich ist.

Die Steuerung des Feuchtekompensationsmoduls erfolgt über die APDA-372 Firmware (siehe hierzu die Bedienungsanleitung APDA-372 Firmware).

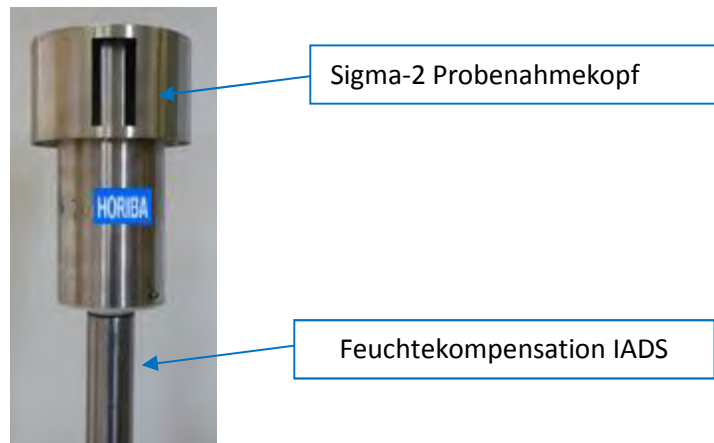


Abbildung 56: Sigma-2 Probenahmekopf



Abbildung 57: APDA-372 Steuereinheit, Aerosolsensor mit IADS

Wichtige technische Abmessungen der IADS:

Länge: 1150 mm plus 80 mm schmales Rohr auf dem der Sigma-2 Kopf platziert ist

Außendurchmesser: 48.3 mm

Verlängerte IADS

Für den Einbau des APDA-372 in einen bestehenden Container bietet HORIBA die Möglichkeit, ein Verlängertes IADS zu nutzen



Abbildung 58: IADS Verlängerung mit Außenrohr

Länge: 1.20 m bis 2.10 m

9.2. Sigma-2 Probenahmekopf

Sigma-2 Probenahmekopf nach VDI 2119-4 für weitgehend windunabhängige Messungen wird einfach auf den Eingang des APDA-372 Sensors gesteckt oder aber, falls vorhanden, auf die Trockenstrecke IADS aufgesteckt und an der Feststellschraube mittels eines Inbusschlüssels fixiert.



Abbildung 59: Sigma-2 Probenahmekopf

Zur Kontrolle sollte der Sigma-2 Kopf alle drei Monate (in Zusammenhang mit der Kalibrierung) auf Grobschmutz überprüft werden.

9.3. Kompakte Wetterstation WS600-UMB



Abbildung 60: Kompakte Wetterstation WS600-UMB

Die Wetterstation WS600-UMB wird über die APDA-372 Firmware ausgelesen (siehe hierzu die Bedienungsanleitung APDA-372 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 (Lufft-UMB-Protokoll) zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung.

9.3.1. 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
Sensor für Temperatur:	
Prinzip	NTC
Messbereich	-50 .. 60 °C
Einheit	°C
Genauigkeit	±0,2°C (-20...50°C), sonst ±0,5°C (>-30°C)
Sensor für Rel. Feuchte:	
Prinzip	kapazitiv
Messbereich	0 .. 100 % r.F.
Einheit	% r.F.
Genauigkeit	±2% r.F.
Sensor für Luftdruck:	
Prinzip	MEMS kapazitiv
Messbereich	300 .. 1200 hPa
Einheit	hPa
Genauigkeit	±1,5hPa
Sensor für Windrichtung:	
Prinzip	Ultraschall
Messbereich	0 .. 359.9 °
Einheit	°
Genauigkeit	±3°
Sensor für Windgeschwindigkeit:	
Prinzip	Ultraschall
Messbereich	0 .. 60 m/s
Einheit	m/s
Genauigkeit	±0,3m/s oder 3% (0...35m/s)
Sensor für Niederschlagsmenge:	
Auflösung	0.01 mm
Reproduzierbarkeit	typ.>90%
Messbereich Tropfengröße	0,3...5mm
Niederschlagsart	Regen/Schnee
Zubehör der WS600-UMB Kompaktwetterstation:	
UMB Schnittstellenkonverter ISOCON	
Mast 4,5m feuerverzinkt kippbar	
Netzteil 24V/4A	

HORIBA

Immissionen Analysatoren

APDA-372 FEINSTAUBMONITORSYSTEM



Bedienungsanleitung Firmware

VERSION HE00609143

APDA-372

Firmware Bedienungsanleitung

Vorwort

Diese Anleitung beschreibt die Bedienung des Feinstaub-Monitor-Systems, APDA-372. Achten Sie darauf, dieses Handbuch vor der Verwendung des Produkts zu lesen, um den ordnungsgemäßen und sicheren Betrieb des Gerätes zu gewährleisten. Auch sollten Sie das Handbuch sicher speichern damit es leicht verfügbar ist, wann immer erforderlich. Produkt-Spezifikationen und Aussehen, sowie der Inhalt dieses Handbuchs können ohne Vorankündigung geändert werden.

Garantie und Verantwortung

Das Ihnen gelieferte Produkt ist durch eine Garantie von HORIBA für einen Zeitraum von einem (1) Jahr abgedeckt. Bei Störungen oder durch HORIBA verursachte Schaden in diesem Zeitraum werden die notwendigen Reparaturen oder Austausch von Teilen kostenlos von HORIBA durchgeführt. Die Garantie erstreckt sich nicht auf folgendes:

- Jede Fehlfunktion durch unsachgemäßen Betrieb
- Jede Fehlfunktion durch Reparatur oder Modifikation einer nicht von HORIBA autorisierten Partei
- Jede Fehlfunktion durch die Verwendung in einer ungeeigneten Umgebung
- Jede Fehlfunktion durch die Verletzung der in diesem Handbuch beschriebenen Anweisungen
- Jede Fehlfunktion durch das Verwednung in eine Art und weise das nicht in diesem Handbuch beschrieben wurde
- Jede Fehlfunktion durch natürliche Katastrophen, Unfälle oder Missgeschicke die nicht HORIBA betreffen
- Eine Verschlechterung im Aussehen durch Korrosion, Rost, und so weiter.
- Verbrauchsmaterial und Ersatz von Verbrauchsmaterialien
- Produkte von anderen Unternehmen

HORIBA haftet nicht für Schäden, die durch Fehlfunktionen des Produkts, jede Löschung von Daten oder andere Verwendungen dieses Produkt entstehen.

Marken

Andere in diesem Handbuch verwendete Warenzeichen, Firmennamen, Markennamen oder eingetragene Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Unternehmen.

Urheberrecht

Diese Bedienungsanleitung ist urheberrechtlich geschützt. Die Übersetzung sowie die Vervielfältigung und Verbreitung in jeglicher Form, auch in einer Bearbeitung oder in Auszügen, insbesondere als Nachdruck, photomechanische oder elektronische Wiedergabe oder in Form der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen oder Datennetzen ohne die Zustimmung des Urheberrechtsinhabers und werden zivil- und strafrechtlich verfolgt.

1.	Wichtige Informationen zum Ein-/und Ausschalten von APDA-372	7
2.	APDA-372 Benutzeroberfläche	8
2.1.	Hauptmenü	8
2.2.	Data - Datenübersicht	10
2.3.	Dust Chart - Zeitlicher Verlauf der Feinstaubmesswerte	11
2.4.	Air sensor chart – zeitlicher Verlauf der Messwerte der Wetterstation	12
2.5.	Accessories – Zubehör und Zusatzinformationen	13
2.5.1.	IADS – Einstellungen des intelligent aerosol drying systems	14
2.5.2.	GPS positioning – Koordinaten der GPS Maus	15
2.5.3.	Weather station – Messdaten der Wetterstation	16
2.5.4.	Nano sizer/counter – Erweiterung für kleinere Partikelgrößen	17
2.5.5.	Alternative PM Values	18
2.5.6.	Filter system – manuelle Filtermessung	19
2.5.7.	Particle size distribution – Partikelgrößenverteilungen	20
2.5.8.	Alarm – Email Benachrichtigung	21
2.6.	Datalogger – Messdatenspeicher	22
2.7.	Settings/calibration – Kalibrierung/Verifikation des APDA-372	24
2.8.	Device status – Statusübersicht	26
2.9.	Expert user menu – Expertenmodus	28
2.10.	Shut down – APDA-372 ausschalten	29

1. Wichtige Informationen zum Ein-/und Ausschalten von APDA-372

Da die APDA-372 Firmware auf einem dynamischen Betriebssystem läuft, das auf Windows XPembedded für industrielle Anwendungen basiert, sollten APDA-372 Modelle niemals am Netzschalter ausgeschaltet werden.

Zum Ausschalten des APDA-372 muss die Taste "shut down" gedrückt werden. Nur nach automatischem Ausschalten des Betriebssystems darf der Netzschalter betätigt werden!



Achtung:

Wenn das Messsystem nicht durch die Firmware über „shut down“ heruntergefahren wird und anstelle dessen nur der Ein-/Ausschalter betätigt wird, können Daten verloren gehen!

Der APDA-372 ist ein leistungsstarke optische Aerosolspektrometer mit einem 1.7 GHz Intel® Atom™ Processor. Daher können sie die Information über die gemessene Partikelgröße in Echtzeit auswerten. Der APDA-372 startet 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.

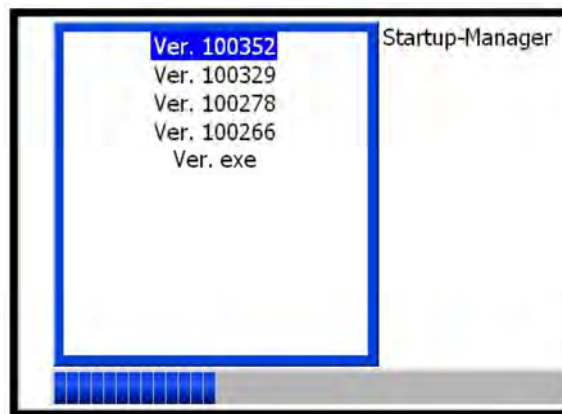


Abbildung 1: Startbildschirm des APDA-372 Startup-Managers

Während dem Hochfahren startet die Aerosolpumpe und der Volumenstrom wird auf 4,8 l/min geregelt. Dann beginnt der APDA-372 automatisch mit der Messung und speichert die Daten in den internen Speicher. Ist der Hochfahrvorgang abgeschlossen, erscheint das Hauptmenü (Abbildung 2).

2. APDA-372 Benutzeroberfläche

2.1. Hauptmenü

Das Hauptmenü erscheint automatisch beim Start des Gerätes oder durch Drücken von **menu** in der Statusleiste.

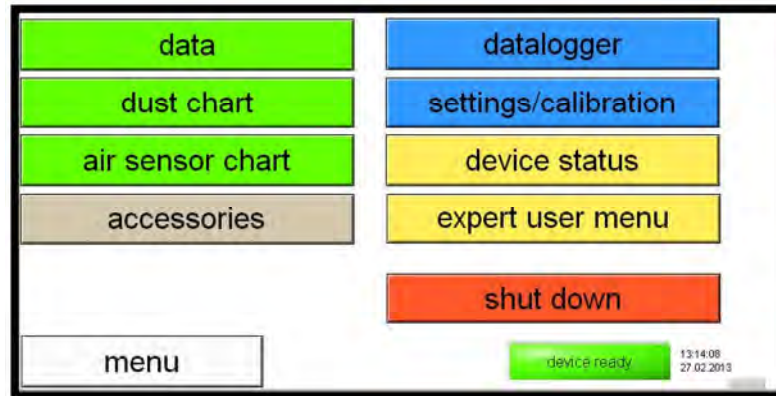


Abbildung 2: Hauptmenü der APDA-372 Benutzeroberfläche

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 ₁ , PM _{2,5} , PM ₄ , PM ₁₀ , PM _{tot} (TSP) und Anzahlkonzentration C _n . Desweiteren sind auch die Werte der Wetterstation für relative Luftfeuchtigkeit, Umgebungstemperatur und Luftdruck aufgelistet.
dust chart	zeigt den zeitlichen Verlauf der Messwerte des APDA-372
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 APDA-372 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, Pumpleistung, Wetterstation, IADS, Kalibrierung, LED Temperatur und Betriebsmodus
expert user menu	erlaubt den Wechsel in den Expertenmodus <u>Bemerkung:</u> Dieser Zugang ist Passwort geschützt um nur geschultem Personal den Zugang zu den weiterführenden Funktionen zu erlauben

Das rot hinterlegte Feld beendet die Messung:

shut down

führt das APDA-372 und das Windows Betriebssystem herunter und sollte zum Ausschalten des APDA-372 genutzt werden



Achtung:

ein Ausschalten des APDA-372 ohne vorheriges Herunterfahren mittels „shut down“ kann zu einer Korruption der Datenstruktur führen!

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-Fraktionen und die Anzahlkonzentration Cn sowie zusätzlich die gemessenen Werte der Wetterstation für relative Luftfeuchtigkeit, Umgebungstemperatur und Luftdruck angezeigt.

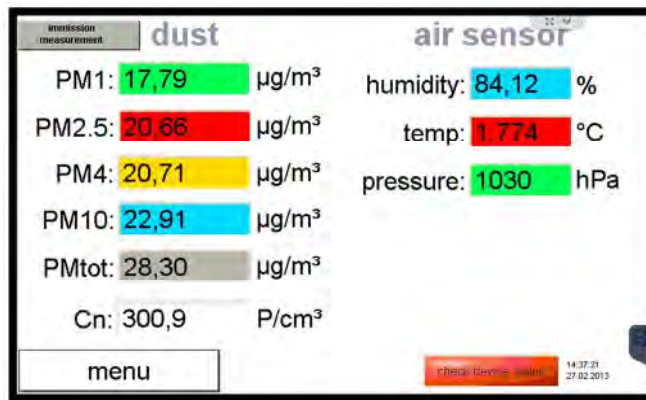


Abbildung 3: Datenübersicht

Die Anzahlkonzentration wird in Echtzeit angezeigt, die PM-Fraktionen zeigen den gleitenden Mittelwert, gemittelt über 15 Minuten (Eintrag in der promo.ini Datei). Die Daten der Wetterstation werden alle 1 Minuten aktualisiert. Alle Daten werden mit einer zeitlichen Auflösung von 1 Minute gespeichert, sofern beim Datenlogger im Expertenmodus nichts anderes eingestellt wurde.

Die Anzeige oben links „immission measurement“ zeigt an, dass die Immissionsfunktion zur Umrechnung der gemessenen Daten für Partikelgröße und Partikelanzahl in die PM-Fraktionen Verwendung findet (weitere Informationen zur Messtechnik finden Sie im Handbuch zum APDA-372 Feinstaubmesssystem). Dieser Algorithmus wurde im Rahmen einer Eignungsprüfung verifiziert (TÜV-Bericht 936/21218896/A).

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).

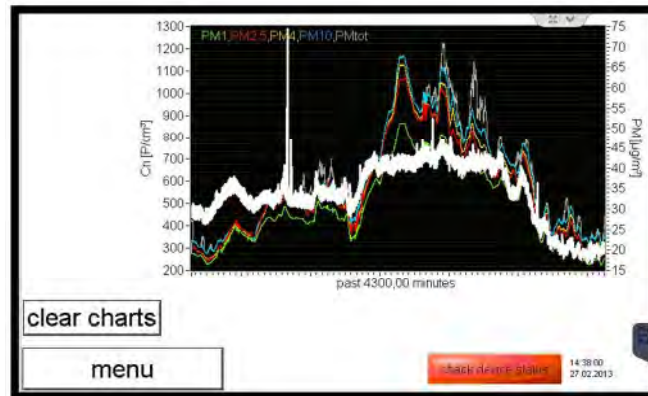


Abbildung 4: Zeitlicher Verlauf der Feinstaubmesswerte

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

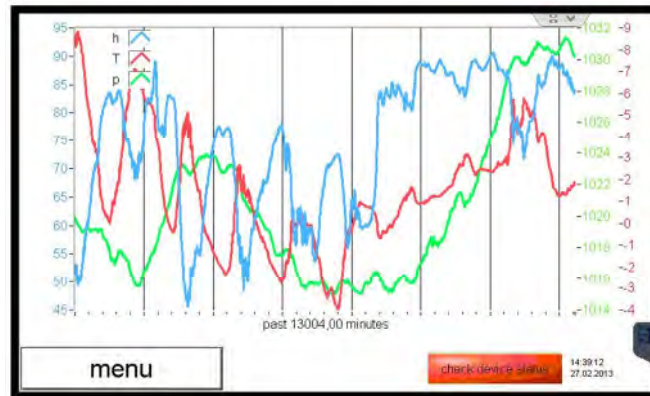


Abbildung 5: Zeitlicher Verlauf der Messwerte der Wetterstation

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

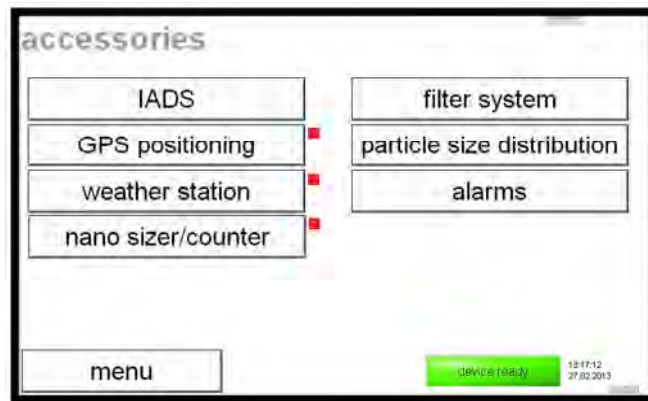


Abbildung 6: Zubehör und Zusatzinformationen

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 | <u>Bemerkung:</u>
Diese Option wird nicht mehr unterstützt! |
| Weather station | zeigt alle von der Wetterstation gemessenen Messwerte. Grafisch dargestellt werden Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Niederschlagsmenge wenn diese von der Wetterstation gemessen werden, z.B. Luft Wetterstation WS 600-UMB. |
| Nano sizer/ counter | ein DiSCmini der Firma Matter/Testo kann über USB am Fidas angeschlossen werden, dann werden diese Daten im APDA-372 Datensatz automatisch mit gespeichert und hier grafisch dargestellt. |
| Alternative PM values | zeigt PM-Werte und den verwendeten Algorithmus (z.B. PM2.5_ambient #11). Diese sind die gleichen wie die unter „data“ gezeigten. Danach kommen PM-Werte (z.B. PM2.5_classic), die auf der Dichte von „expert user menu“->“???” basieren. Zuletzt kommen PM-Werte (z.B. PMthoracic), die nach EN 481 berechnet sind und mehr bei Innenraumlufqualitätsmessungen Anwendung finden |
| 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 der APDA-372 eine E-Mail an die eingegebene E-Mail Adresse verschickt, wenn einer der Statusparameter (siehe „device status“) die Grenzen überschreitet. Im unteren Teil kann ein Grenzwert für eine PM-Fraktion definiert werden (der Grenzwert wird in der promo.ini festgelegt), bei dem ein Digitalalarm (am Digitalausgang) getriggert wird. |

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.

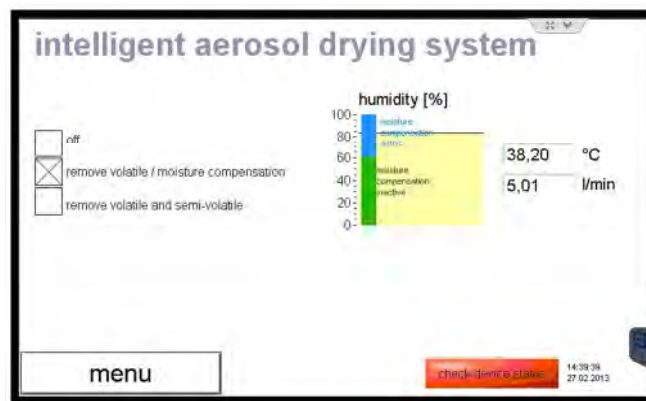


Abbildung 7: Einstellungen des intelligent aerosol drying systems

2.5.2. GPS positioning – Koordinaten der GPS Maus

Bemerkung:

Diese Option wird nicht mehr unterstützt!

Bei angeschlossener GPS Maus werden die Daten automatisch übertragen und angezeigt.

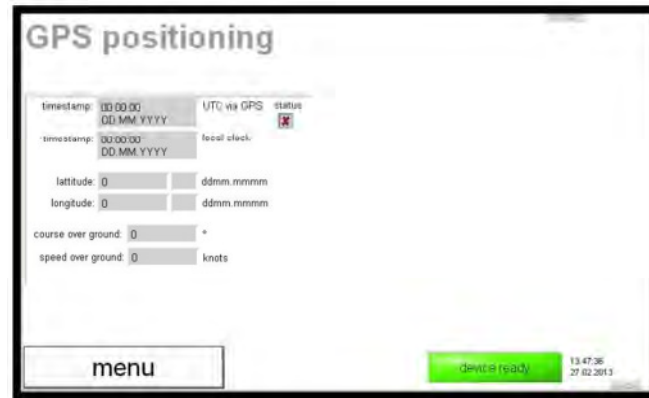


Abbildung 8: Einstellungen des intelligent aerosol drying systems

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).

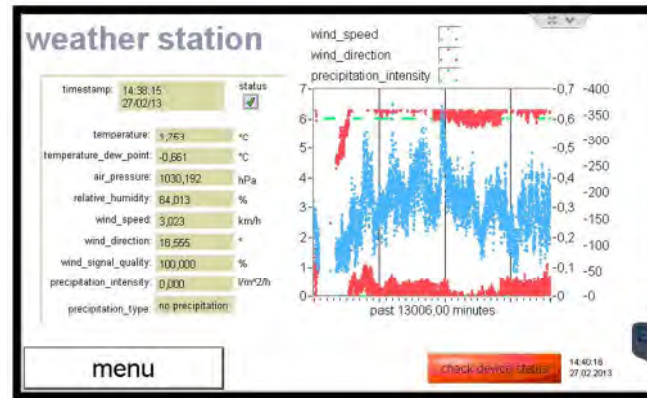


Abbildung 9: Messdaten der Wetterstation

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 APDA-372 Datensatz automatisch mit gespeichert und hier grafisch dargestellt.



Abbildung 10: 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. Alternative PM Values

Zeigt PM-Werte und den verwendeten Algorithmus (z.B. PM2.5_ambient #11), d.h. hier wird der vom TÜV zertifizierte Algorithmus Nummer 11 verwendet. Die PM-Werte sind die gleichen wie die unter „data“ gezeigten.

Danach kommen PM-Werte (z.B. PM2.5_classic), die auf der Dichte von „expert user menu“ ->“???” basieren.

Zuletzt kommen PM-Werte (z.B. PMthoracic), die nach EN 481 berechnet sind und mehr bei Innenraumluftqualitätsmessungen Anwendung finden.



The screenshot shows a screen titled "PM data" with a table of PM values. The table has two columns: "PM value" and "value [µg/m³]". The data is as follows:

PM value	value [µg/m³]
PM1_ambient#11	38,45
PM2.5_ambient#11	43,48
PM4_ambient#11	45,33
PM10_ambient#11	51,15
PMtotal_ambient#11	56,46
PM1_classic	15,52
PM2.5_classic	16,59
PM4_classic	20,70
PM10_classic	20,05
PMtotal_classic	51,86
PMthoracic	29,92
PMkveo	20,78
PMrespirable	42,97

At the bottom of the screen, there is a "menu" button on the left, a green "device ready" indicator in the center, and the date and time "10:40:42 29.08.2014" on the right.

Abbildung 11: Erweiterung für kleinere Partikelgrößen

2.5.6. Filter system – manuelle Filtermessung

Wenn man den Filterhalter des APDA-372 verwendet, um eine gravimetrische Filtermessung durch zu führen, 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.

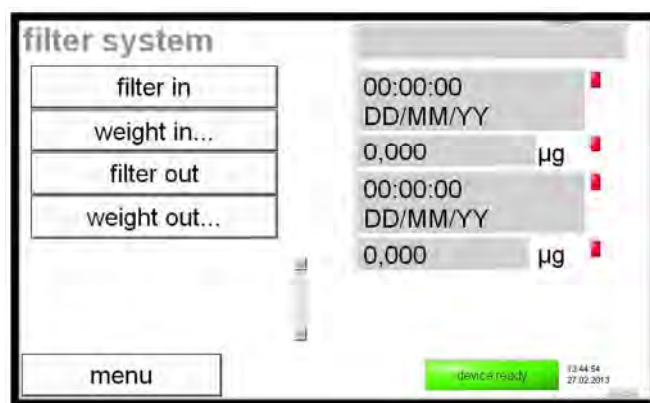


Abbildung 12: manuelle Filtermessung

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 mit PDAnalyze verfügbar.

2.5.7. 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.

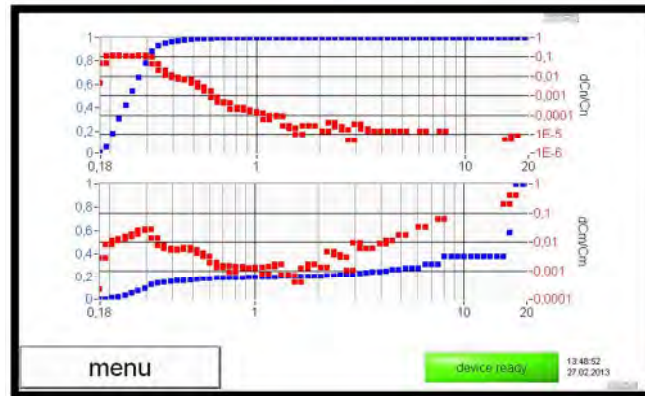


Abbildung 13: Partikelgrößenverteilungen

2.5.8. Alarm – Email Benachrichtigung

Hier kann aktiviert werden, dass der APDA-372 eine E-Mail an die eingegebene E-Mail Adresse verschickt, wenn einer der Statusparameter (siehe „device status“) die Grenzen überschreitet.

Im unteren Teil kann ein Grenzwert für eine PM-Fraktion definiert werden (der Grenzwert wird in der promo.ini festgelegt), bei dem ein Digitalalarm (am Digitalausgang) getriggert wird.



Abbildung 14: E-mail Benachrichtigung

In der promo.ini muss folgender Eintrag stehen:

Im [Fidas] Abschnitt:

alarm_threshold=50 (oder anderer Wert)

alarm_value=PM10 (oder z.B. PM2.5)

2.6. Datalogger – Messdatenspeicher

Der APDA-372 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 APDA-372 verbunden ist, kopiert es die Dateien automatisch um Mitternacht auf den USB-Stick.



Kopiert die Dateien des internen Speichers auf den USB-Stick (Laufwerk D:\ ist der frontseitige USB Eingang).

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 15: Messdatenspeicher

Zusätzlich kann aktiviert werden, dass Daten kontinuierlich (mit einer Zeitauflösung von typischerweise 1 Minute) im Textformat in eine Textdatei gespeichert werden. Der Name dieser Datei ist „dustmonitor_Seriennummer_Jahr_Monat.txt (Beispiel: dustmonitor_0117_2014_04.txt). Diese Datei wird bei kontinuierlichem Betrieb jeden Monat neu erzeugt. Die Spalten dieser Textdatei lauten wie folgt:

Datum	Uhrzeit	Kommentar	PM-1	PM-2.5	PM-4	PM-10	PM-tot	Anzahl	Feuchte	TemperaturDruck

Status (0/1) der Statusparameter									
Flow	coincidence	pumps	weather	station	IADS	calibration	LED	operating mode	device status

numerische Werte der Statusparameter						
flowrate	velocity	coincidence	pump_output	IADS temperature	raw channel	deviation LED temperature

device status bedeuten den Betriebsmodus des APDA-372. Dies ist ein Zahlenwert, der wie folgt belegt ist:

Scope	0
Auto	1
Manual	2
Idle	3
Calib	4
Offset	5
PDControl	6

Bemerkung: nur die fett dargestellten Betriebsmodi sind für den APDA-372 relevant.

Bemerkung: wenn die Textdatei verschoben oder gelöscht wird, wird das APDA-372 automatisch eine neue Textdatei für den gegenwärtigen Monat anlegen. Wenn eine Textdatei für den gegenwärtigen Monat existiert, werden die Daten einfach angehängt.

2.7. Settings/calibration – Kalibrierung/Verifikation des APDA-372

Die Kalibrierung des APDA-372 wird über eine patentierte Analyse des Messsignals online überwacht und in einem Graph „immission estimated channel deviation – trend 48h“ dargestellt.

Sollte die Kalibrierung langsam driften, so ist dies anhand eines abschüssigen Verlaufs der einzelnen Punkte innerhalb zweier roter horizontaler Linien zu sehen. Die Punkte sind das Resultat einer halbstündigen Messung. Bei einer mittleren Abweichung über 40 Stunden von mehr als 3.5 Rohdatenkanälen wird ein Fehler gesetzt (siehe auch 2.8) und das APDA-372 sollte mit dem CalDust 1100 verifiziert werden.

Bemerkung: Einzelne Punkte können außerhalb der Grenzwerte liegen, dies kommt vor und ist kein Grund zur Besorgnis. Die Kalibrierung ist auch in diesen Fällen in Ordnung.

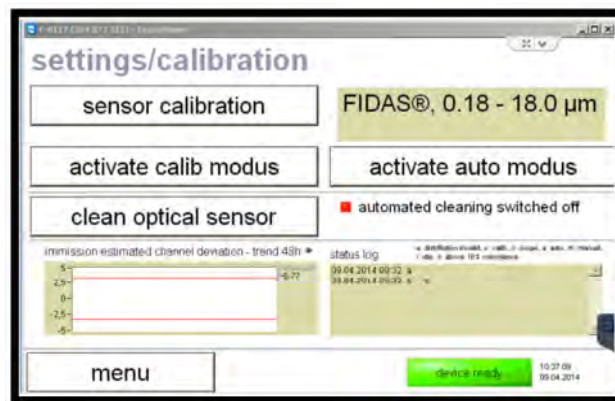


Abbildung 16: Kalibrierung/Verifikation des APDA-372

Für eine Kalibrierung des APDA-372 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 APDA-372 Handbuch).

Mittels **activate calib modus** werden alle nachfolgenden Daten so markiert als wären sie während des Kalibriervorgangs gemessen worden und werden dadurch nicht bei einer Auswertung berücksichtigt, außer dies wird bei PDAnalyse ausdrücklich ausgewählt. Dieser Modus kann auch genutzt werden um während einer Wartung sicher zu stellen, dass die zwischenzeitlich gemessenen Daten nicht weiterverwendet werden.



Achtung:

Da mittels activate calib modus der Kalibriermodus manuell aktiviert wird, muss er auch manuell mittels activate auto modus deaktiviert werden, d.h. das APDA-372 wieder in den Auto-Modus zurückgesetzt werden. Wird dies nicht gemacht, so bleibt der Status auf device not ready, da in device status der Betriebsmodus nicht auf auto steht.

Mittels **clean optical sensor** kann eine Routine gestartet werden, die das IADS auf 75°C aufheizt und gleichzeitig die Pumpen alternierend von 0 l/min 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.

Bemerkung: Wenn kein Problem mit häufigem Eindringen von Material oder Insekten besteht, wird nicht empfohlen die automatische Aktivierung zu verwenden, da dies zusätzlich die Pumpen belastet und deren Lebensdauer herabsetzt.

Der **status log** zeigt Aktivitäten am APDA-372 mit Datum und Uhrzeit an:

a	auto mode	Standard Betriebsmodus des APDA-372
c	calibration mode	während der Kalibrierung des APDA-372 werden die Daten mit c markiert und nicht in die Auswertung mit einbezogen
i	idle	das APDA-372 wurde in den idle Betriebsmodus versetzt und misst keine Daten
m	manual mode	das APDA-372 wurde in den manuellen Betriebsmodus versetzt
s	scope mode	das elektronische Oszilloskop mit dem einzelne Signale analysiert werden können wurde aktiviert, in der Zeit findet keine Messung statt
e	distribution invalid	die gemessene Partikelgrößenverteilung ist ungültig
o	above 10% coincidence	die Konzentration war so hoch, dass mehr als 10 % der Messwerte in Koinzidenz gemessen wurden, d.h. in diesen Fällen war mehr als ein Partikel im Detektionsvolumen.

