

## TÜV RHEINLAND ENERGY GMBH



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>

TÜV-Bericht: 936/21250983/B  
Köln, 15. September 2022

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



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

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

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

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

Die Akkreditierung hat die DAkKS-Registriernummer: D-PL-11120-02-00  
und gilt für den in der Urkundenanlage 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**

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

**Leerseite**

## Kurzfassung

Im Auftrag der Firma Palas GmbH aus Karlsruhe führte die TÜV Rheinland Energy GmbH die Eignungsprüfung der Messeinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub> gemäß den folgenden Richtlinien durch.

- Europäische Norm EN 16450, „Außenluft – Automatische Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration (PM<sub>10</sub>; PM<sub>2,5</sub>); Deutsche Fassung EN 16450 vom Juli 2017
- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 3, „Automatische Messeinrichtungen zur Überwachung der Luftqualität - Eignungsprüfung, Eignungsbekanntgabe und Zertifizierung von Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von partikelförmigen Immissionen“, Februar 2019
- Europäische Norm EN 12341, „Außenluft – Gravimetrischen Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM<sub>10</sub>- oder PM<sub>2,5</sub>-Massenkonzentration des Schwebstaubens“, Deutsche Fassung EN 12341:2014
- Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“, Englische Fassung von Januar 2010

Die Messeinrichtungen Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E ermitteln die Staubkonzentrationen mittels des Messprinzips der Streulichtmessung mit einer Kombination einer polychromatischen LED und einer 90° Streulichtdetektion. Mit Hilfe eines Lüfters wird Umgebungsluft über einen Probenahmekopf angesaugt und gelangt über das Probenahmerohr zum eigentlichen Messgerät. Das Probenahmerohr beinhaltet eine Heizung für das IADS compact (Intelligent Aerosol Drying System), welches Kondensationseffekte auf den Partikeln vermeiden soll. Das Messgas gelangt nach dem Probenahmerohr direkt zum Spektrometer. Dort wird mit Hilfe der Streulichtmesstechnik die Partikelgröße bestimmt und mittels eines Algorithmus die Massenkonzentration berechnet.

Die Messeinrichtung Fidas Smart 100 ist zur Außeninstallation geeignet. Die Messeinrichtung Fidas Smart 100 E verfügt über ein verlängertes Probenahmerohr und ist deshalb zur Installation in Messstationen vorgesehen.

Die Untersuchungen erfolgten im Labor und während eines 20-monatigen Feldtests.

Der mehrmonatige Feldtest erfolgte an den Standorten gemäß Tabelle 1.

Der Standort Niederzier 2 wurde ausschließlich für PM<sub>10</sub> durchgeführt, da für PM<sub>10</sub> noch nicht ausreichend Wertepaare über 28 mg/m<sup>3</sup> ermittelt wurden. Dieser Standort wurde deshalb für PM<sub>2.5</sub> nicht ausgewertet.

Tabelle 1: Beschreibung der Messstellen

	Köln I	Niederzier I	Köln II	Bornheim	Bonn	Niederzier II
Zeitraum	01/2021 – 03/2021	04/2021 – 06/2021	07/2021 – 11/2021	12/2021 – 03/2022	04/2022 – 05/2022	06/2022 – 08/2022
Anzahl der Messwertpaare: Prüflinge	PM <sub>10</sub> : 53 PM <sub>2.5</sub> : 44	PM <sub>10</sub> : 59 PM <sub>2.5</sub> : 57	PM <sub>10</sub> : 117 PM <sub>2.5</sub> : 115	PM <sub>10</sub> : 83 PM <sub>2.5</sub> : 93	PM <sub>10</sub> : 54 PM <sub>2.5</sub> : 54	PM <sub>10</sub> : 67
Charakterisierung	Städtischer Hintergrund	Industrieller Hintergrund	Städtischer Hintergrund	Verkehrseinfluss	Städtischer Hintergrund	Industrieller Hintergrund
Einstufung der Immissionsbelastung	niedrig bis hoch	durchschnittlich bis hoch	niedrig	durchschnittlich	durchschnittlich	durchschnittlich bis hoch

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

Tabelle 2: Ergebnisse der Äquivalenztests (Rohdaten)

Vergleichskampagnen		Steigung	Achsabschnitt	Alle Datensätze W <sub>CM</sub> <25 % Rohdaten	Kalibrierung ja/nein	Alle Datensätze W <sub>CM</sub> <25 % kal. Daten
5	PM <sub>2.5</sub>	0,963	0,263	nein	ja	ja
6	PM <sub>10</sub>	0,899	0,712	nein	ja	ja





**Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>**

**Geprüftes Gerät:** Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E

**Hersteller:** Palas GmbH  
Greschbachstrasse 3b  
76229 Karlsruhe

**Prüfzeitraum:** 10/2020 bis 09/2022

**Berichtsdatum:** 15. September 2022

**Berichtsnummer:** 936/21250983/B

**Bearbeiter:** Fritz Hausberg

**Fachlich Verantwortlicher:** Guido Baum

**Berichtsumfang:**

Bericht:		129	Seiten
Anhang	ab Seite	130	
Handbuch	ab Seite	160	
Handbuch	mit	112	Seiten
Gesamt		269	Seiten

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

**Leerseite**

## Inhaltsverzeichnis

KURZFASSUNG .....	3
1. ALLGEMEINES .....	13
1.1 Bekanntgabevorschlag .....	13
1.2 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse.....	15
2. AUFGABENSTELLUNG .....	19
2.1 Art der Prüfung .....	19
2.2 Zielsetzung .....	19
3. BESCHREIBUNG DER GEPRÜFTEN MESSEINRICHTUNG .....	20
3.1 Messprinzip.....	20
3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung.....	20
3.3 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung .....	21
4. PRÜFPROGRAMM .....	27
4.1 Allgemeines .....	27
4.2 Laborprüfung .....	27
4.3 Feldtest.....	30
5. REFERENZMESSVERFAHREN .....	42
6. PRÜFERGEBNISSE.....	43
6.1 6.3 Allgemeine Anforderungen (VDI 4202 Blatt 3 Februar 2019).....	43
6.1 6.3.1 Messwertanzeige.....	43
6.1 6.3.2 Wartungsfreundlichkeit .....	44
6.1 6.3.3 Funktionskontrolle.....	45
6.1 6.3.4 Rüst- und Einlaufzeiten.....	46
6.1 6.3.5 Bauart .....	47
6.1 6.3.6 Unbefugtes Verstellen .....	48
6.1 6.3.7 Messsignalausgang .....	49
6.1 6.3.8 Digitale Schnittstelle .....	50
6.1 6.3.9 Datenübertragungsprotokoll .....	51
6.1 7.1 Leistungsanforderungen (DIN EN 16450 Juni 2017).....	52
6.1 1 Messbereiche .....	52
6.1 2 Negative Signale.....	53
6.1 3 Nullniveau und Nachweisgrenze (7.4.3).....	54
6.1 4 Genauigkeit des Volumenstroms (7.4.4) .....	56
6.1 5 Konstanz des Probenvolumenstroms (7.4.5).....	58
6.1 6 Dichtheit des Probenahmesystems (7.4.6).....	61
6.1 7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur (7.4.7.) .....	63
6.1 8 Abhängigkeit der Empfindlichkeit des Messgerätes (Span) von der Umgebungstemperatur (7.4.7).....	65
6.1 9 Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung (7.4.8).....	67
6.1 10 Auswirkung des Ausfalls der Stromversorgung .....	69
6.1 11 Auswirkung von Feuchte auf den Messwert (7.4.9).....	70
6.1 12 Nullpunktprüfungen (7.5.3) .....	72
6.1 13 Aufzeichnung der Betriebsparameter (7.5.4).....	74
6.1 14 Tageswerte/Tagesmittelwerte (7.5.5) .....	76
6.1 15 Verfügbarkeit (7.5.6).....	77
6.1 Methodik der Äquivalenzprüfung (7.5.8.4 & 7.5.8.8) .....	79
6.1 16 Unsicherheit zwischen den AMS (7.5.8.4).....	80
6.1 17 Erweiterte Messunsicherheit (7.5.8.5 – 7.5.8.8) .....	95
6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (7.5.8.5 – 7.5.8.8) .....	117
6.1 18 Wartungsintervall (7.5.7).....	124
6.1 20 Prüfungen der Sensoren für Temperatur, Druck und/oder Luftfeuchte .....	126



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

7.	EMPFEHLUNGEN ZUM PRAXISEINSATZ.....	127
8.	LITERATURVERZEICHNIS.....	129
9.	ANHANG .....	130

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Beschreibung der Messstellen .....	4
Tabelle 2:	Ergebnisse der Äquivalenztests (Rohdaten).....	4
Tabelle 3:	Untersuchungen Fidas Smart 100 E am Nullpunkt .....	24
Tabelle 4:	Untersuchungen Fidas Smart 100 E mit MonoDust 1500 .....	24
Tabelle 5:	Matrix zum Einfluss einer Peakverschiebung auf die Massenkonzentration (PM_ENVIRO_0005-25) für PM <sub>2.5</sub> .....	28
Tabelle 6:	Matrix zum Einfluss einer Peakverschiebung auf die Massenkonzentration (PM_ENVIRO_0005-10) für PM <sub>10</sub> .....	28
Tabelle 7:	Feldteststandorte .....	31
Tabelle 8:	Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten als Tagesmittelwerte ...	40
Tabelle 9:	Entferntes Wertepaar Referenz PM <sub>2.5</sub> nach Grubbs .....	41
Tabelle 10:	Eingesetzte Filtermaterialien .....	41
Tabelle 11:	Nullniveau und Nachweisgrenze PM <sub>2.5</sub> .....	55
Tabelle 12:	Nullniveau und Nachweisgrenze PM <sub>10</sub> .....	55
Tabelle 13:	Genauigkeit des Volumenstroms bei -20 °C und +50 °C .....	57
Tabelle 14:	Kenngößen für die Gesamtdurchflussmessung (24h-Mittel).....	59
Tabelle 15:	Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in µg/m <sup>3</sup> , Mittelwert aus drei Messungen, PM <sub>2.5</sub> .....	64
Tabelle 16:	Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in µg/m <sup>3</sup> , Mittelwert aus drei Messungen, PM <sub>10</sub> .....	64
Tabelle 17:	Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der Umgebungstemperatur, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen für PM <sub>2.5</sub> .....	66
Tabelle 18:	Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der Umgebungstemperatur, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen für PM <sub>10</sub> .....	66
Tabelle 19:	Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in % für PM <sub>2.5</sub> .....	68
Tabelle 20:	Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in % für PM <sub>10</sub> .....	68
Tabelle 21:	Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration, Abweichung in µg/m <sup>3</sup> , PM <sub>2.5</sub> .....	71
Tabelle 22:	Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration, Abweichung in µg/m <sup>3</sup> , PM <sub>10</sub> .....	71
Tabelle 23:	Nullpunktprüfungen, PM <sub>2.5</sub> .....	72
Tabelle 24:	Nullpunktprüfungen, PM <sub>10</sub> .....	73
Tabelle 25:	Ermittlung der Verfügbarkeit .....	78
Tabelle 26:	Unsicherheit zwischen den Prüflingen u <sub>bs,AMS</sub> .....	81
Tabelle 27:	Übersicht Äquivalenzprüfung, PM <sub>2.5</sub> .....	98
Tabelle 28:	Übersicht Äquivalenzprüfung, PM <sub>10</sub> .....	100
Tabelle 29:	Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten u <sub>bs,RM</sub> ; PM <sub>2.5</sub> .....	103
Tabelle 30:	Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten u <sub>bs,RM</sub> ; PM <sub>10</sub> .....	103
Tabelle 31:	Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, nach Korrektur Achsenabschnitt und Steigung, PM <sub>2.5</sub> .....	120
Tabelle 32:	Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, nach Korrektur Achsenabschnitt und Steigung, PM <sub>10</sub> .....	122

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Messung des Streulichtsignals am Einzelpartikel. Gemessen werden die Amplitude und die Signallänge.....	20
Abbildung 2: Funktionsschema Fidas Smart 100.....	21
Abbildung 3: Ansicht Fidas Smart 100 mit Wetterschutzgehäuse .....	21
Abbildung 4: Ansicht Fidas Smart 100 ohne Wetterschutzgehäuse .....	22
Abbildung 5: MonoDust 1500.....	23
Abbildung 6: Fidas 100 E.....	25
Abbildung 7: Wettersensor am Probenahmerohr.....	26
Abbildung 8: Verlauf der PM <sub>2,5</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort Köln I.....	31
Abbildung 9: Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort Köln I .....	32
Abbildung 10: Verlauf der PM <sub>2,5</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort Niederzier I.....	32
Abbildung 11: Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort Niederzier I .....	33
Abbildung 12: Verlauf der PM <sub>2,5</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort Köln II.....	33
Abbildung 13: Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort Köln II .....	34
Abbildung 14: Verlauf der PM <sub>2,5</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort Bornheim.....	34
Abbildung 15: Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort Bornheim .....	35
Abbildung 16: Verlauf der PM <sub>2,5</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort Bonn.....	35
Abbildung 17: Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort Bonn .....	36
Abbildung 18: Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort Niederzier II .....	36
Abbildung 19: Feldteststandort Köln .....	37
Abbildung 20: Feldteststandort Niederzier (Prüflinge in der Mitte).....	38
Abbildung 21: Feldteststandort Bornheim .....	38
Abbildung 22: Feldteststandort Bonn .....	38
Abbildung 23: Fidas Smart 100 mit Messwertanzeige .....	43
Abbildung 24: Durchfluss am Testgerät SN 12248 .....	60
Abbildung 25: Durchfluss am Testgerät SN 12250 .....	60
Abbildung 26: Ergebnis der Parallelmessungen, alle Standorte, PM <sub>2,5</sub> .....	82
Abbildung 27: Ergebnis der Parallelmessungen, alle Standorte, PM <sub>10</sub> .....	83
Abbildung 28: Ergebnis der Parallelmessungen, Köln I, PM <sub>2,5</sub> .....	84
Abbildung 29: Ergebnis der Parallelmessungen, Köln I, PM <sub>10</sub> .....	85
Abbildung 30: Ergebnis der Parallelmessungen, Niederzier I, PM <sub>2,5</sub> .....	86
Abbildung 31: Ergebnis der Parallelmessungen, Niederzier I, PM <sub>10</sub> .....	87
Abbildung 32: Ergebnis der Parallelmessungen, Köln II, PM <sub>2,5</sub> .....	88
Abbildung 33: Ergebnis der Parallelmessungen, Köln II, PM <sub>10</sub> .....	89
Abbildung 34: Ergebnis der Parallelmessungen, Bornheim, PM <sub>2,5</sub> .....	90
Abbildung 35: Ergebnis der Parallelmessungen, Bornheim, PM <sub>10</sub> .....	91
Abbildung 36: Ergebnis der Parallelmessungen, Bonn, PM <sub>2,5</sub> .....	92
Abbildung 37: Ergebnis der Parallelmessungen, Bonn, PM <sub>10</sub> .....	93
Abbildung 38: Ergebnis der Parallelmessungen, Niederzier II, PM <sub>10</sub> .....	94
Abbildung 39: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, alle Standorte, PM <sub>2,5</sub> .....	104
Abbildung 40: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, alle Standorte, PM <sub>2,5</sub> .....	104
Abbildung 41: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, Köln I, PM <sub>2,5</sub> .....	105
Abbildung 42: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, Köln I, PM <sub>2,5</sub> .....	105
Abbildung 43: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, Niederzier I, PM <sub>2,5</sub> .....	106
Abbildung 44: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, Niederzier I, PM <sub>2,5</sub> .....	106
Abbildung 45: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, Köln II, PM <sub>2,5</sub> .....	107
Abbildung 46: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, Köln II, PM <sub>2,5</sub> .....	107
Abbildung 47: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, Bornheim, PM <sub>2,5</sub> .....	108
Abbildung 48: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, Bornheim, PM <sub>2,5</sub> .....	108
Abbildung 49: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, Bonn, PM <sub>2,5</sub> .....	109

Abbildung 50: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, Bonn, PM <sub>2,5</sub> .....	109
Abbildung 51: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, alle Standorte, PM <sub>10</sub> .....	110
Abbildung 52: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, alle Standorte, PM <sub>10</sub> .....	110
Abbildung 53: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, Köln I, PM <sub>10</sub> .....	111
Abbildung 54: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, Köln I, PM <sub>10</sub> .....	111
Abbildung 55: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, Niederzier I, PM <sub>10</sub> .....	112
Abbildung 56: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, Niederzier I, PM <sub>10</sub> .....	112
Abbildung 57: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, Köln II, PM <sub>10</sub> .....	113
Abbildung 58: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, Köln II, PM <sub>10</sub> .....	113
Abbildung 59: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, Bornheim, PM <sub>10</sub> .....	114
Abbildung 60: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, Bornheim, PM <sub>10</sub> .....	114
Abbildung 61: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, Bonn, PM <sub>10</sub> .....	115
Abbildung 62: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, Bonn, PM <sub>10</sub> .....	115
Abbildung 63: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, Niederzier II, PM <sub>10</sub> .....	116
Abbildung 64: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, Niederzier II, PM <sub>10</sub> .....	116
Abbildung 65: CE-Zertifikat .....	157
Abbildung 66: Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 .....	158
Abbildung 67: Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 - Seite 2 .....	159

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

**Leerseite**



## 1. Allgemeines

### 1.1 Bekanntgabevorschlag

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

**Messeinrichtung:**

Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E für Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>

**Hersteller:**

Palas GmbH, Karlsruhe

**Eignung:**

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

**Messbereiche in der Eignungsprüfung:**

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
PM <sub>2,5</sub>	0–20 000	µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	0–20 000	µg/m <sup>3</sup>

**Softwareversion:**

1.0.11

**Einschränkungen:**

Keine

**Hinweise:**

1. Die Messeinrichtung ist sowohl in einer Version für die Außenaufstellung (Fidas Smart 100) wie auch in einer Version für eine Installation in einer Messstation (Fidas Smart 100 E) verfügbar.
2. Zur Bestimmung der Komponente PM<sub>2,5</sub> wird der Algorithmus PM\_ENVIRO\_0005-25 verwendet und zur Bestimmung der Komponente PM<sub>10</sub> wird der Algorithmus PM\_ENVIRO\_0005-10 verwendet.
3. Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung ist im Internet unter [www.qal1.de](http://www.qal1.de) einsehbar.

**Prüfbericht:**

TÜV Rheinland Energy GmbH, Köln  
Bericht-Nr.936/21250983/B vom 15. September 2022

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

**Leerseite**

## 1.2 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse

### Ergebniszusammenstellung Prüfung gemäß Richtlinie DIN EN 16450

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	ein- gehal- ten	Seite
1 Messbereiche	0 µg/m <sup>3</sup> bis 1000 µg/m <sup>3</sup> als 24-Stunden-Mittelwert 0 µg/m <sup>3</sup> bis 10000 µg/m <sup>3</sup> als 1-Stunden-Mittelwert, falls zutreffend	Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung liegt bei max. 20.000 µg/m.	ja	52
2 Negative Signale	Dürfen nicht unterdrückt werden.	Negative Messsignale können von der Messeinrichtung direkt angezeigt und über die entsprechenden Messsignalausgänge ausgegeben werden, sind aber messprinzip- und bauartbedingt nicht zu erwarten.	ja	53
3 Nullniveau und Nachweisgrenze (7.4.3)	Nullniveau: ≤ 2,0 µg/m <sup>3</sup> Nachweisgrenze: ≤ 2,0 µg/m <sup>3</sup>	Das Nullniveau und die Nachweisgrenze ermittelte sich sowohl für PM2.5 als auch für PM10 aus den Untersuchungen für beide Geräte zu 0,00 µg/m <sup>3</sup> .	ja	54
4 Genauigkeit des Volumenstroms (7.4.4)	≤ 2,0 %	Die ermittelte relative Differenz zwischen dem Mittelwert der Messergebnisse für den Volumenstrom bei -20 °C und 50 °C lag bei maximal -1,7 % .	ja	56
5 Konstanz des Probenvolumenstroms (7.4.5)	≤ 2,0 % des gemittelten Proben-durchflusses ≤ 5 % des momentanen Proben-durchflusses	Alle ermittelten Momentanwerte weichen weniger als 3,9 %, alle gemittelten Werte weniger als -0,59 % vom Sollwert ab.	ja	58
6 Dichtheit des Probenahme-systems (7.4.6)	≤ 2,0 % des gemittelten Proben-volumenstroms	Das vom Gerätehersteller vorgegebene Verfahren zur Dichtigkeitsprüfung erwies sich in der Prüfung als geeignete zur Überwachung der Gerätedichtheit.	ja	61
7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur (7.4.7.)	≤ 2,0 µg/m <sup>3</sup>	Der geprüfte Umgebungstemperaturbereich beträgt -20 °C bis 50 °C. Die maximale Abweichung zu dem mittleren Messwert bei TS,n betrug für PM2.5 und für PM10 0,0 µg/m <sup>3</sup> .	ja	63
8 Abhängigkeit der Empfindlichkeit des Messgerätes (Span) von der Umgebungstemperatur (7.4.7)	≤ 5 % vom Wert bei der Nennprüf-temperatur	Der geprüfte Umgebungstemperaturbereich beträgt -20 °C bis 50 °C. Die maximale Abweichung zu dem mittleren Messwert bei 20 °C betrug 3,1 % für PM2.5 und 0,5 % für PM10.	ja	65

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
9 Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung (7.4.8)	≤ 5 % vom Wert bei der Nennprüfspannung	Durch Netzspannungsänderungen konnten keine Abweichungen von mehr als -0,8 % für PM <sub>2,5</sub> und -0,1 % für PM <sub>10</sub> bei den Extremwerten bezogen auf den Mittelwert bei 230 V, festgestellt werden.	ja	67
10 Auswirkung des Ausfalls der Stromversorgung	Geräteparameter müssen gegen Verlust gesichert sein. Bei Rückkehr der Netzspannung muss das Gerät automatisch die Funktion wieder aufnehmen.	Alle Geräteparameter sind gegen Verlust geschützt. Die Messeinrichtung befindet sich bei Spannungswiederkehr in störungsfreier Betriebsbereitschaft und führt selbstständig den Messbetrieb wieder fort.	ja	69
11 Auswirkung von Feuchte auf den Messwert (7.4.9)	≤ 2,0 µg/m <sup>3</sup> in Nullluft	Die größte ermittelte Differenz zwischen den Messwerten bei 40 % und bei 90 % relativer Feuchte lag bei 0,0 µg/m <sup>3</sup> .	ja	70
12 Nullpunktprüfungen (7.5.3)	Absoluter Wert ≤ 3,0 µg/m <sup>3</sup>	Der maximal ermittelte absolute Messwert am Nullpunkt lag bei 0,0 µg/m <sup>3</sup> .	ja	72
13 Aufzeichnung der Betriebsparameter (7.5.4)	Messeinrichtungen müssen in der Lage sein, Daten von Betriebszuständen zur telemetrischen Übermittlung – zumindest – der folgenden Parameter bereitzustellen: Volumenstrom Druckabfall über dem Probenahmefilter (falls zutreffend) Probenahmedauer Probenvolumen (falls zutreffend) Massenkonzentration der betroffenen Staubfraktion(en) Außenlufttemperatur Außenluftdruck Lufttemperatur in der Messeinheit Temperatur des Probeneinlasses, wenn ein beheizter Probeneinlass eingesetzt wird	Die Messeinrichtung ermöglicht eine umfassende telemetrische Kontrolle und Steuerung der Messeinrichtung über verschiedene Wege. Betriebszustände und relevante Parameter werden bereitgestellt.	ja	74
14 Tageswerte/Tagesmittelwerte (7.5.5)	Die AMS muss die Bildung von Tagesmittelwerten oder Tageswerten ermöglichen.	Die Bildung von validen Tagesmittelwerten ist möglich.	ja	76
15 Verfügbarkeit (7.5.6)	Mindestens 90 %	Die Verfügbarkeit betrug für beide Geräte 100 %.	ja	77
16 Unsicherheit zwischen den AMS (7.5.8.4)	≤ 2,5 µg/m <sup>3</sup>	Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen liegt mit maximal 1,6 µg/m <sup>3</sup> unterhalb des geforderten Wertes von 2,5 µg/m <sup>3</sup> .	ja	80

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
17 Erweiterte Messunsicherheit (7.5.8.5 – 7.5.8.8)	≤ 25 % bei der Konzentration des betreffenden Grenzwertes bezogen auf die Ergebnisse für den 24-h-Mittelwert (Falls erforderlich nach der Kalibrierung, siehe 7.5.8.5)	Die ermittelten Unsicherheiten WAMS liegen für alle betrachteten Datensätze ohne Anwendung von Korrekturfaktoren über der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit Wd <sub>qo</sub> von 25 % für Feinstaub. Da sowohl für PM <sub>2.5</sub> als auch für PM <sub>10</sub> der Achsenabschnitt signifikant von 0 und die Steigung signifikant von 1 verschieden ist, ist die Anwendung von Korrekturfaktoren gemäß „Punkt 6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen“ entsprechend vorzunehmen. Nach der Anwendung von Korrekturfaktoren und -termen liegen alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit Wd <sub>qo</sub> von 25 %		95
17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (7.5.8.5 – 7.5.8.8)	Nach der Kalibrierung: ≤ 25 % bei der Konzentration des betreffenden Grenzwertes bezogen auf die Ergebnisse für den 24-h-Mittelwert.	Durch Anwendung der Korrekturfaktoren, erfüllen die Prüflinge die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen für alle Datensätze.	ja	117
18 Wartungsintervall (7.5.7)	Mindestens 14 d	Das Wartungsintervall beträgt 1 Jahr.	ja	124
6.1 19 Automatische Überprüfung (7.5.4)	Muss bei der AMS möglich sein	Alle im Betriebshandbuch aufgeführten Gerätefunktionen sind vorhanden. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und Probleme über eine Reihe von verschiedenen Warnmeldungen angezeigt. Die überwachten Kenngrößen werden bei der Datenaufzeichnung mit erfasst.	ja	125
20 Prüfungen der Sensoren für Temperatur, Druck und/oder Luftfeuchte	Müssen bei der Prüfung der AMS innerhalb der folgenden Kriterien liegen ± 2 °C ± 1 kPa ± 5 % RH	Die Sensoren zur Erfassung der Außentemperatur, des Luftdrucks und der relativen Luftfeuchte sind vor Ort überprüfbar und justierbar. Die Abweichungen der Sensoren lagen innerhalb der Anforderungen.	ja	126

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

**Leerseite**

## **2. Aufgabenstellung**

### **2.1 Art der Prüfung**

Im Auftrag der Palas GmbH wurde von der TÜV Rheinland Energy GmbH eine Eignungsprüfung für die Messeinrichtungen Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E für die Komponente Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub> vorgenommen.

### **2.2 Zielsetzung**

Die Messeinrichtung soll den Gehalt an Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub> in der Umgebungsluft im Konzentrationsbereich 0 bis 20.000 µg/m<sup>3</sup> bestimmen.

Die Messeinrichtung bestimmt die Schwebstaubkonzentration mittels der Streulichtmessung.

Die Prüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Richtlinien:

- Europäische Norm EN 16450, „Außenluft – Automatische Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration (PM<sub>10</sub>; PM<sub>2,5</sub>); Deutsche Fassung EN 16450 vom Juli 2017
- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 3, „Automatische Messeinrichtungen zur Überwachung der Luftqualität - Eignungsprüfung, Eignungsbekanntgabe und Zertifizierung von Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von partikelförmigen Immissionen“, Februar 2019
- Europäische Norm EN 12341, „Außenluft – Gravimetrischen Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM<sub>10</sub>- oder PM<sub>2,5</sub>-Massenkonzentration des Schwebstaubens“, Deutsche Fassung EN 12341:2014
- Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“, Englische Fassung von Januar 2010

### 3. Beschreibung der geprüften Messeinrichtung

#### 3.1 Messprinzip

Bei den Messeinrichtungen Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E handelt es sich um ein Messgerät für Schwebstaub in der Umgebungsluft. Die Bestimmung der Schwebstaubkonzentration erfolgt mit einem optischen Aerosolspektrometer, welches über die Streulichtanalyse am Einzelpartikel nach Lorenz-Mie die Partikelgröße bestimmt. Ein Lüfter saugt die Umgebungsluft durch den Probeneinlass über ein beheiztes Probenahmerohr direkt zum Spektrometer.

Die Partikel bewegen sich einzeln durch ein optisch abgegrenztes Messvolumen, das mit einer polychromatischen LED-Lichtquelle homogen ausgeleuchtet ist. Jeder Partikel erzeugt einen Streulichtimpuls, der in einem Winkel von 85° bis 90° erfasst wird. Die Partikelanzahl wird über die Anzahl der Streulichtimpulse ermittelt. Die Höhe des gemessenen Streulichtimpulses ist ein Maß für den Partikeldurchmesser. Die Signallänge wird ebenfalls gemessen.

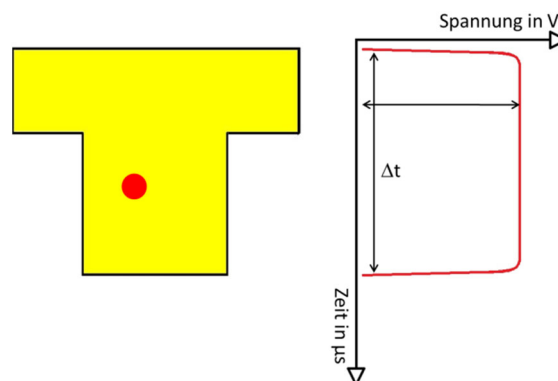


Abbildung 1: Messung des Streulichtsignals am Einzelpartikel. Gemessen werden die Amplitude und die Signallänge

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. 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. So werden Randzonenfehler vermieden.

#### 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung

Die Partikelprobe gelangt mit einer Durchflussrate von 1,0 l/min (Betriebsbedingungen) durch den Probeneinlass in die Probenahmeleitung, die den Probenahmekopf mit dem Aerosolsensor verbindet. Das kompakte Feuchtekompensationsmodul IADS compact (Intelligent Aerosol Drying System) wird eingesetzt, um die möglichen Auswirkungen von Kondensation zu vermeiden, insbesondere bei hoher Luftfeuchtigkeit in der Umgebung. Die Temperatur des IADS compact wird in Abhängigkeit von der (vom System gemessenen) Umgebungstemperatur und -feuchtigkeit geregelt. Die maximale Heizleistung des kompakten IADS-Moduls beträgt 40 W. Nach dem IADS-Modul gelangt die Partikelprobe zum Aerosolsensor, wo die eigentliche Messung durchgeführt wird.

Das Messsystem Fidas Smart 100 ist mit einem integrierten Sensor für Temperatur, Feuchte und Druck ausgestattet. Der Sensor wird über den Gehäuselüfter mit Außenluft angeströmt.



Darüber hinaus war das Messgerät mit Gassensoren zur Messung von  $CO_2$  und VOC (flüchtiger organische Verbindungen) ausgestattet. Diese Sensoren waren nicht Teil des Tests.

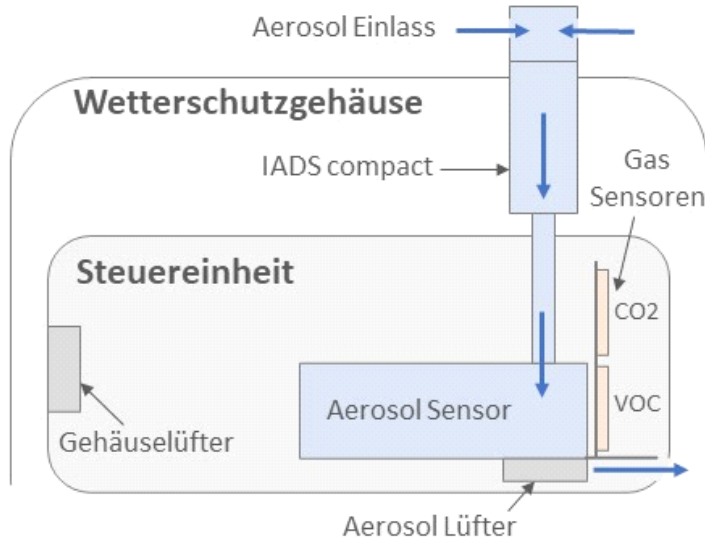


Abbildung 2: Funktionsschema Fidas Smart 100

### 3.3 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung

Das Messsystem ist so konzipiert, dass es ohne zusätzlichen Wetterschutz im Freien installiert werden kann. Die geprüfte AMS besteht aus dem Fidas Smart 100 Messsystem mit Wetterschutzgehäuse. Das System benötigt zum Betrieb lediglich eine 12-Volt-Stromversorgung.



Abbildung 3: Ansicht Fidas Smart 100 mit Wetterschutzgehäuse



Abbildung 4: Ansicht Fidas Smart 100 ohne Wetterschutzgehäuse

Das Messsystem kann entweder direkt über den Touchscreen an der Vorderseite des Geräts (nur bei demontiertem Wetterschutzgehäuse zugänglich) oder aus der Ferne über Datenschnittstellen über Ethernet, WiFi oder Mobilfunknetz (SIM-Karte erforderlich) bedient werden. Der Benutzer kann Messdaten und Systeminformationen abrufen, Parameter ändern und Funktionstests des Messsystems durchführen.

Zur externen Nullpunktsüberprüfung der Messeinrichtung wird ein Nullfilter am Geräteinlass montiert. Der Einsatz dieses Filters ermöglicht die Bereitstellung von schwebstaubfreier Luft. Um die Empfindlichkeit des Partikelsensors zu testen und ggf. einzustellen, wird das Gerät mit Partikeln einer definierten Größe (MonoDust 1500) beaufschlagt. Die Partikelgrößenverteilung dieses Staubs ist monodispers und der Peak in der Verteilung der im Gerät erzeugten Rohdaten muss bei dem auf dem Monodust-Kalibrierungszertifikat angegebenen Zielkanal liegen (typischerweise 140,1). Wenn der Peak von diesem Wert abweicht, kann der Wert angepasst werden. Durch diese Anpassung bei einer Partikelgröße wird die Empfindlichkeit des Messsystems für alle Partikelgrößen automatisch angepasst, da das Gerät mit nur einem A/D-Wandler arbeitet.

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

Seite 23 von 269



Abbildung 5: MonoDust 1500

### Fidas Smart 100 E:

Optional ist die Messeinrichtung auch mit verlängertem Probenahmerohr zur Installation in Innenräumen (z.B. Messcontainer mit Dachdurchführung) erhältlich. Hierbei wird das verlängerte Probenahmerohr zwischen Probenahmekopf und beheiztem Feuchtekompensationsmodul IADS compact montiert. An dem Probenahmerohr ist der Wettersensor zur Bestimmung von Lufttemperatur und Feuchte montiert um die Betriebsbedingungen außerhalb des Messcontainers zu bestimmen. Hierbei wurde der gleiche Sensor verwendet der ansonsten bei der Messeinrichtung zum Einsatz kommt.

Die Verlängerungen hat eine Länge von 1,2 m und besteht aus einem äußerem Schutzrohr (Durchmesser 60 mm) und dem eigentlichen Aerosolrohr (Durchmesser 26 mm). Um sicherzustellen, dass das verlängerte Probenahmerohr keinen negativen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Messeinrichtung hat, wurden Untersuchungen im Labor in der Klimakammer durchgeführt. Hierzu wurde die Messeinrichtung in einem Klimaschrank mit Dachdurchführung verbaut. Dieser Klimaschrank (temperiert auf ca. 20 °C) wurde in der Klimakammer positioniert. Die Klimakammer war auf 38°C und 90 % rel. Feuchte gestellt. Hierdurch wurde der Betrieb in einem klimatisiertem Messcontainer bei heißen und feuchten Umgebungsbedingungen simuliert.

Hierbei konnte kein negativer Einfluss durch den Einsatz des verlängertem Probenahmerohr festgestellt werden.

Tabelle 3: Untersuchungen Fidas Smart 100 E am Nullpunkt

	SN 13418		SN 13419	
	Messwert PM <sub>2,5</sub>	Messwert PM <sub>10</sub>	Messwert PM <sub>2,5</sub>	Messwert PM <sub>10</sub>
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
20°C, 50 % rel. Feuchte	0,0	0,0	0,0	0,0
38°C, 80 % rel. Feuchte	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle 4: Untersuchungen Fidas Smart 100 E mit MonoDust 1500

	SN 13418		SN 13419	
	Messwert PM <sub>2,5</sub>	Messwert PM <sub>10</sub>	Messwert PM <sub>2,5</sub>	Messwert PM <sub>10</sub>
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
20°C, 50 % rel. Feuchte	25,14	39,98	25,14	39,98
38°C, 80 % rel. Feuchte	25,07	39,99	25,21	39,97

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub  $PM_{2,5}$  und  $PM_{10}$ ,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

Seite 25 von 269



Abbildung 6: Fidas 100 E



Abbildung 7: Wettersensor am Probenahmerohr

### Softwareversionen:

Während der Prüfung war auf den Geräten die Softwareversion 1.0.4 installiert. In der Zwischenzeit hat der Hersteller die Softwareversion weiterentwickelt. Hierbei wurden zum einen Fehler behoben oder Funktionserweiterungen z.B. bei den Netzwerkeinstellungen umgesetzt. Weitere Funktionserweiterungen sind für die zu zertifizierende Variante nicht relevant. Die aktuelle Softwareversion für die Messeinrichtung lautet somit: 1.0.11. Die Zwischenversionen 1.0.5, 1.0.6, 1.0.7, 1.0.8, 1.0.9 und 1.0.10 können ebenfalls eingesetzt werden. Die Softwareänderungen wurden als Typ 0 eingestuft.

**Hinweis zu im Prüfbericht verwendetem Bildmaterial:** zu Beginn der Prüfung beabsichtigte der Hersteller, die Messeinrichtung unter dem Namen „AQGuard“ zu vermarkten. Im Laufe der Prüfung hat der Hersteller sich entschlossen, die Messeinrichtung unter dem Systemnamen „Fidas Smart System“ in den Gerätevarianten „Fidas Smart 100“ und „Fidas Smart 100 E“ zu vertreiben. Deshalb sind auf den Prüflingen noch entsprechende „AQGuard“ Kennzeichnungen sichtbar.

## **4. Prüfprogramm**

### **4.1 Allgemeines**

Die Eignungsprüfung erfolgte an 2 identischen Geräten mit den Seriennummern:

Gerät 1: 12248

Gerät 2: 12250

Die Prüfung wurde mit der Softwareversion 1.0.4 durchgeführt.

### **4.2 Laborprüfung**

Die Eignungsprüfung erfolgte an 2 identischen Geräten mit den Seriennummern:

Gerät 1: 12248

Gerät 2: 12250

Die Untersuchungen mit dem verlängertem Probenahmerohr erfolgte an 2 identischen Geräten mit den Seriennummern (siehe S. 23 und 24):

Gerät 1: 13418

Gerät 2: 13419

Nach der Richtlinie [9] ergab sich folgendes Versuchsprogramm im Labor:

- Messwerte
- Negative Signale
- Nullniveau und Nachweisgrenze
- Genauigkeit des Volumenstroms
- Dichtigkeit des Probenahmesystems
- Abhängigkeit des Nullpunkts von der Umgebungstemperatur
- Abhängigkeit des Messwertes von der Umgebungstemperatur
- Einfluss der Netzspannung auf das Messsignal
- Auswirkung des Ausfalls der Stromversorgung
- Auswirkung von Feuchte auf den Messwert

Folgende Geräte kamen für die Laboruntersuchungen zur Ermittlung der Verfahrenskenngrößen zum Einsatz:

- Klimakammer (Temperaturbereich von -20 °C bis +50 °C, Genauigkeit besser als 1 °C)
- Trennstelltrafo
- 1 Massendurchflussmesser Model 4043 (Hersteller: TSI)
- 1 Referenzdurchflussmesser vom Typ BIOS Met Lab 500 (Hersteller: Mesa Lab)
- Nullfilter zur externen Nullpunktsüberprüfung
- MonoDust 1500 zur Überprüfung der Empfindlichkeit

Die Aufzeichnung der Messwerte erfolgte geräteintern. Die gespeicherten Rohdatensätze wurden via Datendownload ausgelesen und in Excel ausgewertet.

Die Prüfung der Empfindlichkeit erfolgte mit monodispersen Staub (MonoDust 1500). Bei Aufgabe dieses Prüfstaubes ist ein Peak in der Größenverteilung im Kanal 140,1 zu erwarten. Um Abweichungen in der Einklassierung quantifizierbar zu machen, wurde auf Basis der vorhandenen Felddatensätze aus der Eignungsprüfung errechnet, welche Auswirkung eine Peakverschiebung bis zu maximal  $\pm 3$  Kanälen auf einen PM-Messwert hätte.

Verschiebt sich der Peak im Kanal 140,1, so verschieben sich auch alle anderen Kanäle um die gleiche Anzahl an Rohdatenkanälen. Dies hängt mit dem eingesetzten A/D-Wandler zusammen, der eine logarithmische Kennlinie hat. Wird nun hypothetisch die gesamte Rohdatenverteilung um  $\pm 3$  Kanäle verschoben und werden die PM-Werte damit neu berechnet, so kann damit die Auswirkung auf die PM-Messwerte bestimmt werden. Hierzu wurden die tatsächlich 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\_0005-25) für PM<sub>2.5</sub>

Kanalverschiebung	Steigung	Achsenabschnitt
-3	1,086	0,03889
-2	1,056	0,025
-1	1,029	0,0122
0	1	0
1	0,973	-0,00785
2	0,945	-0,0197
3	0,918	-0,031

Tabelle 6: Matrix zum Einfluss einer Peakverschiebung auf die Massenkonzentration (PM\_ENVIRO\_0005-10) für PM<sub>10</sub>

Kanalverschiebung	Steigung	Achsenabschnitt
-3	1,023	0.28767374
-2	1,012	0.21356596
-1	0,996	0.1441563
0	1	0
1	1,001	-0.16967074
2	0,994	-0.31094192
3	0,973	-0.18567619



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

Seite 29 von 269

Liegt z.B. bei Anwendung der Methode PM\_ENVIRO\_0005\_25 eine Verschiebung um -3 Kanäle vor, so stehen die tatsächlichen PM-Werte mit den hypothetisch bestimmten PM-Werten wie folgt in Relation:

$$\begin{aligned} \text{PM}_{2,5\_tatsächlich} &= 1,086 * \text{PM}_{2,5\_hypothetisch} + 0,03889 \\ \text{PM}_{10\_tatsächlich} &= 1,023 * \text{PM}_{10\_hypothetisch} + 0,28107. \end{aligned}$$

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

Zur Auswertung wurden dann für den Idealfall (Peak exakt im Kanal 140,1) ein hypothetischer Messwert für PM<sub>2,5</sub> von 25 µg/m<sup>3</sup> und für PM<sub>10</sub> von 40 µg/m<sup>3</sup> angesetzt und dann je nach Peakverschiebung der entsprechend zu erwartende Konzentrationswert gemäß der vorstehenden Matrix ermittelt.

Die Ergebnisse der Laborprüfungen sind unter Punkt 6 zusammengestellt.

### 4.3 Feldtest

Die Eignungsprüfung erfolgte an 2 identischen Geräten mit den Seriennummern:

Gerät 1: 12248

Gerät 2: 12250

Nach der Richtlinie [9] ergab sich folgendes Versuchsprogramm im Feldtest:

- Konstanz des Probenvolumenstroms
- Nullpunktprüfungen
- Aufzeichnung der Betriebsparameter
- Tageswerte/Tagesmittelwerte
- Verfügbarkeit
- Unsicherheit zwischen den AMS
- Erweiterte Messunsicherheit
- Wartungsintervall/Kontrollintervall
- Automatische Überprüfung
- Prüfung der Sensoren für Temperatur, Druck und/oder Luftfeuchte

Für den Feldtest wurden folgende Geräte eingesetzt:

- Messcontainer des TÜV Rheinland, klimatisiert auf ca. 20 °C
- Wetterstation zur Erfassung meteorologischer Kenngrößen wie Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung sowie der Regenmenge
- 4 Referenzmessgeräte SEQ47/50-RV für PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub> gemäß Punkt 5; 2 LVS3 für PM<sub>2,5</sub> (nur Feldtest Köln 1, hier wurden für PM<sub>2,5</sub> zwei LVS3 eingesetzt und für PM<sub>10</sub> 2 SEQ47/50-RV)
- 1 Massendurchflussmesser Model 4043 (Hersteller: TSI)
- Nullfilter zur externen Nullpunktsüberprüfung
- MonoDust 1500 zur Überprüfung der Empfindlichkeit

Im Feldtest liefen zeitgleich zwei Fidas Smart 100 Systeme und vier Referenzgeräte (2 für PM<sub>2,5</sub> und 2 für PM<sub>10</sub>). Die Referenzgeräte SEQ47/50-RV wechseln alle 24 h automatisch die Filter. Bei den Referenzgeräten LVS3 müssen die Filter alle 24 Stunden manuell gewechselt werden. Die Ergebnisse können vollständig auf Messsysteme Fidas Smart 100 E übertragen werden.

Die Impaktionsplatten der 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.

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

### Messstandorte und Messgerätestandorte

Bei den Feldteststandorten in Köln, Bornheim und Bonn wurde ein Immissionsmesscontainer eingesetzt, auf dessen Dach die Prüflinge installiert waren. Die Referenzgeräte waren bis auf dem Standort Köln I unmittelbar davor installiert. Bei dem Standort Köln I waren die Refe-

renzgeräte SEQ47/50-RV im Messcontainer und die Referenzgeräte LVS3 waren auf dem Dach installiert. Der Feldteststandort in Niederzier wurde ohne Immissionsmesscontainer durchgeführt, hier wurde die Prüflinge und Referenzgeräte auf dem Boden in unmittelbarer Nähe zueinander installiert.

