

TÜV RHEINLAND ENERGY GMBH



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung MP101M der Firma ENVEA für die Komponenten Schwebstaub PM₁₀

TÜV-Bericht: 936/21240384/A
Köln, 15. August 2019

www.umwelt-tuv.de



tre-service@de.tuv.com

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

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

nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Die Akkreditierung ist gültig bis 10-12-2022 und gilt für den unter der Urkundenanlage D-PL-11120-02-00 festgelegten Umfang.

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

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

Leerseite

Kurzfassung

Im Auftrag der Firma ENVEA aus Poissy, Frankreich führte die TÜV Rheinland Energy GmbH die Eignungsprüfung der Messeinrichtung MP101M für die Komponenten Schwebstaub PM₁₀ gemäß den folgenden Richtlinien durch.

- Europäische Norm EN 16450, „Außenluft – Automatische Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration (PM₁₀; PM_{2,5}); 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 PM₁₀- oder PM_{2,5}-Massenkonzentration des Schwebstaubens“, Deutsche Fassung EN 12341:2014
- Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“, Englische Fassung von Januar 2010

Beide Geräte waren zusätzlich während der Prüfungen mit einem sogenannten CPM+ Modul ausgestattet. Bei diesem CPM+ Modul handelt es sich um ein zusätzliches optisches Streulichtanalysator zur Bestimmung von PM_{2,5}. Das CPM+ Modul ist direkt auf der Zentraleinheit an das Probenahmerohr montiert. Der Probenahmestrom wird gerade ohne Ablenkung vom Probenahmerohr durch das CPM+ Modul zum Analysator MP101M geleitet. Das CPM+ Modul ist nicht Bestandteil der Zulassung, da hier die Anforderungen der EN 16450 nicht erfüllt werden konnten. Es wurden im Feld zusätzliche Untersuchungen durchgeführt, um zu zeigen, dass das optische Messmodul CPM+ für PM_{2,5} keinen Einfluss auf die radiometrischen PM₁₀ Bestimmung hat.

Die Messeinrichtungen MP101M ermitteln die Staubkonzentrationen mittels des Messprinzips der Beta-Abschwächung. Mit Hilfe einer Pumpe wird Umgebungsluft über einen PM₁₀-Vorabscheider angesaugt und gelangt über das Probenahmerohr zum eigentlichen Messgerät. Das Probenahmerohr beinhaltet eine Heizung um Kondensationseffekte zu vermeiden. Im Gerät werden die Partikel auf einem Filterband abgeschieden. Die Belegung des Filters wird stündlich mit einer radiometrischen Messung ermittelt.

Die Untersuchungen erfolgten im Labor und während eines 17-monatigen Feldtests.

Der mehrmonatige Feldtest erfolgte an den Standorten gemäß Tabelle 1.

Tabelle 1: Beschreibung der Messstellen

	Köln, (Parkplatzgelände) Winter	Bonn-Belderberg, (Sommer)	(Köln) Schüttgutumschlag, Sommer	(Köln) Schüttgutumschlag, Winter
Zeitraum	12/2017 – 03/2018	04/2018 – 06/2018	07/2018 – 11/2018	12/2018 – 02/2019
Anzahl der Messwertpaare: Prüflinge	57	40	66	45
Charakterisierung	Städtischer Hinter- grund	Verkehrseinfluss	Industrieller Hinter- grund	Industrieller Hinter- grund
Einstufung der Im- missionsbelastung	niedrig bis hoch	durchschnittlich	durchschnittlich bis hoch	durchschnittlich bis hoch

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

Tabelle 2: Ergebnisse der Äquivalenztests (Rohdaten)

Vergleichs- kampagnen		Steigung	Achs- abschnitt	Alle Datensätze $W_{CM} < 25\%$ Rohdaten	Kalibrierung ja/nein	Alle Datensätze $W_{CM} < 25\%$ kal. Daten
4	Cyc.	1,027	-0,859	ja	ja*	ja
	Per.	1,029	-0,882	ja	ja*	ja

* Kalibrierung notwendig wegen Signifikanz von Achsabschnitt von Gerät 1



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung MP101M der
Firma ENVEA für die Komponenten Schwebstaub PM₁₀

Geprüftes Gerät:	MP101M
Hersteller:	ENVEA 111, Bd Robespierre 78304 Poissy Cedex 4 Frankreich
Prüfzeitraum:	07.2017 bis 06.2019
Berichtsdatum:	15. August 2019
Berichtsnummer:	936/21240384/A
Bearbeiter:	Fritz Hausberg
Fachlich Verantwortlicher:	Guido Baum
Berichtsumfang:	Bericht: 111 Seiten Anhang ab Seite 112 Handbuch ab Seite 138 Handbuch mit 192 Seiten Gesamt 324 Seiten

Leerseite

Inhaltsverzeichnis

KURZFASSUNG	3
1. ALLGEMEINES.....	13
1.1 Bekanntgabevorschlag.....	13
1.2 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse	15
2. AUFGABENSTELLUNG	18
2.1 Art der Prüfung.....	18
2.2 Zielsetzung	18
3. BESCHREIBUNG DER GEPRÜFTEN MESSEINRICHTUNG.....	19
3.1 Messprinzip.....	19
3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung	19
3.3 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung	22
4. PRÜFPROGRAMM.....	24
4.1 Allgemeines	24
4.2 Laborprüfung	24
4.3 Feldtest.....	25
5. REFERENZMESSVERFAHREN.....	33
6. PRÜFERGEBNISSE	34
6.1 6.3 Allgemeine Anforderungen (VDI 4202 Blatt 3 Februar 2019).....	34
6.1 6.3.1 Messwertanzeige	34
6.1 6.3.2 Wartungsfreundlichkeit.....	35
6.1 6.3.3 Funktionskontrolle	36
6.1 6.3.4 Rüst- und Einlaufzeiten	37
6.1 6.3.5 Bauart	38
6.1 6.3.6 Unbefugtes Verstellen	39
6.1 6.3.7 Messsignalausgang	40
6.1 6.3.8 Digitale Schnittstelle	41
6.1 6.3.9 Datenübertragungsprotokoll	42
6.1 7.1 Leistungsanforderungen (DIN EN 16450 Juni 2017)	43
6.1 1 Messbereiche.....	43
6.1 2 Negative Signale.....	44
6.1 3 Nullniveau und Nachweisgrenze (7.4.3).....	45
6.1 4 Genauigkeit des Volumenstroms (7.4.4)	47
6.1 5 Konstanz des Probenvolumenstroms (7.4.5).....	49
6.1 6 Dichtheit des Probenahmesystems (7.4.6).....	52
6.1 7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur (7.4.7.).....	54
6.1 8 Abhängigkeit der Empfindlichkeit des Messgerätes (Span) von der Umgebungstemperatur (7.4.7)	56
6.1 9 Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung (7.4.8)	58
6.1 10 Auswirkung des Ausfalls der Stromversorgung	60
6.1 11 Auswirkung von Feuchte auf den Messwert (7.4.9).....	61
6.1 12 Nullpunktprüfungen (7.5.3).....	63
6.1 13 Aufzeichnung der Betriebsparameter (7.5.4).....	65
6.1 14 Tageswerte/Tagesmittelwerte (7.5.5)	67
6.1 15 Verfügbarkeit (7.5.6)	68
6.1 Methodik der Äquivalenzprüfung (7.5.8.4 & 7.5.8.8).....	70
6.1 16 Unsicherheit zwischen den AMS (7.5.8.4).....	71
6.1 17 Erweiterte Messunsicherheit (7.5.8.5 – 7.5.8.8)	80
6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (7.5.8.5 – 7.5.8.8).....	99
6.1 18 Wartungsintervall (7.5.7)	106
6.1 20 Prüfungen der Sensoren für Temperatur, Druck und/oder Luftfeuchte	108
7. EMPFEHLUNGEN ZUM PRAXISEINSATZ.....	109
8. LITERATURVERZEICHNIS	111
9. ANHANG	112

Leerseite

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Beschreibung der Messstellen	4
Tabelle 2:	Ergebnisse der Äquivalenztests (Rohdaten)	4
Tabelle 3:	Feldteststandorte	26
Tabelle 4:	Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten (Deutschland), als Tagesmittelwerte	31
Tabelle 5:	Eingesetzte Filtermaterialien	32
Tabelle 6:	Nullniveau und Nachweisgrenze PM ₁₀ , Cyc.	46
Tabelle 7:	Nullniveau und Nachweisgrenze PM ₁₀ , Per.	46
Tabelle 8:	Genauigkeit des Volumenstroms bei +5 °C und +40 °C	48
Tabelle 9:	Ergebnisse Kontrolle Durchflussrate Ende Feldtest (Momentanwert)	50
Tabelle 10:	Kenngrößen für die Gesamtdurchflussmessung (24h-Mittel)	50
Tabelle 11:	Ergebnisse der Dichtigkeitsprüfungen im Feldtest zu Beginn der jeweiligen Kampagne	53
Tabelle 12:	Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in µg/m ³ , Mittelwert aus drei Messungen, Cyc.	55
Tabelle 13:	Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in µg/m ³ , Mittelwert aus drei Messungen, Per.	55
Tabelle 14:	Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der Umgebungstemperatur, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen	57
Tabelle 15:	Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in %	59
Tabelle 16:	Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration, Abweichung in µg/m ³ , Cyc.	62
Tabelle 17:	Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration, Abweichung in µg/m ³ , Per.	62
Tabelle 18:	Nullpunktprüfungen, Cyc.	63
Tabelle 19:	Nullpunktprüfungen, Per.	64
Tabelle 20:	Ermittlung der Verfügbarkeit	69
Tabelle 21:	Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs,AMS}$	72
Tabelle 22:	Übersicht Äquivalenzprüfung, Cyc.	82
Tabelle 23:	Übersicht Äquivalenzprüfung, Per.	84
Tabelle 24:	Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten $u_{bs,RM}$	86
Tabelle 25:	Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, nach Korrektur Achsenabschnitt, Cyc.	102
Tabelle 26:	Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, nach Korrektur Achsenabschnitt, Per.	104

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Ansicht MP101M	19
Abbildung 2:	Ansicht MP101M, Vorderseite geöffnet.....	21
Abbildung 3:	Funktionsschema MP101M	21
Abbildung 4:	Schema Probenahme: (1) Probenahmekopf PM ₁₀ , (2) Wettersensor, (3) Probenahmeleitung, (4) Dachdurchführung, (5) Probenahmeleitung innen ..	22
Abbildung 5:	Messsysteme MP101M auf Messstation (Schüttgutumschlag)	23
Abbildung 6:	Verlauf der PM ₁₀ -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Winter“ ...	27
Abbildung 7:	Verlauf der PM ₁₀ -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bonn-Belderberg“	27
Abbildung 8:	Verlauf der PM ₁₀ -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Schüttgutumschlag, Sommer“	28
Abbildung 9:	Verlauf der PM ₁₀ -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Schüttgutumschlag, Winter“	28
Abbildung 10:	Feldteststandort Köln, Winter	29
Abbildung 11:	Feldteststandort Bonn-Belderberg	29
Abbildung 12:	Feldteststandort Köln, Schüttgutverladung, Sommer + Winter	30
Abbildung 13:	ENVEA MP101M mit Messwertanzeige.....	34
Abbildung 14:	Durchfluss am Testgerät SN 6158.....	51
Abbildung 15:	Durchfluss am Testgerät SN 6159.....	51
Abbildung 16:	Ergebnis der Parallelmessungen, alle Standorte, Cyc.	73
Abbildung 17:	Ergebnis der Parallelmessungen, Köln, Winter, Cyc.....	74
Abbildung 18:	Ergebnis der Parallelmessungen, Bonn-Belderberg, Cyc.	74
Abbildung 19:	Ergebnis der Parallelmessungen, Schüttgutumschlag, Sommer, Cyc.....	75
Abbildung 20:	Ergebnis der Parallelmessungen, Schüttgutumschlag, Winter, Cyc.....	75
Abbildung 21:	Ergebnis der Parallelmessungen, alle Standorte, Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Cyc.	76
Abbildung 22:	Ergebnis der Parallelmessungen, alle Standorte, Per.....	76
Abbildung 23:	Ergebnis der Parallelmessungen, Köln, Winter, Per.	77
Abbildung 24:	Ergebnis der Parallelmessungen, Bonn-Belderberg, Per.	77
Abbildung 25:	Ergebnis der Parallelmessungen, Schüttgutumschlag, Sommer, Per.	78
Abbildung 26:	Ergebnis der Parallelmessungen, Schüttgutumschlag, Winter, Per.	78
Abbildung 27:	Ergebnis der Parallelmessungen, alle Standorte, Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Per.	78
Abbildung 28:	Ergebnis der Vergleichsmessungen mit/ohne CPM+ Modul, Cyc.	79
Abbildung 28:	Ergebnis der Vergleichsmessungen mit/ohne CPM+ Modul, Per.....	79
Abbildung 29:	Referenz vs. Testgerät, SN 6158, alle Standorte, Cyc.....	87
Abbildung 30:	Referenz vs. Testgerät, SN 6159, alle Standorte, Cyc.....	87
Abbildung 31:	Referenz vs. Testgerät, SN 6158, Köln, Winter, Cyc.	88
Abbildung 32:	Referenz vs. Testgerät, SN 6159, Köln, Winter, Cyc.	88
Abbildung 33:	Referenz vs. Testgerät, SN 6158, Bonn-Belderberg, Cyc.	89
Abbildung 34:	Referenz vs. Testgerät, SN 6159, Bonn-Belderberg, Cyc.	89
Abbildung 35:	Referenz vs. Testgerät, SN 6158, Schüttgutumschlag, Sommer, Cyc.	90
Abbildung 36:	Referenz vs. Testgerät, SN 6159, Schüttgutumschlag, Sommer, Cyc.	90
Abbildung 37:	Referenz vs. Testgerät, SN 6158, Schüttgutumschlag, Winter, Cyc.	91
Abbildung 38:	Referenz vs. Testgerät, SN 6159, Schüttgutumschlag, Winter, Cyc.	91
Abbildung 39:	Referenz vs. Testgerät, SN 6158, Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Cyc.	92
Abbildung 40:	Referenz vs. Testgerät, SN 6159, Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Cyc.	92
Abbildung 41:	Referenz vs. Testgerät, SN 6158, alle Standorte, Per.	93
Abbildung 42:	Referenz vs. Testgerät, SN 6159, alle Standorte, Per.	93
Abbildung 43:	Referenz vs. Testgerät, SN 6158, Köln, Winter, Per.	94
Abbildung 44:	Referenz vs. Testgerät, SN 6159, Köln, Winter, Per.	94
Abbildung 45:	Referenz vs. Testgerät, SN 6158, Bonn-Belderberg, Per.	95
Abbildung 46:	Referenz vs. Testgerät, SN 6159, Bonn-Belderberg, Per.	95
Abbildung 47:	Referenz vs. Testgerät, SN 6158, Schüttgutumschlag, Sommer, Per.....	96

Abbildung 48:	Referenz vs. Testgerät, SN 6159, Schüttgutumschlag, Sommer, Per.....	96
Abbildung 49:	Referenz vs. Testgerät, SN 6158, Schüttgutumschlag, Winter, Per.....	97
Abbildung 50:	Referenz vs. Testgerät, SN 6159, Schüttgutumschlag, Winter, Per.....	97
Abbildung 51:	Referenz vs. Testgerät, SN 6158, Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Per.....	98
Abbildung 52:	Referenz vs. Testgerät, SN 6159, Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Per.....	98
Abbildung 53:	CE-Zertifikat	135
Abbildung 54:	Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005	136
Abbildung 55:	Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 - Seite 2.....	137

Leerseite

1. Allgemeines

1.1 Bekanntgabevorschlag

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

Messeinrichtung:

MP101M für Schwebstaub PM₁₀

Hersteller:

ENVEA, Poissy, Frankreich

Eignung:

Zur kontinuierlichen Immissionsmessung PM₁₀-Fraktion im Schwebstaub im stationären Einsatz

Messbereiche in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
PM ₁₀	0 - 10.000	µg/m ³

Softwareversion:

MP101M 4.0.h

Einschränkungen:

Keine

Hinweise:

1. Das Wartungsintervall beträgt einen Monat.
2. Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung ist im Internet unter www.qal1.de einsehbar.

Prüfbericht:

TÜV Rheinland Energy GmbH, Köln
Bericht-Nr.: 936/21240384/A vom 15. August 2019

Leerseite

1.2 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Ergebniszusammenstellung Prüfung gemäß Richtlinie DIN EN 16450

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
1 Messbereiche	0 µg/m ³ bis 1000 µg/m ³ als 24-Stunden-Mittelwert 0 µg/m ³ bis 10000 µg/m ³ als 1-Stunden-Mittelwert, falls zutreffend	Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung liegt bei max. 10.000 µg/m.	ja	43
2 Negative Signale	Dürfen nicht unterdrückt werden.	Negative Messsignale können von der Messeinrichtung direkt angezeigt und über die entsprechenden Messsignalausgänge ausgegeben werden.	ja	44
3 Nullniveau und Nachweisgrenze (7.4.3)	Nullniveau: ≤ 2,0 µg/m ³ Nachweisgrenze: ≤ 2,0 µg/m ³	Das Nullniveau und die Nachweisgrenze ermittelte sich aus den Untersuchungen für SN 6158 zu 1,48 µg/m ³ und für SN 6159 zu 1,28 µg/m ³ .	ja	45
4 Genauigkeit des Volumenstroms (7.4.4)	≤ 2,0 %	Die ermittelte relative Differenz zwischen dem Mittelwert der Messergebnisse für den Volumenstrom bei 5 °C und 40 °C lag bei maximal - 1,63 %	ja	47
5 Konstanz des Probenvolumenstroms (7.4.5)	≤ 2,0 % des gemittelten Proben-durchflusses ≤ 5 % des momentanen Proben-durchflusses	Alle ermittelten Tagesmittelwerte weichen weniger als 0,76 %, alle Momentanwerte weniger als 2,7 % vom Sollwert ab.	ja	49
6 Dichtheit des Probenahme-systems (7.4.6)	≤ 2,0 % des gemittelten Proben-volumenstroms	Das vom Gerätehersteller vorgegebene Kriterium zum Bestehen der Dichtigkeitsprüfung – Durchfluss maximal 5 l/min und P1 und P2 kleiner 250 mbar bei blockiertem Einlass - erwies sich in der Prüfung als geeignete Kenngröße zur Überwachung der Gerätedichtheit. Die maximal ermittelte Leckrate beträgt 4,46 l/min, alle ermittelten Drücke waren kleiner als 250 mbar.	ja	52
7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur (7.4.7.)	≤ 2,0 µg/m ³	Der geprüfte Umgebungstemperaturbereich beträgt 5 °C bis 40 °C. Die maximale Abweichung zu dem mittleren Messwert bei TS,n betrug 0,7 µg/m ³ .	ja	54
8 Abhängigkeit der Empfindlichkeit des Messgerätes (Span) von der Umgebungstemperatur (7.4.7)	≤ 5 % vom Wert bei der Nennprüf-temperatur	Der geprüfte Umgebungstemperaturbereich beträgt 5 °C bis 40 °C. Die maximale Abweichung zu dem mittleren Messwert bei 20 °C betrug 1,8 %	ja	56

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
9 Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung (7.4.8)	$\leq 5 \%$ vom Wert bei der Nennprüfspannung	Durch Netzspannungsänderungen konnten keine Abweichungen größer als 0,9 % bei den Extremwerten bezogen auf den Mittelwert bei 230 V, festgestellt werden.	ja	58
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	60
11 Auswirkung von Feuchte auf den Messwert (7.4.9)	$\leq 2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Nullluft	Alle größte ermittelte Differenz zwischen den Messwerten bei 40 % und bei 90 % relativer Feuchte lag bei $1,99 \mu\text{g}/\text{m}^3$.	ja	61
12 Nullpunktprüfungen (7.5.3)	Absoluter Wert $\leq 3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Der maximal ermittelte absolute Messwert am Nullpunkt lag bei $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.	ja	63
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 (Ethernet, RS232, RS422). Betriebszustände und relevante Parameter werden bereitgestellt.	ja	65
14 Tageswerte/Tagesmittelwerte (7.5.5)	Die AMS muss die Bildung von Tagesmittelwerten oder Tageswerten ermöglichen.	Die Bildung von validen Tagesmittelwerten ist möglich.	ja	67
15 Verfügbarkeit (7.5.6)	Mindestens 90 %	Die Verfügbarkeit betrug für beide Geräte 100 %.	ja	68
16 Unsicherheit zwischen den AMS (7.5.8.4)	$\leq 2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{abs} liegt mit maximal $0,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unterhalb des geforderten Wertes von $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.	ja	71

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
17 Erweiterte Messunsicherheit (7.5.8.5 – 7.5.8.8)	<p>≤ 25 % bei der Konzentration des betreffenden Grenzwertes bezogen auf die Ergebnisse für den 24-h-Mittelwert</p> <p>(Falls erforderlich nach der Kalibrierung, siehe 7.5.8.5)</p>	<p>Die ermittelten Unsicherheiten WAMS liegen für alle betrachteten Datensätze ohne Anwendung von Korrekturfaktoren unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit Wd_{qo} von 25 % für Feinstaub. Da der Achsenabschnitt von Gerät 1 signifikant von 0 verschieden ist, ist die Anwendung von Korrekturfaktoren ist gemäß Punkt 6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen entsprechend vorzunehmen.</p>	ja	80
17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (7.5.8.5 – 7.5.8.8)	<p>Nach der Kalibrierung:</p> <p>≤ 25 % bei der Konzentration des betreffenden Grenzwertes bezogen auf die Ergebnisse für den 24-h-Mittelwert.</p>	<p>Durch Anwendung der Korrekturfaktoren, erfüllen die Prüflinge die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen für alle Datensätze. Die Anforderungen werden auch ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren erfüllt.</p>	ja	99
18 Wartungsintervall (7.5.7)	Mindestens 14 d	Das Wartungsintervall beträgt 1 Monate.	ja	106
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	107
20 Prüfungen der Sensoren für Temperatur, Druck und/oder Luftfeuchte	<p>Müssen bei der Prüfung der AMS innerhalb der folgenden Kriterien liegen</p> <p>± 2 °C</p> <p>± 1 kPa</p> <p>± 5 % RH</p>	<p>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.</p>	ja	108

2. Aufgabenstellung

2.1 Art der Prüfung

Im Auftrag der ENVEA wurde von der TÜV Rheinland Energy GmbH eine Eignungsprüfung für die Messeinrichtungen MP101M für die Komponente Schwebstaub PM₁₀ vorgenommen.

2.2 Zielsetzung

Die Messeinrichtung soll den Gehalt an Schwebstaub PM₁₀ in der Umgebungsluft im Konzentrationsbereich 0 bis 10.000 µg/m³ bestimmen.

Die Messeinrichtung bestimmt die Schwebstaubkonzentration mittels der Beta-Abschwächung.

Die Prüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Richtlinien:

- Europäische Norm EN 16450, „Außenluft – Automatische Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration (PM₁₀; PM_{2,5}); 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 PM₁₀- oder PM_{2,5}-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 MP101M handelt es sich um ein Messgerät für Schwebstaub in der Umgebungsluft. Die Bestimmung der Schwebstaubkonzentration basiert auf dem Prinzip der Abschwächung von Betastrahlung. Der Probenstrom wird zuerst durch einen PM₁₀-Vorabscheider und dann im Gerät über ein Glasfaserfilterband gesaugt. Der Schwebstaub wird auf diesem Filterband abgeschieden. Stündlich wird eine Betastrahlenquelle (¹⁴C Element) eingeschwenkt, damit die auf dem Filterband abgeschiedene Masse bestimmt werden kann. Unterhalb des Filterbandes befindet sich ein Geiger-Müller-Zähler, der die Betastrahlung misst. Die Beta-Strahlung entsteht bei dem radioaktiven Zerfall des ¹⁴C Element. Diese Strahlung wird von dem auf dem Filterband abgeschiedenen Partikeln teilweise absorbiert. Der Abscheidepunkt auf dem Filterband wird vor Beladung und nach Beladung vermessen. Die Differenz der am Geiger-Müller-Zähler gemessenen Strahlungsintensität ist ein Maß für die abgeschiedene Partikelmenge.

3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung

Die Partikelprobe passiert mit einer Durchflussrate von 16,67 l/min den Probenahmekopf (USEPA) und gelangt in das Probenahmerohr, welches den Probenahmekopf mit dem eigentlichen Messgerät verbindet. Im Probenahmekopf werden alle Partikel größer als PM₁₀ abgeschieden. Um mögliche Kondensationseffekte insbesondere bei hoher Außenluftfeuchte zu vermeiden, ist das Probenahmerohr beheizbar. Nach Eintritt in das Messgerät wird der in der Probe enthaltene Luftstrom auf dem Filterband abgeschieden. Nach Austritt aus dem Messgerät gelangt der Luftstrom zur Pumpe und tritt dann über einen Partikelfilter in die Umgebung aus.



Abbildung 1: Ansicht MP101M

Stündlich (1 Periode) wird der Probenvolumenstrom gestoppt und eine Betastrahlenquelle über das Filterband geschwenkt. Der Geiger-Müller-Zähler unter dem Filterband misst dann die Strahlungsintensität. Jeder Abscheidepunkt wird vor und nach Beprobung vermessen. Die absorbierte Strahlung ist proportional zur abgeschiedenen Partikelmenge und somit ist

die Absorptionsdifferenz die Messgröße. 1 Messung dauert 200 Sekunden. Die Messwerte von 24 Perioden ergeben gemittelt den 24 Stundenwert (1 Zyklus). Nach 24 Stunden wird das Filterband verfahren und ein neuer Abscheidepunkt beprobt.

Der Volumenstrom wird auf 1m³/h im Abscheidkopf konstant gehalten. Da die Geschwindigkeit im Probenahmekopf die Abscheidecharakteristik bestimmt, wird der Volumenstrom mit Hilfe der Wettersensoren so geregelt, dass der Volumenstrom im Probenahmekopf konstant ist.

Um Kondensationseffekte zu vermeiden, kann das Probenahmerohr geheizt werden. Da durch eine zu hohe Temperatur im Probenahmerohr Minderbefunde durch Verflüchtigungen auftreten können, wird das Probenahmerohr nur soweit geheizt, wie unbedingt nötig. Nahe des Geiger-Müller-Zählers befindet sich ein Sensor, der die relative Luftfeuchtigkeit misst. Die Heizung des Probenahmerohrs wird aktiviert, sobald die Luftfeuchtigkeit an diesem Sensor über 50 % relative Feuchte liegt.



(1) Endmaß, (3) Quellenträger, (4) zusammenschiebbarer Stutzen am Probegaseingang, (5) Capstan, (6) Andruckrolle, (7) Aufwickelrolle, (8) Aufnahme des Geiger-Müller-Detektors, (9) Andruckvorrichtung, (10) Abwickelrolle.

Abbildung 2: Ansicht MP101M, Vorderseite geöffnet

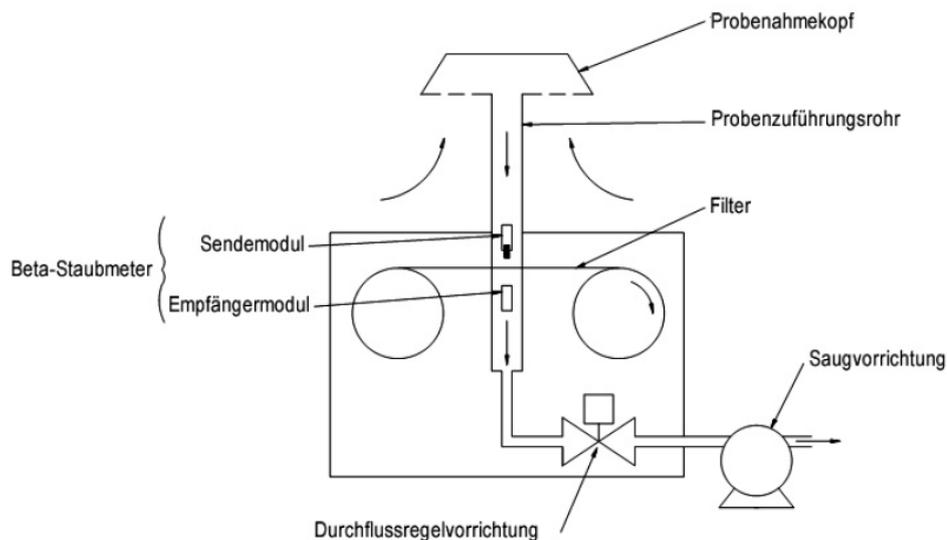


Abbildung 3: Funktionsschema MP101M

Die Messeinrichtungen MP101M speichern die Daten im Textformat ab. Die Ergebnisse liegen dann bereits als Partikelmassenkonzentration vor.