2.8. Device status – Statusübersicht

Hier werden verschiedene Sensorinformationen gezeigt, die für einen korrekten Betrieb des APDA-372 nötig sind. Diese Informationen werden auch in Form eines Fehlerbytes mit jedem Datensatz mit abgespeichert.

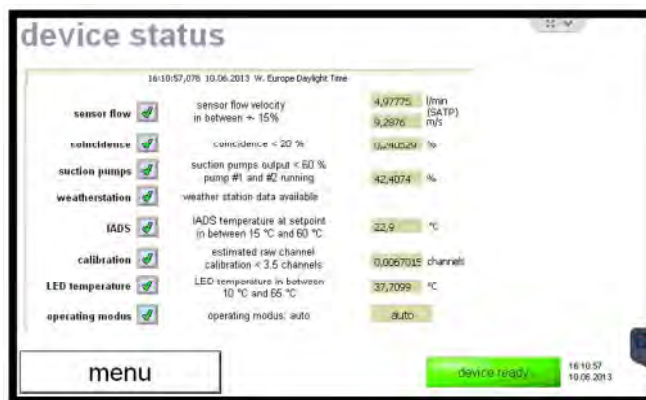


Abbildung 17: Statusübersicht

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 APDA-372 100 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. Ein Fehler wird angezeigt, wenn der Volumenstrom mehr als 5 % vom Sollwert abweicht.

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 APDA-372 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	<p>Überwacht die Kalibrierung online, sollte diese um mehr als 3.5 Rohdatenkanäle abweichen, wird der Fehler gesetzt.</p> <p>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.</p>
LED temperature	<p>Die LED Lichtquelle wird temperaturgeregelt. Sollte in diesem Regelkreis ein Problem auftreten wird dieses Fehlerbit gesetzt.</p>
Operating modus	<p>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.</p>

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 18: Expert user menu).

Bemerkung: Es ist möglich das Passwort selbst zu wählen. Hierzu muss in die promo.ini im Abschnitt [Fidas] folgendes eingetragen werden: password_service=-1 (-1 ist das Standardpasswort, hierfür dann ein eigenes wählen)

Weitere Informationen zum Expertenmodus finden Sie im Handbuch zum Expertenmodus.

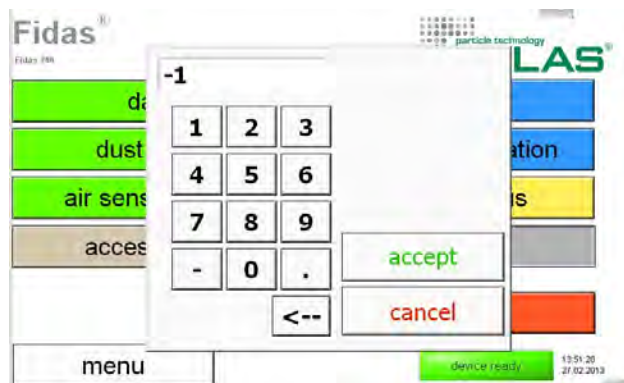


Abbildung 18: Expert user menu

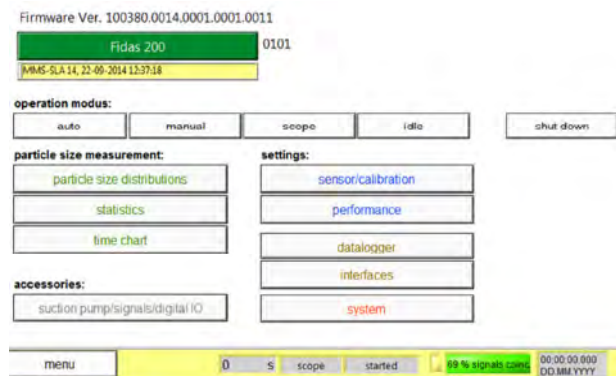


Abbildung 19: Expert user menu - Hauptmenu

Bemerkung: Der String für die Firmware Version setzt sich wie folgt zusammen:

Position 1:	100380	Firmware Version des Panel PC (Touchscreen)
Position 2:	0014	Firmware Version der SCA Platine
Position 3:	0001	Firmware Version der MIO Platine
Position 4:	0001	Firmware Version der Pt100 Platine
Position 5:	0011	Methode

2.10. Shut down – APDA-372 ausschalten

Zum Ausschalten des APDA-372 empfehlen wir immer die Taste shut down zu verwenden.

Da die APDA-372 Firmware auf einem dynamischen Betriebssystem läuft, das auf Windows XPembedded für industrielle Anwendungen basiert, sollten APDA-372 niemals am Netzschalter ausgeschaltet werden, da es sonst zu einer Korruption des Datensystems kommen kann.

Wenn der „shut down“ aktiviert wurde, sehen Sie folgendes Popup:



Nachdem der Touchscreen aus ist (grüne Stromindikatorleuchte am oberen Rand des Touchscreens ist aus), sollte der Netzschalter auf der Rückseite des Gerätes ausgeschaltet werden, da sonst der interne Ventilator weiterläuft.

HORIBA

Immissionen Analysatoren

APDA-372 FEINSTAUBMONITORSYSTEM



Bedienungsanleitung PDAnalyse Software

VERSION HE0010713

APDA-372

PDAnalyze Software

Bedienungsanleitung

Vorwort

Diese Anleitung beschreibt die Bedienung des Feinstaub-Monitor-Systems, APDA-372. Achten Sie darauf, dieses Handbuch vor der Verwendung des Produkts zu lesen, um den ordnungsgemäßen und sicheren Betrieb des Gerätes zu gewährleisten. Auch sollten Sie das Handbuch sicher speichern damit es leicht verfügbar ist, wann immer erforderlich. Produkt-Spezifikationen und Aussehen, sowie der Inhalt dieses Handbuchs können ohne Vorankündigung geändert werden.

Garantie und Verantwortung

Das Ihnen gelieferte Produkt ist durch eine Garantie von HORIBA für einen Zeitraum von einem (1) Jahr abgedeckt. Bei Störungen oder durch HORIBA verursachte Schaden in diesem Zeitraum werden die notwendigen Reparaturen oder Austausch von Teilen kostenlos von HORIBA durchgeführt. Die Garantie erstreckt sich nicht auf folgendes:

- Jede Fehlfunktion durch unsachgemäßen Betrieb
- Jede Fehlfunktion durch Reparatur oder Modifikation einer nicht von HORIBA autorisierten Partei
- Jede Fehlfunktion durch die Verwendung in einer ungeeigneten Umgebung
- Jede Fehlfunktion durch die Verletzung der in diesem Handbuch beschriebenen Anweisungen
- Jede Fehlfunktion durch das Verwendungs in eine Art und Weise das nicht in diesem Handbuch beschrieben wurde
- Jede Fehlfunktion durch natürliche Katastrophen, Unfälle oder Missgeschicke die nicht HORIBA betreffen
- Eine Verschlechterung im Aussehen durch Korrosion, Rost, und so weiter.
- Verbrauchsmaterial und Ersatz von Verbrauchsmaterialien
- Produkte von anderen Unternehmen

HORIBA haftet nicht für Schäden, die durch Fehlfunktionen des Produkts, jede Löschung von Daten oder andere Verwendungen dieses Produkt entstehen.

Marken

Andere in diesem Handbuch verwendete Warenzeichen, Firmennamen, Markennamen oder eingetragene Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Unternehmen.

Urheberrecht

Diese Bedienungsanleitung ist urheberrechtlich geschützt. Die Übersetzung sowie die Vervielfältigung und Verbreitung in jeglicher Form, auch in einer Bearbeitung oder in Auszügen, insbesondere als Nachdruck, photomechanische oder elektronische Wiedergabe oder in Form der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen oder Datennetzen ohne die Zustimmung des Urheberrechtsinhabers und werden zivil- und strafrechtlich verfolgt.

Inhaltsverzeichnis

1.	Überblick.....	9
2.	Inbetriebnahme der PDAnalyze Software.....	9
2.1.	Installation von der CD oder vom USB-Stick	9
3.	Starten der PDAnalyze Software.....	10
4.	Linker Bereich der PDAnalyze Software -“files”, “intervals”	11
4.1.	Reiter “files”	11
4.2.	Reiter “intervals”	14
5.	Rechter Bereich der PDAnalyze Software – Anzeige und Auswertung der Daten	15
5.1.	Reiter “PM data”	15
5.2.	Reiter “internal sensors”	18
5.3.	Reiter “filter”	19
5.4.	Reiter “operating parameter”	20
5.5.	Reiter “comments”	21
5.6.	Reiter “weather station”	22
5.7.	Reiter “heating units”	23
5.8.	Reiter “settings”	23
5.9.	Reiter “status”	25
5.10.	Reiter “specific intervals”	27
5.11.	Reiter “algorithm”	28

Abbildung Index

Abbildung 1: Software Ordner auf der mitgelieferten CD oder auf dem USB-Stick	9
Abbildung 2: Hauptbildschirm der PDAnalyze-Fidas Auswertungssoftware.....	10
Abbildung 3: Reiter "Dateien"	11
Abbildung 4: Auswahlmöglichkeiten an Durchschnittsintervallen	12
Abbildung 5: Import der ausgewählten Dateien mit den ausgewählten Durchschnittsintervallen	12
Abbildung 6: Ergebnis des Datenimports	12
Abbildung 7: Bitte wählen Sie aus, welche Daten angezeigt werden sollen	15
Abbildung 8: Reiter "PM data"	16
Abbildung 9: Entfernen der Kurve für die Anzahlkonzentration "Cn" aus der Grafik.....	16
Abbildung 10: In die Daten zoomen.....	17
Abbildung 11: Reiter "internal sensors" wenn ein p, T, rH-Sensor mit dem Gerät verbunden ist.	18
Abbildung 12: Reiter "filter"-zeigt eine Zusammenfassung der Filterwechsel an.....	19
Abbildung 13: Reiter "operating parameter" – zeigt die Partikelgeschwindigkeit, Pumpenleistung, LED-Temperatur und den Durchfluss an.....	20
Abbildung 14: Reiter "comments"	21
Abbildung 15: Reiter "weather station" zeigt die Wetterstationsdaten an.....	22
Abbildung 16: Auswahl an Werten, die bei angeschlossener Wetterstation angezeigt werden können (abhängig von der jeweiligen Wetterstation).....	22
Abbildung 17: Überblick über die Heizelemente im ADPA-372 200/200 S, 300/300 S	23
Abbildung 18: Geräteeinstellungen für die Messungen	24
Abbildung 19: Reiter "status" mit Information zum Gerät.....	25
Abbildung 20: Auswahl beliebig festgelegter Auswertintervalle in der Tabelle.....	27
Abbildung 21: Auswahl des Geräts Dann wählen Sie den Algorithmus aus:.....	28
Abbildung 22: Auswahl des Algorithmus, der für die Datenauswertung herangezogen wird	28


1. Überblick

Die PDAnalyze Software ist eine leistungsfähige Software zur Auswertung der Daten des ADPA-372 Feinstaub-monitor-systems

2. Inbetriebnahme der PDAnalyze 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

Abbildung 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. 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 Software nicht korrekt funktioniert.

3. Starten der PDAnalyze Software

Bitte führen Sie die pdanalyze-fidas.exe aus, um die Datenauswertungssoftware zu starten. Die PDAnalyze Software ist die geeignete Datenauswertungssoftware für die ADPA-372 Feinstaub-monitor-system.



Abbildung 2: Hauptbildschirm der PDAnalyze-Fidas Auswertungssoftware

Abbildung 2 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 Dateiort 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 (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)

4. Linker Bereich der PDAnalyze Software -“files”, “intervals”

4.1. Reiter “files”

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 3).

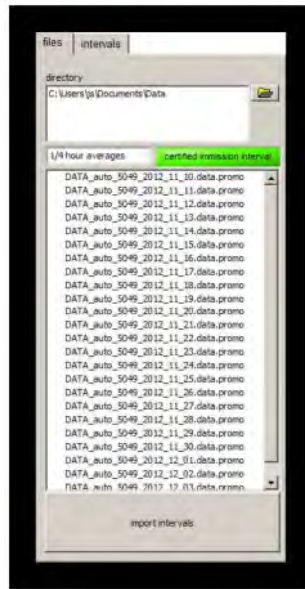
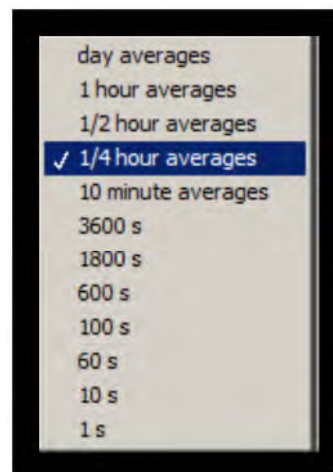


Abbildung 3: Reiter “Dateien”

Standardmäßig ist das Auswertintervall auf ¼-stündige Durchschnittswerte eingestellt, welches dem zertifizierten Immissionsintervall entspricht. Nur wenn dieser Intervall ausgewählt ist, erscheint die



grüne Nachricht „certified immission interval“.

Abbildung 4 zeigt die anderen Auswahlmöglichkeiten an:

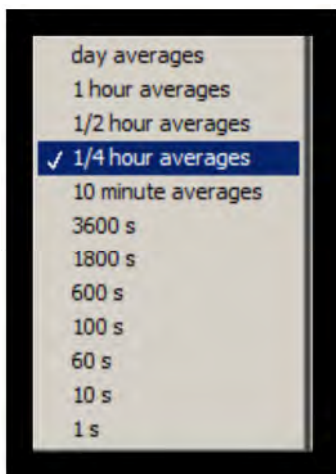


Abbildung 4: Auswahlmöglichkeiten an Durchschnittsintervallen

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.

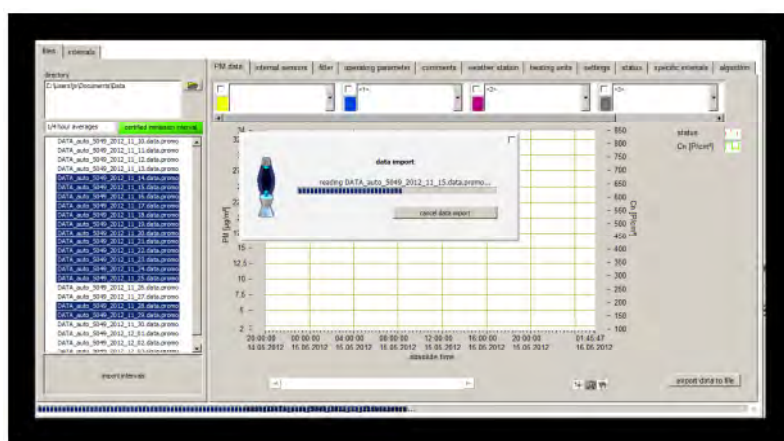


Abbildung 5: Import der ausgewählten Dateien mit den ausgewählten Durchschnittsintervallen

Wenn alle ausgewählten Dateien importiert wurden, zeigt die Software das folgende Ergebnis neben der Versionsnummer der Software an:

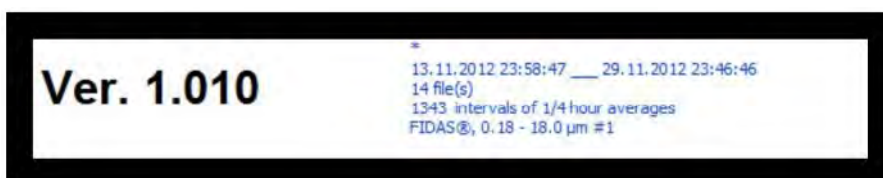


Abbildung 6: Ergebnis des Datenimports



Bitte beachten: Wenn Sie die PDAnalyze 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 Kapitel 0) 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 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:

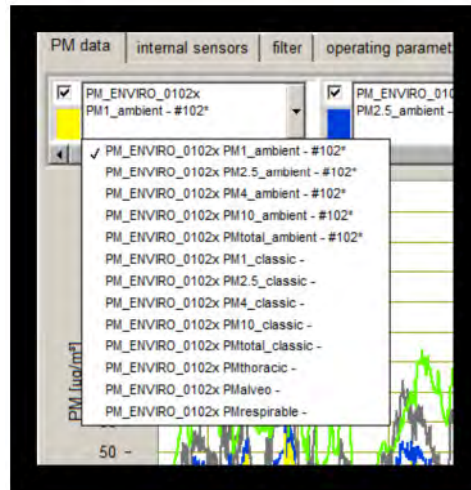


Abbildung 7: Bitte wählen Sie aus, welche Daten angezeigt werden sollen

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.

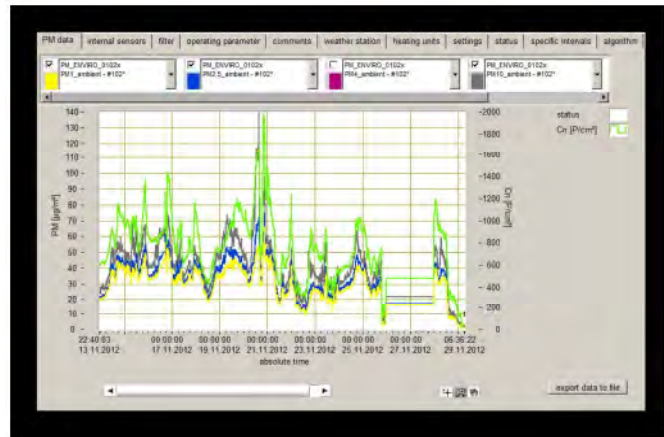


Abbildung 8: Reiter "PM data"

Nachdem eine Auswahl in den Kästchen oberhalb der Grafik getroffen wurde, zeigt Abbildung 8 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" [P/cm³], 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 9). Dies entfernt die grüne Kurve aus der Grafik.

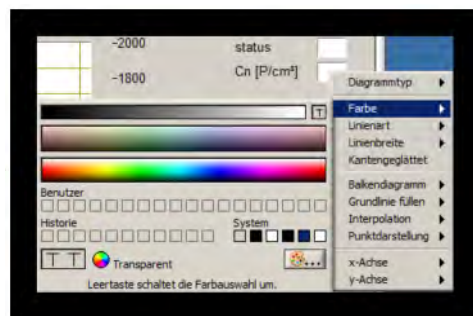


Abbildung 9: Entfernen der Kurve für die Anzahlkonzentration "Cn" aus der Grafik



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.

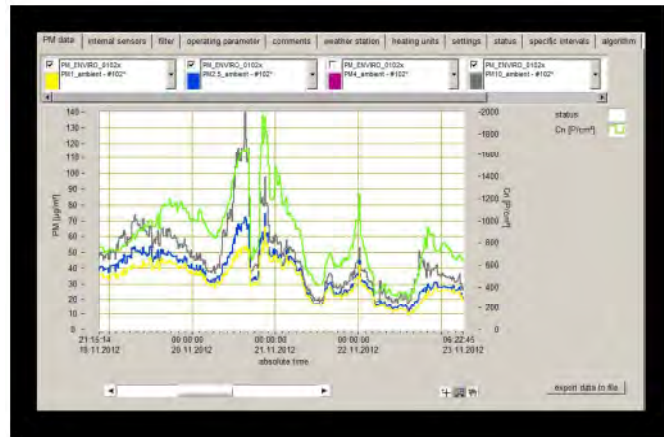


Abbildung 10: In die Daten zoomen

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

ADPA-372, 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 können alle ADPA-372 zusätzlich zur mitgelieferten Wetterstation mit einem Sensor zur Erfassung von p, T und rH verbunden werden, um zum Beispiel die Temperatur im 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 11).



Bitte beachten: Wenn kein p, T, rH-Sensor verbunden ist, zeigt der Reiter keine Daten an. Diese Werte können nicht in eine Textdatei exportiert werden.

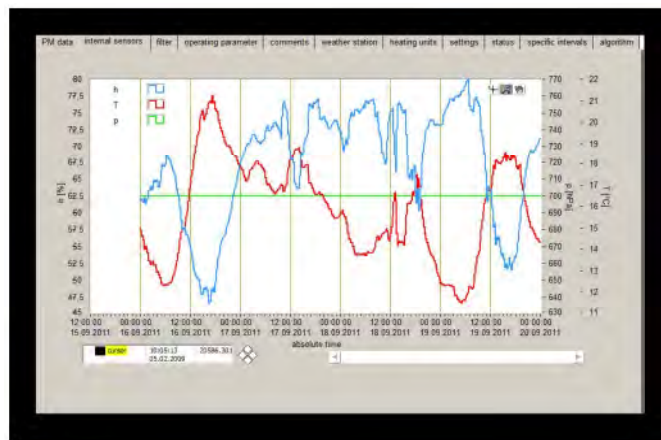


Abbildung 11: Reiter "internal sensors" wenn ein p, T, rH-Sensor mit dem Gerät verbunden ist.

Die Grafik zeigt den zeitlichen Verlauf für die relative Luftfeuchtigkeit (h-blau), die Temperatur (T-rot) und den Umgebungsdruck (p-grün).

5.4. Reiter "operating parameter"



Abbildung 13: 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 4,8 l/min für den ADPA-372

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):

ADPA-372, 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"

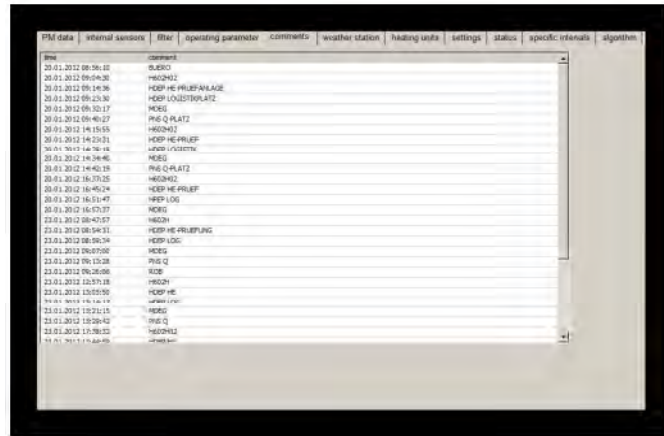


Abbildung 14: Reiter "comments"

Wenn Kommentare während der Messung eingegeben werden, z. B. um zwischen verschiedenen Messstellen während der Nutzung des ADPA-372 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 ADPA-372) werden die Wetterstationen in diesem Reiter angezeigt.

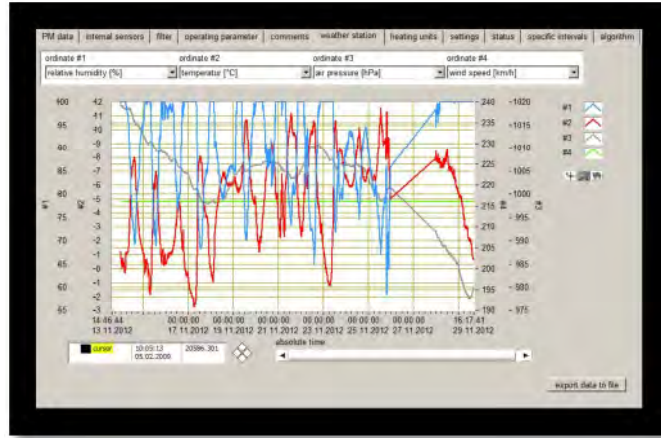


Abbildung 15: Reiter "weather station" zeigt die Wetterstationsdaten an

Abhängig von der angeschlossenen Wetterstation, z. B. WS-300-UMB (p, T, rH) oder WS-600UMB (p, T, rH, Windgeschwindigkeit, Windrichtung etc.) können verschiedene Werte angezeigt werden.

Abbildung 16 zeigt die momentan in der Software integrierten Auswahlmöglichkeiten an.

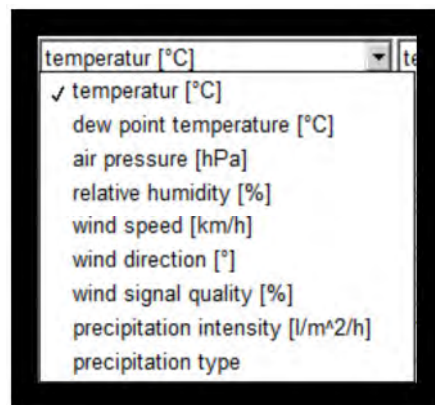


Abbildung 16: Auswahl an Werten, die bei angeschlossener Wetterstation angezeigt werden können (abhängig von der jeweiligen Wetterstation).

Mit "export data to file" werden die angezeigten Daten in eine durch Tabulatoren getrennte Textdatei mit der folgenden Kopfzeile exportiert (Beispiel):

ADPA-372, 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"

Im ADPA-372 beziehen sich die Heizelemente auf die in der IADS (intelligent aerosol drying system) eingebaute Heizung.



Abbildung 17: Überblick über die Heizelemente im ADPA-372 200/200 S, 300/300 S

Dieser Reiter zeigt einen Überblick über die Heizelemente, die im ADPA-372 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 ADPA-372 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 HORIBA in diesem Fall!

5.8. Reiter "settings"

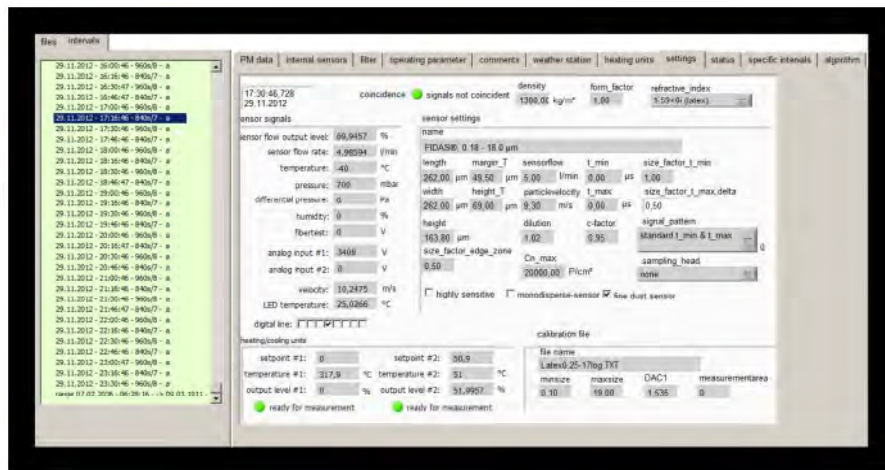


Abbildung 18: Geräteeinstellungen für die Messungen

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 0)

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 0).

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 0) und Informationen zur Kalibrierung (z. B. Spannung des Photomultipliers, genutzte Kalibrierungsdatei)

5.9. Reiter "status"

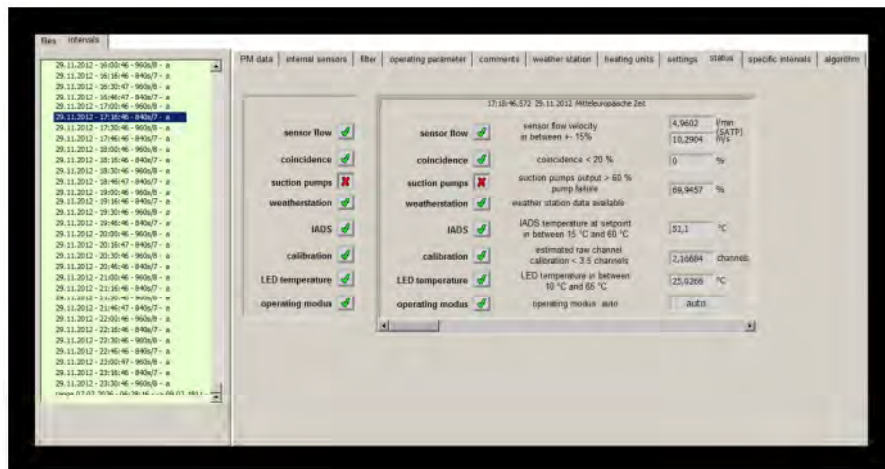




Abbildung 19: Reiter "status" mit Informationen zum Gerät

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 0).

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 werksseitig 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 ADPA-372 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 APDA-372 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.

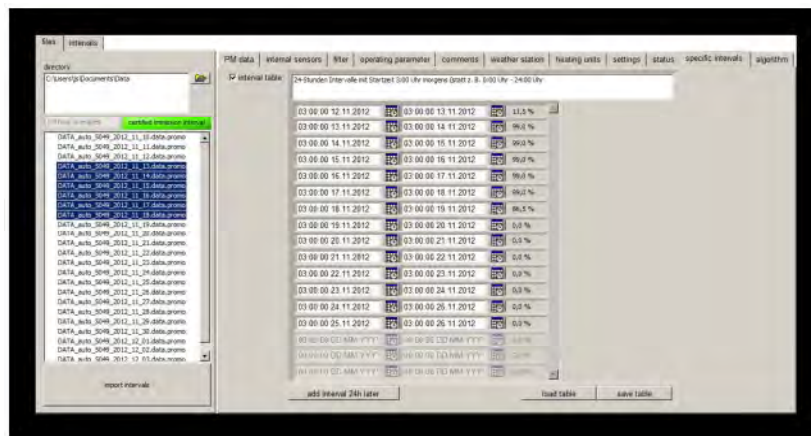


Abbildung 20: Auswahl beliebig festgelegter Auswertintervalle in der Tabelle

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 ADPA-372 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.

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 dieses Problem fortbestehen kontaktieren Sie bitte HORIBA.

Um den korrekten Algorithmus auszuwählen, wählen Sie bitte zuerst das Gerät aus:



Abbildung 21: Auswahl des Geräts Dann wählen Sie den Algorithmus aus:

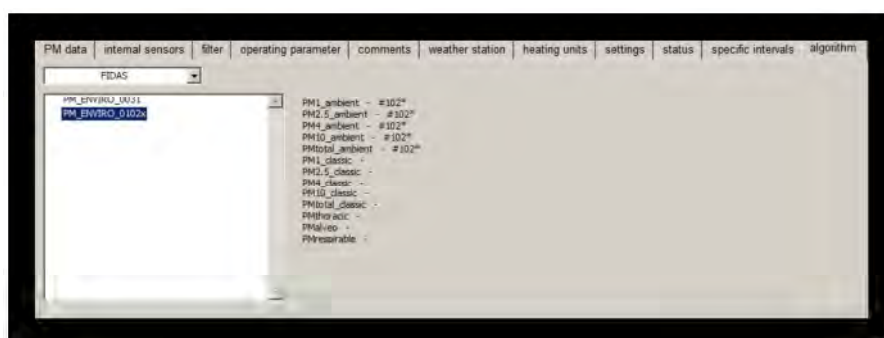


Abbildung 22: Auswahl des Algorithmus, der für die Datenauswertung herangezogen wird



Bitte beachten: Obwohl es nicht ausdrücklich angezeigt wird, beinhaltet der Algorithmus die Informationen für alle möglichen Auswertemodi (siehe Kapitel 5.1).