Der Feldtest wurde an folgenden Messstandorten durchgeführt:

Tabelle 7: Feldteststandorte

Nr.	Messstandort	Zeitraum	Charakterisierung
1	Köln I	01/2021 – 03/2021	Städtischer Hintergrund
2	Niederzier I	04/2021 – 06/2021	Industrieller Hintergrund
3	Köln II	07/2021 – 11/2021	Städtischer Hintergrund
4	Bornheim	12/2021 – 03/2021	Verkehrseinfluss
5	Bonn	04/2022 – 05/2022	Städtischer Hintergrund
6	Niederzier 2	06/2022 – 08/2022	Industrieller Hintergrund

Der Standort Niederzier 2 wurde ausschließlich durchgeführt, da für PM<sub>10</sub> noch nicht ausreichend Wertepaare über 28 mg/m<sup>3</sup> ermittelt wurden. Dieser Standort wurde deshalb für PM<sub>2,5</sub> nicht ausgewertet.

Abbildung 8 bis Abbildung 18 zeigen den Verlauf der PM-Konzentrationen an den Feldteststandorten, die mit den Referenzmesseinrichtungen aufgenommen wurden.

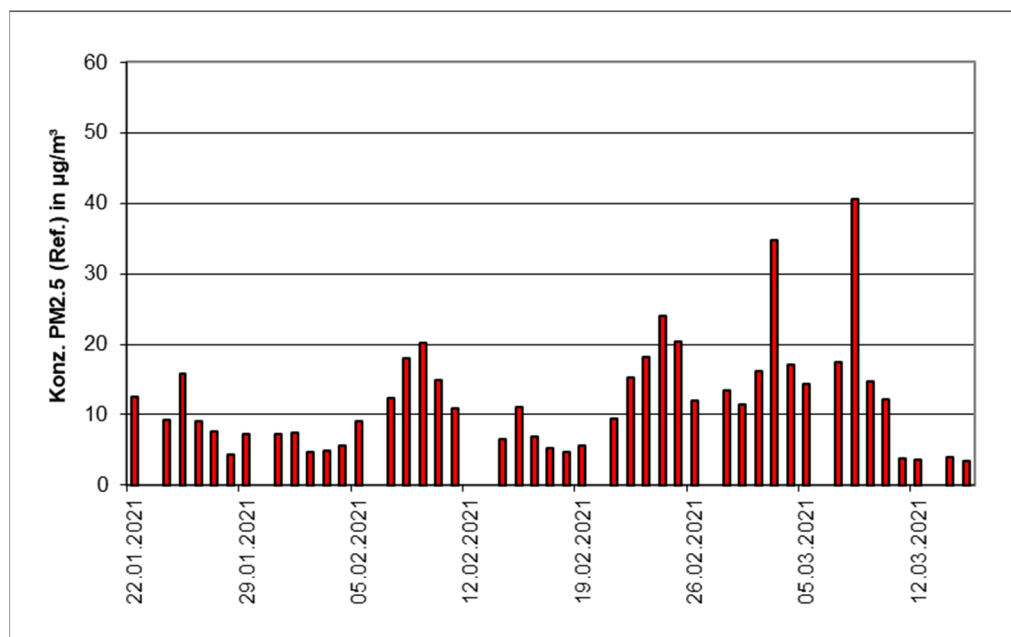


Abbildung 8: Verlauf der PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort Köln I

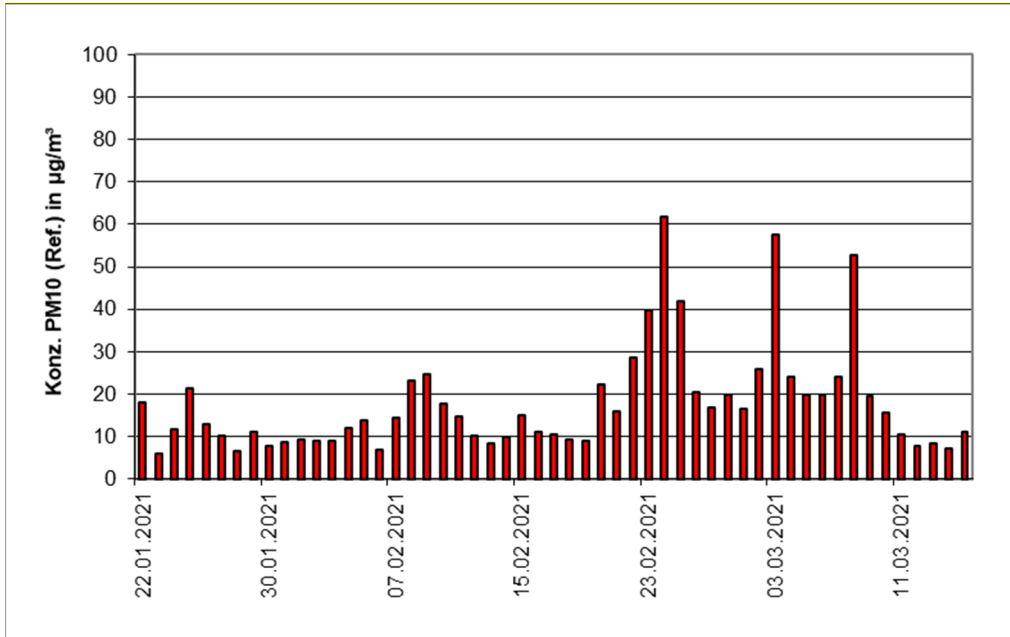


Abbildung 9: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort Köln I

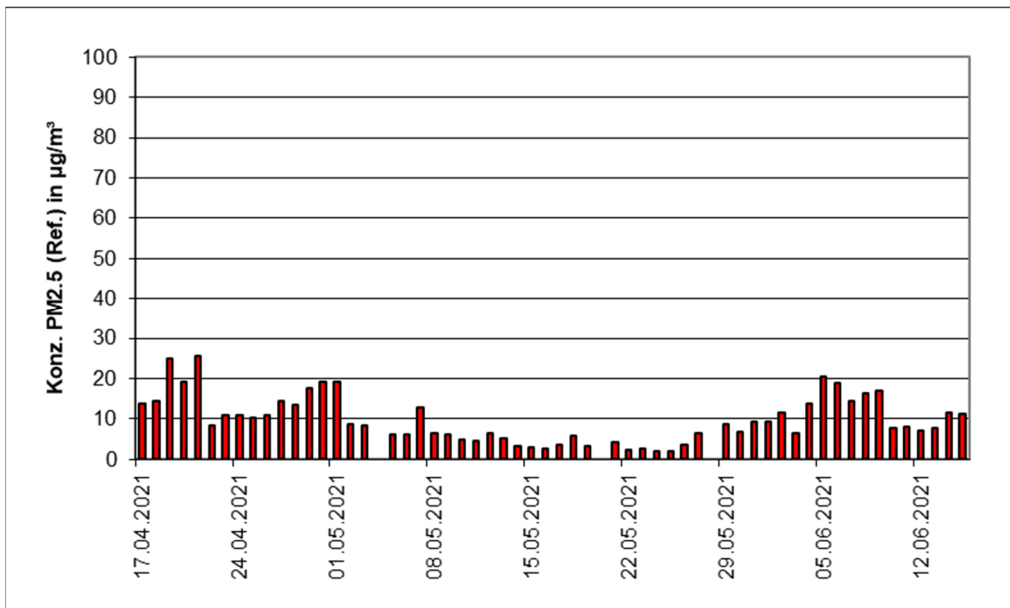


Abbildung 10: Verlauf der PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort Niederzier I

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

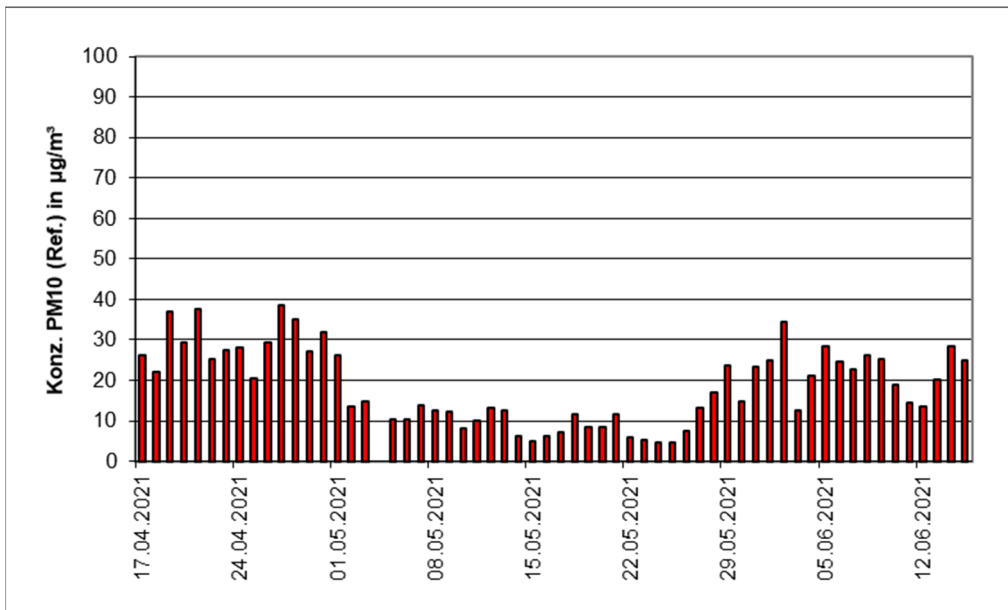


Abbildung 11: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort Niederzier I

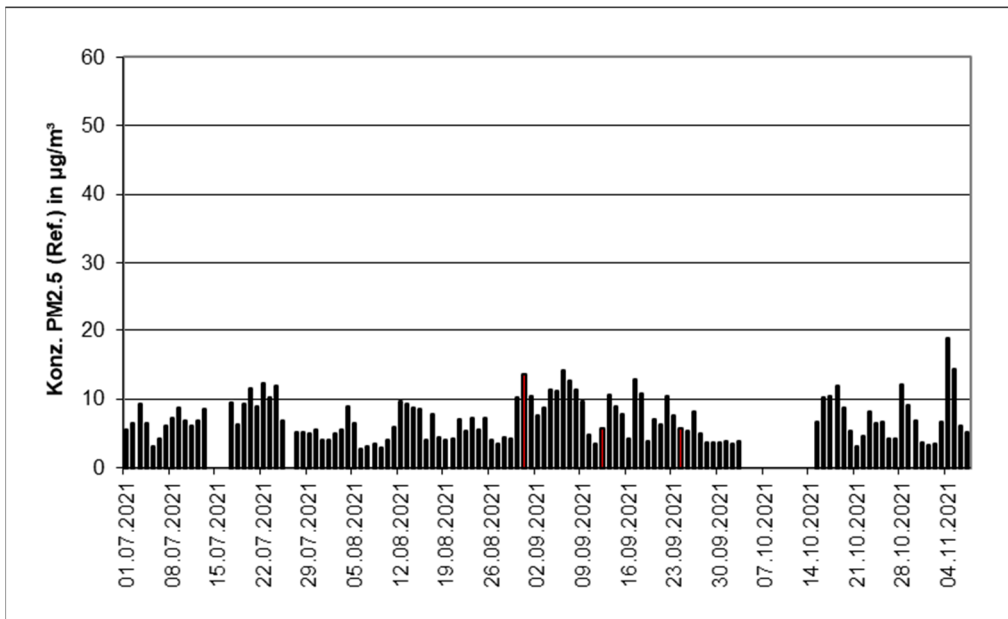


Abbildung 12: Verlauf der PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort Köln II

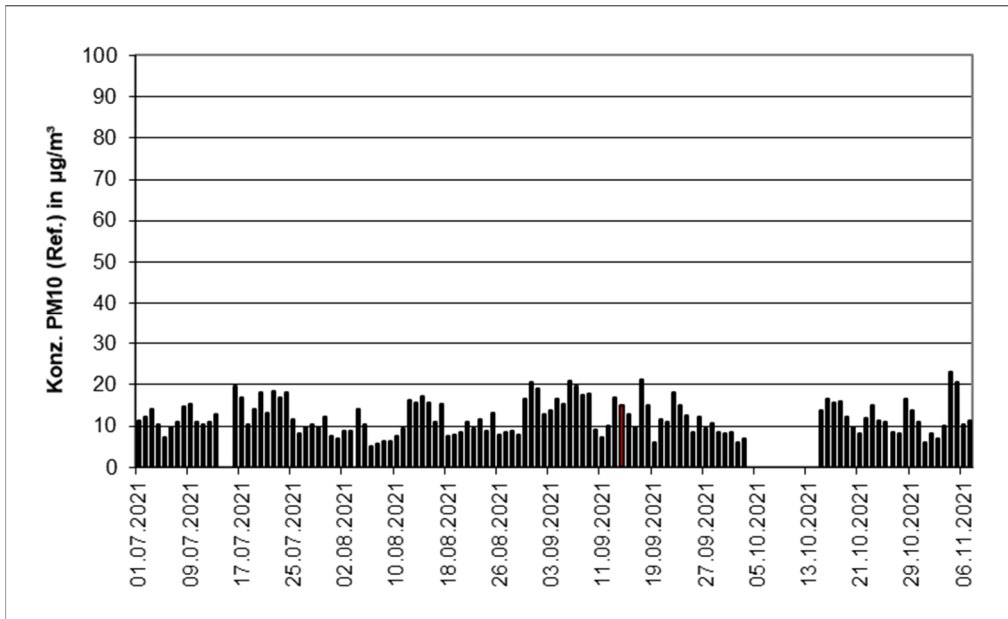


Abbildung 13: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort Köln II

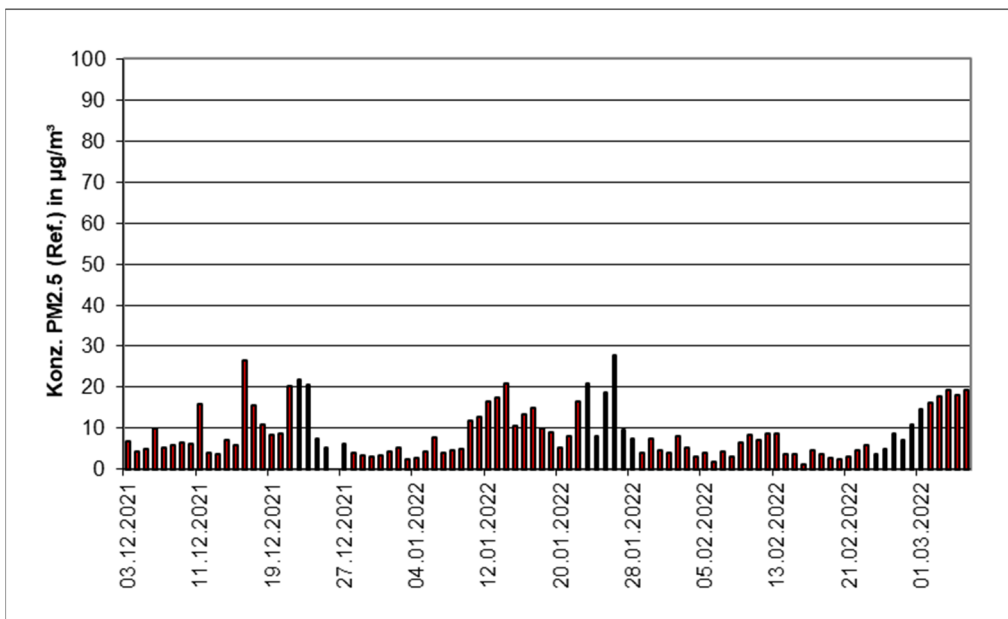


Abbildung 14: Verlauf der PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort Bornheim

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub  $PM_{2.5}$  und  $PM_{10}$ ,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

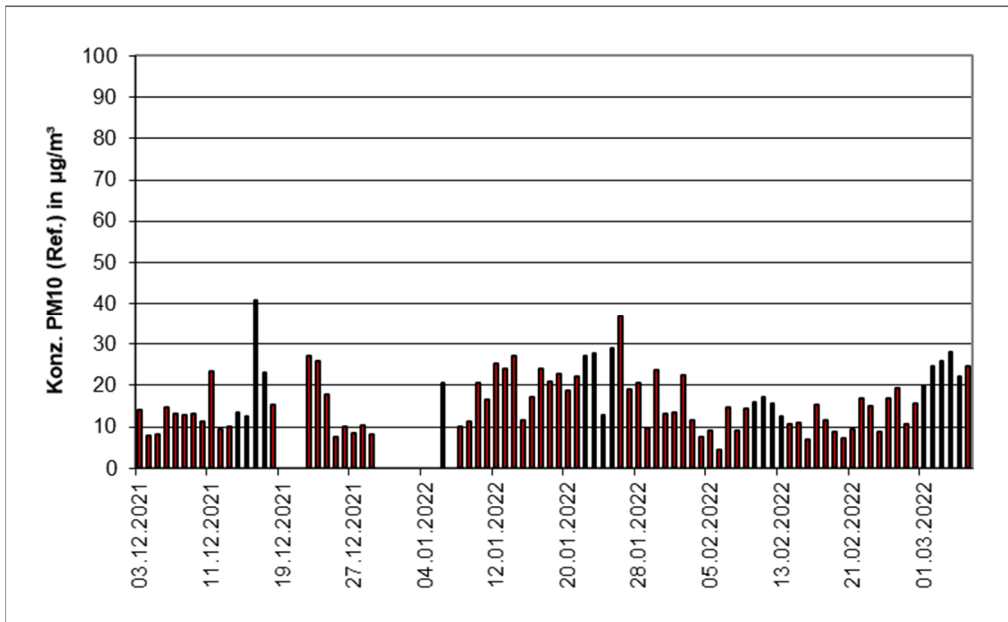


Abbildung 15: Verlauf der  $PM_{10}$ -Konzentrationen (Referenz) am Standort Bornheim

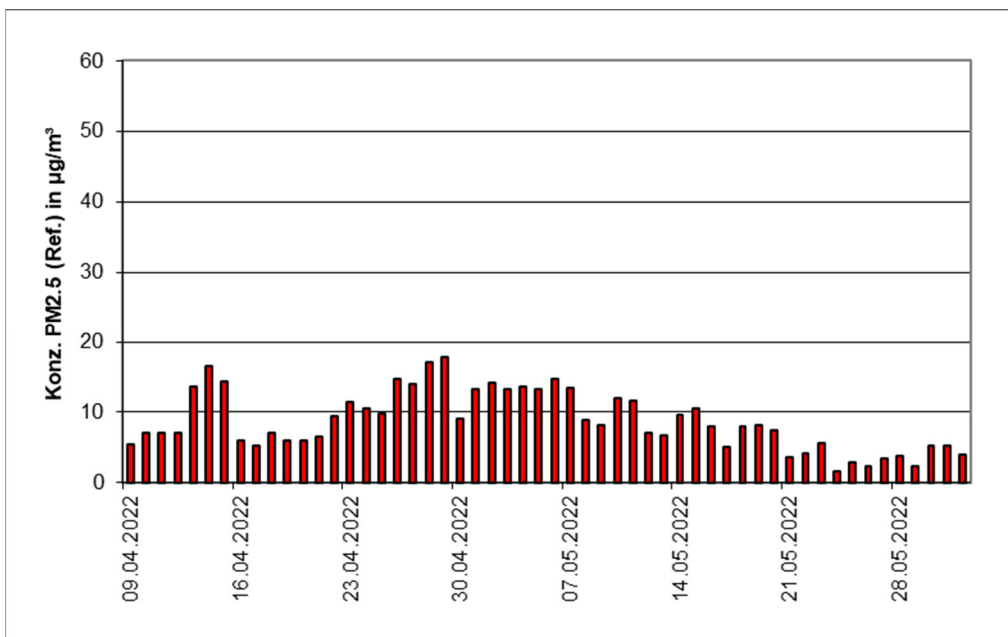


Abbildung 16: Verlauf der  $PM_{2.5}$ -Konzentrationen (Referenz) am Standort Bonn

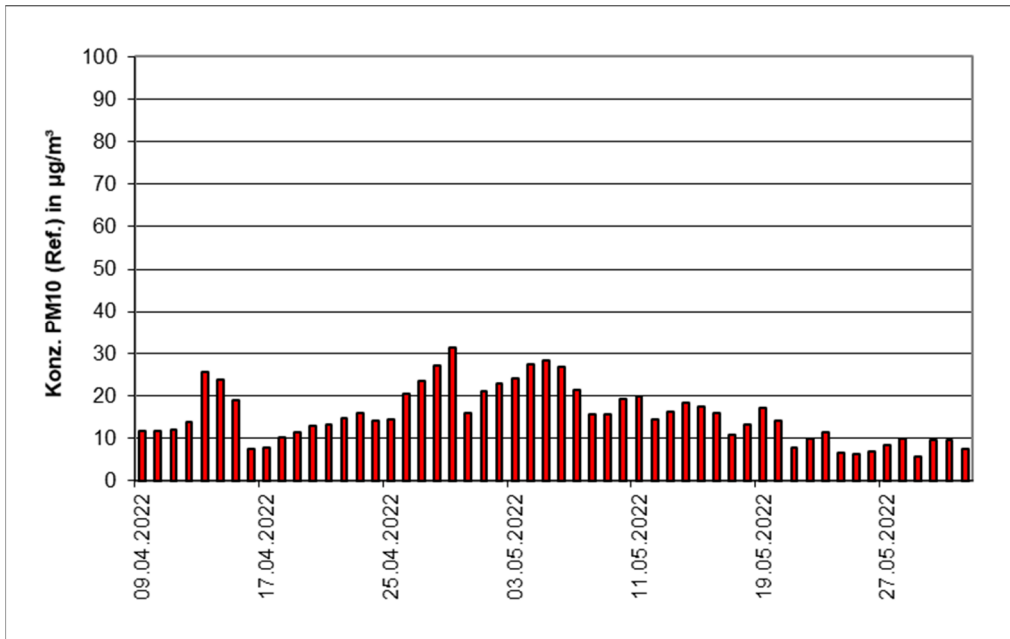


Abbildung 17: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort Bonn

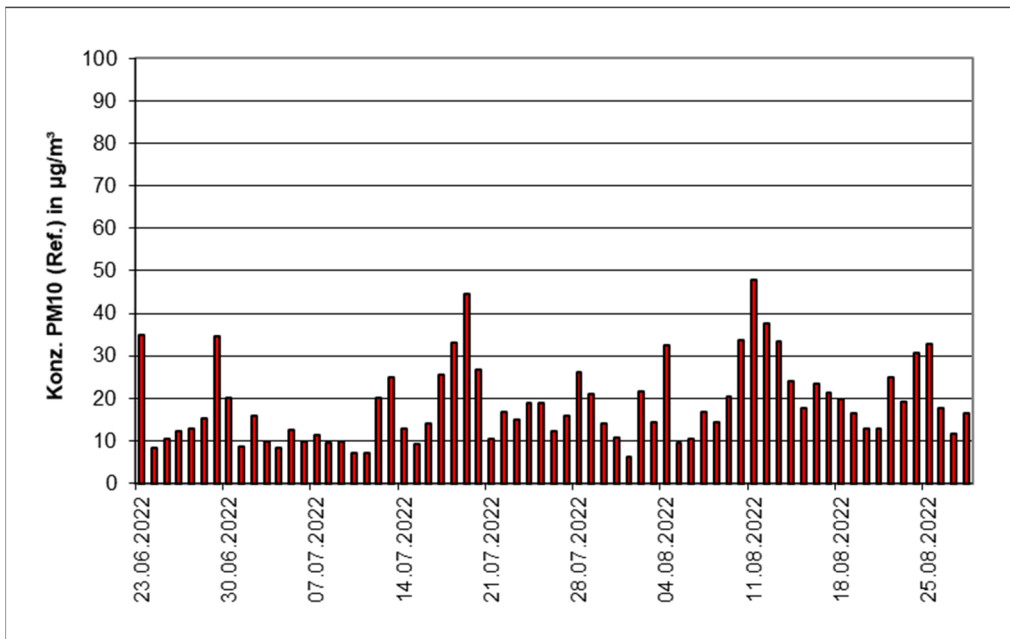


Abbildung 18: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort Niederzier II



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub  $PM_{2,5}$  und  $PM_{10}$ ,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

Seite 37 von 269

Die folgenden Abbildungen zeigen die verschiedenen Feldteststandorte (die Prüflinge befinden sich in den roten Markierungen):



Abbildung 19: Feldteststandort Köln





Abbildung 20: Feldteststandort Niederzier (Prüflinge in der Mitte)



Abbildung 21: Feldteststandort Bornheim



Abbildung 22: Feldteststandort Bonn

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 1-min-Mittelwerte gespeichert.

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

#### Deutschland

- Höhe Containerdach: 2,50 m
- Höhe der Probenahme für Testgeräte 3,70 m über Grund/ 1,20 m ü. Containerdach
- Referenzgerät 3,47 m über Grund/ 0,97 m ü. Containerdach
- Höhe der Windfahne: 4,5 m über Grund

Die nachfolgende Tabelle 8 enthält daher neben einem Überblick über die wichtigsten meteorologischen Kenngrößen, die während der Messungen an den 6 Feldteststandorten ermittelt wurden, auch einen Überblick über die Schwebstaubverhältnisse während des Prüfzeitraumes.

Tabelle 8: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten als Tagesmittelwerte

	Köln I	Niederzier I	Köln II	Bornheim	Bonn	Niederzier II
<b>Anzahl Wertepaare</b>	PM <sub>10</sub> : 53	PM <sub>10</sub> : 59	PM <sub>10</sub> : 117	PM <sub>10</sub> : 83	PM <sub>10</sub> : 54	PM <sub>10</sub> : 67
<b>Referenz</b>	PM <sub>2,5</sub> : 44	PM <sub>2,5</sub> : 57	PM <sub>2,5</sub> : 115	PM <sub>2,5</sub> : 93	PM <sub>2,5</sub> : 54	
<b>Anteil PM<sub>2,5</sub> an PM<sub>10</sub> [%]</b>						
<b>Bereich</b>	31,1 – 85,4	33,4 – 92,6	35,3 – 80,9	16,4 – 90,0	24,8 – 80,4	n.b.
<b>Mittelwert</b>	64,5	52,0	57,2	51,3	55,4	
<b>Lufttemperatur [°C]</b>						
<b>Bereich</b>	-5,8 – 15,4	4,9 – 26,9	6,7 – 22,5	-1,5 – 14,0	6,7 – 24,3	16,5 – 28,1
<b>Mittelwert</b>	5,7	13,6	6,7	5,6	15,0	20,7
<b>Luftdruck [hPa]</b>						
<b>Bereich</b>	985 – 1030	990 – 1016	996 – 1025	989 – 1034	995 – 1023	994 – 1019
<b>Mittelwert</b>	1007	1004	1012	1013	1011	1007
<b>Rel. Luftfeuchte [%]</b>						
<b>Bereich</b>	42 – 90	48 – 94	60 – 93	54 – 99	37 – 85	36 – 86
<b>Mittelwert</b>	71	72	75	83	58	61
<b>Windgeschwindigkeit* [m/s]</b>						
<b>Bereich</b>	n.b.	1,3 – 9,1	0,01 – 1,7	0,3 – 3,7	0,3 – 1,5	n.b.
<b>Mittelwert</b>		3,4	0,3	1,3	0,6	

\*Bei diesen Daten handelt es sich nur um orientierende Messungen

### Dauer der Probenahmen

DIN EN 12341 [3] legte die Probenahmedauer auf 24 h ± 1 h fest.

Im Feldtest wurde immer eine Probenahmezeit von 24 h für alle Geräte eingestellt (von 10:00 – 10:00 Uhr am Standort Köln I; in allen anderen Standorten von 00:00 – 00:00).

### Handhabung der Daten

Die ermittelten Messwertpaare der Referenzwerte aus den Felduntersuchungen wurden vor den jeweiligen Auswertungen für jeden Standort einem statistischen Ausreißertest nach Grubbs (99 %) unterzogen, um Auswirkungen von offensichtlich unplausiblen Daten auf das Messergebnis vorzubeugen. Als signifikante Ausreißer erkannte Messwertpaare dürfen dabei solange aus dem Wertepool entfernt werden, bis der kritische Wert der Prüfgröße unterschritten wurde. Die Richtlinie EN 16450 [4] erlaubt bis zu 2,5 % der Datenpaare als Ausreißer zu entfernen, solange mindestens 40 valide Datenpaare pro Standort verbleiben. Es wurde für PM<sub>2,5</sub> ein Ausreißer identifiziert.

Es wurde folgendes Wertepaar entfernt:

Tabelle 9: Entferntes Wertepaar Referenz PM<sub>2,5</sub> nach Grubbs

Standort	Datum	Referenz 1 [µg/m <sup>3</sup> ]	Referenz 2 [µg/m <sup>3</sup> ]
Bornheim	26.12.2021	13,3	8,83

Die Messwerte am 04.05.2021 mussten verworfen werden, da durch ein Unwetter die Referenzmessungen stark beeinträchtigt waren.

### Filterhandling - Massenbestimmung

Folgende Filter wurden in der Eignungsprüfung verwendet:

Tabelle 10: Eingesetzte Filtermaterialien

Filtermaterial, Typ	Hersteller
Emfab™, Ø 47 mm	Pall

Die Behandlung der Filter entspricht den Anforderungen der DIN EN 12341.

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 folgende Geräte eingesetzt:

1. als Referenzgerät PM<sub>2,5</sub>: Standard Referenz Probenahmegeräte Low Volume Sampler LVS3  
Hersteller: Sven Leckel Ingenieurbüro GmbH, Berlin  
PM<sub>2,5</sub>-Probenahmekopf

2. als Referenzgerät PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>:  
Standard Referenz Probenahmegeräte mit automatischem Filterwechsel SEQ47/50-RV  
Hersteller: Sven Leckel Ingenieurbüro GmbH, Berlin  
PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>-Probenahmekopf

Beim Feldtest Köln I wurden zwei LVS3 Referenzgeräte für PM<sub>2,5</sub> und zwei SEQ47/50-RV für PM<sub>10</sub> eingesetzt. Bei allen anderen Feldteststandorten wurden nur SEQ47/50-RV eingesetzt.

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

Die Probenahmeluft bei den Referenzgeräten 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.

Beim LVS3 zeigt die Messelektronik nach beendeter Probenahme das angesaugte Probeluftvolumen in Norm- und Betriebs-m<sup>3</sup> an.

Beim SEQ47/50-RV wird nach 24 Stunden Probenahme automatisch ein neuer Filter eingelegt und der beprobte Filter wird in das Filtermagazin verbracht. Die relevanten Parameter der Probenahme werden auf einem Speichermedium gespeichert.

Die Schwebstaubkonzentration wurde ermittelt, in dem die im Labor gravimetrisch bestimmte Schwebstaubmenge auf dem jeweiligen Filter durch das zugehörige durchgesetzte Probeluftvolumen in Betriebs-m<sup>3</sup> dividiert wurde.

## 6. Prüfergebnisse

### 6.1 6.3 Allgemeine Anforderungen (VDI 4202 Blatt 3 Februar 2019)

#### 6.1 6.3.1 Messwertanzeige

*Die Messeinrichtung muss eine funktionsfähige Messwertanzeige am Gerät 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 verfügt über eine funktionsfähige Messwertanzeige an der Frontseite des Gerätes. Diese ist nur sichtbar, wenn das Wetterschutzgehäuse demontiert ist.

#### 6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung verfügt über eine funktionsfähige Messwertanzeige an der Frontseite des Gerätes.

Mindestanforderung erfüllt? ja

#### 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Abbildung 23 zeigt die Messeinrichtung mit integrierter Messwertanzeige.



Abbildung 23: Fidas Smart 100 mit Messwertanzeige

### **6.1 6.3.2 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**

Der Hersteller hat für die Messeinrichtung einen Wartungsplan erstellt. Das kürzeste Wartungsintervall beträgt 1 Jahr (Überprüfung mit Monodust 1500 und Überprüfung Volumestrom).

Hinweis: Die Europäische Norm EN 16450 [4] enthält weitergehende Anforderungen an die erforderliche Häufigkeit von Kalibrierungen, Prüfungen und Wartungsarbeiten. Hierdurch kann eine häufigere Überprüfung der Messeinrichtung notwendig werden.

### **6.5 Bewertung**

Wartungsarbeiten sind mit üblichen Werkzeugen und vertretbarem Aufwand von außen durchführbar.

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 problemlos durchführen.



## 6.1 6.3.3 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.*

*Das Prüfinstitut muss die Eignung der zur AMS gehörenden automatischen Funktionskontrolle beurteilen.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bedienungshandbuch.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Das geprüfte Gerät besitzt keine automatische Funktionskontrolle. Der Gerätestatus der Messeinrichtung wird kontinuierlich überwacht und Probleme über eine Reihe von verschiedenen Warnungsmeldungen angezeigt.

## 6.4 Auswertung

Das geprüfte Gerät besitzt keine interne Einrichtung zur Funktionskontrolle. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und Probleme über eine Reihe von verschiedenen Warnmeldungen angezeigt.

Zur externen Nullpunktsüberprüfung der Messeinrichtung wird ein Nullfilter am Geräteinlass montiert. Der Einsatz dieses Filters ermöglicht die Bereitstellung von schwebstaubfreier Luft. Zur Überprüfung der Empfindlichkeit wird das Gerät mit Partikeln einer definierten Größe (MonoDust 1500) beaufschlagt. Die Partikelgrößenverteilung dieses Staubs ist monodispers und der Peak in der Verteilung der im Gerät erzeugten Rohdaten muss bei dem auf dem Monodust-Kalibrierungszertifikat angegebenen Zielkanal liegen (typischerweise 140,1). Wenn der Peak von diesem Wert abweicht, kann der Wert angepasst werden. Durch diese Anpassung bei einer Partikelgröße wird die Empfindlichkeit des Messsystems für alle Partikelgrößen automatisch angepasst, da das Gerät mit nur einem A/D-Wandler arbeitet.

## 6.5 Bewertung

Das geprüfte Gerät besitzt keine automatische Funktionskontrolle.

Mindestanforderung erfüllt? nicht zutreffend

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

## **6.1 6.3.4 Rüst- und Einlaufzeiten**

*Die Bedienungsanleitung muss Angaben des Herstellers zu den Rüst- und Einlaufzeiten der AMS enthalten.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Benutzerhandbuch.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Messinstrumente wurden nach den Anweisungen 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 von Dachdurchführungen, werden hier nicht bewertet.

## **6.4 Auswertung**

Die Rüstzeit hängt im wesentlichen von den Gegebenheiten am Einbauort ab. Die Installation besteht im Wesentlichen darin, dass die Messeinrichtung an eine geeignete Vorrichtung montiert wird und die Stromversorgung hergestellt wird. Die Inbetriebnahme ist in Kapitel 4 im Benutzerhandbuch ausführlich beschrieben. Im Anschluss sind noch verschiedene Tests durchzuführen, wie z.B. die Überprüfung der Dichtigkeit.

Bei der Messeinrichtung Fidas Smart 100 E muss zusätzlich noch die Dachdurchführung eingerichtet und abgedichtet werden.

Bei der Erstinstallation sowie verschiedenen Positionsveränderungen der Feldmessstelle wurde eine Rüstzeit von ca. 0,5 h ermittelt.

Die Messeinrichtung ist im Anschluss messbereit.

## **6.5 Bewertung**

Die Rüstzeit betrug während der Eignungsprüfung ca. 0,5 h, die notwendigen Arbeiten sind im Benutzerhandbuch beschrieben.

Die Einlaufzeit bis nach dem Einschalten valide Messwerte vorliegen beträgt ca. 15 Minuten.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

## 6.1 6.3.5 Bauart

*Die Bedienungsanleitung 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*
- *Vermeidung von Kondensation im Analysator.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bedienungsanleitung sowie ein Messgerät zur Erfassung des Energieverbrauchs (Voltcraft Energylogger) und eine Waage.

## 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 bestimmt.

## 6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung Fidas Smart 100 muss in horizontaler Einbaulage mit dem Wandhalter montiert werden. Die Unterseite der Messeinrichtung muss hierbei frei bleiben. Die Messeinrichtung Fidas Smart 100 E kann auch auf einer Oberfläche stehend installiert werden. Die Temperatur am Aufstellungsort muss im Bereich zwischen -20 °C bis 50 °C liegen; ein Witterungsschutz ist nicht notwendig (wenn der Wetterschutz verwendet wird).

Die Abmessungen und Gewichte der Messeinrichtung stimmen mit den Angaben aus dem Benutzerhandbuch überein. Das Messgerät wiegt ca. 2,4 kg und der Wetterschutz wiegt ca. 1,5 kg. Das verlängerte Probenahmerohr für die Messeinrichtung Fidas Smart 100 E wiegt 2,2 kg.

Der Energiebedarf der Messeinrichtung wird vom Hersteller maximal 60 Watt angegeben. Hierbei entfällt ein wesentlicher Anteil auf das Feuchtekompensationsmodul IADS compact, das eine Leistungsaufnahme von bis zu 40 Watt hat. Über 24 Stunden ergab sich eine durchschnittliche Leistungsaufnahme von ca. 32 Watt.

Um Kondensationseffekte zu vermeiden, ist vor dem Aerosolsensor das Feuchtekompensationsmodul IADS compact verbaut. Die maximale Leistung der Heizung der IADS compact wird von Hersteller mit 40 Watt angegeben. Da durch eine zu hohe Temperatur im Probenahmerohr Minderbefunde durch Verflüchtigungen auftreten können, wird das Probenahmerohr nur soweit geheizt, wie unbedingt nötig. Die Heizleistung wird im wesentlichen in Abhängigkeit der Luftfeuchtigkeit geregelt und ist somit stark von den Umgebungsbedingungen abhängig.

## 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 6.3.6 Unbefugtes Verstellen**

*Die Justierung der Messeinrichtung muss gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen gesichert werden können. Alternativ muss die Bedienungsanleitung einen deutlichen Hinweis erhalten, dass das Messgerät nur in einem gesicherten Bereich aufgestellt werden darf.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Bedienung des Messgerätes erfolgt über ein frontseitiges Display oder über einem direkt oder via Netzwerk angeschlossenen externen Rechner.

## **6.4 Auswertung**

Das Gerät verfügt über einen Passwortschutz. Eine Veränderung von Parametern ist nur nach Eingabe des Passwortes möglich.

## **6.5 Bewertung**

Die Messeinrichtung ist gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen von Geräteparametern durch einen Passwortschutz gesichert.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

### **6.1 6.3.7 Messsignalausgang**

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

### **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

PC

### **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die verschiedenen Ausgänge werden überprüft und ausgewertet.

### **6.4 Auswertung**

Die Messwerte werden nur digital ausgegeben. Die Messeinrichtung verfügt über USB, Ethernet, WLAN und Mobilfunk (SIM-Karte erforderlich).

### **6.5 Bewertung**

Die Messsignale werden digital angeboten.

Der Anschluss von zusätzlichen Mess- und Peripheriegeräten ist möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

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

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **6.1 6.3.8 Digitale Schnittstelle**

*Die digitale Schnittstelle muss die Übertragung der Messsignale, Statussignale und Informationen wie Gerätetyp, Messbereich, Messkomponente und Einheit erlauben und vollständig im einschlägigen Normen- und Richtlinienwerk beschrieben sein.  
Der Zugriff auf das Messgerät über digitale Schnittstellen beispielsweise zur Steuerung und Datenübertragung muss gegen unbefugten Zugriff gesichert sein.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

PC zur Datenübertragung

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Messeinrichtung verfügt über folgenden digitalen Übertragungswege: TCP/IP Netzwerk, USB, WLAN und Mobilfunk.

## **6.4 Auswertung**

Die Messsignale werden in digitaler Form folgendermaßen angeboten: TCP/IP Netzwerk, USB, WLAN und Mobilfunk.

Die digitalen Ausgangssignale wurden mit Hilfe eines an die Messgeräte angebotenen PCs überprüft. Alle relevanten Daten wie Messsignale, Statussignale, Messkomponente, Messbereich, Einheit und weitere Geräteinformationen können digital übertragen werden. Es werden die digitalen Übertragungsprotokolle UDP ASCII und TCP ASCII unterstützt.

Die digitale Datenabfrage der Daten ist immer mit einer Passwortabfrage verbunden.

## **6.5 Bewertung**

Die digitale Messwertübertragung funktioniert korrekt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## 6.1 6.3.9 Datenübertragungsprotokoll

*Zur digitalen Übertragung der Messsignale muss das Messgerät über mindestens ein Datenübertragungsprotokoll verfügen.*

*Jedes vom Hersteller für das Messgerät angebotene Datenübertragungsprotokoll muss die korrekte Datenübertragung erlauben und Übertragungsfehler erkennen lassen. Das Datenübertragungsprotokoll einschließlich der verwendeten Kommandos muss in der Bedienungsanleitung vollständig dokumentiert sein. Das Datenprotokoll muss mindestens die Übertragung der folgenden Daten erlauben:*

- *Messgeräteerkennung*
- *Komponentenerkennung*
- *Einheit*
- *Messsignal mit Zeitstempel (Datum und Uhrzeit)*
- *Betriebs und Fehlerstatus*
- *Steuerungsbefehle zur Fernsteuerung des Messgerätes*

*Alle Daten müssen in Klartext (ASCII-Zeichen) übertragen werden.*

*Die AMS muss Daten von Betriebszuständen mindestens der folgenden Parameter telemetrisch übermitteln:*

- *Volumenstrom*
- *Druckabfall über dem Probenahmefilter (falls zutreffend)*
- *Probenahmedauer*
- *Probenvolumen (falls zutreffend)*
- *Massenkonzentration der betreffenden Staubfraktion(en)*
- *Außenlufttemperatur*
- *Außenluftdruck*
- *Lufttemperatur in der Messeinheit*
- *Temperatur des Probeneinlasses, wenn ein beheizter Probeneinlass eingesetzt wird*

*Die Ergebnisse von automatischen/funktionalen Überprüfungen müssen, sofern verfügbar, aufgezeichnet werden.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

PC zur Datenübertragung

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Über die Schnittstellen können 2 verschiedene Protokolle übertragen werden: UDP ASCII und TCP ASCII.

## 6.4 Auswertung

Über die Schnittstellen können 2 verschiedene Protokolle übertragen werden: UDP ASCII und TCP ASCII. In Kapitel 12 des Handbuches sind die Protokolle beschrieben.

## 6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung verfügt standardmäßig über 4 verschiedene Übertragungsprotokolle. Die Übertragung von Mess- und Statussignalen erfolgt korrekt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **6.1 7.1 Leistungsanforderungen (DIN EN 16450 Juni 2017)**

### **6.1 1 Messbereiche**

*Die Messbereiche müssen die folgenden Anforderungen einhalten:*

*0 µg/m<sup>3</sup> bis 1000 µg/m<sup>3</sup> als 24-h-Mittelwert*

*0 µg/m<sup>3</sup> bis 10000 µg/m<sup>3</sup> als 1-h-Mittelwert, falls zutreffend*

### **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

### **6.3 Durchführung der Prüfung**

Es wurde geprüft, ob der Messbereichsendwert der Messeinrichtung die entsprechenden Anforderungen einhält.

### **6.4 Auswertung**

An der Messeinrichtung ist ein maximaler Messbereich von 0 - 20.000 µg/m<sup>3</sup> möglich.

### **6.5 Bewertung**

Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung liegt bei max. 20.000 µg/m.

Mindestanforderung erfüllt? ja

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

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.



## **6.1 2 Negative Signale**

*Negative Signale dürfen nicht unterdrückt werden.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

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

## **6.4 Auswertung**

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

## **6.5 Bewertung**

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

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

### 6.1 3 Nullniveau und Nachweisgrenze (7.4.3)

*Nullniveau:  $\leq 2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$*

*Nachweisgrenze:  $\leq 2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$*

### 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nullfilter zur Nullpunktsüberprüfung

### 6.3 Durchführung der Prüfung

*Die Nullkonzentration und die Nachweisgrenze der AMS sind aus 15 24-h-Mittelwerten zu bestimmen, die bei der Probenahme von Nullluft erhalten werden (gleitende oder überlappende Mittelwerte sind nicht erlaubt). Der Mittelwert dieser 15 24-h-Mittelwerte wird als das Nullniveau verwendet. Die Nachweisgrenze wird als das 3,3-fache der Standardabweichung der 15 24-h-Mittelwerte berechnet.*

Die Bestimmung des Nullniveaus und der Nachweisgrenze erfolgten bei den Testgeräten durch den Betrieb der Messeinrichtung mit jeweils an beiden Messgeräteeinlässen installiertem Null-Filtern. Die Aufgabe von schwebstaubfreier Probenluft erfolgte über 15 Tage für die Dauer von jeweils 24 h.