Die Ergebnisse werden von der Messeinrichtung grundsätzlich parallel auf 2 Arten auf dem Display und in der Datenaufzeichnung angegeben. Zum einen werden die Messwerte stündlich nach jeder Messung aktualisiert (Periodisch; Per.), zum anderen werden die Messwerte alle 24 Stunden aktualisiert (Zyklisch; Cyc.). Es wurden alle Prüfungen getrennt (soweit möglich) für beide Ausgaben ausgewertet und es sind für alle Prüfungen Ergebnisse für beide Ausgaben angegeben. Prüfungen bei denen der Volumenstrom geprüft wurde oder die Referenzfolie genutzt wurde, wurden nicht separat ausgewertet.

3.3 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung

Die Messeinrichtung ist zur Installation an temperaturkontrollierte Orten (z.B. klimatisierter Messstation) vorgesehen.

Die geprüfte Messeinrichtung besteht aus

- dem PM₁₀ USEPA Probenahmekopf,
- dem Probenahmerohr mit Heizung, Edelstahlschutzrohr und Isolierung (Länge 2m)
- dem Wettersensor (Montage am Probenahmerohr unterhalb des Probenahmekopfes) bestehend aus einem Temperatursensor und einem Sensor zur Bestimmung der relativen Luftfeuchtigkeit,
- dem Analysator,
- der Pumpeneinheit,
- den jeweils zugehörigen Anschlussleitungen und -kabeln,
- den Handbüchern in deutscher Sprache.

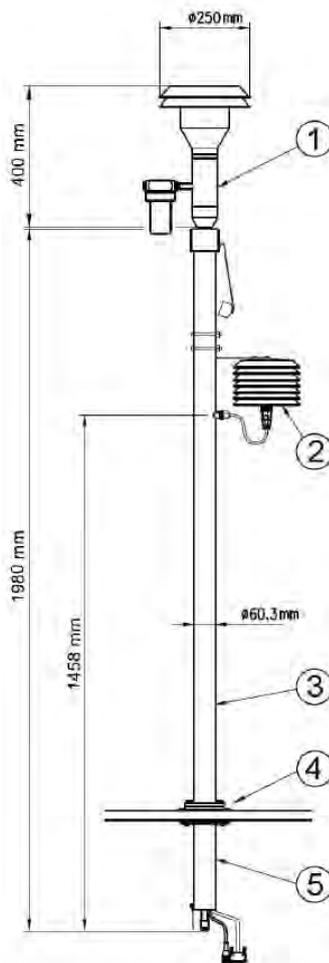


Abbildung 4: Schema Probenahme: (1) Probenahmekopf PM₁₀, (2) Wettersensor, (3) Probenahmeleitung, (4) Dachdurchführung, (5) Probenahmeleitung innen



Abbildung 5: Messsysteme MP101M auf Messstation (Schüttgutumschlag)

Die Bedienung des Messgerätes erfolgt entweder direkt über ein Touchscreendisplay an der Frontseite des Gerätes oder aus der Ferne über eine Internetverbindung bzw. Funkmodem. Der Benutzer kann Messdaten und Geräteinformationen abrufen, Parameter ändern sowie Tests zur Kontrolle der Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung durchführen.

Zur externen Nullpunktsüberprüfung der Messeinrichtung wird ein Nullfilter am Geräteinlass montiert. Der Einsatz dieses Filters ermöglicht die Bereitstellung von schwebstaubfreier Luft. Zur Referenzpunktkontrolle wird eine spezielle Folie verwendet, die manuell zwischen Strahlenquelle und Geiger-Müller-Zähler montiert wird.

4. Prüfprogramm

4.1 Allgemeines

Die Eignungsprüfung erfolgte an 2 identischen Geräten mit den Seriennummer:

Gerät 1: 6158

Gerät 2: 6159

Die Prüfung wurde mit der Softwareversion MP101M 4.0.h durchgeführt.

Beide Geräte waren zusätzlich während der Prüfungen mit einem sogenannten CPM+ Modul ausgestattet. Bei diesem CPM+ Modul handelt es sich um ein zusätzlichen optischen Streulichtanalysator zur Bestimmung von $PM_{2,5}$. Das CPM+ Modul ist direkt auf der Zentraleinheit an das Probenahmerohr montiert. Der Probenahmestrom wird gerade ohne Ablenkung vom Probenahmerohr durch das CPM+ Modul zum Analysator MP101M geleitet. Das CPM+ Modul ist nicht Bestandteil der Zulassung. Um zu zeigen, dass das CPM+ keinen Einfluss auf die Messergebnisse für PM_{10} hat, wurde nach Abschluss der 4 Feldmesskampagnen bei einem der beiden Geräte das CPM+ Modul demontiert und ein zusätzlicher Feldtest durchgeführt, bei dem die Unsicherheit zwischen dem Gerät mit CPM+ Modul und dem Gerät ohne CPM+ Modul ($u_{bs,AMS}$) verglichen wurde. Die Ergebnisse von diesem Test sind in Kapitel 6.1 16 Unsicherheit zwischen den AMS (7.5.8.4) dargestellt.

Die Ergebnisse werden von der Messeinrichtung grundsätzlich parallel auf 2 Arten auf dem Display und in der Datenaufzeichnung angegeben. Zum einen werden die Messwerte stündlich nach jeder Messung aktualisiert (Periodisch; Per.), zum anderen werden die Messwerte alle 24 Stunden aktualisiert (Zyklisch; Cyc.). Es wurden alle Prüfungen getrennt (soweit möglich) für beide Ausgaben ausgewertet und es sind für alle Prüfungen Ergebnisse für beide Ausgaben angegeben. Prüfungen bei denen der Volumenstrom geprüft wurde oder die Referenzfolie genutzt wurde, wurden nicht separat ausgewertet.

4.2 Laborprüfung

Die Laborprüfung wurde mit zwei identischen Geräten des Typs MP101M mit den Seriennummern SN: 6158 und SN: 6159 durchgeführt. 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 $+50\text{ °C}$, 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
- Referenzfolien

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

Die Ergebnisse der Laborprüfungen sind unter Punkt 6 zusammengestellt.

4.3 Feldtest

Der Feldtest wurde mit zwei identischen Geräten des Typs MP101M mit den Seriennummern SN: 6158 und SN: 6159 durchgeführt. Nach der Richtlinie [4] ergab sich folgendes Versuchsprogramm im Feld:

- 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 (WS 888 der Fa. ELV Elektronik) zur Erfassung meteorologischer Kenngrößen wie Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung sowie der Regenmenge
- 2 Referenzmessgeräte LVS3 für PM_{10} gemäß Punkt 5
- 1 Massendurchflussmesser Model 4043 (Hersteller: TSI)
- Nullfilter zur externen Nullpunktsüberprüfung
- Kalibrierfolie

Im Feldtest liefen jeweils für 24 h zeitgleich zwei MP101M-Systeme und zwei Referenzgeräte für PM₁₀. Das Referenzgerät arbeitet diskontinuierlich, d. h. nach erfolgten Probenahmen muss der Filter manuell gewechselt werden.

Die Impaktionsplatten der PM₁₀ Probenahmeköpfe der Referenzgeräte wurden in der Prüfung ca. alle 2 Wochen gereinigt und mit Silikonfett eingefettet, um eine sichere Trennung und Abscheidung der Partikel zu gewährleisten. Die Probenahmeköpfe der Prüflinge wurden gemäß Herstellerangabe ca. alle 3 Monate gereinigt. Der Probenahmekopf muss prinzipiell nach den Anweisungen des Herstellers gesäubert werden, wobei die örtlichen Schwebstaubkonzentrationen in Betracht zu ziehen sind.

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

Messstandorte und Messgerätstandorte

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

Der Feldtest wurde an folgenden Messstandorten durchgeführt:

Tabelle 3: Feldteststandorte

Nr.	Messstandort	Zeitraum	Charakterisierung
1	Köln, Winter	12/2017 – 03/2018	Städtischer Hintergrund
2	Bonn, Straßenkreuzung, Sommer	04/2018 – 06/2018	Städtischer Hintergrund Verkehrseinfluss
3	Köln, Schüttgutumschlag, Sommer	07/2018 – 11/2018	Industrieller Hintergrund
4	Köln, Schüttgutumschlag, Winter	12/2018 – 02/2019	Industrieller Hintergrund

Abbildung 6 bis Abbildung 9 zeigen den Verlauf der PM-Konzentrationen an den Feldteststandorten, die mit den Referenzmesseinrichtungen aufgenommen wurden.

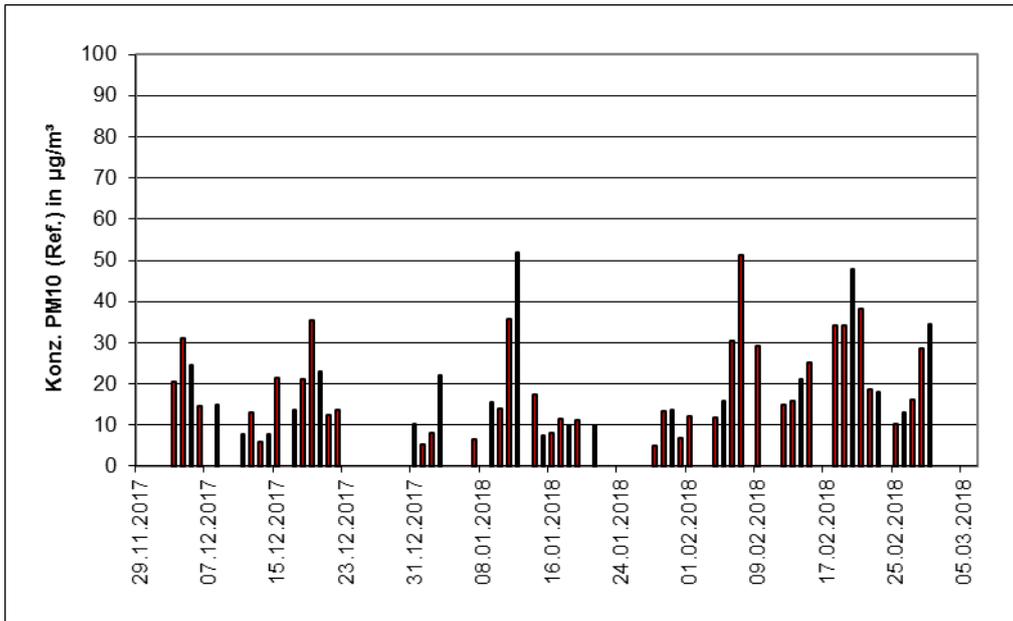


Abbildung 6: Verlauf der PM₁₀-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Winter“

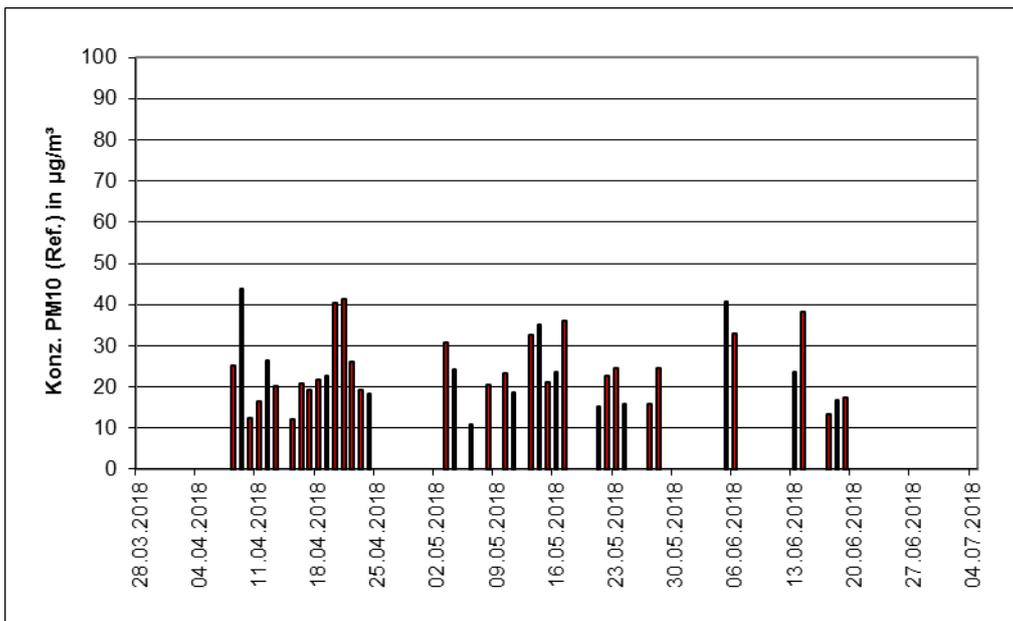


Abbildung 7: Verlauf der PM₁₀-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bonn-Belderberg“

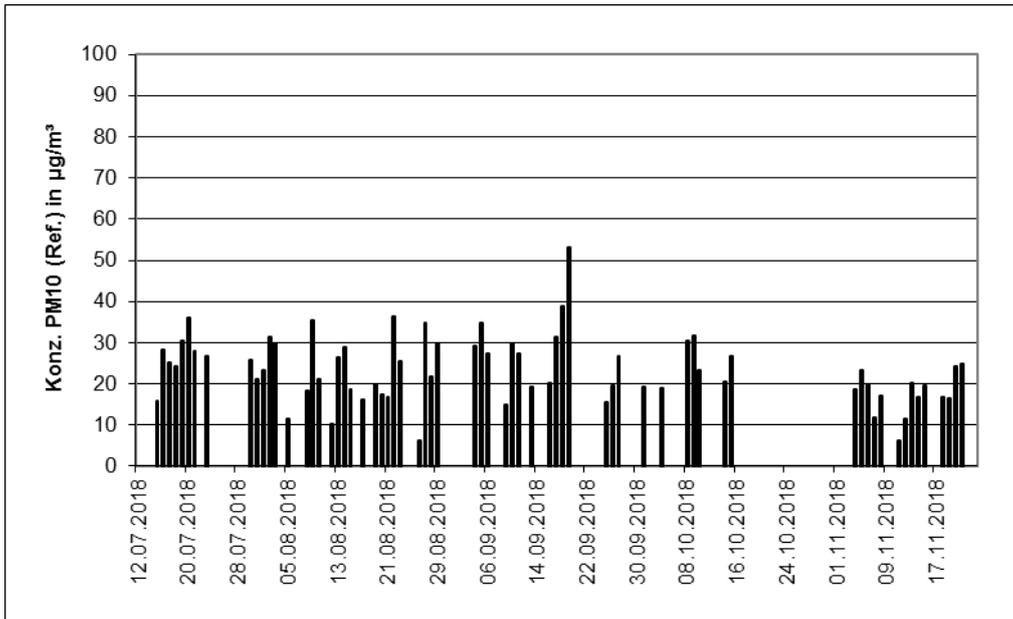


Abbildung 8: Verlauf der PM₁₀-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Schüttgutumschlag, Sommer“

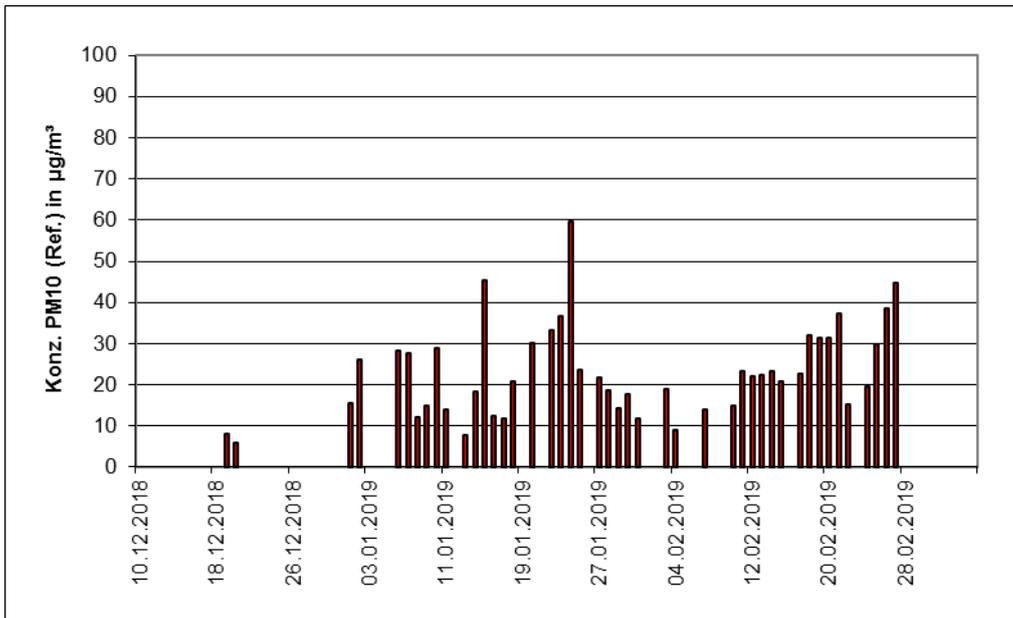


Abbildung 9: Verlauf der PM₁₀-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Schüttgutumschlag, Winter“

Die folgenden Abbildungen zeigen den Messcontainer an den Feldteststandorten Köln (Parkplatz und Schüttgutverladung) und Bonn.



Abbildung 10: Feldteststandort Köln, Winter



Abbildung 11: Feldteststandort Bonn-Belderberg



Abbildung 12: Feldteststandort Köln, Schüttgutverladung, Sommer + Winter

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 10-min-Mittelwerte gespeichert.

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

Deutschland

- Höhe Containerdach: 2,50 m
- Höhe der Probenahme für Test-/ 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 4 enthält daher neben einem Überblick über die wichtigsten meteorologischen Kenngrößen, die während der Messungen an den 4 Feldteststandorten ermittelt wurden, auch einen Überblick über die Schwebstaubverhältnisse während des Prüfzeitraumes.

Tabelle 4: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten (Deutschland),
als Tagesmittelwerte

	Köln, Winter	Bonn-Belderberg	Schüttgutverladung, Sommer	Schüttgutverladung, Winter
Anzahl Wertepaare Referenz PM ₁₀	57	40	66	45
Anteil PM_{2,5} an PM₁₀ [%]				
Bereich	40,8 - 92,3	34,8 - 72,3	30,9 - 80,8	35,4 - 98,5
Mittelwert	70,1	53,1	51,4	61,0
Lufttemperatur [°C]				
Bereich	-5,2 - 12,0	6,8 - 29,4	2,4 - 28,5	-2,8 - 12,8
Mittelwert	4,7	18,7	15,5	5,7
Luftdruck [hPa]				
Bereich	973 - 1026	991 - 1019	981 - 1026	981 - 1029
Mittelwert	1005	1006	1006	1010
Rel. Luftfeuchte [%]				
Bereich	43,2 - 92,7	35,7 - 87,8	37,1 - 94,8	46,1 - 87,7
Mittelwert	76,6	61,9	70,5	74,5
Windgeschwindigkeit [m/s]				
Bereich	0,1 - 5,3	0,9 - 3,7	0,5 - 15,3	0,0 - 29,2
Mittelwert	1,5	1,8	5,3	8,0
Niederschlagsmenge [mm/d]				
Bereich	0,0 - 19,4	0,0 - 31,6	0,0 - 19,6	0,0 - 22,3
Mittelwert	1,5	3,1	1,1	2,7

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).

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 wurden für PM₁₀ keine Ausreißer identifiziert.

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

Filterhandling - Massenbestimmung

Folgende Filter wurden in der Eignungsprüfung verwendet:

Tabelle 5: Eingesetzte Filtermaterialien

Messgerät	Filtermaterial, Typ	Hersteller
Referenzgeräte LVS3	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 PM₁₀: Kleinfiltergerät Low Volume Sampler LVS3
Hersteller: Sven Leckel Ingenieurbüro GmbH, Berlin
Herstelldatum: 2000 + 2010
PM₁₀-Probenahmekopf

Während der Prüfung wurden parallel zwei Referenzgeräte für PM₁₀ mit einem geregelten Durchsatz von 2,3 m³/h betrieben. Die Volumenstromregelgenauigkeit beträgt unter realen Einsatzbedingungen < 1 % des Nennvolumenstroms.

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

Nach beendeter Probenahme zeigt die Messelektronik das angesaugte Probeluftvolumen in Norm- und Betriebs-m³ an.

Die PM₁₀ Konzentration wurde ermittelt, in dem die im Labor gravimetrisch bestimmte Schwebstaubmenge auf dem jeweiligen Filter durch das zugehörige durchgesetzte Probeluftvolumen in Betriebs-m³ dividiert wurde.

Da die Eignungsprüfung der Messeinrichtung ENVEA MP101M für PM_{2,5} parallel durchgeführt wurde, wurden gleichzeitig auch Referenzgeräte für PM_{2,5} betrieben. Somit konnte das Verhältnis PM_{2,5}/PM₁₀ berechnet werden. Die Ergebnisse sind der PM_{2,5} Bestimmung sind im Anhang 1, Anlage 6 dargestellt.

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.

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 13 zeigt die Messeinrichtung mit integrierter Messwertanzeige.



Abbildung 13: ENVEA MP101M 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

Folgende Wartungsarbeiten sind vom Benutzer durchzuführen:

Monatlich:

- Reinigung des Probenahmekopfes

Vierteljährlich:

- Überprüfung der Stromversorgung
- Kontrolle der Temperatur-, Druck- und Feuchtigkeitssensoren
- Durchflusskontrolle
- Automatischer Kontaminationstest

Jährlich:

- Kontrolle der Pumpe
- Überprüfung der auf den Filter einwirkenden Spannung
- Kalibrierung der Temperatur-, Druck- und Feuchtigkeitssensoren
- Kalibrierung der Saugleistung
- Dichtigkeitskontrolle
- Kalibrierung des Beta-Staubmeters
- Kontrolle des Beta-Staubmeters (Staubmeter-Test, Masseprüfung)
- Kontrolle der Messungen am Nullpunkt

Weitere Einzelheiten können den Wartungsblättern im Betriebshandbuch entnommen 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 Referenzpunktkontrolle wird eine spezielle Folie verwendet, die manuell zwischen Strahlenquelle und Geiger-Müller-Zähler montiert wird.

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. Ein wichtiger Punkt ist hierbei die Installation des Probenahmerohrs, die durch Dachdurchführungen im Messcontainer installiert wird. Hierbei ist besonders auf die Dichtigkeit der Dachdurchführungen und die senkrechte Ausrichtung des Probenahmerohrs zu achten. Ansonsten ist die Spannungsversorgung herzustellen und die Pumpe ist anzuschließen. Die Inbetriebnahme ist in Kapitel 3 im Benutzerhandbuch ausführlich beschrieben. Im Anschluss sind noch verschiedene Tests durchzuführen, wie z.B. die Überprüfung des abgesaugten Volumenstroms und des Drucksensors.

Bei der Erstinstallation sowie verschiedenen Positionsveränderungen der Feldmessstelle wurde eine Rüstzeit von ca. 1,5 h ermittelt.

Die Messeinrichtung ist im Anschluss messbereit. Da die Messeinrichtung im wesentlichen Tagesmittelwerte bestimmt, existiert keine spezielle Einlaufzeit. Sobald die Messeinrichtung messbereit ist, werden Partikel aus der Aussenluft auf dem Filter abgeschieden und die Beladung des Filter stündlich vermessen.

6.5 Bewertung

Die Rüstzeit betrug während der Eignungsprüfung ca. 1,5 h, die notwendigen Arbeiten sind im Benutzerhandbuch beschrieben.

Da die Messeinrichtung im Wesentlichen Tagesmittelwerte bestimmt, existiert keine spezielle Einlaufzeit.

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 muss in horizontaler Einbaulage (z.B. auf einem Tisch oder in einem Rack) witterungsunabhängig installiert werden. Die Temperatur am Aufstellungsort muss im Bereich zwischen 5 °C bis 40 °C liegen.

Die Abmessungen und Gewichte der Messeinrichtung stimmen mit den Angaben aus dem Benutzerhandbuch überein. Der Analysator wiegt ca 16 kg, die Pumpe 11 kg und die Probenahmeleitung mit Messkopf ca 15 kg.

Der Energiebedarf der Messeinrichtung wird vom Hersteller maximal 200 Watt angegeben. Im Normalbetrieb mit aktivierte Heizung des Probenahmerohrs beträgt die Leistungsaufnahme 160 – 190 Watt. Während des stündlichen Zyklus beträgt die Leistungsaufnahme ca. 13 Watt. Über 24 Stunden ergibt sich eine durchschnittliche Leistungsaufnahme von ca. 155 Watt.

Um Kondensationseffekte zu vermeiden, kann das Probenahmerohr geheizt werden. Die maximale Leistung der Heizung des Probenahmerohr wird von Hersteller mit 500 Watt angegeben. Da durch eine zu hohe Temperatur im Probenahmerohr Minderbefunde durch Verflüchtigungen auftreten können, wird das Probenahmerohr nur soweit geheizt, wie unbedingt nötig. Nahe des Geiger-Müller-Zählers befindet sich ein Sensor, der die relative Luftfeuchtigkeit misst. Die Heizung des Probenahmerohrs wird aktiviert, sobald die Luftfeuchtigkeit an diesem Sensor über 50 % relative Feuchte liegt. Die effektiv von Gerät geregelte Heizleistung lag immer nur bei wenigen Prozent der maximalen Leistung und ist 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

Datenlogger, PC

6.3 Durchführung der Prüfung

Die verschiedenen Ausgänge werden überprüft und ausgewertet. Die Prüfung erfolgte durch Vergleich der am Analogausgang ausgegebenen Werte mit der Anzeige auf dem Display.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung verfügt über 8 Analogausgänge (Strom oder Spannung) und 2 Digitalausgänge (RS232 und RS422). Zusätzlich verfügt die Messeinrichtung über einen Netzwerkanschluss.

6.5 Bewertung

Die Messsignale werden analog und 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, RS232 und RS422.

6.4 Auswertung

Die Messsignale werden in digitaler Form folgendermaßen angeboten: TCP/IP Netzwerk, RS232 und RS422.

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.

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 seriellen Schnittstellen können 4 verschiedene Protokolle übertragen werden: Mode4 (proprietäres ENVEA Protokoll; PRN zum direkten drucken, JBUS und Bayern-Hessen).

6.4 Auswertung

Über die seriellen Schnittstellen können 4 verschiedene Protokolle übertragen werden: Mode4 (proprietäres ENVEA Protokoll), PRN (drucken), JBUS und Bayern-Hessen. Den Bericht ist eine Erläuterung über das Bayern-Hessen Protokoll beigefügt [9].

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/m³ bis 1000 µg/m³ als 24-h-Mittelwert
0 µg/m³ bis 10000 µg/m³ 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 0-10.000 µg/m³ möglich.

6.5 Bewertung

Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung liegt bei max. 10.000 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.

6.5 Bewertung

Negative Messsignale können von der Messeinrichtung direkt angezeigt und über die entsprechenden Messsignalausgänge ausgegeben werden.

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 installier-tem 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 aus den Untersuchungen für SN 6158 zu $1,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und für SN 6159 zu $1,28 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 6: Nullniveau und Nachweisgrenze PM₁₀, Cyc.

		Gerät SN 6158	Gerät SN 6159
Anzahl der Werte n		15	15
Mittelwert der Leerwerte (Nullniveau) \bar{x}_0	µg/m ³	0,35	0,33
Standardabweichung der Werte s_{x_0}	µg/m ³	0,45	0,38
Nachweisgrenze x	µg/m ³	1,48	1,26

Tabelle 7: Nullniveau und Nachweisgrenze PM₁₀, Per.