Kompaktwetterstation

WS200-UMB

WS300-UMB

WS301-UMB

WS302-UMB

WS303-UMB

WS304-UMB

WS400-UMB

WS401-UMB

WS500-UMB

WS501-UMB

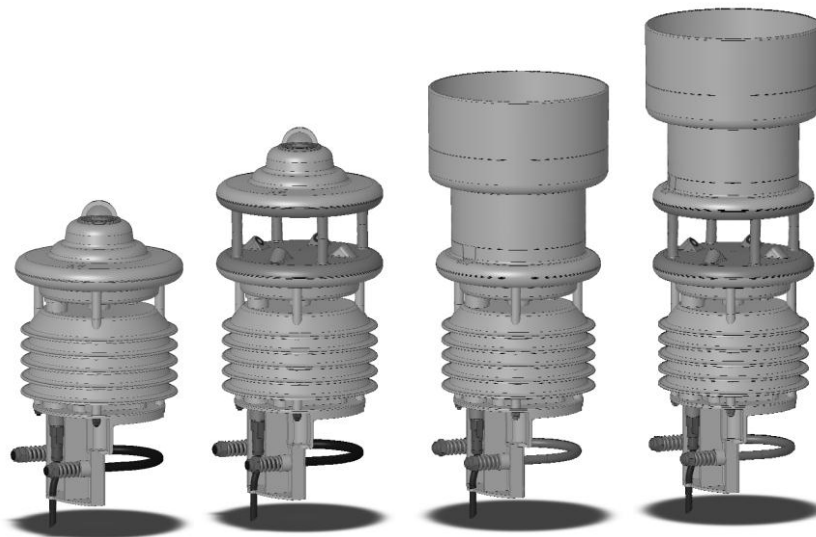
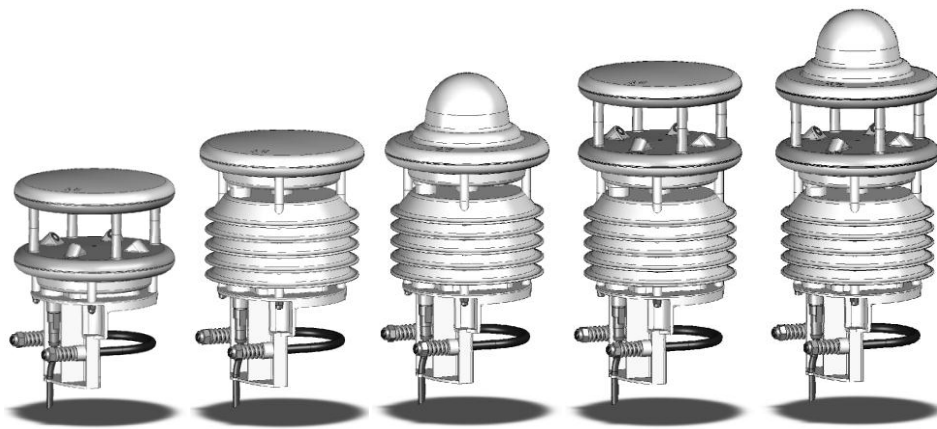
WS502-UMB

WS503-UMB

WS504-UMB

WS600-UMB

WS601-UMB



Inhaltsverzeichnis

1	Vor Inbetriebnahme lesen	5
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
2	Lieferumfang	6
3	Bestellnummern.....	7
3.1	Zubehör	9
3.2	Ersatzteile	9
3.3	Weitere Dokumente und Software	9
4	Gerätebeschreibung	10
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
5	Messwertbildung.....	13
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
6	Messwertausgabe	14
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

7	Montage	21
7.1	Befestigung.....	21
7.2	Ausrichtung nach Norden	22
7.3	Auswahl des Aufstellungsortes	23
8	Anschlüsse	25
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
9	Inbetriebnahme	27
10	Konfiguration und Test	28
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
11	Firmwareupdate	39
12	Wartung	39
12.1	Wartung Kippwaage.....	40
13	Technische Daten	41
13.1	Messbereich / Genauigkeit	43
13.2	Zeichnungen	46
14	EG-Konformitätserklärung	54
15	Fehlerbeschreibung	55
16	Entsorgung	56
16.1	Innerhalb der EU.....	56
16.2	Außerhalb der EU	56
17	Reparatur / Instandsetzung	56
17.1	Technischer Support.....	56
18	Externe Sensoren	57
18.1	Blattnässe-Sensor.....	57
18.2	Temperatur und Niederschlagssensoren	59
19	Anhang	61
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
20	Abbildungsverzeichnis	123
21	Stichwortverzeichnis	124

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)

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

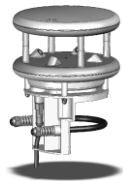
Die Gewährleistung beträgt 12 Monate ab Lieferdatum. Wird die bestimmungsgemäße Verwendung missachtet, erlischt die Gewährleistung.

1.6 Verwendete Markennamen

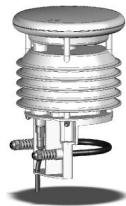
Alle verwendeten Markennamen unterliegen uneingeschränkt dem gültigen Markenrecht und dem Besitzrecht des jeweiligen Eigentümers.

2 Lieferumfang

- Gerät



WS200-UMB



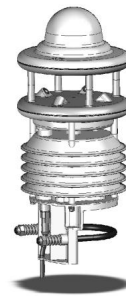
WS300-UMB



WS400-UMB



WS500-UMB



WS600-UMB



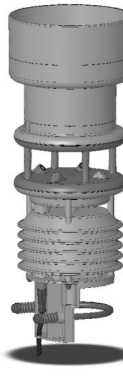
WS301-UMB



WS501-UMB

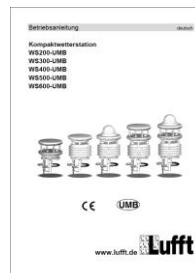


WS401-UMB



WS601-UMB

- 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 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
Lufttemperatur		•	•	•	•	•	•	•	•
Luftfeuchte		•	•	•	•	•	•	•	•
Luftdruck		•	•	•	•	•	•	•	•
Niederschlag				•	•*			•	•*
Windrichtung	•					•	•	•	•
Windgeschwindigkeit	•					•	•	•	•
Kompass	•					•	•	•	•
Globalstrahlung			•				•		
Blattnässe (extern)					•				•
Temperatur (extern)	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Kippwaage (extern)	•	•	•			•	•		
Energiesparmodus 2	•	•	•		•	•	•		•

*) 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

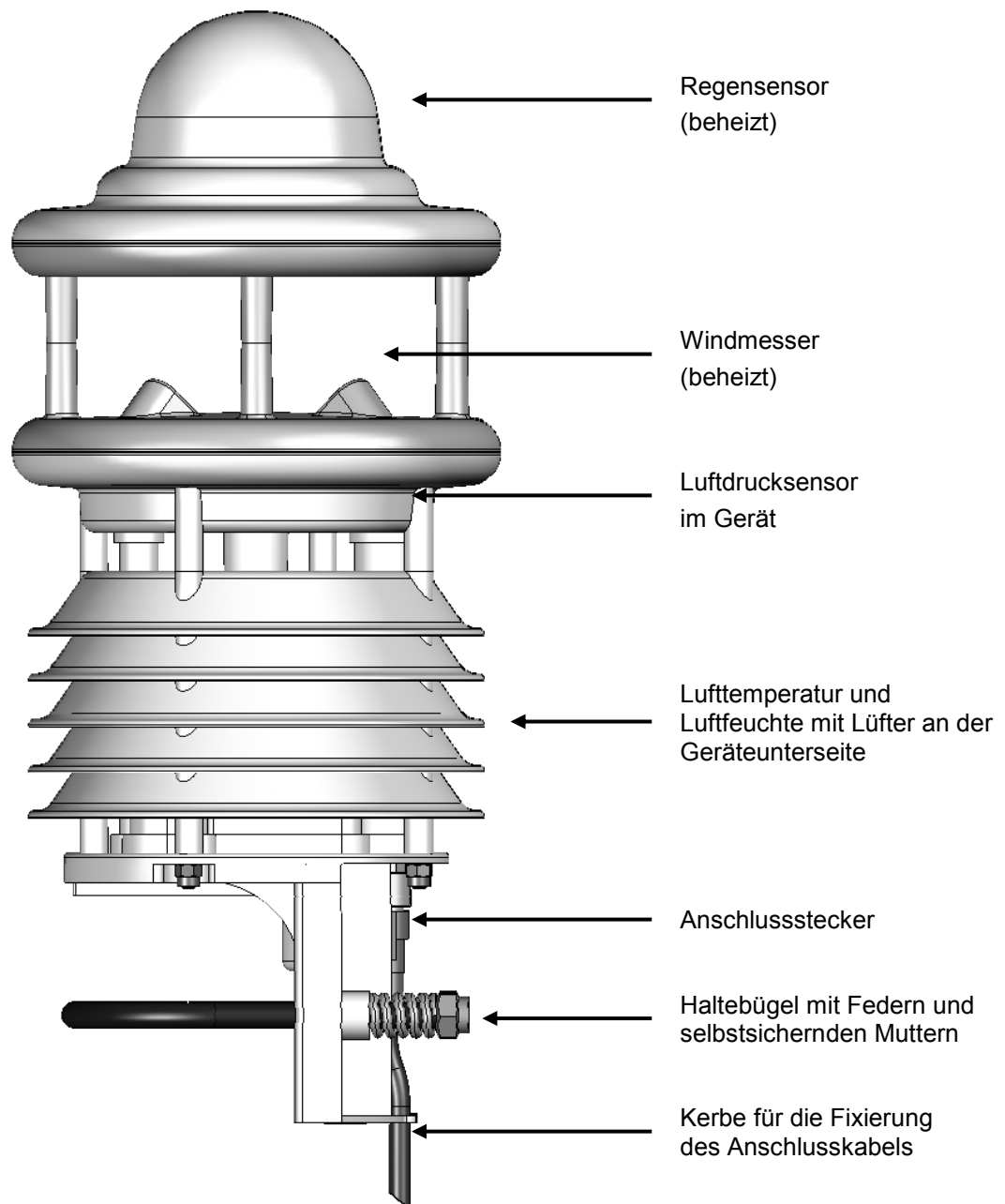


Abb. 1: Sensorik

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/m³; 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 ³
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/m³

Abfragekanäle:

UMB-Kanal				Messgröße (float32)	Messbereich		
act					min	max	Einheit
310				Luftdichte	0,0	3,0	kg/m ³

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 ² ; mm; in; mil

Abfragekanäle:

UMB-Kanal	Messgröße (float32)	Einheit
600	Niederschlagsmenge absolut	l/m ²
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 ² ; mm; in; mil

Abfragekanäle:

UMB-Kanal	Messgröße (float32)	Einheit
605	Niederschlagsmenge differentiell	l/m ²
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 ² /h; mm/h; in/h; mil/h

Abfragekanäle:

UMB-Kanal	Messgröße (float32)	Messbereich	Einheit
800	Niederschlagsintensität	0 ... 200,0	l/m ² /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 = unspezifizierter 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 (unspezifizierter 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/m²

Abfragekanäle:

UMB-Kanal				Messgröße (float32)	Messbereich		
act	min	max	avg		min	max	Einheit
900	920	940	960	Globalstrahlung	0,0	1400,0	W/m ²

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

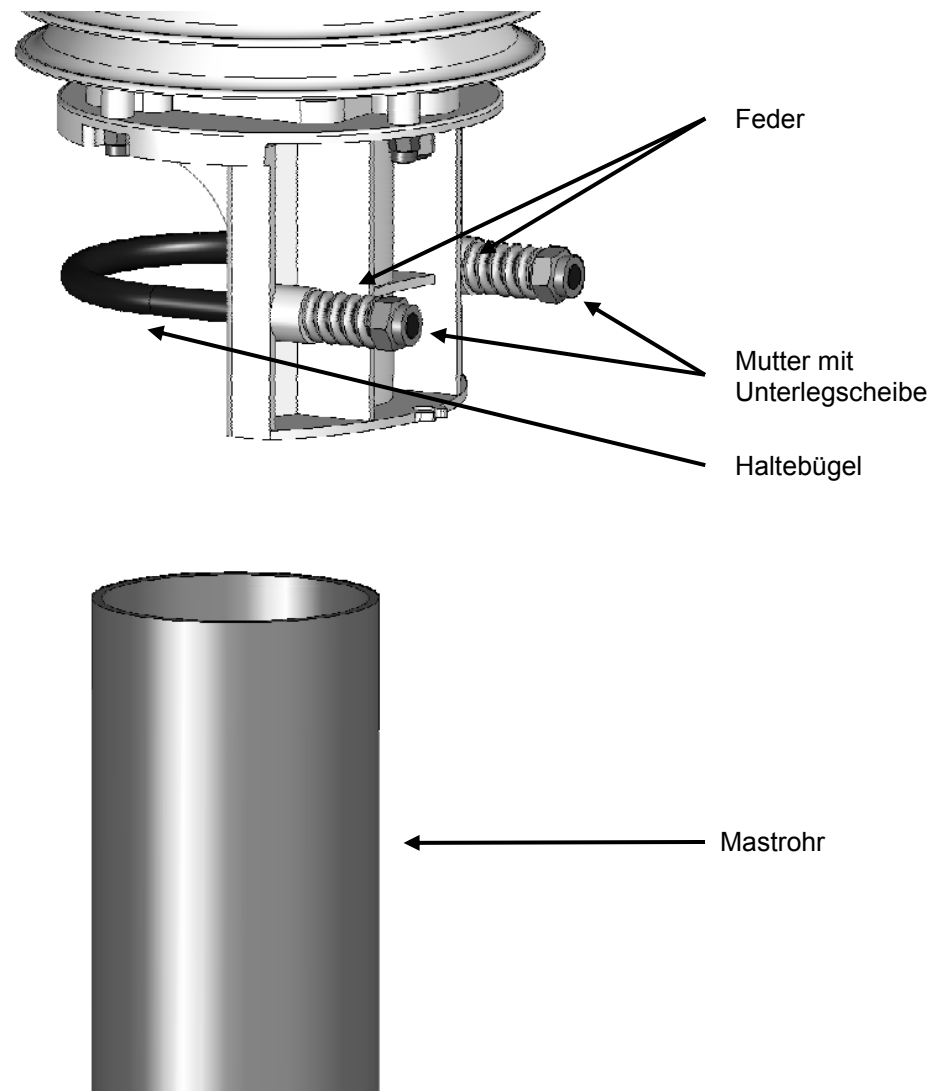


Abb. 2:
Mastbefestigung

- 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.

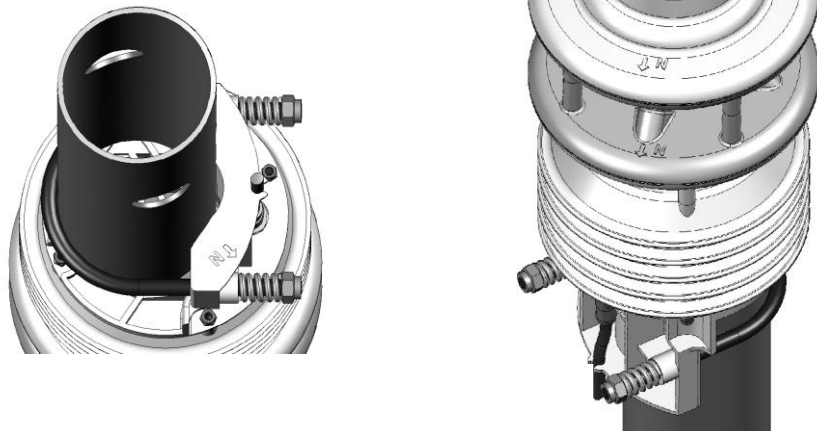


Abb. 3: Kennzeichnung Norden

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

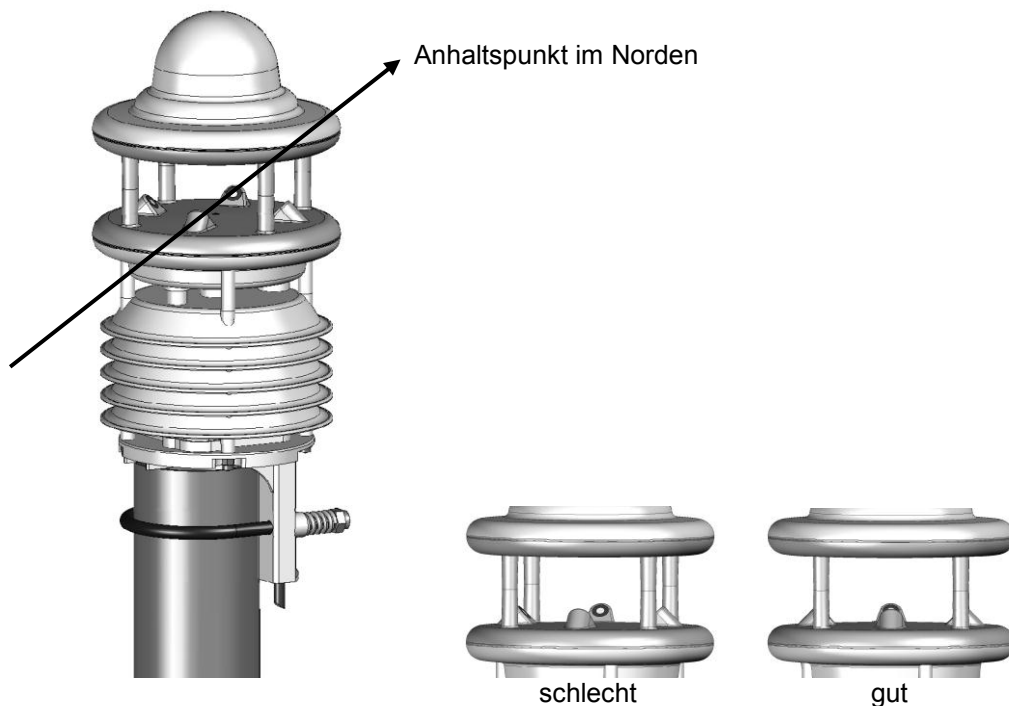


Abb. 4: Ausrichtung Norden



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:

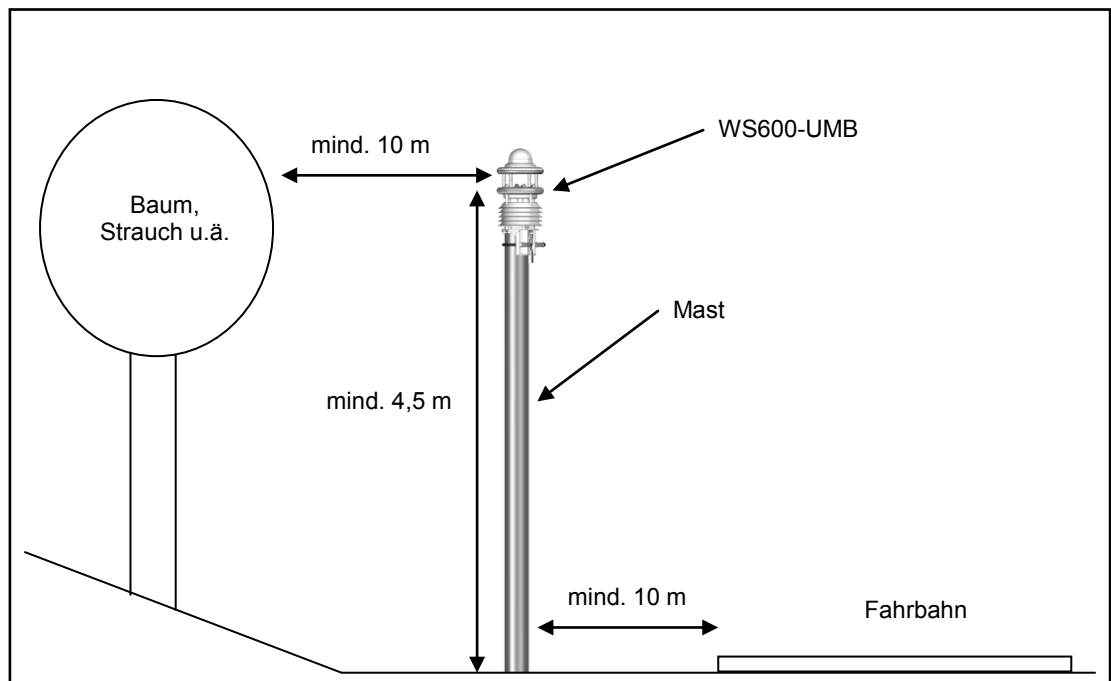
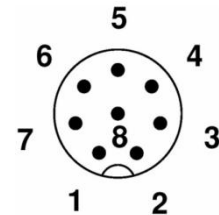
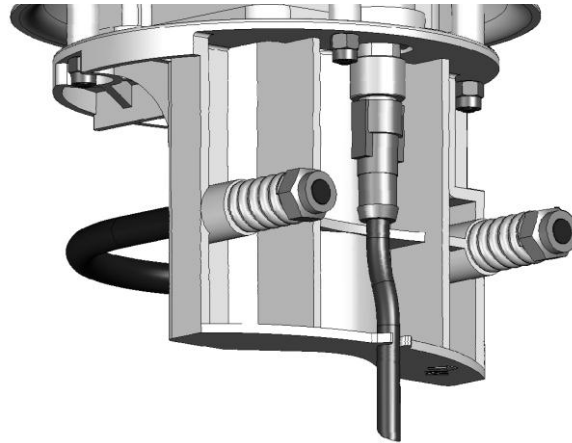


Abb. 5: Montage-Skizze

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)

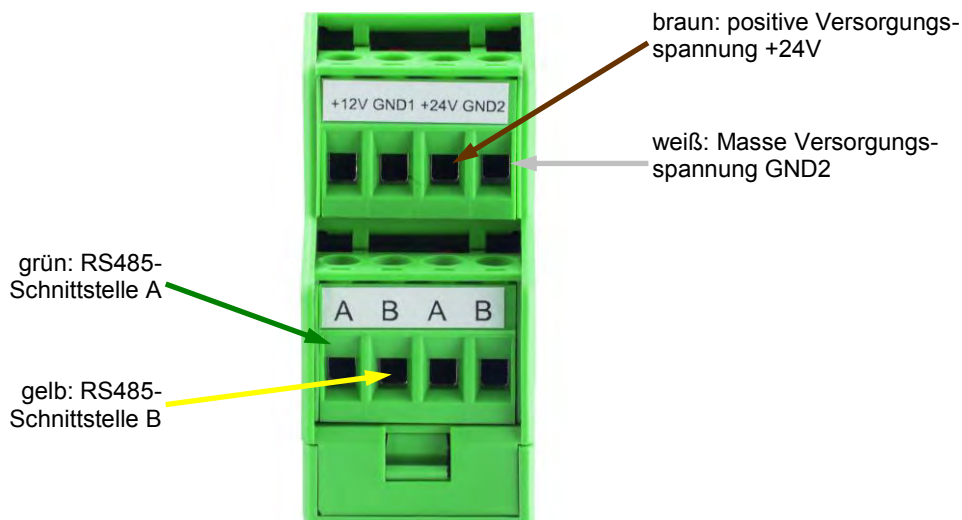


Abb. 7: Anschluss an ISOCON-UMB



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®-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®-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.

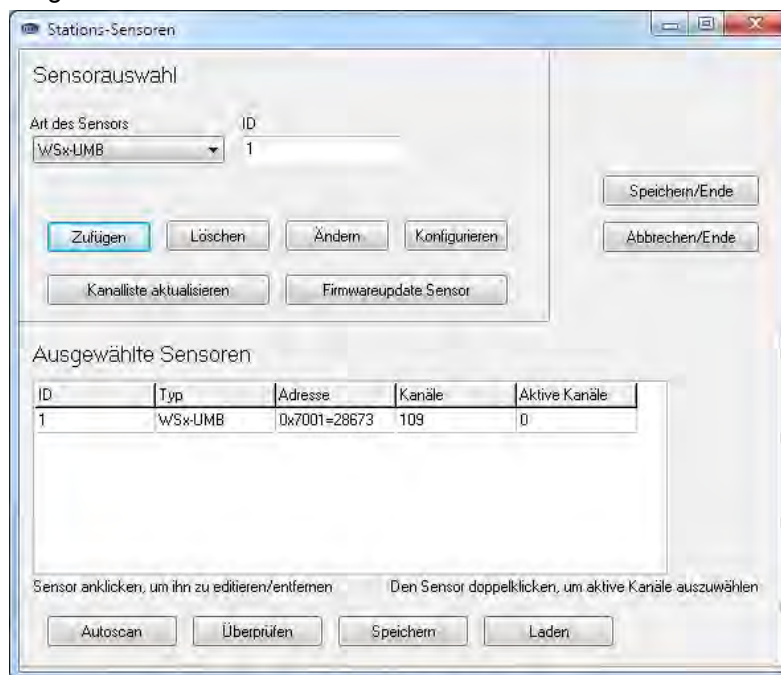


Abb. 8: Sensorauswahl



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

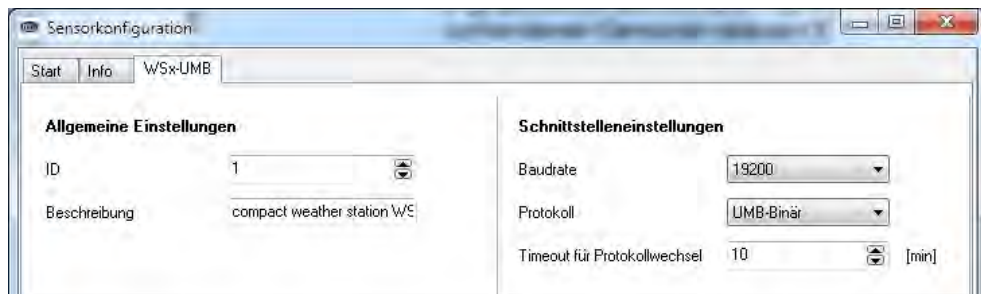


Abb. 9: Allgemeine Einstellungen

- 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

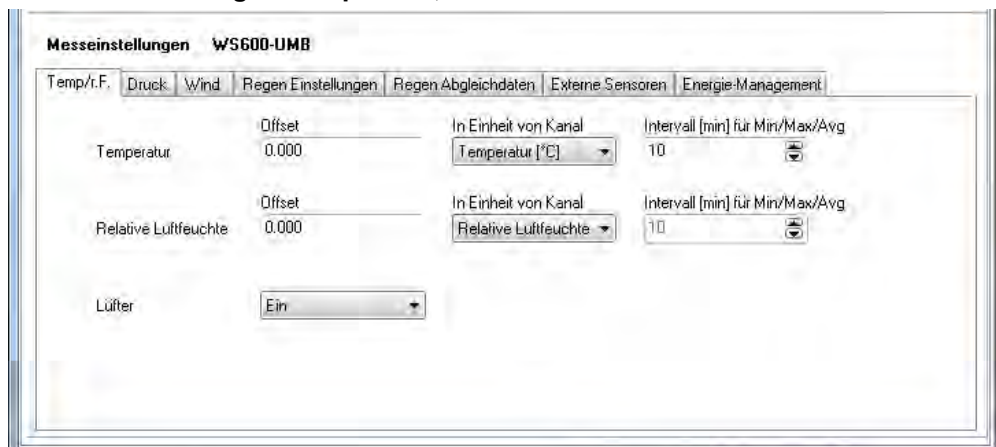


Abb. 10: Einstellungen Temperatur, Feuchte und Lüfter

- 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

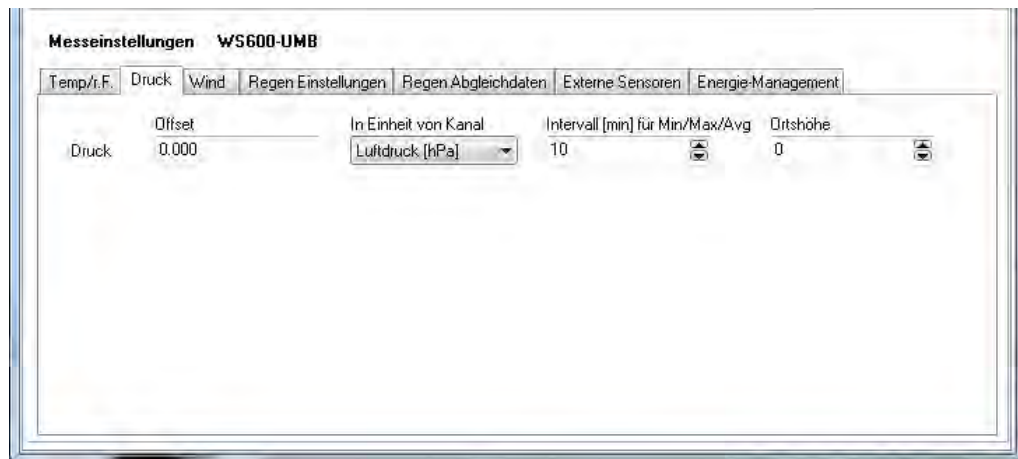


Abb. 11: Einstellungen Druck

- 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

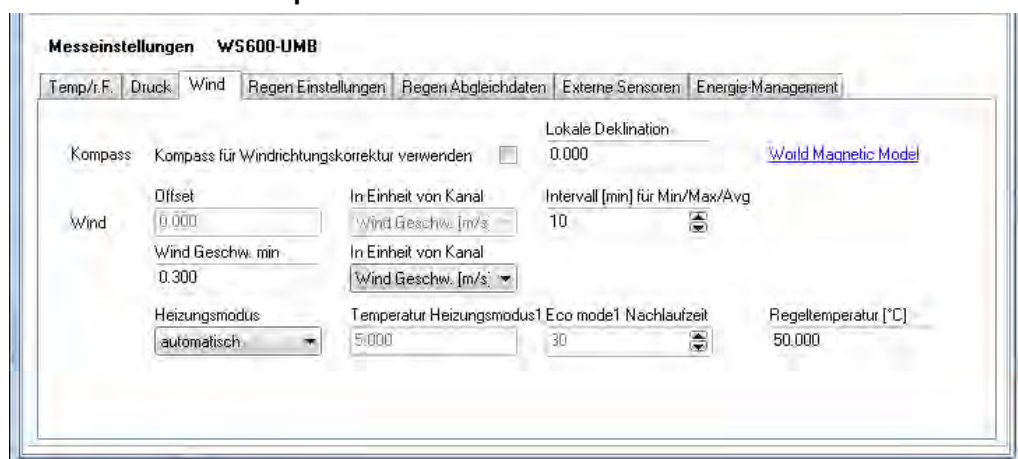


Abb. 12: Einstellungen Wind

- 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)

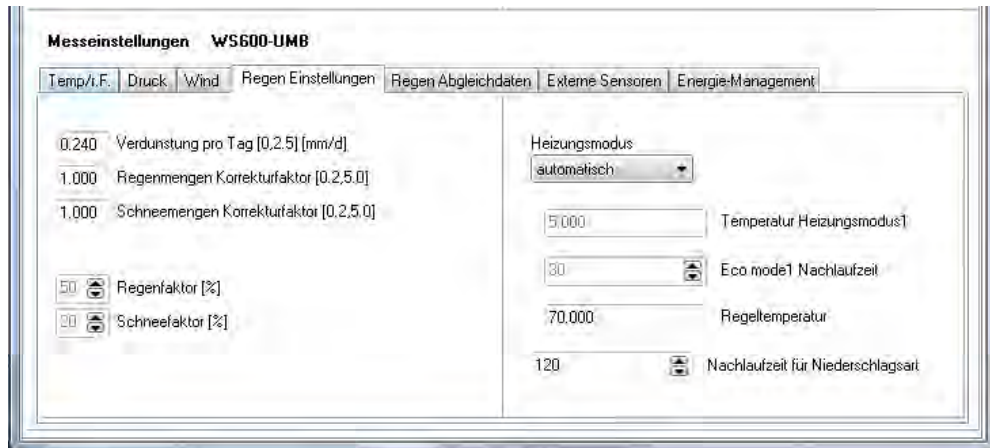


Abb. 13: Einstellung Regenmesser (Radar)

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 Reduziererring ausgeliefert, der auf den Trichter aufgesetzt werden kann.

Trichter mit Reduziererring Auflösung 0,5mm

Trichter ohne Reduziererring Auflösung 0,2mm

Anschließend wird mittels UMB Config Tool diese Auflösung auch in der Sensorkonfiguration eingestellt.

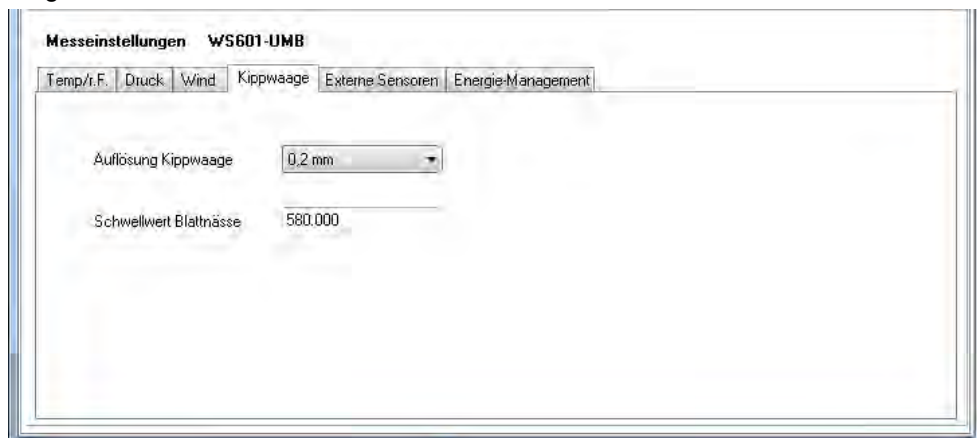


Abb. 14: Einstellung Regenmesser (Kippwaage)



Achtung: Wenn mechanische und Konfigurations-Einstellung nicht übereinstimmen, liefert der Sensor falsche Niederschlagswerte!