### 6.4 Auswertung

Die Nachweisgrenze X wird aus der Standardabweichung  $s_{x_0}$  der Messwerte bei Ansaugung von schwebstaubfreier Probenluft durch beide Testgeräte ermittelt. Sie entspricht der mit Faktor 3,3 multiplizierten Standardabweichung des Mittelwertes  $\bar{x}_0$  der Messwerte  $x_{0i}$  für das jeweilige Testgerät:

$$X = 3,3 \cdot s_{x_0} \quad \text{mit} \cdot s_{x_0} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1,n} (x_{0i} - \bar{x}_0)^2}$$

### 6.5 Bewertung

Das Nullniveau und die Nachweisgrenze ermittelte sich sowohl für PM<sub>2,5</sub> als auch für PM<sub>10</sub> aus den Untersuchungen für beide Geräte zu 0,00  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 11: Nullniveau und Nachweisgrenze PM<sub>2,5</sub>

		Gerät 12248	Gerät 12250
Anzahl der Werte n		15	15
Mittelwert der Leerwerte $\bar{x}_0$	µg/m <sup>3</sup>	0,00	0,00
Standardabweichung der Werte s <sub>x0</sub>	µg/m <sup>3</sup>	0,00	0,00
Student-Faktor t <sub>n-1;0,95</sub>		2,14	2,14
Nachweisgrenze x	µg/m <sup>3</sup>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Tabelle 12: Nullniveau und Nachweisgrenze PM<sub>10</sub>

		Gerät 12248	Gerät 12250
Anzahl der Werte n		15	15
Mittelwert der Leerwerte $\bar{x}_0$	µg/m <sup>3</sup>	0,00	0,00
Standardabweichung der Werte s <sub>x0</sub>	µg/m <sup>3</sup>	0,00	0,00
Student-Faktor t <sub>n-1;0,95</sub>		2,14	2,14
Nachweisgrenze x	µg/m <sup>3</sup>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

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

## **6.1 4 Genauigkeit des Volumenstroms (7.4.4)**

*Die relative Differenz zwischen dem Mittelwert der Messergebnisse für den Volumenstrom bei zwei Temperaturen der umgebenden Luft muss  $\leq 2,0$  % betragen.*

*Die ermittelte relative Differenz zwischen dem Mittelwert der Messergebnisse für den Volumenstrom bei zwei Temperaturen der umgebenden Luft müssen die folgenden Leistungskriterien erfüllen:*

*$\leq 2,0$  %*

- in der Regel für 5 °C und 40 °C bei Aufstellung in temperaturkontrollierter Umgebung*
- bei der durch den Hersteller festgelegten Mindest- und Höchsttemperatur, sofern diese von den in der Regel anzuwendenden Temperaturen abweichen.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Klimakammer für den Temperaturbereich -20 °C bis 50 °C, ein Referenzdurchflussmesser gemäß Punkt 4.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Bei jeder Temperatur sind mindestens zehn Messungen über eine Mindestdauer von einer Stunde bei dem vom Hersteller festgelegten Betriebsvolumenstrom durchzuführen. Die Messungen sind innerhalb des Messzeitraums in gleichmäßigen Abständen durchzuführen. Für jede Temperatur muss der Mittelwert der Messergebnisse mit dem Betriebsvolumenstrom verglichen werden.

Die Messeinrichtung Fidas Smart 100 arbeitet mit einer Durchflussrate von 1 l/min. Der Hersteller hat die Mindesttemperatur auf -20 °C und die Höchsttemperatur auf 50 °C festgelegt, da die Messeinrichtung für Ausseninstallationen vorgesehen ist.

Mit Hilfe eines Referenzdurchflussmessers wurde bei je -20 °C und 50 °C der Volumenstrom durch 10 Messungen über 1 Stunde mit dem vom Hersteller festgelegten Betriebsvolumenstrom durchgeführt. Die Messungen waren gleichmäßig über den Messzeitraum verteilt.

## **6.4 Auswertung**

Aus den ermittelten 10 Messwerten pro Temperaturstufe wurden die Mittelwerte gebildet und die Abweichungen zum vom Hersteller festgelegten Betriebsvolumenstrom ermittelt.

## **6.5 Bewertung**

Die ermittelte relative Differenz zwischen dem Mittelwert der Messergebnisse für den Volumenstrom bei -20 °C und 50 °C lag bei maximal -1,7 % .

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Ergebnisse der Durchflussmessungen bei den zulässigen Umgebungstemperaturen sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 13: Genauigkeit des Volumenstroms bei -20 °C und +50 °C

		Gerät 12248	Gerät 12250
Sollwert Durchflussrate	l/min	1,00	1,00
Mittelwert bei -20°C	l/min	1,003	0,983
Abw. vom Sollwert	%	0,3	-1,7
Mittelwert bei 50°C	l/min	1,011	1,001
Abw. vom Sollwert	%	1,1	0,1



## 6.1 5 Konstanz des Probenvolumenstroms (7.4.5)

*Der Momentanwert des Volumenstroms und der über den Probenahmezeitraum gemittelte Volumenstrom sollten die folgenden Leistungsanforderungen erfüllen:*  
≤ 2,0 % des Sollwertes des Volumenstroms (gemittelter Probendurchfluss)  
≤ 5 % des Sollwertes des Volumenstroms (Momentanwert des Probendurchfluss)

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

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

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung Fidas Smart 100 arbeitet mit einer Durchflussrate von 1 l/min.

Der Probenahmestrom wurde vor dem ersten Feldteststandort kalibriert und dann vor und nach jedem Feldteststandort mit Hilfe eines Massendurchflussmessers auf Korrektheit überprüft und falls erforderlich nachjustiert.

Um die Konstanz des Probenahmestroms zu ermitteln, wurde die Durchflussrate einmal im Feld über 24 h mit Hilfe eines Massendurchflussmessers aufgezeichnet und ausgewertet.

## 6.4 Auswertung

Aus den ermittelten Messwerten für den Durchfluss (24 h-Mittel) wurden Mittelwert, Standardabweichung sowie Maximal- und Minimalwert bestimmt.

## 6.5 Bewertung

Die grafischen Darstellungen der Konstanz des Durchflusses (24 h-Mittel) zeigen, dass alle während der Probenahme ermittelten Messwerte weniger als 3,9 % vom jeweiligen Sollwert abweichen. Die Abweichung der 24h-Mittelwerte für den Gesamtdurchfluss von 1 l/min beträgt maximal -0,59 % vom Sollwert.

Alle ermittelten Momentanwerte weichen weniger als 3,9 %, alle gemittelten Werte weniger als -0,59 % vom Sollwert ab.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses des Sollwertes des Volumensstroms

In Tabelle 14 sind die ermittelten Kenngrößen für den Durchfluss aufgeführt. Abbildung 24 bis Abbildung 25 zeigen eine grafische Darstellung der Durchflussmessungen an den beiden Testgeräten.

Tabelle 14: Kenngrößen für die Gesamtdurchflussmessung (24h-Mittel)

		Gerät 12248	Gerät 12250
Mittelwert	l/min	1,01	0,99
Abw. vom Sollwert	%	0,52	-0,59
Standardabweichung	l/min	0,01	0,01
Minimalwert	l/min	0,986	0,961
Maximalwert	l/min	1,039	1,033

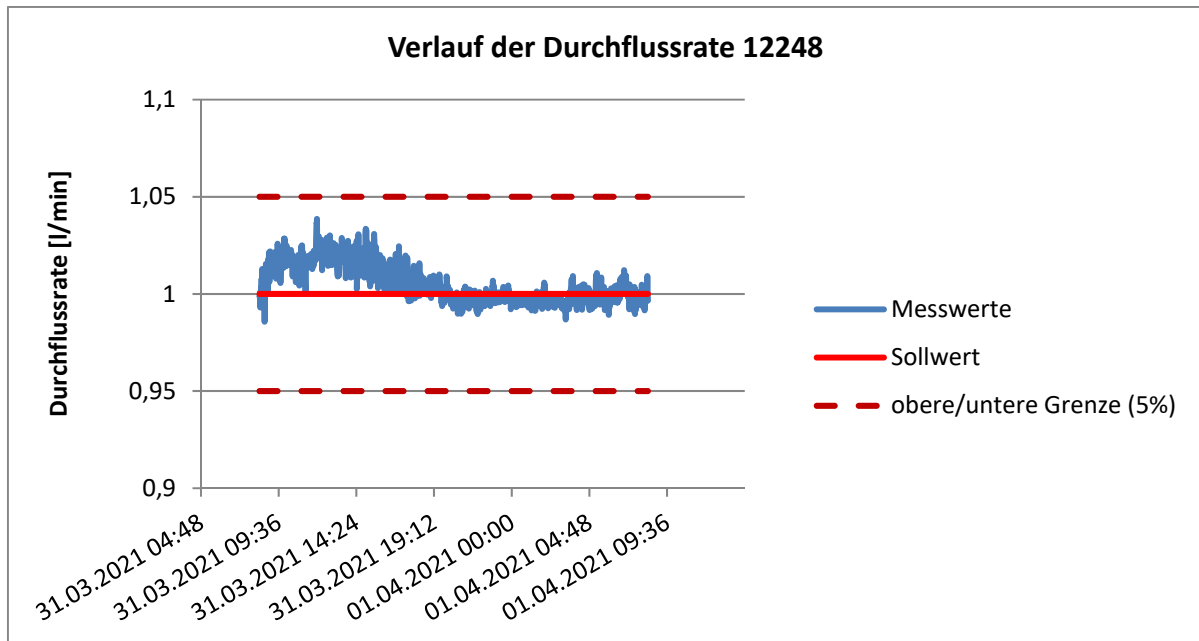


Abbildung 24: Durchfluss am Testgerät SN 12248

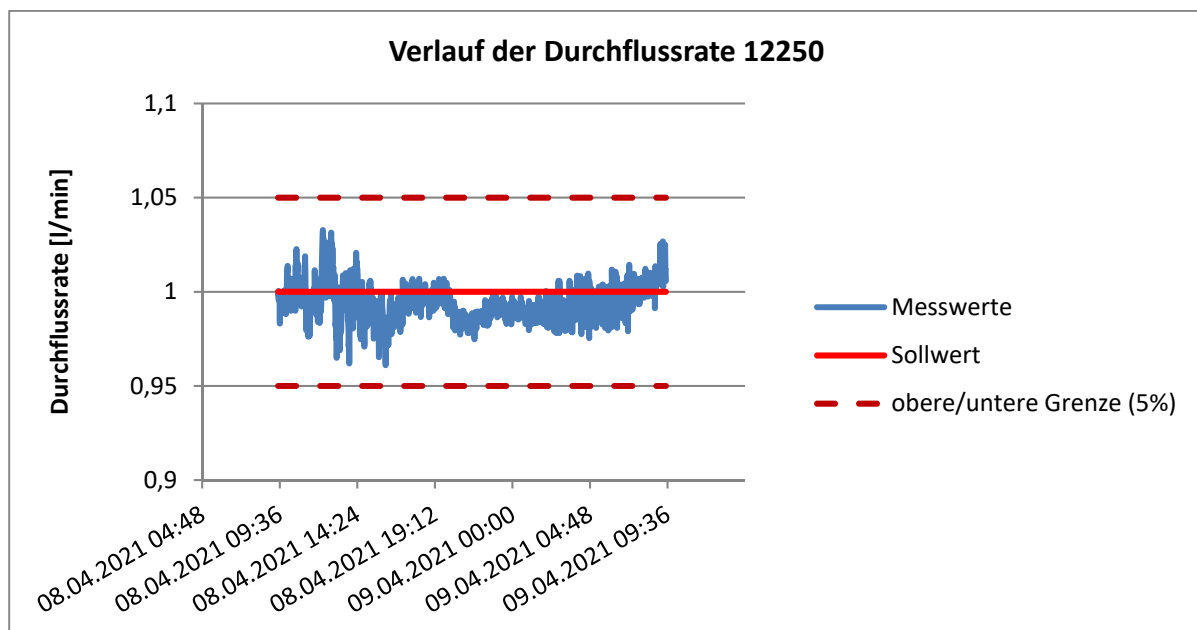


Abbildung 25: Durchfluss am Testgerät SN 12250



## 6.1 6 Dichtigkeit des Probenahmesystems (7.4.6)

*Die Undichtigkeit muss  $\leq 2,0$  % des Probenvolumenstroms betragen oder die Spezifikationen des Herstellers der AMS unter Einhaltung der geforderten Datenqualitätsziele (DQO) erfüllen.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Vorrichtung zum Verschließen des Probeneinlass.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Dichtigkeit (Leckrate) des gesamten Volumenstromweges der AMS (Probeneinlass, Probenahmerohr, Messeinrichtung) ist nach der Spezifikation des Herstellers zu prüfen. Eine in die AMS integrierte Dichtigkeitsprüfung kann verwendet werden, vorausgesetzt, eine derartige Prüfung ist für eine angemessene Beurteilung der Dichtigkeit des Geräts geeignet.

Wenn aus technischen Gründen nicht das gesamte System geprüft werden kann, kann die Leckrate für jedes Element des Volumenstromweges getrennt bestimmt werden. Da ein ordnungsgemäßes Abdichten des Probeneinlasses nicht möglich ist, wurde der Einlass aus der Prüfung ausgeschlossen.

Für die Messeinrichtungen vom Fidas Smart 100 existiert ein festgelegtes Verfahren um die Dichtigkeit zu überprüfen. Hierzu wird gemäß Kapitel 4.5 des Handbuchs das Gerät in den Modus Dichtigkeitstest („Air Tightness“) geschaltet und ein Nullfilter auf den Probeneinlass montiert. Das Messgerät wartet nun automatisch, bis die Partikelkonzentration konstant bei 0,00 1/cm<sup>3</sup> liegt. Dann wird die Lüfterdrehzahl auf die höchste Stufe eingestellt. Bei einer Leckage würden nun durch den höheren Unterdruck Partikel in die Messkammer eindringen. Bleibt die Partikelkonzentration bei 0,00 1/cm<sup>3</sup>, gilt die Dichtigkeitsprüfung als bestanden. Dies wird in der Software / auf dem Bildschirm angezeigt. Diese Prozedur wird für die Messeinrichtung Fidas Smart 100 E analog durchgeführt. Die Aerosolrohrverlängerung ist dann Bestandteil der Dichtigkeitsprüfung.

Diese Prozedur wurde jeweils zu Beginn und Ende eines jeden Feldteststandorts durchgeführt.

## 6.4 Auswertung

Die Dichtigkeitsprüfung wurde jeweils zu Beginn und Ende eines jeden Feldteststandorts durchgeführt.

Das vom Gerätehersteller vorgegebene Verfahren zur Dichtigkeitsprüfung erwies sich in der Prüfung als geeignete Methode zur Überwachung der Gerätedichtigkeit.

## **6.5 Bewertung**

Das vom Gerätehersteller vorgegebene Verfahren zur Dichtigkeitsprüfung erwies sich in der Prüfung als geeignete zur Überwachung der Gerätedichtigkeit.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht notwendig.

## 6.1 7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur (7.4.7.)

*Die ermittelten Differenzen müssen die folgenden Leistungskriterien erfüllen:*

*Nullpunkt:  $\leq 2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$*

- *in der Regel von 5 °C bis 40 °C bei Aufstellung in temperaturkontrollierter Umgebung*
- *bei der durch den Hersteller festgelegten Mindest- und Höchsttemperatur, sofern diese von den in der Regel anzuwendenden Temperaturen abweichen.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Klimakammer für den Temperaturbereich -20 °C bis 50 °C, Nullfilter zur Nullpunktsüberprüfung.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Abhängigkeit der Nullpunktablesung von der Umgebungstemperatur ist bei folgenden Temperaturen zu bestimmen:

- a) bei einer Nenntemperatur  $T_{S,n} = 20 \text{ °C}$ ;
- b) bei einer Mindesttemperatur  $T_{S,1} = -20 \text{ °C}$  ;
- c) bei einer Höchsttemperatur  $T_{S,2} = 50 \text{ °C}$ .

Zur Untersuchung der Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur wurden die vollständigen Messeinrichtungen in der Klimakammer betrieben. Für die Nullpunktsuntersuchungen wurde den Testgeräten durch Montage von Null-Filtern am Geräteinlass schwebstaubfreie Probenluft zugeführt.

Bei jeder Temperatureinstellung sind drei unabhängige Messergebnisse am Nullpunkt aufzuzeichnen.

Bei jeder Temperatureinstellung müssen die Kriterien für die Einlauf- oder Stabilisierungszeit nach 7.4.2.1 erfüllt werden.

Die Prüfungen wurden mit der Temperaturreihenfolge  $T_{S,n} - T_{S,1} - T_{S,n} - T_{S,2} - T_{S,n}$  durchgeführt. Der Hersteller hat die Mindesttemperatur auf -20 °C und die Höchsttemperatur auf 50 °C festgelegt, da die Messeinrichtung für Ausseninstallationen vorgesehen ist.

Nach einer Äquilibrierzeit von mindestens 6 h pro Temperaturstufe erfolgte die Aufnahme der Messwerte am Nullpunkt (3 Messwerte pro Temperaturstufe).

## 6.4 Auswertung

Es wurden die Messwerte für die Konzentration der jeweiligen Einzelmessungen ausgelesen, für jeden Temperaturschritt gemittelt und wie im Folgenden beschrieben ausgewertet.

Um eine mögliche Drift durch andere Faktoren als die Temperatur auszuschließen, wurden die Messwerte bei  $T_{S,n}$  gemittelt.

Die Differenzen zwischen den Anzeigewerten bei den beiden Extremwerten der Temperatur und  $T_{S,n}$  wurden bestimmt.

## 6.5 Bewertung

Der geprüfte Umgebungstemperaturbereich beträgt -20 °C bis 50 °C. Die maximale Abweichung zu dem mittleren Messwert bei T<sub>s,n</sub> betrug für PM<sub>2,5</sub> und für PM<sub>10</sub> 0,0 µg/m<sup>3</sup>.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 15: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in µg/m<sup>3</sup>, Mittelwert aus drei Messungen, PM<sub>2,5</sub>

Temperatur	SN 12248		SN 12250	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C
°C	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
20	0,0	0,0	0,0	0,0
-20	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0
50	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0
Mittelwert bei 20°C	0,0	-	0,0	-

Tabelle 16: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in µg/m<sup>3</sup>, Mittelwert aus drei Messungen, PM<sub>10</sub>

Temperatur	SN 12248		SN 12250	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C
°C	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
20	0,0	0,0	0,0	0,0
-20	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0
50	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0
Mittelwert bei 20°C	0,0	-	0,0	-

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

## 6.1 8 Abhängigkeit der Empfindlichkeit des Messgerätes (Span) von der Umgebungstemperatur (7.4.7)

*Die ermittelten Differenzen müssen die folgenden Leistungskriterien erfüllen:*

*Empfindlichkeit des Messgerätes (Span):*

*≤ 5 % vom Wert bei der Nennprüftemperatur*

- *in der Regel von 5 °C bis 40 °C bei Aufstellung in temperaturkontrollierter Umgebung*
- *bei der durch den Hersteller festgelegten Mindest- und Höchsttemperatur, sofern diese von den in der Regel anzuwendenden Temperaturen abweichen.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Klimakammer für den Temperaturbereich -20 °C bis 50 °C, MonoDust 1500 zur Empfindlichkeitsüberprüfung.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Abhängigkeit des durch Anwendung eines Kalibrierartefakts gemessenen Span-Wertes von der Umgebungstemperatur ist bei folgenden Temperaturen zu bestimmen:

- a) bei einer Nenntemperatur  $T_{S,n} = 20 \text{ °C}$ ;
- b) bei einer Mindesttemperatur  $T_{S,1} = -20 \text{ °C}$ ;
- c) bei einer Höchsttemperatur  $T_{S,2} = 50 \text{ °C}$ .

Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der Umgebungstemperatur wurden die vollständigen Messeinrichtungen in der Klimakammer betrieben. Für die Referenzpunktuntersuchungen wurden die Testgeräten mit MonoDust 1500 beaufschlagt. Ausgewertet wurde hierbei die Kanalverschiebung und es wurde keine direkte Konzentrationsmessung durchgeführt (siehe S. 29).

Bei jeder Temperatureinstellung sind drei unabhängige Messergebnisse der Empfindlichkeit aufzuzeichnen.

Bei jeder Temperatureinstellung müssen die Kriterien für die Einlauf- oder Stabilisierungszeit nach 7.4.2.1 erfüllt werden.

Die Prüfungen wurden mit der Temperaturreihenfolge  $T_{S,n} - T_{S,1} - T_{S,n} - T_{S,2} - T_{S,n}$  durchgeführt. Der Hersteller hat die Mindesttemperatur auf -20 °C und die Höchsttemperatur auf 50 °C festgelegt, da die Messeinrichtung für Ausseninstallationen vorgesehen ist.

Nach einer Äquilibrierzeit von mindestens 6 h pro Temperaturstufe erfolgte die Aufnahme der Messwerte am Referenzpunkt (3 Messwerte pro Temperaturstufe).

## 6.4 Auswertung

Es wurden die Messwerte für die Konzentration der jeweiligen Einzelmessungen ausgelesen, für jeden Temperaturschritt gemittelt und wie im Folgenden beschrieben ausgewertet.

Um eine mögliche Drift durch andere Faktoren als die Temperatur auszuschließen, wurden die Messwerte bei  $T_{S,n}$  gemittelt.

Die Differenzen zwischen den Anzeigewerten bei den beiden Extremwerten der Temperatur und  $T_{S,n}$  wurden bestimmt.

## 6.5 Bewertung

Der geprüfte Umgebungstemperaturbereich beträgt -20 °C bis 50 °C. Die maximale Abweichung zu dem mittleren Messwert bei 20 °C betrug 3,1 % für PM<sub>2,5</sub> und 0,5 % für PM<sub>10</sub>.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 17: Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der Umgebungstemperatur, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen für PM<sub>2,5</sub>

Temperatur	SN 12248		SN 12250	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C
°C	µg/m <sup>3</sup>	%	µg/m <sup>3</sup>	%
20	24,9	-0,3	24,5	0,0
-20	24,9	-0,4	24,0	-1,8
20	25,0	0,0	24,4	-0,3
50	25,5	2,3	25,2	3,1
20	25,0	0,3	24,5	0,3
Mittelwert bei 20°C	25,0	-	24,5	-

Tabelle 18: Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der Umgebungstemperatur, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen für PM<sub>10</sub>

Temperatur	SN 12248		SN 12250	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C
°C	µg/m <sup>3</sup>	%	µg/m <sup>3</sup>	%
20	40,0	0,0	40,0	0,0
-20	40,0	0,0	40,2	0,5
20	40,0	0,0	40,0	0,0
50	39,9	-0,2	40,0	-0,1
20	40,0	0,0	40,0	0,0
Mittelwert bei 20°C	40,0	-	40,0	-

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

## 6.1 9 Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung (7.4.8)

*Die ermittelten Differenzen müssen die folgenden Leistungskriterien erfüllen:  
Empfindlichkeit des Messgerätes (Span):  
≤ 5 % vom Wert bei der Nennprüfspannung*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Trennstelltrafo, MonoDust 1500 zur Empfindlichkeitsüberprüfung.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Abhängigkeit des durch Anwendung eines Kalibrierartefakts gemessenen Wertes von der Versorgungsspannung ist unter Einhaltung der Spezifikationen des Herstellers bei den folgenden Spannungen (siehe EN 50160 [10]) zu bestimmen:

- bei der Nennspannung  $V_{s,n} = 230 \text{ V}$ ;
- bei der Minimalspannung  $V_{s,1} = 195 \text{ V}$ ;
- bei der Maximalspannung  $V_{s,2} = 253 \text{ V}$ .

Diese Prüfung erfordert die Anwendung von Kalibriereinrichtungen für den Span.

Bei jeder Spannungseinstellung müssen drei einzelne Messergebnisse für den Span aufgezeichnet werden.

Bei jeder Spannungseinstellung müssen die Kriterien für die Einlauf- oder Stabilisierungszeit nach 7.4.2.1 erfüllt werden.

Die Prüfungen werden mit der Spannungs-Reihenfolge  $V_{s,n} - V_{s,1} - V_{s,n} - V_{s,2} - V_{s,n}$  durchgeführt.

Für die Referenzpunktsuntersuchungen wurden die Testgeräten mit MonoDust 1500 beaufschlagt. Ausgewertet wurde hierbei die Kanalverschiebung und es wurde keine direkte Konzentrationsmessung durchgeführt (siehe S. 29).

## 6.4 Auswertung

Um eine mögliche Drift durch andere Faktoren als die der Spannung auszuschließen, werden die Messwerte bei  $V_{s,n}$  gemittelt.

Die Differenzen zwischen den Ergebniswerten bei den beiden Extremwerten der Spannung und  $V_{s,n}$  werden bestimmt.

## 6.5 Bewertung

Durch Netzspannungsänderungen konnten keine Abweichungen von mehr als -0,8 % für PM<sub>2,5</sub> und -0,1 % für PM<sub>10</sub> bei den Extremwerten bezogen auf den Mittelwert bei 230 V, festgestellt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 19: Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in % für PM<sub>2,5</sub>

Netzspannung	SN 12248		SN 12250	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 230 V	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 230 V
V	µg/m <sup>3</sup>	%	µg/m <sup>3</sup>	%
230	25,0	0,0	24,5	0,3
195	25,0	0,0	24,5	0,3
230	25,1	0,2	24,6	0,5
253	25,0	-0,3	24,5	0,1
230	25,0	-0,1	24,3	-0,8

Tabelle 20: Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in % für PM<sub>10</sub>

Netzspannung	SN 12248		SN 12250	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 230 V	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 230 V
V	µg/m <sup>3</sup>	%	µg/m <sup>3</sup>	%
230	40,0	0,0	40,0	-0,1
195	40,0	0,0	40,0	-0,1
230	40,0	0,0	40,0	-0,1
253	40,0	0,0	40,0	-0,1
230	40,0	0,0	40,1	0,1

Die Einzelergebnisse können der Anlage 4 im Anhang entnommen werden.



## 6.1 10 Auswirkung des Ausfalls der Stromversorgung

*Geräteparameter müssen gegen Verlust gesichert sein.  
Bei Rückkehr der Netzspannung muss das Gerät automatisch die Funktion wieder aufnehmen.*

## 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 und die Geräteparameter vollständig erhalten sind.

## 6.4 Auswertung

Im Falle eines Netzausfalles befindet sich die Messeinrichtung nach der Spannungswiederkehr nach dem Hochfahren des Betriebssystems innerhalb weniger Minuten wieder in messbarem Zustand. Alle Geräteparameter sind vollständig erhalten.

## 6.5 Bewertung

Alle Geräteparameter sind gegen Verlust geschützt. Die Messeinrichtung befindet sich bei Spannungswiederkehr in störungsfreier Betriebsbereitschaft und führt selbstständig den Messbetrieb wieder fort.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

## **6.1 11 Auswirkung von Feuchte auf den Messwert (7.4.9)**

*Die größte Differenz zwischen den Messwerten im Bereich von 40 % bis 90 % relativer Feuchte muss das folgende Leistungskriterium erfüllen:  
≤ 2,0 µg/m<sup>3</sup> in Nullluft, bei einer stufenweisen Änderung der relativen Feuchte von 40 % bis 90 % in beide Richtungen.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Klimakammer mit Feuchteregelung für den Bereich 40 % bis 90 % relative Feuchte, Nullfilter zur Nullpunktsüberprüfung

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration in der Probenluft wurde durch Zufuhr von befeuchteter Nullluft im Bereich von 40 % bis 90 % relativer Feuchte ermittelt. Hierzu wurde die Messeinrichtung in der Klimakammer betrieben und die relative Feuchte der gesamten umgebende Atmosphäre gezielt variiert. Den Prüflingen wurde für die Nullpunktuntersuchungen durch Montage von Null-Filtern an jeweils beiden Geräteeinlässen schwebstaubfreie Probenluft zugeführt.

Nach der Stabilisierung der relativen Feuchte und der Konzentrationsmesswerte der AMS wird ein Messwert über den kleinsten Mittelungszeitraum der AMS bei 40 % relativer Feuchte aufgezeichnet. Die relative Feuchte wird dann mit einer Geschwindigkeit von 25 % je Stunde auf 90 % erhöht. Die Zeit bis zur Einstellung des Gleichgewichts und der mittlere Konzentrationsmesswert werden aufgezeichnet. Die relative Feuchte wird dann mit einer Geschwindigkeit von 25 % je Stunde auf 40 % reduziert. Die Zeit bis zur Einstellung des Gleichgewichts und der mittlere Konzentrationsmesswert werden erneut aufgezeichnet.

## **6.4 Auswertung**

Es wurden die Messwerte für die Nullkonzentrationen der Einzelmessungen bei stabilen Feuchten ausgelesen und ausgewertet. Betrachtet wird die größte Differenz in µg/m<sup>3</sup> zwischen den Werten im Bereich von 40 % bis 90 % relative Feuchte.

## **6.5 Bewertung**

Die größte ermittelte Differenz zwischen den Messwerten bei 40 % und bei 90 % relativer Feuchte lag bei 0,0 µg/m<sup>3</sup>.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 21: Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration, Abweichung in µg/m<sup>3</sup>, PM<sub>2,5</sub>

rel. Luftfeuchte	SN 12248		SN 12250	
	Messwert	Abweichung zu Vorgängerwert	Messwert	Abweichung zu Vorgängerwert
%	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
40	0,0	-	0,0	-
90	0,0	0,0	0,0	0,0
40	0,0	0,0	0,0	0,0
Maximale Abweichung	0,0		0,0	

Tabelle 22: Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration, Abweichung in µg/m<sup>3</sup>, PM<sub>10</sub>

rel. Luftfeuchte	SN 12248		SN 12250	
	Messwert	Abweichung zu Vorgängerwert	Messwert	Abweichung zu Vorgängerwert
%	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
40	0,0	-	0,0	-
90	0,0	0,0	0,0	0,0
40	0,0	0,0	0,0	0,0
Maximale Abweichung	0,0		0,0	

## 6.1 12 Nullpunktprüfungen (7.5.3)

Während der Prüfungen darf der absolute Messwert der AMS am Nullpunkt das folgende Kriterium nicht überschreiten:

Absoluter Wert  $\leq 3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nullfilter zur Nullpunktsüberprüfung

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Während des normalen Betriebs sind über einen hinreichenden Zeitraum regelmäßige Feldprüfungen des Messwertes der AMS am Nullpunkt unter Anwendung eines geeigneten Verfahrens zur Bereitstellung von Nullluft für die AMS durchzuführen. Anweisungen des Herstellers sind zu berücksichtigen. Ein angemessenes Verfahren zur Erzeugung von Nullluft besteht in der Probenahme von Außenluft durch ein Leerfilter (HEPA), das anstelle des üblichen Probenahmeeinlasses am Einlass der AMS angebracht ist. Die Nullpunktprüfung muss mindestens 24 h andauern.

Die Prüfungen sind mindestens zu Beginn und am Ende jedes der sechs Vergleiche vorzunehmen.

## 6.4 Auswertung

Während der Prüfungen darf der absolute Messwert der AMS am Nullpunkt  $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht überschreiten.

## 6.5 Bewertung

Der maximal ermittelte absolute Messwert am Nullpunkt lag bei  $0,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 23: Nullpunktprüfungen, PM<sub>2,5</sub>

Datum	SN 12248			Datum	SN 12250		
	Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert		Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
21.01.2021	0,0	-	-	21.01.2021	0,0	-	-
17.03.2021	0,0	0,0	0,0	17.03.2021	0,0	0,0	0,0
16.04.2021	0,0	0,0	0,0	16.04.2021	0,0	0,0	0,0
18.06.2021	0,0	0,0	0,0	18.06.2021	0,0	0,0	0,0
30.06.2021	0,0	0,0	0,0	30.06.2021	0,0	0,0	0,0
08.11.2021	0,0	0,0	0,0	08.11.2021	0,0	0,0	0,0
01.12.2021	0,0	0,0	0,0	01.12.2021	0,0	0,0	0,0
08.03.2022	0,0	0,0	0,0	08.03.2022	0,0	0,0	0,0
05.04.2022	0,0	0,0	0,0	05.04.2022	0,0	0,0	0,0
03.06.2022	0,0	0,0	0,0	03.06.2022	0,0	0,0	0,0

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

Seite 73 von 269

Tabelle 24: Nullpunktprüfungen, PM<sub>10</sub>

Datum	SN 12248			Datum	SN 12250		
	Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert		Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>		µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
21.01.2021	0,0	-	-	21.01.2021	0,0	-	-
17.03.2021	0,0	0,0	0,0	17.03.2021	0,0	0,0	0,0
16.04.2021	0,0	0,0	0,0	16.04.2021	0,0	0,0	0,0
18.06.2021	0,0	0,0	0,0	18.06.2021	0,0	0,0	0,0
30.06.2021	0,0	0,0	0,0	30.06.2021	0,0	0,0	0,0
08.11.2021	0,0	0,0	0,0	08.11.2021	0,0	0,0	0,0
01.12.2021	0,0	0,0	0,0	01.12.2021	0,0	0,0	0,0
08.03.2022	0,0	0,0	0,0	08.03.2022	0,0	0,0	0,0
05.04.2022	0,0	0,0	0,0	05.04.2022	0,0	0,0	0,0
03.06.2022	0,0	0,0	0,0	03.06.2022	0,0	0,0	0,0
21.06.2022	0,0	0,0	0,0	21.06.2022	0,0	0,0	0,0
06.09.2022	0,0	0,0	0,0	06.09.2022	0,0	0,0	0,0

## **6.1 13 Aufzeichnung der Betriebsparameter (7.5.4)**

*Während der Prüfungen muss die AMS in der Lage sein, Betriebszustände — mindestens der folgenden Parameter — telemetrisch zu übermitteln:*

- *Volumenstrom;*
- *Druckabfall über dem Probenahmefilter (falls zutreffend);*
- *Probenahmedauer;*
- *Probenvolumen (falls zutreffend);*
- *Massenkonzentration der betreffenden Staubfraktion(en);*
- *Außenlufttemperatur;*
- *Außenluftdruck;*
- *Lufttemperatur in der Messeinheit;*
- *Temperatur des Probeneinlasses, wenn ein beheizter Probeneinlass angewendet wird.*

*Die Ergebnisse von automatischen/funktionalen Überprüfungen müssen, sofern verfügbar, aufgezeichnet werden.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

PC zur Datenerfassung.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Messeinrichtung ermöglicht eine umfassende telemetrische Kontrolle und Steuerung der Messeinrichtung über verschiedene Wege und kann Messwerte bzw. Statusinformationen nach Herstellerangaben auch über verschiedene Protokolle ausgeben (UDP ASCII und TCP ASCII).

Die Übermittlung von Betriebszuständen sowie der relevanten Parameter wie:

- Leistung der Aerosolpumpe
- Temperatur des IADS
- Temperatur der LED
- Volumenstrom
- Außenlufttemperatur, -druck, -feuchte

sind möglich. Alle Werte werden gespeichert.

## **6.4 Auswertung**

Die Messeinrichtung ermöglicht eine umfassende telemetrische Kontrolle und Steuerung der Messeinrichtung über verschiedene Wege. Betriebszustände und relevante Parameter werden bereitgestellt.

## **6.5 Bewertung**

Die Messeinrichtung ermöglicht eine umfassende telemetrische Kontrolle und Steuerung der Messeinrichtung über verschiedene Wege. Betriebszustände und relevante Parameter werden bereitgestellt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.

## **6.1 14 Tageswerte/Tagesmittelwerte (7.5.5)**

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

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Für die Prüfung wurde zusätzlich eine Uhr bereitgestellt.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

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

## **6.4 Auswertung**

Die Messeinrichtung bestimmt kontinuierlich die Schwebstaubmassenkonzentration für PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>. Geräteintern werden die Daten als 2-Minutenmittelwerte gespeichert. Hieraus lassen sich 24 h-Mittelwerten bilden.

## **6.5 Bewertung**

Die Bildung von validen Tagesmittelwerten ist möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Hier nicht erforderlich.



## 6.1 15 Verfügbarkeit (7.5.6)

*Die Verfügbarkeit der Messeinrichtung muss mindestens 90 % betragen.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Start- und Endzeitpunkt der Verfügbarkeitsuntersuchungen werden durch den Start- bzw. Endzeitpunkt an jedem der sechs Feldteststandorte bestimmt. Der ordnungsgemäße Betrieb der Messgeräte wurde bei jedem Vor-Ort-Besuch (i.d.R. arbeitstäglich) geprüft. Diese Prüfung umfasste Plausibilitätsprüfungen der Messwerte, der Statussignale und anderer relevanter Parameter (siehe 7.5.4). Zeitpunkt, Dauer und Art von Betriebsstörungen sind aufzuzeichnen.

Zur Berechnung der Verfügbarkeit wird die gesamte Zeitspanne in der Feldprüfung verwendet, während der valide Messdaten für die Außenluftkonzentrationen gewonnen werden. Dabei sollte die für planmäßige Kalibrierungen und Wartungsarbeiten (Reinigung, Austausch von Verbrauchsmaterialien) aufgewendete Zeit nicht einbezogen werden.

Die Verfügbarkeit wird wie folgt berechnet:

$$A = \frac{t_{\text{valid}} + t_{\text{cal,maint}}}{t_{\text{field}}}$$

Dabei ist

- $t_{\text{valid}}$  die Zeitspanne, in der valide Daten erfasst wurden;
- $t_{\text{cal,maint}}$  die für planmäßige Kalibrierungen und Wartungsarbeiten aufgewendete Zeit;
- $t_{\text{field}}$  die Gesamtdauer der Feldprüfung.

## 6.4 Auswertung

Tabelle 25 zeigt eine Aufstellung der Betriebs-, Wartungs- und Störungszeiten. Die Messeinrichtungen wurden im Feldtest über einen Zeitraum von insgesamt 470 Messtagen betrieben. Dieser Zeitraum beinhaltet 12 Tage mit Nullfilterbetrieb.

Ausfälle durch externe Einflüsse, die nicht dem Gerät angelastet werden können, belaufen sich auf 2 Tage (Stromausfälle). Durch die externen Einflüsse reduziert sich die Gesamtbetriebszeit auf 468 Messtage.

Es wurden keine Gerätestörungen beobachtet.

## 6.5 Bewertung

Die Verfügbarkeit betrug für beide Geräte 100 %.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 25: Ermittlung der Verfügbarkeit

		Gerät 1 (SN 12248)	Gerät 2 (SN 12250)
Einsatzzeit ( $t_{\text{field}}$ )	d	468	468
Ausfallzeit	d	0	0
Wartungszeit inkl. Nullfilter ( $t_{\text{cal,maint}}$ )	d	12	12
Tatsächliche Betriebszeit ( $t_{\text{valid}}$ )	d	456	456
Verfügbarkeit	%	100	100

## 6.1 Methodik der Äquivalenzprüfung (7.5.8.4 & 7.5.8.8)

Gemäß der Richtlinie EN 16450 [4] 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 28 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub> und 17 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub>. Sofern aufgrund niedriger Konzentrationen das Kriterium von 20 % der Ergebnisse größer als 28 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub> bzw. größer als 17 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub> nicht erfüllt werden kann, wird ein Minimum von 32 Datenpunkten oberhalb dieser Schwellenwerte als ausreichend angesehen.
2. Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen muss kleiner sein als 2,5 µg/m<sup>3</sup> für alle Daten sowie für einen Datensatz mit Daten größer/gleich 30 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub> und 18 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub>.
3. Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten muss kleiner sein als 2,0 µg/m<sup>3</sup>.
4. Die erweiterte Unsicherheit ( $W_{CM}$ ) wird berechnet bei 50 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub> und bei 30 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub> 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/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub> oder größer/gleich 18 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub>, 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 Unsicherheit zwischen den AMS (7.5.8.4) werden die Kriterien 1 und 2 geprüft.

Unter Punkt 6.1 17 Erweiterte Messunsicherheit (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 Unsicherheit zwischen den 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-Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>2,5</sub> bzw. größer als  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>10</sub>. Wenn dies auf Grund niedriger Konzentrationslevel nicht gewährleistet werden kann, wird eine Mindestanzahl von 32 Wertepaaren als ausreichend erachtet.

Es wurden für jede Vergleichskampagne mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz liegen insgesamt 34 Messwerte über  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>2,5</sub> und 33 Messwerte über  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>10</sub>. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

## 6.4 Auswertung

Gemäß Punkt 7.5.8.4 der Richtlinie DIN EN 16450 gilt:

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

Die Unsicherheit wird dabei ermittelt für:

- Alle Ergebnisse zusammen (Kompletter Datensatz)
- 1 Datensatz mit Messwerten  $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>2,5</sub> (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten  $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>10</sub> (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

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  $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  unterhalb des geforderten Wertes von  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 26: Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs,AMS}$ .

Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{bs,AMS}$	
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>
<b>Alle Standorte</b>	<b>363 (PM<sub>2.5</sub>) 433 (PM<sub>10</sub>)</b>	<b>0,415</b>	<b>0,639</b>
Klassierung über Referenzwerte			
<b>Werte <math>\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3</math> (PM<sub>2.5</sub>) Werte <math>\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3</math> (PM<sub>10</sub>)</b>	<b>25 (PM<sub>2.5</sub>) 25 (PM<sub>10</sub>)</b>	<b>0,992</b>	<b>1,6</b>

Hinweis: CM1 entspricht im Folgenden SN 12248 und CM2 entspricht SN 12250.