		Gerät SN 6158	Gerät SN 6159
Anzahl der Werte n		15	15
Mittelwert der Leerwerte (Nullniveau) \bar{x}_0	µg/m ³	0,35	0,33
Standardabweichung der Werte s_{x_0}	µg/m ³	0,45	0,39
Nachweisgrenze x	µg/m ³	1,48	1,28

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 5 bis 40 °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 MP101M arbeitet mit einer Durchflussrate von 1 m³/h (16,67 l/min).

Mit Hilfe eines Referenzdurchflussmessers wurde bei je 5 °C und 40 °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 5 °C und 40 °C lag bei maximal -1,63 % .

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

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

Tabelle 8: Genauigkeit des Volumenstroms bei +5 °C und +40 °C

Sollwert Durchflussrate	l/min	16,67	16,67
Mittelwert bei 5°C	l/min	16,40	16,48
Abw. vom Sollwert	%	-1,63	-1,15
Mittelwert bei 40°C	l/min	16,88	16,88
Abw. vom Sollwert	%	1,25	1,27

Die Einzelmesswerte zur Bestimmung der Genauigkeit des Volumenstroms können der Anlage 2 im Anhang entnommen werden.

6.1 5 Konstanz des Probenvolumenstroms (7.4.5)

Der Momentanwert des Volumenstroms und der über den Probenahmezeitraum gemittelte Volumenstrom sollten die folgenden Leistungsanforderungen erfüllen:

≤ 2,0 % des Sollwertes des Volumenstroms (gemittelter Probendurchfluss)

≤ 5 % des Sollwertes des Volumenstroms (Momentanwert des Probendurchflusses)

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

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

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung MP101M arbeitet mit einer Durchflussrate von 1 m³/h (16,67 l/min).

Der Probenahmestrom wurde vor dem ersten Feldteststandort kalibriert und dann vor und nach jedem Feldteststandorten 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

Bei den Kontrollen der Durchflussrate im Feld (Kurzzeitwert) wurden keine Abweichungen größer 2,8 % festgestellt.

Die grafischen Darstellungen der Konstanz des Durchflusses (24 h-Mittel) zeigen, dass alle während der Probenahme ermittelten Messwerte weniger 2,7 % vom jeweiligen Sollwert abweichen. Die Abweichung der 24h-Mittelwerte für den Gesamtdurchfluss von 16,67 l/min beträgt maximal -0,76 % vom Sollwert.

Alle ermittelten Tagesmittelwerte weichen weniger als 0,76 %, alle Momentanwerte weniger als 2,7 % vom Sollwert ab.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses des Sollwertes des Volumensstroms

Die Ergebnisse der vor den Feldteststandorten durchgeführten Überprüfungen der Durchflussrate sind in Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9: Ergebnisse Kontrolle Durchflussrate Ende Feldtest (Momentanwert)

Durchflussüberprüfung vor Standort:	SN 6158		SN 6159	
	[l/min]	Abw. vom Soll [%]	[l/min]	Abw. vom Soll [%]
Köln, Winter	16,70	0,2	16,60	-0,4
Bonn-Belderberg	16,65	-0,1	16,95	1,7
Schüttgutverladung, Sommer	16,88	1,3	16,58	-0,5
Schüttgutverladung, Winter	16,75	0,5	16,20	-2,8

In Tabelle 10 sind die ermittelten Kenngrößen für den Durchfluss aufgeführt. Abbildung 14 bis Abbildung 15 zeigen eine grafische Darstellung der Durchflussmessungen an den beiden Testgeräten.

Tabelle 10: Kenngrößen für die Gesamtdurchflussmessung (24h-Mittel)

		Gerät SN 6158	Gerät SN 6159
Mittelwert	l/min	16,54	16,67
Abw. vom Sollwert	%	-0,76	-0,01
Standardabweichung	l/min	0,13	0,11
Minimalwert	l/min	16,22	16,40
Maximalwert	l/min	16,92	17,06

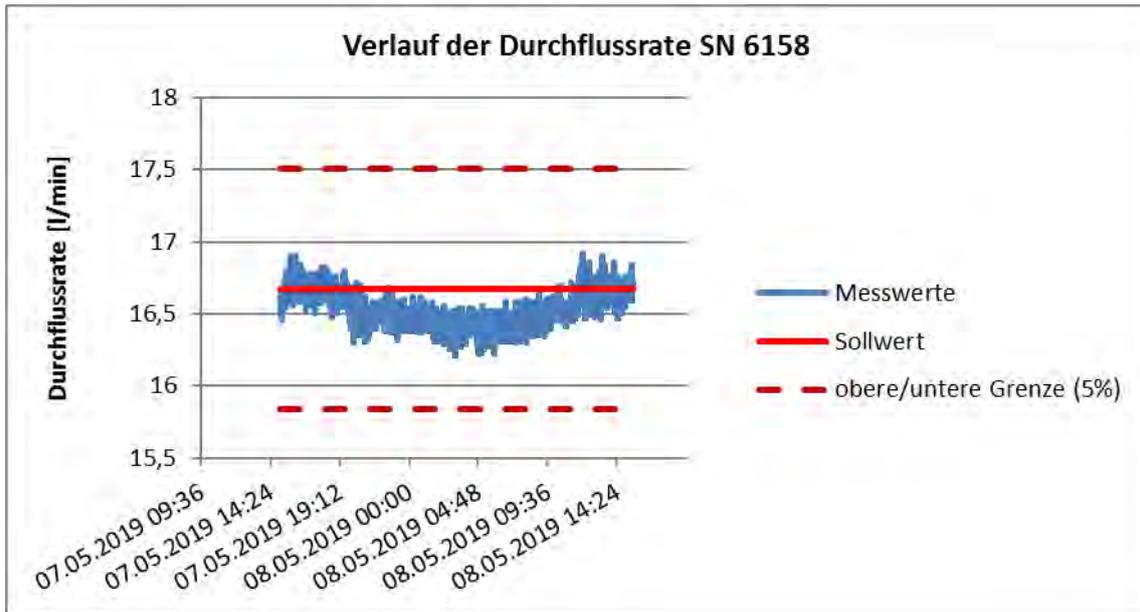


Abbildung 14: Durchfluss am Testgerät SN 6158

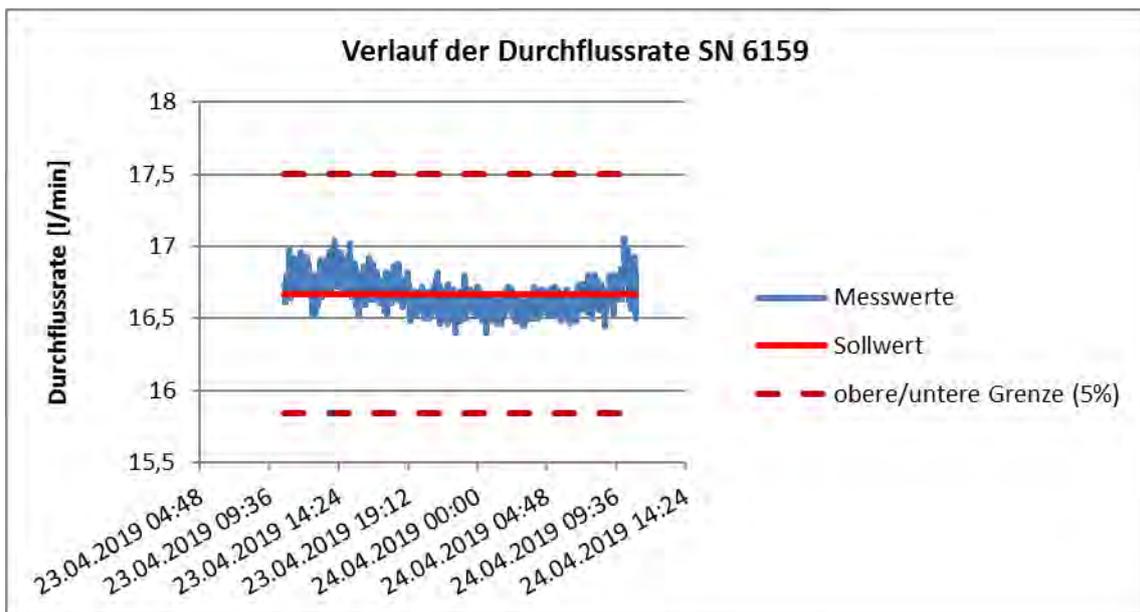


Abbildung 15: Durchfluss am Testgerät SN 6159

6.1 6 Dichtheit des Probenahmesystems (7.4.6)

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Vorrichtung zum verschließen des Probeneinlass.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Dichtigkeit (Leckrate) des gesamten Volumenstromweges der AMS (Probeneinlass, Probenahmeleitung, 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 werden.

Für die Messeinrichtungen vom MP101M existiert ein festgelegtes Verfahren um die Dichtigkeit zu überprüfen. Hierzu wird gemäß Kapitel 3.4.2.12 des Handbuchs das Gerät in den Modus Dichtigkeitstest geschaltet und der Geräteeingang abgedichtet. Der Probenahmekopf wird dazu abgenommen und ein von Hersteller empfohlener Kugelhahn aufgesetzt. Die vom Gerät gemessene Durchflussrate muss dann bei laufender Pumpe und geschlossenem Kugelhahn gemäß Herstellerangaben auf unter 5 l/min absinken und die Drücke P1 und P2 der Geräteinternen Differenzdruckmessung müssen unter 250 mbar liegen. Sobald die Drücke 250 mbar unterschreiten schaltet die Pumpe automatisch ab, um Schäden an der Messeinrichtung zu verhindern.

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 Kriterium zum Bestehen der Dichtigkeitsprüfung – Durchfluss maximal 5 l/min und P1 und P2 kleiner 250 mbar bei blockiertem Einlass - erwies sich in der Prüfung als geeignete Kenngröße zur Überwachung der Gerätedichtigkeit. Der gewählte maximale Durchfluss von 5 l/min erscheint relativ zum normalen Probenvolumenstrom hoch. Erklärt wird dies durch die bei diesem Volumenstrom und Absolutdruck sehr geringen Druckdifferenz von weniger als 1 mbar. Wenn der Systemdruck bei laufender Pumpe und geschlossenem Kugelhahn weniger als 250 mbar beträgt, kann sicher davon ausgegangen werden, dass die Messeinrichtung dicht ist. Aufgrund dieser kleinen Drücke kann es schnell zu Unterschieden zwischen den Geräten kommen.

Die maximal ermittelte Leckrate beträgt 4,46 l/min, alle ermittelten Drücke waren kleiner als 250 mbar.

6.5 Bewertung

Das vom Gerätehersteller vorgegebene Kriterium zum Bestehen der Dichtigkeitsprüfung – Durchfluss maximal 5 l/min und P1 und P2 kleiner 250 mbar bei blockiertem Einlass - erwies sich in der Prüfung als geeignete Kenngröße zur Überwachung der Gerätedichtigkeit. Die maximal ermittelte Leckrate beträgt 4,46 l/min, alle ermittelten Drücke waren kleiner als 250 mbar.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 11 enthält die ermittelten Werte aus der Dichtigkeitsprüfung.

Tabelle 11: Ergebnisse der Dichtigkeitsprüfungen im Feldtest zu Beginn der jeweiligen Kampagne

Standort	SN 6158	SN 6159	max. zulässige Leckrate in l/min
	Leckrate in l/min	Leckrate in l/min	
Köln, Winter	3,08	3,68	5
Bonn-Belderberg	3,68	0,81	5
Schüttgutverladung, Sommer	3,79	0,95	5
Schüttgutverladung, Winter	4,46	0,88	5

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 5 bis 40 °C, Nullfilter zur Nullpunktsüberprüfung.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Abhängigkeit der Nullpunktlesung und 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 $T_{S,1} = 5 \text{ °C}$;
- c) bei einer Höchsttemperatur $T_{S,2} = 40 \text{ °C}$.

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.

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

6.4 Auswertung

Es wurden die Messwerte für die Konzentration der jeweiligen Einzelmessungen ausgelesen und ausgewertet.

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

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

6.5 Bewertung

Der geprüfte Umgebungstemperaturbereich beträgt 5 °C bis 40 °C. Die maximale Abweichung zu dem mittleren Messwert bei $T_{S,n}$ betrug 0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 12: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Mittelwert aus drei Messungen, Cyc.

Temperatur	SN 6158		SN 6159	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C
°C	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
20	-0,6	-0,3	0,3	0,0
5	0,3	0,7	0,1	-0,2
20	0,3	0,6	0,0	-0,2
40	-0,9	-0,6	0,8	0,5
20	-0,7	-0,4	0,5	0,2
Mittelwert bei 20°C	-0,3	-	0,3	-

Tabelle 13: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Mittelwert aus drei Messungen, Per.

Temperatur	SN 6158		SN 6159	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C
°C	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
20	-0,6	-0,3	0,3	0,0
5	0,3	0,7	0,1	-0,2
20	0,3	0,7	0,0	-0,2
40	-0,9	-0,6	0,8	0,5
20	-0,7	-0,4	0,5	0,2
Mittelwert bei 20°C	-0,3	-	0,3	-

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 5 bis 40 °C, interne Referenzfolie zur Referenzpunktsüberprüfung.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Abhängigkeit der Nullpunktablesung und 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 $T_{S,1} = 5 \text{ °C}$;

c) bei einer Höchsttemperatur $T_{S,2} = 40 \text{ °C}$.

Zur Untersuchung der Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur wurden die vollständigen Messeinrichtungen in der Klimakammer betrieben. Für die Referenzpunktsuntersuchungen wurde bei den Testgeräten zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit die Referenzfolie montiert.

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.

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 Werte für die Konzentration der jeweiligen Einzelmessungen ausgelesen und ausgewertet.

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

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

6.5 Bewertung

Der geprüfte Umgebungstemperaturbereich beträgt 5 °C bis 40 °C. Die maximale Abweichung zu dem mittleren Messwert bei 20 °C betrug 1,8 % .

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 14: Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der Umgebungstemperatur, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen

Temperatur	SN 6158		SN 6159	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C
°C	[µg/m ³]	%	[µg/m ³]	%
20	829,6	0,0	836,7	0,2
5	844,2	1,8	846,2	1,3
20	828,9	-0,1	835,0	0,0
40	824,6	-0,6	834,2	-0,1
20	830,1	0,1	834,2	-0,1
Mittelwert bei 20°C	829,6	-	835,3	-

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, interne Referenzfolie.

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 Referenzpunktuntersuchungen wurde zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit die Referenzfolie montiert.

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 größer als 0,9 % bei den Extremwerten bezogen auf den Mittelwert bei 230 V, festgestellt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 15: Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in %

Netzspannung	SN 6158		SN 6159	
	Messwert	Abweichung zu Startwert bei 230 V	Messwert	Abweichung zu Startwert bei 230 V
V	[µg/cm ³]	%	[µg/cm ³]	%
230	819,6	0,0	827,1	0,4
195	820,9	0,2	830,8	0,9
230	819,9	0,1	824,8	0,1
253	817,9	-0,2	819,7	-0,5
230	818,6	-0,1	819,4	-0,5
Mittelwert bei 230 V	819,3	-	823,8	-

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/m³ 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 wurde ein Anzeigewert über einen Mittelungszeitraum von 24 h bei 40 % relativer Feuchte aufgezeichnet. Die relative Feuchte wurde dann linear innerhalb von 24 h auf 90 % erhöht. Die Zeit bis zur Einstellung des Gleichgewichts (Rampe) und der mittlere Konzentrationsmesswert wurden aufgezeichnet. Anschließend wurde die Feuchte gleichmäßig innerhalb von 24 h zurück auf 40 % verringert. Erneut wurden die Zeit bis zur Einstellung des Gleichgewichts (Rampe) und der mittlere Konzentrationsmesswert aufgezeichnet.

6.4 Auswertung

Es wurden die Messwerte für die Nullkonzentrationen der jeweils 24-stündigen Einzelmessungen bei stabilen Feuchten ausgelesen und ausgewertet. Betrachtet wird die größte Differenz in µg/m³ zwischen den Werten im Bereich von 40 % bis 90 % relative Feuchte.

6.5 Bewertung

Alle größte ermittelte Differenz zwischen den Messwerten bei 40 % und bei 90 % relativer Feuchte lag bei 1,99 µg/m³..

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 16: Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration, Abweichung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Cyc.

rel. Luftfeuchte	SN 6158		SN 6159	
	Messwert	Abweichung zu Vorgängerwert	Messwert	Abweichung zu Vorgängerwert
%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
40	-0,14	-	0,70	-
90	0,34	0,48	1,82	1,12
40	-1,04	-1,39	-0,15	-1,97
Maximale Abweichung	-1,39		-1,97	

Tabelle 17: Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration, Abweichung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Per.

rel. Luftfeuchte	SN 6158		SN 6159	
	Messwert	Abweichung zu Vorgängerwert	Messwert	Abweichung zu Vorgängerwert
%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
40	-0,15	-	0,69	-
90	0,34	0,49	1,84	1,15
40	-1,04	-1,38	-0,15	-1,99
Maximale Abweichung	-1,38		-1,99	

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 vier 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 $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 18: Nullpunktprüfungen, Cyc.

Datum	SN 6158		Datum	SN 6159	
	Messwert	Messwert (absolut) < $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$		Messwert	Messwert (absolut) < $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
30.11.2017	0,1	ok	30.11.2017	0,0	ok
05.03.2018	1,7	ok	05.03.2018	1,4	ok
30.03.2018	0,4	ok	30.03.2018	0,8	ok
03.07.2018	1,2	ok	03.07.2018	1,0	ok
12.07.2018	2,5	ok	12.07.2018	2,6	ok
29.11.2018	3,0	ok	29.11.2018	2,9	ok
13.12.2018	2,6	ok	13.12.2018	2,1	ok
04.04.2019	1,8	ok	04.04.2019	2,3	ok

Tabelle 19: Nullpunktprüfungen, Per.

Datum	SN 6158		Datum	SN 6159	
	Messwert	Messwert (absolut) < 3,0 µg/m³		Messwert	Messwert (absolut) < 3,0 µg/m³
	µg/m³			µg/m³	
30.11.2017	0,1	ok	30.11.2017	0,0	ok
05.03.2018	1,7	ok	05.03.2018	1,4	ok
30.03.2018	0,4	ok	30.03.2018	0,8	ok
03.07.2018	1,2	ok	03.07.2018	1,0	ok
12.07.2018	2,5	ok	12.07.2018	2,6	ok
29.11.2018	3,0	ok	29.11.2018	2,9	ok
13.12.2018	2,6	ok	13.12.2018	2,1	ok
04.04.2019	1,8	ok	04.04.2019	2,2	ok

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 (Ethernet, RS232, RS422) und kann Messwerte bzw. Statusinformationen nach Herstellerangaben auch über verschiedene Protokolle ausgeben (z.B. Bayern-Hessen oder Serial ASCII).

Die Übermittlung von Betriebszuständen sowie der relevanten Parameter wie z.B.

- Volumenstrom
- Massenkonzentrationen
- Außenlufttemperatur, -druck, -feuchte
- Temperatur des Probeneinlass
- Temperatur im Gerät
- Verschiedene Drücke im Geräte
- Probenahmedauer

sind möglich. Alle Werte werden minütlich gespeichert.

Über entsprechende Router oder Modems ist eine Fernüberwachung- und -steuerung leicht möglich. Zur Prüfung wurde ein Netzwerk aufgebaut und die Geräte über einen PC kontrolliert und gesteuert.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung ermöglicht eine umfassende telemetrische Kontrolle und Steuerung der Messeinrichtung über verschiedene Wege (Ethernet, RS232, RS422). Betriebszustände und relevante Parameter werden bereitgestellt.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung ermöglicht eine umfassende telemetrische Kontrolle und Steuerung der Messeinrichtung über verschiedene Wege (Ethernet, RS232, RS422). 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 stündlich die auf dem Filter abgeschiedene Masse. Es wird sowohl die Staubkonzentration für jede Stunde (1 Periode) als auch die Staubkonzentration nach 24 h (1 Zyklus = 24 Perioden) ausgegeben und gespeichert. Nach einem Zyklus wird das Filterband verfahren und ein neuer Probenahmepunkt beprobt.

6.5 Bewertung

Die Bildung von validen Tagesmittelwerten ist möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 15 Verfügbarkeit (7.5.6)

Die Verfügbarkeit der Messeinrichtung muss mindestens 90 % betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Start- und Endzeitpunkt der Verfügbarkeitsuntersuchungen werden durch den Start- bzw. Endzeitpunkt an jedem der vier Feldteststandorte 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_{valid} die Zeitspanne, in der valide Daten erfasst wurden;

$t_{\text{cal,maint}}$ die für planmäßige Kalibrierungen und Wartungsarbeiten aufgewendete Zeit;

t_{field} die Gesamtdauer der Feldprüfung.

6.4 Auswertung

Tabelle 20 zeigen eine Aufstellung der Betriebs-, Wartungs- und Störungszeiten. Die Messeinrichtungen wurden im Feldtest über einen Zeitraum von insgesamt 419 Messtagen betrieben. Dieser Zeitraum beinhaltet 18 Tage mit Nullfilterbetrieb sowie 7 Tag Verlust durch Wechsel vom Inlet auf den Nullfilter (siehe auch Anlage 5).

Ausfälle durch externe Einflüsse, die nicht dem Gerät angelastet werden können, belaufen sich auf 5 Tage (Stromausfälle). Durch die externen Einflüsse reduziert sich die Gesamtbetriebszeit auf 414 Messtage.

Es wurden keine Gerätestörungen beobachtet.

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

6.5 Bewertung

Die Verfügbarkeit betrug für beide Geräte 100 %.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 20: Ermittlung der Verfügbarkeit

		Gerät 1 (SN 6158)	Gerät 2 (SN 6159)
Einsatzzeit (t_{field})	d	414	414
Ausfallzeit	d	0	0
Wartungszeit inkl. Nullfilter ($t_{\text{cal,maint}}$)	d	18	18
Tatsächliche Betriebszeit (t_{valid})	d	396	396
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/m³ für PM₁₀ und 17 µg/m³ für PM_{2,5}. Sofern aufgrund niedriger Konzentrationen das Kriterium von 20 % der Ergebnisse größer als 28 µg/m³ für PM₁₀ bzw. größer als 17 µg/m³ für PM_{2,5} 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/m³ für alle Daten sowie für einen Datensatz mit Daten größer/gleich 30 µg/m³ für PM₁₀ und 18 µg/m³ für PM_{2,5}.
3. Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten muss kleiner sein als 2,0 µg/m³.
4. Die erweiterte Unsicherheit (W_{CM}) wird berechnet bei 50 µg/m³ für PM₁₀ und bei 30 µg/m³ für PM_{2,5} für jeden einzelnen Prüfling gegen den Mittelwert der Referenzmethode. Für jeden der folgenden Fälle muss die erweiterte Unsicherheit kleiner 25 % sein:
 - Gesamtdatensatz;
 - Datensatz mit PM-Konzentrationen größer/gleich 30 µg/m³ für PM₁₀ oder größer/gleich 18 µg/m³ für PM_{2,5}, vorausgesetzt der Datensatz enthält 40 oder mehr gültige Datenpaare;
 - Datensätze für jeden einzelnen Standort.
5. Voraussetzung für die Akzeptanz des Komplettdatensatzes ist, dass die Steigung b insignifikant verschieden ist von 1: $|b - 1| \leq 2 \cdot u(b)$ und der Achsabschnitt a insignifikant verschieden ist von 0: $|a| \leq 2 \cdot u(a)$. Wenn diese Voraussetzungen nicht erfüllt werden, dann können die Prüflinge mit den Werten des Gesamtdatensatzes für die Steigung und/oder für den Achsabschnitt kalibriert werden.

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

Unter Punkt 6.1 16 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 PM₁₀ Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM₁₀. 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 26,4 % (entspricht 55 > 32 Messwertpaaren) der Messwerte über $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM₁₀. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

Beide Geräte waren zusätzlich während der Prüfungen mit einem sogenannten CPM+ Modul ausgestattet. Bei diesem CPM+ Modul handelt es sich um ein zusätzliches optisches Streulichtanalysator zur Bestimmung von PM_{2,5}. Das CPM+ Modul ist direkt auf der Zentraleinheit an das Probenahmerohr montiert. Der Probenahmestrom wird gerade ohne Ablenkung vom Probenahmerohr durch das CPM+ Modul zum Analysator MP101M geleitet. Das CPM+ Modul ist nicht Bestandteil der Zulassung. Um zu zeigen, dass das CPM+ keinen Einfluss auf die Messergebnisse für PM₁₀ hat, wurde nach Abschluss der 4 Feldmesskampagnen bei Gerät 6159 das CPM+ Modul demontiert und ein zusätzlicher Feldtest durchgeführt, bei dem die Unsicherheit zwischen dem Gerät mit CPM+ Modul und dem Gerät ohne CPM+ Modul ($u_{\text{bs,AMS}}$) verglichen wurde.

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_{2,5} (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM₁₀ (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

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

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

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

6.5 Bewertung

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} liegt mit maximal $0,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unterhalb des geforderten Wertes von $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Bei dem Vergleich mit / ohne CPM+ Modul ergibt sich keine signifikante Änderung der Unsicherheit. Das CPM+ Modul hat somit keinen Einfluss auf die Messwerte der nachgeschalteten Messeinrichtung.

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 21: Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs,AMS}$.

Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{bs,AMS}$	
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Cyc.	Per.
Alle Standorte	208	0,94	0,95
Klassierung über Referenzwerte			
Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	44	1,13	1,14
Zusätzlicher Test Vergleich mit/ohne CPM+ Modul			
	35	1,12	1,14

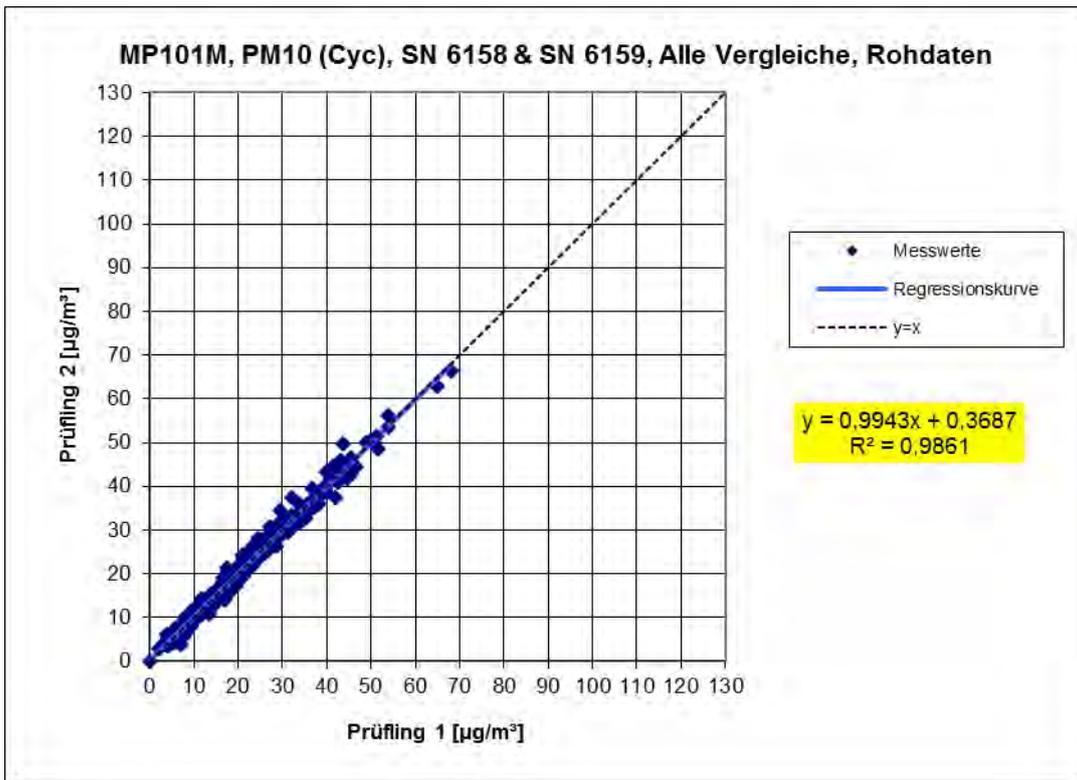


Abbildung 16: Ergebnis der Parallelmessungen, alle Standorte, Cyc.