10.2.9 Energie-Management

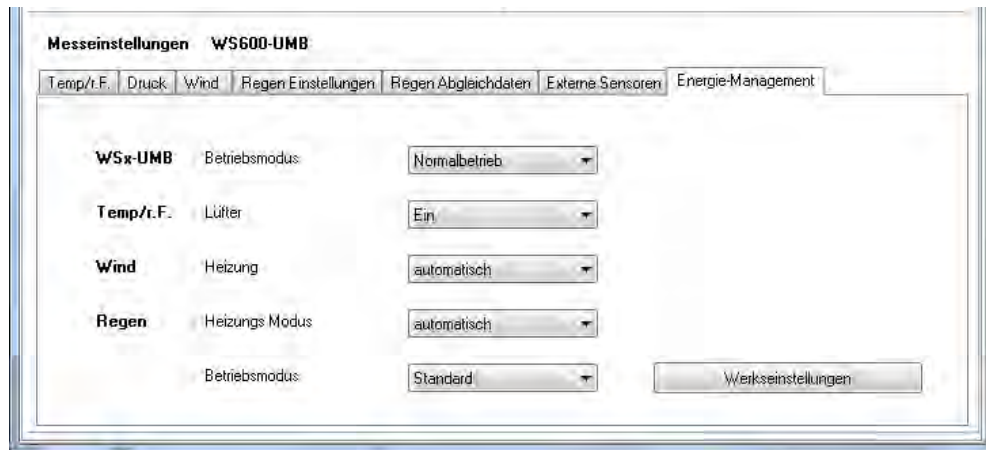


Abb. 15: Einstellung Energie-Management

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

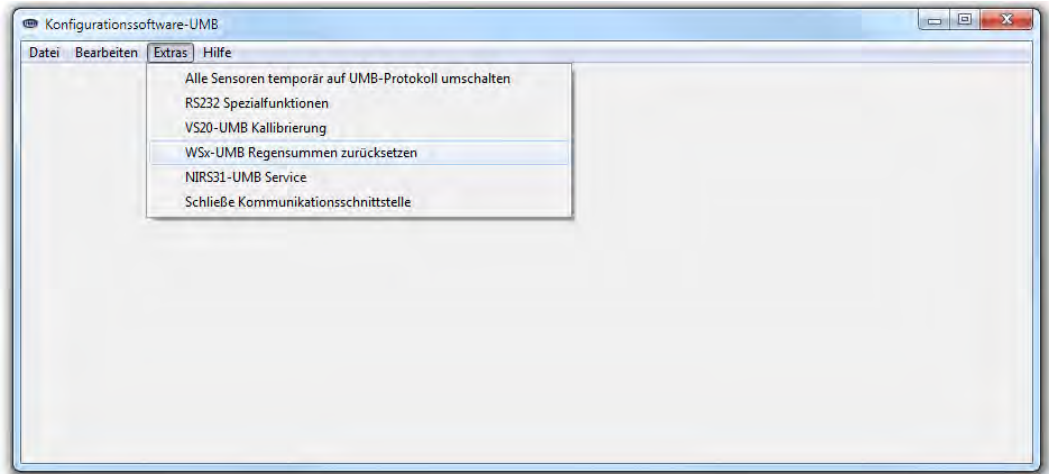
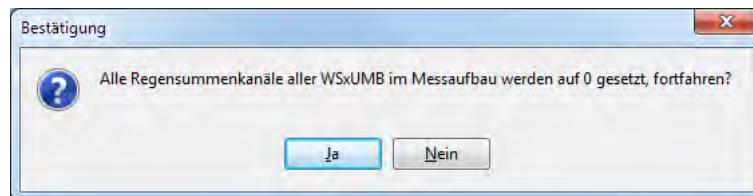


Abb. 16:
Niederschlagsmenge
zurücksetzen

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.

K.Nr.	Messung	Einheit	Bereich	aktiv
100	Act. temperature	°C	-50.00 .. 60.00	aktiv
120	Min. temperature	°C	-50.00 .. 60.00	inaktiv
140	Max. temperature	°C	-50.00 .. 60.00	inaktiv
160	Avg. temperature	°C	-50.00 .. 60.00	inaktiv
105	Act. temperature	°F	-58.00 .. 140.00	inaktiv
125	Min. temperature	°F	-58.00 .. 140.00	inaktiv
145	Max. temperature	°F	-58.00 .. 140.00	inaktiv
165	Avg. temperature	°F	-58.00 .. 140.00	inaktiv
112	Act. wind heater temp.	°C	-50.00 .. 150.00	inaktiv
113	Act. R2S heater temp.	°C	-50.00 .. 150.00	inaktiv
117	Act. wind heater temp.	°F	-58.00 .. 302.00	inaktiv
118	Act. R2S heater temp.	°F	-58.00 .. 302.00	inaktiv

Abb. 17: Kanäle Messwertabfrage

10.3.2 Beispiel einer Messwertabfrage

WSx-UMB ID1 temperature [°C] Act	WSx-UMB ID1 dewpoint [°C] Act	WSx-UMB ID1 relative humidity [%] Act	WSx-UMB ID1 abs. air pressure [hPa] Act	WSx-UMB ID1 precipitation absol. [mm] Act
28.15	15.41	45.93	982.96	0.01
28.17	15.17	45.18	982.97	1.58
28.27	15.13	44.81	982.98	2.04
28.27	15.08	44.66	982.96	2.25
28.27	15.00	44.42	982.92	2.46

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. Luft 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.

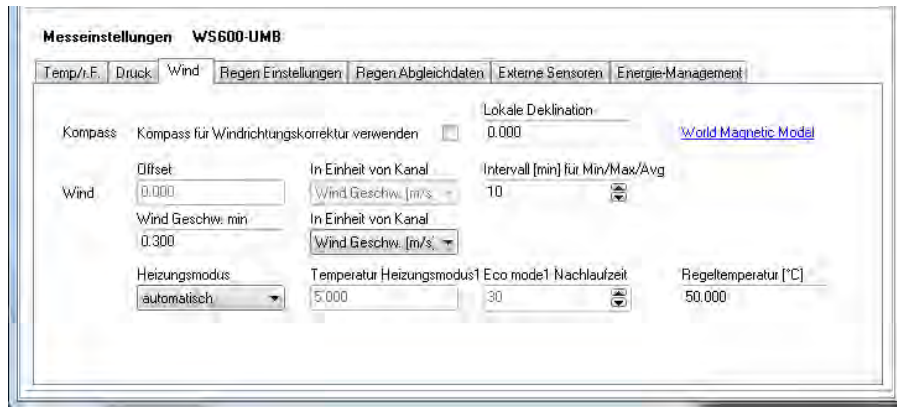
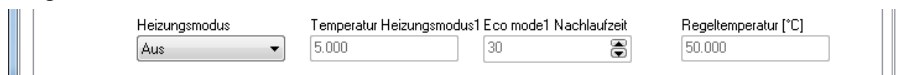


Abb. 19: Betriebsarten der Geräteheizung

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.

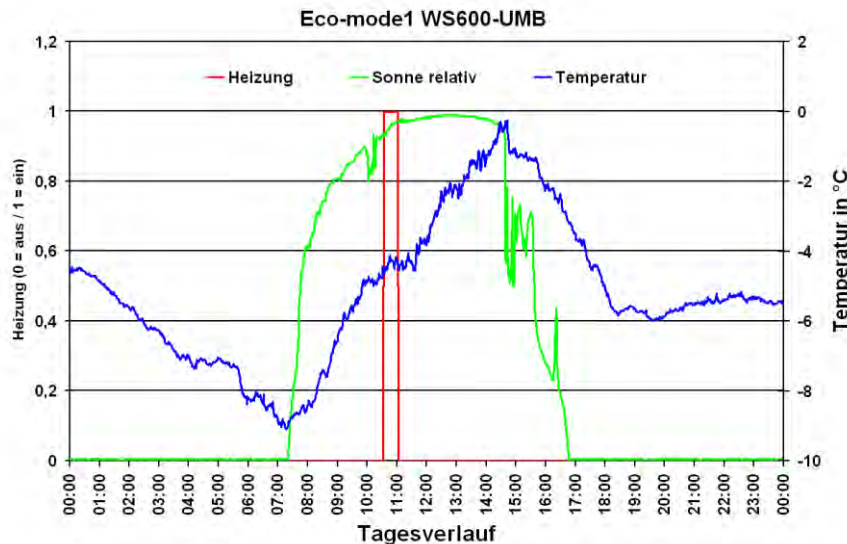
Die vorsorgliche 20h-Heizung erfolgt aber nur wenn über den gesamten Zeitraum eine Außentemperatur unter der Schwelltemperatur gemessen wurde und es mindestens 3 Stunden lang konstant hell war.



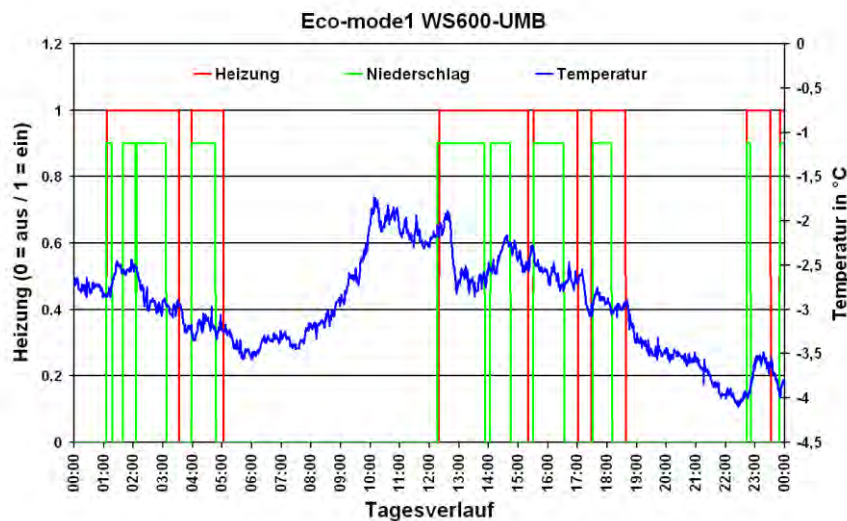
Regeltemperatur: auf diese Temperatur (in °C) regelt die Heizung
 Temperatur Heizungsmodus1: Schwelltemperatur (in °C) ab der die Heizung aktiviert wird
 Eco mode1 Nachlaufzeit: Nachlaufzeit (in Minuten)

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 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).

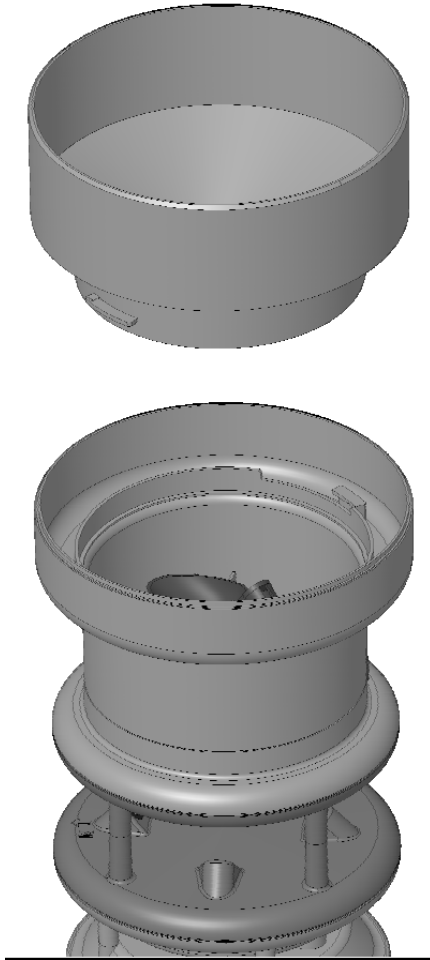


Abb. 20: WS601-UMB
mit abgenommenem
Trichter

- 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 ¹	Standard		Energiesparmodus 1		Energiesparmodus 2	
	Versorgung	24VDC ²	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

¹ Beschreibung der Betriebsarten siehe Seite 35

² 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 ³ , 28800, 57600
(Im SDI-12 Betrieb wird die Schnittstelle umgeschaltet, um die Anforderungen des Standards zu erfüllen.)	
Gehäuse:	Kunststoff (PC)

³ 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 ³ ; 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 ²
Auflösung	< 1W/m ²
Messrate	1 Minute

13.1.9.1 WS301-UMB / WS501-UMB

Ansprechzeit (95%)	<18s
Stabilitätsabweichung (pro Jahr)	<1%
Nichtlinearität (0 bis 1000 W/m ²)	<1%
Richtungsfehler (bei 80° mit 1000 W/m ²)	<20 W/m ²
Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit	<5% (-10 bis +40°C)
Neigungsfehler (bei 1000 W/m ²)	<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

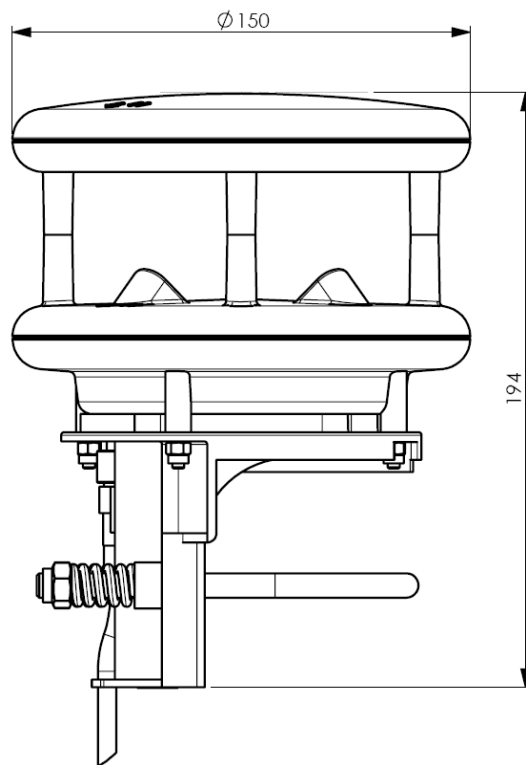


Abb. 21: WS200-UMB

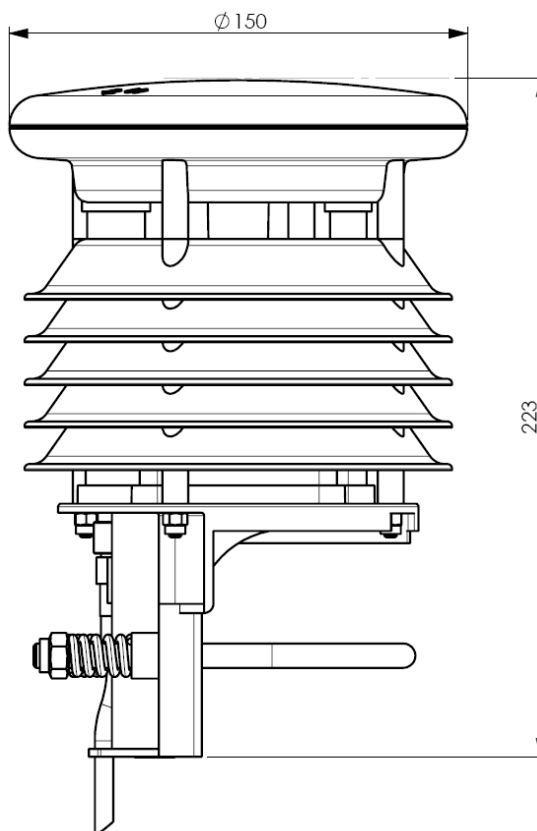


Abb. 22: WS300-UMB

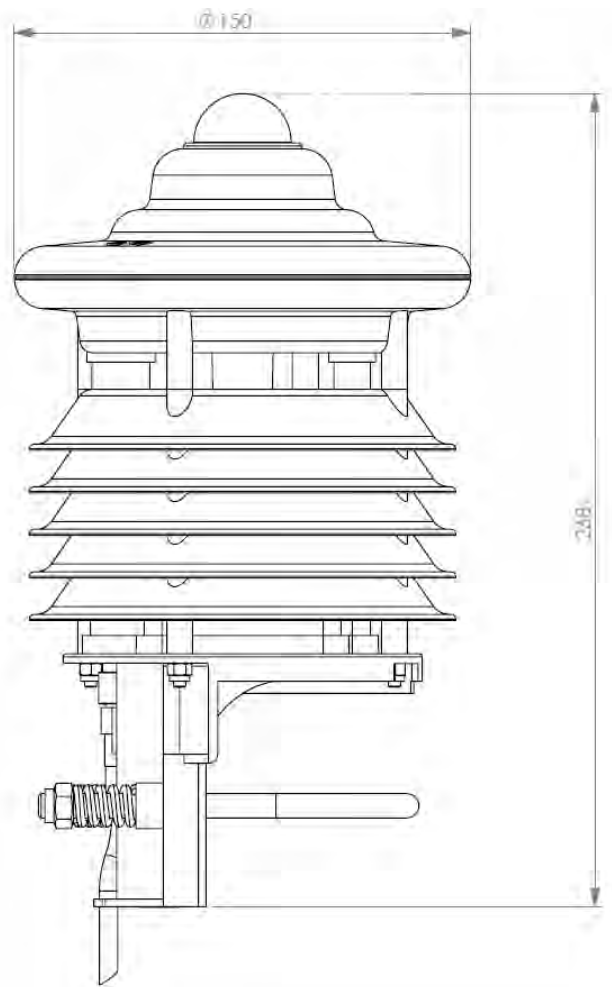


Abb. 23: WS301-UMB

WS302-UMB, WS303-UMB und WS304-UMB sind ähnlich.

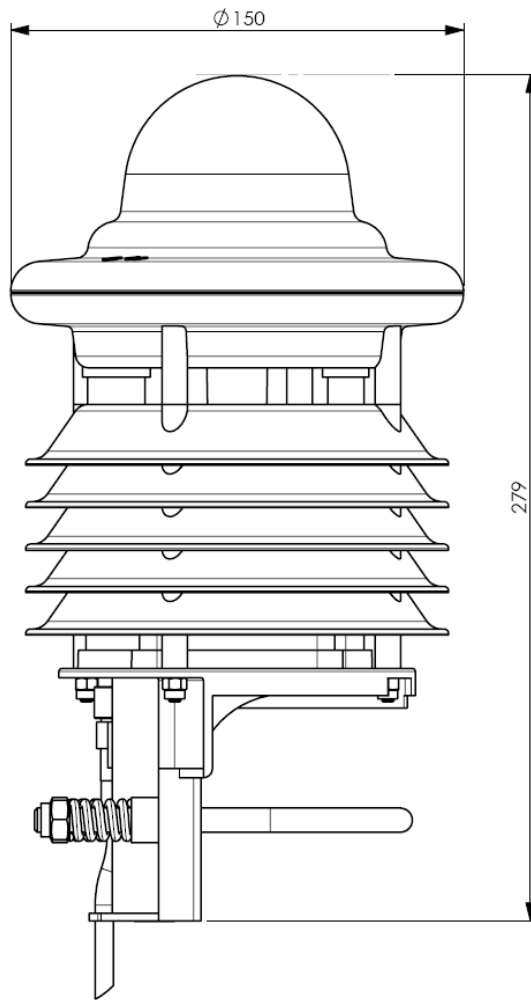


Abb. 24: WS400-UMB

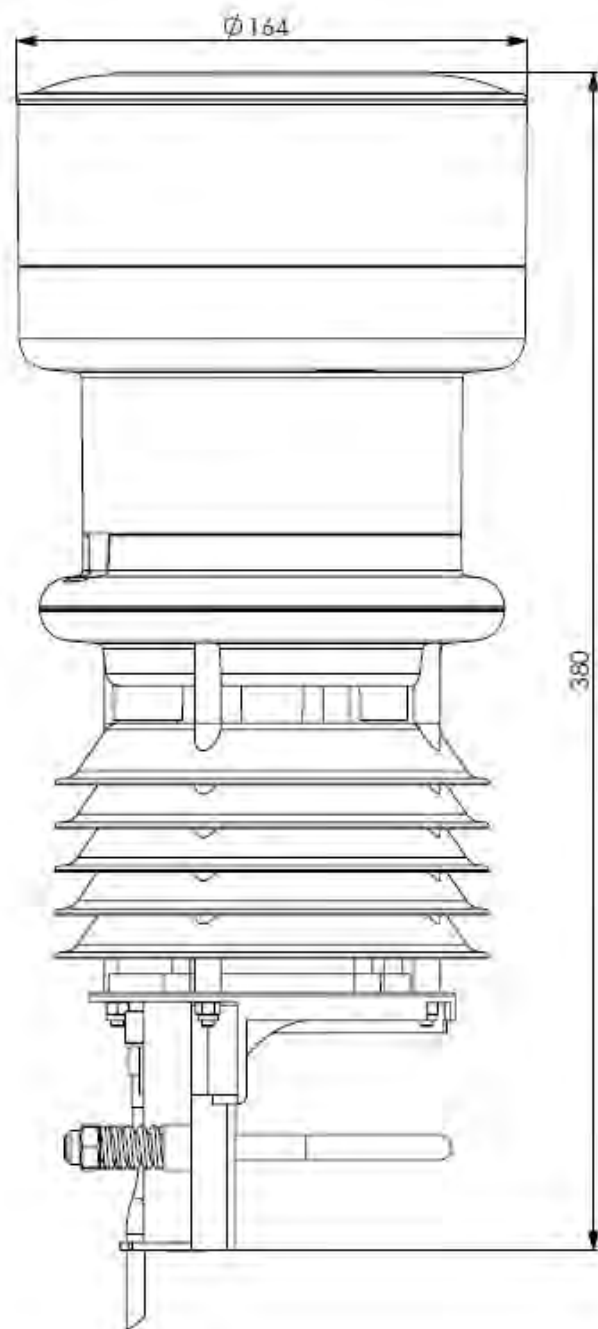


Abb. 25: WS401-UMB

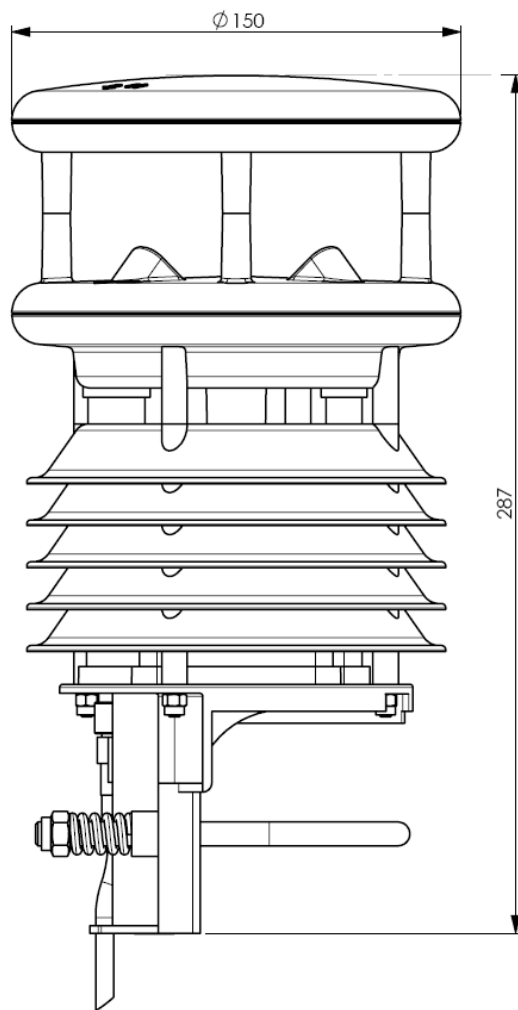


Abb. 26: WS500-UMB

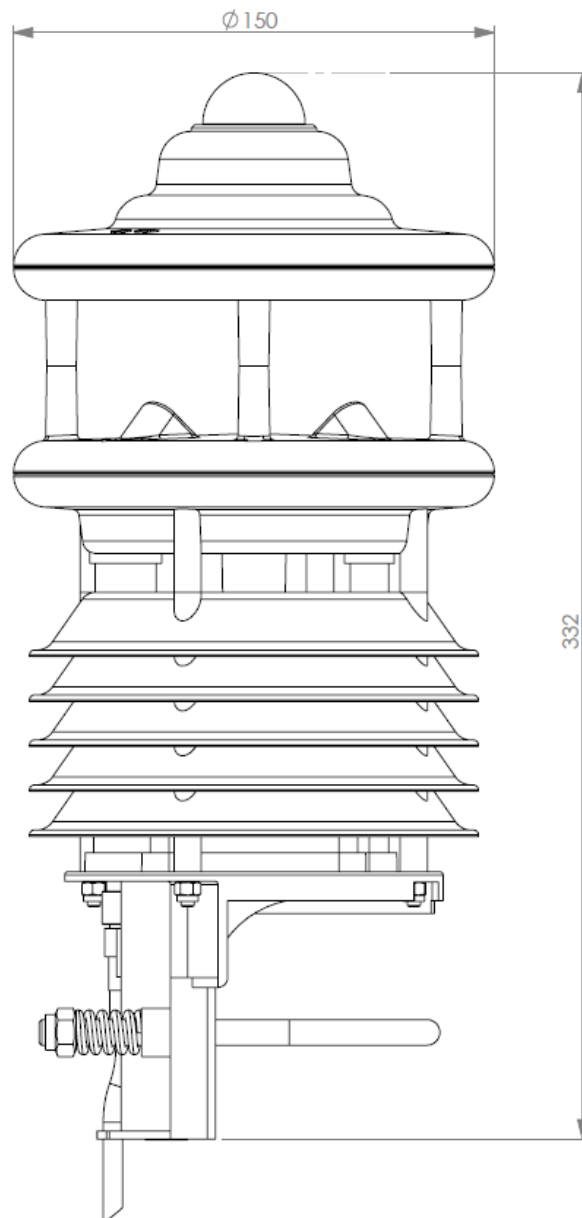


Abb. 27: WS501-UMB

WS502-UMB, WS503-UMB und WS504-UMB sind ähnlich.

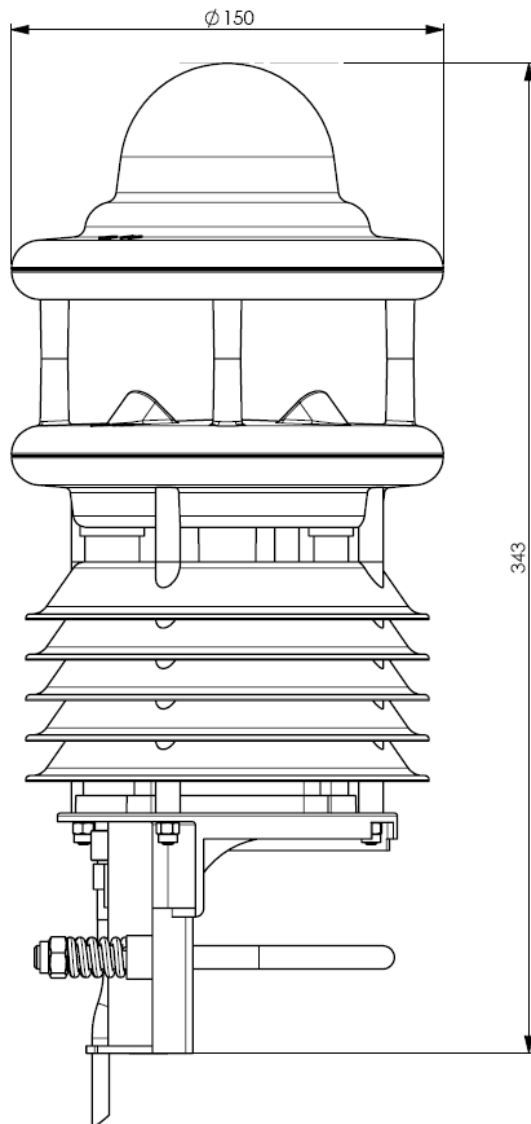


Abb. 28: WS600-UMB

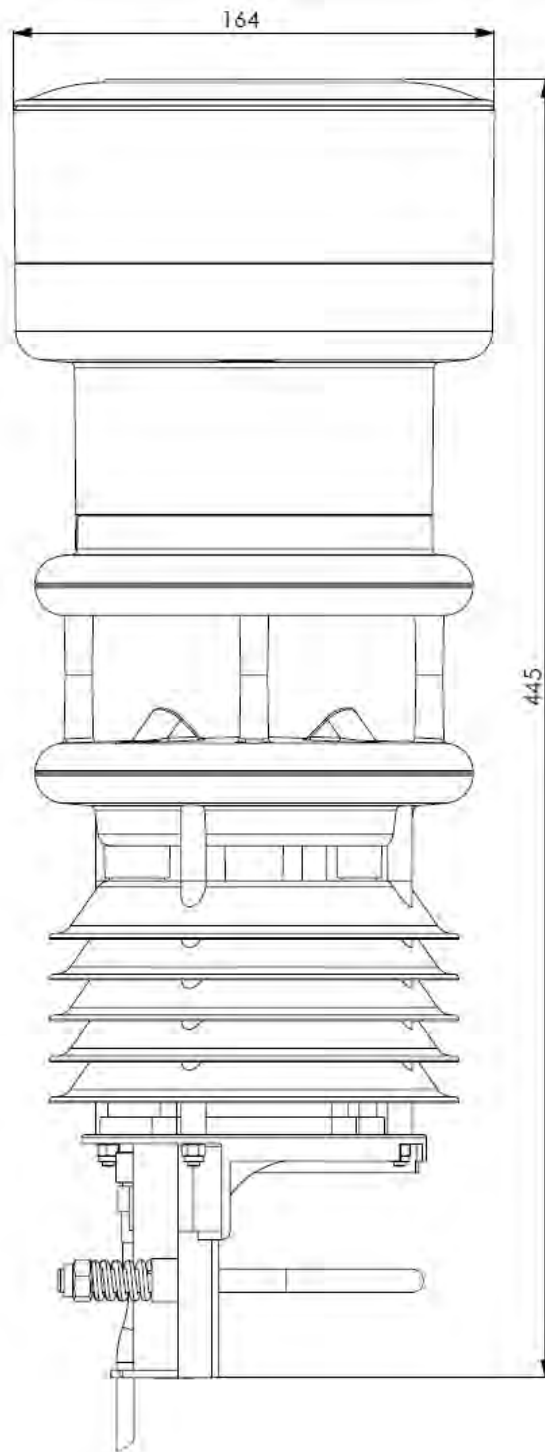


Abb. 29: WS601-UMB

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"> - Versorgungsspannung prüfen - Schnittstellen-Verbindung prüfen - falsche Geräte-ID → ID prüfen; die Geräte werden mit ID 1 ausgeliefert.
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"> - Das Gerät wird weit oberhalb des spezifizierten Messbereiches betrieben - Sehr starker horizontaler Regen oder Schneefall - Die Sensoren des Windmessers sind stark verschmutzt → Sensor reinigen - Die Sensoren des Windmessers sind vereist → Heizungs-Modus in der Konfiguration kontrollieren und Funktion / Anschluss der Heizung überprüfen - Es befinden sich Fremdkörper innerhalb der Messstrecke des Windmessers - Ein Sensor des Windmessers ist defekt → Gerät zum Hersteller zur Reparatur einsenden
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

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

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

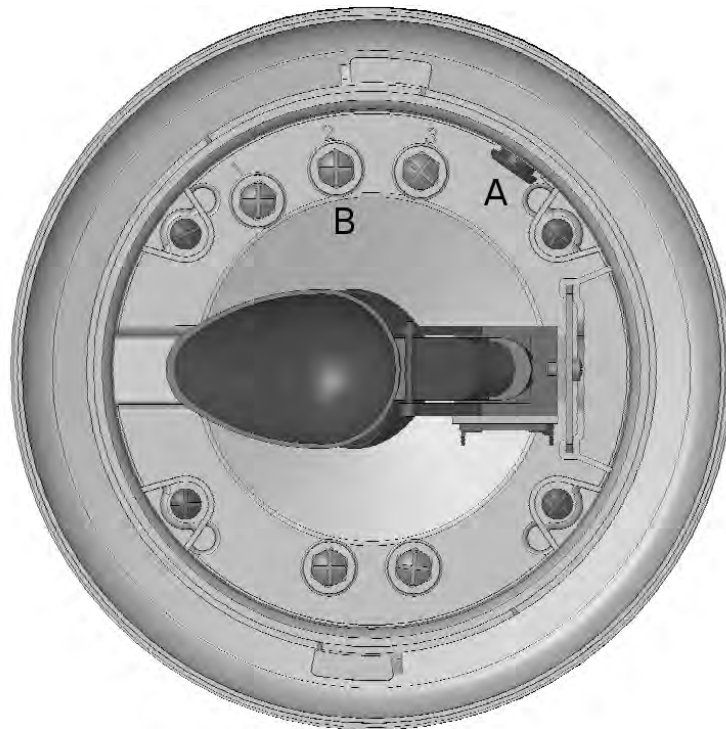


Abb. 30: Anschluss des Blattnässe-Sensors

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.