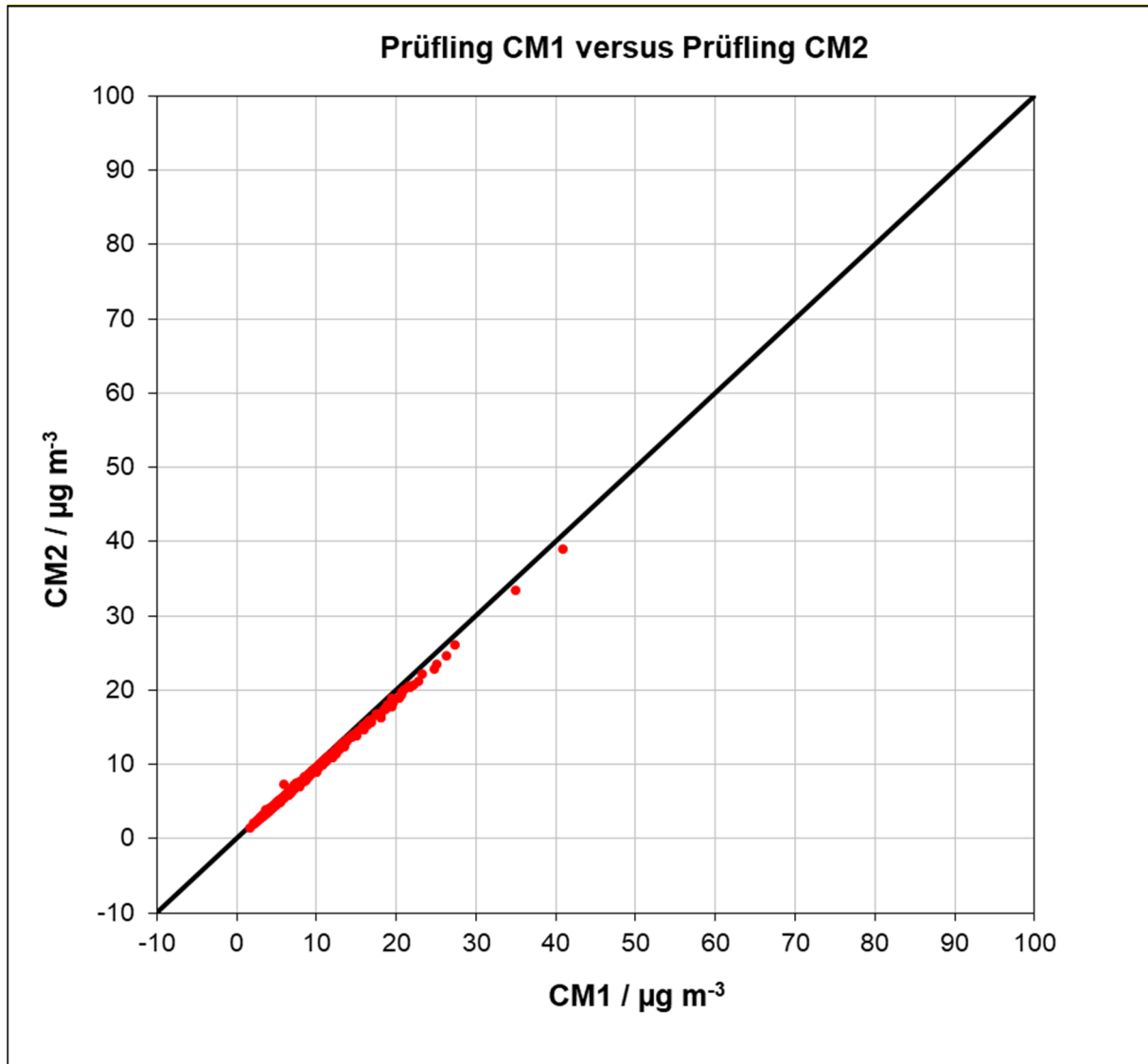


Abbildung 26: Ergebnis der Parallelmessungen, alle Standorte, PM<sub>2,5</sub>

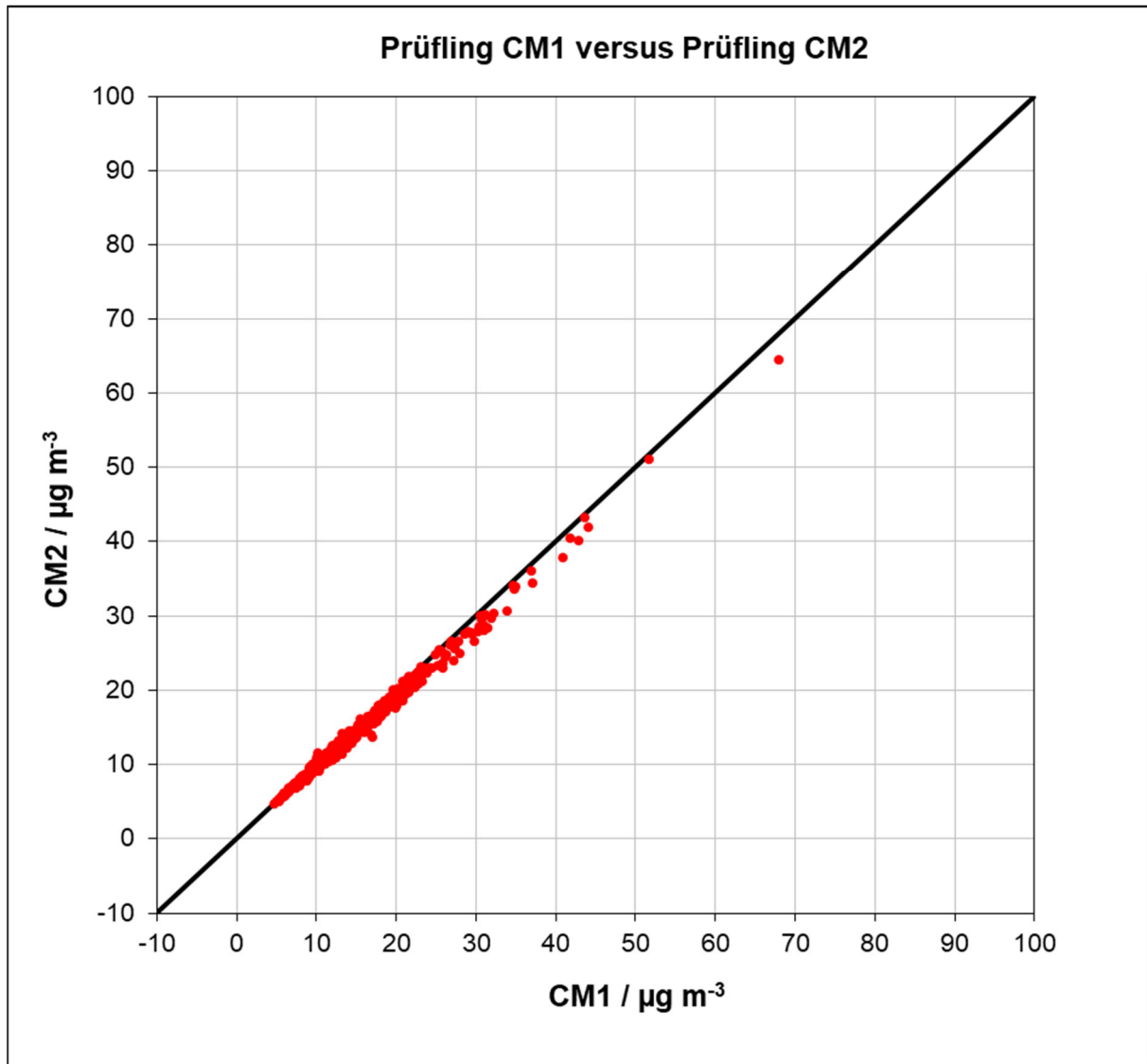


Abbildung 27: Ergebnis der Parallelmessungen, alle Standorte, PM<sub>10</sub>

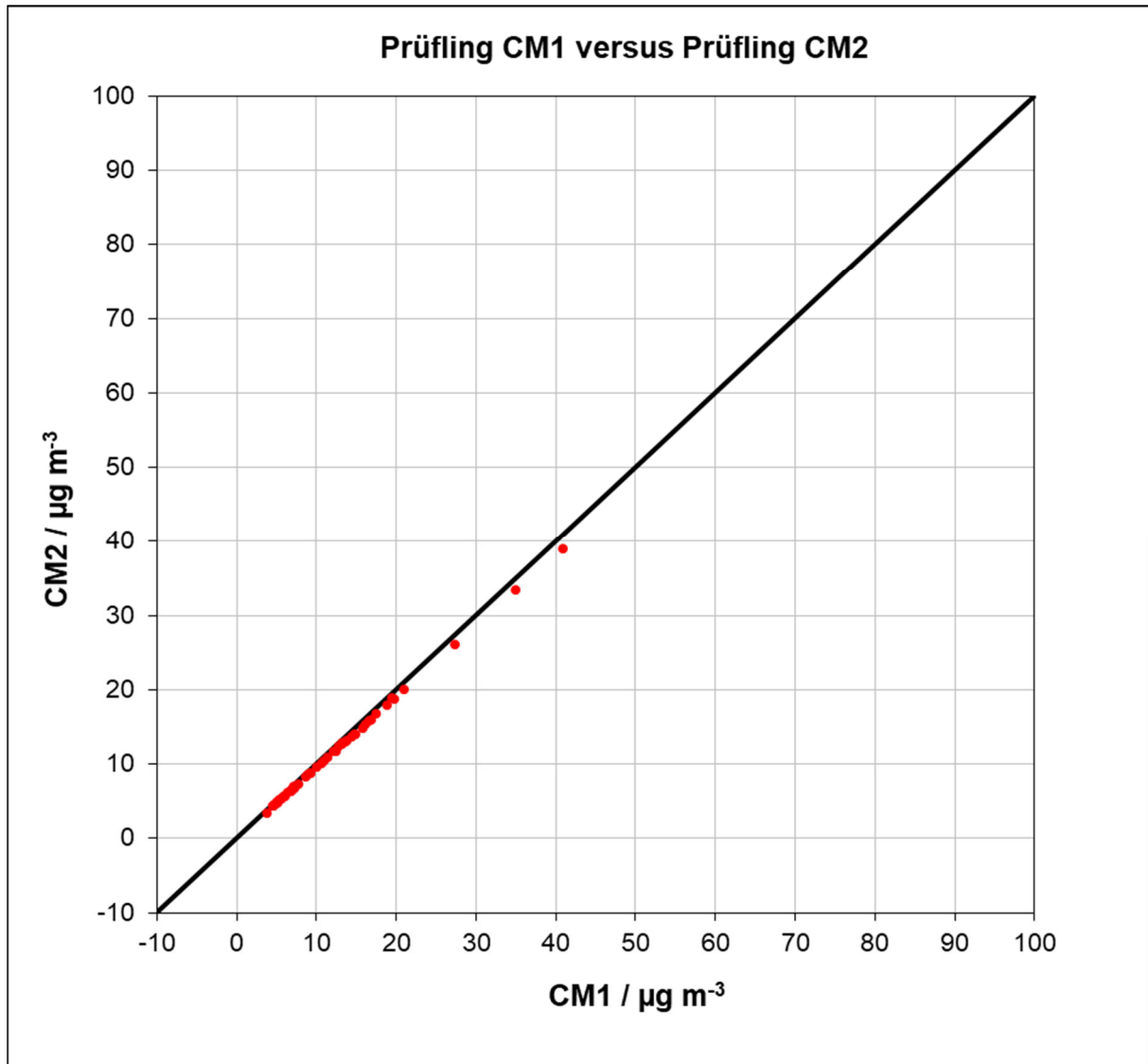


Abbildung 28: Ergebnis der Parallelmessungen, Köln I, PM<sub>2,5</sub>



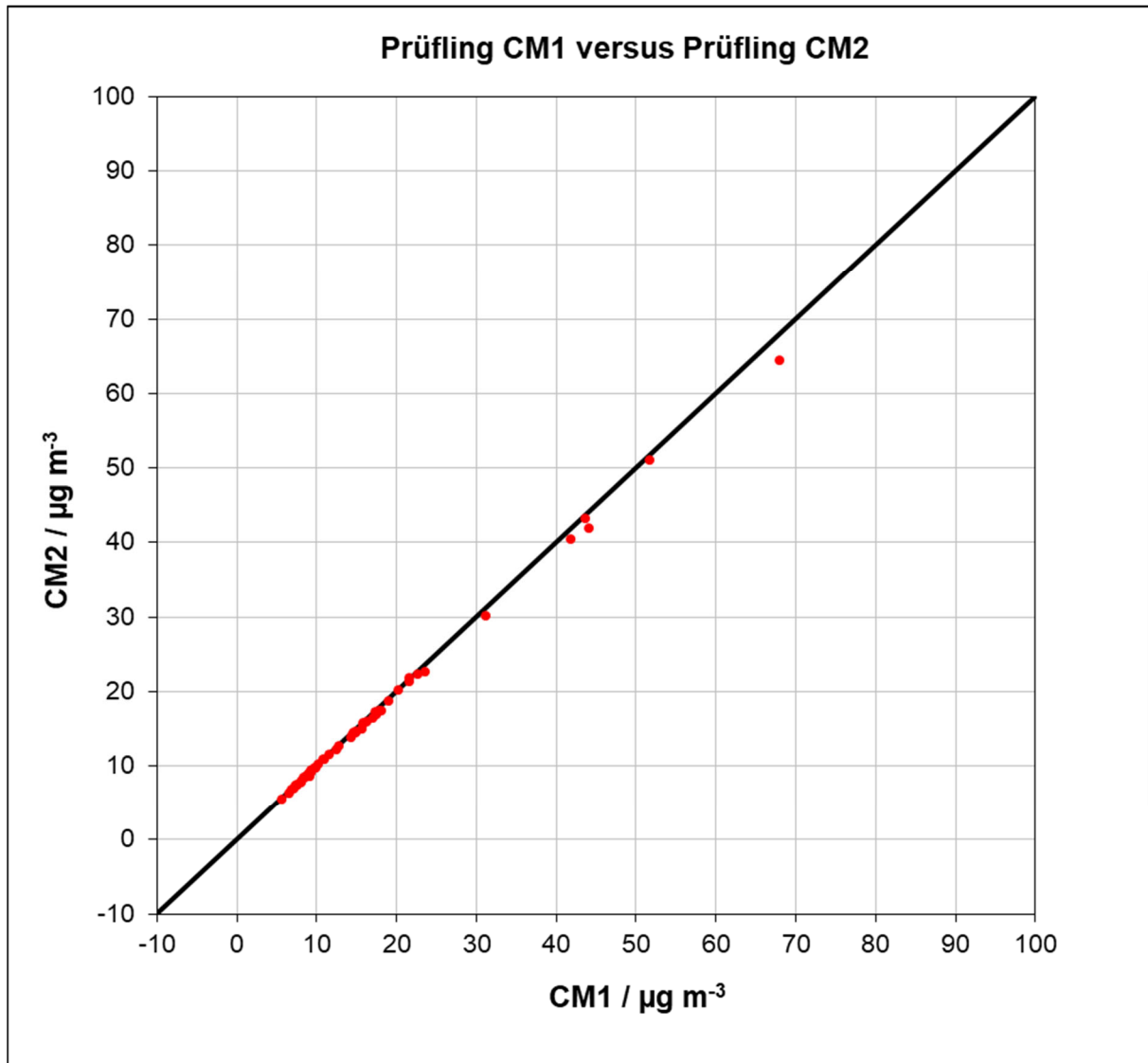


Abbildung 29: Ergebnis der Parallelmessungen, Köln I,  $PM_{10}$

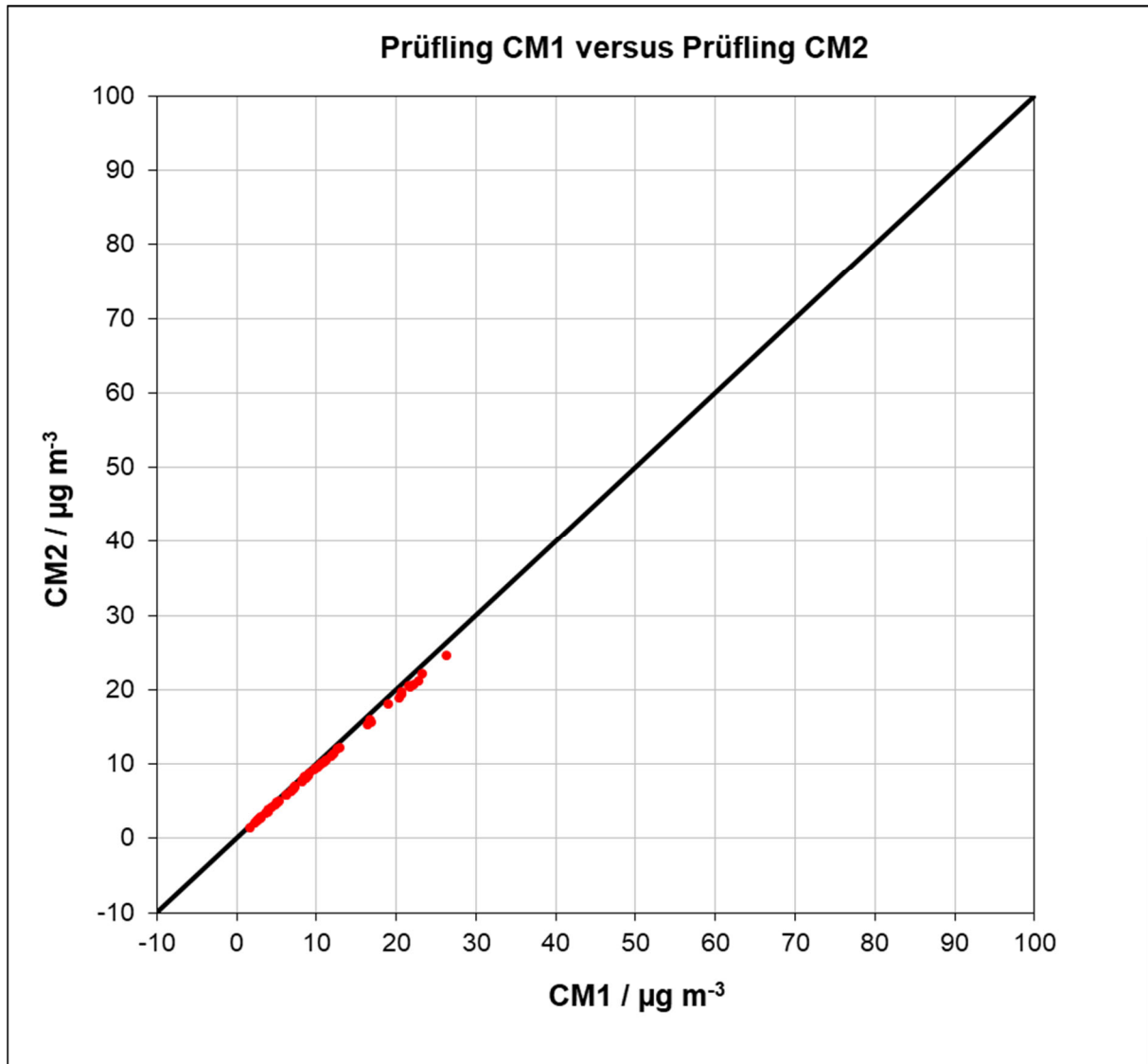


Abbildung 30: Ergebnis der Parallelmessungen, Niederzier I, PM<sub>2,5</sub>

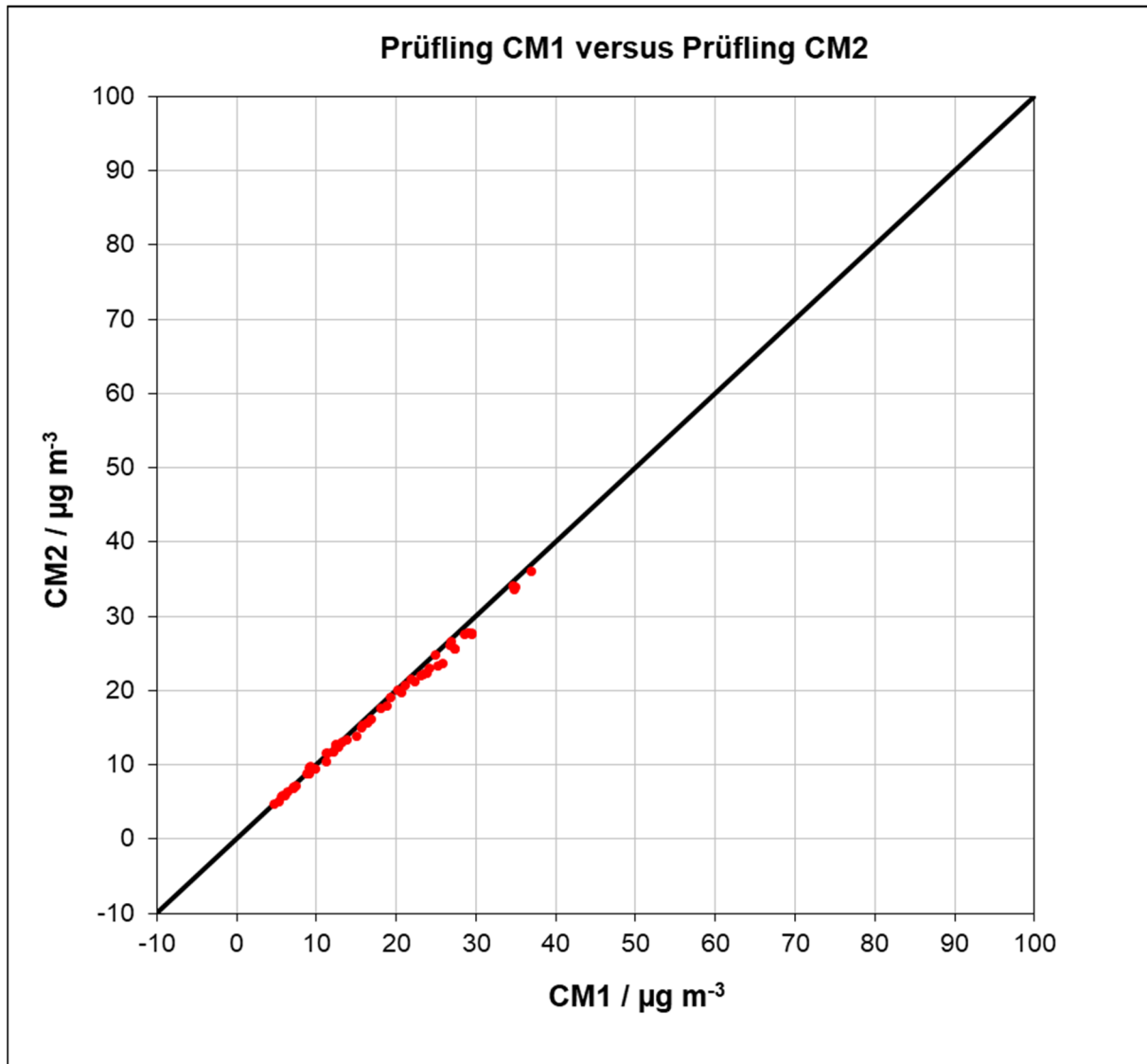


Abbildung 31: Ergebnis der Parallelmessungen, Niederzier I,  $PM_{10}$

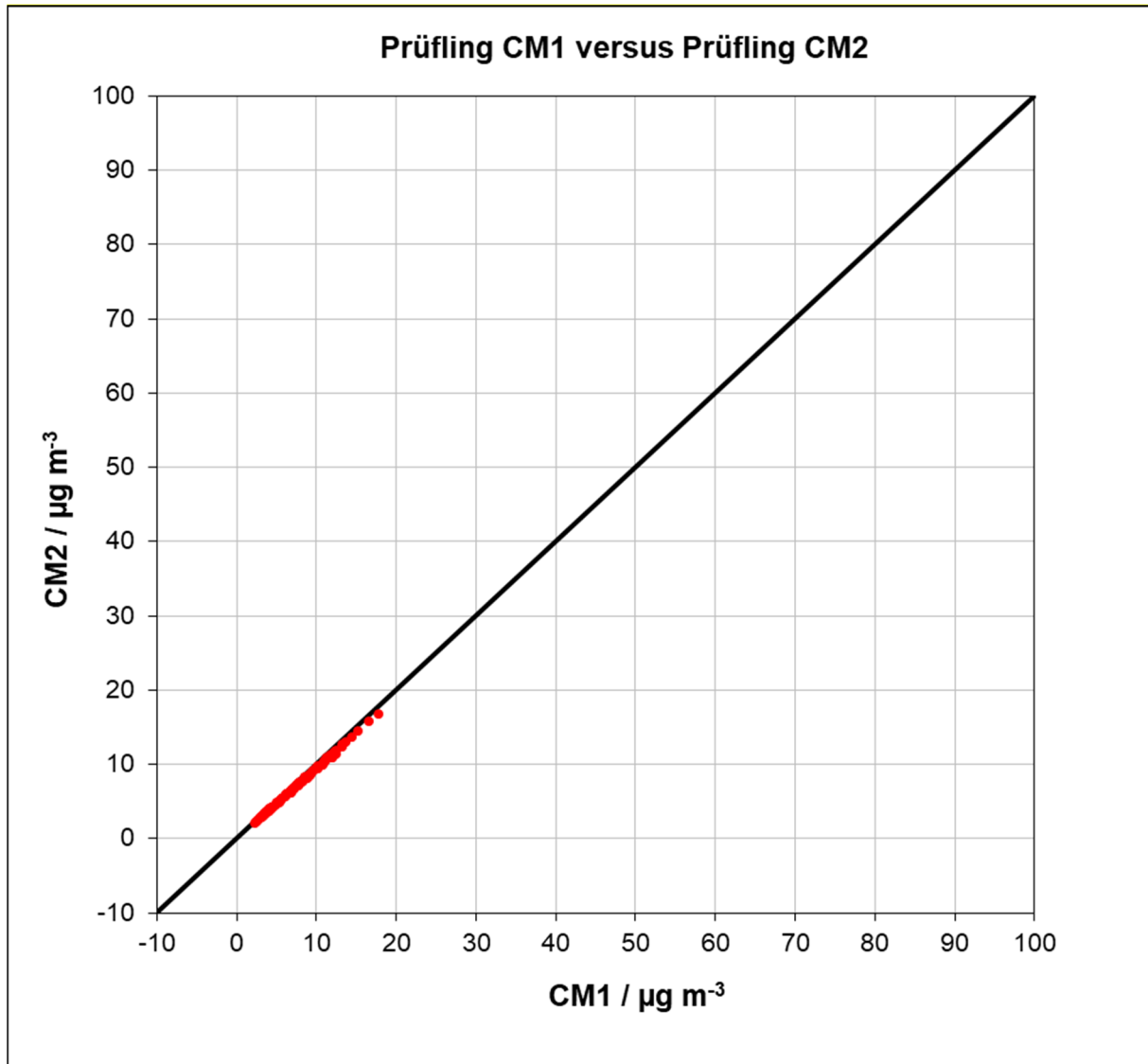


Abbildung 32: Ergebnis der Parallelmessungen, Köln II, PM<sub>2,5</sub>

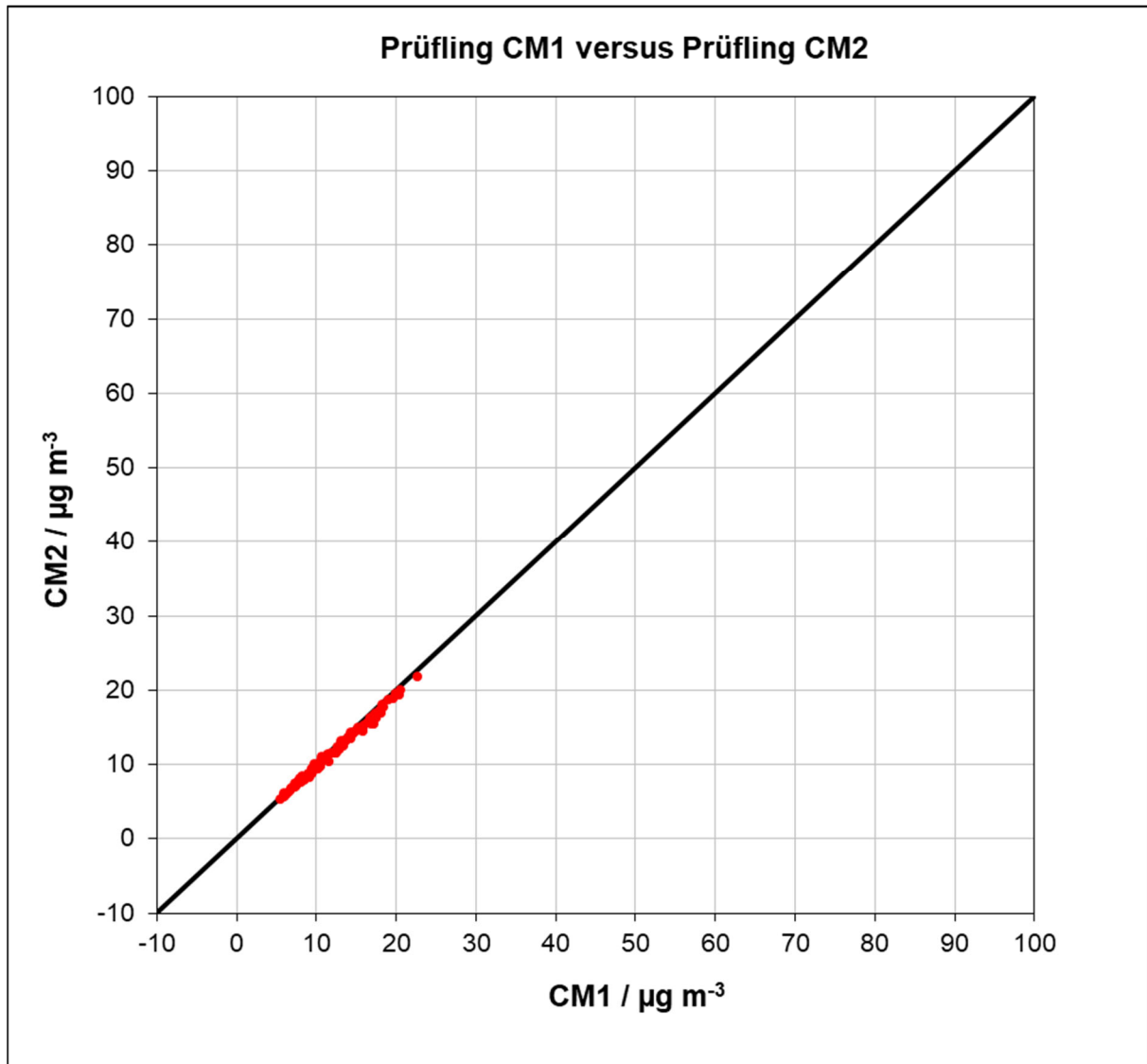


Abbildung 33: Ergebnis der Parallelmessungen, Köln II,  $PM_{10}$

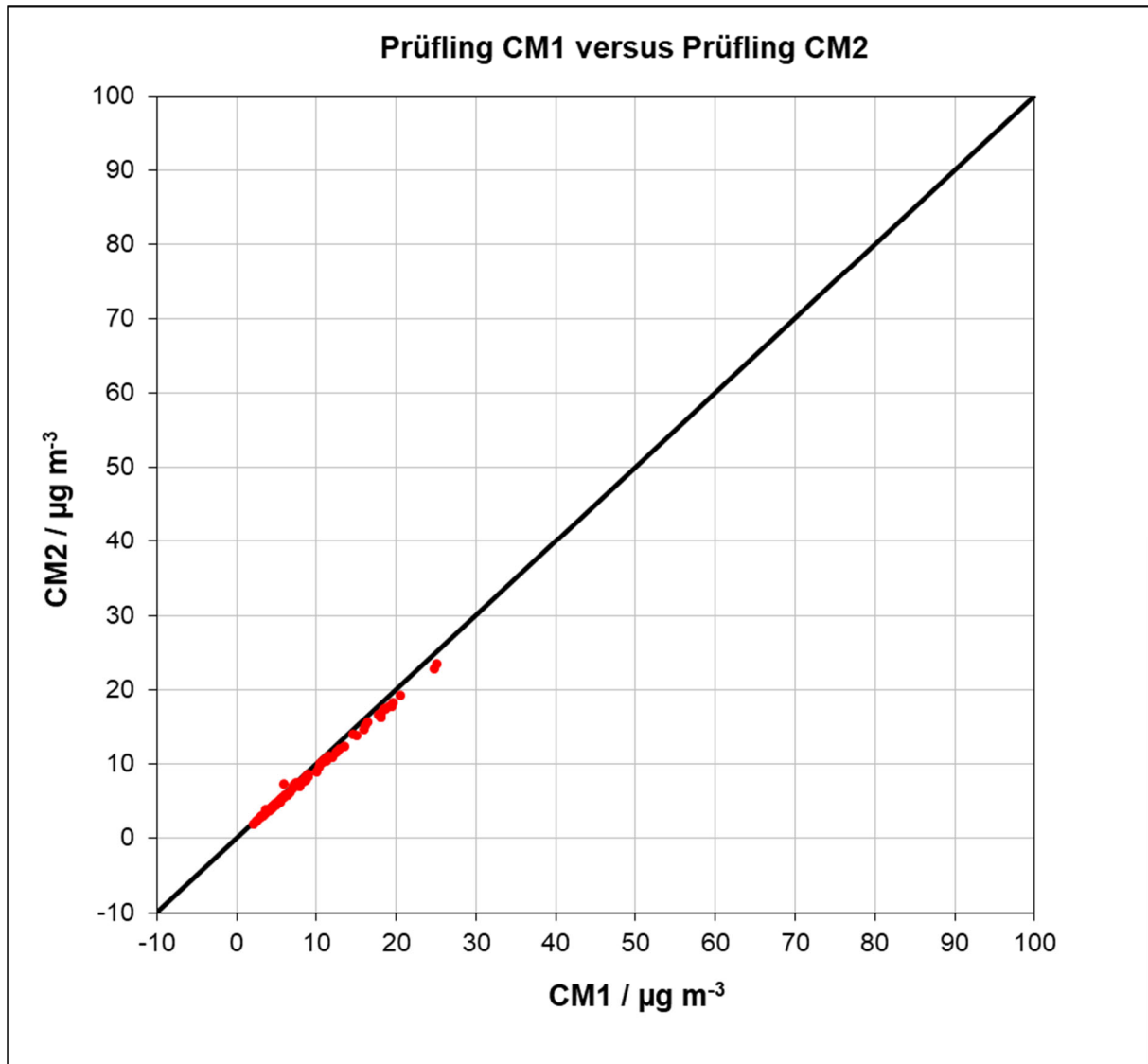


Abbildung 34: Ergebnis der Parallelmessungen, Bornheim, PM<sub>2,5</sub>

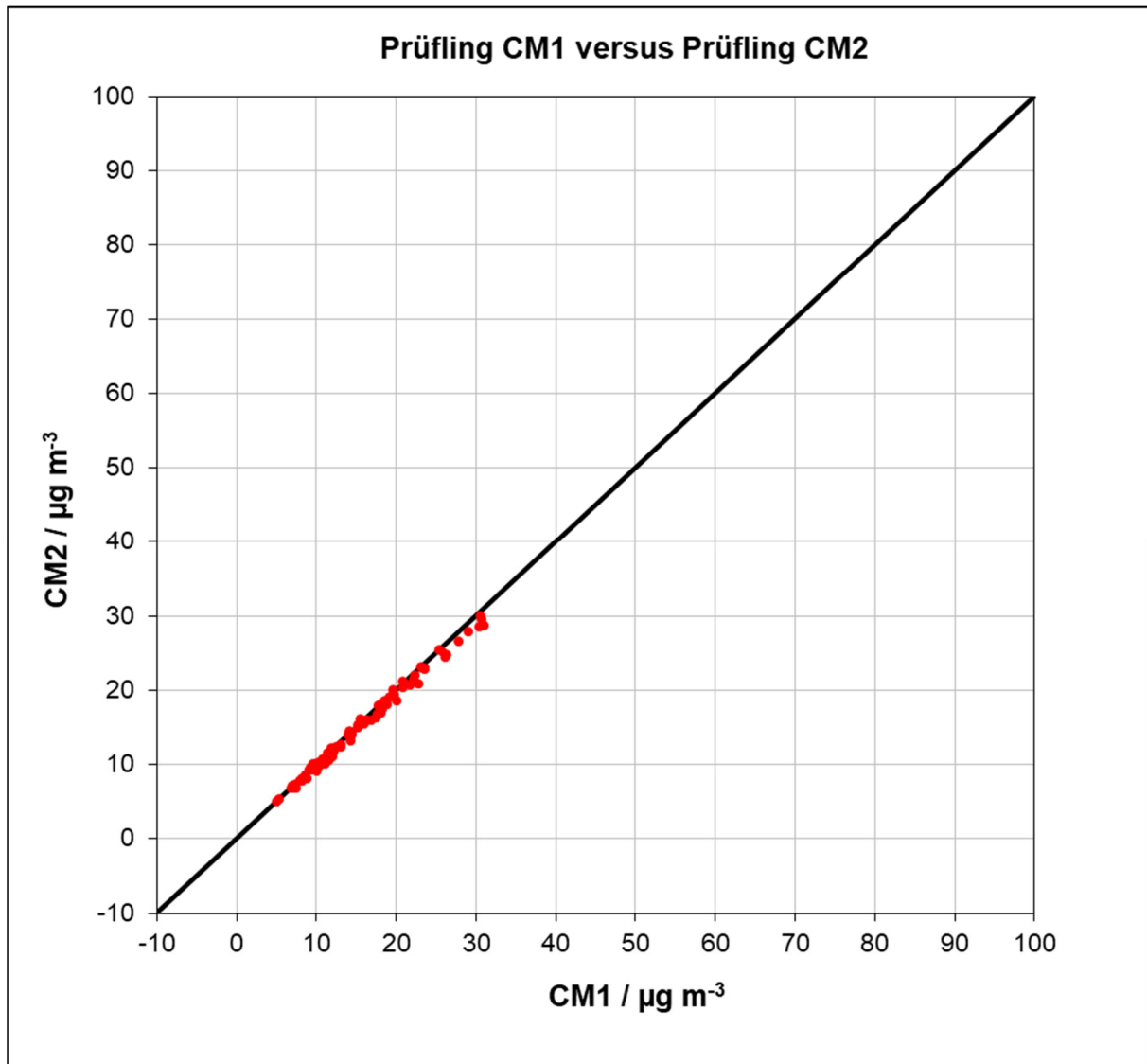


Abbildung 35: Ergebnis der Parallelmessungen, Bornheim,  $PM_{10}$

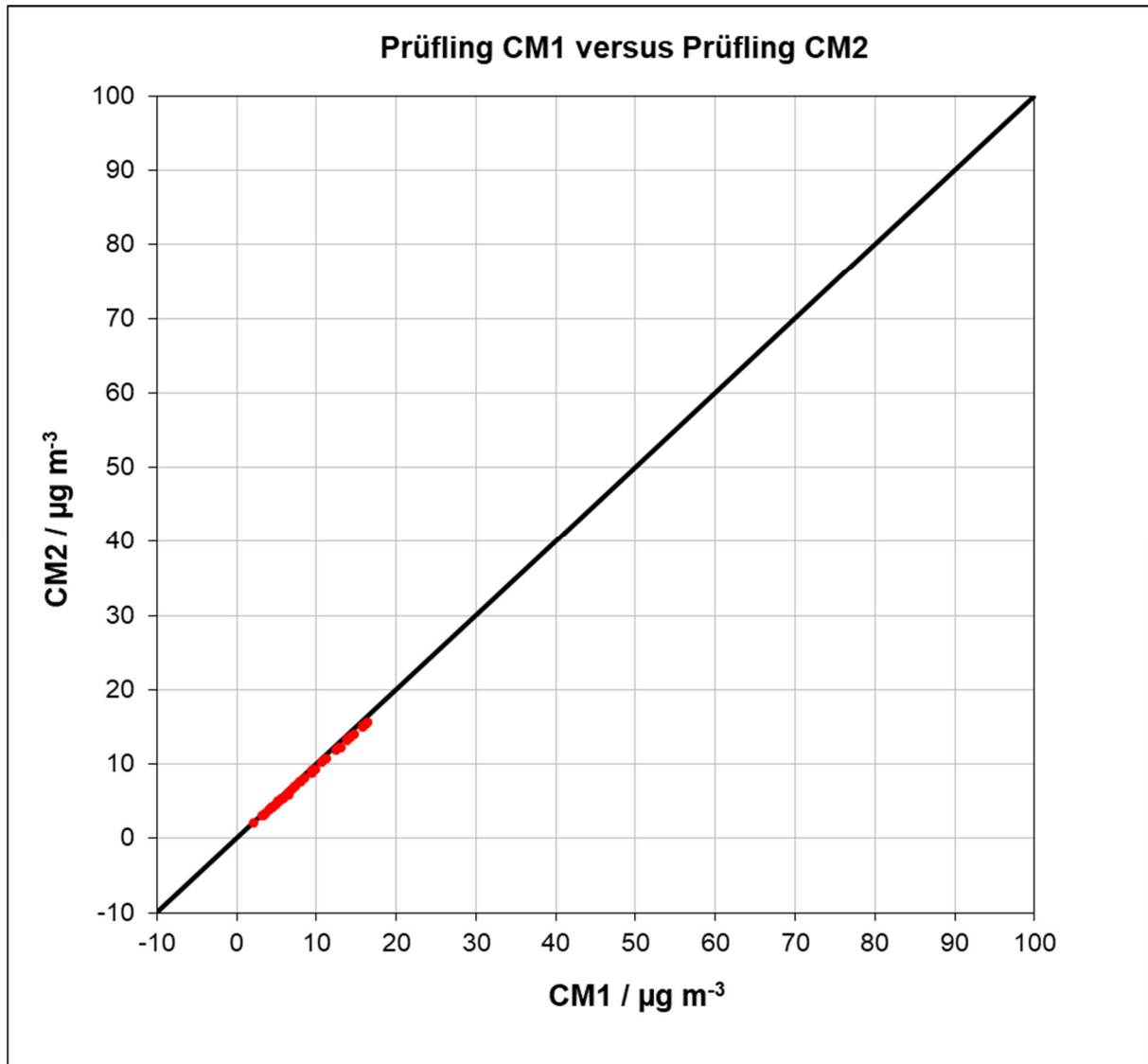


Abbildung 36: Ergebnis der Parallelmessungen, Bonn, PM<sub>2,5</sub>



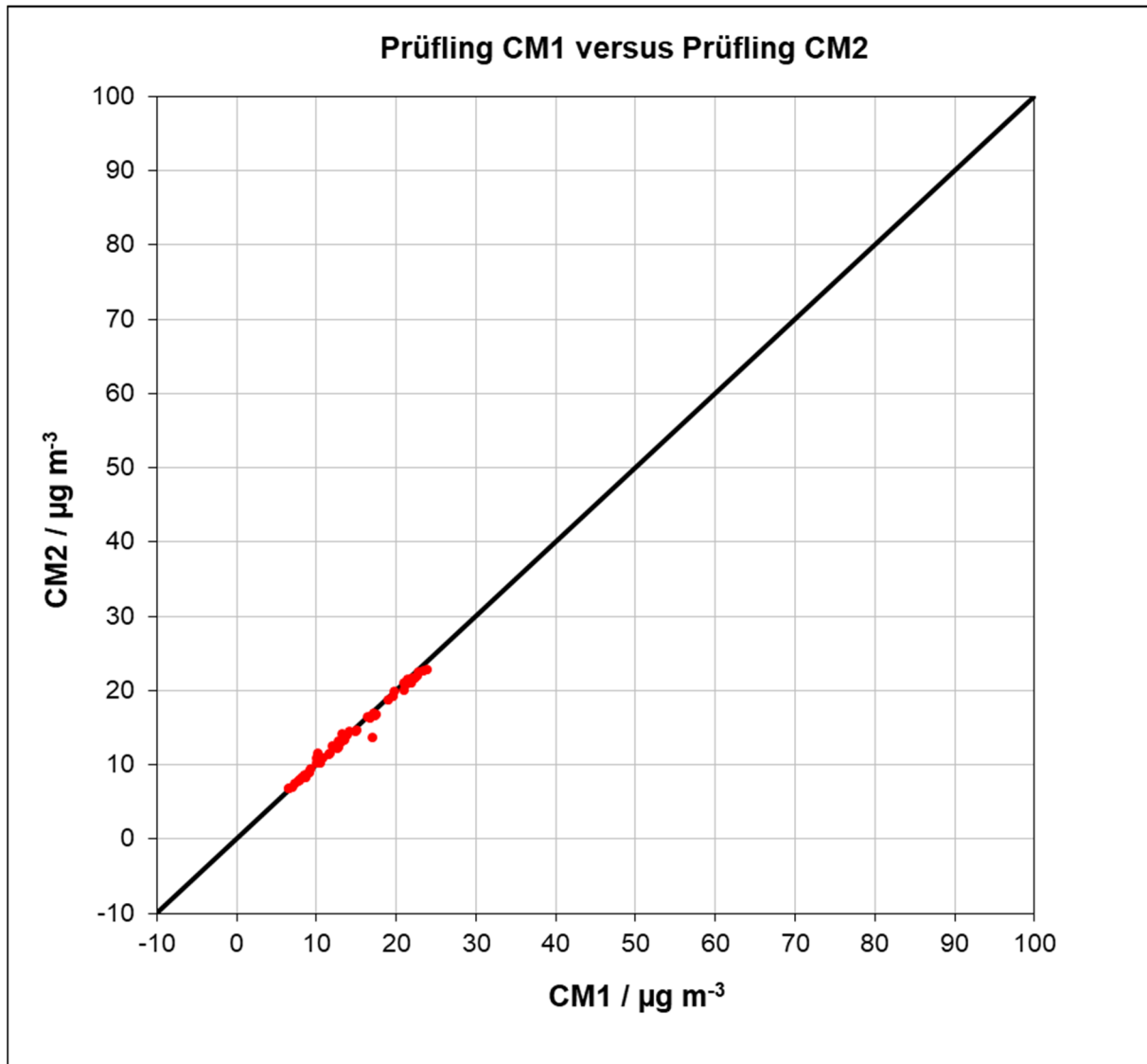


Abbildung 37: Ergebnis der Parallelmessungen, Bonn,  $PM_{10}$

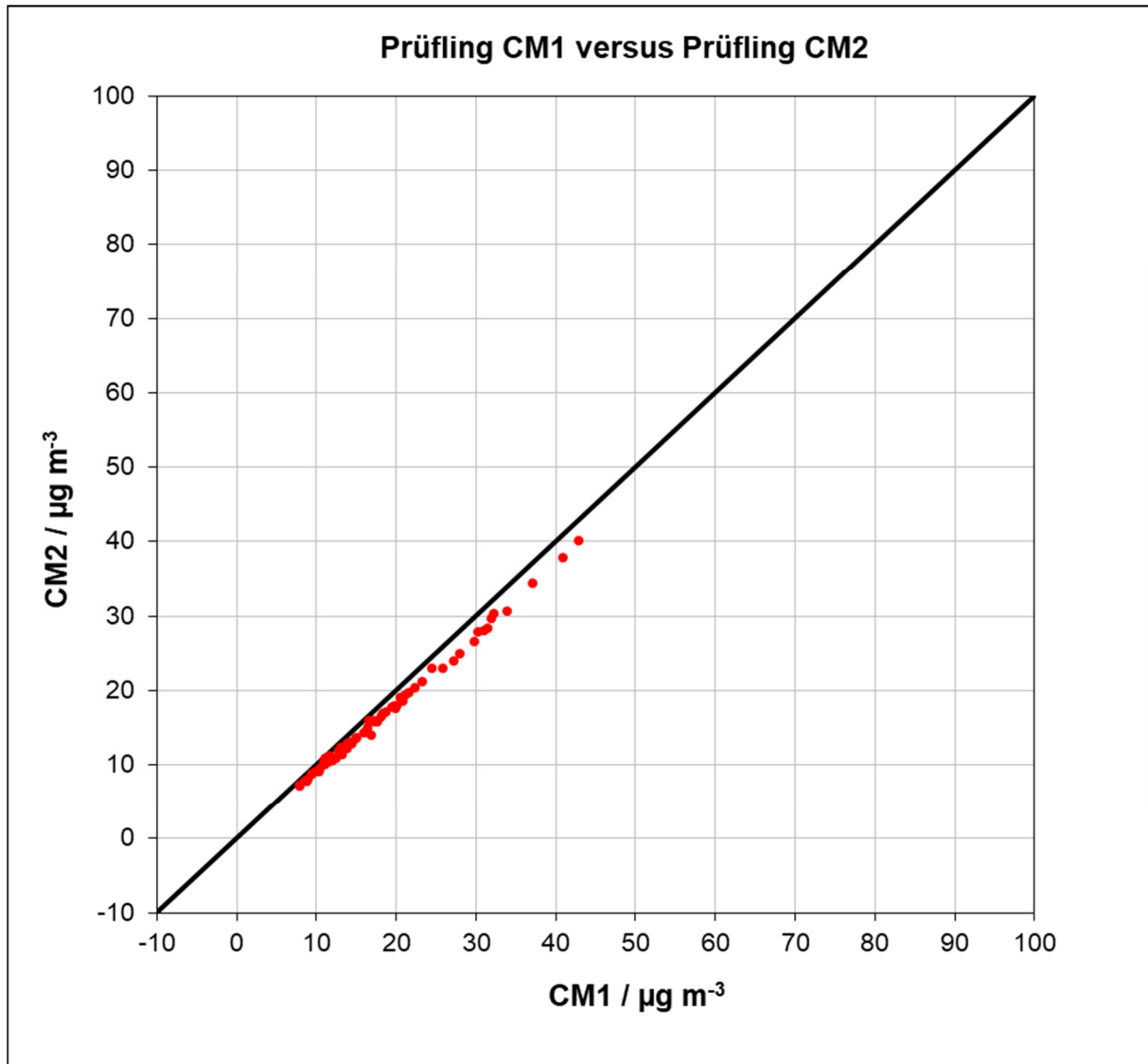


Abbildung 38: Ergebnis der Parallelmessungen, Niederzier II, PM<sub>10</sub>

## 6.1 17 Erweiterte Messunsicherheit (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 Referenzmessgeräte entsprechend Punkt 5 des vorliegenden Berichts zum Einsatz.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

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

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als 17 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub> bzw. 28 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub>. Wenn dies auf Grund niedriger Konzentrationslevel nicht gewährleistet werden kann, wird eine Mindestanzahl von 32 Wertepaaren als ausreichend erachtet.