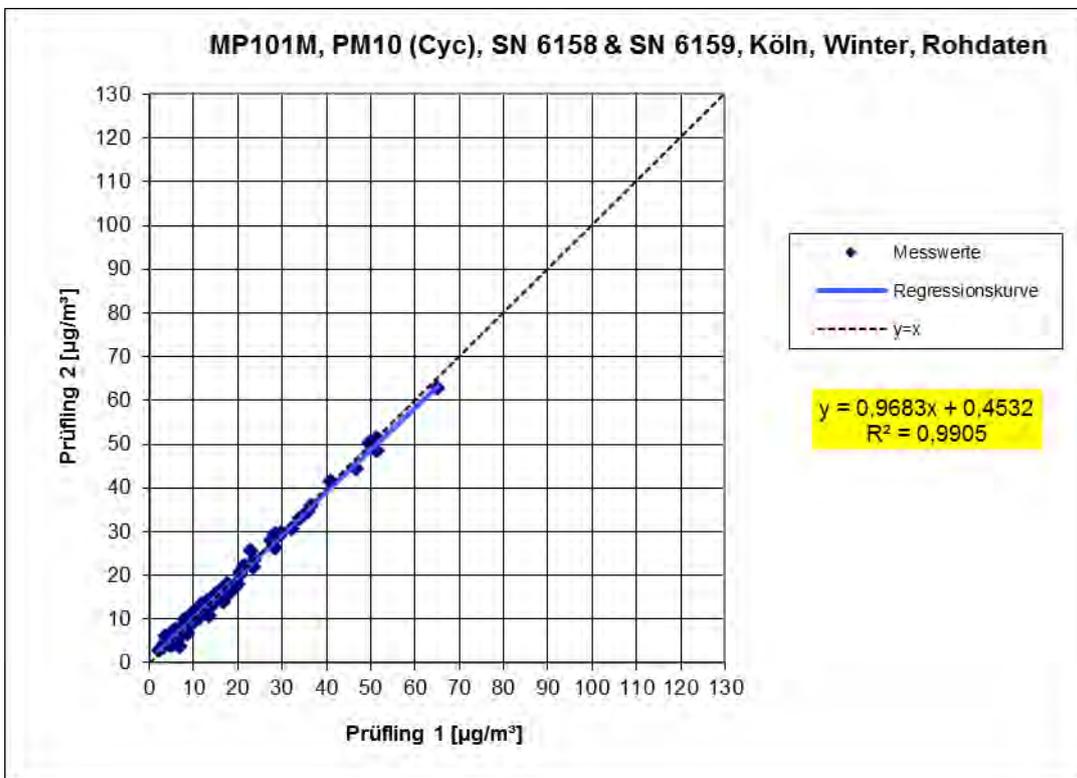


Abbildung 17: Ergebnis der Parallelmessungen, Köln, Winter, Cyc.

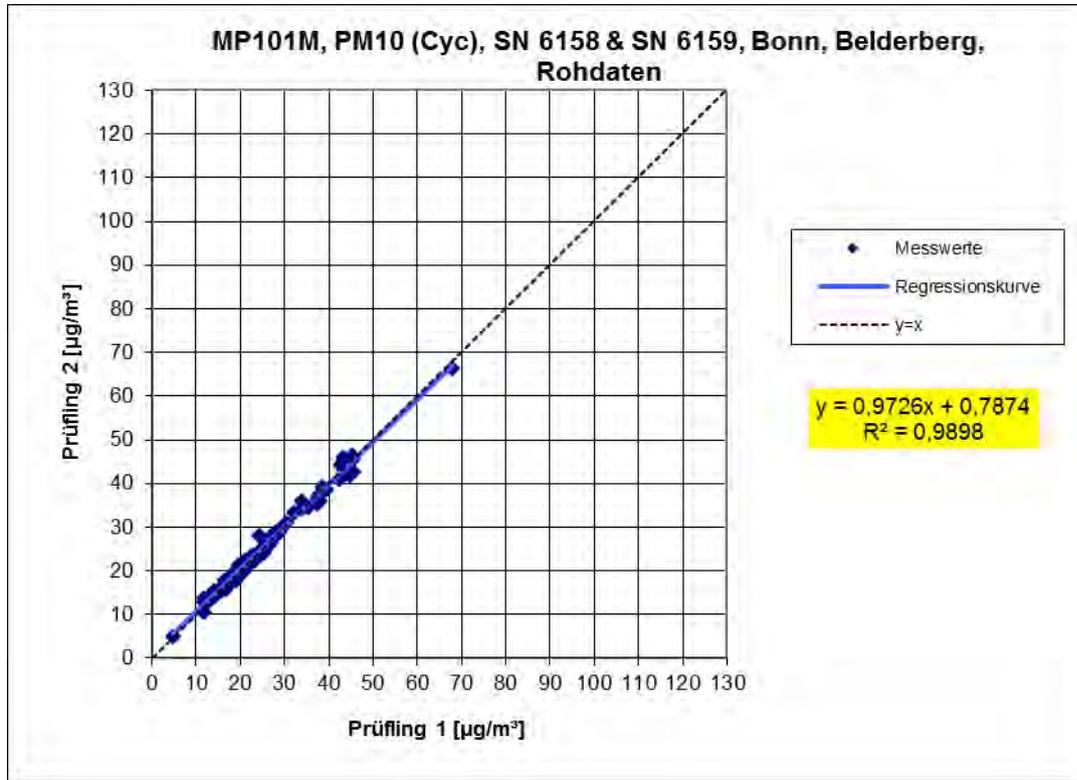


Abbildung 18: Ergebnis der Parallelmessungen, Bonn-Belderberg, Cyc.

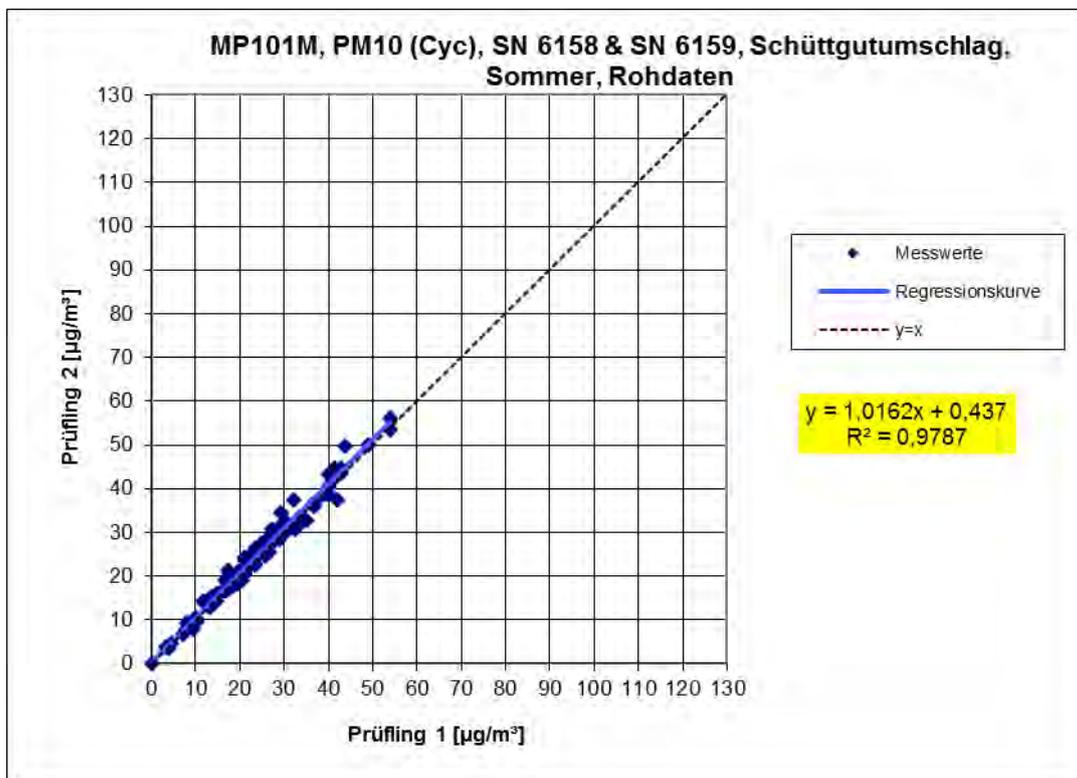


Abbildung 19: Ergebnis der Parallelmessungen, Schüttgutumschlag, Sommer, Cyc.

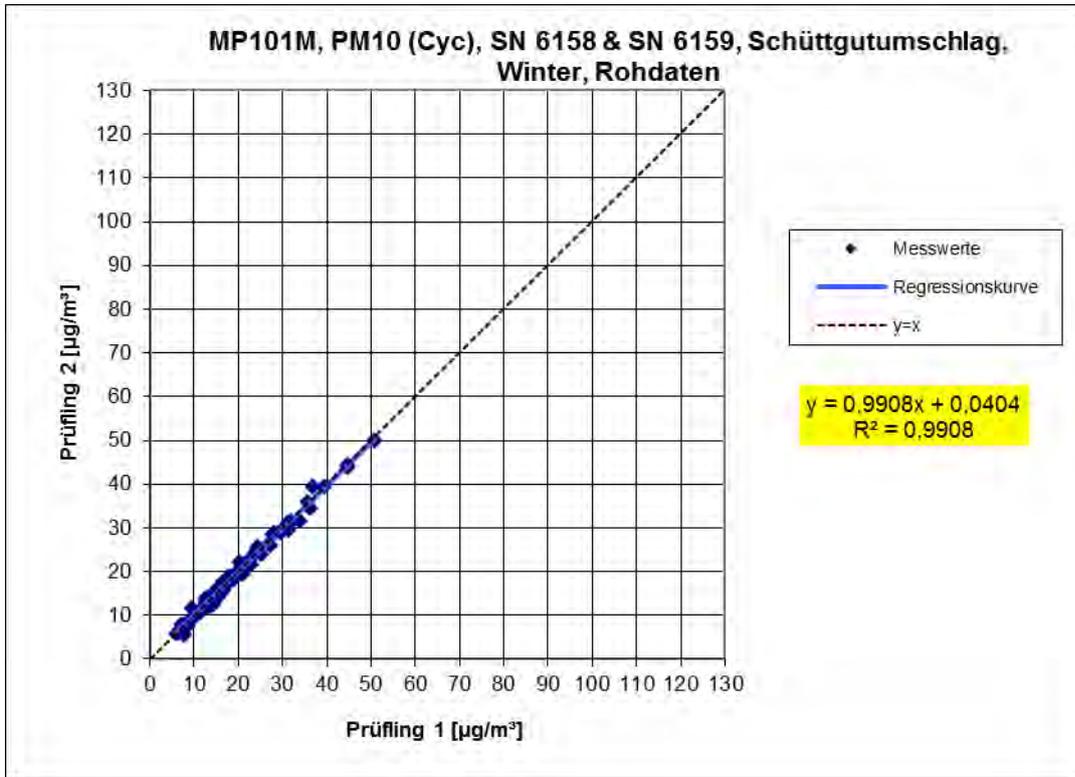


Abbildung 20: Ergebnis der Parallelmessungen, Schüttgutumschlag, Winter, Cyc.

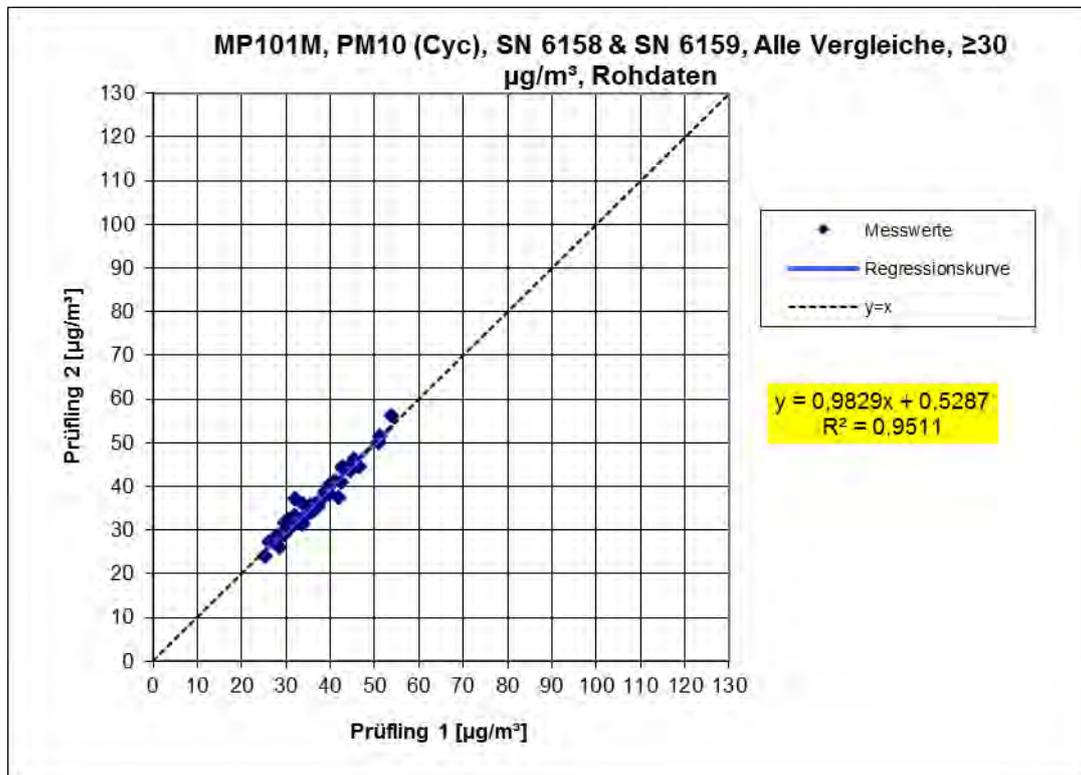


Abbildung 21: Ergebnis der Parallelmessungen, alle Standorte, Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Cyc.

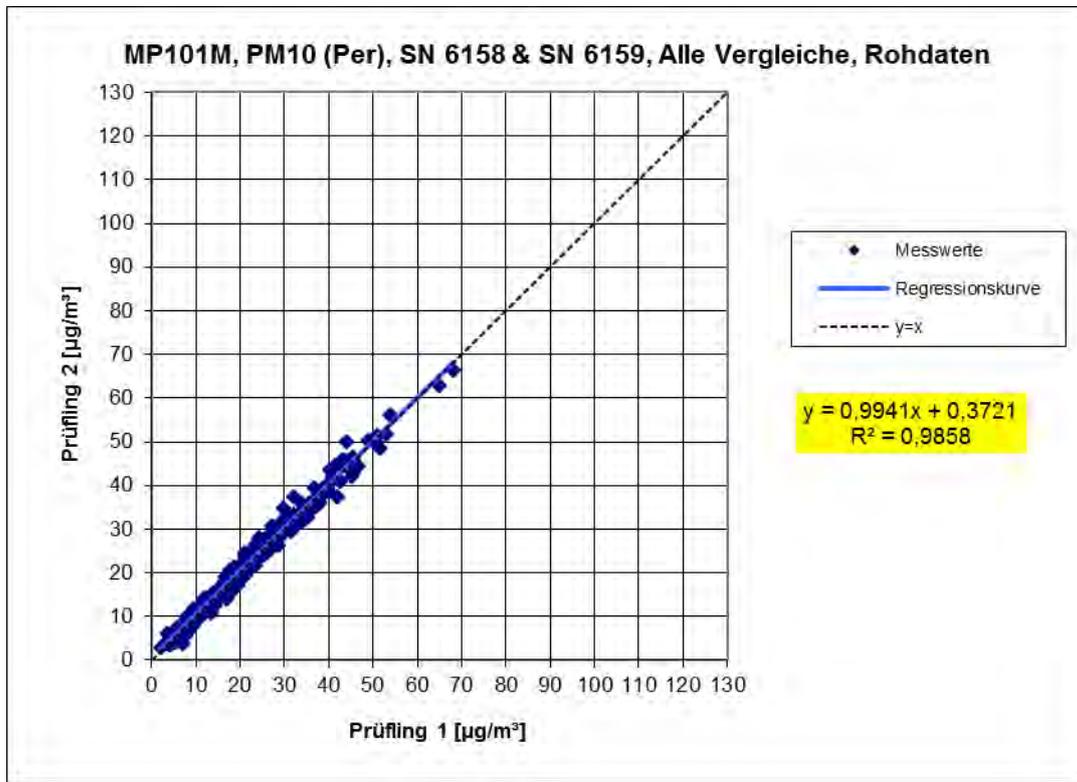


Abbildung 22: Ergebnis der Parallelmessungen, alle Standorte, Per.

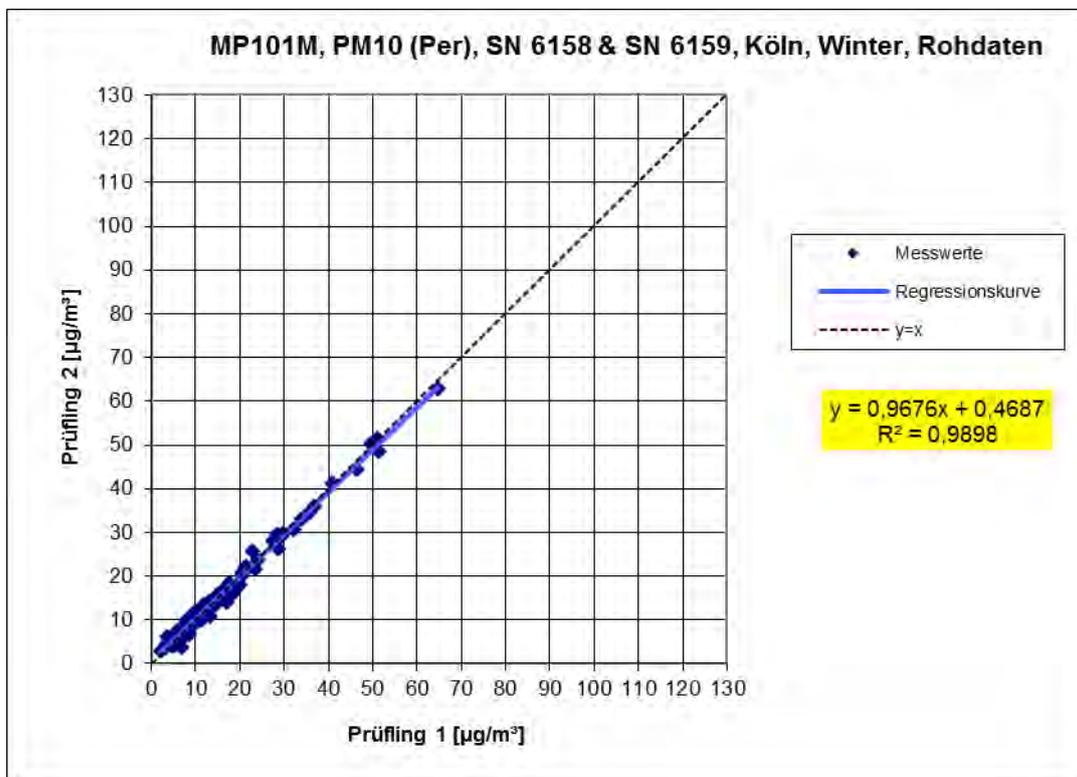


Abbildung 23: Ergebnis der Parallelmessungen, Köln, Winter, Per.

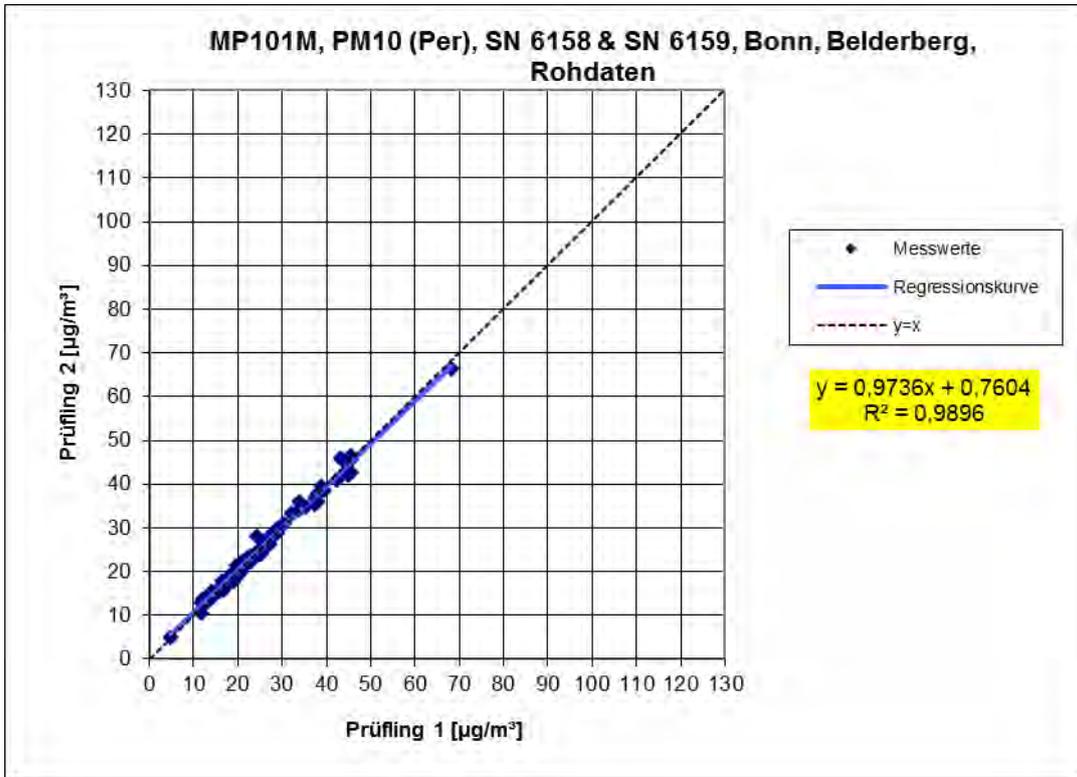


Abbildung 24: Ergebnis der Parallelmessungen, Bonn-Belderberg, Per.

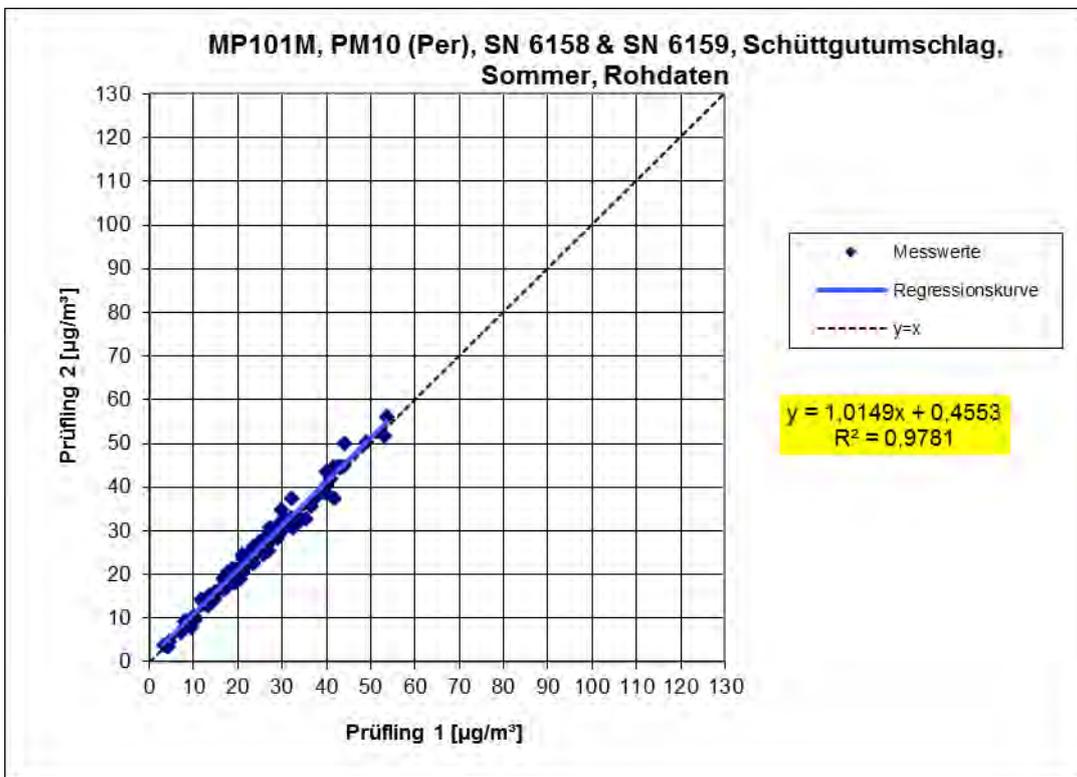


Abbildung 25: Ergebnis der Parallelmessungen, Schüttgutumschlag, Sommer, Per.

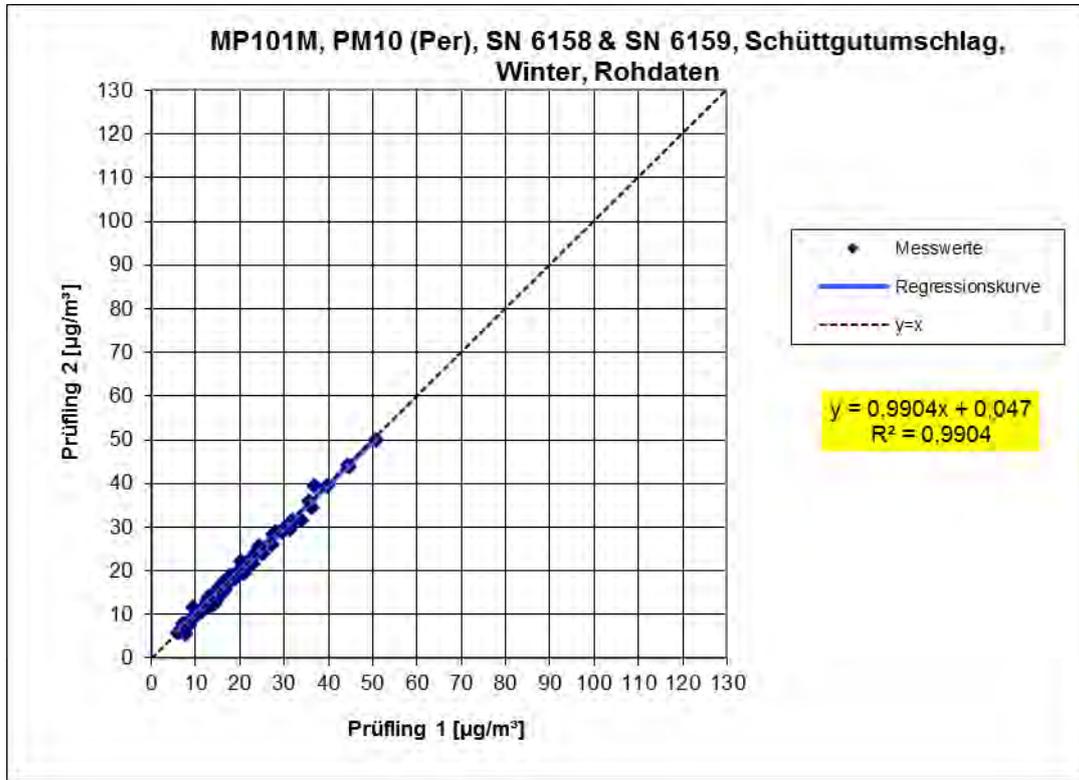


Abbildung 26: Ergebnis der Parallelmessungen, Schüttgutumschlag, Winter, Per.