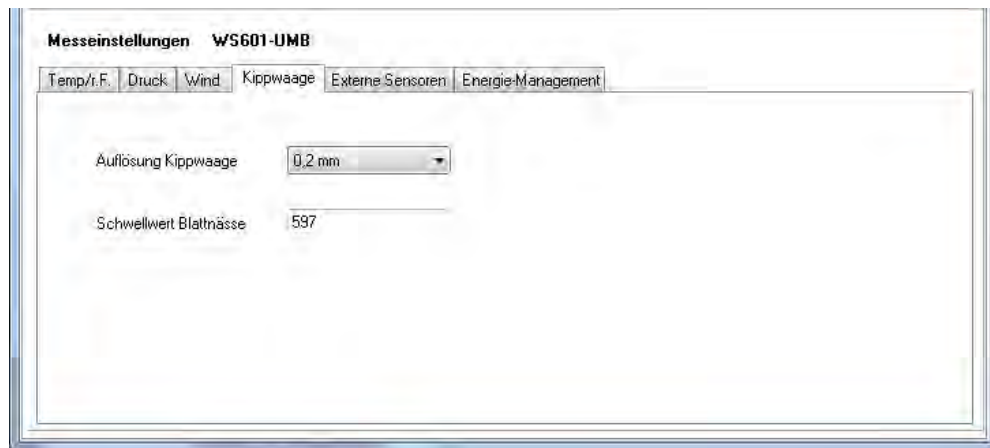


Abb. 31: Einstellung des Blattnässe Schwellwerts



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

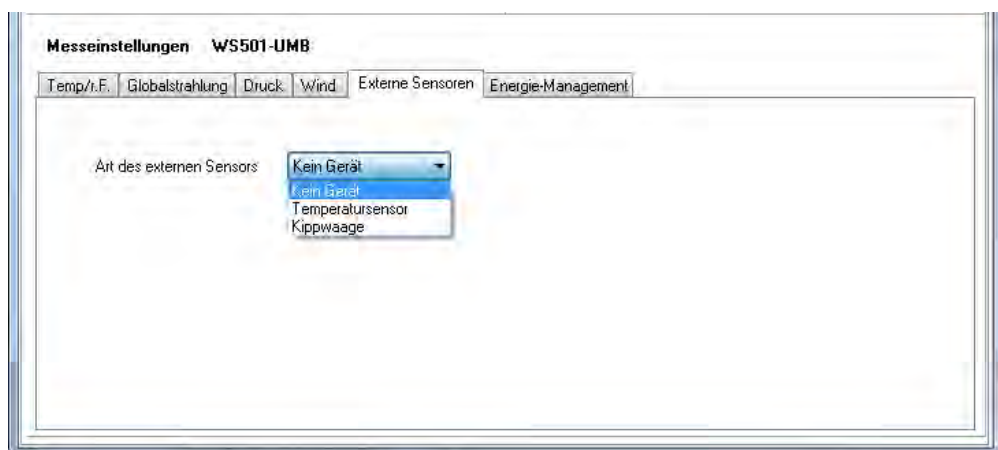


Abb. 32: Einstellung Art des externen Sensors

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:

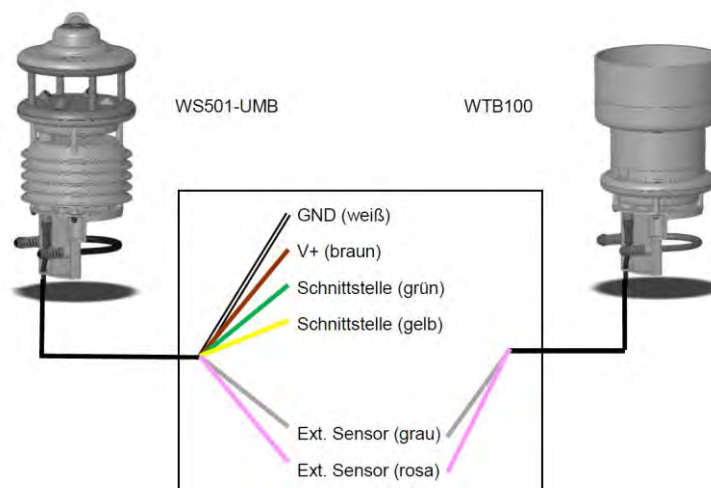
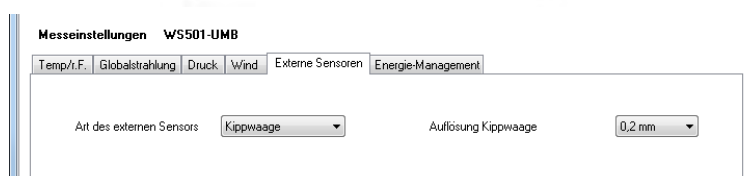


Abb. 33: Beispiel WS501-UMB und WTB100



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
Temperaturen								
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
Feuchte								
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
Enthalpie								
215					specific enthalpy	-100,0	1000,0	kJ/kg
Druck								
300	320	340	360		abs. air pressure	300	1200	hPa
305	325	345	365		rel. air pressure	300	1200	hPa
Luftdichte								
310					air density	0,0	3,0	kg/m³
Wind								
				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	%
Kompass								
510					compass heading	0	359	°

Niederschlagsmenge				Messbereich	Einheit			
600	float32	Niederschlagsmenge absolut		0 ... 100000	Liter/m ²			
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 ²			
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 ² /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 ²
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).



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>5_'_M'_'_<channel>5 CR`

Antwort: `,'_<ID>5_'_M'_'_<channel>5_'_<value>5 CR`

`<ID>5` Geräteadresse (5-stellig dezimal mit führenden Nullen)

`<channel>5` gibt die Kanalnummer an (5-stellig dezimal mit führenden Nullen)

`<value>5` 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
Temperatur			
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
Feuchte			
Relative Feuchte	0,0	100,0	%
absolute Feuchte	0,0	1000,0	g/m ³
Mischungsverhältnis	0,0	1000,0	g/kg
Spezifische Enthalpie	-100,0	1000,0	kJ/kg
Druck			
relativer Luftdruck	300,0	1200,0	hPa
absoluter Luftdruck	300,0	1200,0	hPa
Luftdichte			
Luftdichte	0,0	3,0	kg/m ³
Wind			
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	%
Regen			
Menge	0,0	6552,0	Liter / m ²
	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 ²
	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 ² /h
	0,0	200,0	mm/h
	0,0	7,874	in/h
	0,0	7874	mil/h
Globalstrahlung			
Globalstrahlung	0,0	1400,0	W/m ²
Blattnässe			
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.

<code>	Beschreibung
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	(Kanal 410)
	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	(Kanal 510)
	akt. Globalstrahlung in W/m ²	Ga	W	(Kanal 900)
	min. Globalstrahlung in W/m ²	Gn	W	(Kanal 920)
	max. Globalstrahlung in W/m ²	Gx	W	(Kanal 940)
	avg. Globalstrahlung in W/m ²	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 ³	Ad	G	(Kanal 310)
E5<CR>	akt. Blattnässe in mV	La	X	(Kanal 710)
	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	
	Reserve	Xx	X	
Mx<CR>	liefert dieselben Größen wie E _x <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.

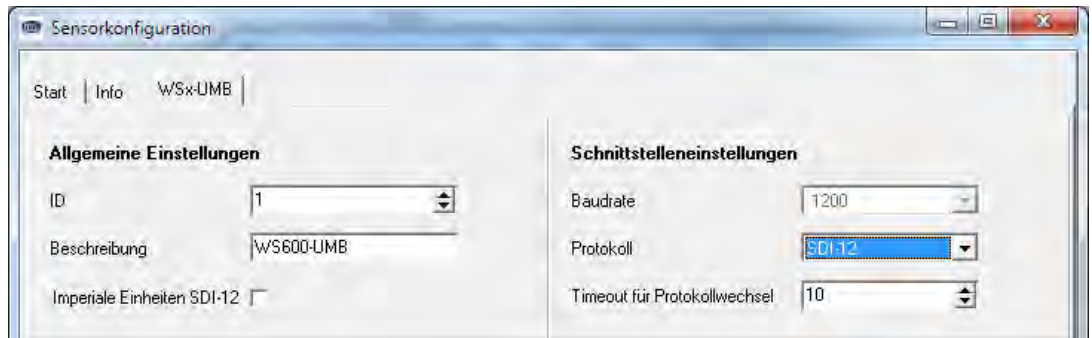


Abb. 34: Sensor Konfiguration SDI-12

Die Messdaten können entweder in metrischen, oder in US-Einheiten übertragen werden. Auch diese Einstellung wird mit dem UMB-Config-Tool vorgenommen.

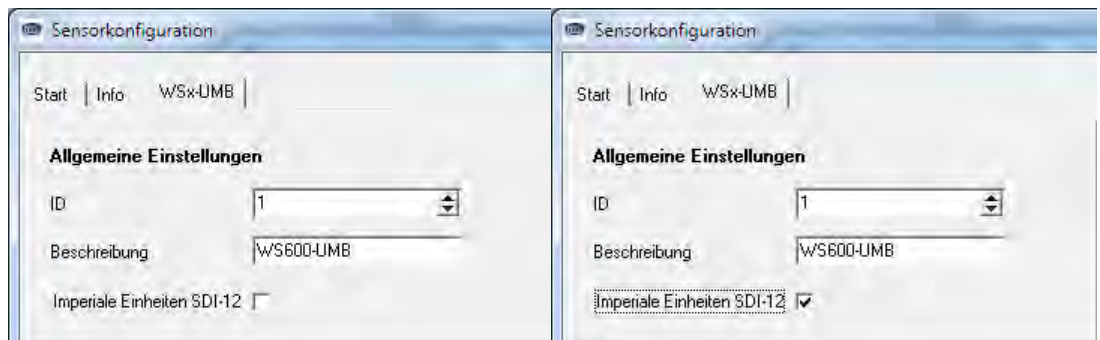


Abb. 35: Sensor Konfiguration SDI-12 Einheiten

Metrische Einheiten

US-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
Differenzielle 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<CR><LF>

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'

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
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 ³
Abs. Luftfeuchte (max)	245	0,0	1000,0	g/m ³
Abs. Luftfeuchte (avg)	265	0,0	1000,0	g/m ³
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 ³
Abs. Luftfeuchte (max)	245	0,0	1000,0	g/m ³
Abs. Luftfeuchte (avg)	265	0,0	1000,0	g/m ³
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
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	°
Globalstrahlung (act)	900	0,0	1400,0	W/m ²
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	°
Feuchtkugeltemperatur (act)	114	-50,0	60,0	°C
Spezifische Enthalpie (act)	215	-100,0	1000,0	kJ/kg
Puffer '4'				
Globalstrahlung (min)	920	0.0	1400.0	W/m ²
Globalstrahlung (max)	940	0.0	1400.0	W/m ²
Globalstrahlung (avg)	960	0.0	1400.0	W/m ²

Beispiel: Abfrage Puffer '0'

ØDØ!

$\theta+13.5+85.7+1017+2.5+3.7<CR><LF>$

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 ²
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 ²
Globalstrahlung (max)	940	0	1400	W/m ²
Globalstrahlung (avg)	960	0	1400	W/m ²

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 ²
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 ³
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 ²
Globalstrahlung (max)	940	0	1400	W/m ²
Globalstrahlung (avg)	960	0	1400	W/m ²

Beispiel: Abfrage Puffer '0'

0D0!

0+13.5+85.7+11.2+1017.0+780.0

Lufttemperatur 13,5°C, rel. Luftfeuchte 85,7%, Taupunkt 11,2°C, rel. Luftdruck 1017hPa, Globalstrahlung 780W/m²

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 ²
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 ³
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 ²
Globalstrahlung (max)	940	0	1400	W/m ²
Globalstrahlung (avg)	960	0	1400	W/m ²

19.6.4.8 Pufferbelegung Basisdaten WS601-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	°
Blattnässe-Zustand (act)	711	0 / 1		
Niederschlagsart	700	0, 40		
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
Feuchtkugeltemperatur (act)	114	-50,0	60,0	°C
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'

ØDØ!

Ø+13.5+85.7+1017+2.5+3.7<CR><LF>

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 ²
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 ³
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 ³
Kompass (act)	510	0,0	359,0	°

Beispiel: Abfrage Puffer '0'

0D0!

0+13.5+85.7+0.2+1017.0+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 ²
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 ³
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 ³
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 ³
Abs. Luftfeuchte (min)	225	0,0	1000,0	g/m ³
Abs. Luftfeuchte (max)	245	0,0	1000,0	g/m ³
Abs. Luftfeuchte (avg)	265	0,0	1000,0	g/m ³
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 ²
Globalstrahlung (min)	920	0,0	1400,0	W/m ²
Globalstrahlung (max)	940	0,0	1400,0	W/m ²
Globalstrahlung (avg)	960	0,0	1400,0	W/m ²

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:

ØXK+2!

ØXK+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:

ØXC!

ØXCok<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:

ØXR!

ØXRok<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 ≥ 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.

	Conformance Class 0	
0x03	Read Holding Registers	Ausgewählte Konfigurationseinstellungen
0x16	Write Multiple Registers	Ausgewählte Konfigurationseinstellungen
	Conformance Class 1	
0x04	Read Input Registers	Messwerte und Statusinformationen
0x06	Write Single Register	Ausgewählte Konfigurationseinstellungen
0x07	Read Exception Status	z.Z. nicht belegt
	Diagnostics	
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
		Statusinformationen		
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, Blattnässe-Puffer, Blattnässe (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
Werte unabhängig vom Einheitensystem				
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, signed/unsigned, Anmerkungen
Werte in metrischen Einheiten				
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
Messwerte in US-Einheiten				
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
		Weitere Messwerte		
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

A			
Abmessungen	41	Kompass	11, 17, 30
Abstand Gegenstände	23	Konfiguration	28
Anschlüsse	25	Konformitätserklärung	54
ASCII-Protokoll	67	L	
Aufstellungsort	23	Lagerbedingungen	42
Auslieferungszustand	28	Lieferumfang	6
Ausrichtung nach Norden	22	Luftdichte	11, 15
B		Luftdruck	10, 14
Bestellnummern	7	Lüfter	29
Bestimmungsgemäße Verwendung	5	Lufttemperatur und Luftfeuchte	10
Betriebsarten	35	M	
Betriebsbedingungen	42	Messbereich	43
Binär-Protokoll	64	Messwertabfrage (UMB-Config-Tool)	34
Blattnässe	11, 20, 57	Messwertausgabe	14
C		Messwerte	13
CRC-Berechnung	66	Modbus	114
D		Montage	21
Datenabfrage	64	N	
Deklination	30	Netzteil	25
E		Niederschlag	11, 18
Energie-Management	32	Niederschlagsmenge zurücksetzen	33
Energiesparmodus	35, 66	Normen	54
Enthalpie	11, 15	O	
Entsorgung	56	Ortshöhe	30
Error-Codes	66, 69	R	
Externe Kippwaage	11, 59	relativer Luftdruck	30
Externe Sensoren	25, 26	S	
Externer Temperatursensor	11, 59	Schnittstelle	25, 42
F		Schutzart	42
Fehlerbeschreibung	55	SDI-12 Modus	73
Fehlerhafte Verwendung	5	Sensorik	12
Feuchte	14	Sicherheitshinweise	5
Feuchtkugeltemperatur	11, 15	T	
Firmwareupdate	39	Technische Daten	41
G		Technischer Support	56
Genauigkeit	43	Temperatur	14
Geräte-ID	64, 65	Terminal-Mode	70
Gewährleistung	5, 56	Test	28
Gewicht	41	U	
Globalstrahlung	11, 19	UMB-Config-Tool	28, 34
H		V	
Heizung	11, 19, 25, 26, 37, 41	Versorgungsspannung	25
I		Verwendete Symbole	5
Inbetriebnahme	27	W	
ISOCON-UMB	26	Wartung	39
K		Werkseinstellung	28
Kanalliste	61	Windmessung	11, 16
Kanalliste nach TLS2002	63	Z	
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

TÜV RHEINLAND ENERGY GMBH



Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung APDA-372 und APDA-372E der Fa. HORIBA Europe GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5} zum TÜV-Bericht 936/21226418/C vom 07. Dezember 2016

TÜV-Bericht Nr.: 936/21243705/A
Köln, 07. September 2018

www.umwelt-tuv.de



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 10-12-2022 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

Leerseite

Kurzfassung

Im Auftrag der Firma HORIBA Europe GmbH führte die TÜV Rheinland Energy GmbH die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung APDA-372 und APDA-372E für die Komponenten Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5} gemäß den folgenden Richtlinien und Anforderungen 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 PM₁₀-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_{2,5}-Massenfraktion des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 14907: 2005
- Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung vom Januar 2010

Die Messeinrichtungen APDA-372 und APDA-372E 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.

Der geprüfte Zertifizierungsbereich betrug:

Komponente	Zertifizierungsbereich
PM ₁₀	0 – 10.000 µg/m ³
PM _{2,5}	0 – 10.000 µg/m ³

Die Messeinrichtungen APDA-372 bzw. APDA-372E sind bis auf eine neu designte Frontplatte und eine angepasste Software (Ersatz der Begriffe „Palas“ durch „Horiba“ und „Fidas[®] 200“ durch „APDA-372“) absolut baugleich mit den Messeinrichtungen Fidas[®] 200 bzw. Fidas[®] 200 E und wurden von der Fa. PALAS GmbH entwickelt und bei der Fa. PALAS GmbH in Karlsruhe komplett gefertigt. Die Produktion erfolgt parallel zu den Messeinrichtungen der PALAS GmbH unter den exakt gleichen Randbedingungen mit dem gleichen Personal und Material. Kontrollen der relevanten Zeichnungen und die Auditierung des Produktionsstandorts in Karlsruhe zeigten, dass die beiden Messeinrichtungen exakt baugleich sind.

Auf Grund der Baugleichheit erfolgten daher zur erstmaligen Bekanntgabe der Messeinrichtungen APDA-372 bzw. APDA-372 E keinerlei eigene praktische Prüfungen. Alle Prüfungen wurden mit den Messeinrichtungen der Fidas[®] 200 Serie des OEM-Gebers Fa. PALAS GmbH durchgeführt. Es wurde lediglich eine Dokumentenprüfung durchgeführt und der Produktionsstandort wird auditiert.

Die Bekanntgabehistorie für die Messeinrichtungen APDA-372 und APDA-372E für die Komponenten Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5} der Fa. HORIBA Europe GmbH stellt sich demnach wie folgt dar:

- APDA-372 für Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5} mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 25. Februar 2015 (BANz. AT 02.04.2015 B5, Kapitel III Nummer 3.1) – Erstbekanntgabe
- APDA-372 bzw. APDA-372E für Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5} mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 18. Februar 2016 (BANz. AT 14.03.2016 B7, Kapitel V 5. Mitteilung) – Mitteilung zu Fehlerkorrektur in Prüfbericht und Handbuch, Zulassung der alternativen Wetterstation Typ WS300-UMB, Zulassung der alternativen verlängerten IADS, neue Gerätevariante APDA-372E (mit externem Sensor), neue Softwareversion

- APDA-372 bzw. APDA-372E für Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5} mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 14. Juli 2016 (BAnz AT 01.08.2016 B11, Kapitel V 34. Mitteilung) – Mitteilung zu IADS-Temperatur während Überprüfung der Empfindlichkeit des Partikelsensors, Darstellung Geräteänderungen, neue Softwareversion
- APDA-372 bzw. APDA-372E für Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5} mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 22. Februar 2017 (BAnz AT 15.03.2017 B6, Kapitel V 9. Mitteilung) – Mitteilung zu Darstellung Geräteänderungen, Fehlerkorrektur im Prüfbericht und neue Softwareversion
- APDA-372 bzw. APDA-372E für Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5} mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 13. Juli 2017 (BAnz AT 31.07.2017 B12, Kapitel II 31. Mitteilung) – Mitteilung zu neuer Softwareversion
- APDA-372 bzw. APDA-372E für Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5} mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 21. Februar 2018 (BAnz AT 26.03.2018 B8, Kapitel V 7. Mitteilung) – Mitteilung zu neuer Softwareversion
- APDA-372 bzw. APDA-372E für Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5} mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 3. Juli 2018 (BAnz AT 17.07.2018 B9, Kapitel III 29. Mitteilung) – Mitteilung zu geändertem Kriterium für die Dichtigkeitsprüfung und zur Darstellung von Geräteänderungen

Seit Juli 2017 liegt nun die Europäische Richtlinie DIN EN 16450 „Außenluft - Automatische Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration (PM₁₀; PM_{2,5})“ vor. Diese enthält erstmalig auf europäischer Ebene einheitliche Anforderungen an die Eignungsprüfung von automatischen Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration (PM₁₀; PM_{2,5}) und dient zukünftig als Basis für die Zulassung von automatischen Schwebstaubmesseinrichtungen.

Das vorliegende Addendum enthält nun eine Beurteilung der Messeinrichtungen vom Typ APDA-372 (Varianten APDA-372 und APDA-372E) im Hinblick auf die Einhaltung der Anforderungen gemäß der Richtlinie DIN EN 16450 (Juli 2017).

Auf Grund der Baugleichheit erfolgten auch zur Beurteilung der Messeinrichtungen vom Typ APDA-372 (Varianten APDA-372 und APDA-372E) im Hinblick auf die Einhaltung der Anforderungen gemäß der Richtlinie DIN EN 16450 (Juli 2017) keinerlei eigene praktische Prüfungen. Alle notwendigen Untersuchungen (Neuauswertungen und Neuprüfungen) werden – soweit relevant für die Indoor-Varianten APDA-372 und APDA-372E - direkt aus der Prüfung der Messeinrichtungen der Fidas[®] 200 Serie des OEM-Gebers Fa. PALAS GmbH übernommen. Die Darstellung dieser Untersuchungen erfolgte dabei in einem „Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas[®] 200S, Fidas[®] 200 und Fidas[®] 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5}“, TÜV-Bericht 936/21239834/B vom 07. September 2018. Dieses Basis-Addendum dient neben dem Prüfbericht zur Erstzulassung (TÜV-Bericht 936/21226418/C vom 07. Dezember 2016) als Anlage zu dem vorliegenden Bericht.

Alle erzielten Prüfergebnisse und daraus folgenden Schlüsse und Aussagen sind in vollem Umfang für alle 2 Gerätevarianten gültig.

Lediglich für 2 Prüfpunkte muss explizit eine Anpassung des Addendums im Vergleich zum Basis-Addendum vorgenommen werden:

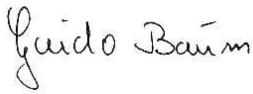
1. Die durchgeführte Äquivalenzprüfung (Punkt 6.1 16 bis 6.1 17, ab Seite 13 in diesem Bericht) muss für die Messeinrichtungen vom Typ APDA-372 (Varianten APDA-372 und APDA-372E) nochmals gesondert ausgewertet werden, da in diesem Falle weiterhin nur die ursprüngliche Äquivalenzprüfung des Fidas[®] 200 S mit 4 Vergleichskampagnen zur Verfügung steht und nicht die erweiterte Äquivalenzprüfung mit 6 Vergleichskampagnen, welche im Basis-Addendum des OEM-Gebers PALAS GmbH dargestellt ist.
2. Der Prüfpunkt Wartungsintervall (Punkt 6.1 18, ab Seite 58 in diesem Bericht) muss angepasst werden, da nach aktuellem Bekanntgabestand das Wartungsintervall (bestimmt durch die regelmäßige Überprüfung des Partikelsensors mit CalDust 1100 bzw. MonoDust 1500) für die Messeinrichtungen vom Typ APDA-372 (Varianten APDA-372 und APDA-372E) 1 Monat beträgt.

Die Auswertung zu diesen beiden Prüfpunkten ist im Anhang zu diesem Bericht dargestellt.

Es konnte der Nachweis erbracht werden, dass alle Anforderungen der Richtlinie
DIN EN 16450: 2017 für die Messeinrichtungen vom Typ APDA-372 (Varianten APDA-372
und APDA-372E) eingehalten werden.

Das Addendum ist nach seiner Veröffentlichung fester Bestandteil des TÜV Rheinland Prüf-
berichtes der Nummer 936/21226418/C vom 07. Dezember 2016 und wird im Internet unter
www.qal1.de einsehbar sein.

Immissionsschutz / Luftreinhaltung



Dipl.-Ing. Guido Baum



Dipl.-Ing. Karsten Pletscher

Köln, 07. September 2018
936/21243705/A

3 Schwebstaub (PM_{2,5}- und PM₁₀-Fraktion)

3.1 APDA-372 für Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5}

Hersteller:

HORIBA Europe GmbH, Oberursel

Eignung:

 Zur kontinuierlichen parallelen Immissionsmessung der PM₁₀- und der PM_{2,5}-Fraktion im Schwebstaub im stationären Einsatz

Messbereiche in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
PM ₁₀	0 – 10 000	µg/m ³
PM _{2,5}	0 – 10 000	µg/m ³

Softwareversionen: Messsystem: 100380.0014.0001.0001.0011

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 PM₁₀ und PM_{2,5} eingehalten.
2. Die Anforderungen an den Variationskoeffizienten R² gemäß Richtlinie EN 12341 wurden für den Standort Köln, Sommer für einen der beiden Prüflinge nicht eingehalten.
3. Die Messeinrichtung ist als Indoor-Variante zur Installation an temperaturkontrollierten Orten konzipiert.
4. Die Empfindlichkeit des Partikelsensors muss monatlich mit CalDust 1100 überprüft werden.
5. Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM₁₀-Referenzverfahren nach DIN EN 12341 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
6. Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM_{2,5}-Referenzverfahren nach DIN EN 14907 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
7. Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung ist im Internet unter www.qal1.de einsehbar.

Prüfinstitut: TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, Köln

Bericht-Nr.: 936/21226418/A vom 29. September 2014

Abbildung 1: Erstbekanntgabe BAnz. AT 02.04.2015 B5, Kapitel III Nummer 3.1

5 Mitteilung zu der Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 25. Februar 2015 (BAnz AT 02.04.2015 B5, Kapitel III Nummer 3.1)

Im Handbuch der Messeinrichtung APDA-372 für PM₁₀ und PM_{2,5} der Firma HORIBA Europe 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 HE0141015 diesen Fehler korrigiert. Der Prüfbericht 936/21226418/A vom 29. September 2014 der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH wurde ebenfalls korrigiert und wird durch den Prüfbericht 936/21226418/B vom 15. 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 APDA-372E 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 2: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 14.03.2016 B7, Kapitel V 5. Mitteilung

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmeseinrichtung APDA-372 und APDA-372E der Fa. HORIBA Europe GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5}, Bericht: 936/21243705/A

Seite 9 von 59

34 Mitteilung zu den Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 25. Februar 2015 (BAnz AT 02.04.2015 B5, Kapitel III Nummer 3.1) und vom 18. Februar 2016 (BAnz AT 14.03.2016 B7, Kapitel V 4. Mitteilung)

Bei der Messeinrichtung APDA 372 für PM₁₀ und PM_{2,5} der Firma Horiba Europe GmbH kann die Überprüfung der Empfindlichkeit des Partikelsensors der Messeinrichtung(en) APDA 372 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 3: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 01.08.2016 B11, Kapitel V 34. Mitteilung

9 Mitteilung zu den Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 25. Februar 2015 (BAnz AT 02.04.2015 B5, Kapitel III Nummer 3.1) und vom 14. Juli 2016 (BAnz AT 01.08.2016 B11, Kapitel V 34. Mitteilung)

Bei der Messeinrichtung APDA-372 für PM₁₀ und PM_{2,5} der Firma Horiba Europe GmbH kann alternativ der neue 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: 0.19 (APDA-372E) und 0.17 (APDA-372).

Ein Fehler im Prüfbericht 936/21226418/B vom 15. Oktober 2015 der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH wurde korrigiert. Die Immissionsmeseinrichtung APDA-372 für PM₁₀ und PM_{2,5} arbeitet 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 936/21226418/C vom 7. Dezember 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 13. Dezember 2016

Abbildung 4: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 15.03.2017 B6, Kapitel V 9. Mitteilung

31 Mitteilung zu den Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 25. Februar 2015 (BAnz AT 02.04.2015 B5, Kapitel III Nummer 3.1) und vom 22. Februar 2017 (BAnz AT 15.03.2017 B6, Kapitel V 9. Mitteilung)

Die aktuelle Softwareversion für die Messeinrichtungen APDA-372 bzw. APDA-372E für PM₁₀ und PM_{2,5} der Firma HORIBA Europe GmbH lautet:

100427.0014.0001.0001.0011

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energy GmbH vom 7. März 2017

Abbildung 5: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 31.07.2017 B12, Kapitel II 31. Mitteilung

7 Mitteilung zu den Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 25. Februar 2015 (BAnz AT 02.04.2015 B5, Kapitel III Nummer 3.1) und vom 13. Juli 2017 (BAnz AT 31.07.2017 B12, Kapitel II 31. Mitteilung)

Die aktuellen Softwareversionen für die Messeinrichtungen APDA-372 bzw. APDA-372E für PM₁₀ und PM_{2,5} der Firma HORIBA Europe GmbH lauten:

100430.0014.0001.0001.0011

100431.0014.0001.0001.0011

100434.0014.0001.0001.0011

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energy GmbH vom 2. Oktober 2017

Abbildung 6: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 26.03.2018 B8, Kapitel V 7. Mitteilung**29 Mitteilung zu den Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 25. Februar 2015 (BAnz AT 02.04.2015 B5, Kapitel III Nummer 3.1) und vom 21. Februar 2018 (BAnz AT 26.03.2018 B8, Kapitel V 7. Mitteilung)**

Um eine praxisingerechtere Durchführung der Dichtigkeitsprüfung für die Messeinrichtungen APDA-372 bzw. APDA-372E für PM₁₀ und PM_{2,5} der Firma HORIBA Europe GmbH zu ermöglichen, wird das Kriterium zum Bestehen der Dichtigkeitsprüfung bei blockiertem Geräteeinlass auf $0 \pm 0,5$ l/min (Gesamtsystem ohne Sigma-2 Probenahmekopf) sowie $0 \pm 0,08$ l/min (APDA-372-Steuereinheit alleine) geändert.

Die Messeinrichtung wird zukünftig mit einem LED-Lichtschutzkragen ausgerüstet. Die Nachrüstung bestehender Geräte ist möglich.