Es wurden für jede Vergleichskampagne mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Es liegen für alle Vergleichskampagnen insgesamt für PM<sub>2,5</sub> 34 Wertepaare über 17 µg/m<sup>3</sup> und für PM<sub>10</sub> 33 Wertepaare über 28 µg/m<sup>3</sup>. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

## 6.4 Auswertung

[DIN EN 16450 Punkt 7.5.8.3]

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

Die Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten  $u_{bs, RM}$  wird analog der Unsicherheit zwischen den Prüflingen bestimmt und muss  $\leq 2,0$  µg/m<sup>3</sup> sein.

Die Ergebnisse der Auswertung sind unter Punkt 6.6 zu diesem Prüfpunkt dargestellt.

[DIN EN 16450 Punkt 7.5.8.5 & 7.5.8.6]

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

Die Regression wird berechnet für:

- Alle Standorte bzw. Vergleiche gemeinsam
- Jeden Standort bzw. Vergleich einzeln
- Für einen reduzierten Datensatz, der nur Staubkonzentrationen größer als oder gleich 18 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub> bzw. 30 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub> berücksichtigt, vorausgesetzt, der Teilsatz enthält mindestens 40 valide Datenpaare. Da sowohl für PM<sub>2,5</sub> als auch für PM<sub>10</sub> keine Teildatensätze mit mindestens 40 validen Datenpaare gewonnen wurden, erfolgt keine Auswertung für Datenpaare größer als oder gleich 18 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub> bzw. 30 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub>.

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.

L = Ersatz-Tagesgrenzwert für PM<sub>2,5</sub> (30 µg/m<sup>3</sup>)

Algorithmen zur Berechnung des Achsabschnitts a sowie der Steigung b und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [4] 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
- Für einen reduzierten Datensatz, der nur Staubkonzentrationen größer als oder gleich 18 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub> berücksichtigt, vorausgesetzt, der Teilsatz enthält mindestens 40 valide Datenpaare.

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 Achsenabschnitts beschreiben, berechnet als Wurzel der Varianz. Wenn diese Vorbedingungen nicht erfüllt sind, dann können die Prüflinge gemäß 7.5.8.6 [4] 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  $w_{AMS}^2$  wie folgt berechnet:

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

Für jeden Datensatz wird die Unsicherheit  $w_{AMS}$  auf einem Level von  $L = 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>2,5</sub> sowie auf einem Level von  $L = 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>10</sub> berechnet.

[DIN EN 16450 Punkt 7.5.8.8] Für jeden Datensatz wird die erweiterte relative Messunsicherheit der Ergebnisse der Prüflinge durch Multiplizieren von  $w_{AMS}$  mit einem Erweiterungsfaktor  $k$  nach folgender Gleichung berechnet:

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

Im Hinblick auf die große Anzahl der zur Verfügung stehenden Versuchsergebnisse muss ein Erweiterungsfaktor  $k=2$  verwendet werden.

## 7.5 Bewertung

Die ermittelten Unsicherheiten  $W_{AMS}$  liegen für alle betrachteten Datensätze ohne Anwendung von Korrekturfaktoren über der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit  $W_{dqo}$  von 25 % für Feinstaub. Da sowohl für PM<sub>2,5</sub> als auch für PM<sub>10</sub> der Achsenabschnitt signifikant von 0 und die Steigung signifikant von 1 verschieden ist, ist die Anwendung von Korrekturfaktoren gemäß „Punkt 6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen“ entsprechend vorzunehmen. Nach der Anwendung von Korrekturfaktoren und -termen liegen alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit  $W_{dqo}$  von 25 %

Mindestanforderung erfüllt? ja

Nachfolgende Tabelle 27 sowie Tabelle 28 zeigen einen Überblick über alle Ergebnisse der Äquivalenzprüfung.

Für den Fall, dass ein Kriterium nicht erfüllt wird, ist die entsprechende Zelle mit roter Farbe hinterlegt.

Tabelle 27: Übersicht Äquivalenzprüfung, PM<sub>2,5</sub>

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfling	Fidas Smart System	SN	12248 & 12250	
Status Messwerte	Rohdaten	Grenzwert	30	µg/m <sup>3</sup>
		erlaubte Unsicherheit	25	%
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,51	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,41	µg/m <sup>3</sup>		
	<b>12248 &amp; 12250</b>			
Anzahl Wertepaare	363			
Steigung b	0,963	signifikant		
Unsicherheit von b	0,012			
Achsabschnitt a	0,263	signifikant		
Unsicherheit von a	0,127			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	10,03	%		

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

Seite 99 von 269

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfling	Fidas Smart System		SN	12248 & 12250
Status Messwerte	Rohdaten		Grenzwert erlaubte Unsicherheit	30 25 <span style="float:right">µg/m³ %</span>
<b>Köln I</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,33			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,43			µg/m³
	12248			12250
Anzahl Wertepaare	44			44
Steigung b	1,021			0,975
Unsicherheit von b	0,019			0,019
Achsabschnitt a	-0,087			-0,053
Unsicherheit von a	0,278			0,264
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	7,39	%		8,19 %
<b>Niederzier I</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,38			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,49			µg/m³
	12248			12250
Anzahl Wertepaare	57			57
Steigung b	1,060			0,990
Unsicherheit von b	0,034			0,032
Achsabschnitt a	-0,421			-0,289
Unsicherheit von a	0,386			0,371
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	13,44	%		10,21 %
<b>Köln II</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,45			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,31			µg/m³
	12248			12250
Anzahl Wertepaare	115			115
Steigung b	1,056			0,990
Unsicherheit von b	0,031			0,029
Achsabschnitt a	-0,220			-0,138
Unsicherheit von a	0,235			0,222
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	11,66	%		6,71 %
<b>Bornheim</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,47			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,52			µg/m³
	12248			12250
Anzahl Wertepaare	93			93
Steigung b	0,901			0,830
Unsicherheit von b	0,023			0,024
Achsabschnitt a	1,294			1,385
Unsicherheit von a	0,246			0,251
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	14,15	%		26,40 %
<b>Bonn</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,80			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,31			µg/m³
	12248			12250
Anzahl Wertepaare	54			54
Steigung b	0,993			0,948
Unsicherheit von b	0,045			0,043
Achsabschnitt a	-0,234			-0,216
Unsicherheit von a	0,441			0,421
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	9,10	%		14,39 %
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,51			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,41			µg/m³
	12248			12250
Anzahl Wertepaare	363			363
Steigung b	0,993	nicht signifikant		0,933 <span style="background-color:red; color:white;">signifikant</span>
Unsicherheit von b	0,012			0,012
Achsabschnitt a	0,235	nicht signifikant		0,289 <span style="background-color:red; color:white;">signifikant</span>
Unsicherheit von a	0,129			0,126
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	8,39	%		14,03 %

Tabelle 28: Übersicht Äquivalenzprüfung, PM<sub>10</sub>

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfling	Fidas Smart System	SN	12248 & 12250	
Status Messwerte	Rohdaten	Grenzwert	50	µg/m <sup>3</sup>
		erlaubte Unsicherheit	25	%
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	<b>0,63</b>			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	<b>0,64</b>			µg/m <sup>3</sup>
	<b>12248 &amp; 12250</b>			
Anzahl Wertepaare	<b>433</b>			
Steigung b	<b>0,899</b>	<b>signifikant</b>		
Unsicherheit von b	<b>0,012</b>			
Achsabschnitt a	<b>0,712</b>	<b>signifikant</b>		
Unsicherheit von a	<b>0,218</b>			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	<b>19,17</b>			%



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

Seite 101 von 269

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfling	Fidas Smart System		SN	12248 & 12250
Status Messwerte	Rohdaten		Grenzwert erlaubte Unsicherheit	50 25 <span style="float:right">µg/m³ %</span>
<b>Köln I</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,26		µg/m³	
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,47		µg/m³	
	12248			12250
Anzahl Wertepaare	53			53
Steigung b	0,996			0,957
Unsicherheit von b	0,027			0,023
Achsabschnitt a	-1,144			-0,735
Unsicherheit von a	0,576			0,498
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	11,01	%		14,23 %
<b>Niederzier I</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,65		µg/m³	
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,62		µg/m³	
	12248			12250
Anzahl Wertepaare	59			59
Steigung b	0,922			0,874
Unsicherheit von b	0,025			0,024
Achsabschnitt a	0,976			1,266
Unsicherheit von a	0,518			0,500
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	13,62	%		21,20 %
<b>Köln II</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,50		µg/m³	
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,38		µg/m³	
	12248			12250
Anzahl Wertepaare	117			117
Steigung b	0,927			0,870
Unsicherheit von b	0,028			0,025
Achsabschnitt a	0,769			1,061
Unsicherheit von a	0,357			0,315
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	12,51	%		22,06 %
<b>Bornheim</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,69		µg/m³	
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,47		µg/m³	
	12248			12250
Anzahl Wertepaare	83			83
Steigung b	0,912			0,870
Unsicherheit von b	0,047			0,048
Achsabschnitt a	0,721			1,007
Unsicherheit von a	0,853			0,858
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	19,37	%		25,35 %
<b>Bonn</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,50		µg/m³	
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,45		µg/m³	
	12248			12250
Anzahl Wertepaare	54			54
Steigung b	0,797			0,759
Unsicherheit von b	0,039			0,034
Achsabschnitt a	1,934			2,404
Unsicherheit von a	0,651			0,562
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	33,68	%		39,18 %
<b>Niederzier II</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,94		µg/m³	
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,23		µg/m³	
	12248			12250
Anzahl Wertepaare	67			67
Steigung b	0,885			0,811
Unsicherheit von b	0,026			0,025
Achsabschnitt a	1,638			1,469
Unsicherheit von a	0,547			0,532
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	18,16	%		32,76 %
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,63		µg/m³	
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,64		µg/m³	
	12248			12250
Anzahl Wertepaare	433			433
Steigung b	0,927	signifikant		0,874
Unsicherheit von b	0,012			0,012
Achsabschnitt a	0,556	signifikant		0,847
Unsicherheit von a	0,225			0,215
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	15,15	%		23,39 %

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

- Kriterium 1: Mehr als 32 Wertepaare sind größer als 17 µg/m<sup>3</sup> (PM<sub>2,5</sub>) bzw. 28 µg/m<sup>3</sup> (PM<sub>10</sub>)
- Kriterium 2: Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ist kleiner als 2,5 µg/m<sup>3</sup>.
- Kriterium 3: Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten ist kleiner als 2,0 µg/m<sup>3</sup>
- Kriterium 4: Nicht alle erweiterten Unsicherheiten liegen unter 25 %.
- Kriterium 5: Bei einem Prüfling ist die Steigung und der Achsenabschnitt bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes signifikant größer als erlaubt.
- Weitere: Es ergibt sich für den Gesamtdatensatz für beide Prüflinge gemeinsam eine Steigung von 0,963 (PM<sub>2,5</sub>) bzw. von 0,899 (PM<sub>10</sub>) und einen Achsenabschnitt von 0,263 (PM<sub>2,5</sub>) bzw. 0,712 (PM<sub>10</sub>) bei einer erweiterten Gesamtunsicherheit von 10,03 % (PM<sub>2,5</sub>) bzw. 19,17 % (PM<sub>10</sub>).

Es ergibt sich, dass sowohl für PM<sub>2,5</sub> als auch für PM<sub>10</sub> der Achsenabschnitt signifikant von 0 und die Steigung signifikant von 1 verschieden ist. Es erfolgt daher unter Kapitel „6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen“ eine zusätzliche Auswertung unter Anwendung des entsprechenden Kalibrierfaktors auf die Datensätze.

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 29 zeigt einen Überblick über die Unsicherheiten zwischen den Referenzgeräten  $u_{bs, RM}$  aus den Felduntersuchungen.

Tabelle 29: Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten  $u_{bs, RM}$ ; PM<sub>2.5</sub>

Referenz-Geräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{bs, RM}$
Nr.			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 / 2	Köln I	44	0,33
1 / 2	Niederzier I	57	0,38
1 / 2	Köln II	115	0,45
1 / 2	Bornheim	93	0,47
1 / 2	Bonn	54	0,80
1 / 2	Alle Standorte	363	0,51

Tabelle 30: Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten  $u_{bs, RM}$ ; PM<sub>10</sub>

Referenz-Geräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{bs, RM}$
Nr.			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 / 2	Köln I	53	0,26
1 / 2	Niederzier I	59	0,65
1 / 2	Köln II	117	0,50
1 / 2	Bornheim	83	0,69
1 / 2	Bonn	54	0,50
1 / 2	Niederzier II	67	0,94
1 / 2	Alle Standorte	433	0,63

Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten  $u_{bs, RM}$  ist an allen Standorten  $< 2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

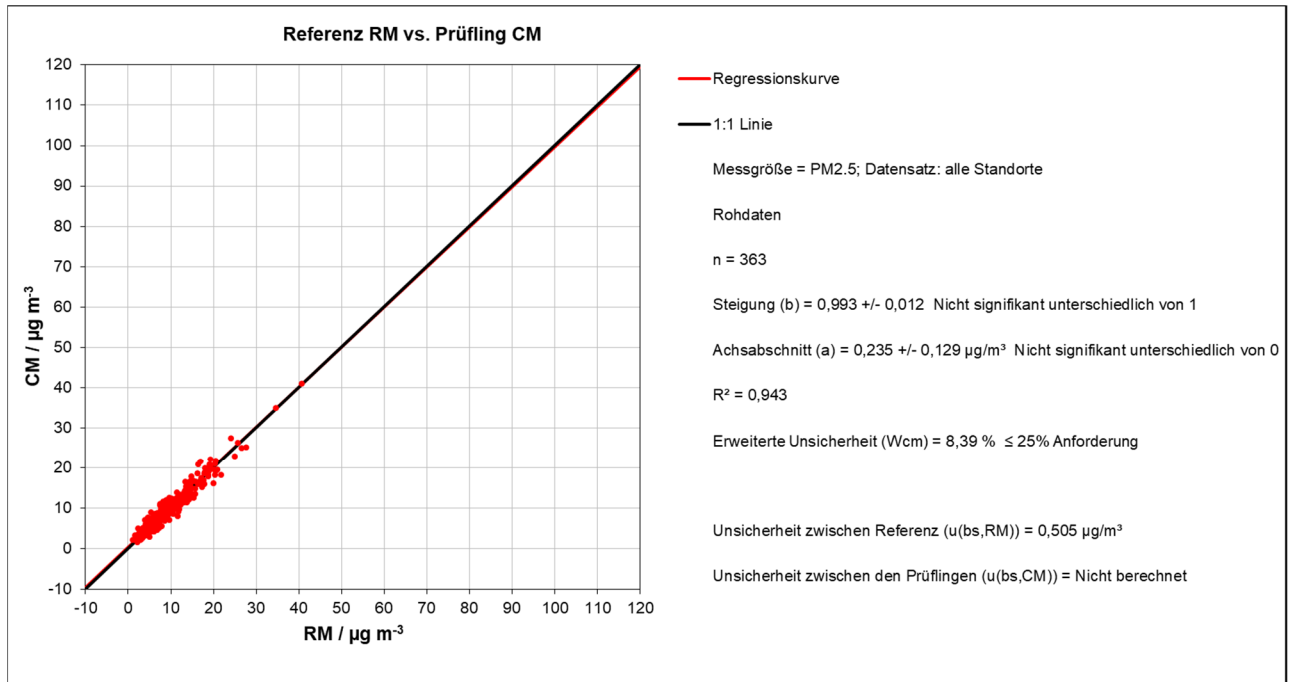


Abbildung 39: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, alle Standorte, PM<sub>2.5</sub>

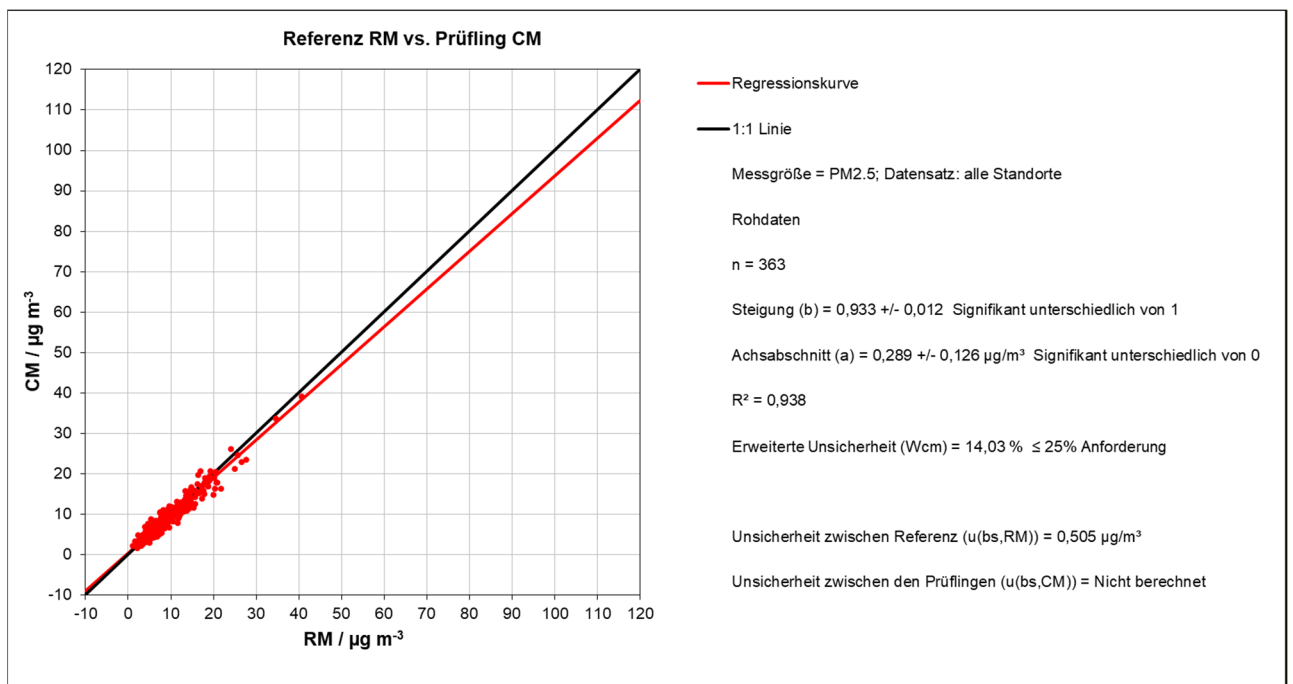


Abbildung 40: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, alle Standorte, PM<sub>2.5</sub>

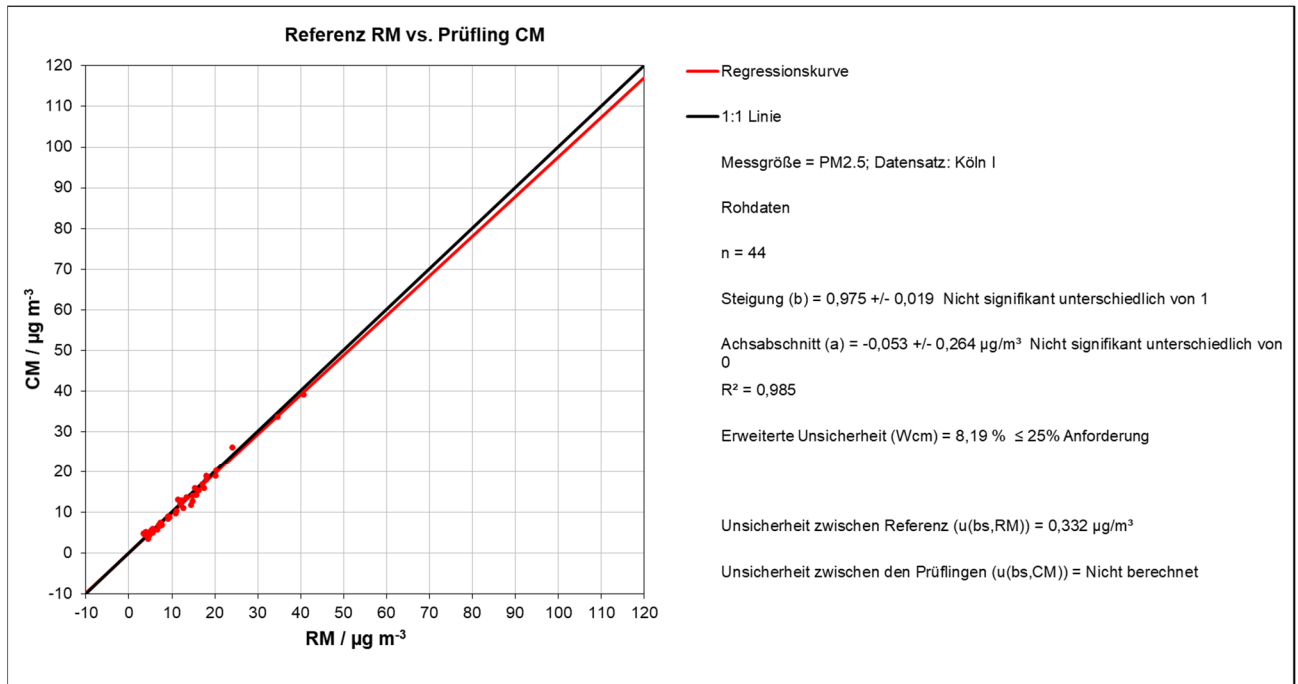


Abbildung 41: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, Köln I, PM<sub>2,5</sub>

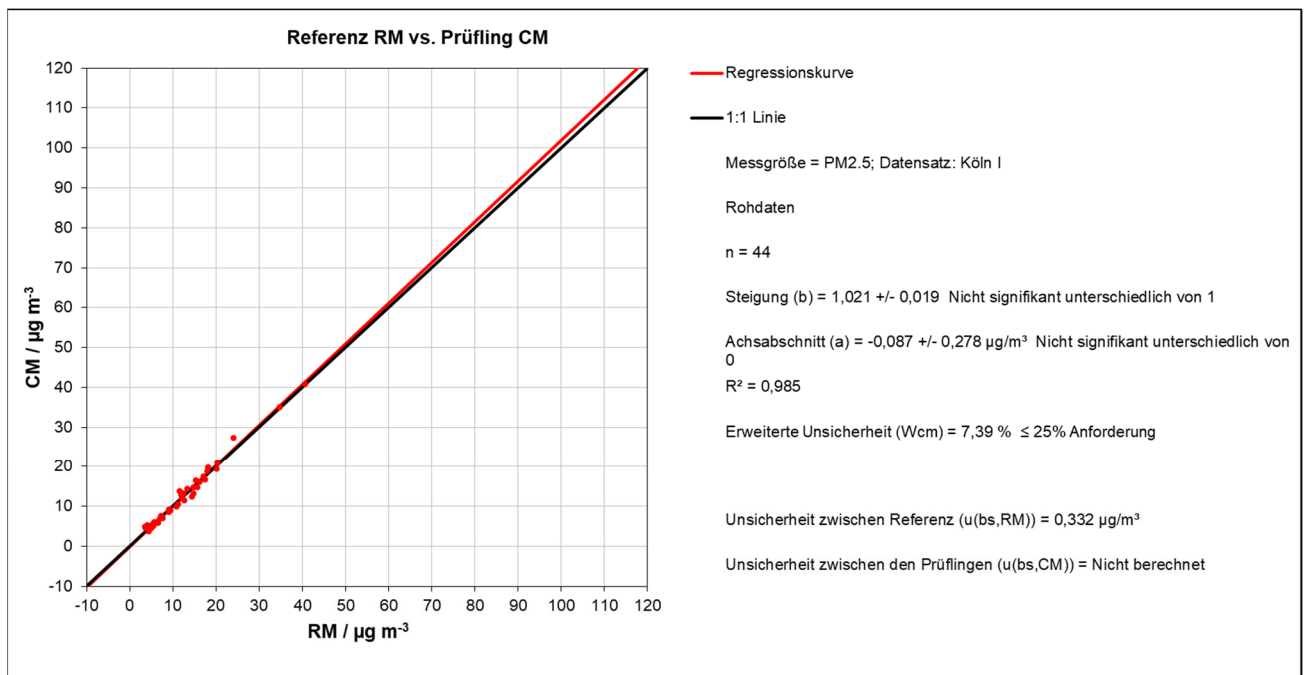


Abbildung 42: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, Köln I, PM<sub>2,5</sub>

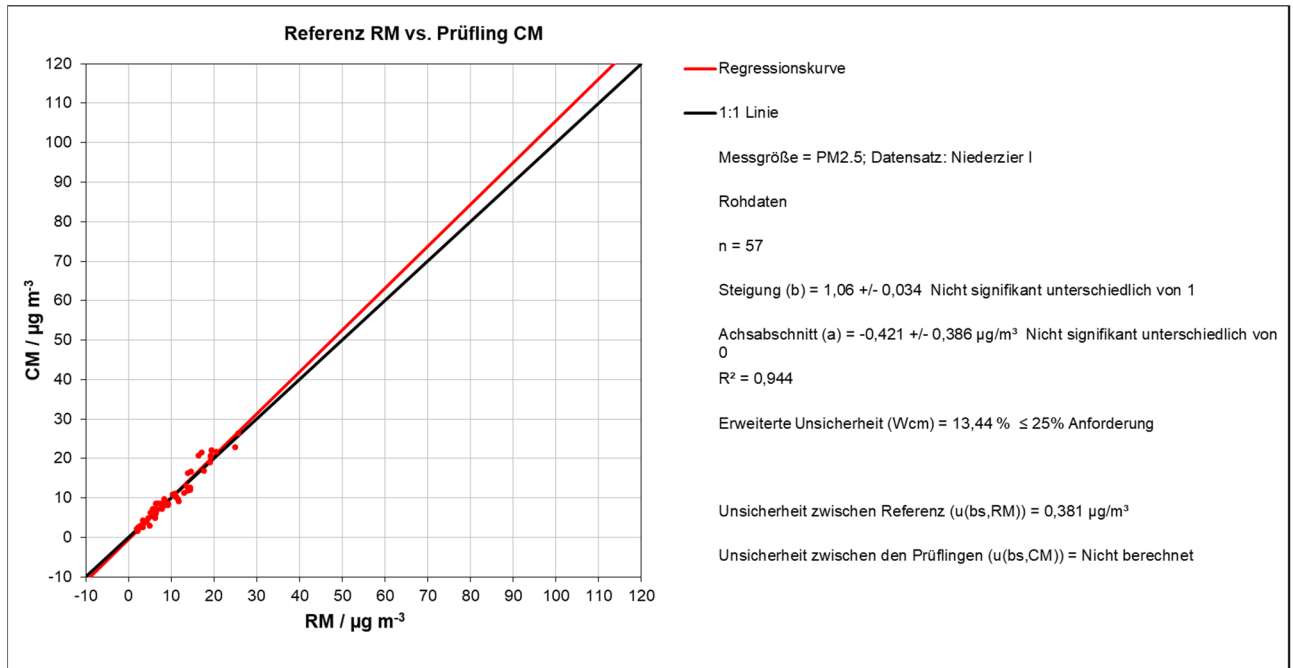


Abbildung 43: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, Niederzier I, PM<sub>2,5</sub>

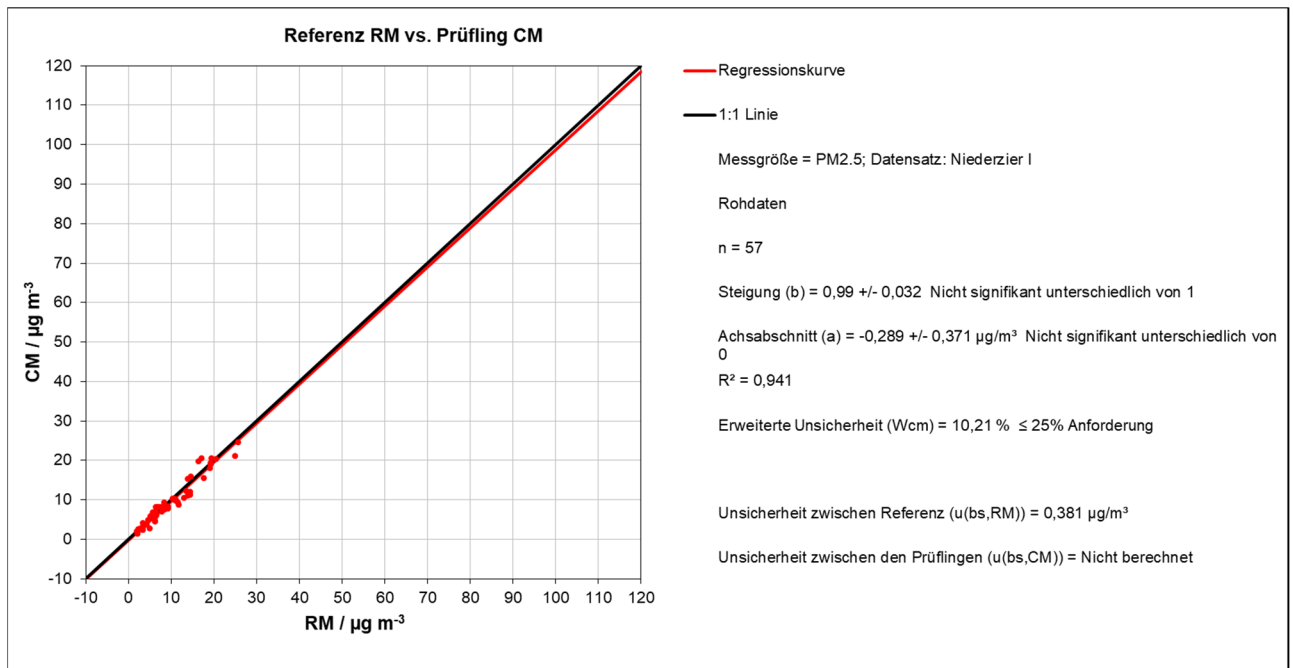


Abbildung 44: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, Niederzier I, PM<sub>2,5</sub>

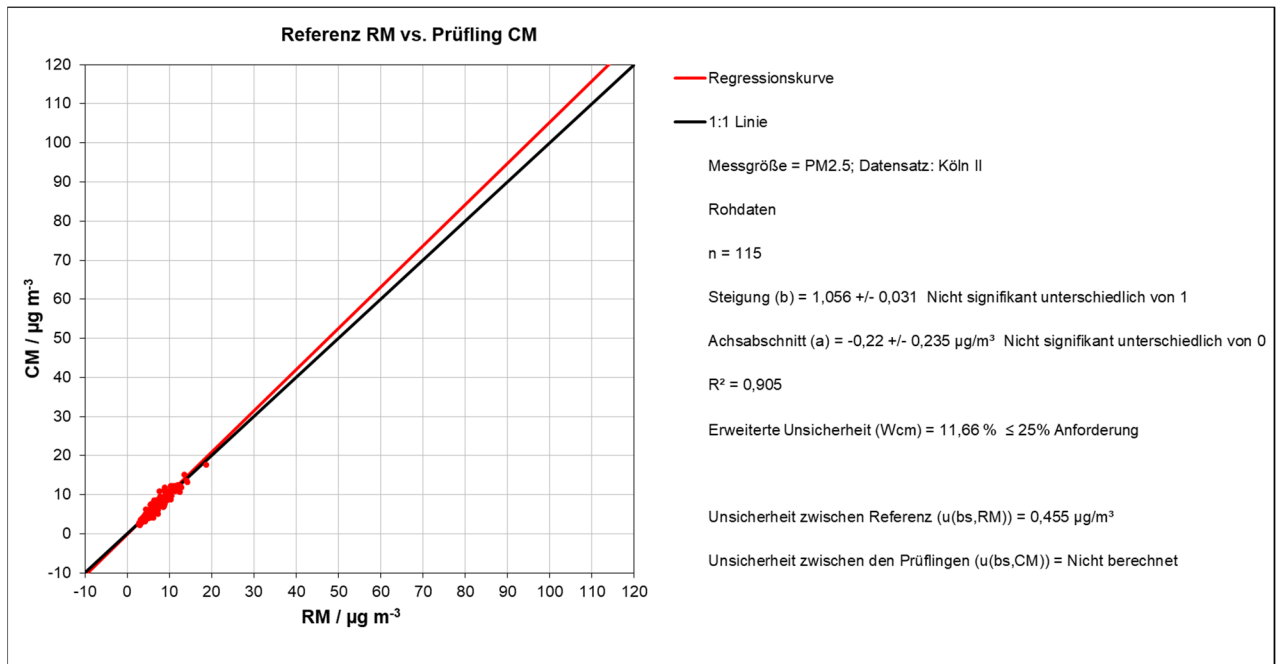


Abbildung 45: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, Köln II,  $PM_{2.5}$

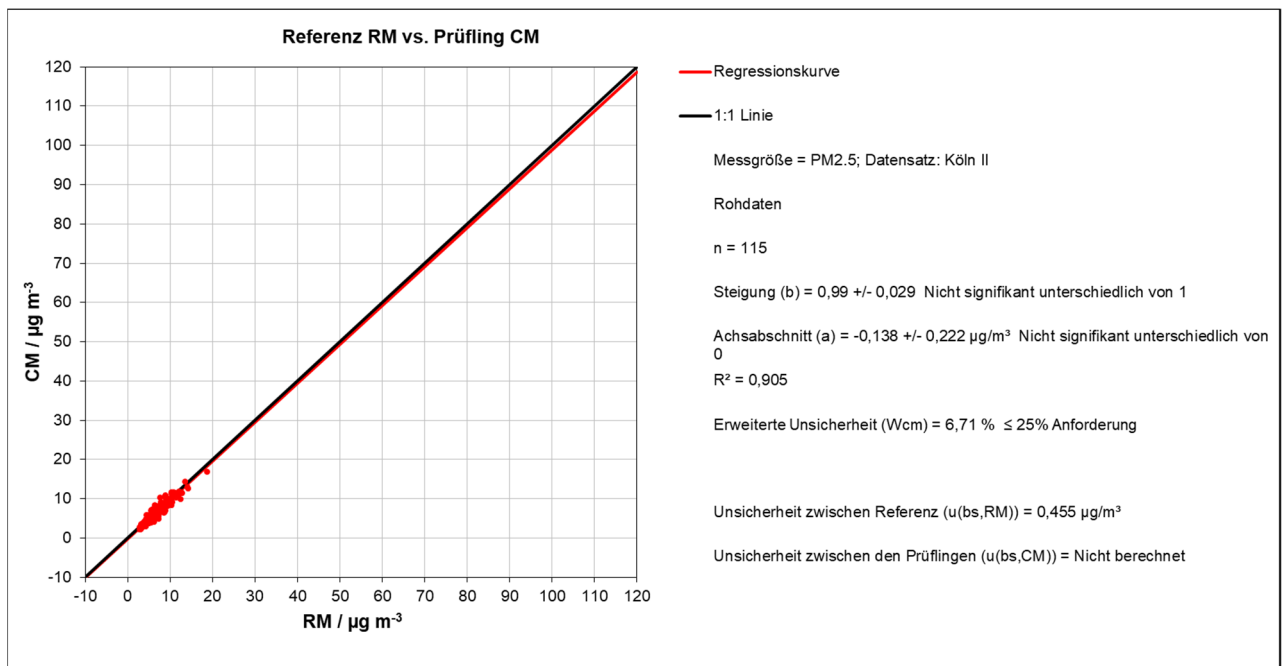


Abbildung 46: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, Köln II,  $PM_{2.5}$

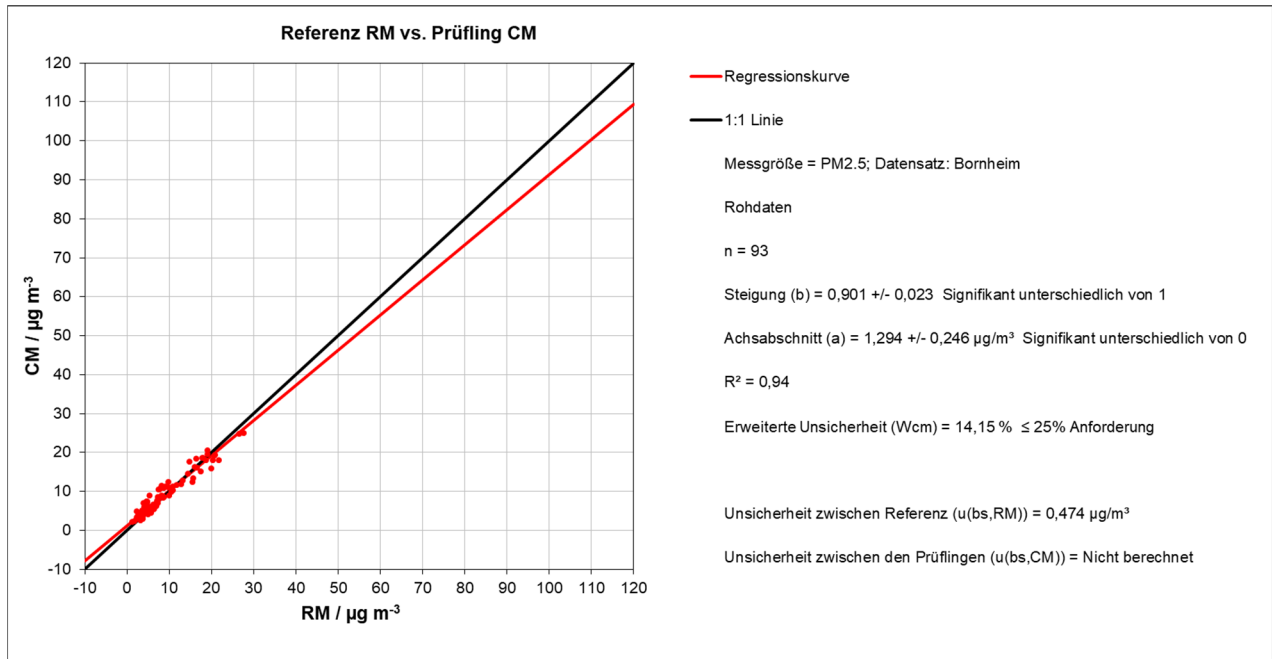


Abbildung 47: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, Bornheim, PM<sub>2.5</sub>

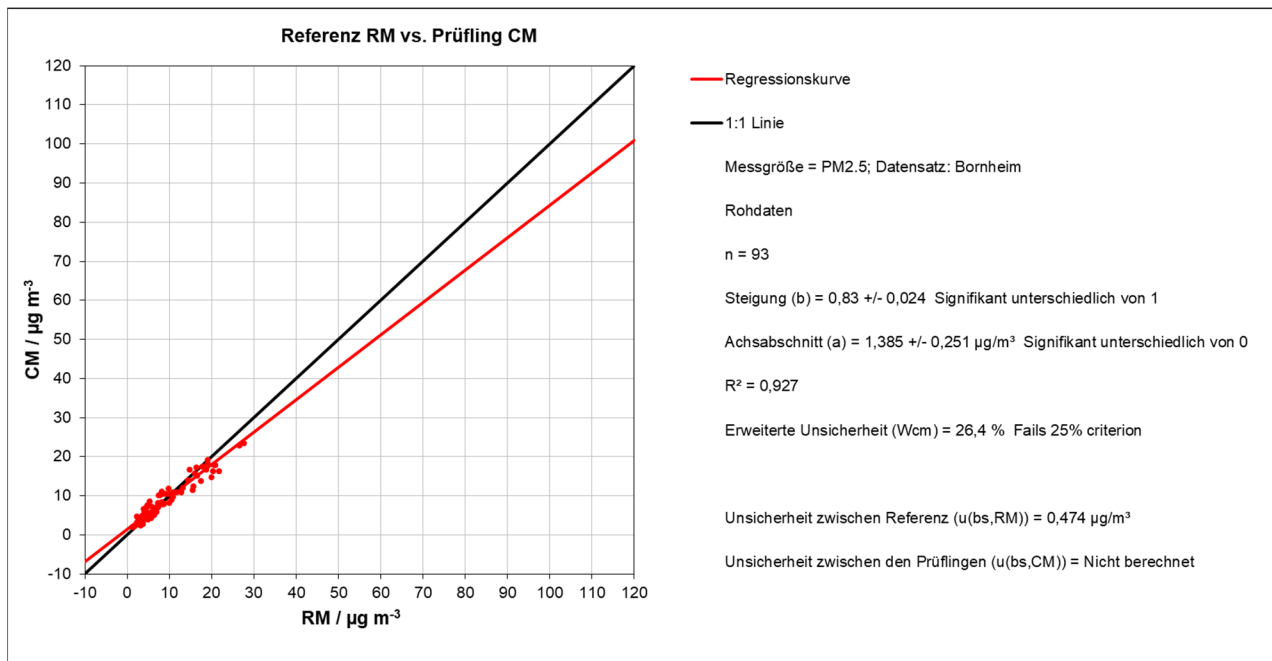


Abbildung 48: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, Bornheim, PM<sub>2.5</sub>



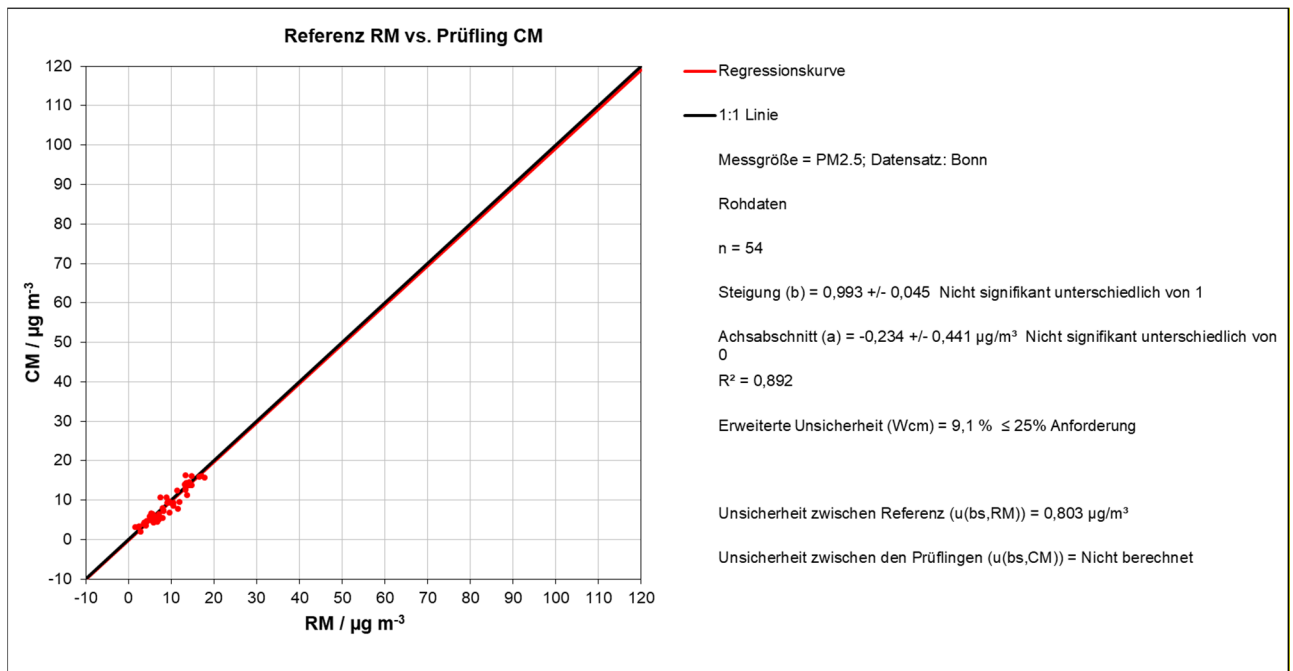


Abbildung 49: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, Bonn, PM<sub>2.5</sub>