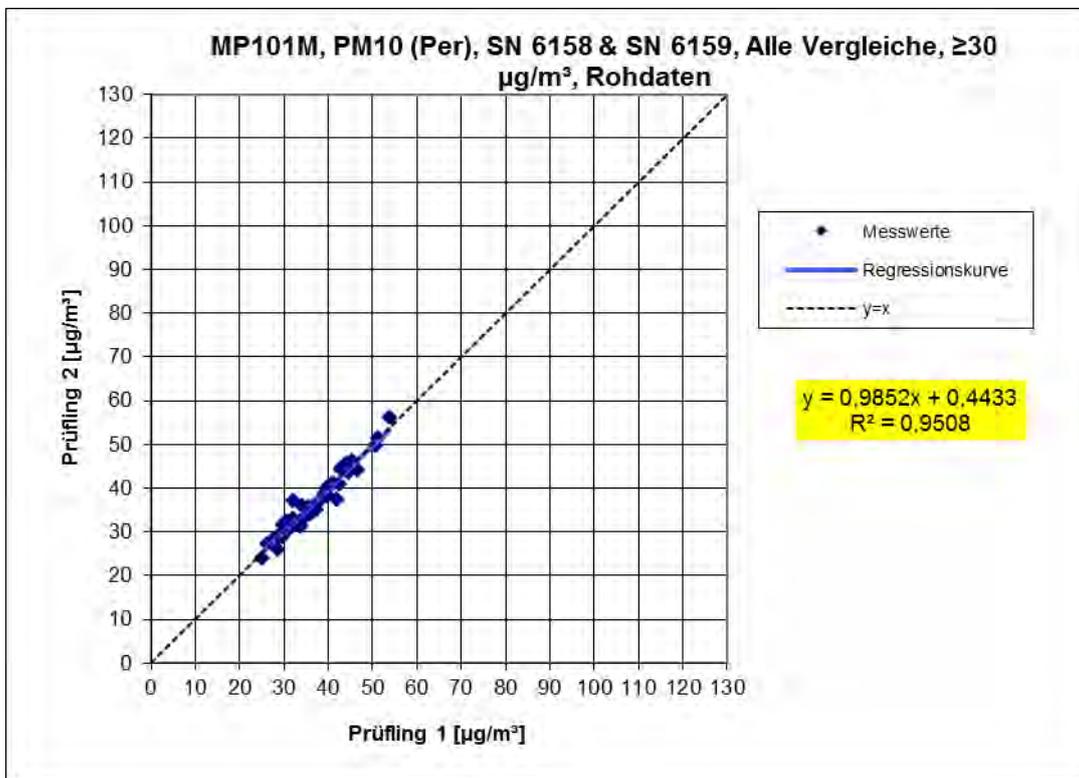


Abbildung 27: Ergebnis der Parallelmessungen, alle Standorte, Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Per.

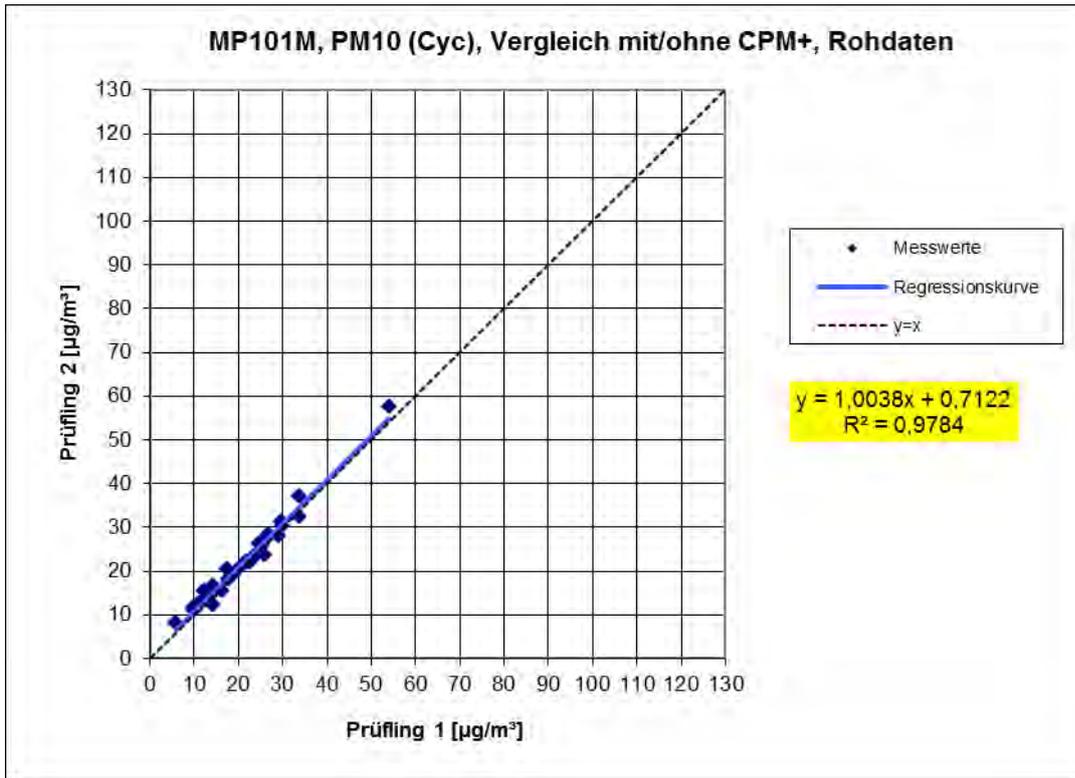


Abbildung 28: Ergebnis der Vergleichsmessungen mit/ohne CPM+ Modul, Cyc.

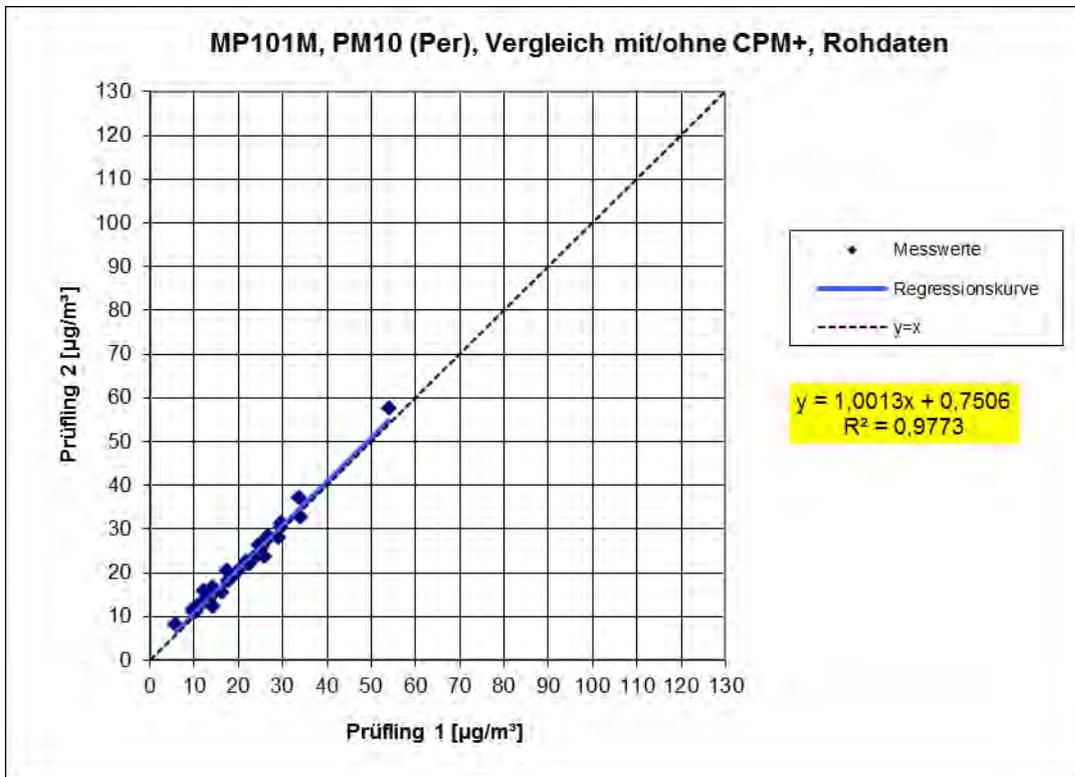


Abbildung 29: Ergebnis der Vergleichsmessungen mit/ohne CPM+ Modul, Per.

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_{2,5} und PM₁₀ Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als 28 µg/m³ für PM₁₀. 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 26,4 % (entspricht 55 > 32 Messwertpaaren) der Messwerte über 28 µg/m³ für PM₁₀. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

6.4 Auswertung

[DIN EN 16450 Punkt 7.5.8.3]

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

Die Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten $u_{bs, RM}$ wird analog der Unsicherheit zwischen den Prüflingen bestimmt und muss $\leq 2,0$ µg/m³ sein.

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

[DIN EN 16450 Punkt 7.5.8.5 & 7.5.8.6]

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

Die Regression wird berechnet für:

- Alle Standorte bzw. Vergleiche gemeinsam
- Jeden Standort bzw. Vergleich einzeln
- Für einen reduzierten Datensatz, der nur Staubkonzentrationen größer als oder gleich 30 µg/m³ für PM₁₀ berücksichtigt, vorausgesetzt, der Teilsatz enthält mindestens 40 valide Datenpaare.

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 = Tagesgrenzwert für PM₁₀ (50 µg/m³)

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 30 µg/m³ für PM₁₀ 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 Achsabschnitts 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 $\text{PM}_{2,5}$ sowie auf einem Level von $L = 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} 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 unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit W_{dqq} von 25 % für Feinstaub. Da der Achsenabschnitt von Gerät 1 signifikant von 0 verschieden ist, ist die Anwendung von Korrekturfaktoren ist gemäß Punkt 6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen entsprechend vorzunehmen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Nachfolgende Tabelle 22 sowie Tabelle 23 zeigen einen Überblick über alle Ergebnisse der Äquivalenzprüfung. Auf dieser Seite sind die Ergebnisse für beide Geräte zusammen für alle 4 Standorte zusammen und für alle Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dargestellt. Auf der nächsten Seite sind die Ergebnisse für jedes Gerät einzeln für jeden Standort, für alle Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und für alle 4 Standorte zusammen dargestellt.

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

Tabelle 22: Übersicht Äquivalenzprüfung, Cyc.

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfling	MP101M, PM10 (Cyc)	SN	SN 6158 & SN 6159	
Status Messwerte	Rohdaten	Grenzwert erlaubte Unsicherheit	50 25	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ %
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,94			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
SN 6158 & SN 6159				
Anzahl Wertepaare	208			
Steigung b	1,027			nicht signifikant
Unsicherheit von b	0,019			
Achsenabschnitt a	-0,859			nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,468			
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	11,33			%
Alle Vergleiche, $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,81			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,13			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
SN 6158 & SN 6159				
Anzahl Wertepaare	44			
Steigung b	1,043			
Unsicherheit von b	0,080			
Achsenabschnitt a	-2,379			
Unsicherheit von a	3,020			
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	14,91			%

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfung	MP101M, PM10 (Cyc)		SN	SN 6158 & SN 6159
Status Messwerte	Rohdaten		Grenzwert erlaubte Unsicherheit	50 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ %
Köln, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,40	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,86	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	57		57	
Steigung b	0,967		0,936	
Unsicherheit von b	0,026		0,024	
Achsabschnitt a	-1,365		-0,862	
Unsicherheit von a	0,572		0,533	
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	14,91	%	18,25	%
Bonn, Belderberg				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,94	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,77	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	40		40	
Steigung b	1,026		1,028	
Unsicherheit von b	0,027		0,032	
Achsabschnitt a	0,527		0,643	
Unsicherheit von a	0,703		0,808	
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	9,05	%	10,38	%
Schüttgutumschlag, Sommer				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,60	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,21	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	66		66	
Steigung b	1,116		1,109	
Unsicherheit von b	0,045		0,036	
Achsabschnitt a	-1,746		-0,942	
Unsicherheit von a	1,111		0,888	
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	20,16	%	20,40	%
Schüttgutumschlag, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,50	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,65	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	45		45	
Steigung b	0,931		0,919	
Unsicherheit von b	0,033		0,033	
Achsabschnitt a	0,174		0,146	
Unsicherheit von a	0,852		0,834	
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	16,38	%	18,31	%
Alle Vergleiche, $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,81	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,13	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	44		44	
Steigung b	1,045		1,056	
Unsicherheit von b	0,080		0,084	
Achsabschnitt a	-2,433		-2,911	
Unsicherheit von a	3,020		3,17	
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	14,89	%	15,70	%
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,94	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	208		208	
Steigung b	1,032	nicht signifikant	1,027	nicht signifikant
Unsicherheit von b	0,020		0,020	
Achsabschnitt a	-1,041	signifikant	-0,766	nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,478		0,482	
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	11,61	%	11,70	%

Tabelle 23: Übersicht Äquivalenzprüfung, Per.

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfung	MP101M, PM10 (Per)	SN	SN 6158 & SN 6159	
Status Messwerte	Rohdaten	Grenzwert erlaubte Unsicherheit	50 25	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ %
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,95			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
SN 6158 & SN 6159				
Anzahl Wertepaare	208			
Steigung b	1,029			nicht signifikant
Unsicherheit von b	0,019			
Achsabschnitt a	-0,882			nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,474			
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	11,50			%
Alle Vergleiche, $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,81			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,14			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
SN 6158 & SN 6159				
Anzahl Wertepaare	44			
Steigung b	1,047			
Unsicherheit von b	0,081			
Achsabschnitt a	-2,545			
Unsicherheit von a	3,079			
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	15,21			%

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfung	MP101M, PM10 (Per)		SN	SN 6158 & SN 6159
Status Messwerte	Rohdaten		Grenzwert erlaubte Unsicherheit	50 25 µg/m³ %
Köln, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,40	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,89	µg/m³		
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	57		57	
Steigung b	0,968		0,936	
Unsicherheit von b	0,026		0,024	
Achsabschnitt a	-1,377		-0,869	
Unsicherheit von a	0,577		0,538	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	14,96	%	18,36	%
Bonn, Belderberg				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,94	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,78	µg/m³		
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	40		40	
Steigung b	1,033		1,039	
Unsicherheit von b	0,029		0,034	
Achsabschnitt a	0,389		0,420	
Unsicherheit von a	0,753		0,876	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	10,10	%	11,78	%
Schüttgutumschlag, Sommer				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,60	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,20	µg/m³		
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	66		66	
Steigung b	1,116		1,109	
Unsicherheit von b	0,045		0,036	
Achsabschnitt a	-1,721		-0,934	
Unsicherheit von a	1,116		0,894	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	20,20	%	20,45	%
Schüttgutumschlag, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,50	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,67	µg/m³		
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	45		45	
Steigung b	0,930		0,918	
Unsicherheit von b	0,034		0,033	
Achsabschnitt a	0,209		0,164	
Unsicherheit von a	0,858		0,841	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	16,47	%	18,42	%
Alle Vergleiche, ≥30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,81	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,14	µg/m³		
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	44		44	
Steigung b	1,049		1,062	
Unsicherheit von b	0,081		0,085	
Achsabschnitt a	-2,542		-3,149	
Unsicherheit von a	3,066		3,24	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	15,13	%	16,08	%
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62	µg/m³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,95	µg/m³		
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	208		208	
Steigung b	1,034	nicht signifikant	1,028	nicht signifikant
Unsicherheit von b	0,020		0,020	
Achsabschnitt a	-1,057	signifikant	-0,799	nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,483		0,488	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	11,78	%	11,90	%

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

- Kriterium 1: Mehr als 20 % der Daten sind größer als $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
 - Kriterium 2: Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ist kleiner als $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
 - Kriterium 3: Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten ist kleiner als $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
 - Kriterium 4: Alle erweiterten Unsicherheiten liegen unter 25 %.
 - Kriterium 5: Bei einem Prüfling ist die Steigung bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes signifikant größer als erlaubt.
- Weitere: Es ergibt sich für den Gesamtdatensatz für beide Prüflinge gemeinsam eine Steigung von 1,027 (Cyc.) bzw. von 1,029 (Per.) und einen Achsenabschnitt von -0,859 (Cyc.) bzw. -0,882 (Per) bei einer erweiterten Gesamtunsicherheit von 11,33 % (Cyc.) bzw. 11,50 % (Per.).

Der Achsenabschnitt bei Gerät 1 ist mit -1,041 (Cyc.) bzw. mit 1,057 (Per.) signifikant von 0 abweichend. Es erfolgt daher unter Kapitel 6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen eine zusätzliche Auswertung unter Anwendung des entsprechenden Kalibrierfaktors auf die Datensätze.

Es ist an dieser Stelle zu beachten, dass die ermittelten Unsicherheiten W_{AMS} für PM_{10} auch ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit W_{dqo} von 25 % für Feinstaub liegen.

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 24 zeigt einen Überblick über die Unsicherheiten zwischen den Referenzgeräten $u_{\text{bs, RM}}$ aus den Felduntersuchungen.

Tabelle 24: Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten $u_{\text{bs, RM}}$

Referenz-Geräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{\text{bs, RM}}$
Nr.			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 / 2	Köln, Winter	57	0,40
1 / 2	Bonn, Belderberg	40	0,94
1 / 2	Schüttgutumschlag, Sommer	66	0,60
1 / 2	Schüttgutumschlag, Sommer	45	0,50
1 / 2	Alle Standorte	208	0,62

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

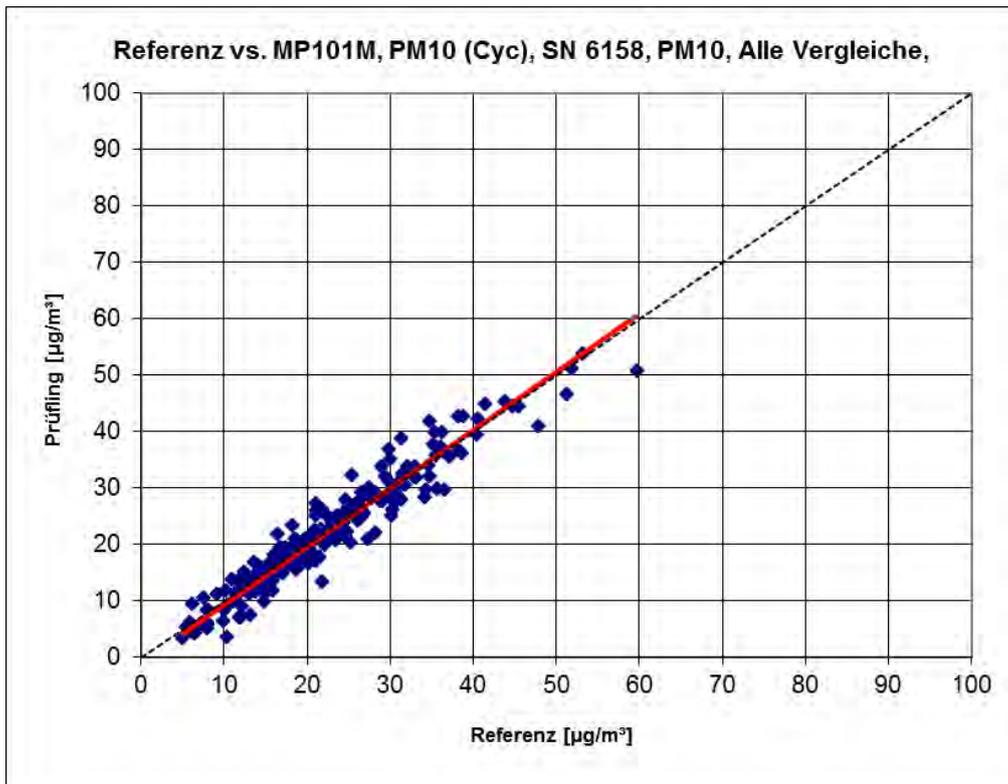


Abbildung 30: Referenz vs. Testgerät, SN 6158, alle Standorte, Cyc.

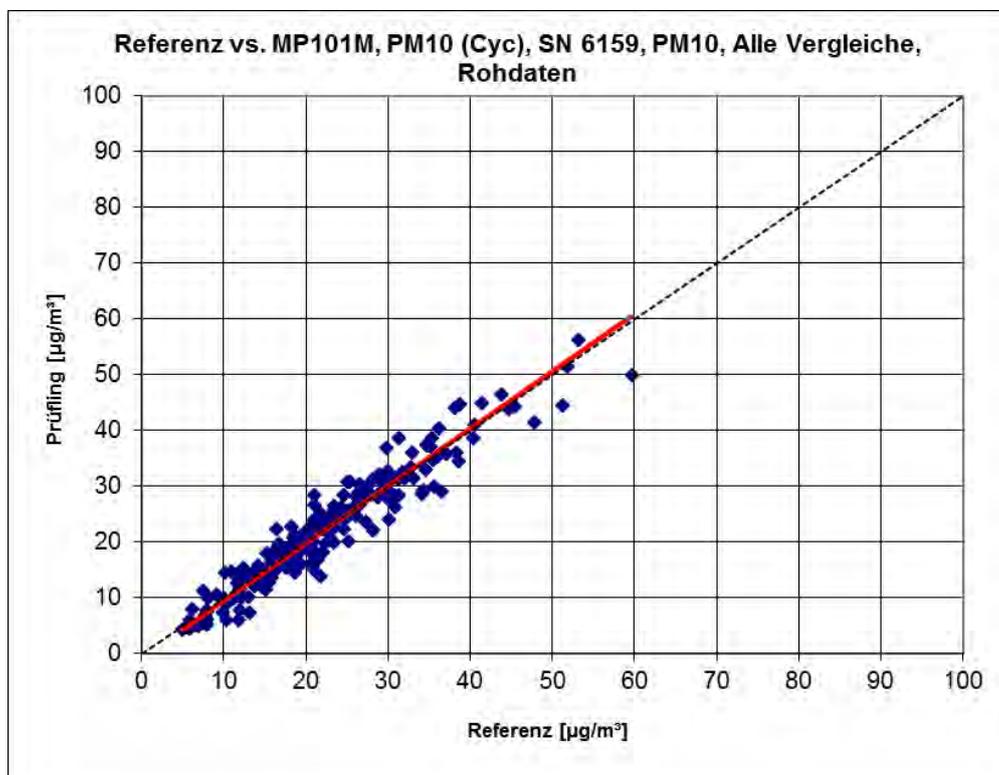


Abbildung 31: Referenz vs. Testgerät, SN 6159, alle Standorte, Cyc.

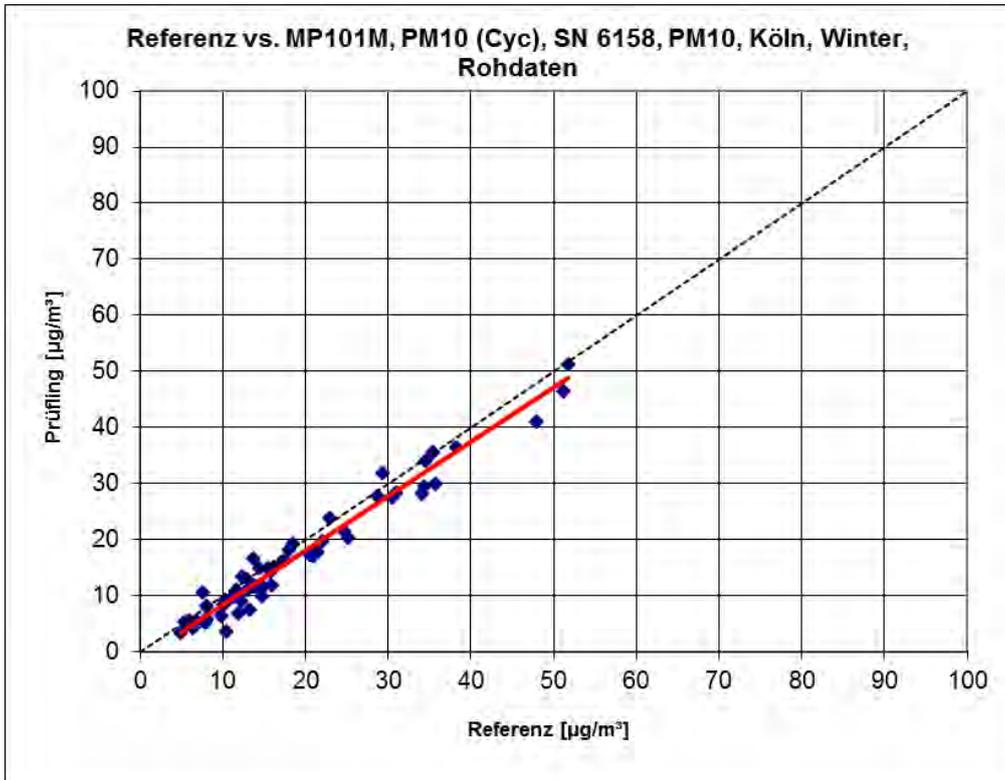


Abbildung 32: Referenz vs. Testgerät, SN 6158, Köln, Winter, Cyc.

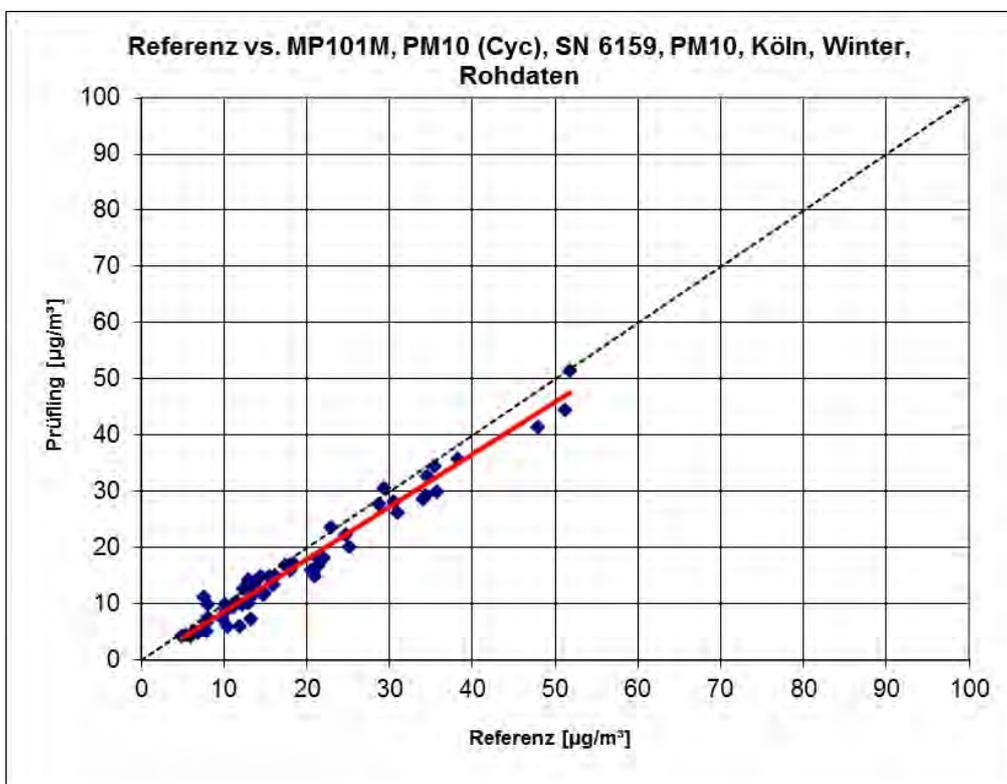


Abbildung 33: Referenz vs. Testgerät, SN 6159, Köln, Winter, Cyc.