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energy GmbH vom 2. Mai 2018

Abbildung 7: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 17.07.2018 B9, Kapitel III 29. Mitteilung

Anlagen:

- Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung APDA-372 der Firma HORIBA Europe GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5}, TÜV-Bericht Nr.: 936/21226418/C vom 07. Dezember 2016
- Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas® 200 S, Fidas® 200 und Fidas® 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5} zum TÜV-Bericht 936/21227195/C vom 12. Oktober 2016, TÜV-Bericht Nr.: 936/21239834/B vom 07. September 2018

Anhang

6.1 Methodik der Äquivalenzprüfung (7.5.8.4 & 7.5.8.8)

Gemäß der Version des Leitfadens vom Januar 2010 GDE 2010 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 festgelegte obere Beurteilungsschwelle für Jahresgrenzwerte, d.h. 28 µg/m³ für PM₁₀ und 17 µg/m³ für 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 µg/m³ für alle Daten sowie für einen Datensatz mit Daten größer/gleich 30 µg/m³ für PM₁₀ und 18 µg/m³ für PM_{2,5}.
3. Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten muss kleiner sein als 2,0 µg/m³.
4. Die erweiterte Unsicherheit (W_{CM}) wird berechnet bei 50 µg/m³ für PM₁₀ und bei 30 µg/m³ für 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 µg/m³ für PM₁₀ oder größer/gleich 18 µg/m³ für 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 $u_{bs,AMS}$ (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 vier verschiedenen Vergleichskampagnen durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten sowie unterschiedlich hohe PM_{2,5} und PM₁₀ Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG. Für PM_{2,5} liegt die obere Beurteilungsschwelle bei $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$, für PM₁₀ bei $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Es wurden für jede Vergleichskampagne mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (4 Vergleiche, für PM₁₀: 229 valide Messwertpaare für SN 0111, 229 valide Messwertpaare für SN 0112; für PM_{2,5}: 227 valide Messwertpaare für SN 0111, 227 valide Messwertpaare für SN 0112) liegen insgesamt 27,1% der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{2,5} sowie insgesamt 20,3 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM₁₀. 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_{2,5} (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM₁₀ (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_{2,5} (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM₁₀ (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 0,84 µg/m³ für PM_{2,5} und mit maximal 1,17 µg/m³ für PM₁₀ unterhalb des geforderten Wertes von 2,5 µg/m³.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 1 und Tabelle 2 führen die berechneten Werte für die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} auf. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 8 bis Abbildung 21.

Tabelle 1: Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} für die Testgeräte SN 0111 und SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}

Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit u_{bs}
SN			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
0111 / 0112	Alle Standorte	285	0,48
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			
0111 / 0112	Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	54	0,84
0111 / 0112	Werte $< 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	171	0,33

Tabelle 2: Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} für die Testgeräte SN 0111 und SN 0112, Messkomponente PM₁₀

Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit u_{bs}
SN			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
0111 / 0112	Alle Standorte	285	0,67
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			
0111 / 0112	Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	54	1,17
0111 / 0112	Werte $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	171	0,58

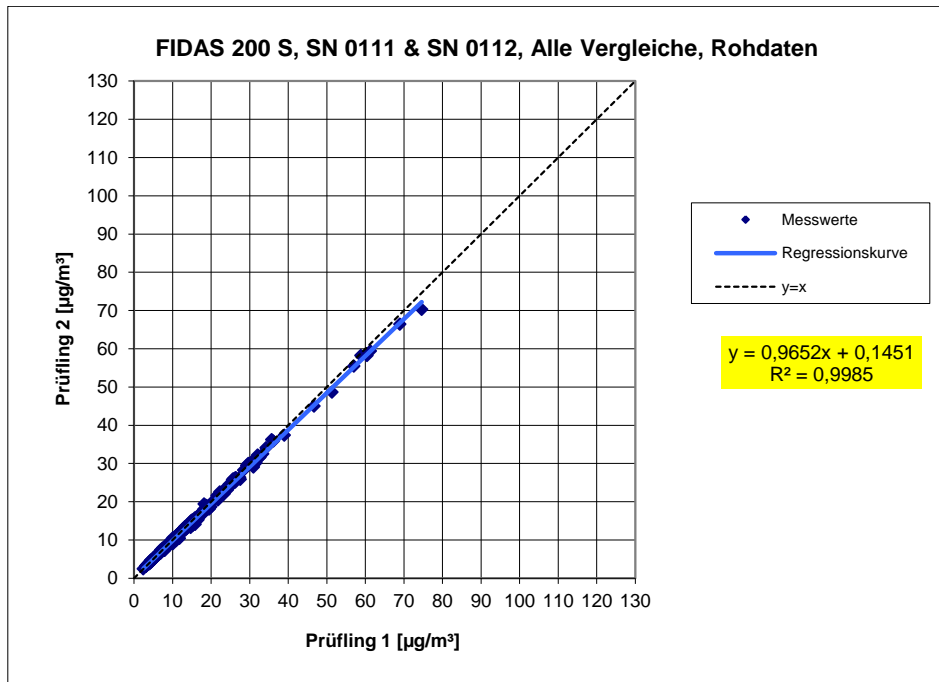


Abbildung 8: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte

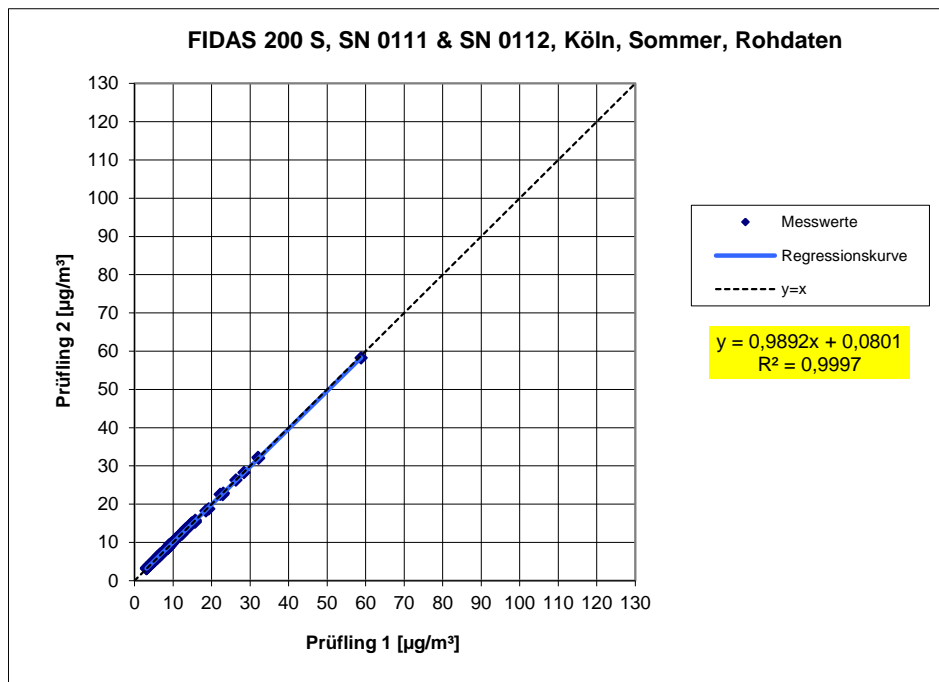


Abbildung 9: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Standort Köln, Sommer

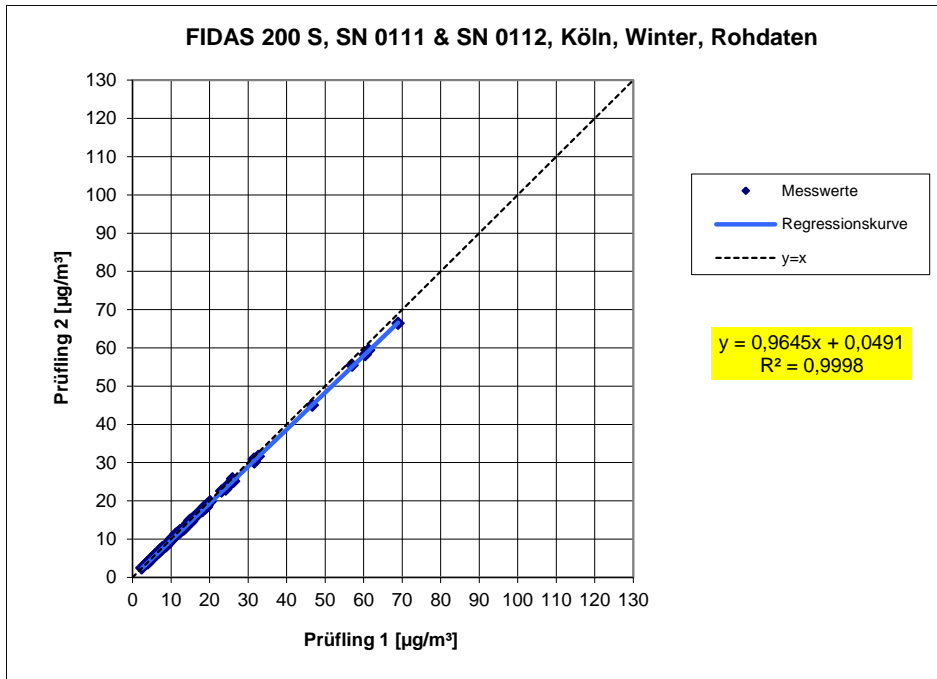


Abbildung 10: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Standort Köln, Winter

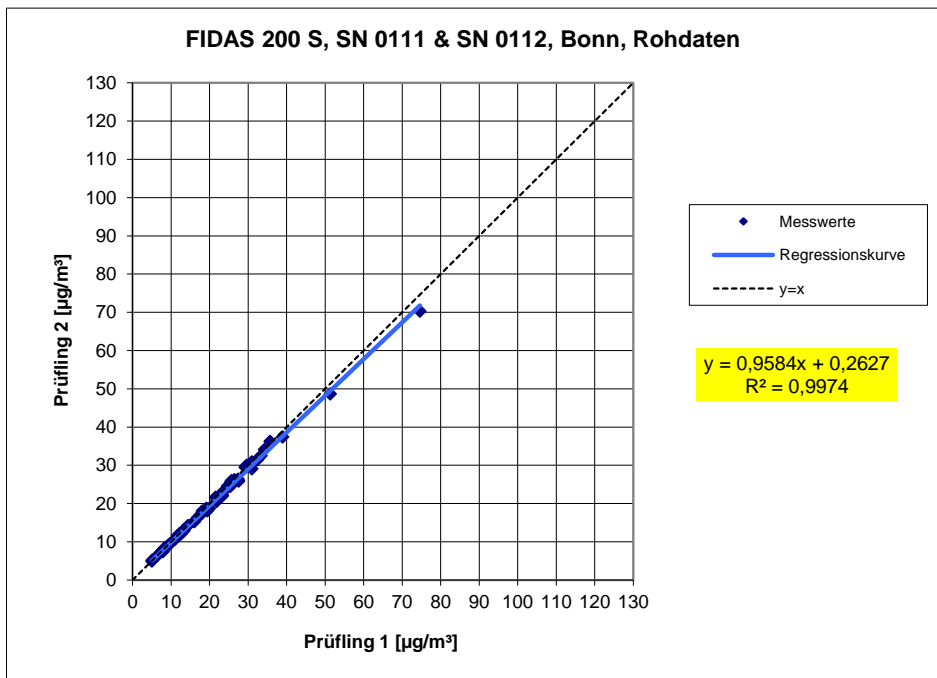


Abbildung 11: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Standort Bonn, Winter

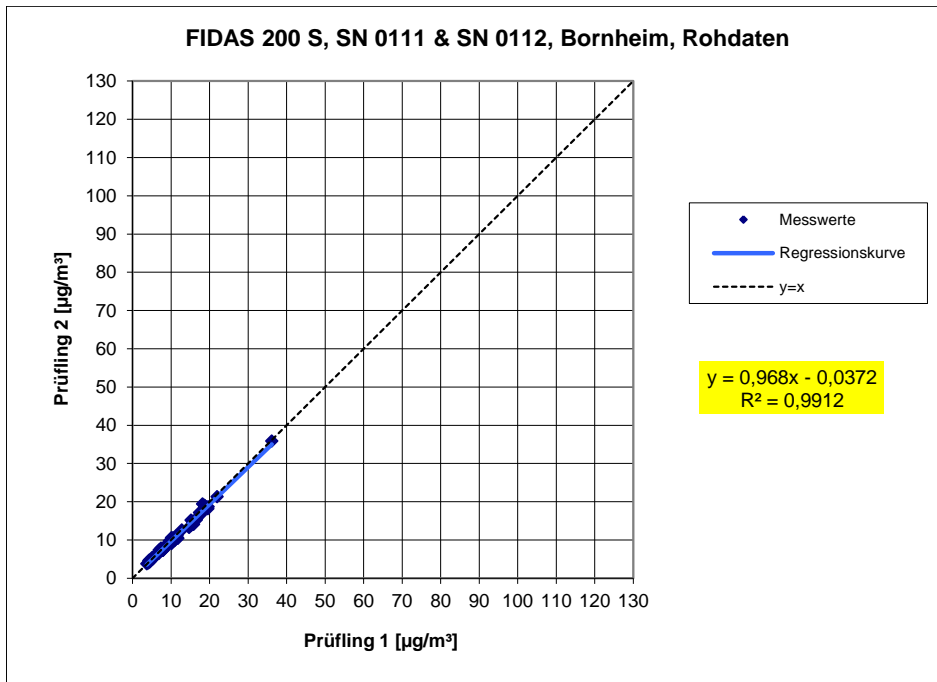


Abbildung 12: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Standort Bornheim, Sommer

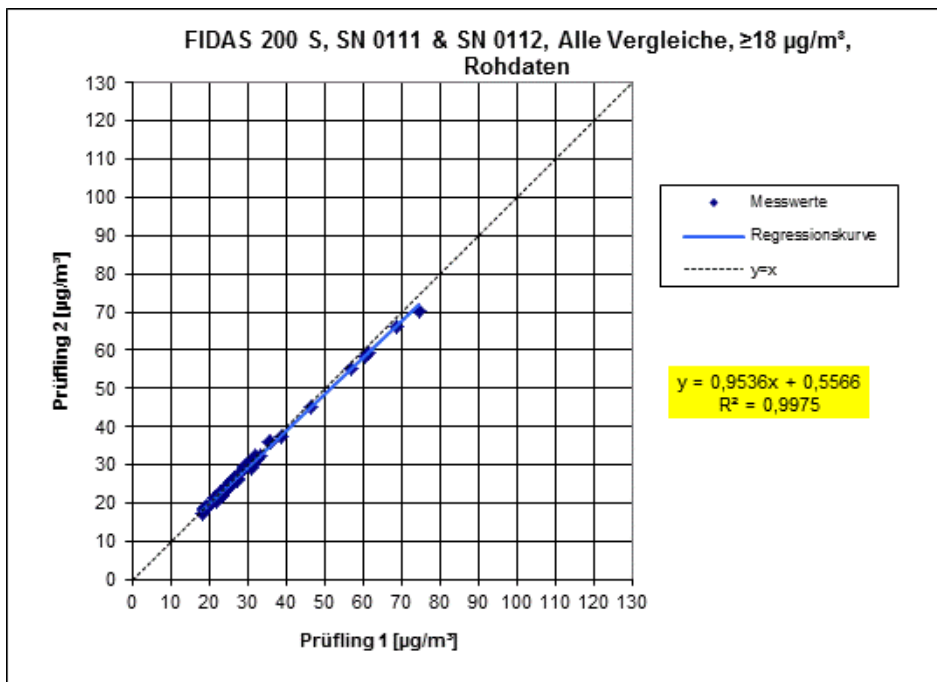


Abbildung 13: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte, Werte ≥ 18 µg/m³

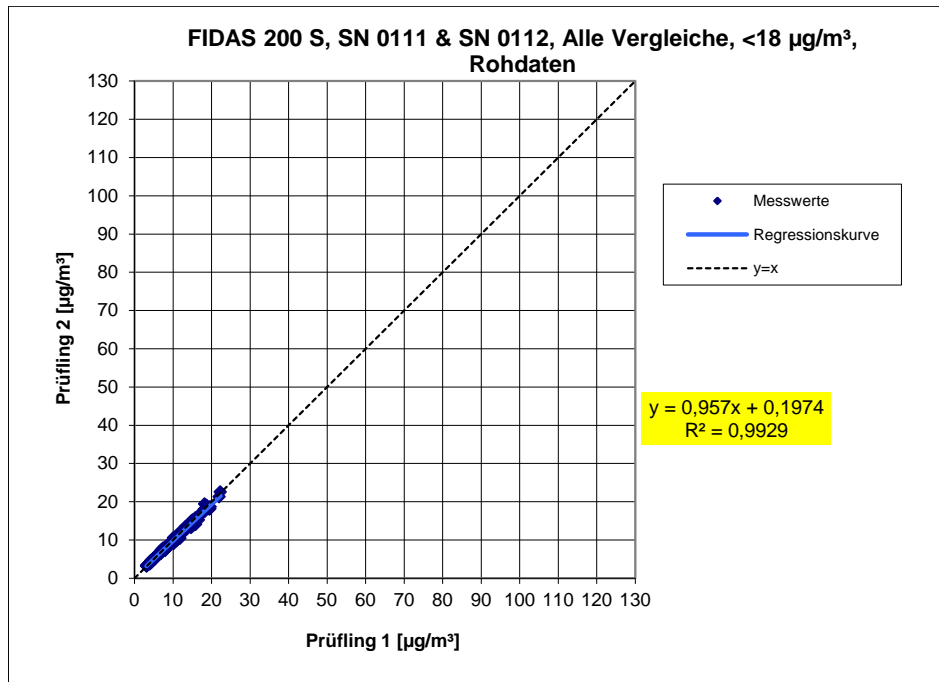


Abbildung 14: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte, Werte < 18 µg/m³

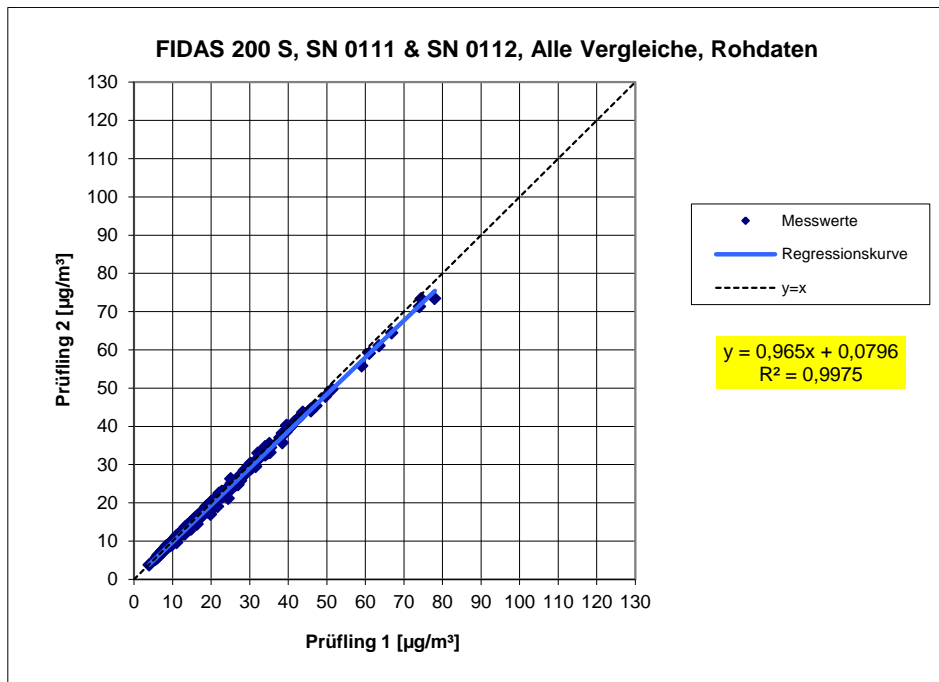


Abbildung 15: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM₁₀, alle Standorte

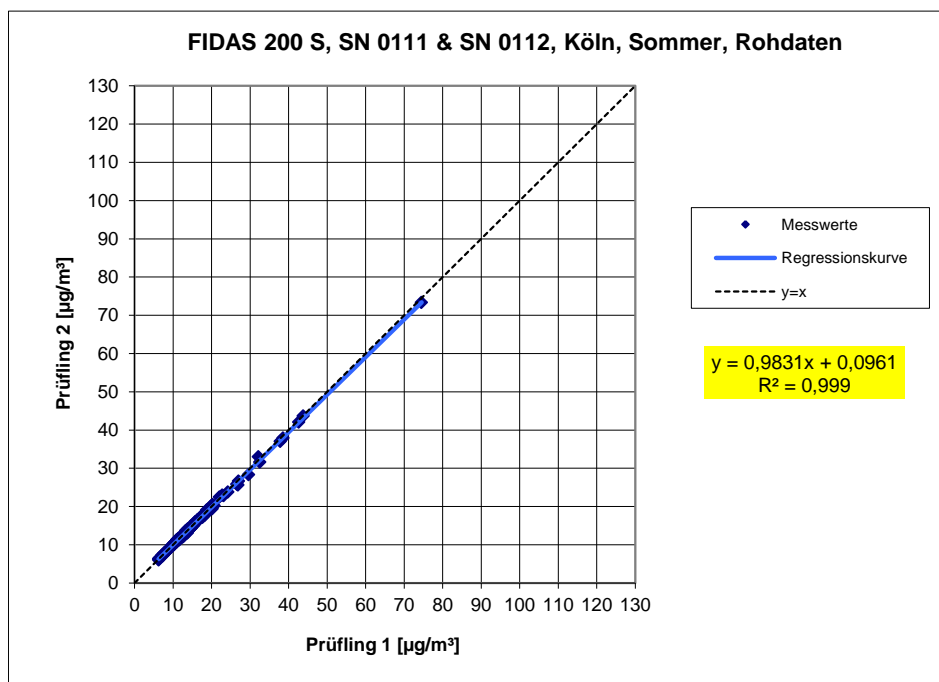


Abbildung 16: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Standort Köln, Sommer

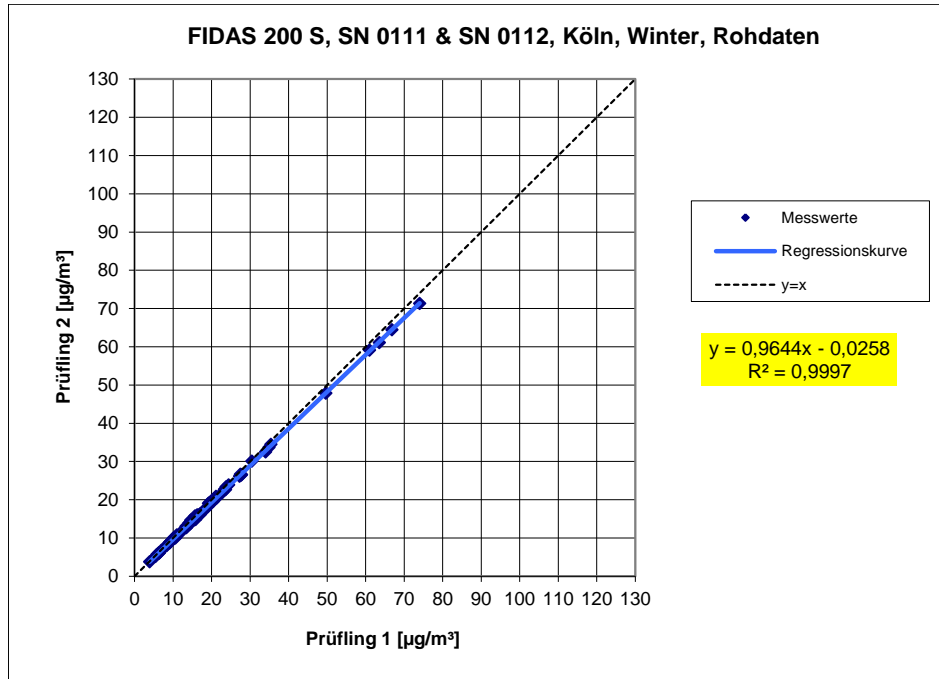


Abbildung 17: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Standort Köln, Winter

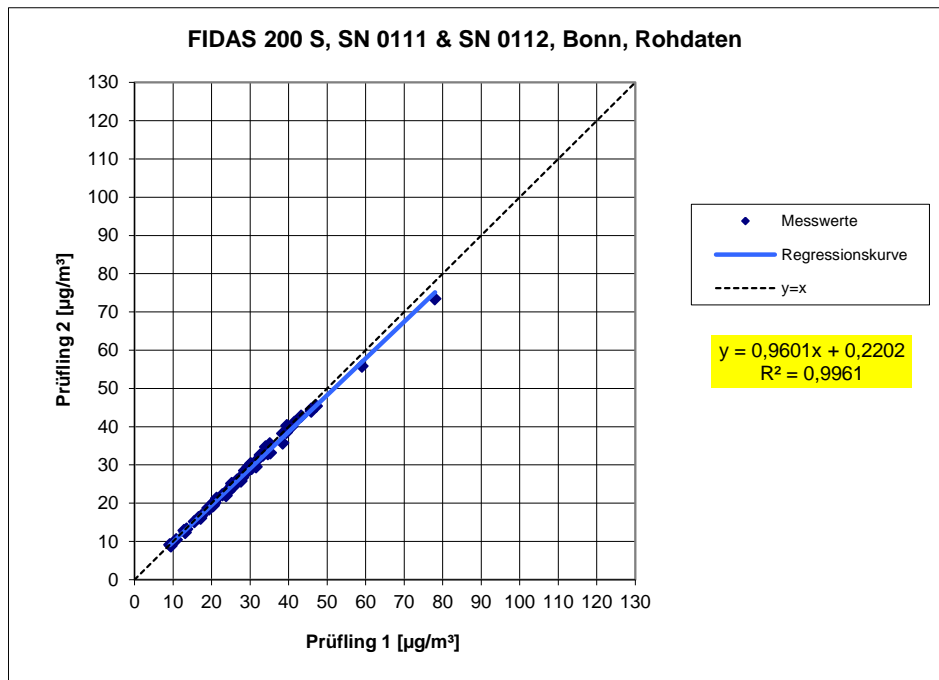


Abbildung 18: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Standort Bonn, Winter

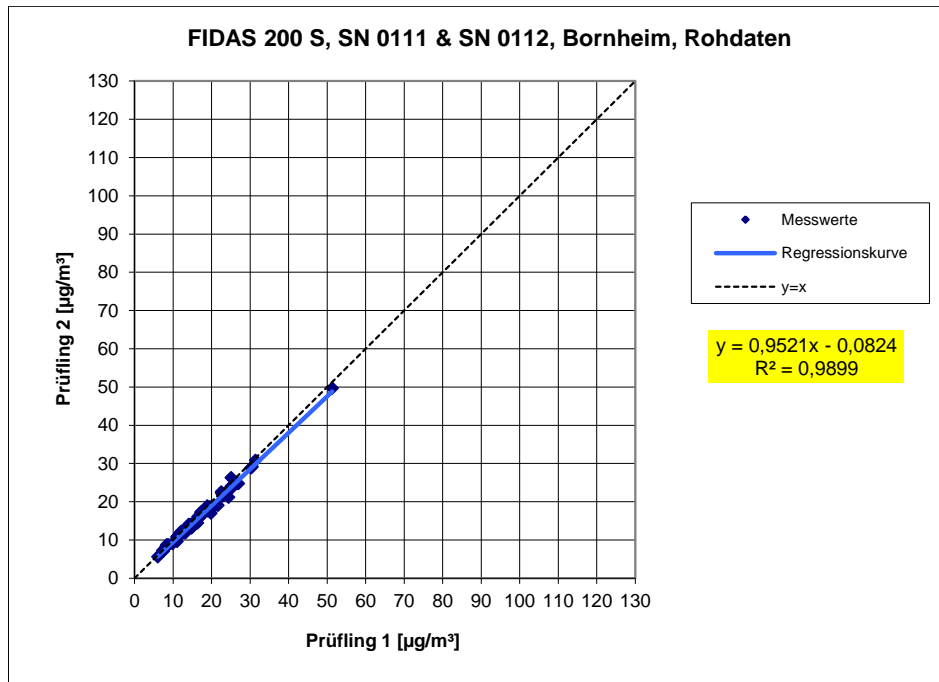


Abbildung 19: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Standort Bornheim, Sommer

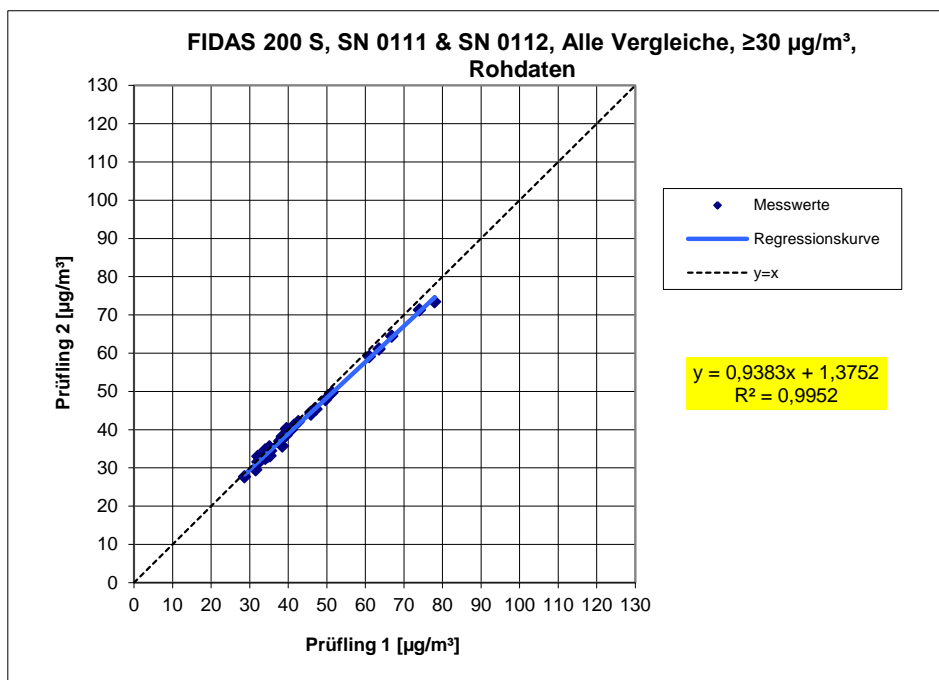


Abbildung 20: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM₁₀, alle Standorte, Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

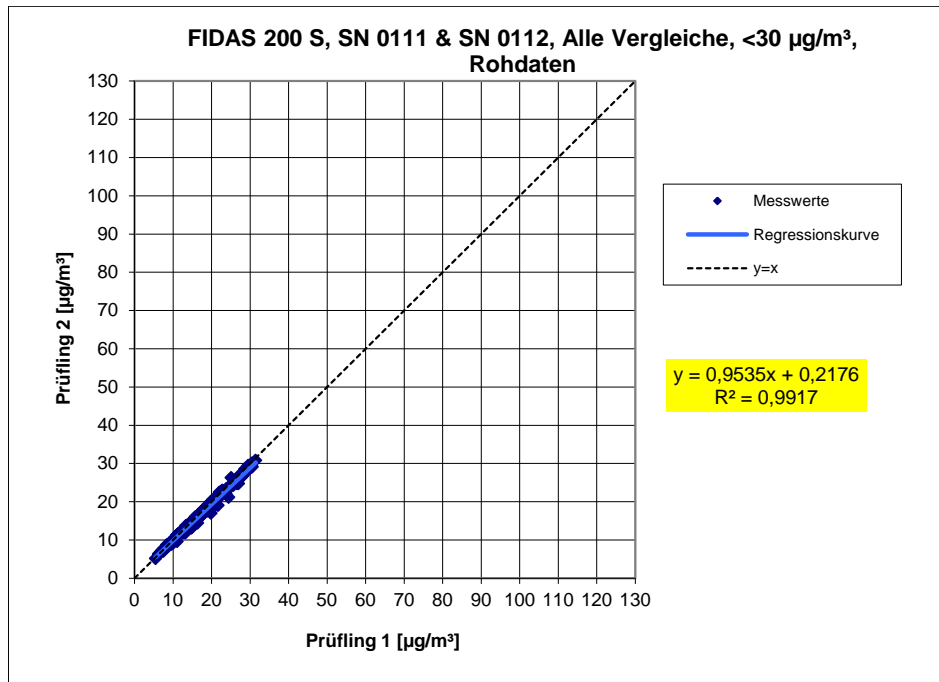


Abbildung 21: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 0111 / SN 0112, Messkomponente PM₁₀, alle Standorte, Werte < 30 µg/m³

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 „Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Fidas[®] 200S, Fidas[®] 200 und Fidas[®] 200 E der Firma PALAS GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5}“, TÜV-Bericht 936/21239834/A vom 01. September 2017, 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_{2,5} und PM₁₀ Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG. Für PM_{2,5} liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 17 µg/m³, für PM₁₀ bei 28 µg/m³.