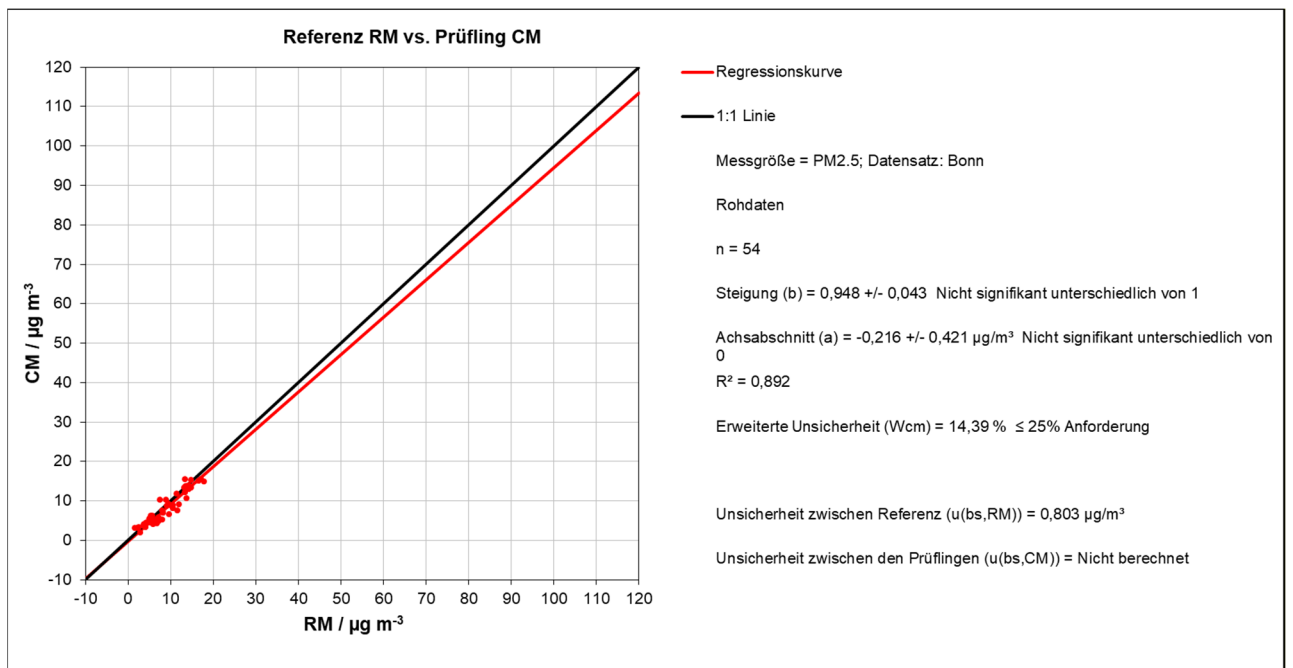


Abbildung 50: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, Bonn, PM<sub>2.5</sub>

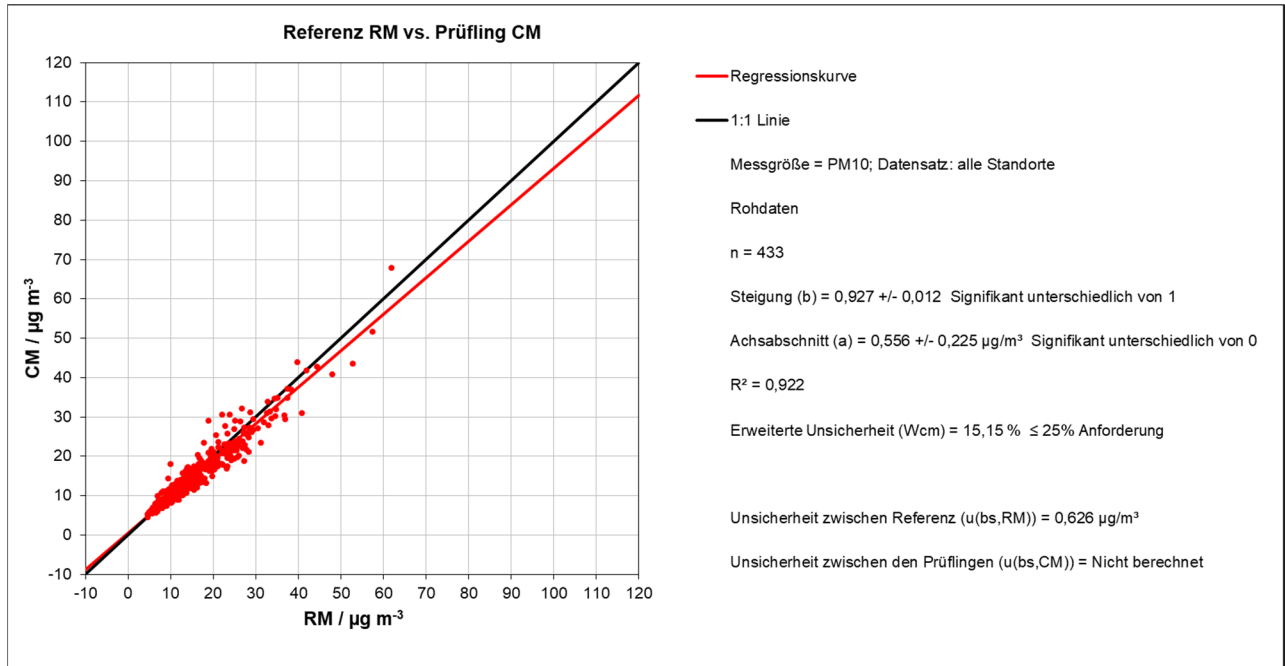


Abbildung 51: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, alle Standorte, PM<sub>10</sub>

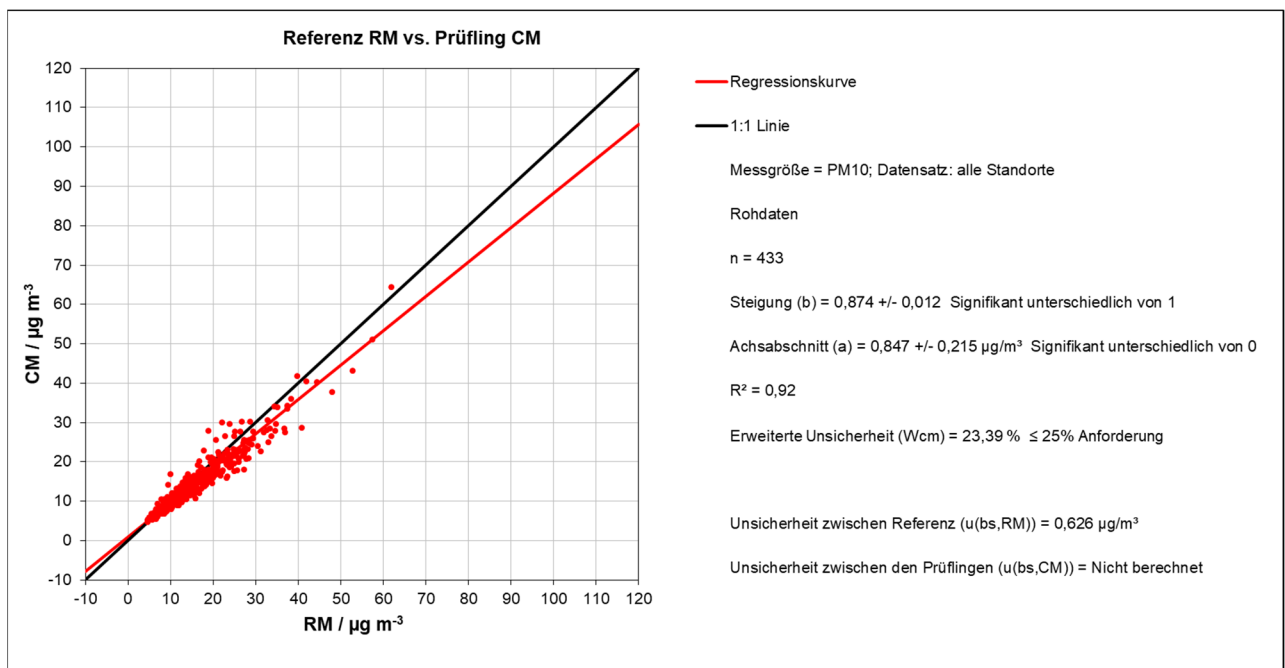


Abbildung 52: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, alle Standorte, PM<sub>10</sub>

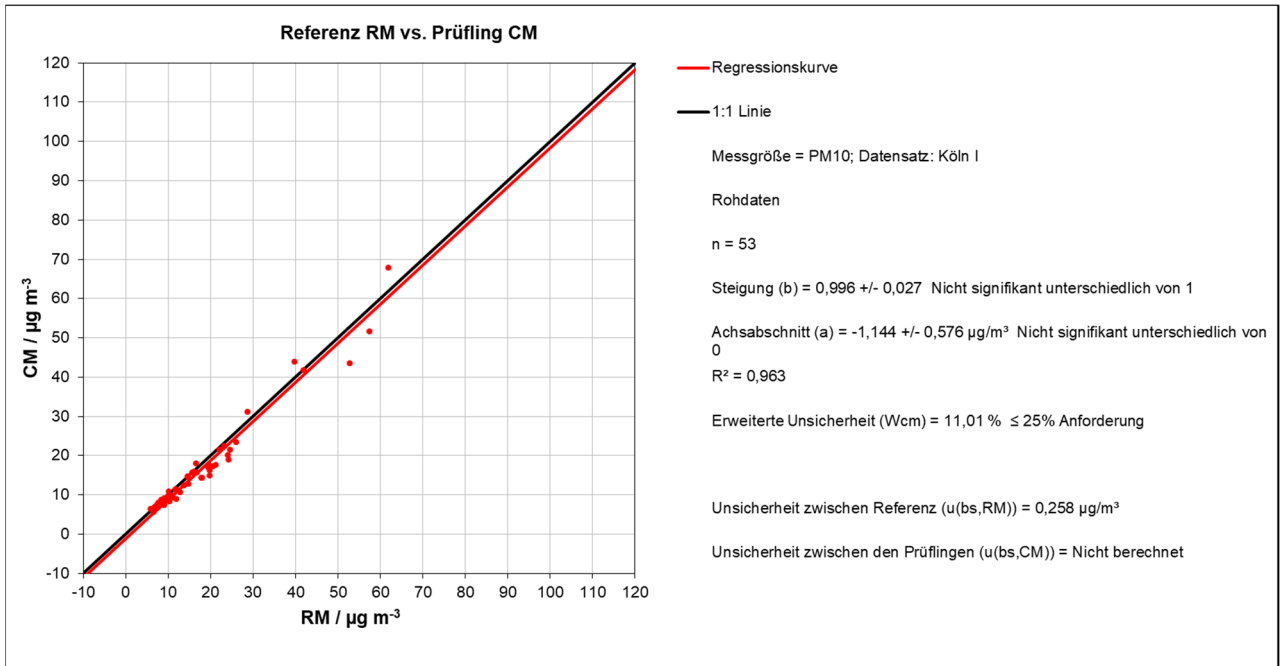


Abbildung 53: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, Köln I, PM<sub>10</sub>

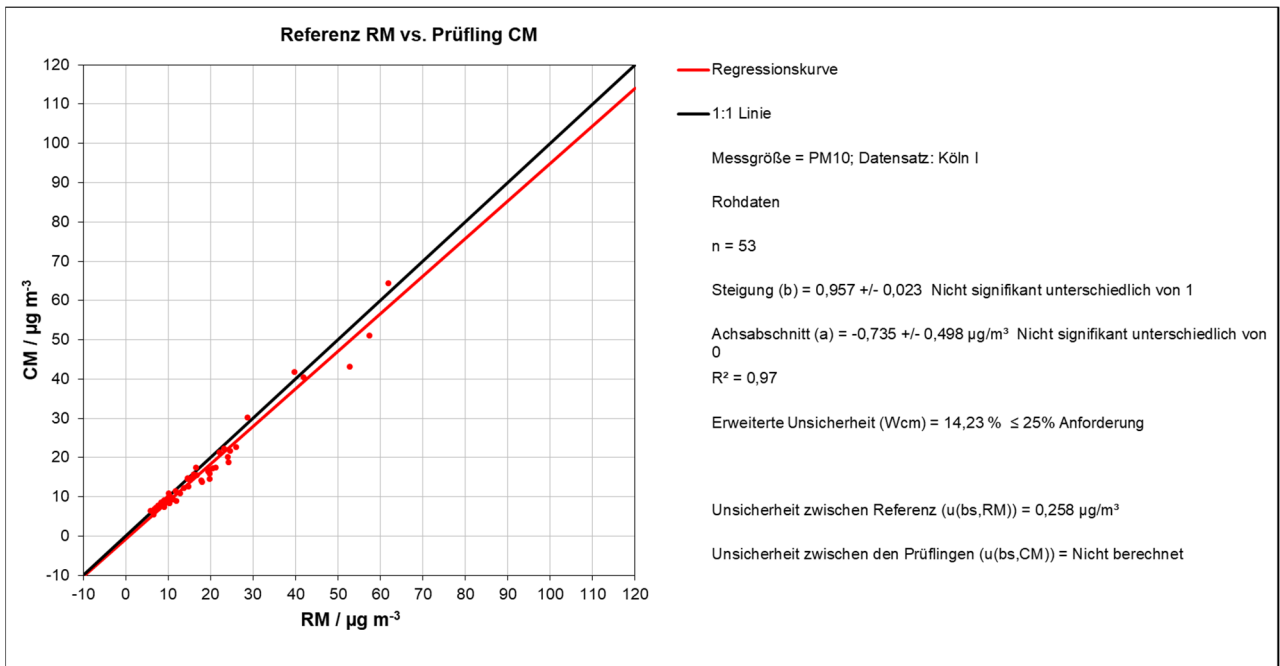


Abbildung 54: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, Köln I, PM<sub>10</sub>

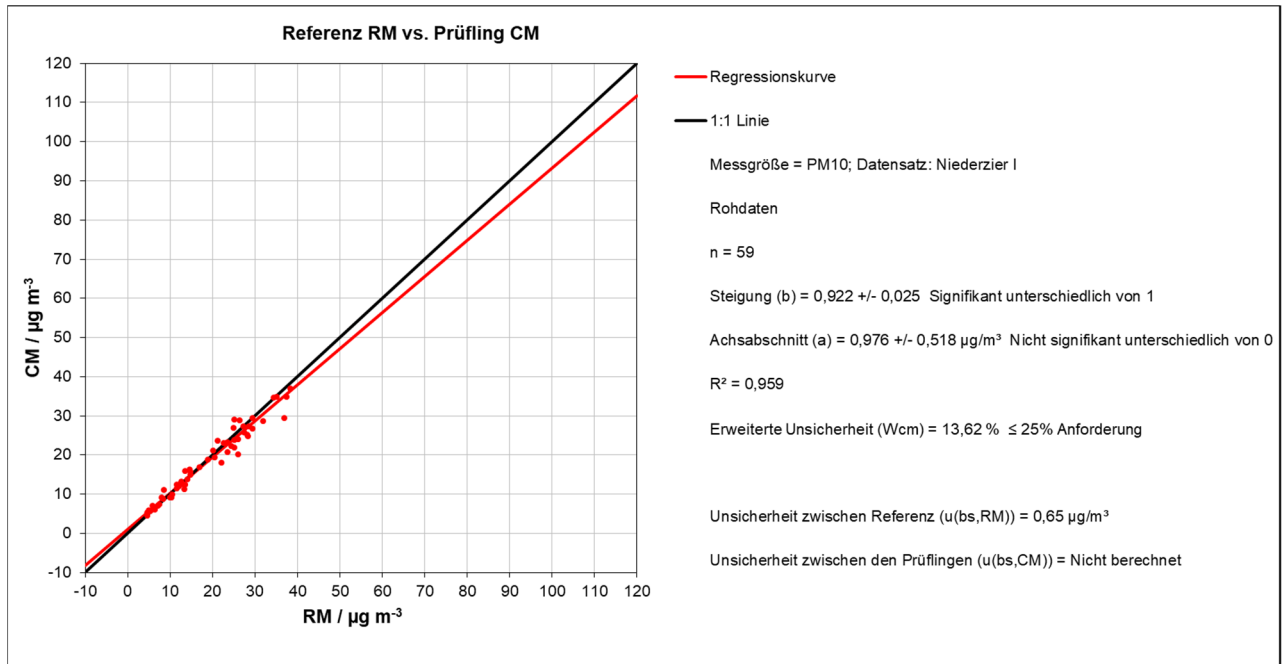


Abbildung 55: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, Niederzier I, PM<sub>10</sub>

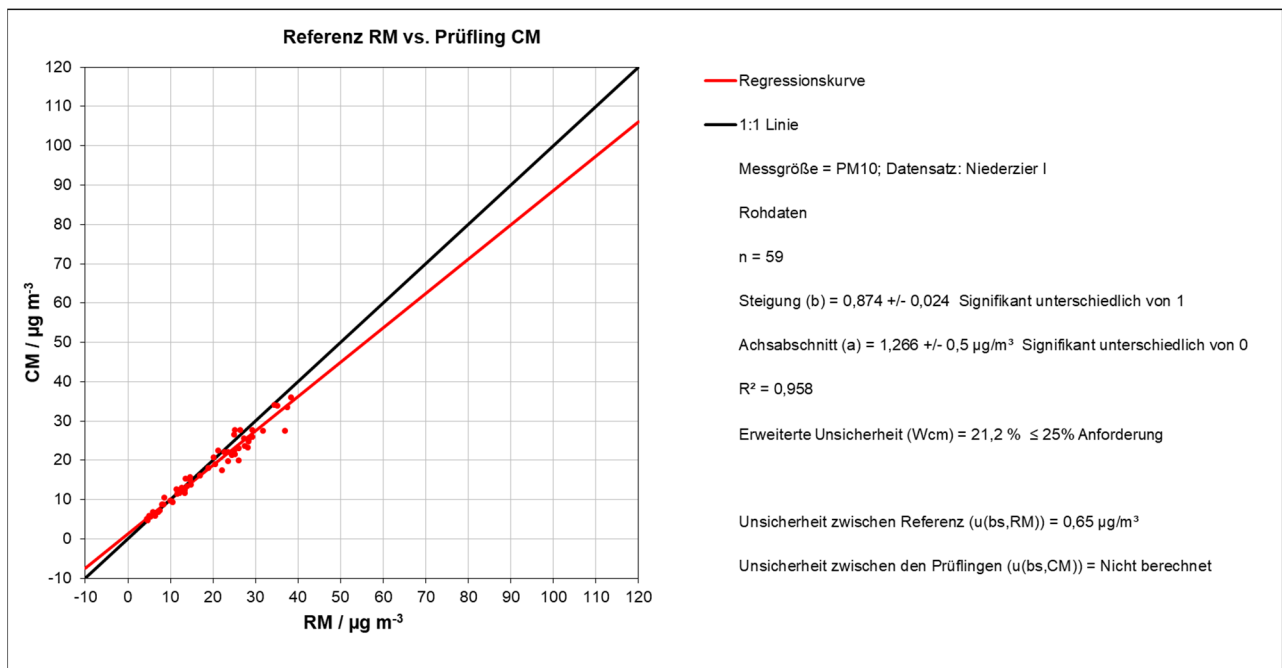


Abbildung 56: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, Niederzier I, PM<sub>10</sub>

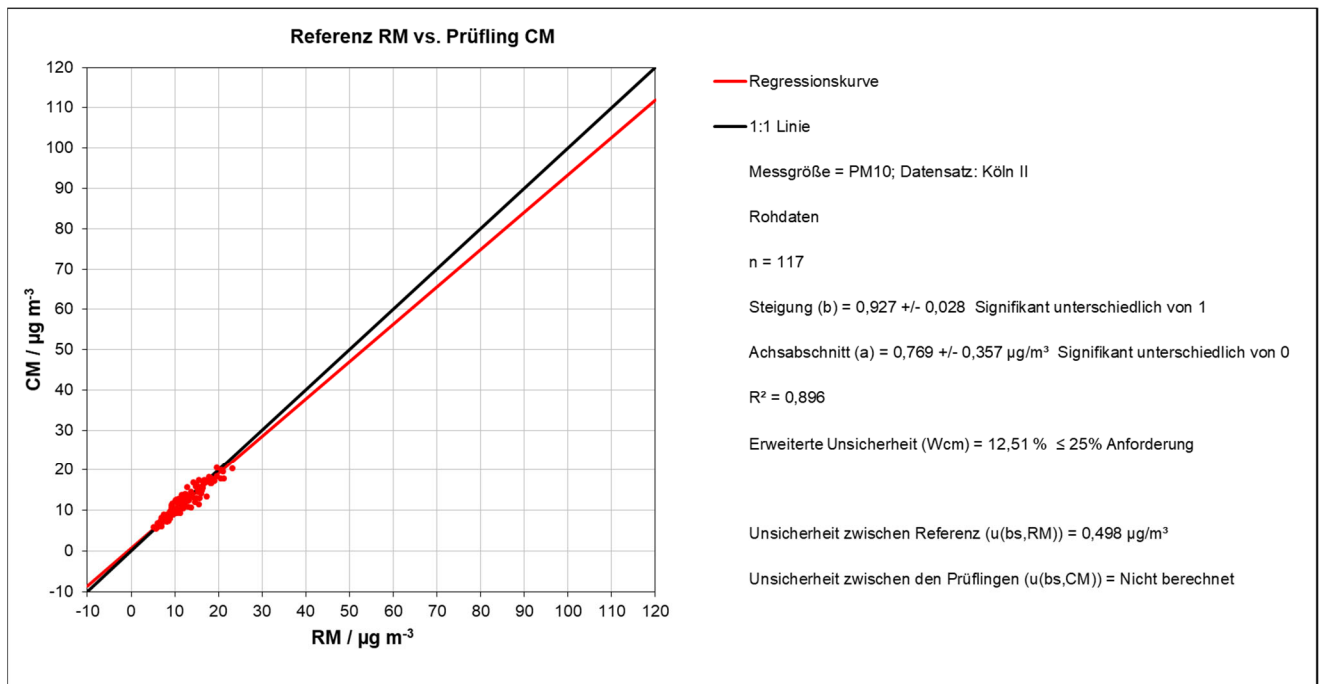


Abbildung 57: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, Köln II,  $PM_{10}$

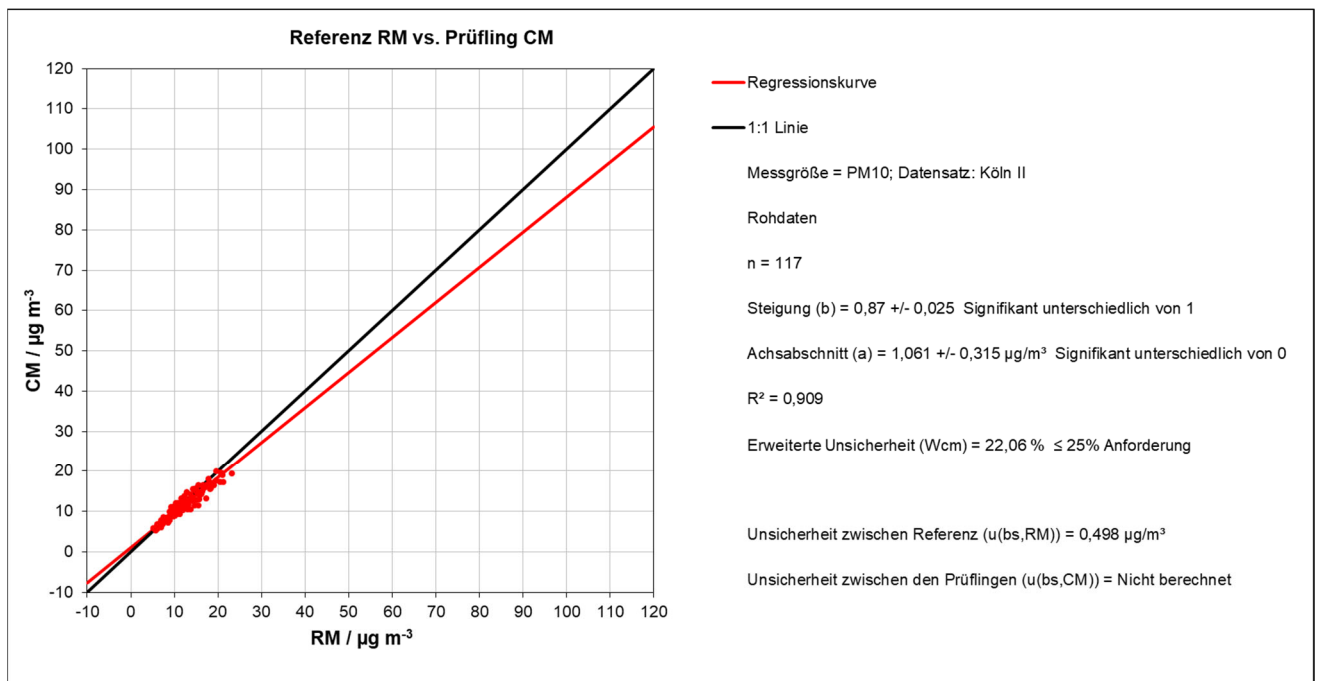


Abbildung 58: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, Köln II,  $PM_{10}$

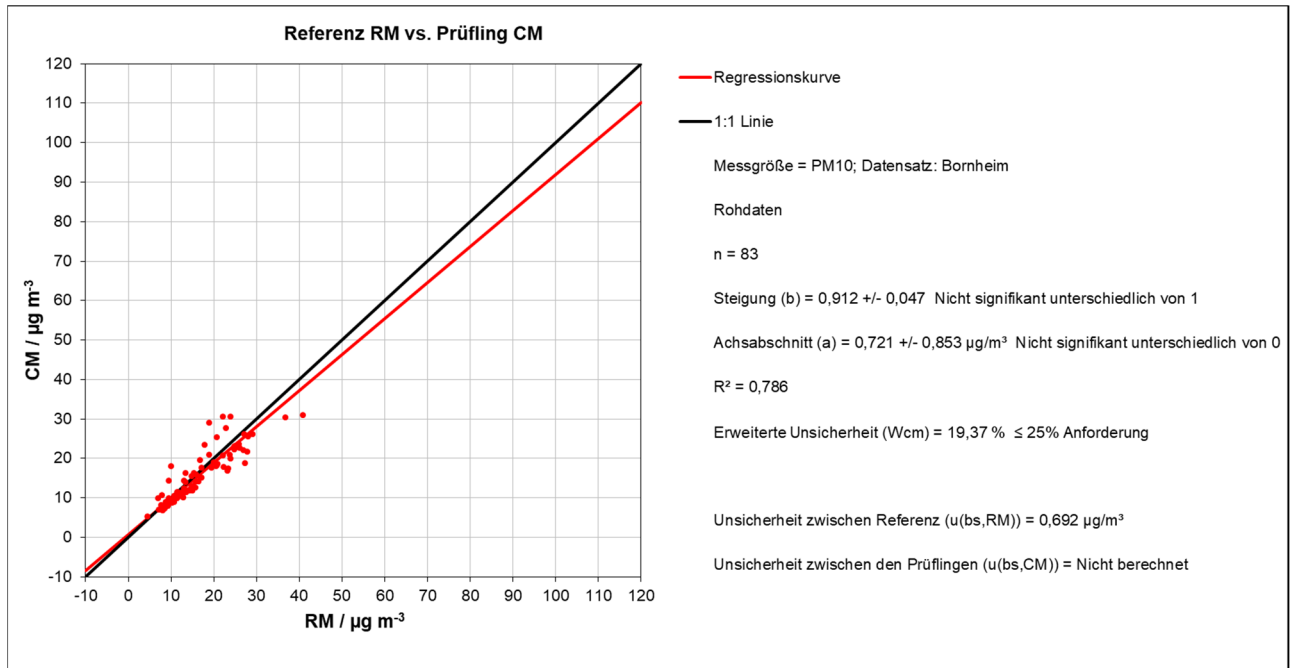


Abbildung 59: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, Bornheim, PM<sub>10</sub>

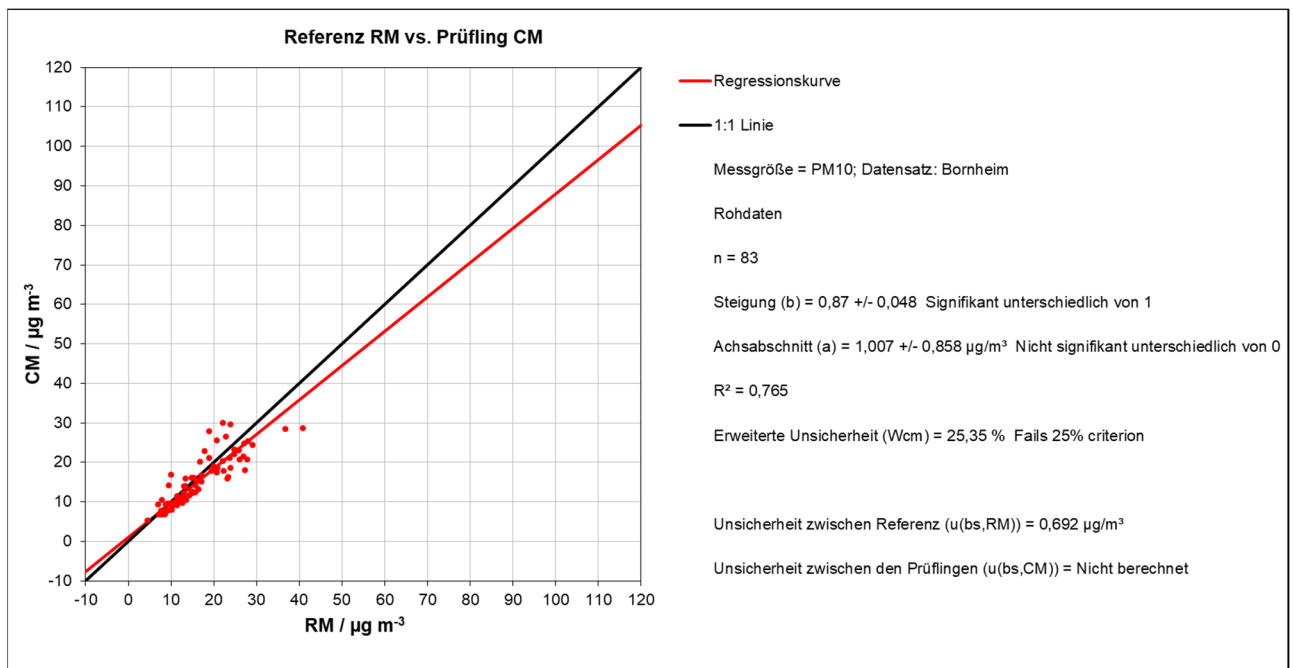


Abbildung 60: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, Bornheim, PM<sub>10</sub>

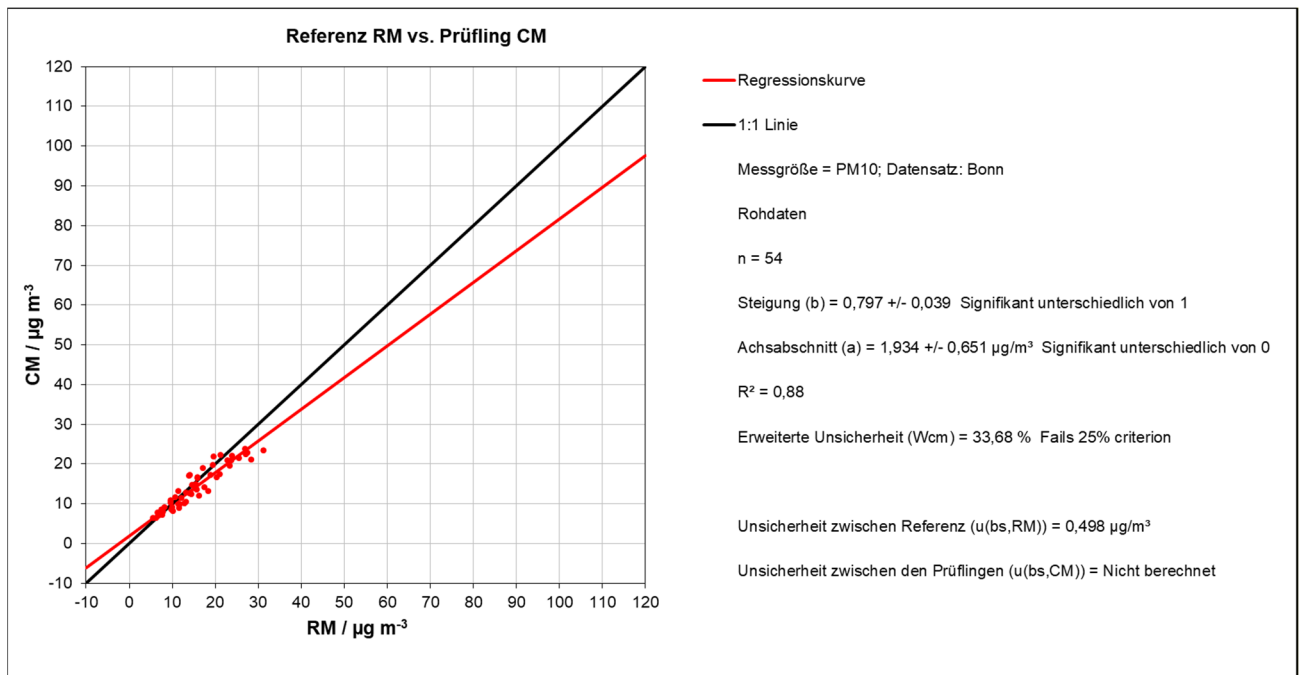


Abbildung 61: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, Bonn,  $PM_{10}$

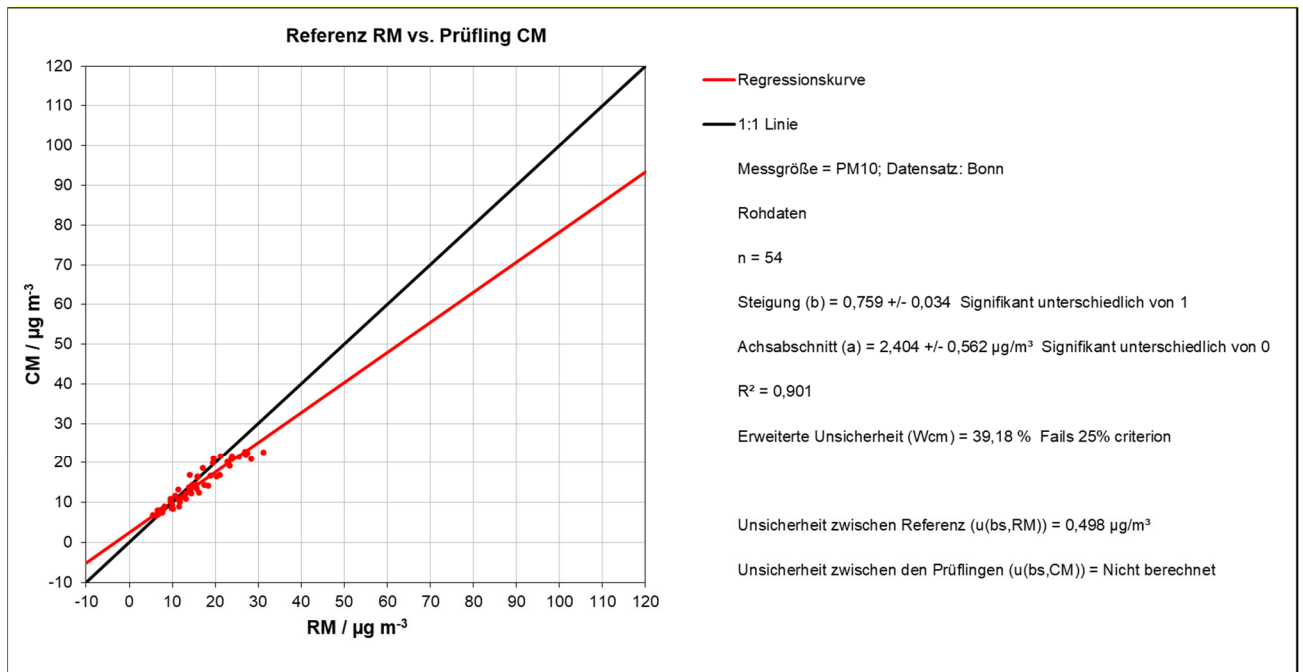


Abbildung 62: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, Bonn,  $PM_{10}$

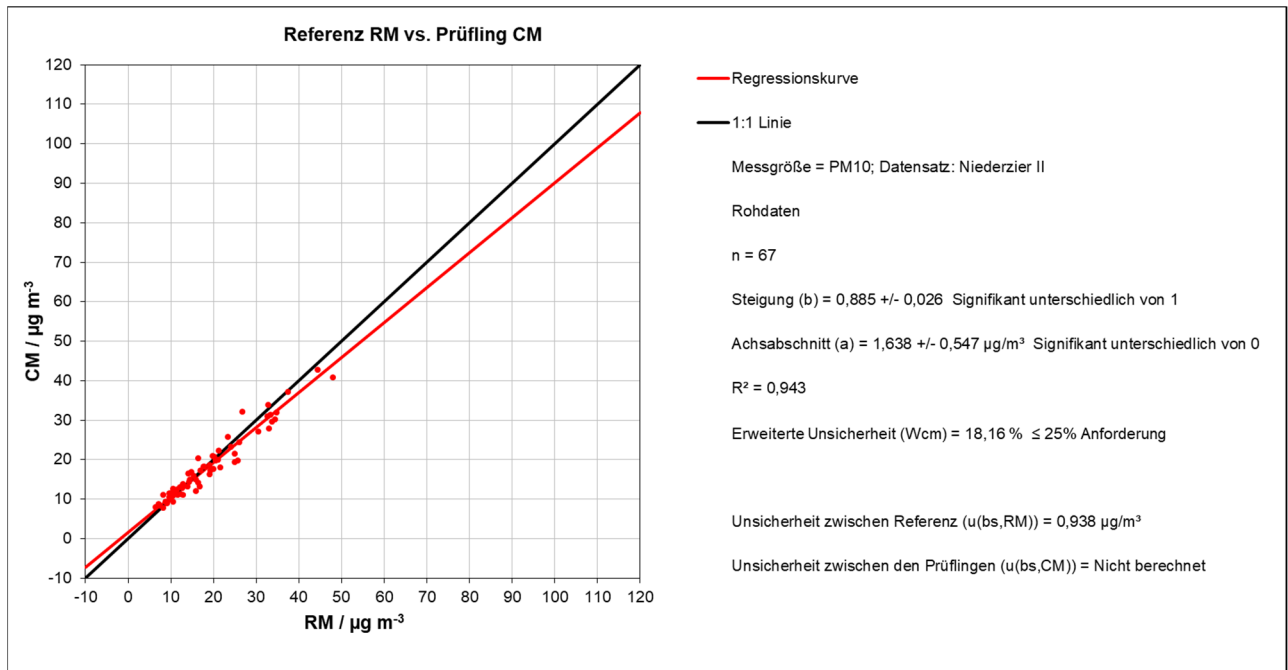


Abbildung 63: Referenz vs. Testgerät, SN 12248, Niederzier II, PM<sub>10</sub>

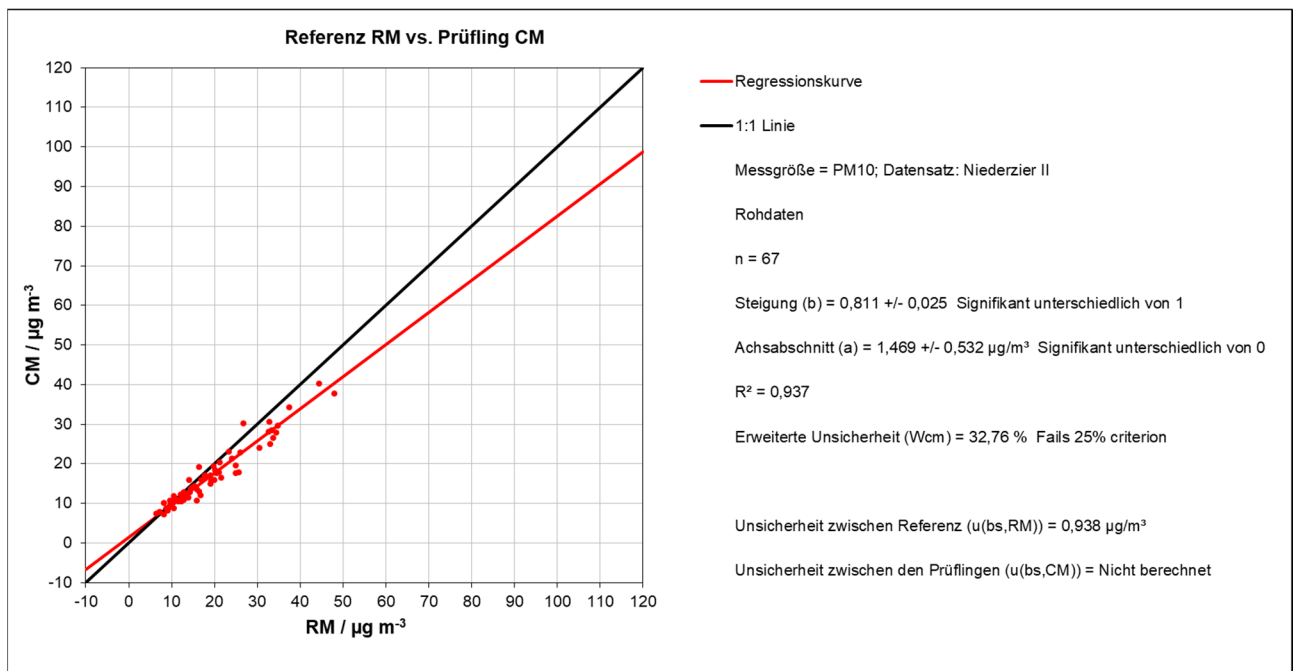


Abbildung 64: Referenz vs. Testgerät, SN 12250, Niederzier II, PM<sub>10</sub>



## 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 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 (7.5.8.5 – 7.5.8.8)

## 6.4 Auswertung

Tritt bei der Auswertung der Rohwerte gemäß 6.1 17 Erweiterte Messunsicherheit (7.5.8.5 – 7.5.8.8) der Fall  $W_{AMS} > W_{dqo}$  (d.h. Unsicherheit der AMS > 25 %) 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 [4] ausführlich beschrieben.

zu b)

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

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

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

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

und

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

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

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [9] ausführlich beschrieben.

zu c)

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

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

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

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

und

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

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

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [4] 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:

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

Im Hinblick auf die große Anzahl der zur Verfügung stehenden Versuchsergebnisse muss ein Erweiterungsfaktor  $k=2$  verwendet werden.

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

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

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

## 6.5 Bewertung

Durch Anwendung der Korrekturfaktoren, erfüllen die Prüflinge die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen für alle Datensätze.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Die Auswertung des Gesamtdatensatzes ergibt, dass sowohl für PM<sub>2,5</sub> als auch für PM<sub>10</sub> der Achsenabschnitt signifikant von 0 und die Steigung signifikant von 1 verschieden ist

Es wurde eine Achsenabschnitts- und Steigungskorrektur des gesamten Datensatzes (jeweils für PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>) durchgeführt und mit den korrigierten Werten alle Datensätze neu ausgewertet.

Alle Datensätze erfüllen nach der Korrektur die Anforderungen an die Datenqualität.

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 [9], Kapitel 9.9.2, Tabelle 6 bzw. DIN EN 16450 [4], Kapitel 8.6.2, Tabelle 5). Es bleibt festzustellen, dass die höchste ermittelte erweiterte Unsicherheit nach Korrektur im Bereich 20 % bis 25 % liegt.

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, in diesem Fall 10,03 % (PM<sub>2,5</sub>) bzw. 19,17 % (PM<sub>10</sub>) (unkorrigierter Datensatz) respektive 9,01 % (PM<sub>2,5</sub>) bzw. % 9,71 (PM<sub>10</sub>) (Datensatz nach Achsenabschnittskorrektur), was eine jährliche Überprüfung an 2 Messorten erfordern würde.

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 31 und Tabelle 32 zeigen die Ergebnisse der Auswertungen der Äquivalenzprüfung nach Anwendung der Korrekturfaktoren auf den Gesamtdatensatz.