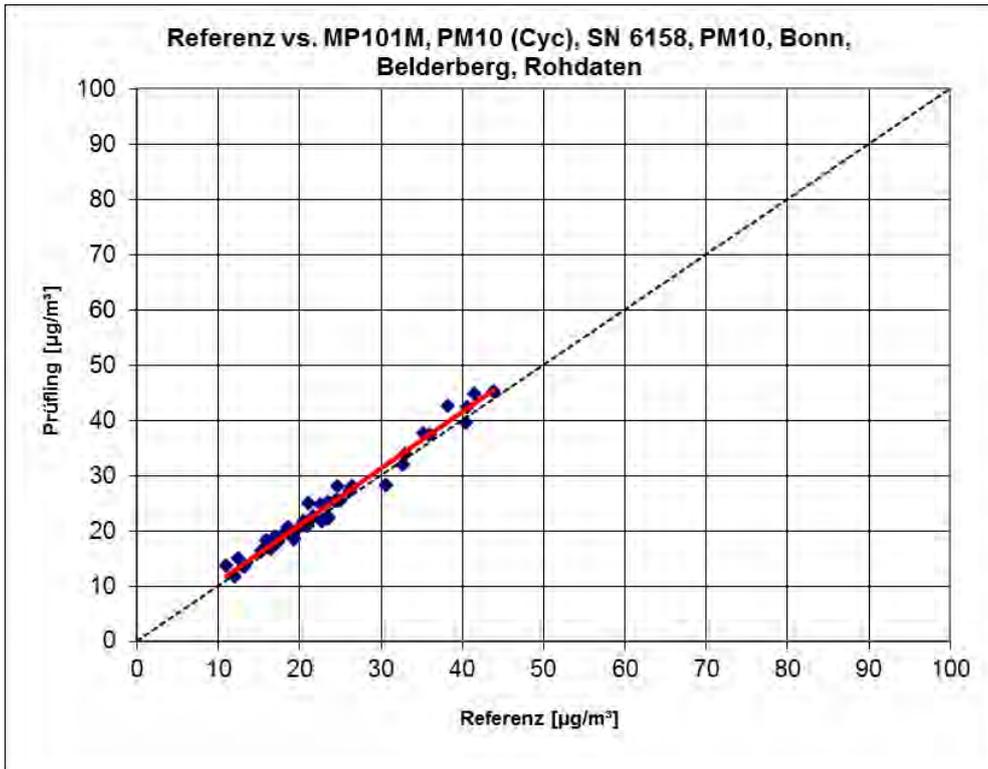


Abbildung 34: Referenz vs. Testgerät, SN 6158, Bonn-Belderberg, Cyc.

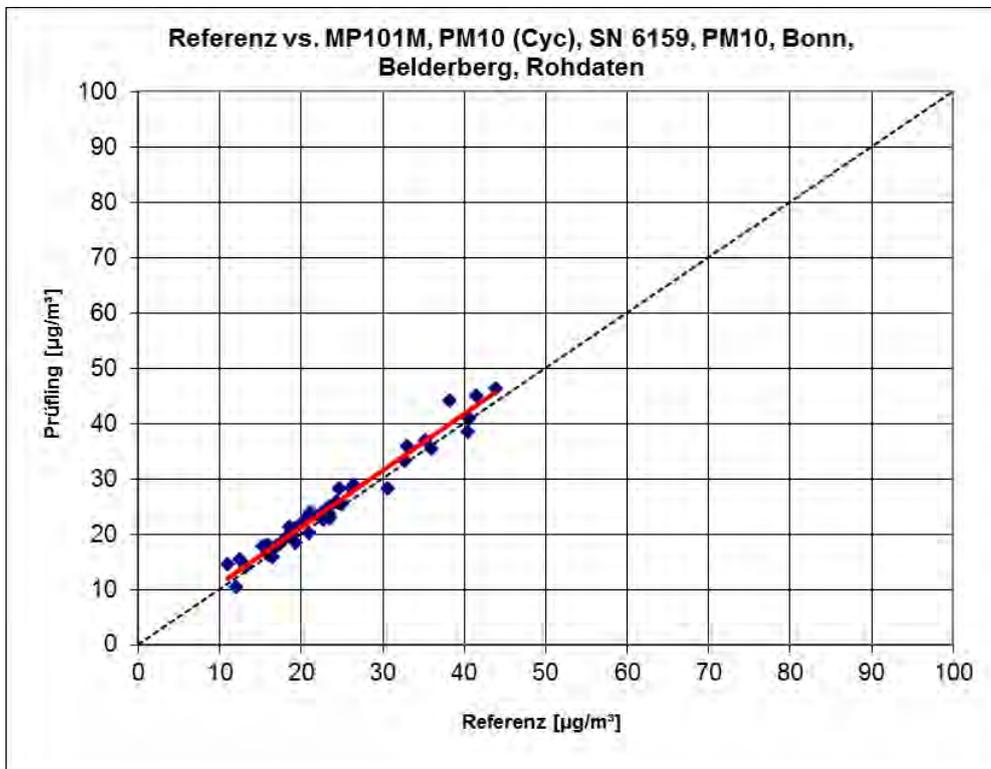


Abbildung 35: Referenz vs. Testgerät, SN 6159, Bonn-Belderberg, Cyc.

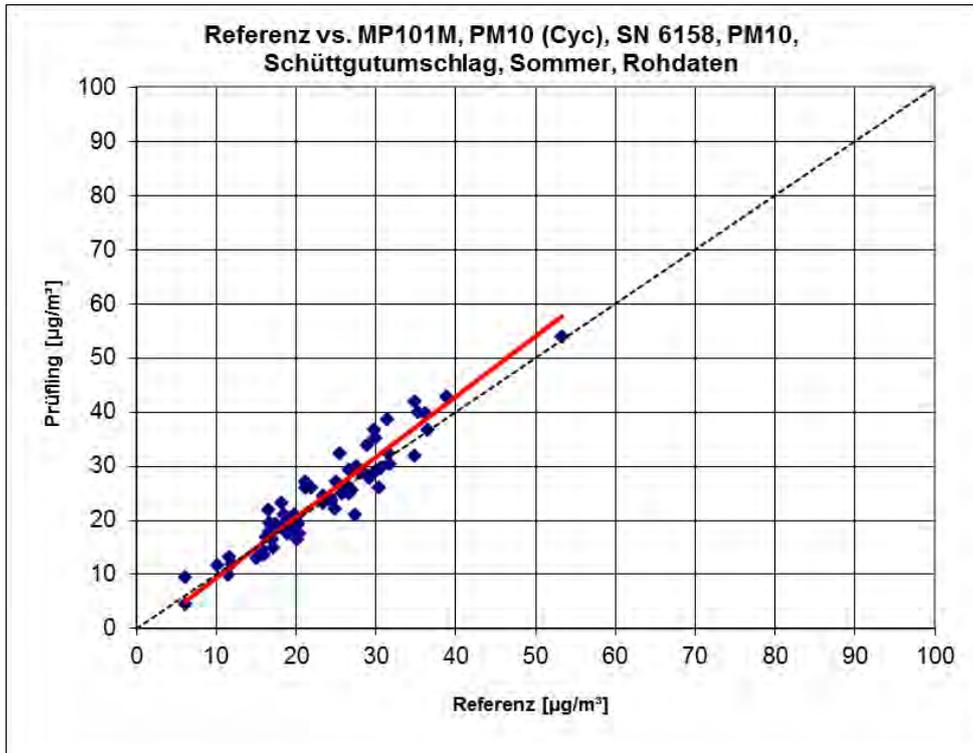


Abbildung 36: Referenz vs. Testgerät, SN 6158, Schüttgutumschlag, Sommer, Cyc.

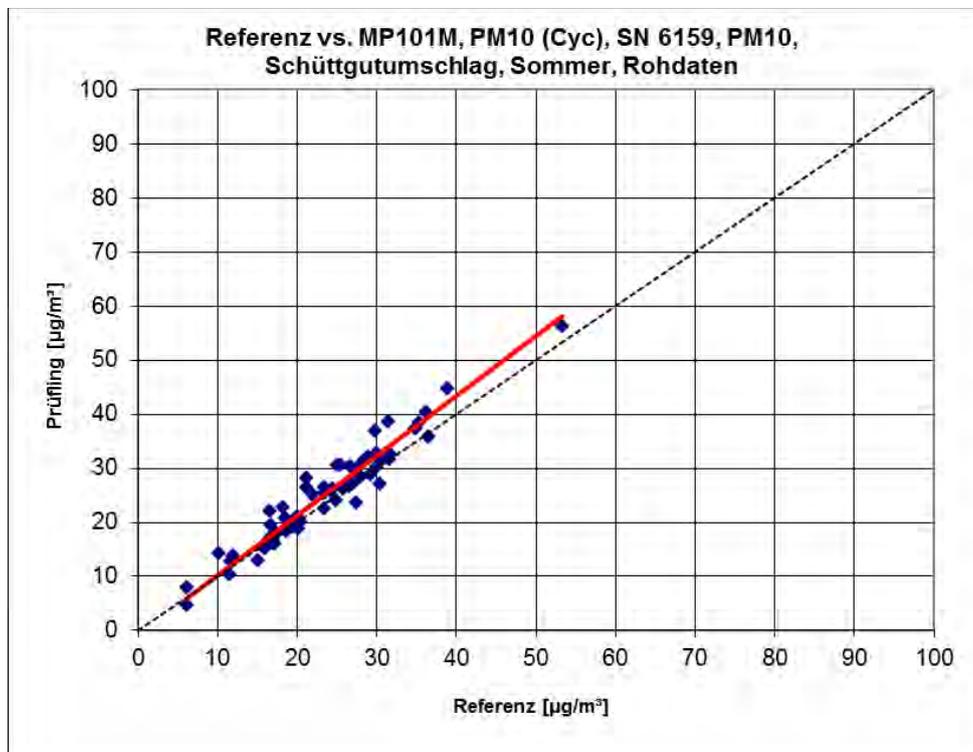


Abbildung 37: Referenz vs. Testgerät, SN 6159, Schüttgutumschlag, Sommer, Cyc.

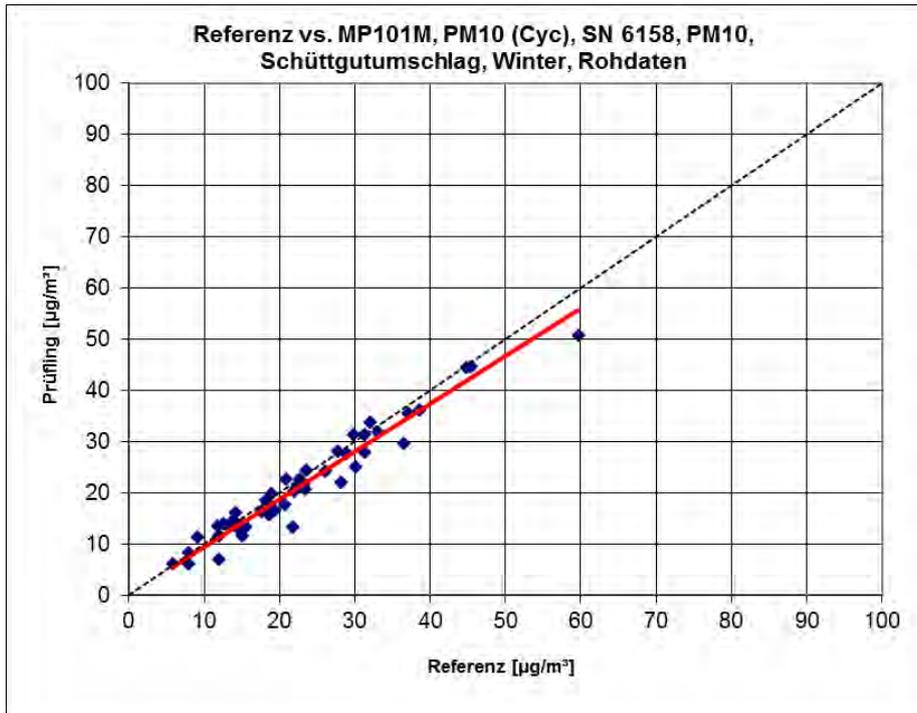


Abbildung 38: Referenz vs. Testgerät, SN 6158, Schüttgutumschlag, Winter, Cyc.

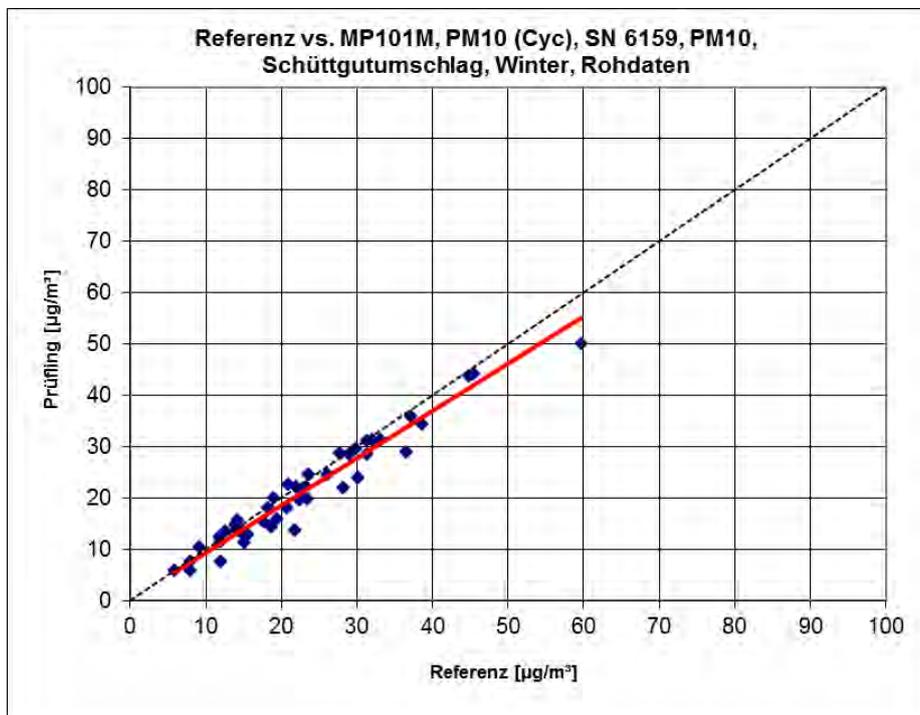


Abbildung 39: Referenz vs. Testgerät, SN 6159, Schüttgutumschlag, Winter, Cyc.

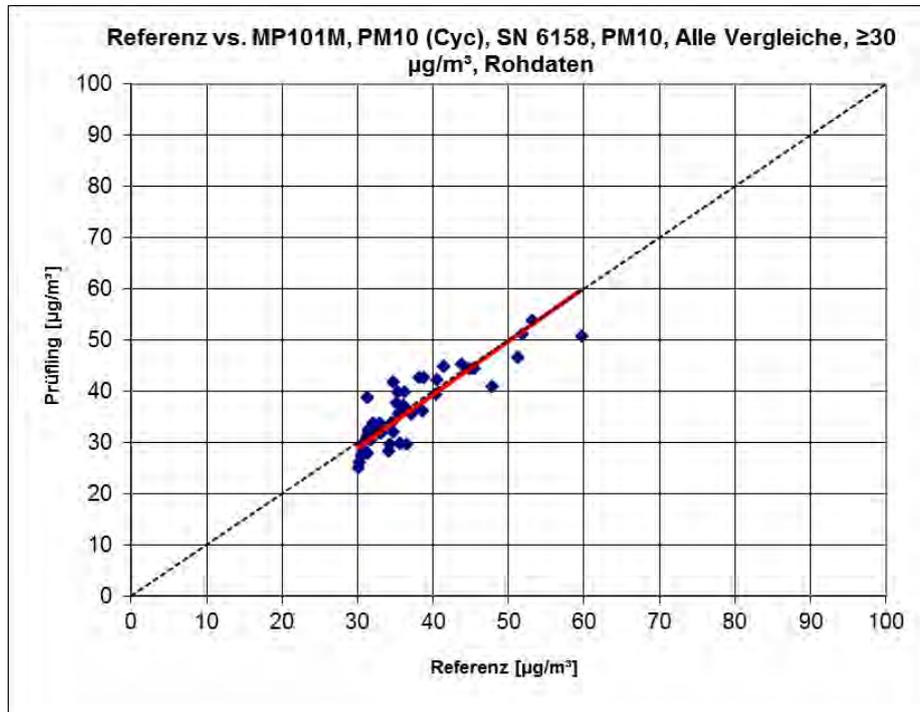


Abbildung 40: Referenz vs. Testgerät, SN 6158, Werte ≥ 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Cyc.

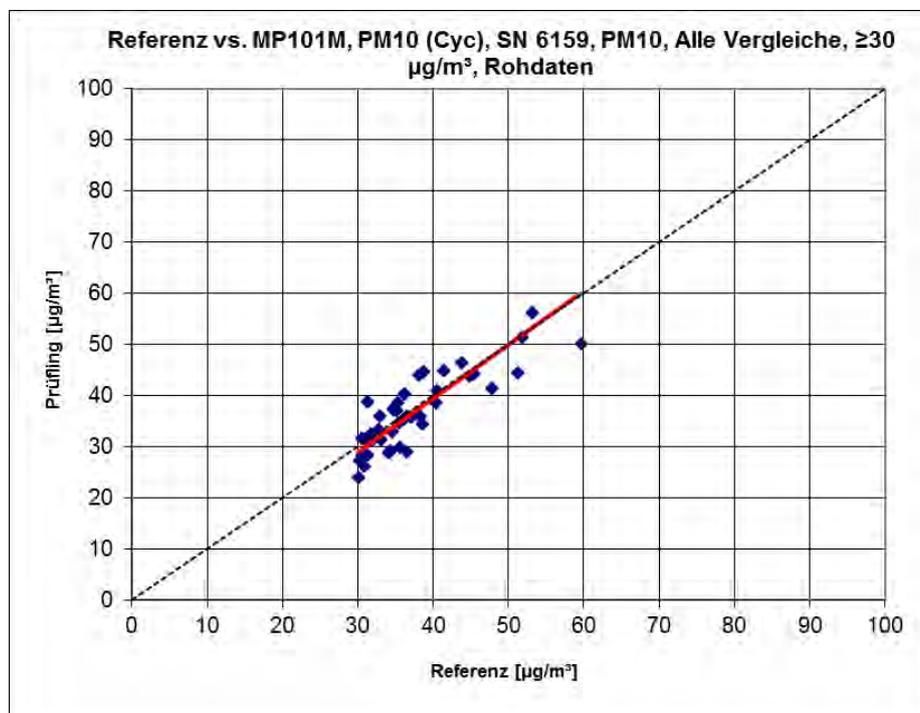


Abbildung 41: Referenz vs. Testgerät, SN 6159, Werte ≥ 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Cyc.

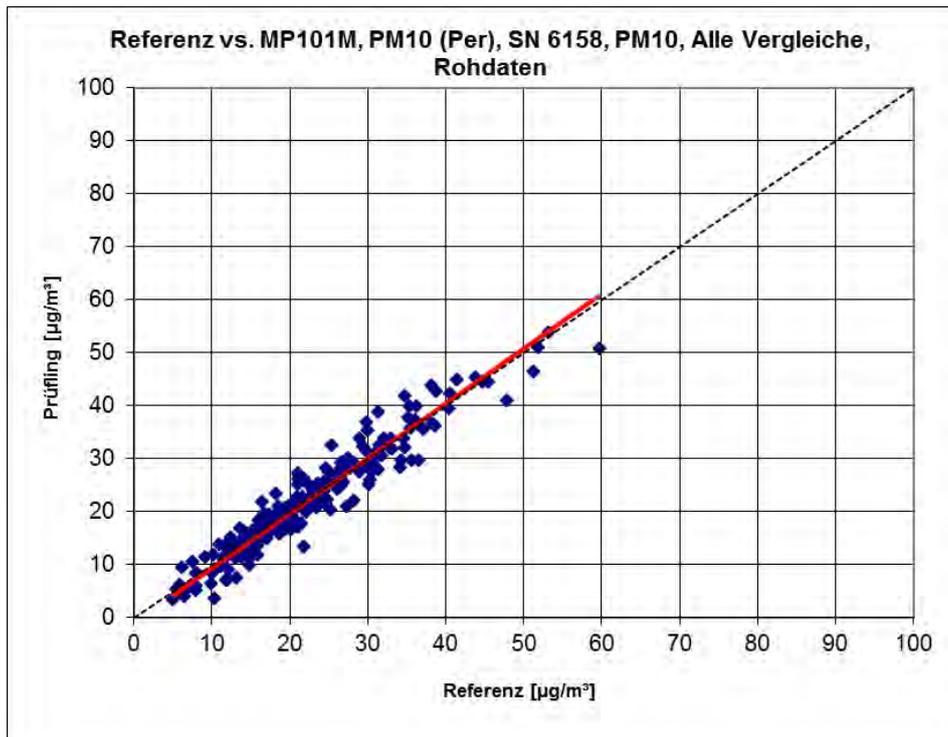


Abbildung 42: Referenz vs. Testgerät, SN 6158, alle Standorte, Per.

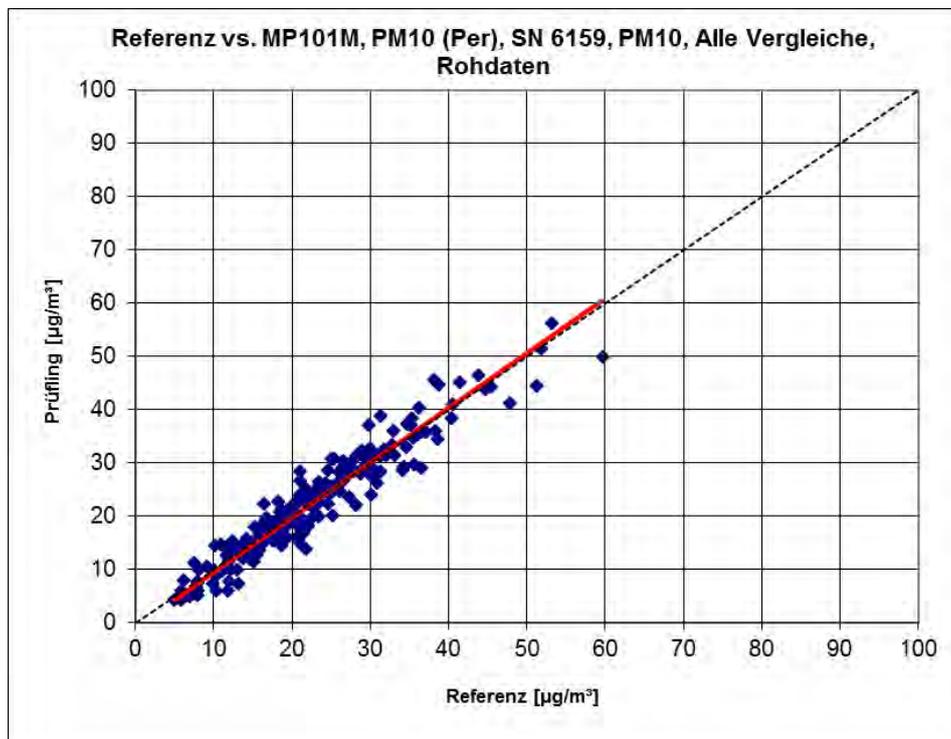


Abbildung 43: Referenz vs. Testgerät, SN 6159, alle Standorte, Per.

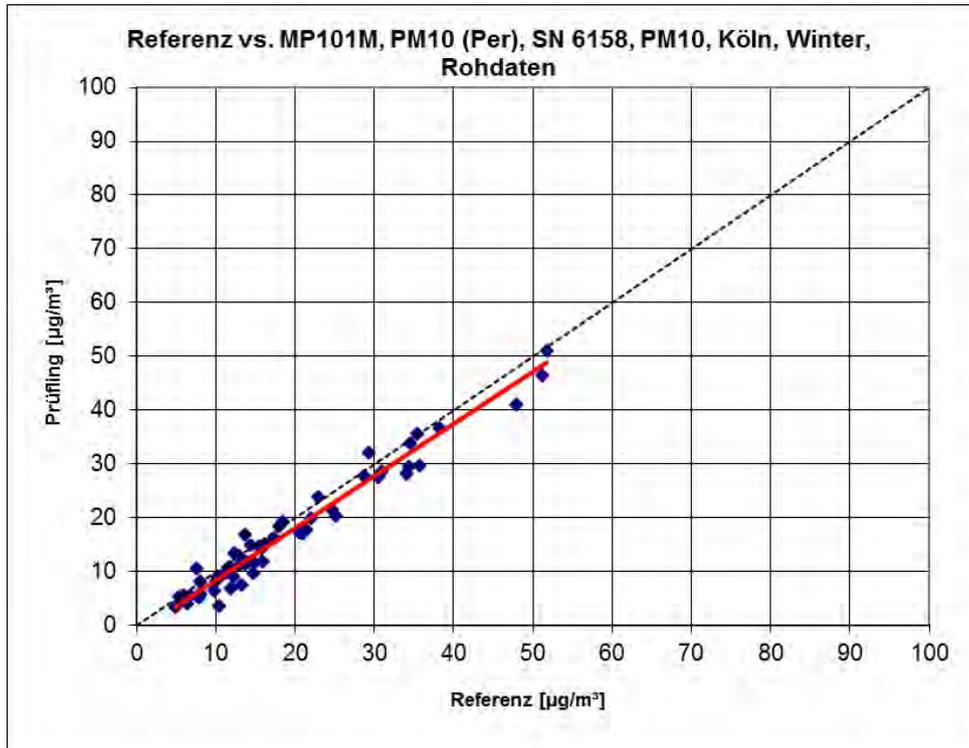


Abbildung 44: Referenz vs. Testgerät, SN 6158, Köln, Winter, Per.

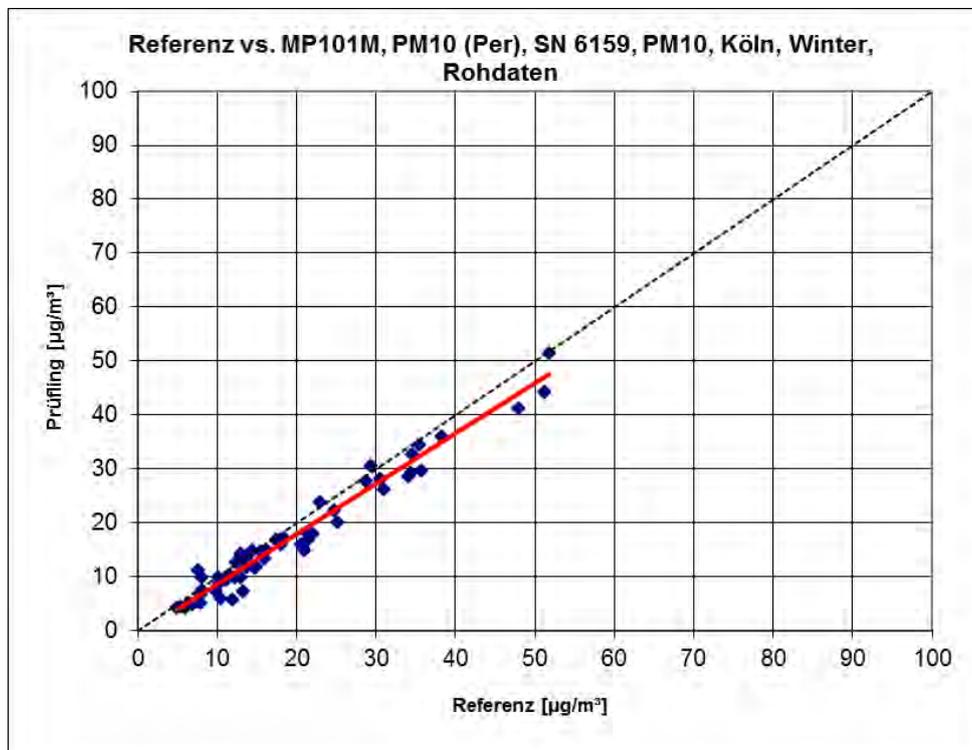


Abbildung 45: Referenz vs. Testgerät, SN 6159, Köln, Winter, Per.