Es wurden für jede Vergleichskampagne mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (4 Vergleiche, für PM₁₀: 229 valide Messwertpaare für SN 0111, 229 valide Messwertpaare für SN 0112; für PM_{2,5}: 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/m³ für PM_{2,5} sowie insgesamt 20,3 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 28 µg/m³ für PM₁₀. 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/m³ 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.

Die Regression wird berechnet für:

- Alle Standorte bzw. Vergleiche gemeinsam
- Jeden Standort bzw. Vergleich einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten PM_{2,5} ≥ 18 µg/m³ (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten PM₁₀ ≥ 30 µg/m³ (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; u_{RM} wird berechnet als $u_{bs,RM}/\sqrt{2}$, wobei $u_{bs,RM}$ die Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten ist.

Algorithmen zur Berechnung des Achsabschnitts a sowie der Steigung b und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B der DIN EN 16450: 2017 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} ≥ 18 µg/m³ (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten PM₁₀ ≥ 30 µg/m³ (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:

$$w_{AMS}^2 = \frac{u_{y_i=L}^2}{L^2}$$

Für jeden Datensatz wird die Unsicherheit w_{AMS} auf einem Level von $L = 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{2,5} sowie auf einem Level von $L = 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM₁₀ 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 2008/50/EG verglichen und bewertet. Es sind zwei Fälle möglich:

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

Die festgelegte erweiterte relative Unsicherheit $W_{d,qo}$ beträgt für Feinstaub 25 % [7].

7.5 Bewertung

Die ermittelten Unsicherheiten W_{CM} liegen für PM₁₀ 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_{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 (7.5.8.5 – 7.5.8.8) entsprechend vorzunehmen.

Mindestanforderung erfüllt? nein

Auf Grund der überschrittenen Unsicherheit am Standort „Bornheim, Sommer“ für PM_{2,5}, der Signifikanz der Steigung (SN 0111 & SN 0112) und des Offsets (SN 0111) für den Gesamtdatensatz für PM_{2,5} und der Signifikanz für Steigung und Achsabschnitt für PM₁₀ erfolgt eine Anwendung von Korrekturfaktoren gemäß Kapitel 6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (7.5.8.5 – 7.5.8.8).

Nachfolgende Tabelle 3 sowie Tabelle 4 zeigen einen Überblick über alle Ergebnisse der Äquivalenzprüfung für den Prüfling Fidas[®] 200 S für PM_{2,5} und PM₁₀. Für den Fall, dass ein Kriterium nicht erfüllt wird, ist die entsprechende Zelle mit roter Farbe hinterlegt.

Tabelle 3: Übersicht Äquivalenzprüfung Fidas[®] 200 S für PM_{2,5}

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfling	FIDAS 200 S	SN	SN 0111 & SN 0112	
Status Messwerte	Rohdaten	Grenzwert erlaubte Unsicherheit	30 25	µg/m ³ %
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,48			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
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 _{CM}	17,06			%
Alle Vergleiche, ≥18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,63			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,84			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	54			
Steigung b	1,046			
Unsicherheit von b	0,025			
Achsabschnitt a	0,458			
Unsicherheit von a	0,769			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	18,58			%
Alle Vergleiche, <18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,57			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,33			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	171			
Steigung b	1,198			
Unsicherheit von b	0,032			
Achsabschnitt a	-1,482			
Unsicherheit von a	0,327			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	31,44			%

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfung	FIDAS 200 S	SN	SN 0111 & SN 0112	
Status Messwerte	Rohdaten	Grenzwert	30	µg/m ³
		erlaubte Unsicherheit	25	%
Köln, Sommer				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,66			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,12			µg/m ³
	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 _{CM}	20,35	%	20,37	%
Köln, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,54			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,55			µg/m ³
	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 _{CM}	17,24	%	11,70	%
Bonn				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,70			µg/m ³
	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 _{CM}	21,42	%	16,89	%
Bornheim				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,42			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,50			µg/m ³
	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 _{CM}	35,08	%	29,18	%
Alle Vergleiche, ≥18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,63			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,84			µg/m ³
	SN 0111		SN 0112	
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}	20,59	%	17,15	%
Alle Vergleiche, <18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,57			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,33			µg/m ³
	SN 0111		SN 0112	
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}	35,38	%	28,53	%
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,48			µg/m ³
	SN 0111		SN 0112	
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}	19,75	%	14,94	%

Die Überprüfung der fünf Kriterien aus Punkt 6.1 Methodik der Äquivalenzprüfung (7.5.8.4 & 7.5.8.8) ergab folgendes Bild:

- Kriterium 1: Mehr als 20 % der Daten sind größer als 17 µg/m³.
- Kriterium 2: Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ist kleiner als 2,5 µg/m³.
- Kriterium 3: Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten ist kleiner als 2,0 µg/m³
- 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 einem Achsabschnitt von -0,339 bei einer erweiterten Gesamtunsicherheit von 17,06 %.

Tabelle 4: Übersicht Äquivalenzprüfung Fidas® 200 S für PM₁₀

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfung	FIDAS 200 S	SN	SN 0111 & SN 0112	
Status Messwerte	Rohdaten	Grenzwert erlaubte Unsicherheit	50 25	µg/m ³ %
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,67			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
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 _{CM}	9,27			%
Alle Vergleiche, ≥30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,67			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,17			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	35			
Steigung b	1,005			
Unsicherheit von b	0,038			
Achsabschnitt a	0,746			
Unsicherheit von a	1,619			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	11,25			%
Alle Vergleiche, <30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,61			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,58			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	192			
Steigung b	1,085			
Unsicherheit von b	0,022			
Achsabschnitt a	-1,979			
Unsicherheit von a	0,386			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	11,31			%

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfung	FIDAS 200 S	SN Grenzwert	SN 0111 & SN 0112 50	µg/m ³
Status Messwerte	Rohdaten	erlaubte Unsicherheit	25	%
Köln, Sommer				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,80			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,27			µg/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}	7,34	%	6,93	%
Köln, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,67			µg/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}	9,78	%	5,73	%
Bonn				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,38			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,90			µg/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}	12,03	%	9,36	%
Bornheim				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,54			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,87			µg/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}	19,11	%	10,74	%
Alle Vergleiche, ≥30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,67			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,17			µg/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}	13,06	%	10,72	%
Alle Vergleiche, <30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,61			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,58			µg/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}	15,08	%	8,35	%
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,67			µg/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}	11,87	%	7,73	%

Die Überprüfung der fünf Kriterien aus Punkt 6.1 Methodik der Äquivalenzprüfung (7.5.8.4 & 7.5.8.8) ergab folgendes Bild:

- Kriterium 1: Mehr als 20 % der Daten sind größer als 28 µg/m³.
- Kriterium 2: Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ist kleiner als 2,5 µg/m³.
- Kriterium 3: Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten ist kleiner als 2,0 µg/m³.
- 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 einem Achsabschnitt von -1,505 bei einer erweiterten Gesamtunsicherheit von 9,27 %.

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 3 muss daher aufgrund der zu hohen ermittelten Unsicherheiten W_{CM} am Standort „Bornheim, Sommer“ sowie aufgrund der ermittelten Signifikanz eine Korrektur der Steigung und des Achsabschnitts für PM_{2,5} erfolgen. Für PM₁₀ muss gemäß Tabelle 4 aufgrund der ermittelten Signifikanz ebenfalls eine Korrektur der Steigung und des Achsabschnitts für PM₁₀ erfolgen.

Es ist an dieser Stelle zu beachten, dass die ermittelten Unsicherheiten W_{CM} für PM₁₀ auch ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit W_{dqo} von 25 % für Feinstaub liegen.

Für PM_{2,5}:

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 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (7.5.8.5 – 7.5.8.8) eine zusätzliche Auswertung unter Anwendung der entsprechenden Kalibrierfaktoren auf die Datensätze.

Für PM₁₀:

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 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (7.5.8.5 – 7.5.8.8) 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 17,1 % für PM_{2,5}, was wiederum eine jährliche Überprüfung an 4 Messorten erfordern würde sowie 9,3 % für PM₁₀, was wiederum eine jährliche Überprüfung an 2 Messorten erfordern würde (Leitfaden GDE 2010, 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 Punkt 6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (7.5.8.5 – 7.5.8.8)).

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 5 und Tabelle 6 zeigen einen Überblick über die Unsicherheiten zwischen den Referenzgeräten u_{ref} aus den Felduntersuchungen.

Tabelle 5: Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten u_{ref} für PM_{2,5}

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 6: Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten u_{ref} für PM₁₀

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 $< 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

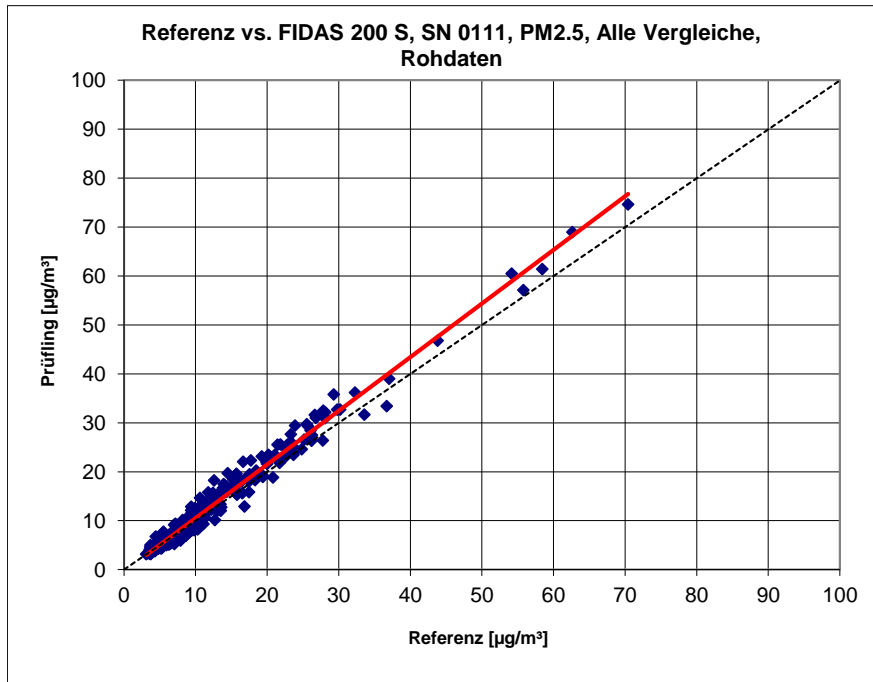


Abbildung 22: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte

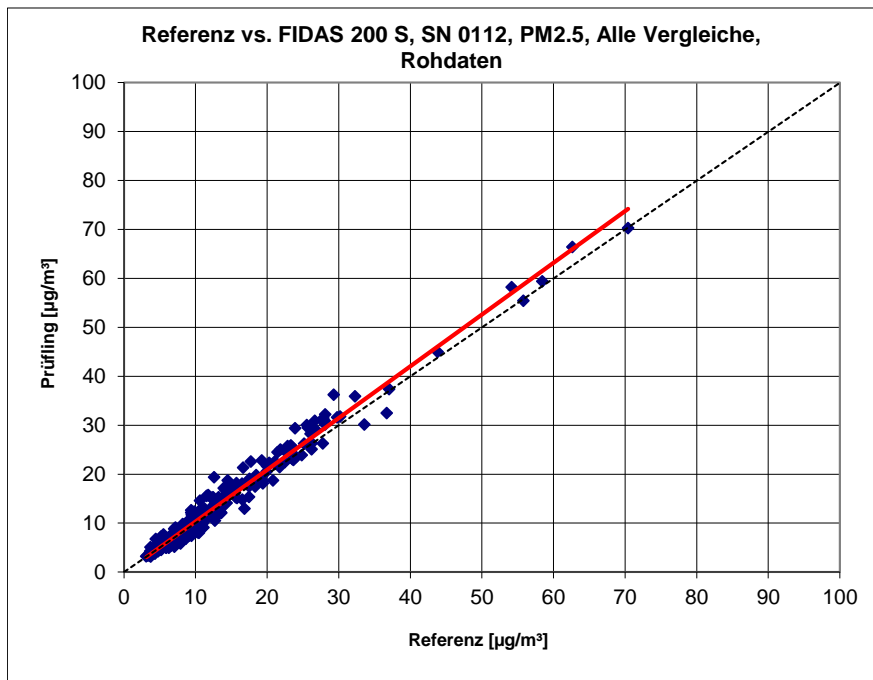


Abbildung 23: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte

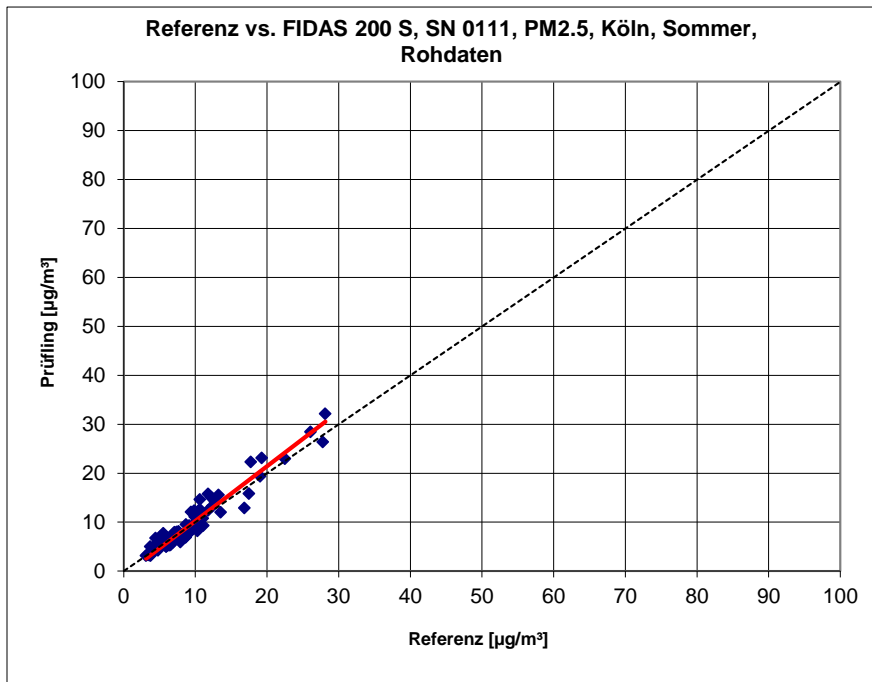


Abbildung 24: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM_{2,5}, Köln, Sommer

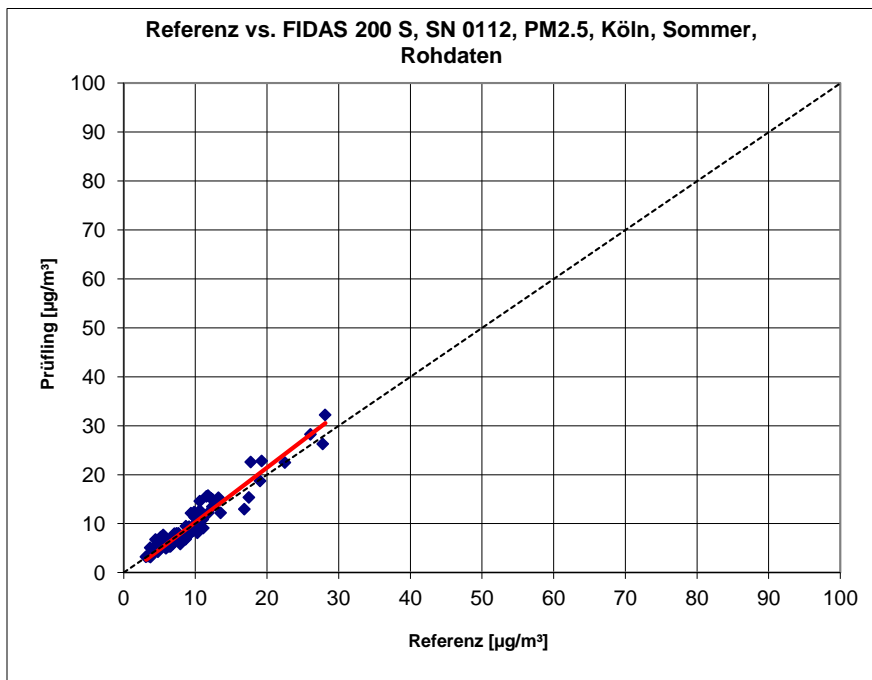


Abbildung 25: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Köln, Sommer

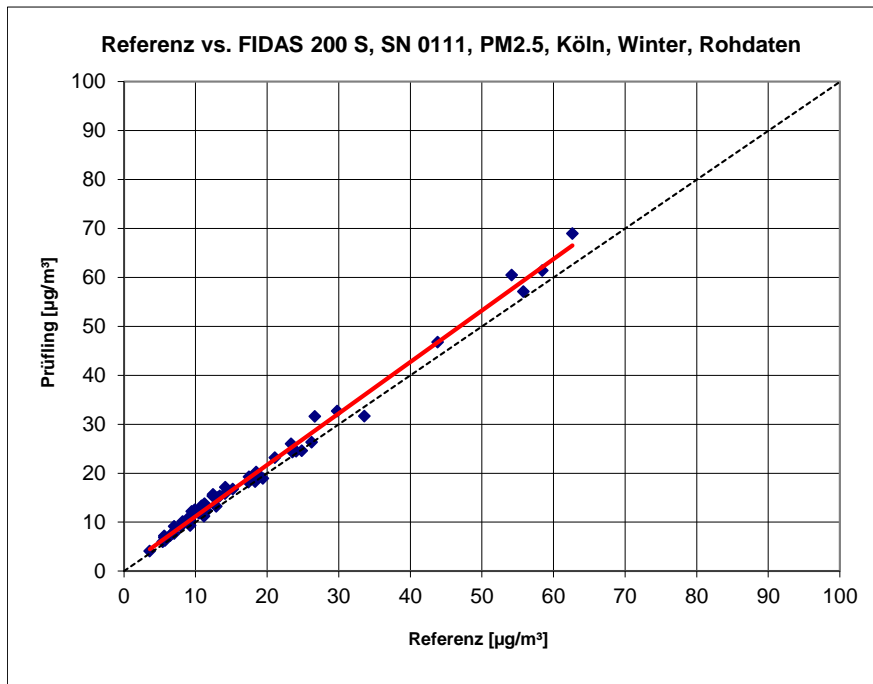


Abbildung 26: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM_{2,5}, Köln, Winter

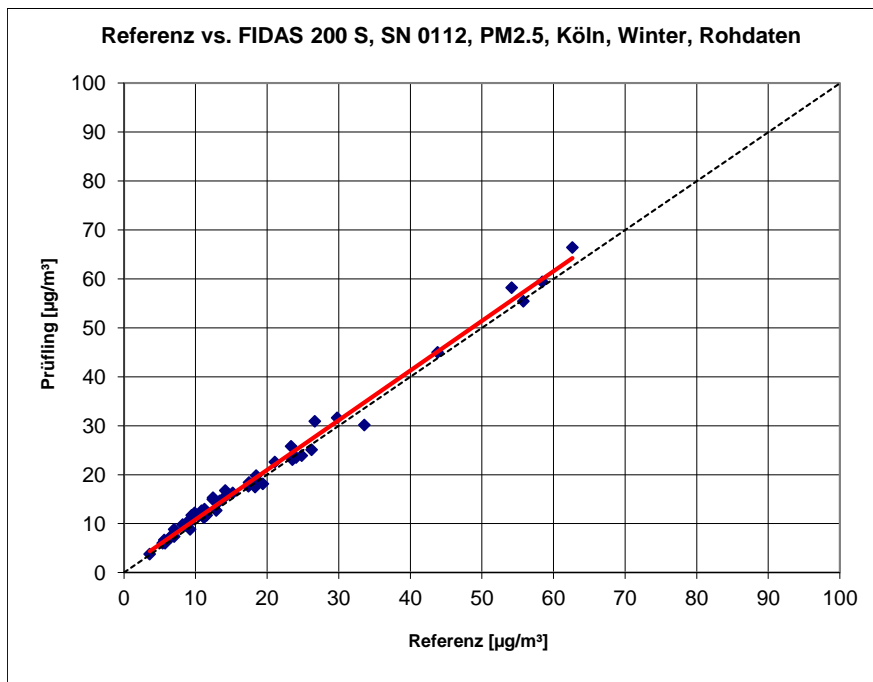


Abbildung 27: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Köln, Winter

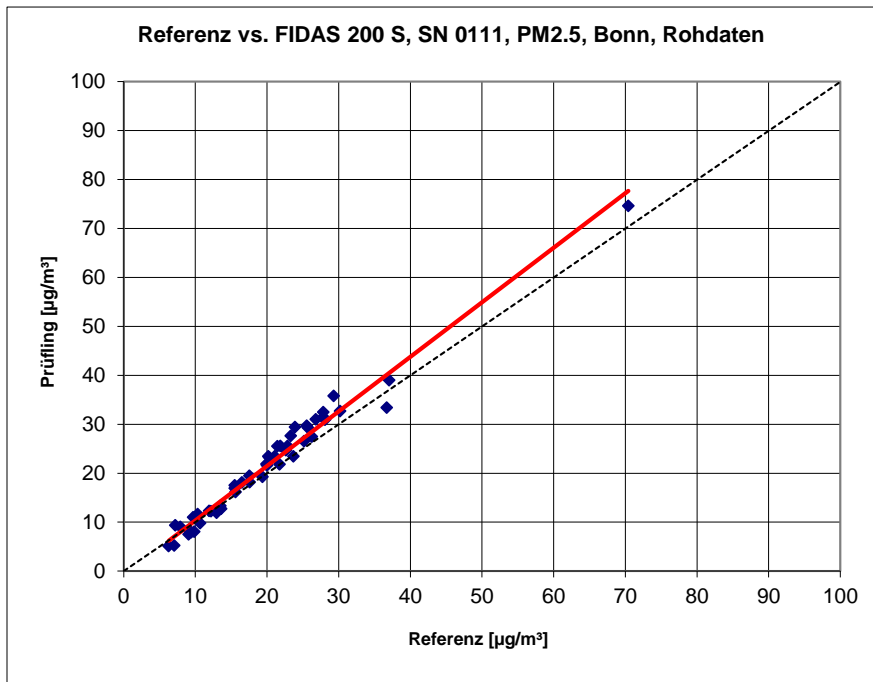


Abbildung 28: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM_{2,5}, Bonn, Winter

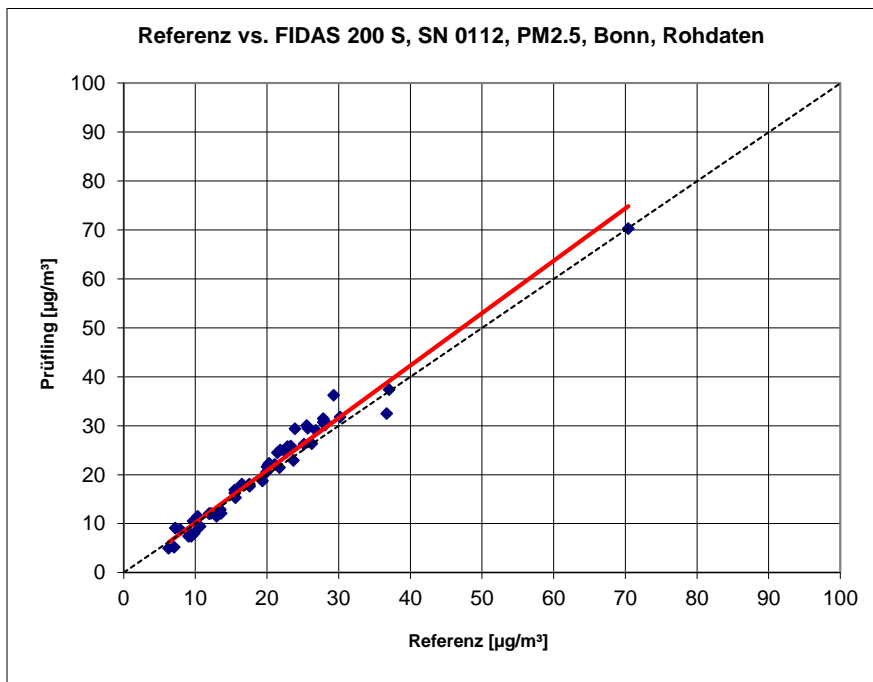


Abbildung 29: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Bonn, Winter

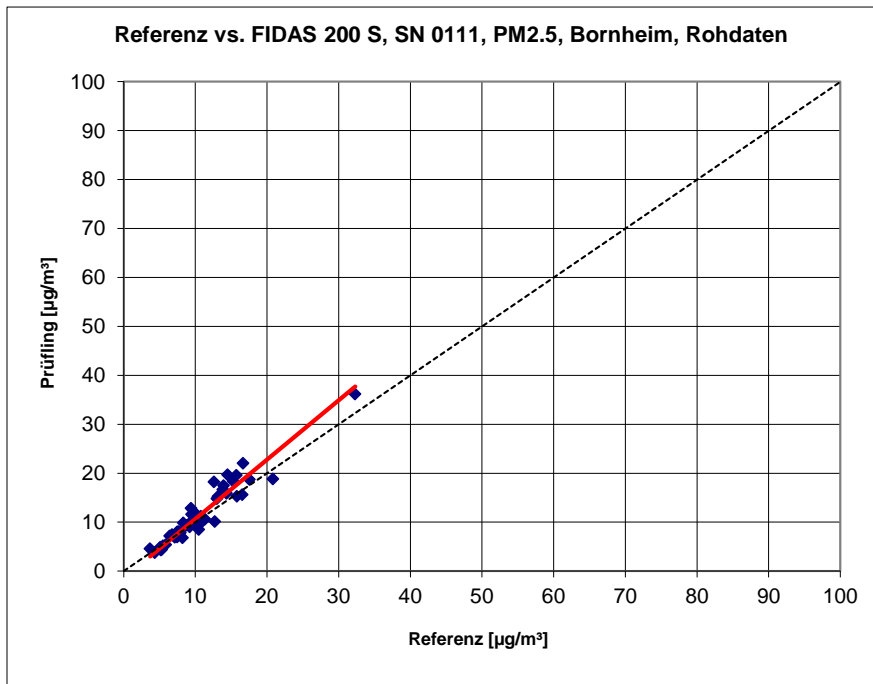


Abbildung 30: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM_{2,5}, Bornheim, Sommer

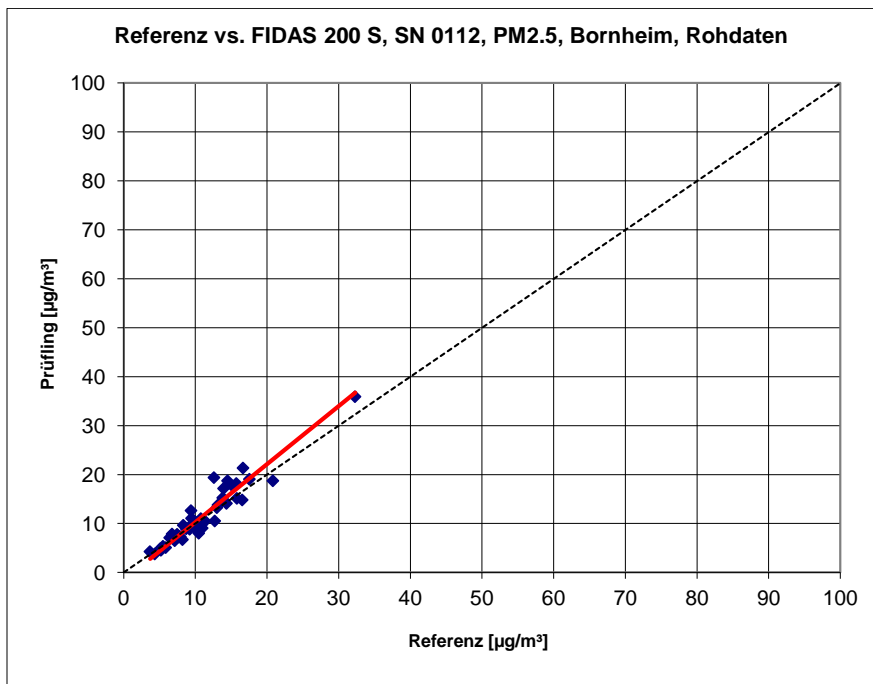


Abbildung 31: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Bornheim, Sommer

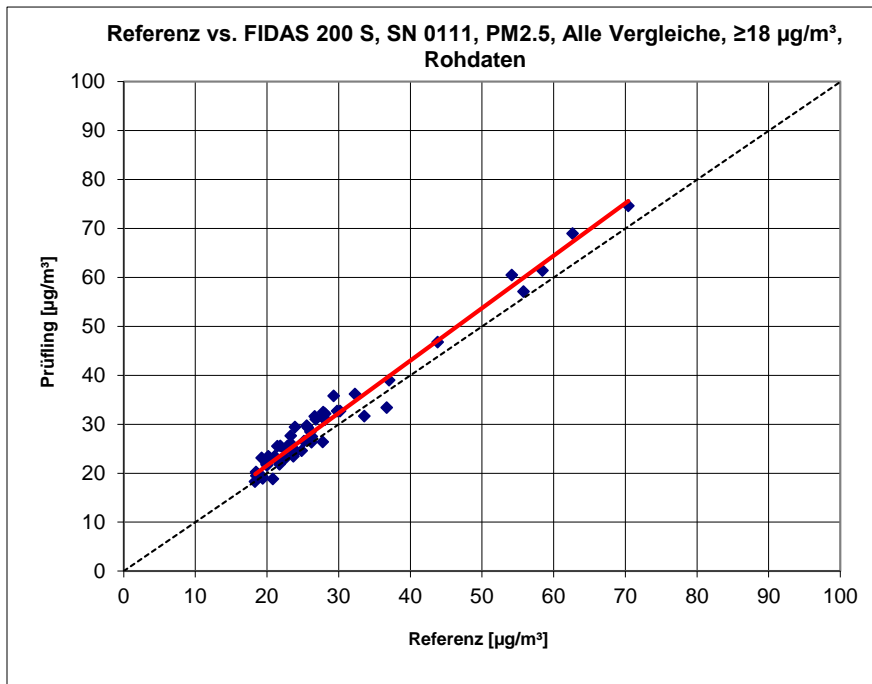


Abbildung 32: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM_{2,5}, Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$

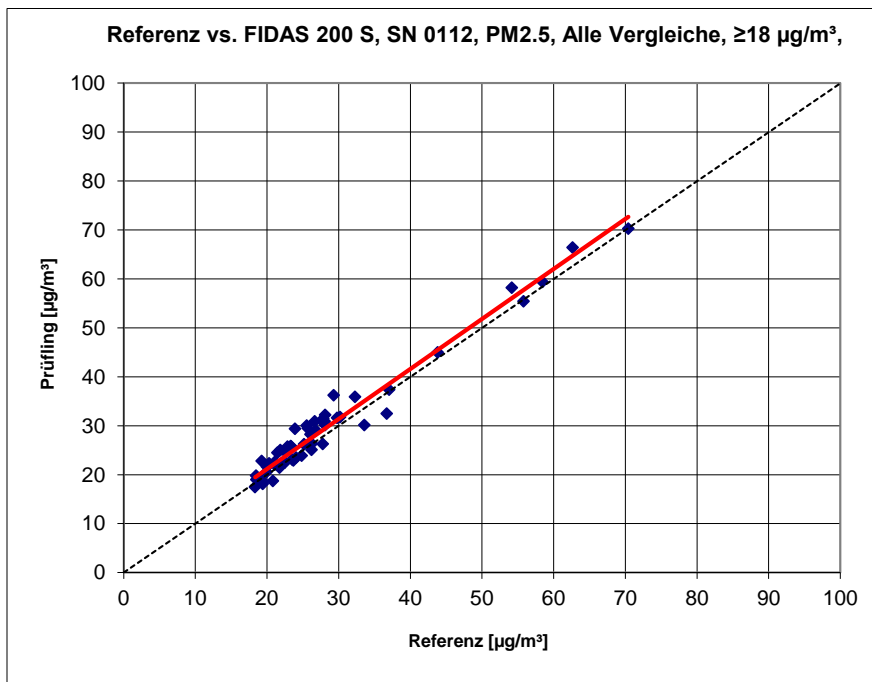


Abbildung 33: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM_{2,5}, Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$