Tabelle 31: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, nach Korrektur Achsenabschnitt und Steigung, PM<sub>2,5</sub>

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfung	Fidas Smart System	SN	12248 & 12250	
Status Messwerte	korrigierte Daten	Grenzwert	30	µg/m <sup>3</sup>
		erlaubte Unsicherheit	25	%
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	<b>0,51</b>			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	<b>0,43</b>			µg/m <sup>3</sup>
	<b>12248 &amp; 12250</b>			
Anzahl Wertepaare	<b>363</b>			
Steigung b	<b>1,001</b>			nicht signifikant
Unsicherheit von b	<b>0,013</b>			
Achsabschnitt a	<b>-0,010</b>			nicht signifikant
Unsicherheit von a	<b>0,132</b>			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	<b>9,01</b>			%

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

Seite 121 von 269

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfling	Fidas Smart System		SN	12248 & 12250
Status Messwerte	korrigierte Daten		Grenzwert erlaubte Unsicherheit	30 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ %
<b>Köln I</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,33	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,45	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	12248		12250	
Anzahl Wertepaare	44		44	
Steigung b	1,061		1,012	
Unsicherheit von b	0,020		0,019	
Achsabschnitt a	-0,367		-0,332	
Unsicherheit von a	0,288		0,275	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	12,06	%	6,89	%
<b>Niederzier I</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,38	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,51	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	12248		12250	
Anzahl Wertepaare	57		57	
Steigung b	1,102		1,030	
Unsicherheit von b	0,035		0,034	
Achsabschnitt a	-0,722		-0,584	
Unsicherheit von a	0,401		0,385	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	18,79	%	10,36	%
<b>Köln II</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,45	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,32	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	12248		12250	
Anzahl Wertepaare	115		115	
Steigung b	1,099		1,030	
Unsicherheit von b	0,032		0,030	
Achsabschnitt a	-0,517		-0,431	
Unsicherheit von a	0,244		0,230	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	17,82	%	7,55	%
<b>Bornheim</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,47	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,54	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	12248		12250	
Anzahl Wertepaare	93		93	
Steigung b	0,937		0,863	
Unsicherheit von b	0,024		0,025	
Achsabschnitt a	1,061		1,155	
Unsicherheit von a	0,256		0,261	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	10,99	%	21,98	%
<b>Bonn</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,80	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,32	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	12248		12250	
Anzahl Wertepaare	54		54	
Steigung b	1,034		0,987	
Unsicherheit von b	0,047		0,045	
Achsabschnitt a	-0,536		-0,516	
Unsicherheit von a	0,458		0,437	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	9,95	%	10,84	%
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,51	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,43	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	12248		12250	
Anzahl Wertepaare	363		363	
Steigung b	1,032	signifikant	0,971	signifikant
Unsicherheit von b	0,013		0,013	
Achsabschnitt a	-0,039	nicht signifikant	0,017	nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,134		0,131	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	10,99	%	10,64	%

Tabelle 32: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, nach Korrektur Achsenabschnitt und Steigung, PM<sub>10</sub>

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfung	Fidas Smart System	SN Grenzwert	12248 & 12250 50	µg/m <sup>3</sup>
Status Messwerte	korrigierte Daten	erlaubte Unsicherheit	25	%
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	<b>0,63</b>			µg/m <sup>3</sup>
Unsicherheit zwischen Prüflingen	<b>0,71</b>			µg/m <sup>3</sup>
	<b>12248 &amp; 12250</b>			
Anzahl Wertepaare	433			
Steigung b	<b>1,004</b>			nicht signifikant
Unsicherheit von b	<b>0,013</b>			
Achsabschnitt a	<b>-0,069</b>			nicht signifikant
Unsicherheit von a	<b>0,242</b>			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	<b>9,71</b>			%

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

Seite 123 von 269

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfling	Fidas Smart System		SN	12248 & 12250
Status Messwerte	korrigierte Daten		Grenzwert erlaubte Unsicherheit	50 25 µg/m³ %
<b>Köln I</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,26	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,52	µg/m³		
	12248		12250	
Anzahl Wertepaare	53		53	
Steigung b	1,109		1,066	
Unsicherheit von b	0,030		0,026	
Achsabschnitt a	-2,102		-1,639	
Unsicherheit von a	0,640		0,554	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	17,41	%	11,61	%
<b>Niederzier I</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,65	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,69	µg/m³		
	12248		12250	
Anzahl Wertepaare	59		59	
Steigung b	1,028		0,974	
Unsicherheit von b	0,028		0,027	
Achsabschnitt a	0,251		0,574	
Unsicherheit von a	0,575		0,555	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	10,55	%	8,52	%
<b>Köln II</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,50	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,42	µg/m³		
	12248		12250	
Anzahl Wertepaare	117		117	
Steigung b	1,037		0,973	
Unsicherheit von b	0,031		0,027	
Achsabschnitt a	-0,011		0,327	
Unsicherheit von a	0,397		0,350	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	9,43	%	6,77	%
<b>Bornheim</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,69	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,52	µg/m³		
	12248		12250	
Anzahl Wertepaare	83		83	
Steigung b	1,028		0,982	
Unsicherheit von b	0,053		0,053	
Achsabschnitt a	-0,218		0,086	
Unsicherheit von a	0,948		0,954	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	15,07	%	14,80	%
<b>Bonn</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,50	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,50	µg/m³		
	12248		12250	
Anzahl Wertepaare	54		54	
Steigung b	0,892		0,848	
Unsicherheit von b	0,043		0,037	
Achsabschnitt a	1,265		1,810	
Unsicherheit von a	0,723		0,625	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	18,62	%	24,36	%
<b>Niederzier II</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,94	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,37	µg/m³		
	12248		12250	
Anzahl Wertepaare	67		67	
Steigung b	0,987		0,905	
Unsicherheit von b	0,029		0,028	
Achsabschnitt a	0,972		0,784	
Unsicherheit von a	0,608		0,592	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	9,06	%	18,14	%
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,63	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,71	µg/m³		
	12248		12250	
Anzahl Wertepaare	433		433	
Steigung b	1,035	signifikant	0,976	nicht signifikant
Unsicherheit von b	0,014		0,013	
Achsabschnitt a	-0,246	nicht signifikant	0,081	nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,250		0,239	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	11,64	%	10,60	%

### **6.1 18 Wartungsintervall (7.5.7)**

*Das Wartungsintervall muss mindestens 14 Tage betragen.*

### **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

### **6.3 Durchführung der Prüfung**

Das Wartungsintervall ist der längste Zeitraum ohne Eingriff nach der Empfehlung des Herstellers. Die zuständige Stelle muss sicherstellen, dass die AMS über diese Periode keinerlei Wartung oder Einstellung benötigt.

### **6.4 Auswertung**

Der Hersteller hat für die Messeinrichtung einen Wartungsplan erstellt. Das kürzeste Wartungsintervall beträgt 1 Jahr (Überprüfung mit Monodust 1500 und Überprüfung Volumestrom).

Hinweis: Die Europäische Norm EN 16450 [4] enthält weitergehende Anforderungen an die erforderliche Häufigkeit von Kalibrierungen, Prüfungen und Wartungsarbeiten. Hierdurch kann eine häufigere Überprüfung der Messeinrichtung notwendig werden.

### **6.5 Bewertung**

Das Wartungsintervall beträgt 1 Jahr.

Mindestanforderung erfüllt? ja

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

Die notwendigen Wartungsarbeiten können dem Kapitel 6.1 des Benutzerhandbuchs entnommen werden.



## **6.1 19 Automatische Überprüfung (7.5.4)**

*Die automatische Überprüfung muss möglich sein.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

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

## **6.4 Auswertung**

Alle im Betriebshandbuch aufgeführten Gerätefunktionen sind vorhanden. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und Probleme über eine Reihe von verschiedenen Warnmeldungen angezeigt. Die überwachten Kenngrößen werden bei der Datenaufzeichnung mit erfasst.

## **6.5 Bewertung**

Alle im Betriebshandbuch aufgeführten Gerätefunktionen sind vorhanden. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und Probleme über eine Reihe von verschiedenen Warnmeldungen angezeigt. Die überwachten Kenngrößen werden bei der Datenaufzeichnung mit erfasst.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Die möglichen Alarme und Störungsmeldungen können dem Kapitel 5 des Benutzerhandbuchs entnommen werden.

## **6.1 20 Prüfungen der Sensoren für Temperatur, Druck und/oder Luftfeuchte**

*Die Überprüfbarkeit der Sensoren der AMS für Temperatur, Druck und/oder Luftfeuchte muss geprüft werden und die ermittelten Abweichungen innerhalb der folgenden Kriterien liegen:*

$T \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$

$p \pm 1 \text{ kPa}$

$rF \pm 5 \text{ } \%$

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Barometer, Thermometer und Hygrometer.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Bei dieser Mindestanforderung wird untersucht, ob für die korrekte Messgeräteperformance notwendige Sensoren der AMS für Temperatur, Druck und Luftfeuchte vor Ort im Feld zugänglich bzw. überprüfbar sind. Sind Überprüfungen vor Ort nicht möglich, muss dies dokumentiert werden. Zu Beginn und Ende jeder Feldprüfung wurden die Sensoren der AMS überprüft.

## **6.4 Auswertung**

Die Messeinrichtung verwendet zur Erfassung der Außentemperatur und der relativen Luftfeuchte einen kombinierten Wettersensor. Bei der Variante Fidas Smart 100 ist dieser unmittelbar an Einlass der Gehäuselüftung montiert. Da das Gehäuse kontinuierlich aktiv belüftet ist, wird der Sensor mit Frischluft dauerhaft beströmt. Bei der Variante Fidas Smart 100 E ist dieser Sensor am Probenahmerohr unterhalb des Probenahmekopfes montiert.

Der Luftdruck wird bei beiden Varianten im Gerät gemessen.

Es ist jederzeit leicht möglich mittels Transferstandards vor Ort Vergleichsmessungen durchzuführen und die Sensoren zu justieren. Die Abweichungen der Sensoren lagen innerhalb der Anforderungen.

## **6.5 Bewertung**

Die Sensoren zur Erfassung der Außentemperatur, des Luftdrucks und der relativen Luftfeuchte sind vor Ort überprüfbar und justierbar. Die Abweichungen der Sensoren lagen innerhalb der Anforderungen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## **7. Empfehlungen zum Praxiseinsatz**

### **7.1 Arbeiten im Wartungsintervall**

Folgende regelmäßige Arbeiten sind an der geprüften Messeinrichtung erforderlich:

Jährlich:

- Reinigung des Probenahmekopfes
- Überprüfung der Stromversorgung
- Kontrolle der Temperatur-, Druck- und Feuchtigkeitssensoren
- Kontrolle des Volumenstrom
- Kalibrierung der Temperatur-, Druck- und Feuchtigkeitssensoren
- Kalibrierung der Saugleistung
- Dichtigkeitskontrolle
- Kontrolle der Messungen am Nullpunkt

Weitere Einzelheiten können dem Kapitel 6 des Benutzerhandbuchs entnommen werden.

Hinweis: Die Europäische Norm EN 16450 [4] enthält weitergehende Anforderungen an die erforderliche Häufigkeit von Kalibrierungen, Prüfungen und Wartungsarbeiten. Die Statuswerte der Betriebsparameter sind gemäß EN 16450 [4], Kap. 8.2.4 täglich (an Arbeitstagen) zu prüfen. Der Volumenstrom und die Sensoren für Temperatur, Druck und Luftfeuchte sind alle 3 Monate zu überprüfen.

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

Immissionsschutz / Luftreinhaltung



---

Dipl.-Ing. Guido Baum



---

Dipl.-Ing. Fritz Hausberg

Köln, 15. September 2022  
936/21250983/B

## **8. Literaturverzeichnis**

- [1] VDI-Richtlinie 4202, Blatt 3, „Automatische Messeinrichtungen zur Überwachung der Luftqualität - Eignungsprüfung, Eignungsbekanntgabe und Zertifizierung von Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung der Massenkonzentration von partikelförmigen Immissionen“, Februar 2019
- [2] VDI-Richtlinie 4203, Blatt 1, „Automatische Messeinrichtungen und Auswerteeinrichtungen zur Überwachung der Emissionen - Eignungsprüfung, Eignungsbekanntgabe und Zertifizierung von stationären automatischen Messeinrichtungen und Überprüfung des Qualitätsmanagementsystems des Herstellers“, Juli 2017
- [3] Europäische Norm EN 12341, „Außenluft – Gravimetrischen Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM10- oder PM2.5-Massenkonzentration des Schwebstaubens“, Deutsche Fassung EN 12341:2014
- [4] Europäische Norm EN 16450, „Außenluft – Automatische Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration (PM10; PM2,5); Deutsche Fassung EN 16450 vom Juli 2017
- [5] Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“, Englische Fassung vom Januar 2010
- [6] Betriebshandbuch Fidas Smart System, V1.0\_09/22
- [7] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa

## **9. Anhang**

### **Anhang 1 Mess- und Rechenwerte**

- Anlage 1: Nullniveau und Nachweisgrenze
- Anlage 2: Genauigkeit des Volumenstroms
- Anlage 3: Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes und der Empfindlichkeit
- Anlage 4: Netzspannungsabhängigkeit
- Anlage 5: Messwerte aus den Feldteststandorten

### **Anhang 2 Verfahren zur Filterwägung**

### **Anhang 3 CE-Zertifikat und Akkreditierungsurkunde**

### **Anhang 4 Benutzerhandbuch**

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

Seite 131 von 269

Anlage 1

Nachweisgrenze für PM<sub>2,5</sub>

Blatt 1 von 2

<b>Hersteller</b> Palas GmbH				
<b>Gerätetyp</b> Fidas Smart 100		Standards NP Nullfilter		
<b>Serien-Nr.</b> 12248 / 12250				

Nr.	Datum	Messwerte [µg/m³]	Datum	Messwerte [µg/m³]
		12248		12250
1	27.10.2020	0,0	27.10.2020	0,0
2	28.10.2020	0,0	28.10.2020	0,0
3	29.10.2020	0,0	29.10.2020	0,0
4	30.10.2020	0,0	30.10.2020	0,0
5	31.10.2020	0,0	31.10.2020	0,0
6	01.11.2020	0,0	01.11.2020	0,0
7	02.11.2020	0,0	02.11.2020	0,0
8	03.11.2020	0,0	03.11.2020	0,0
9	04.11.2020	0,0	04.11.2020	0,0
10	05.11.2020	0,0	05.11.2020	0,0
11	06.11.2020	0,0	06.11.2020	0,0
12	07.11.2020	0,0	07.11.2020	0,0
13	08.11.2020	0,0	08.11.2020	0,0
14	09.11.2020	0,0	09.11.2020	0,0
15	10.11.2020	0,0	10.11.2020	0,0
	Anzahl Werte	15	Anzahl Werte	15
	Mittelwert	0,00	Mittelwert	0,00
	Standardabweichung s <sub>x0</sub>	0,00	Standardabweichung s <sub>x0</sub>	0,00
	Nachweisgrenze X	<b>0,00</b>	Nachweisgrenze X	<b>0,00</b>

$$s_{x_0} = \sqrt{\left(\frac{1}{n-1}\right) \cdot \sum_{i=1,n} (x_{0i} - \bar{x}_0)^2}$$

**Anlage 1**

**Nachweisgrenze für PM<sub>10</sub>**

**Blatt 2 von 2**

<b>Hersteller</b>	Palas GmbH			
<b>Gerätetyp</b>	Fidas Smart 100		<b>Standards</b>	NP Nullfilter
<b>Serien-Nr.</b>	12248 / 12250			
Nr.	Datum	Messwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 12248	Datum	Messwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 12250
1	27.10.2020	0,0	27.10.2020	0,0
2	28.10.2020	0,0	28.10.2020	0,0
3	29.10.2020	0,0	29.10.2020	0,0
4	30.10.2020	0,0	30.10.2020	0,0
5	31.10.2020	0,0	31.10.2020	0,0
6	01.11.2020	0,0	01.11.2020	0,0
7	02.11.2020	0,0	02.11.2020	0,0
8	03.11.2020	0,0	03.11.2020	0,0
9	04.11.2020	0,0	04.11.2020	0,0
10	05.11.2020	0,0	05.11.2020	0,0
11	06.11.2020	0,0	06.11.2020	0,0
12	07.11.2020	0,0	07.11.2020	0,0
13	08.11.2020	0,0	08.11.2020	0,0
14	09.11.2020	0,0	09.11.2020	0,0
15	10.11.2020	0,0	10.11.2020	0,0
	Anzahl Werte	15	Anzahl Werte	15
	Mittelwert	0,00	Mittelwert	0,00
	Standardabweichung $s_{x0}$	0,00	Standardabweichung $s_{x0}$	0,00
	Nachweisgrenze X	<b>0,00</b>	Nachweisgrenze X	<b>0,00</b>

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



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

Anlage 2

Genauigkeit des Volumenstroms

Blatt 1 von 1

<b>Hersteller</b>	Palas GmbH						Solldurchflussrate [l/min] 1
<b>Gerätetyp</b>	Fidas Smart 100						
<b>Serien-Nr.</b>	12248 / 12250						
Temperatur 1 -20°C	12248			12250			
	Nr.	Datum/Uhrzeit	Messwert [l/pm]	Nr.	Datum/Uhrzeit	Messwert [l/pm]	
	1	17.12.2020 08:10	1,00	1	17.12.2020 08:15	16,35	
	2	17.12.2020 08:20	1,02	2	17.12.2020 08:25	16,41	
	3	17.12.2020 08:30	1,02	3	17.12.2020 08:35	16,44	
	4	17.12.2020 08:40	1,00	4	17.12.2020 08:45	16,39	
	5	17.12.2020 08:50	1,01	5	17.12.2020 08:55	16,42	
	6	17.12.2020 09:00	1,03	6	17.12.2020 09:05	16,36	
	7	17.12.2020 09:10	1,05	7	17.12.2020 09:15	16,33	
	8	17.12.2020 09:20	1,06	8	17.12.2020 09:25	16,44	
	9	17.12.2020 09:30	1,07	9	17.12.2020 09:35	16,38	
10	17.12.2020 09:40	1,07	10	17.12.2020 09:45	16,41		
	<b>Mittelwert</b>		<b>1,03</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>16,39</b>	
Temperatur 2 50°C	12248			12250			
	Nr.	Datum/Uhrzeit	Messwert [l/pm]	Nr.	Datum/Uhrzeit	Messwert [l/pm]	
	1	17.12.2020 15:30	1,04	1	17.12.2020 15:35	16,58	
	2	17.12.2020 15:40	1,04	2	17.12.2020 15:45	16,52	
	3	17.12.2020 15:50	1,04	3	17.12.2020 15:55	16,60	
	4	17.12.2020 16:00	1,04	4	17.12.2020 16:05	16,61	
	5	17.12.2020 16:10	1,04	5	17.12.2020 16:15	16,78	
	6	17.12.2020 16:20	1,04	6	17.12.2020 16:25	16,82	
	7	17.12.2020 16:30	1,04	7	17.12.2020 16:35	16,95	
	8	17.12.2020 16:40	1,04	8	17.12.2020 16:45	16,87	
	9	17.12.2020 16:50	1,04	9	17.12.2020 16:55	16,61	
10	17.12.2020 17:00	1,05	10	17.12.2020 17:05	16,60		
	<b>Mittelwert</b>		<b>1,04</b>	<b>Mittelwert</b>		<b>16,69</b>	

**Anlage 3                      Umgebungstemperaturabhängigkeit am Nullpunkt für PM<sub>2,5</sub>**

**Blatt 1 von 4**

<b>Hersteller</b> Palas GmbH							
<b>Gerätetyp</b> Fidas Smart 100							
<b>Serien-Nr.</b> SN 12248 / SN 12250							
			<b>Messung 1</b>	<b>Messung 2</b>	<b>Messung 3</b>		
SN 12248	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	Mittelwert bei 20°C [µg/m³]
NP	1	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	-20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	3	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	4	50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	5	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SN 12250	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	Mittelwert bei 20°C [µg/m³]
NP	1	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	-20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	3	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	4	50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	5	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

**Anlage 3                    Umgebungstemperaturabhängigkeit am Nullpunkt für PM<sub>10</sub>**

**Blatt 2 von 4**

<b>Hersteller</b> Palas GmbH							
<b>Gerätetyp</b> Fidas Smart 100							
<b>Serien-Nr.</b> SN 12248 / SN 12250							
			Messung 1	Messung 2	Messung 3		
SN 12248	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	Mittelwert bei 20°C [µg/m³]
NP	1	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	-20	0,0	0,0	0,0	0,0	
	3	20	0,0	0,0	0,0	0,0	
	4	50	0,0	0,0	0,0	0,0	
	5	20	0,0	0,0	0,0	0,0	
SN 12250	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	Mittelwert bei 20°C [µg/m³]
NP	1	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	-20	0,0	0,0	0,0	0,0	
	3	20	0,0	0,0	0,0	0,0	
	4	50	0,0	0,0	0,0	0,0	
	5	20	0,0	0,0	0,0	0,0	

**Anlage 3**

**Umgebungstemperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit (Span) für PM<sub>2,5</sub>**

**Blatt 3 von 4**

<b>Hersteller</b>		Palas GmbH		<b>Verwendeter Prüfstandard</b> MonoDust 1500			
<b>Gerätetyp</b>		Fidas Smart 100					
<b>Serien-Nr.</b>		12248 / 12250					
			Messung 1	Messung 2	Messung 3		
12248	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Mittelwert aus 3 Messungen µg/m <sup>3</sup>	Mittelwert bei 20°C µg/m <sup>3</sup>
RP	1	20	25,0	24,9	24,8	24,9	25,0
	2	-20	24,9	24,9	24,8	24,9	
	3	20	24,9	25,0	24,9	25,0	
	4	50	25,6	25,5	25,5	25,5	
	5	20	25,0	25,0	25,1	25,0	
12250	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Mittelwert aus 3 Messungen µg/m <sup>3</sup>	Mittelwert bei 20°C µg/m <sup>3</sup>
RP	1	20	24,4	24,5	24,5	24,5	24,5
	2	-20	24,2	24,3	23,7	24,0	
	3	20	24,5	24,4	24,4	24,4	
	4	50	25,1	25,2	25,4	25,2	
	5	20	24,6	24,6	24,5	24,5	

**Anlage 3**

**Umgebungstemperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit (Span) für PM<sub>10</sub>**

**Blatt 4 von 4**

<b>Hersteller</b> Palas GmbH			<b>Verwendeter Prüfstandard</b> MonoDust 1500				
<b>Gerätetyp</b> Fidas Smart 100							
<b>Serien-Nr.</b> 12248 / 12250							
			Messung 1	Messung 2	Messung 3		
12248	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Mittelwert aus 3 Messungen µg/m <sup>3</sup>	Mittelwert bei 20°C µg/m <sup>3</sup>
RP	1	20	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
	2	-20	40,0	40,0	40,0	40,0	
	3	20	40,0	40,0	40,0	40,0	
	4	50	39,9	39,9	39,9	39,9	
	5	20	40,0	40,0	40,0	40,0	
12250	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Mittelwert aus 3 Messungen µg/m <sup>3</sup>	Mittelwert bei 20°C µg/m <sup>3</sup>
RP	1	20	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
	2	-20	40,1	40,0	40,5	40,2	
	3	20	40,0	40,0	40,0	40,0	
	4	50	40,0	40,0	39,9	40,0	
	5	20	40,0	40,0	40,0	40,0	

**Anlage 4 Netzspannungsabhängigkeit der Empfindlichkeit (Span) für PM<sub>2,5</sub>**

**Blatt 1 von 2**

<b>Hersteller</b> Palas GmbH		<b>Verwendeter Prüfstandard</b> MonoDust 1500					
<b>Gerätetyp</b> Fidas Smart 100							
<b>Serien-Nr.</b> SN 12248 / SN 12250							
			Messung 1	Messung 2	Messung 3		
SN 12248	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Mittelwert aus 3 Messungen µg/m <sup>3</sup>	
RP	1	230	25,1	25,0	25,0	25,0	
	2	195	25,1	25,0	25,0	25,0	
	3	230	25,1	25,1	25,1	25,1	
	4	253	25,1	24,9	24,9	25,0	
	5	230	25,1	25,0	24,9	25,0	
SN 12250	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Mittelwert aus 3 Messungen µg/m <sup>3</sup>	
RP	1	230	24,6	24,5	24,5	24,5	
	2	195	24,7	24,4	24,4	24,5	
	3	230	24,6	24,6	24,6	24,6	
	4	253	24,5	24,4	24,5	24,5	
	5	230	24,4	24,2	24,2	24,3	

**Anlage 4 Netzspannungsabhängigkeit der Empfindlichkeit (Span) für PM<sub>10</sub>**

**Blatt 2 von 2**

<b>Hersteller</b>		Palas GmbH		<b>Verwendeter Prüfstandard</b> Prüfstandards			
<b>Gerätetyp</b>		Fidas Smart 100					
<b>Serien-Nr.</b>		SN 12248 / SN 12250					
			Messung 1	Messung 2	Messung 3		
SN 12248	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Mittelwert aus 3 Messungen µg/m <sup>3</sup>	
RP	1	230	40,0	40,0	40,0	40,0	
	2	195	40,0	40,0	40,0	40,0	
	3	230	40,0	40,0	40,0	40,0	
	4	253	40,0	40,0	40,0	40,0	
	5	230	40,0	40,0	40,0	40,0	
SN 12250	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Messwert µg/m <sup>3</sup>	Mittelwert aus 3 Messungen µg/m <sup>3</sup>	
RP	1	230	40,0	40,0	40,0	40,0	
	2	195	40,0	40,0	40,0	40,0	
	3	230	40,0	40,0	40,0	40,0	
	4	253	40,0	40,0	40,0	40,0	
	5	230	40,0	40,0	40,1	40,1	

**Anlage 5**
**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**
**Blatt 1 von 16**

<b>Hersteller</b> Palas GmbH <b>Gerätetyp</b> Fidas Smart 100 <b>Serien-Nr.</b> SN 12248 / SN 12250											Schwebstaub PM10 + PM2.5 Messwerte in µg/m <sup>3</sup> i.B.	
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 1 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 2 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 12248 PM2,5 [µg/m <sup>3</sup> ]	SN 12250 PM2,5 [µg/m <sup>3</sup> ]	SN 12248 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	SN 12250 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Bemerkung	Standort
1	22.01.2021	12,6	12,6	18,1	18,0	69,7	11,4	10,9	14,3	13,9		Köln I
2	23.01.2021			5,8	6,1		5,1	4,8	6,6	6,4		Köln I
3	24.01.2021	9,3	9,3	11,7	11,7	79,7	9,3	8,9	11,6	11,5		Köln I
4	25.01.2021	15,9	15,6	21,1	21,3	74,3	14,7	14,1	17,8	17,5		Köln I
5	26.01.2021	9,1	9,1	12,6	13,0	71,3	8,6	8,3	10,8	10,9		Köln I
6	27.01.2021	7,6	7,8	10,2	10,1	76,0	7,1	6,8	9,1	9,1		Köln I
7	28.01.2021	4,6	4,2	6,4	6,7	66,7	3,7	3,5	5,6	5,6		Köln I
8	29.01.2021	7,5	7,2	11,4	10,7	66,4	7,0	6,7	9,4	9,4		Köln I
9	30.01.2021			8,0	7,3		6,8	6,4	8,0	7,8		Köln I
10	31.01.2021	7,7	6,8	9,0	8,6	82,6	7,7	7,4	8,7	8,6		Köln I
11	01.02.2021	7,8	6,9	9,3	9,2	79,5	7,3	6,9	9,0	8,7		Köln I
12	02.02.2021	4,9	4,6	9,2	9,1	51,9	4,8	4,6	7,6	7,5		Köln I
13	03.02.2021	5,3	4,5	9,3	8,8	53,9	4,5	4,3	7,5	7,6		Köln I
14	04.02.2021	5,7	5,4	11,9	12,1	46,2	5,1	4,9	8,9	8,9		Köln I
15	05.02.2021	9,0	9,2	13,6	13,8	66,2	9,3	8,8	12,5	12,3		Köln I
16	06.02.2021			6,4	7,0		5,7	5,4	6,8	6,8		Köln I
17	07.02.2021	12,7	12,1	14,4	14,6	85,4	13,3	12,9	14,6	14,5		Köln I
18	08.02.2021	18,1	17,9	22,9	23,2	78,0	18,8	18,0	22,6	22,4		Köln I
19	09.02.2021	20,1	20,1	24,6	24,7	81,8	19,5	18,9	21,5	21,8		Köln I
20	10.02.2021	14,8	14,8	17,8	17,8	83,4	13,3	12,7	14,4	14,2		Köln I
21	11.02.2021	10,8	11,0	14,6	14,6	74,6	10,0	9,7	14,8	14,7		Köln I
22	12.02.2021			10,4	10,0		7,2	7,0	10,9	10,9		Köln I
23	13.02.2021			8,4	8,4		6,3	6,1	8,7	8,6		Köln I
24	14.02.2021	6,7	6,6	9,9	9,9	66,8	5,9	5,6	9,8	9,8		Köln I
25	15.02.2021	11,1	11,2	15,1	14,6	75,0	10,6	10,2	12,8	12,7		Köln I
26	16.02.2021	6,6	7,1	11,0	10,9	62,6	6,9	6,8	9,8	9,8		Köln I
27	17.02.2021	5,0	5,5	10,5	10,2	50,9	5,6	5,4	8,5	8,5		Köln I
28	18.02.2021	4,6	5,0	9,6	9,0	51,5	5,1	5,0	8,3	8,5		Köln I
29	19.02.2021	5,2	6,1	9,1	9,0	61,9	6,0	5,8	9,2	9,1		Köln I
30	20.02.2021			22,1	22,1		10,9	10,5	21,6	21,4		Köln I



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

Seite 141 von 269

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 2 von 16

Hersteller Palas GmbH												Schwebstaub PM10 + PM2.5	
Gerätetyp Fidas Smart 100												Messwerte in µg/m³ i.B.	
Serien-Nr. SN 12248 / SN 12250													
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 12248 PM2,5 [µg/m³]	SN 12250 PM2,5 [µg/m³]	SN 12248 PM10 [µg/m³]	SN 12250 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
31	21.02.2021	9,3	9,4	16,0	16,1	58,5	9,0	8,6	15,9	15,8		Köln I	
32	22.02.2021	15,2	15,4	28,5	28,9	53,3	16,5	15,8	31,1	30,2		Köln I	
33	23.02.2021	17,9	18,4	39,5	39,9	45,6	19,8	18,8	44,0	41,9		Köln I	
34	24.02.2021	23,5	24,6	61,3	62,3	38,9	27,4	26,1	68,0	64,4		Köln I	
35	25.02.2021	19,8	20,8	41,7	41,9	48,5	21,0	20,1	41,8	40,5		Köln I	
36	26.02.2021	11,5	12,4	20,5	20,6	58,1	12,8	12,3	17,3	17,2		Köln I	
37	27.02.2021			16,7	16,8		13,8	13,2	15,8	15,6		Köln I	
38	28.02.2021	13,3	13,6	19,7	20,0	67,7	14,4	13,7	17,4	17,0		Köln I	
39	01.03.2021	11,3	11,7	16,3	16,8	69,5	13,7	13,0	18,1	17,4		Köln I	
40	02.03.2021	16,0	16,4	26,0	25,8	62,5	16,2	15,3	23,5	22,7		Köln I	
41	03.03.2021	34,6	34,8	57,3	57,5	60,4	35,0	33,5	51,6	51,1		Köln I	
42	04.03.2021	17,2	16,9	24,1	24,0	70,9	17,4	16,8	20,2	20,2		Köln I	
43	05.03.2021	14,5	14,3	19,4	20,2	72,7	12,5	11,8	14,9	14,5		Köln I	
44	06.03.2021			19,9	19,6		15,8	14,8	16,2	15,9		Köln I	
45	07.03.2021	17,3	17,7	24,1	24,2	72,5	16,8	16,0	19,0	18,8		Köln I	
46	08.03.2021	40,7	40,6	53,1	52,2	77,2	40,9	39,1	43,6	43,2		Köln I	
47	09.03.2021	14,7	14,8	19,5	19,5	75,7	14,8	14,1	17,0	16,5		Köln I	
48	10.03.2021	12,0	12,3	15,5	15,6	77,8	12,1	11,7	15,7	15,0		Köln I	
49	11.03.2021	3,7	3,8	10,5	10,2	36,3	4,6	4,4	10,1	10,3		Köln I	
50	12.03.2021	3,4	3,9	7,4	8,0	47,8	4,6	4,4	7,1	7,0		Köln I	
51	13.03.2021			8,5	8,5		4,5	4,3	8,0	8,1		Köln I	
52	14.03.2021	4,3	3,7	7,0	7,3	56,3	5,4	5,2	7,3	7,3		Köln I	
53	15.03.2021	3,5	3,4	11,0	11,3	31,1	4,9	4,7	9,3	9,4		Köln I	
54	17.04.2021	14,3	13,4	25,4	26,7	53,2	11,8	11,1	20,2	20,1		Niederzier I	
55	18.04.2021	14,6	14,1	21,7	22,6	64,8	12,1	11,4	18,1	17,6		Niederzier I	
56	19.04.2021	25,3	24,6	36,4	37,3	67,8	22,9	21,2	29,5	27,6		Niederzier I	
57	20.04.2021	19,4	19,3	29,1	29,5	66,0	22,1	20,7	29,6	27,7		Niederzier I	
58	21.04.2021	25,8	25,6	37,3	37,6	68,6	26,3	24,6	34,8	33,6		Niederzier I	
59	22.04.2021	8,7	8,0	25,0	25,2	33,4	9,7	9,3	22,0	21,5		Niederzier I	
60	23.04.2021	10,8	11,0	27,1	27,7	39,8	11,1	10,4	25,8	23,7		Niederzier I	

**Anlage 5**
**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**
**Blatt 3 von 16**

Hersteller Palas GmbH Gerätetyp Fidas Smart 100 Serien-Nr. SN 12248 / SN 12250												Schwebstaub PM10 + 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 12248 PM2,5 [µg/m³]	SN 12250 PM2,5 [µg/m³]	SN 12248 PM10 [µg/m³]	SN 12250 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
61	24.04.2021	11,2	10,7	28,1	28,3	38,8	10,5	9,9	25,2	23,3		Niederzier I	
62	25.04.2021	10,3	10,4	20,3	20,5	50,8	10,9	10,3	19,3	19,1		Niederzier I	
63	26.04.2021	11,0	11,0	29,0	29,7	37,4	10,6	10,1	26,7	26,1		Niederzier I	
64	27.04.2021	14,2	14,4	38,0	38,8	37,3	12,6	12,1	36,9	36,1		Niederzier I	
65	28.04.2021	13,3	13,6	34,9	35,3	38,3	13,0	12,3	34,9	34,0		Niederzier I	
66	29.04.2021	17,3	17,9	27,2	27,3	64,7	16,9	15,6	27,4	25,6		Niederzier I	
67	30.04.2021	19,0	19,4	31,5	32,1	60,3	20,7	19,4	28,6	27,5		Niederzier I	
68	01.05.2021	19,0	19,3	25,7	26,4	73,6	20,4	19,0	24,1	23,1		Niederzier I	
69	02.05.2021	8,6	8,7	13,3	13,6	64,4	8,7	8,2	12,4	12,4		Niederzier I	
70	03.05.2021	8,5	8,5	14,9	14,6	57,7	8,2	7,6	15,1	13,8		Niederzier I	
71	04.05.2021										Unwetter	Niederzier I	
72	05.05.2021	6,3	6,1	10,5	10,5	59,4	5,1	4,8	9,9	9,4		Niederzier I	
73	06.05.2021	6,2	5,9	10,2	10,4	58,6	5,4	5,0	9,2	9,7		Niederzier I	
74	07.05.2021	13,5	12,4	13,7	14,3	92,6	11,3	10,6	13,9	13,4		Niederzier I	
75	08.05.2021	6,1	7,0	12,2	12,7	53,0	6,8	6,4	12,8	12,6		Niederzier I	
76	09.05.2021	6,0	6,6	11,6	12,6	51,8	4,9	4,6	12,1	11,8		Niederzier I	
77	10.05.2021	4,9	5,0	8,1	8,0	61,1	2,9	2,8	9,2	8,8		Niederzier I	
78	11.05.2021	4,2	5,1	9,7	10,3	46,9	5,0	4,9	9,2	9,7		Niederzier I	
79	12.05.2021	6,1	6,8	12,9	13,7	48,5	6,2	5,9	11,2	11,7		Niederzier I	
80	13.05.2021	4,7	5,5	12,4	12,6	40,7	6,2	5,9	12,7	12,3		Niederzier I	
81	14.05.2021	3,3	3,4	6,2	6,5	52,4	2,6	2,5	6,0	5,9		Niederzier I	
82	15.05.2021	2,8	3,4	5,0	5,0	61,8	3,0	2,8	5,8	5,8		Niederzier I	
83	16.05.2021	3,0	2,6	6,1	6,3	45,5	3,0	2,9	6,4	6,3		Niederzier I	
84	17.05.2021	3,5	3,7	7,1	7,3	50,1	3,9	3,6	7,1	7,0		Niederzier I	
85	18.05.2021	5,9	5,5	11,2	11,9	49,6	7,3	7,0	11,4	11,5		Niederzier I	
86	19.05.2021	3,3	3,5	8,5	8,1	40,8	4,4	4,3	8,8	8,9		Niederzier I	
87	20.05.2021			8,4	8,7		7,2	6,7	11,2	10,5		Niederzier I	
88	21.05.2021	4,5	3,9	11,5	11,5	36,7	3,9	3,8	12,4	12,7		Niederzier I	
89	22.05.2021	2,5	2,0	6,0	5,7	38,8	2,7	2,6	7,1	6,9		Niederzier I	
90	23.05.2021	2,6	2,5	5,6	5,0	47,4	2,5	2,4	5,7	5,8		Niederzier I	

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

Seite 143 von 269

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 4 von 16

Hersteller Palas GmbH												Schwebstaub PM10 + PM2.5	
Gerätetyp Fidas Smart 100												Messwerte in µg/m³ i.B.	
Serien-Nr. SN 12248 / SN 12250													
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 12248 PM2,5 [µg/m³]	SN 12250 PM2,5 [µg/m³]	SN 12248 PM10 [µg/m³]	SN 12250 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
91	24.05.2021	2,0	2,2	4,7	4,5	46,1	1,6	1,5	4,6	4,7		Niederzier I	
92	25.05.2021	1,9	2,1	4,8	4,3	44,5	2,2	2,1	5,4	5,1		Niederzier I	
93	26.05.2021	3,3	3,6	7,5	7,3	46,6	3,6	3,4	7,4	7,2		Niederzier I	
94	27.05.2021	6,5	6,2	13,4	13,2	47,7	8,6	8,1	12,5	12,8		Niederzier I	
95	28.05.2021			16,7	17,1		9,0	8,5	16,8	16,2		Niederzier I	
96	29.05.2021	8,7	8,7	23,2	24,0	36,9	8,9	8,5	20,7	19,8		Niederzier I	
97	30.05.2021	6,6	6,8	14,4	15,0	45,8	8,6	8,2	15,7	15,0		Niederzier I	
98	31.05.2021	9,3	9,2	22,5	24,4	39,4	8,6	8,3	23,3	22,1		Niederzier I	
99	01.06.2021	9,8	8,7	23,6	26,3	37,1	8,2	7,8	26,9	26,6		Niederzier I	
100	02.06.2021	12,0	11,3	32,5	36,3	33,8	9,8	9,4	34,6	34,1		Niederzier I	
101	03.06.2021	6,7	6,3	11,9	13,4	51,2	7,3	7,0	13,3	13,0		Niederzier I	
102	04.06.2021	14,1	13,8	21,0	21,4	65,6	16,3	15,3	23,7	22,4		Niederzier I	
103	05.06.2021	20,9	20,1	27,9	29,1	71,8	21,7	20,3	27,4	25,6		Niederzier I	
104	06.06.2021	19,5	18,5	24,3	24,7	77,5	19,0	18,1	22,4	21,3		Niederzier I	
105	07.06.2021	14,8	14,3	22,3	22,9	64,5	16,7	16,0	23,0	22,1		Niederzier I	
106	08.06.2021	16,5	16,2	25,9	26,8	62,1	20,7	19,7	29,0	27,7		Niederzier I	
107	09.06.2021	17,2	16,8	24,8	25,5	67,8	21,6	20,6	29,1	27,8		Niederzier I	
108	10.06.2021	8,3	7,4	18,2	19,6	41,5	7,3	7,0	18,9	18,0		Niederzier I	
109	11.06.2021	8,5	7,8	14,3	14,7	56,0	8,7	8,2	16,3	15,7		Niederzier I	
110	12.06.2021	7,3	6,9	13,3	13,7	52,5	8,5	8,2	15,9	15,4		Niederzier I	
111	13.06.2021	7,8	7,6	19,5	20,7	38,3	8,5	8,3	21,1	20,8		Niederzier I	
112	14.06.2021	12,2	11,2	27,6	29,1	41,2	9,1	8,8	24,9	24,8		Niederzier I	
113	15.06.2021	11,7	10,7	24,5	25,6	44,7	10,2	9,7	23,9	22,4		Niederzier I	
114	01.07.2021	6,1	5,0	11,1	11,2	49,6	7,4	7,1	11,3	11,5		Köln II	
115	02.07.2021	7,0	5,8	11,8	12,9	51,9	8,5	8,3	14,1	13,9		Köln II	
116	03.07.2021	9,9	8,9	13,8	14,2	67,0	8,6	8,2	13,3	12,7		Köln II	
117	04.07.2021	6,8	6,1	10,1	10,6	62,3	6,8	6,4	12,1	11,6		Köln II	
118	05.07.2021	3,4	2,8	7,1	7,5	42,9	2,6	2,5	7,4	7,3		Köln II	
119	06.07.2021	4,9	3,5	9,3	10,0	43,7	3,2	3,1	10,0	9,4		Köln II	
120	07.07.2021	5,0	7,2	10,8	11,3	55,4	4,2	4,1	10,2	10,0		Köln II	

**Anlage 5**
**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**
**Blatt 5 von 16**

Hersteller Palas GmbH Gerätetyp Fidas Smart 100 Serien-Nr. SN 12248 / SN 12250												Schwebstaub PM10 + 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 12248 PM2,5 [µg/m³]	SN 12250 PM2,5 [µg/m³]	SN 12248 PM10 [µg/m³]	SN 12250 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
121	08.07.2021	7,6	7,0	14,3	15,0	49,6	6,1	5,8	12,2	11,5		Köln II	
122	09.07.2021	9,2	8,2	15,2	15,7	56,4	11,1	10,5	17,5	16,5		Köln II	
123	10.07.2021	7,2	6,6	10,7	11,0	63,7	7,7	7,3	12,8	12,0		Köln II	
124	11.07.2021	6,1	6,0	10,1	10,5	59,1	7,9	7,4	12,7	12,1		Köln II	
125	12.07.2021	7,0	6,9	10,8	11,1	63,6	7,3	6,9	12,3	11,7		Köln II	
126	13.07.2021	8,1	8,9	12,8	13,0	65,7	8,9	8,1	13,4	12,6		Köln II	
127	16.07.2021			19,7	19,5		13,2	12,4	20,5	20,0		Köln II	
128	17.07.2021	9,5	9,3	16,2	17,4	56,0	10,9	10,2	16,9	16,4		Köln II	
129	18.07.2021	6,2	6,3	9,7	11,2	59,7	5,2	4,9	10,2	9,5		Köln II	
130	19.07.2021	9,2	9,3	13,6	14,3	66,2	10,2	9,5	14,2	13,6		Köln II	
131	20.07.2021	11,6	11,4	17,9	18,5	63,3	12,2	11,4	17,5	17,0		Köln II	
132	21.07.2021	8,9	9,1	12,9	13,6	67,8	7,7	7,1	12,4	11,7		Köln II	
133	22.07.2021	12,2	12,6	17,6	19,0	67,6	10,7	9,9	16,7	15,8		Köln II	
134	23.07.2021	10,1	10,5	16,4	17,2	61,2	10,7	9,9	17,5	16,3		Köln II	
135	24.07.2021	11,9	12,1	17,9	18,5	65,9	12,5	11,4	18,0	17,0		Köln II	
136	25.07.2021	6,6	7,1	11,6	11,7	59,1	7,1	6,6	12,5	12,1		Köln II	
137	26.07.2021			8,0	8,4		4,0	3,7	9,0	8,4		Köln II	
138	27.07.2021	5,2	5,1	9,7	9,8	53,4	5,4	5,0	10,4	9,9		Köln II	
139	28.07.2021	5,4	5,1	10,3	10,5	50,4	5,0	4,7	10,5	10,1		Köln II	
140	29.07.2021	5,1	4,8	9,7	9,9	50,8	3,9	3,7	9,2	8,8		Köln II	
141	30.07.2021	6,3	5,0	12,3	12,2	46,0	5,1	4,9	11,9	11,6		Köln II	
142	31.07.2021	4,2	3,7	7,3	7,6	53,2	3,2	3,0	7,9	7,6		Köln II	
143	01.08.2021	4,8	3,4	6,7	7,0	59,7	3,8	3,6	7,5	7,1		Köln II	
144	02.08.2021	5,7	4,4	8,4	9,4	56,7	5,3	5,0	9,4	8,8		Köln II	
145	03.08.2021	6,2	5,0	8,2	9,2	64,2	5,4	4,9	8,7	8,4		Köln II	
146	04.08.2021	9,4	8,4	13,8	14,7	62,7	11,9	10,9	16,9	15,5		Köln II	
147	05.08.2021	6,8	6,0	10,2	10,2	62,4	8,3	7,7	12,4	11,5		Köln II	
148	06.08.2021	3,1	2,4	5,1	5,2	54,0	2,5	2,3	6,0	5,9		Köln II	
149	07.08.2021	2,7	3,3	5,6	5,9	52,5	2,3	2,2	5,5	5,3		Köln II	
150	08.08.2021	3,0	4,2	6,4	6,3	56,4	3,1	3,0	6,9	6,9		Köln II	