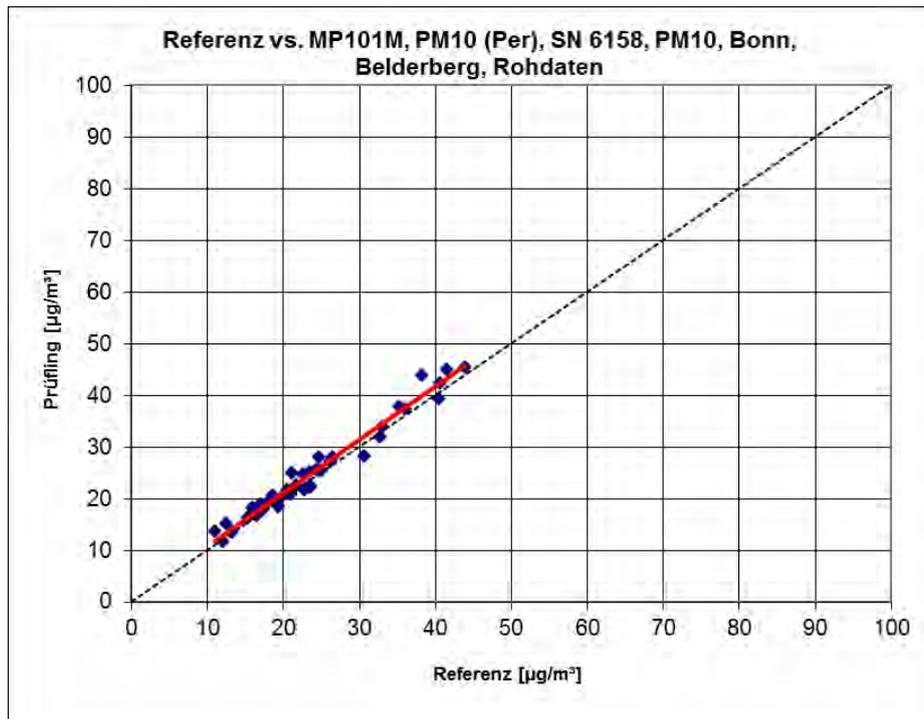


Abbildung 46: Referenz vs. Testgerät, SN 6158, Bonn-Belderberg, Per.

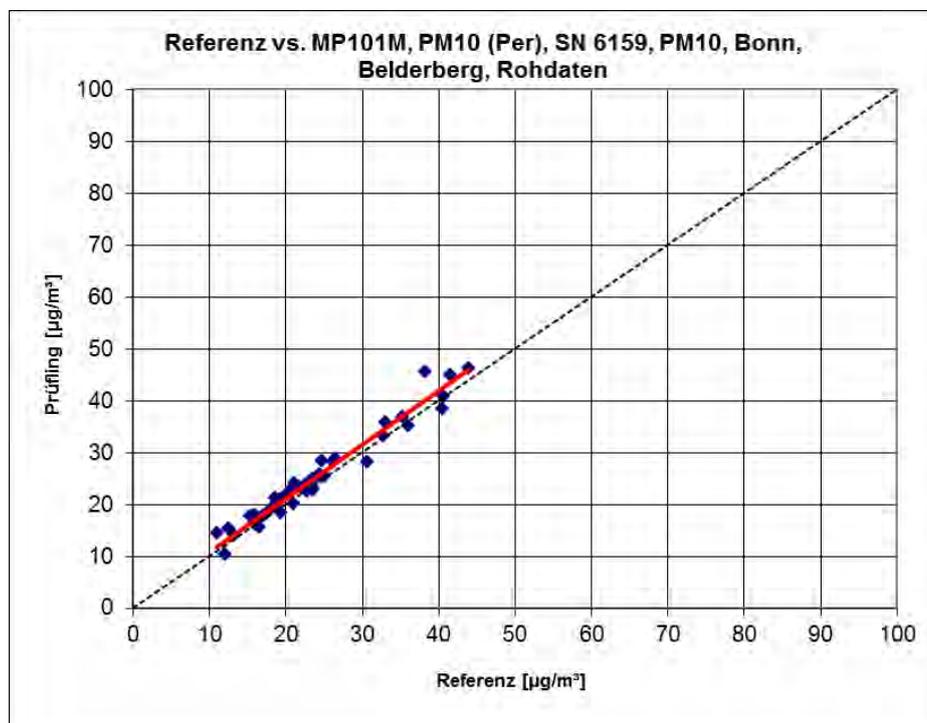


Abbildung 47: Referenz vs. Testgerät, SN 6159, Bonn-Belderberg, Per.

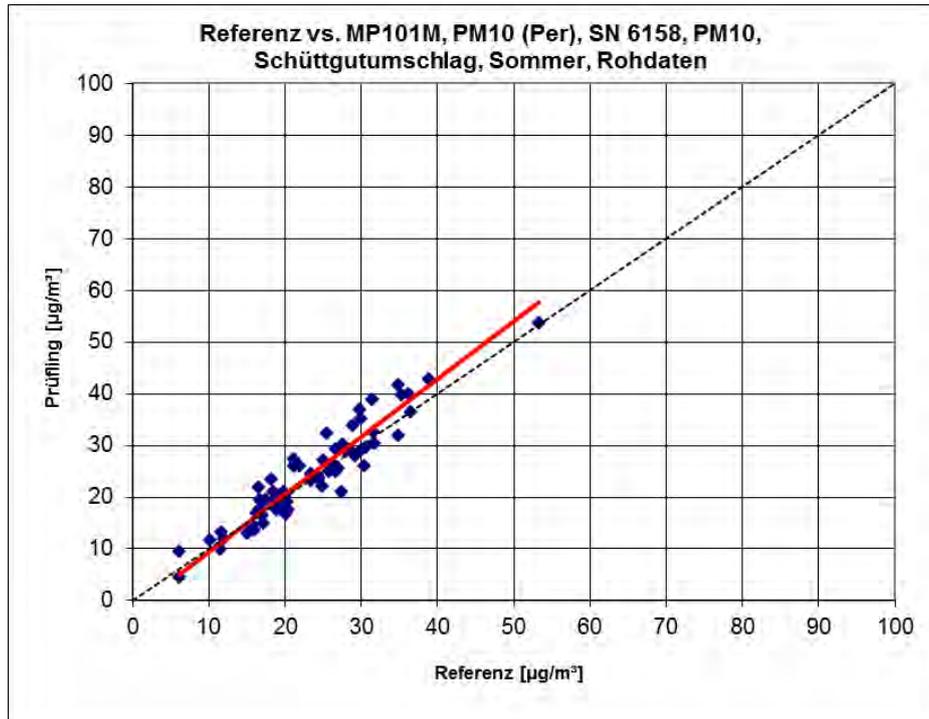


Abbildung 48: Referenz vs. Testgerät, SN 6158, Schüttgutumschlag, Sommer, Per.

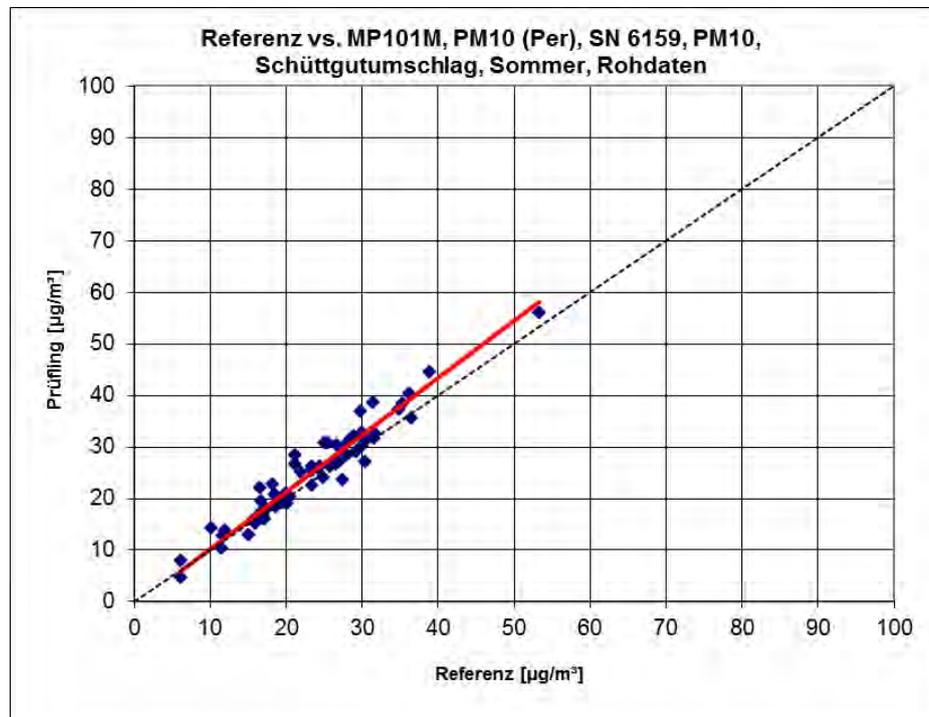


Abbildung 49: Referenz vs. Testgerät, SN 6159, Schüttgutumschlag, Sommer, Per.

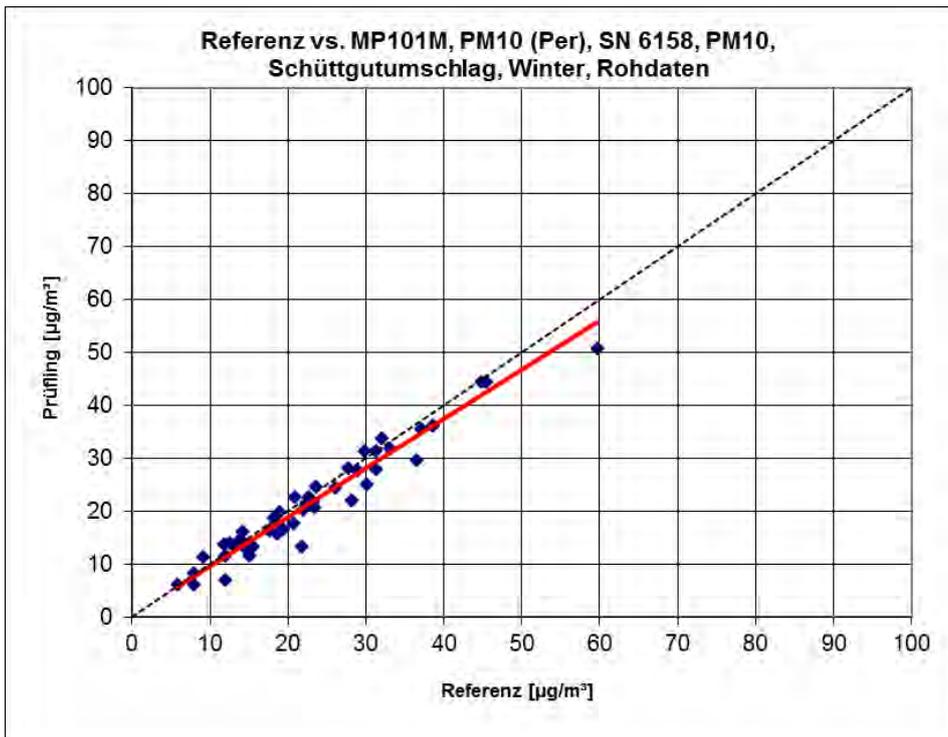


Abbildung 50: Referenz vs. Testgerät, SN 6158, Schüttgutumschlag, Winter, Per.

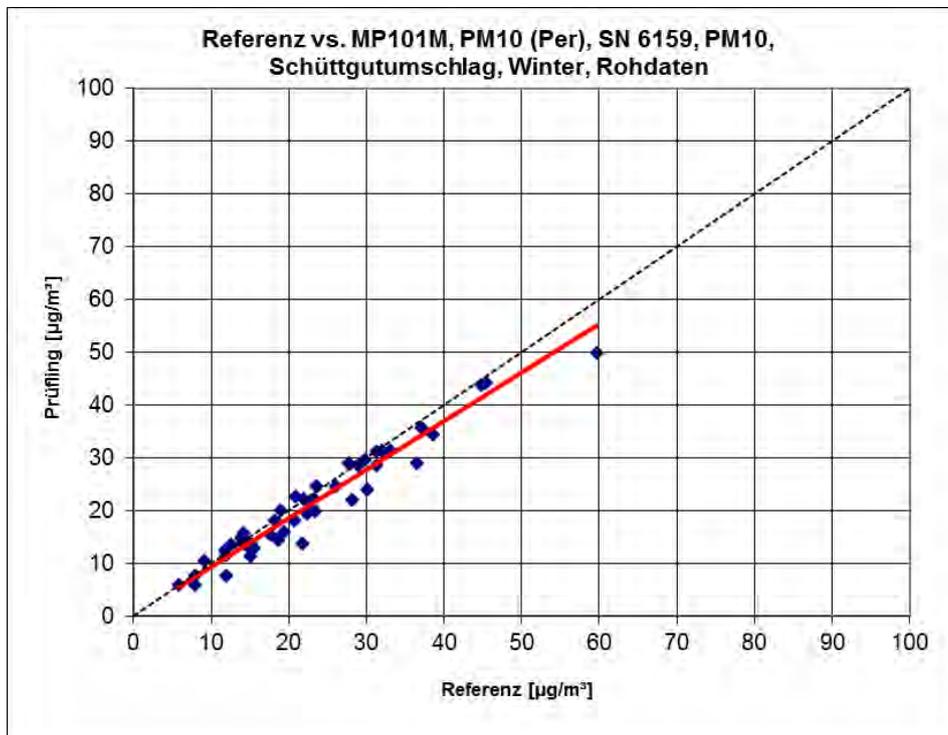


Abbildung 51: Referenz vs. Testgerät, SN 6159, Schüttgutumschlag, Winter, Per.

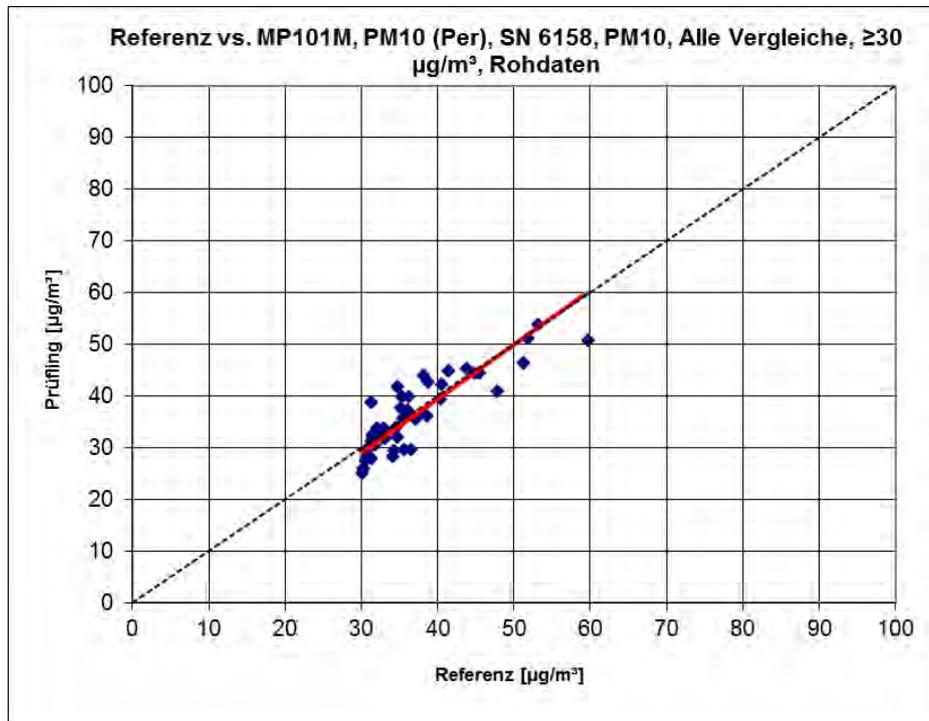


Abbildung 52: Referenz vs. Testgerät, SN 6158, Werte ≥ 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Per.

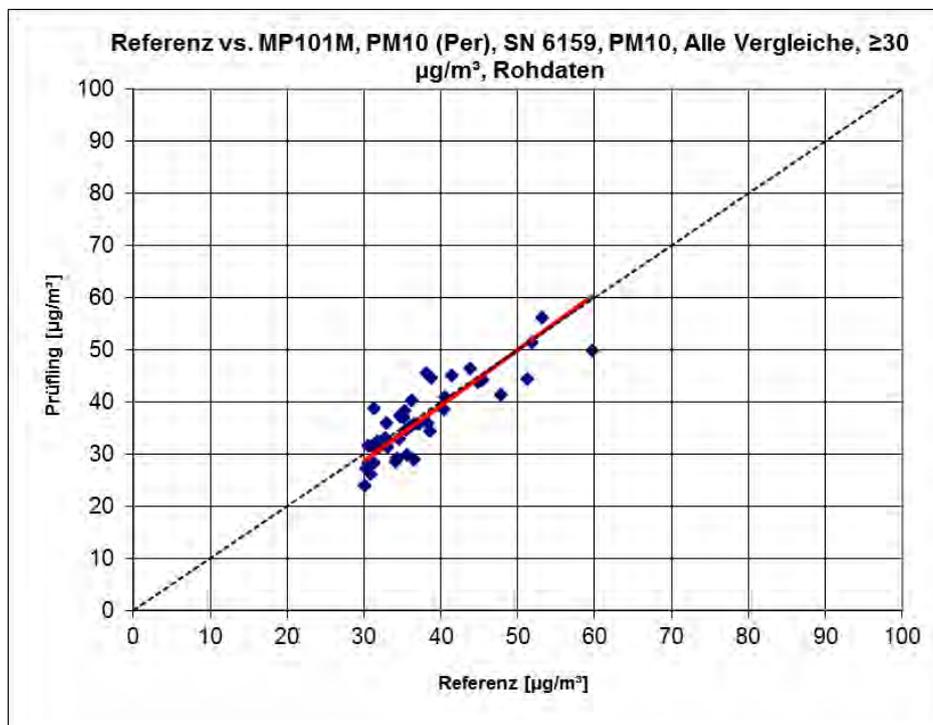


Abbildung 53: Referenz vs. Testgerät, SN 6159, Werte ≥ 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Per.

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 Achsenabschnitten 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. Die Anforderungen werden auch ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren erfüllt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Die Auswertung des Gesamtdatensatzes ergibt, dass der Achsenabschnitt von Gerät 1 signifikant von 0 verschieden ist.

Der Achsenabschnitt bei Gerät 1 ist mit -1,041 (Cyc.) bzw. mit 1,057 (Per.) signifikant von 0 abweichend. Der Achsenabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei -0,859 (Cyc.) bzw. -0,882 (Per); jeweils nicht signifikant abweichend.

Es wurde eine Achsenabschnittskorrektur des gesamten Datensatzes 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 11,33 % (Cyc.) bzw. 11,50 % (Per.) (unkorrigierter Datensatz) respektive 12,56 % (Cyc.) bzw. 12,82 % (Per.) (Datensatz nach Achsenabschnittskorrektur), was eine jährliche Überprüfung an 3 Messorten erfordern würde.

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 25 und Tabelle 26 zeigen die Ergebnisse der Auswertungen der Äquivalenzprüfung nach Anwendung der Korrekturfaktoren auf den Gesamtdatensatz.

Tabelle 25: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, nach Korrektur Achsenabschnitt, Cyc.

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfung	MP101M, PM10 (Cyc)	SN	SN 6158 & SN 6159	
Status Messwerte	Rohdaten	Grenzwert erlaubte Unsicherheit	50 25	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ %
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,94			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
SN 6158 & SN 6159				
Anzahl Wertepaare	208			
Steigung b	1,027			nicht signifikant
Unsicherheit von b	0,019			
Achsabschnitt a	0,000			nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,468			
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	12,56			%
Alle Vergleiche, $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,81			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,13			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
SN 6158 & SN 6159				
Anzahl Wertepaare	44			
Steigung b	1,043			
Unsicherheit von b	0,080			
Achsabschnitt a	-1,534			
Unsicherheit von a	3,018			
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	15,18			%

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfung	MP101M, PM10 (Cyc)		SN	SN 6158 & SN 6159
Status Messwerte	Rohdaten		Grenzwert erlaubte Unsicherheit	50 25 µg/m³ %
Köln, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,40		µg/m³	
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,86		µg/m³	
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	57		57	
Steigung b	0,967		0,936	
Unsicherheit von b	0,026		0,024	
Achsabschnitt a	-0,507		-0,003	
Unsicherheit von a	0,572		0,533	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	12,47	%	15,39	%
Bonn, Belderberg				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,94		µg/m³	
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,77		µg/m³	
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	40		40	
Steigung b	1,026		1,028	
Unsicherheit von b	0,027		0,032	
Achsabschnitt a	1,385		1,501	
Unsicherheit von a	0,703		0,808	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	12,13	%	13,38	%
Schüttgutumschlag, Sommer				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,60		µg/m³	
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,21		µg/m³	
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	66		66	
Steigung b	1,116		1,109	
Unsicherheit von b	0,045		0,036	
Achsabschnitt a	-0,888		-0,083	
Unsicherheit von a	1,111		0,888	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	23,09	%	23,57	%
Schüttgutumschlag, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,50		µg/m³	
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,65		µg/m³	
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	45		45	
Steigung b	0,931		0,919	
Unsicherheit von b	0,033		0,033	
Achsabschnitt a	1,033		1,004	
Unsicherheit von a	0,852		0,834	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	13,92	%	15,61	%
Alle Vergleiche, ≥30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,81		µg/m³	
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,13		µg/m³	
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	44		44	
Steigung b	1,046		1,056	
Unsicherheit von b	0,080		0,083	
Achsabschnitt a	-1,585		-2,067	
Unsicherheit von a	3,019		3,17	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	15,25	%	16,06	%
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62		µg/m³	
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,94		µg/m³	
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	208		208	
Steigung b	1,032	nicht signifikant	1,027	nicht signifikant
Unsicherheit von b	0,020		0,020	
Achsabschnitt a	-0,182	nicht signifikant	0,092	nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,478		0,482	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	12,89	%	12,95	%

Tabelle 26: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, nach Korrektur Achsenabschnitt, Per.

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfung	MP101M, PM10 (Per)	SN	SN 6158 & SN 6159	
Status Messwerte	Rohdaten	Grenzwert erlaubte Unsicherheit	50 25	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ %
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,95			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
SN 6158 & SN 6159				
Anzahl Wertepaare	208			
Steigung b	1,029			nicht signifikant
Unsicherheit von b	0,019			
Achsabschnitt a	0,000			nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,474			
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	12,82			%
Alle Vergleiche, $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,81			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,14			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
SN 6158 & SN 6159				
Anzahl Wertepaare	44			
Steigung b	1,047			
Unsicherheit von b	0,081			
Achsabschnitt a	-1,649			
Unsicherheit von a	3,077			
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	15,56			%

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfung	MP101M, PM10 (Per)		SN	SN 6158 & SN 6159
Status Messwerte	Rohdaten		Grenzwert erlaubte Unsicherheit	50 25 µg/m³ %
Köln, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,40		µg/m³	
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,89		µg/m³	
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	57		57	
Steigung b	0,968		0,936	
Unsicherheit von b	0,026		0,024	
Achsabschnitt a	-0,495		0,013	
Unsicherheit von a	0,577		0,538	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	12,47	%	15,42	%
Bonn, Belderberg				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,94		µg/m³	
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,78		µg/m³	
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	40		40	
Steigung b	1,033		1,039	
Unsicherheit von b	0,029		0,034	
Achsabschnitt a	1,271		1,302	
Unsicherheit von a	0,753		0,876	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	13,26	%	14,87	%
Schüttgutumschlag, Sommer				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,60		µg/m³	
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,20		µg/m³	
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	66		66	
Steigung b	1,116		1,109	
Unsicherheit von b	0,045		0,036	
Achsabschnitt a	-0,839		-0,052	
Unsicherheit von a	1,116		0,894	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	23,21	%	23,71	%
Schüttgutumschlag, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,50		µg/m³	
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,67		µg/m³	
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	45		45	
Steigung b	0,930		0,918	
Unsicherheit von b	0,034		0,033	
Achsabschnitt a	1,090		1,046	
Unsicherheit von a	0,858		0,841	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	13,96	%	15,66	%
Alle Vergleiche, ≥30 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,81		µg/m³	
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,14		µg/m³	
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	44		44	
Steigung b	1,048		1,062	
Unsicherheit von b	0,081		0,085	
Achsabschnitt a	-1,653		-2,244	
Unsicherheit von a	3,064		3,24	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	15,54	%	16,53	%
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,62		µg/m³	
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,95		µg/m³	
	SN 6158		SN 6159	
Anzahl Wertepaare	208		208	
Steigung b	1,034	nicht signifikant	1,028	nicht signifikant
Unsicherheit von b	0,020		0,020	
Achsabschnitt a	-0,175	nicht signifikant	0,082	nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,483		0,488	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	13,14	%	13,23	%

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 Monat (Reinigung des Probenahmekopfes).

6.5 Bewertung

Das Wartungsintervall beträgt 1 Monate.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die notwendigen Wartungsarbeiten können dem Kapitel 4.2 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 Alarmer und Zustandcodes 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:

$T \pm 2 \text{ °C}$

$p \pm 1 \text{ kPa}$

$rF \pm 5 \%$

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 eine Wettersensor (Montage am Probenahmerohr unterhalb des Probenahmekopfes). Der Luftdruck wird 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:

Monatlich:

- Reinigung des Probenahmekopfes

Vierteljährlich:

- Überprüfung der Stromversorgung
- Kontrolle der Temperatur-, Druck- und Feuchtigkeitssensoren
- Durchflusskontrolle
- Automatischer Kontaminationstest

Jährlich:

- Kontrolle der Pumpe
- Überprüfung der auf den Filter einwirkenden Spannung
- Kalibrierung der Temperatur-, Druck- und Feuchtigkeitssensoren
- Kalibrierung der Saugleistung
- Dichtigkeitskontrolle
- Kalibrierung des Beta-Staubmeters
- Kontrolle des Beta-Staubmeters (Staubmeter-Test, Masseprüfung)
- Kontrolle der Messungen am Nullpunkt

Weitere Einzelheiten können den Wartungsblättern im Betriebshandbuch entnommen werden.

Die Statuswerte der Betriebsparameter sind gemäß EN 16450 täglich (an Arbeitstagen) zu prüfen.

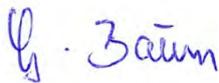
7.2 Weitergehende Wartungsarbeiten

Über die regelmäßigen Wartungsarbeiten im Wartungsintervall hinausgehend sind folgende Tätigkeiten durchzuführen:

- Mit einem Filterband lassen sich 1200 Tagesmittelwerte aufnehmen. Entsprechend muss das Filterband spätestens nach 3 Jahren gewechselt werden.
- Wenn für den Geiger-Müller-Zähler ein Fehler angezeigt wird, muss das Bauteil ausgetauscht werden.

Weitere Einzelheiten können der Betriebshandbuch entnommen werden.