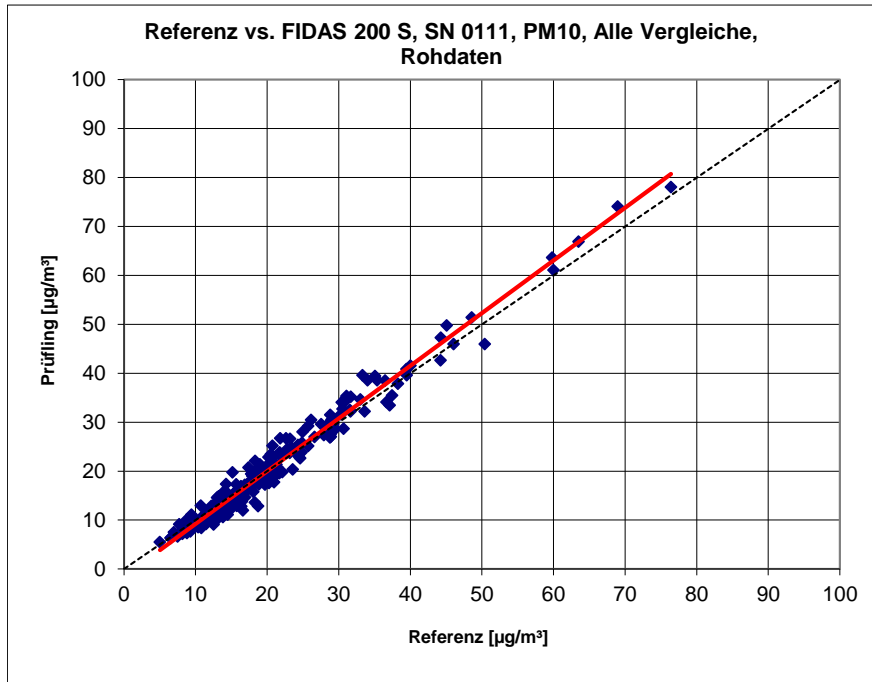


Abbildung 34: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM₁₀, alle Standorte

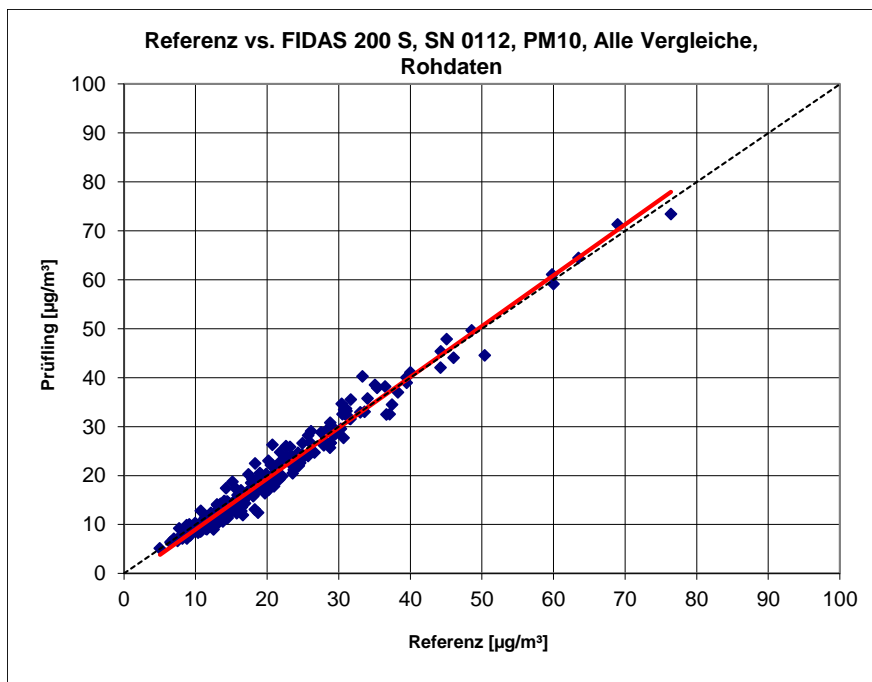


Abbildung 35: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM₁₀, alle Standorte

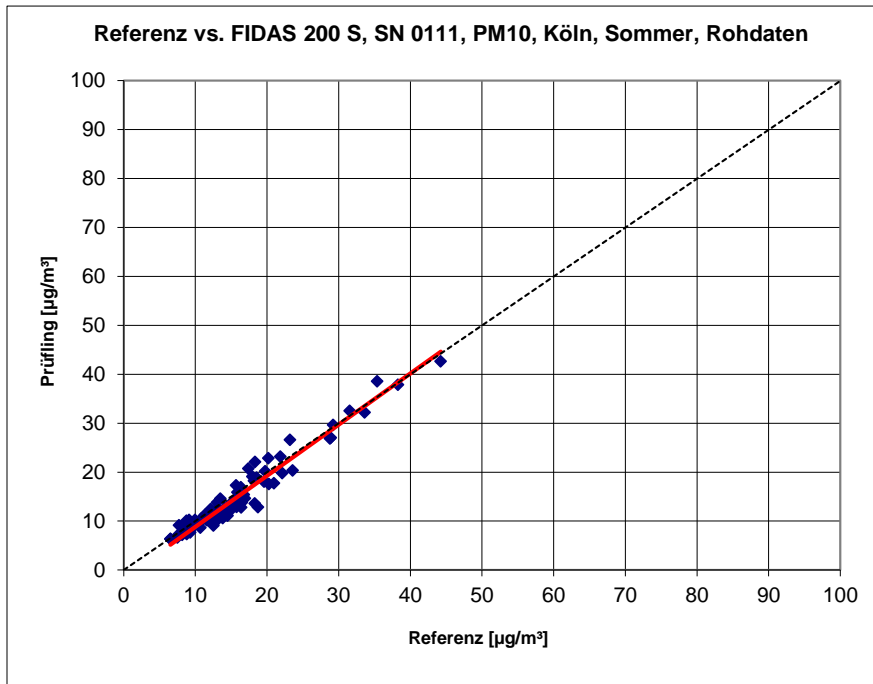


Abbildung 36: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM₁₀, Köln, Sommer

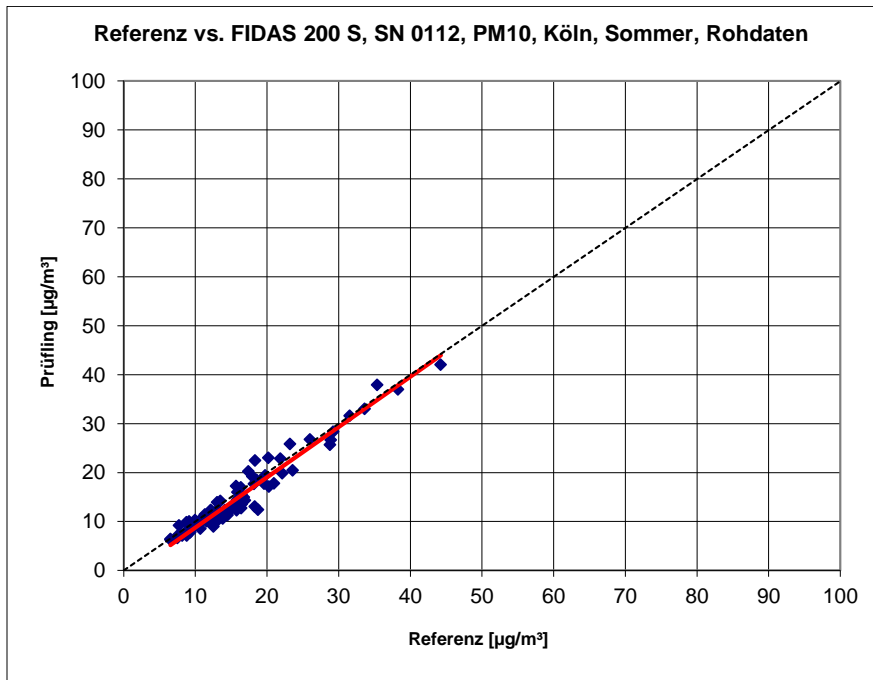


Abbildung 37: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Köln, Sommer

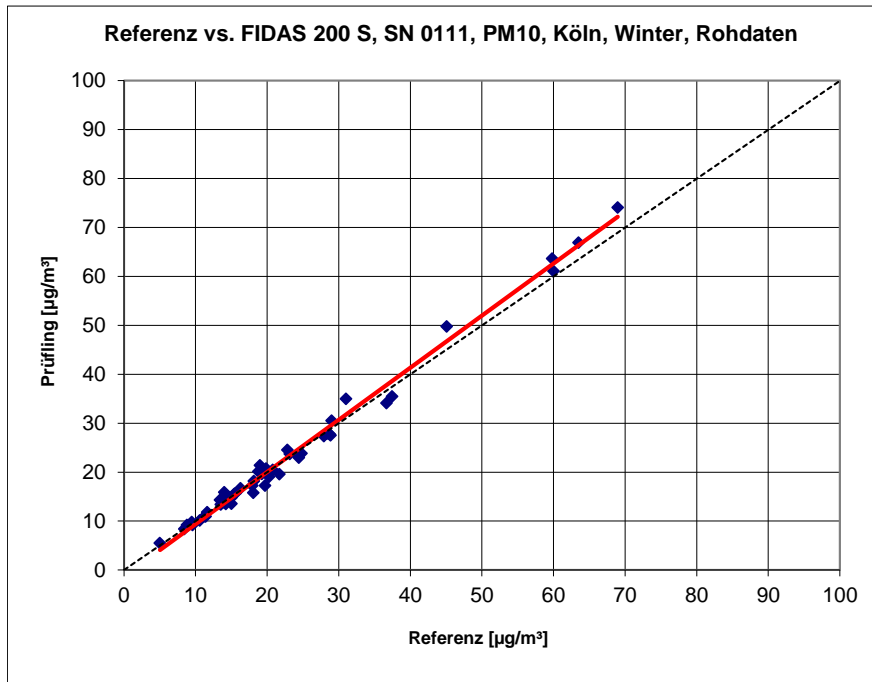


Abbildung 38: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM₁₀, Köln, Winter

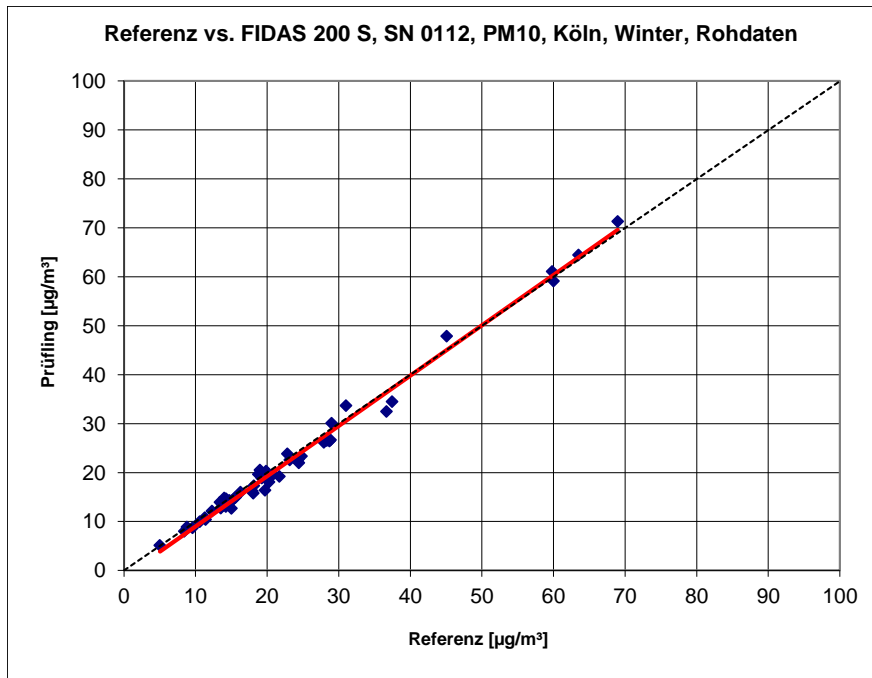


Abbildung 39: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Köln, Winter

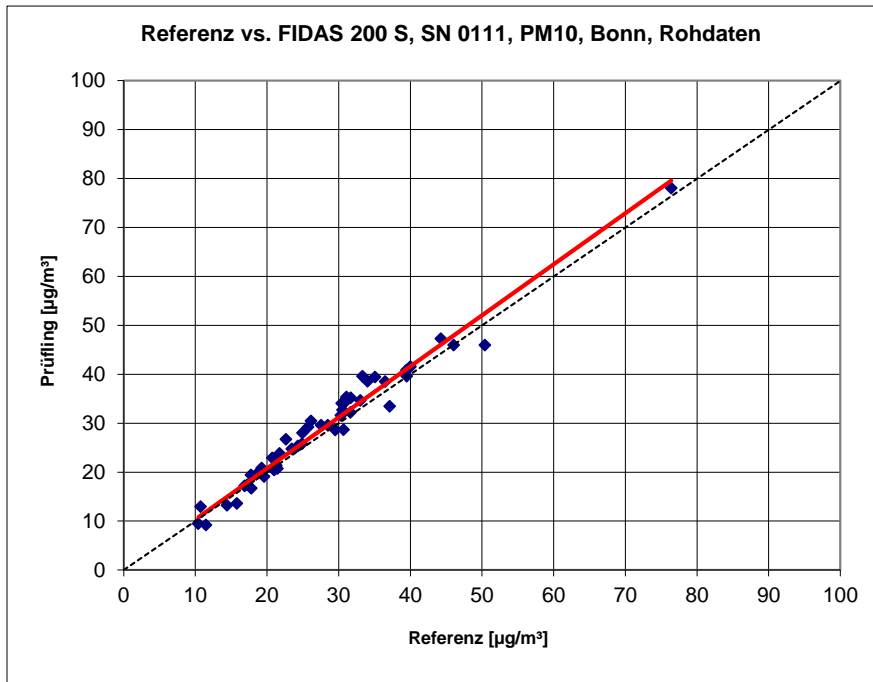


Abbildung 40: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM₁₀, Bonn, Winter

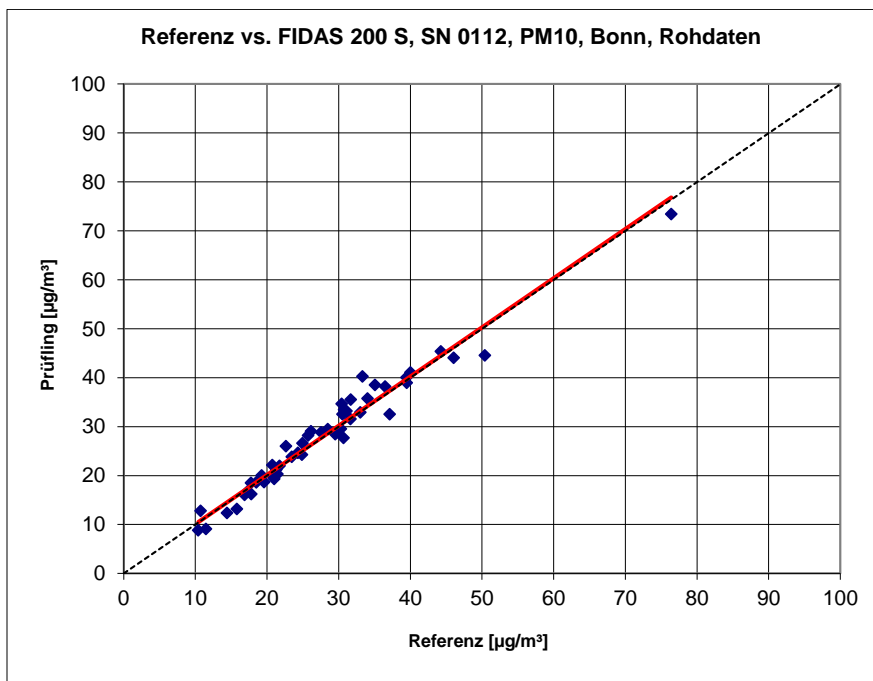


Abbildung 41: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Bonn, Winter

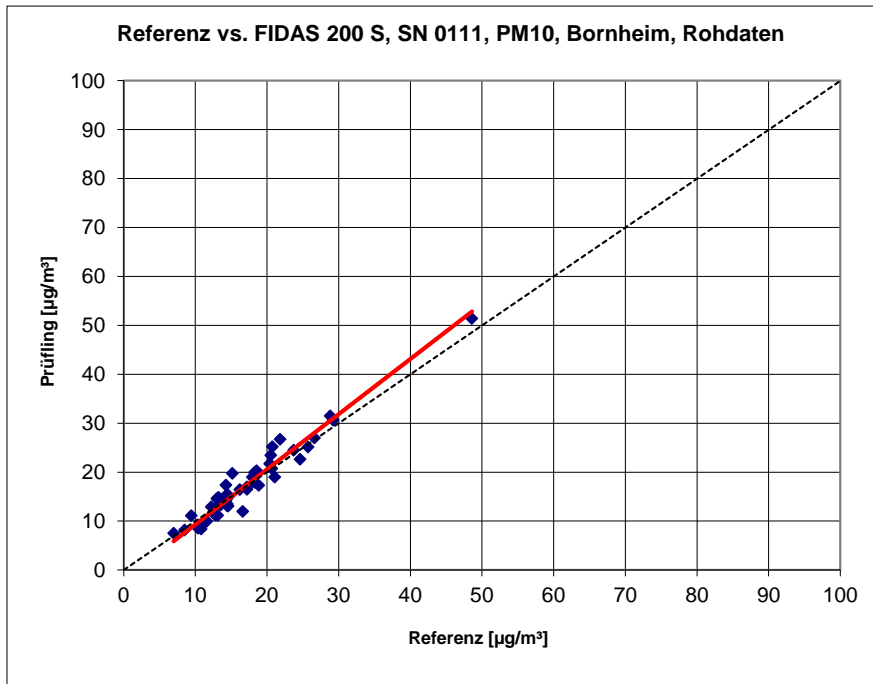


Abbildung 42: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM₁₀, Bornheim, Sommer

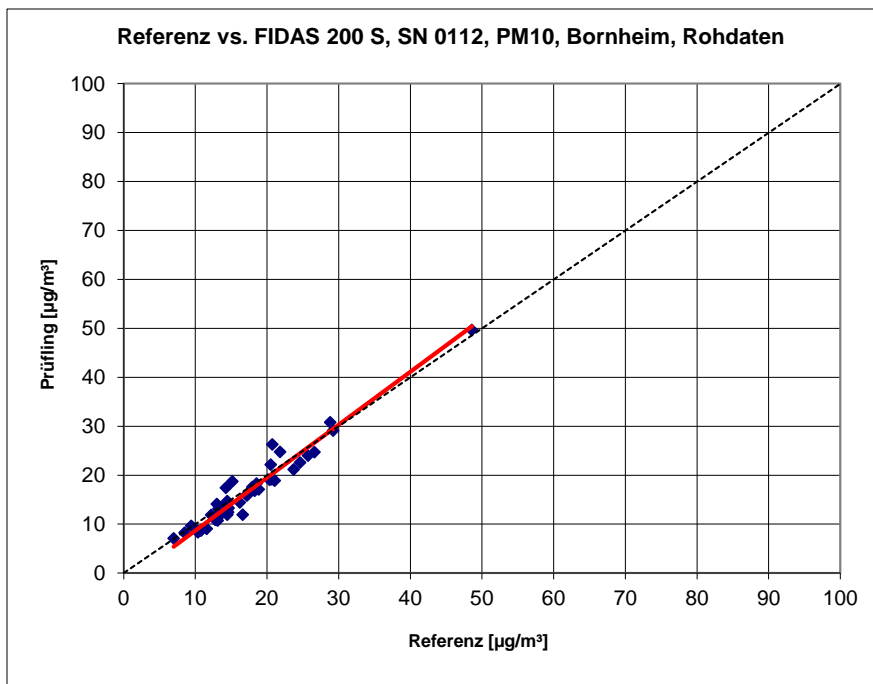


Abbildung 43: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Bornheim, Sommer

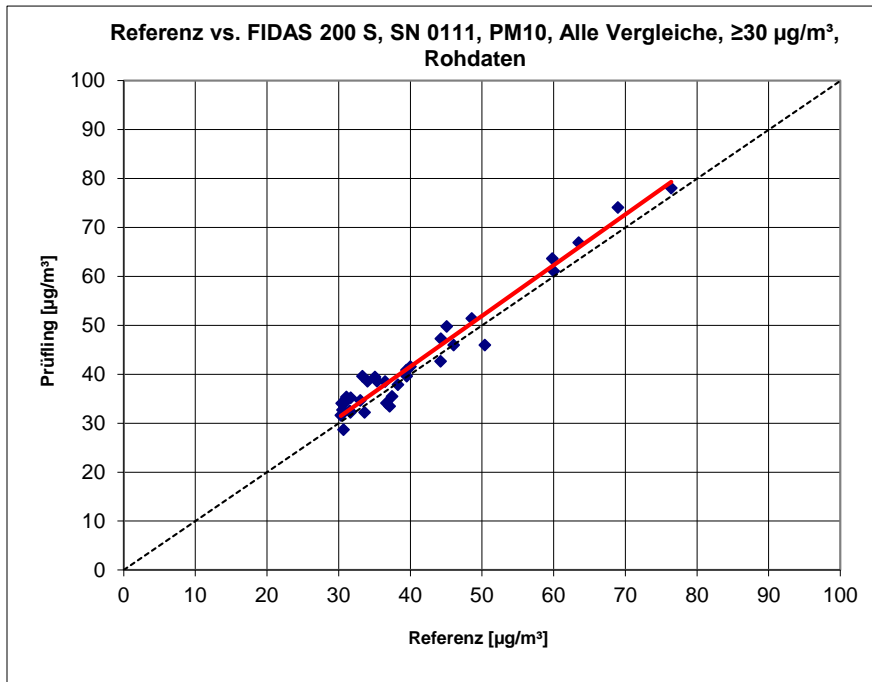


Abbildung 44: Referenz vs. Testgerät, SN 0111, Messkomponente PM₁₀, Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

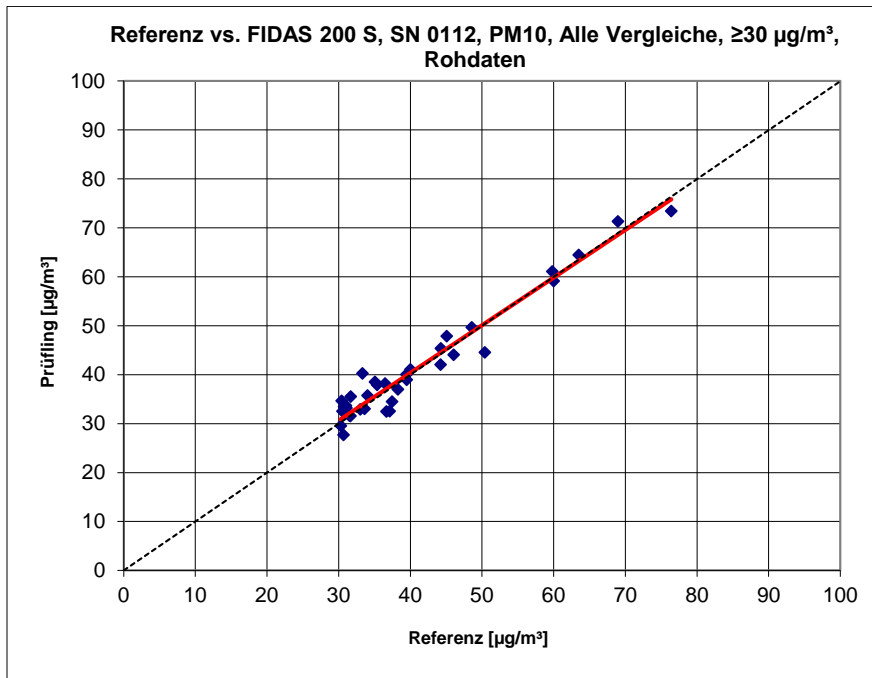


Abbildung 45: Referenz vs. Testgerät, SN 0112, Messkomponente PM₁₀, Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

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 Achsenabschnitt 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 DIN EN 16450: 2017 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 DIN EN 16450: 2017 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 DIN EN 16450: 2017 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 2008/50/EG 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 % (2008/50/EG).

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 PM₁₀. Für PM₁₀ 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_{2,5} und PM₁₀ eine signifikante Steigung und einen signifikanten Achsabschnitt (bei PM_{2,5} nur für SN 0111).

Für PM_{2,5}:

Die Steigung für den Gesamtdatensatz liegt bei 1,076. Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei -0,339. (siehe Tabelle 3).

Für PM₁₀:

Die Steigung für den Gesamtdatensatz liegt bei 1,058. Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei -1,505 (siehe Tabelle 4).

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 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 GDE 2010, Kapitel 9.9.2, Tabelle 6 bzw. DIN EN 16450: 2017, Kapitel 8.6.2, Tabelle 5). Es bleibt festzustellen, dass die höchste ermittelte erweiterte Unsicherheit für PM_{2,5} nach Korrektur im Bereich 20 % bis 25 % liegt. Für PM₁₀ liegt die höchste ermittelte erweiterte Unsicherheit nach der Korrektur im Bereich 10 % bis 15 %.

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 17,1 % (PM_{2,5}, unkorrigierter Datensatz) respektive 10,5 % (PM_{2,5}, Datensatz nach Steigungs-/Offset-Korrektur), was wiederum eine jährliche Überprüfung an 4 Messorten (unkorrigiert) bzw. 3 Messorten (korrigiert) erfordern würde, bzw. 9,3 % (PM₁₀, unkorrigierter Datensatz) respektive 7,4 % (PM₁₀, 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 7 und Tabelle 8 zeigen die Ergebnisse der Auswertungen der Äquivalenzprüfung nach Anwendung des Korrekturfaktors für die Steigung bzw. den Achsabschnitt auf den Gesamtdatensatz.

Tabelle 7: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 0111 & SN 0112, Messkomponente PM_{2,5} nach Korrektur Steigung / Achsabschnitt

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfung	FIDAS 200 S	SN	SN 0111 & SN 0112	
Status Messwerte	Korrektur Steigung & Offset	Grenzwert erlaubte Unsicherheit	30 25	µg/m ³ %
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,44			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	225			
Steigung b	0,999			nicht signifikant
Unsicherheit von b	0,010			
Achsabschnitt a	0,012			nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,178			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	10,53			%
Alle Vergleiche, ≥18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,63			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,78			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	54			
Steigung b	0,971			
Unsicherheit von b	0,023			
Achsabschnitt a	0,771			
Unsicherheit von a	0,715			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	13,21			%
Alle Vergleiche, <18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,57			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,31			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	171			
Steigung b	1,108			
Unsicherheit von b	0,030			
Achsabschnitt a	-1,010			
Unsicherheit von a	0,304			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	17,70			%

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmeseinrichtung
APDA-372 und APDA-372E der Fa. HORIBA Europe GmbH für die
Komponenten Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5}, Bericht: 936/21243705/A

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfung	FIDAS 200 S		SN	SN 0111 & SN 0112
Status Messwerte	Korrektur Steigung & Offset		Grenzwert erlaubte Unsicherheit	30 25 µg/m ³ %
Köln, Sommer				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,66	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,11	µg/m ³		
	SN 0111		SN 0112	
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}	10,54	%	10,86	%
Köln, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,54	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,51	µg/m ³		
	SN 0111		SN 0112	
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}	8,73	%	10,22	%
Bonn				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,65	µg/m ³		
	SN 0111		SN 0112	
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}	12,29	%	12,76	%
Bornheim				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,42	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,46	µg/m ³		
	SN 0111		SN 0112	
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}	21,43	%	16,74	%
Alle Vergleiche, ≥18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,63	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,78	µg/m ³		
	SN 0111		SN 0112	
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}	13,11	%	14,17	%
Alle Vergleiche, <18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,57	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,31	µg/m ³		
	SN 0111		SN 0112	
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}	21,05	%	15,38	%
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,58	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,44	µg/m ³		
	SN 0111		SN 0112	
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}	10,92	%	11,23	%

Tabelle 8: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 0111 & SN 0112, Messkomponente PM₁₀ nach Korrektur Steigung / Achsabschnitt

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfling	FIDAS 200 S		SN	SN 0111 & SN 0112
Status Messwerte	Korrektur Steigung & Offset		Grenzwert erlaubte Unsicherheit	50 25 µg/m ³ %
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,64			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
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 _{CM}	7,43			%
Alle Vergleiche, ≥30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,67			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,10			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	35			
Steigung b	0,949			
Unsicherheit von b	0,036			
Achsabschnitt a	2,181			
Unsicherheit von a	1,530			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	10,34			%
Alle Vergleiche, <30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,61			µg/m ³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,55			µg/m ³
SN 0111 & SN 0112				
Anzahl Wertepaare	192			
Steigung b	1,023			
Unsicherheit von b	0,021			
Achsabschnitt a	-0,408			
Unsicherheit von a	0,364			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	7,43			%

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmeseinrichtung
APDA-372 und APDA-372E der Fa. HORIBA Europe GmbH für die
Komponenten Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5}, Bericht: 936/21243705/A

Seite 57 von 59

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfung	FIDAS 200 S		SN	SN 0111 & SN 0112
Status Messwerte	Korrektur Steigung & Offset		Grenzwert	50 µg/m ³
			erlaubte Unsicherheit	25 %
Köln, Sommer				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,80	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,26	µg/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}	7,63	%	9,14	%
Köln, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,63	µg/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}	6,41	%	7,77	%
Bonn				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,38	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,85	µg/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}	9,01	%	10,07	%
Bornheim				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,54	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,82	µg/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}	13,42	%	7,60	%
Alle Vergleiche, ≥30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,67	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,10	µg/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}	10,47	%	11,52	%
Alle Vergleiche, <30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,61	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,55	µg/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}	9,94	%	6,74	%
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,64	µg/m ³		
	SN 0111		SN 0112	
Anzahl Wertepaare	229		229	
Steigung b	1,017	nicht signifikant	0,981	nicht signifikant
Unsicherheit von b	0,011		0,011	
Achsabschnitt a	-0,037	nicht signifikant	0,081	nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,252		0,249	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	8,24	%	8,19	%

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 zur Ermittlung des Wartungsintervalls berücksichtigt.

6.4 Auswertung

Es konnten für die Messeinrichtungen über den gesamten Feldtestzeitraum (4 Vergleichskampagnen) keinerlei unzulässige Driften am Nullpunkt festgestellt werden. Die regelmäßige Überprüfung des Referenzpunktes mit Hilfe des Prüfstandards CalDust1100 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 dem Prüfstandard bestimmt.

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

Auf dieser Basis wurde in der Erstbekanntgabe der Messeinrichtung (Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 25. Februar 2015 (BAnz. AT 02.04.2015 B5, Kapitel III Nummer 3.1) 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.

6.5 Bewertung

Das Wartungsintervall wird durch die regelmäßige Überprüfung des Partikelsensors mit CalDust 1100 bzw. MonoDust 1500 bestimmt und beträgt 4 Wochen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die notwendigen Wartungsarbeiten können dem Bedienhandbuch entnommen werden.

Tabelle 9 und Tabelle 10 zeigen die Ergebnisse der Untersuchung zur Langzeitstabilität mit Prüfstaub CalDust 1100 aus der Basisprüfung.

Tabelle 9: Empfindlichkeitsdrift SN 0111 & SN 0112, PM₁₀

Datum	SN 0111			Datum	SN 0112		
	Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert		Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum 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 10: Empfindlichkeitsdrift SN 0111 & SN 0112, PM_{2,5}

Datum	SN 0111			Datum	SN 0112		
	Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert		Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum 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