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

Seite 145 von 269

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 6 von 16

Hersteller Palas GmbH												Schwebstaub PM10 + PM2.5	
Gerätetyp Fidas Smart 100												Messwerte in µg/m³ i.B.	
Serien-Nr. SN 12248 / SN 12250													
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 12248 PM2,5 [µg/m³]	SN 12250 PM2,5 [µg/m³]	SN 12248 PM10 [µg/m³]	SN 12250 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
151	09.08.2021	2,9	2,8	6,3	6,5	44,4	2,8	2,7	6,7	6,5		Köln II	
152	10.08.2021	4,1	3,9	7,3	7,9	52,7	4,0	3,7	8,5	8,0		Köln II	
153	11.08.2021	6,3	5,7	9,4	9,6	62,9	6,8	6,2	11,6	10,4		Köln II	
154	12.08.2021	9,7	9,5	16,1	16,4	59,1	9,1	8,5	15,0	14,5		Köln II	
155	13.08.2021	8,9	9,7	15,8	15,8	58,9	9,2	8,6	15,7	14,6		Köln II	
156	14.08.2021	9,3	8,3	17,4	17,1	50,9	7,1	6,8	13,4	13,3		Köln II	
157	15.08.2021	9,0	8,0	15,7	15,6	54,2	6,8	6,5	13,1	13,1		Köln II	
158	16.08.2021	4,2	4,1	10,3	11,5	37,9	4,5	4,3	10,4	10,5		Köln II	
159	17.08.2021	7,9	7,6	15,4	15,1	50,7	9,6	9,1	14,6	14,3		Köln II	
160	18.08.2021	4,2	4,7	8,4	6,7	59,2	5,2	4,9	9,0	8,7		Köln II	
161	19.08.2021	3,8	4,3	7,5	8,0	52,6	4,3	4,1	8,2	8,0		Köln II	
162	20.08.2021	4,0	4,4	7,6	9,3	49,9	4,3	4,0	8,1	7,7		Köln II	
163	21.08.2021	6,9	7,0	10,8	11,1	63,6	5,5	5,2	9,9	9,7		Köln II	
164	22.08.2021	5,7	5,1	8,8	9,7	58,0	6,1	5,7	10,7	10,4		Köln II	
165	23.08.2021	7,1	7,5	11,5	11,7	62,9	8,8	8,2	12,7	12,0		Köln II	
166	24.08.2021	5,6	5,5	8,6	9,2	62,2	4,1	3,9	8,0	7,9		Köln II	
167	25.08.2021	7,7	6,7	12,9	13,1	55,7	5,1	4,9	10,9	10,6		Köln II	
168	26.08.2021	3,9	4,0	7,4	8,1	51,3	4,4	4,2	8,4	8,3		Köln II	
169	27.08.2021	3,6	3,4	8,4	8,6	41,5	3,5	3,4	9,0	8,6		Köln II	
170	28.08.2021	4,5	4,3	9,3	8,4	49,5	6,3	6,0	9,8	9,9		Köln II	
171	29.08.2021	4,5	3,9	8,1	7,6	53,8	5,0	4,8	8,3	8,4		Köln II	
172	30.08.2021	10,5	10,0	16,7	16,6	61,6	12,3	11,6	17,1	16,6		Köln II	
173	31.08.2021	14,0	13,2	21,0	20,3	65,7	15,2	14,5	19,9	19,5		Köln II	
174	01.09.2021	10,5	10,2	19,4	18,7	54,3	12,0	11,4	17,4	16,6		Köln II	
175	02.09.2021	7,6	7,5	12,6	13,1	59,0	10,9	10,4	15,7	14,9		Köln II	
176	03.09.2021	9,1	8,3	13,7	14,0	62,9	9,4	9,0	14,0	13,8		Köln II	
177	04.09.2021	11,5	11,2	16,6	16,6	68,3	12,2	11,5	16,7	16,3		Köln II	
178	05.09.2021	11,3	11,0	15,3	15,2	73,0	11,7	11,0	15,2	15,0		Köln II	
179	06.09.2021	14,3	13,9	21,0	21,0	67,0	13,7	13,0	19,6	19,0		Köln II	
180	07.09.2021	12,5	12,7	19,4	20,0	64,1	12,4	11,7	18,4	17,7		Köln II	

**Anlage 5**
**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**
**Blatt 7 von 16**

<b>Hersteller</b>	Palas GmbH	Schwebstaub PM10 + PM2.5
<b>Gerätetyp</b>	Fidas Smart 100	Messwerte in µg/m³ i.B.
<b>Serien-Nr.</b>	SN 12248 / SN 12250	

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 12248 PM2,5 [µg/m³]	SN 12250 PM2,5 [µg/m³]	SN 12248 PM10 [µg/m³]	SN 12250 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
181	08.09.2021	11,5	11,3	17,6	17,7	64,8	10,9	10,4	17,3	16,8		Köln II
182	09.09.2021	9,4	9,8	17,5	18,2	53,8	10,2	9,8	18,3	18,1		Köln II
183	10.09.2021	4,8	4,7	9,3	9,0	52,0	4,8	4,6	9,7	9,3		Köln II
184	11.09.2021	3,2	3,7	7,4	7,3	47,1	3,7	3,5	7,3	7,0		Köln II
185	12.09.2021	5,8	5,8	10,1	10,2	57,5	5,6	5,3	9,3	8,9		Köln II
186	13.09.2021	11,1	10,3	16,6	17,2	63,2	11,6	11,0	16,9	16,0		Köln II
187	14.09.2021	9,0	8,7	14,8	15,0	59,4	9,1	8,6	15,9	15,3		Köln II
188	15.09.2021	8,0	7,5	12,4	13,1	60,8	8,0	7,5	12,9	12,3		Köln II
189	16.09.2021	4,3	4,3	9,4	9,8	44,7	4,1	4,0	8,9	8,8		Köln II
190	17.09.2021	12,9	12,6	20,6	21,7	60,4	12,0	11,4	17,9	17,3		Köln II
191	18.09.2021	11,3	10,4	14,7	15,2	72,2	12,2	11,6	16,4	15,7		Köln II
192	19.09.2021	4,3	3,5	6,2	5,8	64,6	3,4	3,2	6,0	5,8		Köln II
193	20.09.2021	7,3	6,7	11,4	11,7	60,8	7,8	7,5	13,7	13,3		Köln II
194	21.09.2021	6,7	5,9	10,9	10,9	58,1	6,5	6,2	11,1	11,0		Köln II
195	22.09.2021	10,7	10,3	17,8	18,4	58,0	9,8	9,3	16,8	15,6		Köln II
196	23.09.2021	8,0	7,4	14,8	15,1	51,5	7,1	6,8	15,7	15,1		Köln II
197	24.09.2021	5,8	5,6	12,0	12,9	45,8	7,6	7,3	14,0	13,5		Köln II
198	25.09.2021	5,8	5,0	8,5	8,4	64,0	4,7	4,5	8,2	8,0		Köln II
199	26.09.2021	8,7	7,8	12,1	12,5	66,9	8,0	7,6	12,9	12,2		Köln II
200	27.09.2021	4,9	5,0	9,2	9,4	53,6	6,2	6,0	11,2	11,0		Köln II
201	28.09.2021	3,8	3,8	10,5	10,7	35,3	4,1	4,1	9,7	10,1		Köln II
202	29.09.2021	3,6	3,6	8,2	8,9	42,7	3,6	3,4	7,4	7,3		Köln II
203	30.09.2021	4,1	3,3	8,6	7,9	44,6	3,8	3,7	7,9	7,9		Köln II
204	01.10.2021	4,3	3,4	8,8	8,2	44,8	3,4	3,4	7,8	8,1		Köln II
205	02.10.2021	3,4	3,5	5,2	6,7	58,1	3,0	2,9	5,9	6,2		Köln II
206	03.10.2021	4,2	3,6	6,9	6,9	56,7	3,5	3,4	8,2	7,9		Köln II
207	04.10.2021						2,6	2,5	5,9	5,9		Köln II
208	05.10.2021						3,0	2,9	6,3	6,3		Köln II
209	06.10.2021						2,9	2,7	6,0	5,8		Köln II
210	07.10.2021						10,0	9,6	14,1	13,6		Köln II

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

Seite 147 von 269

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 8 von 16

Hersteller Palas GmbH												Schwebstaub PM10 + PM2.5	
Gerätetyp Fidas Smart 100												Messwerte in µg/m³ i.B.	
Serien-Nr. SN 12248 / SN 12250													
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 12248 PM2,5 [µg/m³]	SN 12250 PM2,5 [µg/m³]	SN 12248 PM10 [µg/m³]	SN 12250 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
211	08.10.2021						8,3	7,8	12,6	12,4		Köln II	
212	09.10.2021						16,5	15,8	22,7	21,8		Köln II	
213	10.10.2021						14,4	13,7	18,9	18,7		Köln II	
214	11.10.2021						11,7	11,2	18,2	17,5		Köln II	
215	12.10.2021						6,3	6,0	10,2	10,0		Köln II	
216	13.10.2021						7,1	6,8	13,1	12,5		Köln II	
217	14.10.2021						8,7	8,3	13,9	13,6		Köln II	
218	15.10.2021	6,9	6,6	13,2	14,2	49,3	6,8	6,4	10,8	10,6		Köln II	
219	16.10.2021	10,3	10,1	16,5	16,7	61,3	10,6	9,9	17,2	15,5		Köln II	
220	17.10.2021	10,4	10,4	15,1	15,9	66,9	8,9	8,4	11,5	11,4		Köln II	
221	18.10.2021	12,3	11,6	16,0	16,2	74,3	11,3	10,9	14,3	14,3		Köln II	
222	19.10.2021	9,2	8,3	12,0	12,4	71,7	8,7	8,3	11,9	11,5		Köln II	
223	20.10.2021	5,4	5,4	10,2	9,3	54,6	5,7	5,5	9,4	9,4		Köln II	
224	21.10.2021	3,3	3,1	8,8	7,7	38,5	3,4	3,4	8,3	8,4		Köln II	
225	22.10.2021	4,5	4,7	12,6	11,3	38,6	5,0	4,9	10,5	10,3		Köln II	
226	23.10.2021	8,4	7,8	15,3	14,7	54,1	9,0	8,4	13,1	12,8		Köln II	
227	24.10.2021	6,1	6,8	11,6	10,9	57,3	7,1	6,7	9,4	9,3		Köln II	
228	25.10.2021	6,7	6,7	11,3	10,7	60,9	6,9	6,5	10,0	9,9		Köln II	
229	26.10.2021	4,4	4,3	8,6	8,4	50,5	4,5	4,3	7,4	7,4		Köln II	
230	27.10.2021	4,0	4,5	8,7	7,6	52,2	4,4	4,2	7,7	7,8		Köln II	
231	28.10.2021	11,9	12,4	16,9	16,1	73,8	12,4	11,9	15,6	15,0		Köln II	
232	29.10.2021	9,2	9,1	14,3	13,1	66,6	10,2	9,7	14,6	14,2		Köln II	
233	30.10.2021	6,9	7,0	11,9	10,3	62,7	7,2	6,9	10,7	11,0		Köln II	
234	31.10.2021	3,4	3,9	6,8	5,4	60,4	3,8	3,7	6,8	6,9		Köln II	
235	01.11.2021	3,4	3,1	8,9	7,5	39,2	3,6	3,5	7,3	7,5		Köln II	
236	02.11.2021	3,9	3,0	7,4	6,4	49,7	3,3	3,2	6,1	6,0		Köln II	
237	03.11.2021	6,6	6,6	10,4	9,7	65,8	6,4	6,1	9,3	9,1		Köln II	
238	04.11.2021	18,2	19,4	23,8	22,6	80,9	17,7	16,8	20,3	19,5		Köln II	
239	05.11.2021	13,8	14,7	21,0	20,1	69,5	13,2	12,7	17,8	17,2		Köln II	
240	06.11.2021	5,9	6,5	10,6	10,3	59,3	6,9	6,5	9,4	9,4		Köln II	

**Anlage 5**
**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**
**Blatt 9 von 16**

<b>Hersteller</b>	Palas GmbH	Schwebstaub PM10 + PM2.5
<b>Gerätetyp</b>	Fidas Smart 100	Messwerte in µg/m³ i.B.
<b>Serien-Nr.</b>	SN 12248 / SN 12250	

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 12248 PM2,5 [µg/m³]	SN 12250 PM2,5 [µg/m³]	SN 12248 PM10 [µg/m³]	SN 12250 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
241	07.11.2021	5,0	5,2	10,9	11,4	45,9	5,6	5,4	9,7	9,7		Köln II
242	03.12.2021	6,5	6,8	14,7	13,8	46,8	6,4	6,0	11,8	11,7		Bornheim
243	04.12.2021	4,0	4,8	8,3	7,3	56,1	4,6	4,3	10,6	10,5		Bornheim
244	05.12.2021	5,2	4,7	8,5	7,6	61,2	4,2	3,9	6,9	6,9		Bornheim
245	06.12.2021	9,9	9,9	15,1	14,5	66,7	9,0	8,3	13,1	12,7		Bornheim
246	07.12.2021	5,4	5,1	13,9	12,2	40,3	6,0	5,7	14,4	14,0		Bornheim
247	08.12.2021	5,5	5,8	13,2	12,5	44,0	4,6	4,4	10,1	10,3		Bornheim
248	09.12.2021	5,9	6,9	13,6	12,6	48,8	5,5	5,1	11,4	11,0		Bornheim
249	10.12.2021	6,3	6,1	11,9	10,8	54,5	6,7	6,1	10,0	9,2		Bornheim
250	11.12.2021	15,9	15,5	23,5	23,1	67,3	13,5	12,4	17,5	16,3		Bornheim
251	12.12.2021	4,3	3,7	9,5	9,5	42,5	5,8	5,6	14,4	14,3		Bornheim
252	13.12.2021	3,9	3,5	10,5	9,8	36,5	3,0	2,9	8,7	8,7		Bornheim
253	14.12.2021	7,2	6,7	13,7	13,4	51,1	6,4	5,9	11,5	10,6		Bornheim
254	15.12.2021	6,5	5,1	12,4	12,8	46,0	5,4	5,1	10,3	9,8		Bornheim
255	16.12.2021	26,7	26,4	41,1	40,5	65,1	24,8	22,9	31,0	28,7		Bornheim
256	17.12.2021	15,8	15,0	23,8	22,6	66,4	12,5	11,6	16,9	16,0		Bornheim
257	18.12.2021	11,5	10,4	15,6	14,7	71,9	10,4	9,7	13,0	12,4		Bornheim
258	19.12.2021	9,4	7,6				8,4	7,7	12,0	11,2	techn. Probleme Referenz PM <sub>10</sub>	Bornheim
259	20.12.2021	9,9	7,4				8,6	8,1	14,1	14,6		Bornheim
260	21.12.2021	19,3	20,8				16,0	14,7	19,8	19,5		Bornheim
261	22.12.2021	21,5	21,9	28,0	26,6	79,6	18,1	16,3	18,9	18,1		Bornheim
262	23.12.2021	20,4	20,3	26,2	25,8	78,2	18,0	16,3	22,7	20,8		Bornheim
263	24.12.2021	7,3	7,7	18,6	17,1	41,9	8,0	7,7	23,5	22,8		Bornheim
264	25.12.2021	5,4	5,0	7,4	7,6	69,7	5,0	4,6	7,0	6,8		Bornheim
265	26.12.2021			10,4	9,9		7,9	7,1	8,9	8,1		Bornheim
266	27.12.2021	6,0	6,2	8,5	8,7	71,0	5,4	4,9	7,4	6,8		Bornheim
267	28.12.2021	3,5	4,3	10,2	10,3	38,0	4,5	4,4	9,3	9,3		Bornheim
268	29.12.2021	3,2	3,3	8,3	8,4	39,1	3,7	3,5	7,3	7,4		Bornheim
269	30.12.2021	3,1	2,9				2,9	2,8	6,9	7,1	techn. Probleme Referenz PM <sub>10</sub>	Bornheim
270	31.12.2021	3,6	2,9				2,6	2,4	5,0	5,1		Bornheim



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

Seite 149 von 269

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 10 von 16

<b>Hersteller</b> Palas GmbH <b>Gerätetyp</b> Fidas Smart 100 <b>Serien-Nr.</b> SN 12248 / SN 12250											Schwebstaub PM10 + 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 12248 PM2,5 [µg/m³]	SN 12250 PM2,5 [µg/m³]	SN 12248 PM10 [µg/m³]	SN 12250 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
271	01.01.2022	4,1	4,3				4,5	4,3	7,1	7,1		Bornheim
272	02.01.2022	5,5	4,8				5,1	4,8	9,8	9,5		Bornheim
273	03.01.2022	2,6	1,9				4,9	4,8	10,8	10,8		Bornheim
274	04.01.2022	2,7	2,5				3,2	3,1	7,2	7,3		Bornheim
275	05.01.2022	4,6	4,2				5,4	5,2	9,6	10,1		Bornheim
276	06.01.2022	7,6	7,7	20,7	20,6	37,2	10,5	10,1	25,4	25,5		Bornheim
277	07.01.2022	4,2	3,4				4,4	4,1	11,5	11,6	techn. Probleme Referenz PM <sub>10</sub>	Bornheim
278	08.01.2022	4,5	4,4	9,8	10,1	44,8	5,9	5,5	18,0	16,9		Bornheim
279	09.01.2022	4,9	4,8	11,2	11,5	42,7	5,7	5,4	11,6	11,5		Bornheim
280	10.01.2022	12,1	11,3	20,7	20,8	56,3	11,7	11,0	18,2	17,5		Bornheim
281	11.01.2022	13,1	12,4	16,3	16,6	77,4	12,0	10,9	14,3	13,3		Bornheim
282	12.01.2022	17,0	16,2	25,3	25,0	65,8	16,2	15,2	23,3	23,1		Bornheim
283	13.01.2022	17,9	16,9	24,5	23,3	72,7	15,1	13,9	20,1	18,7		Bornheim
284	14.01.2022	21,0	20,5	27,8	26,2	76,8	19,2	17,8	22,2	21,5		Bornheim
285	15.01.2022	10,7	10,4	11,7	11,7	90,0	10,0	9,0	11,1	10,1		Bornheim
286	16.01.2022	13,3	13,1	17,4	16,7	77,2	12,9	12,0	17,7	16,8		Bornheim
287	17.01.2022	15,1	14,6	25,2	22,6	62,1	17,7	16,7	30,6	29,6		Bornheim
288	18.01.2022	9,7	9,7	21,9	20,0	46,4	11,1	10,5	18,6	18,6		Bornheim
289	19.01.2022	8,9	9,3	23,9	21,8	39,7	11,2	10,5	27,8	26,6		Bornheim
290	20.01.2022	5,3	5,4	19,8	17,9	28,3	8,9	8,6	20,9	21,2		Bornheim
291	21.01.2022	8,2	8,1	23,2	21,0	36,9	11,6	11,0	30,6	30,1		Bornheim
292	22.01.2022	16,5	16,1	27,8	26,4	60,2	18,5	17,3	26,3	24,9		Bornheim
293	23.01.2022	19,8	21,8	26,5	29,2	74,9	19,5	17,8	21,7	20,8		Bornheim
294	24.01.2022	7,9	7,9	12,8	13,0	60,7	8,6	7,8	12,4	12,4		Bornheim
295	25.01.2022	18,8	18,5	29,3	28,8	64,2	18,1	16,8	26,2	24,5		Bornheim
296	26.01.2022	27,7	27,6	37,3	36,2	75,1	25,1	23,5	30,4	28,5		Bornheim
297	27.01.2022	9,9	9,5	19,2	18,6	51,3	12,6	11,8	29,1	27,9		Bornheim
298	28.01.2022	7,6	6,8	21,1	20,1	35,1	8,7	8,3	18,1	18,1		Bornheim
299	29.01.2022	4,4	3,3	9,4	9,9	39,6	4,8	4,6	9,5	9,5		Bornheim
300	30.01.2022	7,9	7,0	23,8	23,7	31,4	10,5	10,1	20,9	21,1		Bornheim

**Anlage 5**
**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**
**Blatt 11 von 16**

<b>Hersteller</b>	Palas GmbH	Schwebstaub PM10 + PM2.5
<b>Gerätetyp</b>	Fidas Smart 100	Messwerte in µg/m <sup>3</sup> i.B.
<b>Serien-Nr.</b>	SN 12248 / SN 12250	

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 1 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 2 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 12248 PM2,5 [µg/m <sup>3</sup> ]	SN 12250 PM2,5 [µg/m <sup>3</sup> ]	SN 12248 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	SN 12250 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Bemerkung	Standort
301	31.01.2022	4,7	4,5	12,8	13,8	34,5	7,5	7,2	13,9	14,1		Bornheim
302	01.02.2022	3,9	4,0	13,6	13,3	29,3	7,0	6,8	16,3	16,0		Bornheim
303	02.02.2022	8,3	7,7	22,4	22,3	35,9	10,8	10,3	17,8	17,9		Bornheim
304	03.02.2022	4,9	5,4	12,0	11,0	44,7	5,5	5,2	10,6	10,2		Bornheim
305	04.02.2022	3,0	3,0	7,0	8,4	38,9	3,3	3,1	8,2	7,8		Bornheim
306	05.02.2022	4,0	4,2	9,1	9,4	44,3	4,3	4,1	8,0	7,9		Bornheim
307	06.02.2022	1,6	1,9	4,2	4,9	38,9	2,4	2,2	5,3	5,4		Bornheim
308	07.02.2022	4,3	4,0	15,3	14,4	28,1	6,1	5,8	15,5	16,2		Bornheim
309	08.02.2022	3,0	2,8	9,6	8,6	31,6	3,0	3,0	9,2	9,6		Bornheim
310	09.02.2022	6,6	6,4	14,5	14,1	45,6	6,3	5,8	12,2	11,8		Bornheim
311	10.02.2022	8,2	8,3	15,9	16,0	51,4	9,0	8,5	16,0	15,6		Bornheim
312	11.02.2022	7,0	7,1	17,0	17,1	41,2	7,7	7,3	15,2	15,1		Bornheim
313	12.02.2022	9,0	8,4	15,2	16,1	55,6	8,5	7,9	12,7	12,4		Bornheim
314	13.02.2022	8,3	8,8	12,6	12,6	67,6	8,7	8,0	11,6	11,3		Bornheim
315	14.02.2022	3,5	4,0	10,6	10,7	35,3	4,1	3,8	10,5	10,1		Bornheim
316	15.02.2022	3,1	4,2	10,9	10,8	33,4	4,5	4,2	10,1	9,8		Bornheim
317	16.02.2022	1,2	1,1	7,1	6,8	16,4	2,1	2,0	10,0	9,3		Bornheim
318	17.02.2022	4,7	4,6	16,1	14,4	30,6	7,5	7,1	16,2	16,1		Bornheim
319	18.02.2022	3,9	3,1	12,0	11,1	30,5	5,2	4,9	11,5	11,1		Bornheim
320	19.02.2022	2,2	3,1	9,2	8,4	30,3	4,0	3,9	9,1	9,3		Bornheim
321	20.02.2022	2,5	2,1	7,3	7,0	31,8	3,4	3,2	7,0	6,9		Bornheim
322	21.02.2022	2,8	3,1	9,4	9,4	31,2	4,6	4,4	9,9	9,6		Bornheim
323	22.02.2022	4,9	4,5	17,0	16,7	28,0	7,5	7,6	15,2	15,3		Bornheim
324	23.02.2022	5,8	5,9	14,7	15,3	38,9	5,9	7,4	11,8	12,2		Bornheim
325	24.02.2022	3,6	3,7	8,6	8,9	41,9	3,6	4,0	8,1	8,1		Bornheim
326	25.02.2022	5,2	4,5	17,2	16,4	28,8	7,2	7,2	19,6	20,1		Bornheim
327	26.02.2022	9,3	8,1	20,0	19,0	44,4	10,9	10,6	17,7	17,9		Bornheim
328	27.02.2022	7,7	6,7	11,2	10,0	67,9	7,1	7,0	9,1	9,3		Bornheim
329	28.02.2022	10,8	10,8	16,3	15,1	68,8	11,4	10,9	14,2	14,2		Bornheim
330	01.03.2022	14,9	14,0	20,2	19,7	72,3	14,6	14,0	19,1	19,0		Bornheim

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

Seite 151 von 269

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 12 von 16

Hersteller Palas GmbH												Schwebstaub PM10 + PM2.5 Messwerte in µg/m³ i.B.	
Gerätetyp Fidas Smart 100													
Serien-Nr. SN 12248 / SN 12250													
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 12248 PM2,5 [µg/m³]	SN 12250 PM2,5 [µg/m³]	SN 12248 PM10 [µg/m³]	SN 12250 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
331	02.03.2022	15,8	16,1	25,1	24,3	64,6	16,4	15,7	23,2	23,2		Bornheim	
332	03.03.2022	17,9	17,8	26,2	25,5	69,0	18,6	17,5	23,6	23,0		Bornheim	
333	04.03.2022	19,2	19,0	28,2	27,7	68,5	20,5	19,3	25,7	25,4		Bornheim	
334	05.03.2022	18,0	18,1	22,7	21,6	81,4	18,6	17,5	20,8	20,4		Bornheim	
335	06.03.2022	19,0	19,2	25,2	24,2	77,2	19,7	18,3	22,3	22,1		Bornheim	
336	09.04.2022	5,6	5,4	12,2	11,2	46,8	5,4	5,1	10,0	10,2		Bonn	
337	10.04.2022	7,4	6,8	11,7	11,4	61,2	5,9	5,6	9,1	9,0		Bonn	
338	11.04.2022	7,6	6,4	12,2	12,0	58,1	6,4	6,0	11,5	11,4		Bonn	
339	12.04.2022	7,3	6,9	13,7	14,0	51,2	6,5	5,8	17,1	13,7		Bonn	
340	13.04.2022	13,7	13,7	24,9	26,1	53,8	11,3	10,8	21,5	21,6		Bonn	
341	14.04.2022	16,6	16,4	23,8	23,7	69,6	15,9	15,2	20,9	21,0		Bonn	
342	15.04.2022	14,8	13,8	18,9	19,0	75,3	13,9	13,1	17,3	16,7		Bonn	
343	16.04.2022	6,9	5,0	7,3	7,5	80,4	5,7	5,4	8,6	8,3		Bonn	
344	17.04.2022	5,5	5,1	7,6	7,7	69,3	4,9	4,6	7,3	7,5		Bonn	
345	18.04.2022	6,4	7,6	10,3	9,8	69,8	5,3	5,0	8,3	8,3		Bonn	
346	19.04.2022	5,3	6,7	11,6	11,2	52,6	5,0	4,8	10,0	11,0		Bonn	
347	20.04.2022	5,7	6,2	12,6	13,1	46,3	4,4	4,3	10,2	11,5		Bonn	
348	21.04.2022	6,2	7,0	13,1	13,3	49,8	5,2	4,9	10,6	10,9		Bonn	
349	22.04.2022	9,0	9,9	14,8	14,4	64,6	9,8	9,3	14,9	14,5		Bonn	
350	23.04.2022	11,1	11,8	15,9	16,0	71,8	12,5	11,9	16,6	16,4		Bonn	
351	24.04.2022	9,4	11,6	13,5	14,5	74,8	9,4	9,0	12,7	13,1		Bonn	
352	25.04.2022	8,8	10,9	13,8	15,0	68,5	9,5	9,1	12,6	12,2		Bonn	
353	26.04.2022	13,3	16,1	20,5	20,2	72,2	13,8	13,4	16,7	16,5		Bonn	
354	27.04.2022	12,8	15,2	23,2	23,6	59,9	14,3	13,7	19,6	19,3		Bonn	
355	28.04.2022	15,8	18,3	27,3	27,1	62,6	16,2	15,5	22,6	22,0		Bonn	
356	29.04.2022	16,6	19,1	31,9	30,7	57,1	15,8	15,0	23,4	22,8		Bonn	
357	30.04.2022	8,9	9,1	15,7	15,8	57,1	9,4	8,9	13,6	13,4		Bonn	
358	01.05.2022	12,6	13,9	21,5	20,4	63,2	13,1	12,2	17,5	16,9		Bonn	
359	02.05.2022	13,9	14,5	23,5	22,3	62,1	14,7	14,0	20,9	20,1		Bonn	
360	03.05.2022	13,1	13,4	24,6	23,3	55,1	14,1	13,5	22,0	21,7		Bonn	

**Anlage 5**
**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**
**Blatt 13 von 16**

<b>Hersteller</b>	Palas GmbH	Schwebstaub PM10 + PM2.5
<b>Gerätetyp</b>	Fidas Smart 100	Messwerte in µg/m³ i.B.
<b>Serien-Nr.</b>	SN 12248 / SN 12250	

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 12248 PM2,5 [µg/m³]	SN 12250 PM2,5 [µg/m³]	SN 12248 PM10 [µg/m³]	SN 12250 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
361	04.05.2022	13,7	13,4	27,8	27,2	49,5	14,3	13,7	22,8	22,5		Bonn
362	05.05.2022	13,8	12,9	28,3	28,4	47,1	12,7	12,2	21,3	20,9		Bonn
363	06.05.2022	15,4	14,0	27,5	26,2	54,8	16,1	15,3	23,8	22,9		Bonn
364	07.05.2022	13,9	12,9	21,7	20,9	62,9	16,4	15,6	22,3	21,7		Bonn
365	08.05.2022	8,9	8,8	15,7	15,3	57,0	10,7	10,3	15,0	14,7		Bonn
366	09.05.2022	8,0	8,4	15,8	15,4	52,6	7,4	7,1	13,8	14,0		Bonn
367	10.05.2022	12,2	11,8	19,4	19,3	61,8	9,6	9,2	19,8	20,0		Bonn
368	11.05.2022	11,1	12,2	19,7	19,7	59,0	7,9	7,7	21,9	21,1		Bonn
369	12.05.2022	7,3	6,9	14,1	14,4	49,5	5,1	5,0	12,8	12,8		Bonn
370	13.05.2022	6,3	7,2	16,8	15,8	41,2	4,5	4,3	12,0	12,5		Bonn
371	14.05.2022	9,2	10,0	19,0	17,8	52,0	6,9	6,7	13,2	14,2		Bonn
372	15.05.2022	10,2	10,8	18,1	16,8	60,3	8,5	8,1	14,1	14,5		Bonn
373	16.05.2022	7,9	8,1	15,7	16,2	50,0	8,0	7,7	16,5	16,5		Bonn
374	17.05.2022	4,8	5,3	10,5	10,9	47,1	5,8	5,6	11,8	11,6		Bonn
375	18.05.2022	7,5	8,3	12,8	13,5	60,4	5,5	5,3	12,8	12,4		Bonn
376	19.05.2022	7,7	8,7	16,5	17,6	48,1	7,3	7,0	19,1	18,7		Bonn
377	20.05.2022	6,8	8,2	13,9	14,1	53,4	10,8	10,4	17,2	17,0		Bonn
378	21.05.2022	3,7	3,7	8,0	7,8	47,1	4,1	3,9	7,9	8,0		Bonn
379	22.05.2022	3,6	4,7	9,5	10,0	42,7	4,8	4,6	8,5	8,6		Bonn
380	23.05.2022	5,1	6,2	11,4	11,5	48,9	6,5	6,2	13,2	13,2		Bonn
381	24.05.2022	0,6	2,6	6,0	7,2	24,8	3,2	3,1	7,9	8,0		Bonn
382	25.05.2022	2,6	3,1	6,3	6,3	45,4	2,1	2,0	6,6	6,8		Bonn
383	26.05.2022	2,0	2,7	6,4	7,3	34,5	3,3	3,1	7,0	7,0		Bonn
384	27.05.2022	3,5	3,4	7,9	8,6	42,1	4,1	3,9	9,2	9,1		Bonn
385	28.05.2022	3,9	3,6	9,8	10,2	37,4	4,4	4,2	9,2	9,4		Bonn
386	29.05.2022	3,0	1,8	5,5	5,6	42,9	3,5	3,3	6,6	6,9		Bonn
387	30.05.2022	5,4	5,2	9,1	10,0	55,7	6,7	6,4	10,9	11,0		Bonn
388	31.05.2022	5,1	5,4	9,1	10,0	54,5	5,7	5,4	10,4	10,3		Bonn
389	01.06.2022	4,2	3,8	7,4	7,6	53,4	3,6	3,5	7,8	7,8		Bonn
390	23.06.2022			35,1	34,5				32,0	29,7		Köln II

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

Seite 153 von 269

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 14 von 16

Hersteller Palas GmbH												Schwebstaub PM10 + PM2.5	
Gerätetyp Fidas Smart 100												Messwerte in µg/m³ i.B.	
Serien-Nr. SN 12248 / SN 12250													
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 12248 PM2,5 [µg/m³]	SN 12250 PM2,5 [µg/m³]	SN 12248 PM10 [µg/m³]	SN 12250 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
391	24.06.2022			8,4	8,2				11,0	10,1		Köln II	
392	25.06.2022			10,7	10,3				10,9	10,4		Köln II	
393	26.06.2022			12,1	12,7				11,3	10,6		Köln II	
394	27.06.2022			13,6	12,2				13,2	12,1		Köln II	
395	28.06.2022			15,3	15,5				15,9	14,4		Köln II	
396	29.06.2022			35,6	33,4				30,3	27,9		Köln II	
397	30.06.2022			20,6	19,6				20,8	18,6		Köln II	
398	01.07.2022			9,1	8,4				9,4	8,9		Köln II	
399	02.07.2022			16,5	15,3				15,0	13,6		Köln II	
400	03.07.2022			10,6	9,4				9,9	9,1		Köln II	
401	04.07.2022			8,7	7,8				7,9	7,2		Köln II	
402	05.07.2022			12,1	13,2				12,8	11,4		Köln II	
403	06.07.2022			10,0	9,7				10,3	9,1		Köln II	
404	07.07.2022			10,9	11,9				12,4	10,9		Köln II	
405	08.07.2022			9,0	10,3				10,5	9,6		Köln II	
406	09.07.2022			9,2	10,6				11,5	10,4		Köln II	
407	10.07.2022			6,5	8,0				8,4	7,9		Köln II	
408	11.07.2022			5,6	8,5				8,8	7,8		Köln II	
409	12.07.2022			18,8	21,1				17,7	15,9		Köln II	
410	13.07.2022			24,5	25,5				21,5	19,7		Köln II	
411	14.07.2022			12,8	12,8				13,8	12,3		Köln II	
412	15.07.2022			9,0	9,2				8,9	8,2		Köln II	
413	16.07.2022			13,8	14,1				13,2	11,5		Köln II	
414	17.07.2022			25,8	25,5				19,7	17,9		Köln II	
415	18.07.2022			33,6	32,5				27,9	25,0		Köln II	
416	19.07.2022			44,6	44,3				42,9	40,2		Köln II	
417	20.07.2022			26,5	27,1				32,3	30,3		Köln II	
418	21.07.2022			10,0	11,1				12,7	11,9		Köln II	
419	22.07.2022			17,4	16,3				17,2	16,0		Köln II	
420	23.07.2022			15,4	14,3				16,9	14,0		Köln II	

**Anlage 5**
**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**
**Blatt 15 von 16**

<b>Hersteller</b>	Palas GmbH	Schwebstaub PM10 + PM2.5
<b>Gerätetyp</b>	Fidas Smart 100	Messwerte in µg/m³ i.B.
<b>Serien-Nr.</b>	SN 12248 / SN 12250	

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 12248 PM2,5 [µg/m³]	SN 12250 PM2,5 [µg/m³]	SN 12248 PM10 [µg/m³]	SN 12250 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
421	24.07.2022			19,7	18,3				16,4	15,0		Köln II
422	25.07.2022			19,8	18,2				18,6	17,2		Köln II
423	26.07.2022			12,1	12,1				13,0	12,3		Köln II
424	27.07.2022			16,2	15,7				12,1	10,7		Köln II
425	28.07.2022			26,7	25,4				24,5	23,0		Köln II
426	29.07.2022			21,4	20,8				20,1	17,9		Köln II
427	30.07.2022			14,7	13,4				16,6	15,9		Köln II
428	31.07.2022			11,2	10,3				11,7	11,2		Köln II
429	01.08.2022			6,3	6,3				8,0	7,4		Köln II
430	02.08.2022			22,2	21,1				18,2	16,5		Köln II
431	03.08.2022			15,0	13,8				15,0	13,7		Köln II
432	04.08.2022			34,0	31,2				31,1	28,0		Köln II
433	05.08.2022			10,3	9,0				11,4	10,8		Köln II
434	06.08.2022			11,2	9,7				9,5	8,8		Köln II
435	07.08.2022			17,4	16,1				13,2	12,1		Köln II
436	08.08.2022			15,1	13,5				14,5	12,9		Köln II
437	09.08.2022			21,1	20,0				19,9	17,6		Köln II
438	10.08.2022			34,2	33,0				29,7	26,5		Köln II
439	11.08.2022			48,5	47,5				40,8	37,8		Köln II
440	12.08.2022			37,8	37,2				37,1	34,4		Köln II
441	13.08.2022			33,9	33,0				31,4	28,4		Köln II
442	14.08.2022			24,4	23,8				23,3	21,3		Köln II
443	15.08.2022			18,0	17,5				18,3	17,1		Köln II
444	16.08.2022			23,5	23,1				25,9	23,0		Köln II
445	17.08.2022			21,5	21,0				22,3	20,4		Köln II
446	18.08.2022			20,0	19,6				21,1	19,5		Köln II
447	19.08.2022			16,6	16,3				20,5	19,2		Köln II
448	20.08.2022			13,2	12,4				13,8	12,8		Köln II
449	21.08.2022			12,9	12,6				11,1	10,9		Köln II
450	22.08.2022			26,3	23,7				19,4	17,7		Köln II

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Fidas Smart 100 bzw. Fidas Smart 100 E der Firma Palas GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>,  
Berichts-Nr.: 936/21250983/B

Seite 155 von 269

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 16 von 16

<b>Hersteller</b>	Palas GmbH	Schwebstaub PM10 + PM2.5 Messwerte in µg/m³ i.B.
<b>Gerätetyp</b>	Fidas Smart 100	
<b>Serien-Nr.</b>	SN 12248 / SN 12250	

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 12248 PM2,5 [µg/m³]	SN 12250 PM2,5 [µg/m³]	SN 12248 PM10 [µg/m³]	SN 12250 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
421	23.08.2022			20,4	18,0				17,3	15,8		Köln II
422	24.08.2022			32,2	28,9				27,1	24,1		Köln II
423	25.08.2022			34,0	31,5				33,9	30,7		Köln II
424	26.08.2022			19,3	16,0				18,2	16,9		Köln II
425	27.08.2022			11,9	11,1				11,2	10,5		Köln II
426	28.08.2022			16,9	15,9				14,1	13,1		Köln II

## Anhang 2

### Verfahren zur Filterwägung

#### Ausführung der Wägung und Handhabung der Filter

Die Wägungen werden im klimatisierten Wägeraum durchgeführt. Die Bedingungen sind 20 °C ±1 °C und 45 bis 50 % rel. Feuchte und entsprechen damit den Vorgaben der DIN EN 12341.

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 den Vorgaben der DIN EN 12341.

Vor der Probenahme = Hinwägung	Nach der Probenahme = Rückwägung
Konditionierung >48 Stunden	Konditionierung >48 Stunden
Wiegen der Filter	Wiegen der Filter
nochmals Konditionierung >12 Stunden	nochmals Konditionierung 24 bis 72 Stunden
Wiegen der Filter und sofort verpacken	Wiegen der Filter

Es werden sowohl Wägeraum-Blindwertproben als auch Feldblindproben zur Qualitätssicherung verwendet. Die Vorgaben der DIN EN 12341 werden hierbei beachtet.

Für den Transport von und zu der Messstelle und für die Lagerung werden die gewogenen Filter einzeln in Polystyroidosen verpackt. Erst vor dem Einlegen in den Filterhalter wird die Dose geöffnet. Die unbeladenen Filter dürfen maximal 2 Monate vor der Probenahme gelagert werden. Sollte dieser Zeitraum einmal überschritten werden, so wird die Hinwägung der Filter wiederholt.

Die beaufschlagten Filter müssen innerhalb von einem Monat in den Wägeraum gebracht werden. Hier werden sie innerhalb von einem Monat gewogen.



## Anhang 3 CE-Zertifikat und Akkreditierungsurkunde


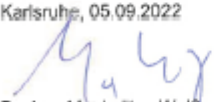
<b>EU-Konformitätserklärung</b>		
<b>Der Hersteller</b>		
Palas GmbH Greschbachstraße 3 b 76229 Karlsruhe Deutschland		
erklärt hiermit in alleiniger Verantwortung, dass die Produkte		
Aerosolspektrometer: AQ Guard, AQ Guard Smart 1000 / 1100 / 1200 / 2000		
Feinstaubmessgeräte: Fidas Smart 100 / 100 E		
mit den Bestimmungen folgender Richtlinie übereinstimmen:		
2014/53/EU	Funkanlagen-Richtlinie (RED)	
2011/65/EU	RoHS	
Die Schutzziele folgender Richtlinien werden eingehalten:		
2014/35/EU	Niederspannungsrichtlinie	
2014/30/EU	EMV-Richtlinie	
Folgende harmonisierte Normen wurden angewendet:		
DIN EN 61010-1:2020-03	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 61010-1:2010 + COR:2011 + A1:2016, modifiziert + A1:2016/COR1:2019)	
DIN EN 61326-1:2013-07	Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte; EMV-Anforderungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 61326-1:2012)	
DIN EN IEC 63000:2019-05	Technische Dokumentation zur Beurteilung von Elektro- und Elektronikgeräten hinsichtlich der Beschränkung gefährlicher Stoffe	
Karlsruhe, 05.09.2022		
		
Dr.-Ing. Maximilian Weiß Geschäftsführer		
<a href="http://www.palas.de">www.palas.de</a>		<b>PALAS</b> COUNTS

Abbildung 65: CE-Zertifikat



## Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

**Beliehene gemäß § 8 Absatz 1 AkkStelleG i.V.m. § 1 Absatz 1 AkkStelleGBV**  
Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen  
von EA, ILAC und IAF zur gegenseitigen Anerkennung

## Akkreditierung



Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH bestätigt hiermit, dass das Prüflaboratorium

### **TÜV Rheinland Energy GmbH**

mit seinen in der Urkundenanlage aufgeführten Messstellen und Standorten

die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 besitzt, Prüfungen in folgenden Bereichen durchzuführen:

Bestimmung (Probenahme und Analytik) von anorganischen und organischen gas- oder partikel-förmigen Luftinhaltsstoffen im Rahmen von Emissions- und Immissionsmessungen; Probenahme von luftgetragenen polyhalogenierten Dibenzo-p-Dioxinen und Dibenzofuranen bei Emissionen und Immissionen; Probenahme von faserförmigen Partikeln bei Emissionen und Immissionen; Ermittlung von gas- oder partikelförmigen Luftinhaltsstoffen mit kontinuierlich arbeitenden Messgeräten; Bestimmung von Geruchsstoffen in Luft; Kalibrierungen und Funktionsprüfungen kontinuierlich arbeitender Messgeräte für Luftinhaltsstoffe einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung; Feuerraummessungen; Eignungsprüfungen von automatisch arbeitenden Emissions- und Immissionsmesseinrichtungen einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung; Ermittlung der Emissionen und Immissionen von Geräuschen; Bestimmung von Geräuschen in der Nachbarschaft; Ermittlung von Geräuschen und Vibrationen am Arbeitsplatz; akustische und schwingungstechnische Messungen im Eisenbahnwesen; Bestimmung von Schalleistungspegeln von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen nach Richtlinie 2000/14/EG und Konformitätsbewertungsverfahren; Schornsteinhöhenberechnung und Immissionsprognose auf der Grundlage der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft und der Geruchsimmissions-Richtlinie und der VDI 3783 Blatt 13; Windenergieanlagen: Bestimmung von Windpotential, Energieerträgen, Standorterträgen und Standortgüte nach EEG, standortbezogenen Turbulenzcharakteristika und Extremwinde; Schallimmissionsprognosen, Schattenwurfimmissionsberechnung und Sichtbarkeitsbestimmung; Probenahme und mikrobiologische Untersuchungen von Nutzwasser gemäß § 3 Absatz 8 42. BImSchV; physikalische, physikalisch-chemische und mikrobiologische Untersuchungen von Wasser (Abwasser, Wasser aus Rückkühlwerken sowie raumlufttechnischen Anlagen); Probenahme von Abwasser; mikrobiologische und ausgewählte chemische Untersuchungen gemäß Trinkwasserverordnung; Probenahme von Roh- und Trinkwasser; ausgewählte mikrobiologische Untersuchungen von Bedarfsgegenständen und kosmetischen Mitteln; Probenahme anorganischer faserförmiger Partikel sowie von partikel- und gasförmigen luftverunreinigenden Stoffen in der Innenraumluft; ausgewählte mikrobiologische Untersuchungen in Innenräumen; Ermittlung von Aerosolen und Faserstäuben, anorganischen und organischen Gasen und Dämpfen sowie ausgewählten Parametern und/oder in ausgewählten Gebieten bei Arbeitsplatzmessungen gemäß Gefahrstoffverordnung § 7, Abs. 10; Modul Immissionsschutz

Die Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 17.06.2020 mit der Akkreditierungsnummer D-PL-11120-02. Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 48 Seiten.

Registrierungsnummer der Urkunde: **D-PL-11120-02-00**

Berlin, 17.06.2020

  
Im Auftrag Dipl.-Ing. Andrea Valbuena  
Abteilungsleiterin

Die Urkunde samt Urkundenanlage gibt den Stand zum Zeitpunkt des Ausstellungsdatums wieder. Der jeweils aktuelle Stand des Geltungsbereiches der Akkreditierung ist der Datenbank akkreditierter Stellen der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAkKS) zu entnehmen. <https://www.dakks.de/content/datenbank-akkreditierter-stellen>

Siehe Hinweise auf der Rückseite

Abbildung 66: Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005

## Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Standort Berlin  
Spittelmarkt 10  
10117 Berlin

Standort Frankfurt am Main  
Europa-Allee 52  
60327 Frankfurt am Main

Standort Braunschweig  
Bundesallee 100  
38116 Braunschweig

Die auszugsweise Veröffentlichung der Akkreditierungsurkunde bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS). Ausgenommen davon ist die separate Weiterverbreitung des Deckblattes durch die umseitig genannte Konformitätsbewertungsstelle in unveränderter Form.

Es darf nicht der Anschein erweckt werden, dass sich die Akkreditierung auch auf Bereiche erstreckt, die über den durch die DAkkS bestätigten Akkreditierungsbereich hinausgehen.

Die Akkreditierung erfolgte gemäß des Gesetzes über die Akkreditierungsstelle (AkkStelleG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2625) sowie der Verordnung (EG) Nr. 765/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Juli 2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten (Abl. L 218 vom 9. Juli 2008, S. 30). Die DAkkS ist Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen zur gegenseitigen Anerkennung der European co-operation for Accreditation (EA), des International Accreditation Forum (IAF) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). Die Unterzeichner dieser Abkommen erkennen ihre Akkreditierungen gegenseitig an.

Der aktuelle Stand der Mitgliedschaft kann folgenden Webseiten entnommen werden:  
EA: [www.european-accreditation.org](http://www.european-accreditation.org)  
ILAC: [www.ilac.org](http://www.ilac.org)  
IAF: [www.iaf.nu](http://www.iaf.nu)

## **Anhang 4 Benutzerhandbuch**