Immissionsschutz / Luftreinhaltung



Dipl.-Ing. Guido Baum



Dipl.-Ing. Fritz Hausberg

Köln, 15. August 2019
936/21240384/A

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 Schwebstaubs“, 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 MP101M, Stand März 2019
- [7] Bedienungshandbuch LVS3, Stand 2000
- [8] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa
- [9] Beschreibung des Bayern Protokoll für MP101M, Dezember 2019

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

Anlage 1

Nullniveau und Nachweisgrenze

Blatt 1 von 2

Hersteller	ENVEA			
Gerätetyp	MP101M, Cyclic		Standards	NP Messwerte mit Nullfilter
Serien-Nr.	SN 6158 / SN 6159			

Nr.	Datum	Messwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] SN 6158	Datum	Messwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] SN 6159
1	11.09.2017	1,3	11.09.2017	0,8
2	12.09.2017	0,5	12.09.2017	-0,4
3	13.09.2017	0,9	13.09.2017	0,5
4	14.09.2017	0,1	14.09.2017	0,6
5	15.09.2017	-0,4	15.09.2017	0,2
6	16.09.2017	-0,3	16.09.2017	-0,3
7	17.09.2017	0,3	17.09.2017	0,5
8	18.09.2017	0,6	18.09.2017	0,5
9	19.09.2017	0,2	19.09.2017	0,1
10	20.09.2017	0,0	20.09.2017	0,4
11	21.09.2017	0,2	21.09.2017	0,0
12	22.09.2017	0,6	22.09.2017	0,0
13	23.09.2017	0,7	23.09.2017	0,5
14	24.09.2017	0,0	24.09.2017	0,7
15	25.09.2017	0,4	25.09.2017	0,8
	Anzahl Werte	15	Anzahl Werte	15
	Mittelwert (Nullniveau)	0,35	Mittelwert (Nullniveau)	0,33
	Standardabweichung s_{x0}	0,45	Standardabweichung s_{x0}	0,38
	Nachweisgrenze X	1,48	Nachweisgrenze X	1,26

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

Anlage 1

Nullniveau und Nachweisgrenze

Blatt 2 von 2

Hersteller	ENVEA				Standards NP Messwerte mit Nullfilter
Gerätetyp	MP101M, Periodic				
Serien-Nr.	SN 6158 / SN 6159				
Nr.	Datum	Messwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] SN 6158	Datum	Messwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] SN 6159	$s_{x_0} = \sqrt{\left(\frac{1}{n-1}\right) \cdot \sum_{i=1,n} (x_{0i} - \bar{x}_0)^2}$
1	11.09.17	1,3	11.09.2017	0,8	
2	12.09.17	0,5	12.09.2017	-0,4	
3	13.09.17	0,9	13.09.2017	0,5	
4	14.09.17	0,1	14.09.2017	0,7	
5	15.09.17	-0,4	15.09.2017	0,2	
6	16.09.17	-0,3	16.09.2017	-0,4	
7	17.09.17	0,3	17.09.2017	0,5	
8	18.09.17	0,6	18.09.2017	0,6	
9	19.09.17	0,2	19.09.2017	0,2	
10	20.09.17	0,0	20.09.2017	0,4	
11	21.09.17	0,2	21.09.2017	0,0	
12	22.09.17	0,6	22.09.2017	0,1	
13	23.09.17	0,7	23.09.2017	0,5	
14	24.09.17	0,0	24.09.2017	0,7	
15	25.09.17	0,4	25.09.2017	0,8	
	Anzahl Werte	15	Anzahl Werte	15	
	Mittelwert (Nullniveau)	0,35	Mittelwert (Nullniveau)	0,33	
	Standardabweichung s_{x_0}	0,45	Standardabweichung s_{x_0}	0,39	
	Nachweisgrenze X	1,48	Nachweisgrenze X	1,28	

Anlage 2

Genauigkeit des Volumenstroms

Blatt 1 von 1

Hersteller	ENVEA						Solldurchflussrate [l/min] 16,67
Gerätetyp	MP101M						
Serien-Nr.	SN 6158 / SN 6159						
Temperatur 1	5°C	SN 6158			SN 6159		
		Nr.	Datum/Uhrzeit	Messwert [l/pm]	Nr.	Datum/Uhrzeit	Messwert [l/pm]
		1	07.11.2017 12:04	16,42	1	07.11.2017 12:46	16,43
		2	07.11.2017 12:08	16,40	2	07.11.2017 12:50	16,46
		3	07.11.2017 12:12	16,41	3	07.11.2017 12:54	16,46
		4	07.11.2017 12:16	16,39	4	07.11.2017 13:06	16,47
		5	07.11.2017 12:20	16,39	5	07.11.2017 13:10	16,49
		6	07.11.2017 12:24	16,39	6	07.11.2017 13:14	16,50
		7	07.11.2017 12:28	16,39	7	07.11.2017 13:18	16,50
		8	07.11.2017 12:32	16,41	8	07.11.2017 13:22	16,51
		9	07.11.2017 12:36	16,40	9	07.11.2017 13:26	16,49
10	07.11.2017 12:40	16,39	10	07.11.2017 13:30	16,49		
Mittelwert			16,40	Mittelwert			16,48
Temperatur 2	40°C	SN 6158			SN 6159		
		Nr.	Datum/Uhrzeit	Messwert [l/pm]	Nr.	Datum/Uhrzeit	Messwert [l/pm]
		1	08.11.2017 12:08	16,86	1	08.11.2017 12:48	16,87
		2	08.11.2017 12:12	16,88	2	08.11.2017 12:53	16,88
		3	08.11.2017 12:16	16,88	3	08.11.2017 13:05	16,88
		4	08.11.2017 12:20	16,87	4	08.11.2017 13:09	16,87
		5	08.11.2017 12:24	16,88	5	08.11.2017 13:13	16,87
		6	08.11.2017 12:28	16,88	6	08.11.2017 13:17	16,87
		7	08.11.2017 12:32	16,88	7	08.11.2017 13:21	16,88
		8	08.11.2017 12:36	16,88	8	08.11.2017 13:25	16,89
		9	08.11.2017 12:40	16,88	9	08.11.2017 13:29	16,89
10	08.11.2017 12:44	16,88	10	08.11.2017 13:33	16,90		
Mittelwert			16,88	Mittelwert			16,88

Anlage 3

Umgebungstemperaturabhängigkeit am Nullpunkt

Blatt 1 von 3

Hersteller		ENVEA					
Gerätetyp		MP101M, Cyclic					
Serien-Nr.		SN 6158 / SN 6159					
			Messung 1	Messung 2	Messung 3		
SN 6158	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	-0,3	-0,9	-0,6	-0,6	-0,3
	2	5	0,6	0,3	0,1	0,3	
	3	20	0,5	0,6	-0,2	0,3	
	4	40	-1,6	-0,6	-0,6	-0,9	
	5	20	-1,0	-0,5	-0,6	-0,7	
SN 6159	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	0,5	-0,2	0,7	0,3	0,3
	2	5	0,0	0,5	-0,1	0,1	
	3	20	0,4	-0,1	-0,2	0,0	
	4	40	0,8	0,8	0,7	0,8	
	5	20	0,4	0,7	0,3	0,5	

Anlage 3

Umgebungstemperaturabhängigkeit am Nullpunkt

Blatt 2 von 3

Hersteller		ENVEA					
Gerätetyp		MP101M, Periodic					
Serien-Nr.		SN 6158 / SN 6159					
			Messung 1	Messung 2	Messung 3		
SN 6158	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	-0,3	-0,9	-0,6	-0,6	-0,3
	2	5	0,6	0,3	0,1	0,3	
	3	20	0,5	0,6	-0,2	0,3	
	4	40	-1,5	-0,6	-0,6	-0,9	
	5	20	-1,0	-0,5	-0,6	-0,7	
SN 6159	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	0,5	-0,2	0,7	0,3	0,3
	2	5	-0,1	0,5	-0,1	0,1	
	3	20	0,4	-0,1	-0,2	0,0	
	4	40	0,8	0,8	0,7	0,8	
	5	20	0,3	0,7	0,3	0,5	

Anlage 3
Umgebungstemperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit (Span)
Blatt 3 von 3

Hersteller		ENVEA		Verwendeter Prüfstandard interne Referenzfolie			
Gerätetyp		MP101M					
Serien-Nr.		SN 6158 / SN 6159					
			Messung 1	Messung 2	Messung 3		
SN 6158	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	Mittelwert bei 20°C [µg/m³]
RP	1	20	823,1	835,4	830,4	829,6	829,6
	2	5	851,0	837,5	844,1	844,2	
	3	20	818,2	832,1	836,4	828,9	
	4	40	817,1	828,6	828,1	824,6	
	5	20	826,3	839,0	825,0	830,1	
SN 6159	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	Mittelwert bei 20°C [µg/m³]
RP	1	20	830,4	835,8	844,0	836,7	835,3
	2	5	843,4	847,4	848,0	846,2	
	3	20	840,0	827,3	837,7	835,0	
	4	40	839,1	829,4	834,2	834,2	
	5	20	837,7	828,1	836,8	834,2	

Anlage 4 Netzspannungsabhängigkeit der Empfindlichkeit (Span)

Blatt 1 von 1

Hersteller		ENVEA		Verwendeter Prüfstandard interne Referenzfolie			
Gerätetyp		MP101M					
Serien-Nr.		SN 6158 / SN 6159					
			Messung 1	Messung 2	Messung 3		
SN 6158	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert [µg/cm ²]	Messwert [µg/cm ²]	Messwert [µg/cm ²]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/cm ²]	
RP	1	230	820,6	829,6	808,6	819,6	
	2	195	819,9	820,1	822,6	820,9	
	3	230	822,2	818,2	819,2	819,9	
	4	253	831,5	814,9	807,4	817,9	
	5	230	812,7	823,9	819,2	818,6	
SN 6159	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert [µg/cm ²]	Messwert [µg/cm ²]	Messwert [µg/cm ²]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/cm ²]	
RP	1	230	825,9	829,1	826,3	827,1	
	2	195	831,6	830,1	830,5	830,8	
	3	230	828,8	821,3	824,3	824,8	
	4	253	817,1	818,4	823,6	819,7	
	5	230	816,1	817,4	824,6	819,4	

Anlage 5
Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen
Blatt 1 von 14

Hersteller ENVEA Gerätetyp MP101M Serien-Nr. SN 6158 / SN 6159											Schwebstaub PM10 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 6158 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6158 PM10 (Cyc) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Cyc) [µg/m³]	Bemerkung	Standort
1	29.11.2017										Nullpunkt Nullpunkt Wechsel NP - Probenahme	Köln, Winter
2	30.11.2017											
3	01.12.2017											
4	02.12.2017						28,3	29,6	28,3	29,5		
5	03.12.2017	16,0	16,2	20,3	20,8	78,3	17,3	16,0	17,3	16,1		
6	04.12.2017	19,8	19,7	30,8	31,0	63,9	28,6	26,2	28,5	26,2		
7	05.12.2017	18,3	18,5	24,5	24,8	74,6	21,4	22,3	21,4	22,3		
8	06.12.2017	10,4	10,7	14,5	14,4	73,0	14,9	15,0	14,9	14,9		
9	07.12.2017						13,1	12,4	13,0	12,4		
10	08.12.2017	8,0	8,7	14,6	15,1	56,2	11,7	11,9	11,7	11,9		
11	09.12.2017						10,5	10,8	10,6	10,8		
12	10.12.2017						6,9	8,3	7,0	8,3		
13	11.12.2017	5,8	5,3	8,2	7,5	70,7	5,8	6,7	5,8	6,7		
14	12.12.2017	9,0	8,7	13,2	12,7	68,3	11,2	10,0	11,1	10,1		
15	13.12.2017	2,9	2,5	6,1	5,7	45,8	5,5	4,3	5,5	4,4		
16	14.12.2017	5,5	4,2	8,1	7,7	61,4	5,2	5,2	5,2	5,2		
17	15.12.2017	15,7	14,7	21,4	21,5	70,9	17,7	16,9	17,7	16,9		
18	16.12.2017						13,9	14,0	13,9	14,0		
19	17.12.2017	10,1	9,3	13,6	13,8	70,8	11,9	12,0	11,9	12,0		
20	18.12.2017	16,4	15,4	20,8	21,2	75,7	17,1	14,9	17,1	14,9		
21	19.12.2017	20,9	20,2	34,8	36,1	58,0	35,7	34,6	35,7	34,6		
22	20.12.2017	16,6	16,0	22,3	23,6	71,0	23,9	23,8	23,8	23,7		
23	21.12.2017	9,5	8,7	11,8	12,8	74,0	13,4	12,8	13,4	12,8		
24	22.12.2017	10,8	10,3	13,3	14,1	77,0	11,5	12,0	11,6	12,0		
25	23.12.2017						9,4	8,8	9,3	8,6		
26	24.12.2017						4,9	4,2	4,8	4,2		
27	25.12.2017						3,2	3,8	3,3	3,8		
28	26.12.2017						6,9	3,8	6,9	3,8		
29	27.12.2017						5,2	4,2	5,1	4,2		
30	28.12.2017						10,2	10,2	10,2	10,3		

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 2 von 14

Hersteller ENVEA Gerätetyp MP101M Serien-Nr. SN 6158 / SN 6159												Schwebstaub PM10 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 6158 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6158 PM10 (Cyc) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Cyc) [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
31	29.12.2017						7,9	9,8	8,0	9,8		Köln, Winter	
32	30.12.2017						14,7	15,0	14,7	15,0			
33	31.12.2017	7,3	7,2	10,0	10,7	70,0	3,6	6,0	3,7	6,0			
34	01.01.2018	3,4	3,2	4,8	6,0	61,1	5,3	4,6	5,3	4,6			
35	02.01.2018	4,5	3,2	8,1	8,0	47,8	8,3	10,0	8,3	10,0			
36	03.01.2018	9,0	9,0	21,7	22,4	40,8	19,9	18,1	19,8	18,2			
37	04.01.2018						15,0	15,8	15,0	15,7			
38	05.01.2018						10,4	11,7	10,4	11,7			
39	06.01.2018						14,9	14,1	14,9	14,1			
40	07.01.2018	5,9	5,6	6,1	6,7	89,8	4,1	5,2	4,2	5,2			
41	08.01.2018						14,0	13,1	14,0	13,2			
42	09.01.2018	11,9	12,1	15,5	15,3	77,9	14,8	14,8	14,9	14,9			
43	10.01.2018	9,4	10,0	14,0	13,9	69,5	11,7	12,9	11,8	12,9			
44	11.01.2018	27,3	27,8	35,6	35,7	77,3	29,8	29,8	29,9	29,9			
45	12.01.2018	44,4	44,1	51,4	52,3	85,3	51,1	51,4	51,2	51,5			
46	13.01.2018						13,3	10,7	13,4	10,8			
47	14.01.2018	15,7	16,5	17,5	17,4	92,3	16,3	16,9	16,3	16,9			
48	15.01.2018	5,3	6,6	7,3	7,8	78,8	10,6	11,3	10,6	11,3			
49	16.01.2018			8,1	7,8		5,9	7,6	5,8	7,6	Ausreißer Referenz PM2,5		
50	17.01.2018	5,1	4,9	11,5	11,6	43,3	10,9	10,5	11,0	10,5			
51	18.01.2018	4,3	5,3	9,7	9,9	49,0	6,4	7,3	6,4	7,4			
52	19.01.2018	5,7	6,3	11,0	11,2	54,1	9,7	9,6	9,8	9,6			
53	20.01.2018						8,1	8,6	8,2	8,6			
54	21.01.2018	6,4	7,3	9,7	10,4	68,2	8,4	10,0	8,4	10,0			
55	22.01.2018						14,1	14,1	14,2	14,2			
56	23.01.2018						8,6	6,8	8,5	6,8			
57	24.01.2018						2,2	3,0	2,2	3,0			
58	25.01.2018						8,9	9,1	8,9	9,1			
59	26.01.2018						20,4	20,9	20,4	20,9			
60	27.01.2018						11,6	12,1	11,6	12,0			

Anlage 5
Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen
Blatt 3 von 14

Hersteller ENVEA												Schwebstaub PM10	
Gerätetyp MP101M												Messwerte in µg/m³ i.B.	
Serien-Nr. SN 6158 / SN 6159													
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 6158 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6158 PM10 (Cyc) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Cyc) [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
61	28.01.2018	2,8	3,7	4,8	5,1	65,7	3,4	4,3	3,4	4,3		Köln, Winter	
62	29.01.2018	6,3	7,4	13,1	13,3	51,9	7,6	7,4	7,6	7,4			
63	30.01.2018	8,1	8,4	13,7	13,6	60,4	16,9	14,0	16,8	14,0			
64	31.01.2018	3,5	4,1	7,1	6,6	55,5	5,6	5,0	5,6	5,0			
65	01.02.2018	6,8	7,8	11,7	12,6	60,1	9,0	9,9	9,0	9,9			
66	02.02.2018						10,7	12,0	10,8	12,0			
67	03.02.2018						11,1	11,7	11,1	11,6			
68	04.02.2018	9,1	9,3	11,8	11,9	77,6	7,0	5,9	7,0	6,0			
69	05.02.2018	12,5	12,6	16,1	15,4	79,7	14,3	14,3	14,3	14,3			
70	06.02.2018	25,1	25,7	30,7	30,4	83,1	27,5	28,2	27,5	28,2			
71	07.02.2018	40,4	41,2	50,9	51,5	79,7	46,5	44,4	46,6	44,5			
72	08.02.2018						64,8	62,9	64,9	63,0			
73	09.02.2018	25,3	25,7	29,1	29,5	87,0	32,2	30,7	32,0	30,6			
74	10.02.2018						11,5	12,6	11,5	12,6			
75	11.02.2018						5,7	6,5	5,7	6,5			
76	12.02.2018	9,1	9,5	14,6	14,9	63,1	9,8	11,8	9,9	11,8			
77	13.02.2018	11,3	11,2	15,7	16,0	71,0	11,9	13,5	11,9	13,5			
78	14.02.2018	16,4	16,8	21,1	21,4	78,1	17,7	18,3	17,7	18,2			
79	15.02.2018	18,0	18,2	25,0	25,4	71,8	20,4	20,2	20,4	20,2			
80	16.02.2018						23,3	21,7	23,4	21,8			
81	17.02.2018						22,9	25,8	22,9	25,6			
82	18.02.2018	25,9	25,7	34,2	34,0	75,7	28,3	28,7	28,3	28,7			
83	19.02.2018	26,5	26,2	34,1	34,5	76,8	29,6	29,3	29,6	29,3			
84	20.02.2018	39,0	39,4	47,5	48,2	81,9	41,0	41,3	41,0	41,4			
85	21.02.2018	31,4	31,5	38,1	38,5	82,1	36,7	36,0	36,6	35,9			
86	22.02.2018	13,5	13,5	18,4	18,6	73,0	19,4	17,2	19,4	17,2			
87	23.02.2018	14,4	14,1	17,9	18,1	79,2	18,4	16,0	18,3	16,1			
88	24.02.2018						11,7	12,6	11,7	12,6			
89	25.02.2018	7,7	7,8	9,8	10,7	75,6	9,1	8,9	9,2	8,9			
90	26.02.2018	9,3	9,5	12,3	13,6	72,6	13,1	14,3	13,1	14,3			

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 4 von 14

Hersteller ENVEA												Schwebstaub PM10	
Gerätetyp MP101M												Messwerte in µg/m³ i.B.	
Serien-Nr. SN 6158 / SN 6159													
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 6158 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6158 PM10 (Cyc) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Cyc) [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
91	27.02.2018	11,4	11,3	15,9	16,5	70,1	15,2	14,9	15,2	14,9	Wechsel Probenahme - NP Nullpunkt Nullpunkt	Köln, Winter	
92	28.02.2018	23,2	23,1	28,8	28,6	80,7	27,7	27,9	27,8	27,9			
93	01.03.2018	27,3	27,7	34,8	34,3	79,6	33,9	32,9	34,0	32,9			
94	02.03.2018						51,4	48,4	51,4	48,5			
95	03.03.2018						49,7	50,3	49,7	50,3			
96	04.03.2018												
97	05.03.2018												
98	06.03.2018												
99	28.03.2018										Nullpunkt	Bonn-Belderberg	
100	29.03.2018										Nullpunkt		
101	30.03.2018										Nullpunkt		
102	31.03.2018										Wechsel NP - Probenahme		
103	01.04.2018										Sromausfall wg. Vandalismus		
104	02.04.2018										Sromausfall wg. Vandalismus		
105	03.04.2018										Sromausfall wg. Vandalismus		
106	04.04.2018										Sromausfall wg. Vandalismus		
107	05.04.2018						14,5	14,8	14,5	14,9			
108	06.04.2018						13,1	13,2	13,0	13,2			
109	07.04.2018						20,3	19,6	20,3	19,6			
110	08.04.2018	12,5	12,2	24,6	25,4	49,4	25,5	25,5	25,5	25,5			
111	09.04.2018	26,4	26,7	42,8	44,9	60,5	45,4	46,4	45,3	46,4			
112	10.04.2018	7,0	6,8	12,3	12,5	55,6	15,2	15,4	15,1	15,4			
113	11.04.2018	11,0	10,5	16,2	16,7	65,3	16,7	15,7	16,7	15,8			
114	12.04.2018	16,4	15,7	25,5	27,4	60,7	28,0	29,0	28,0	28,9			
115	13.04.2018	11,5	10,7	19,5	20,8	55,1	20,9	22,1	20,9	22,1			
116	14.04.2018						24,3	28,1	24,4	28,2			
117	15.04.2018	6,5	5,6	11,4	12,5	50,6	11,7	10,4	11,7	10,5			
118	16.04.2018	9,1	8,3	20,1	21,7	41,6	20,9	20,2	21,0	20,2			
119	17.04.2018	9,4	9,1	18,5	20,0	48,1	19,8	21,1	19,8	21,1			
120	18.04.2018	11,0	10,9	20,7	22,5	50,7	22,7	23,5	22,7	23,5			

Anlage 5
Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen
Blatt 5 von 14

Hersteller ENVEA Gerätetyp MP101M Serien-Nr. SN 6158 / SN 6159												Schwebstaub PM10 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 6158 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6158 PM10 (Cyc) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Cyc) [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
121	19.04.2018	11,8	12,5	21,4	23,7	53,9	24,9	23,9	24,9	23,9		Bonn-Belderberg	
122	20.04.2018	22,0	21,5	39,6	41,2	53,8	39,4	38,5	39,5	38,6			
123	21.04.2018	28,4	28,3	41,3	41,5	68,5	45,0	45,1	44,9	45,0			
124	22.04.2018	15,0	15,7	25,9	26,4	58,7	27,1	28,2	27,1	28,2			
125	23.04.2018	9,8	10,6	19,5	19,2	52,7	18,6	18,4	18,6	18,4			
126	24.04.2018	9,1	9,1	19,0	17,6	49,7	19,9	19,6	19,9	19,6			
127	25.04.2018						20,8	20,2	20,8	20,2			
128	26.04.2018						45,0	42,0	44,7	41,7			
129	27.04.2018						19,3	18,5	19,3	18,5			
130	28.04.2018						15,8	15,6	15,8	15,6			
131	29.04.2018						13,8	14,6	13,7	14,6			
132	30.04.2018						4,9	5,0	4,9	5,0			
133	01.05.2018						14,0	15,6	14,0	15,6			
134	02.05.2018						17,3	17,1	17,3	17,0			
135	03.05.2018	11,2	12,6	31,3	30,0	38,8	28,2	28,3	28,3	28,4			
136	04.05.2018	10,3	11,0	24,5	24,1	43,8	25,6	25,9	25,5	25,8			
137	05.05.2018						22,4	22,3	22,5	22,3			
138	06.05.2018	5,6	5,1	11,0	10,9	48,9	13,8	14,7	13,8	14,7			
139	07.05.2018						19,7	21,4	19,7	21,4			
140	08.05.2018	9,9	9,6	20,5	20,4	47,7	21,7	22,6	21,7	22,6			
141	09.05.2018						33,8	34,2	33,9	34,2			
142	10.05.2018	10,6	9,7	23,9	22,9	43,4	22,3	22,8	22,3	22,8			
143	11.05.2018	10,0	11,0	19,1	18,1	56,5	20,7	21,3	20,7	21,3			
144	12.05.2018						21,2	21,1	21,2	21,1			
145	13.05.2018	21,6	22,7	33,1	32,4	67,6	32,0	33,3	32,1	33,3			
146	14.05.2018	19,7	20,3	34,9	35,5	56,8	37,8	37,0	37,7	37,0			
147	15.05.2018	11,1	12,5	20,8	21,2	56,2	25,1	24,1	25,1	24,0			
148	16.05.2018	11,0	12,1	23,3	23,6	49,3	22,6	23,5	22,6	23,5			
149	17.05.2018	15,3	14,2	34,7	37,3	41,0	37,4	35,3	37,4	35,4			
150	18.05.2018						35,3	34,7	35,3	34,6			

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 6 von 14

Hersteller ENVEA Gerätetyp MP101M Serien-Nr. SN 6158 / SN 6159												Schwebstaub PM10 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 6158 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6158 PM10 (Cyc) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Cyc) [µg/m³]	Bemerkung	Standort																
151	19.05.2018						37,4	36,5	37,5	36,5		Bonn-Belderberg																
152	20.05.2018						20,3	19,3	20,2	19,2			Bonn-Belderberg															
153	21.05.2018	10,0	10,1	15,2	15,4	65,7	16,4	17,9	16,4	17,9				Bonn-Belderberg														
154	22.05.2018	14,9	14,4	22,4	23,1	64,4	21,8	22,6	21,8	22,6					Bonn-Belderberg													
155	23.05.2018	15,5	14,4	24,2	25,0	60,8	28,1	28,5	28,0	28,4						Bonn-Belderberg												
156	24.05.2018	12,2	10,8	15,7	16,1	72,3	18,3	18,1	18,2	18,1							Bonn-Belderberg											
157	25.05.2018						18,4	19,3	18,3	19,2								Bonn-Belderberg										
158	26.05.2018						16,4	16,5	16,4	16,5									Bonn-Belderberg									
159	27.05.2018	10,1	9,1	15,0	16,6	60,8	17,1	16,4	17,0	16,4										Bonn-Belderberg								
160	28.05.2018	14,8	14,8	23,4	25,7	60,3	25,4	25,5	25,4	25,6											Bonn-Belderberg							
161	29.05.2018						30,4	31,0	30,4	31,0												Bonn-Belderberg						
162	30.05.2018						22,9	22,1	23,1	22,1													Bonn-Belderberg					
163	31.05.2018						18,4	18,7	18,4	18,8														Bonn-Belderberg				
164	01.06.2018						12,0	13,8	11,9	13,8															Bonn-Belderberg			
165	02.06.2018						11,9	13,0	11,9	13,0																Bonn-Belderberg		
166	03.06.2018						21,7	22,2	21,7	22,3																	Bonn-Belderberg	
167	04.06.2018						27,1	26,4	27,0	26,4																		Bonn-Belderberg
168	05.06.2018	25,7	25,0	40,0	41,1	62,5	42,4	40,9	42,4	40,9																		
169	06.06.2018	14,0	14,6	31,7	34,2	43,4	33,9	36,0	33,9	35,9		Bonn-Belderberg																
170	07.06.2018						45,5	42,7	45,4	42,6			Bonn-Belderberg															
171	08.06.2018						43,1	45,9	43,1	45,9				Bonn-Belderberg														
172	09.06.2018						38,7	39,4	38,6	39,2					Bonn-Belderberg													
173	10.06.2018						29,0	29,7	29,1	29,7						Bonn-Belderberg												
174	11.06.2018						24,1	24,3	24,0	24,3							Bonn-Belderberg											
175	12.06.2018						19,8	20,3	19,8	20,3								Bonn-Belderberg										
176	13.06.2018	10,4	9,5	23,0	24,0	42,3	25,3	25,1	25,2	25,1									Bonn-Belderberg									
177	14.06.2018	13,1	13,5	36,8	39,6	34,8	43,9	45,6	42,7	44,1										Bonn-Belderberg								
178	15.06.2018						12,7	13,3	12,6	13,3											Bonn-Belderberg							
179	16.06.2018						14,0	13,9	14,0	13,9												Bonn-Belderberg						
180	17.06.2018	6,2	6,3	13,0	13,5	47,2	13,4	14,1	13,4	14,1													Bonn-Belderberg					

Anlage 5
Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen
Blatt 7 von 14

Hersteller ENVEA Gerätetyp MP101M Serien-Nr. SN 6158 / SN 6159												Schwebstaub PM10 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 6158 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6158 PM10 (Cyc) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Cyc) [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
181	18.06.2018	6,6	7,3	16,1	17,6	41,2	19,0	17,8	19,0	17,8		Bonn-Belderberg	
182	19.06.2018	7,3	8,0	16,9	17,8	44,1	18,1	18,3	18,1	18,3			
183	20.06.2018						38,0	35,9	38,1	36,0			
184	21.06.2018						68,1	66,3	68,0	66,4			
185	22.06.2018						38,0	37,6	37,9	37,5			
186	23.06.2018						23,9	24,1	23,9	24,1			
187	24.06.2018						18,6	19,3	18,6	19,3			
188	25.06.2018						29,0	28,9	29,0	28,9			
189	26.06.2018						45,6	45,7	45,6	45,7			
190	27.06.2018						19,5	19,0	19,4	18,8			
191	28.06.2018						23,0	23,2	23,0	23,2			
192	29.06.2018						25,5	24,6	25,4	24,5			
193	30.06.2018						16,4	15,9	16,3	15,9			
194	01.07.2018						12,7	13,3	12,7	13,2			
195	02.07.2018										Wechsel Probenahme - NP		
196	03.07.2018										Nullpunkt		
197	04.07.2018										Nullpunkt		
198	12.07.2018										Schüttgutumschlag, Sommer		
199	13.07.2018											Nullpunkt	
200	14.07.2018						22,1	23,8	22,0	23,8			
201	15.07.2018	6,9	6,4	15,4	16,3	42,0	13,6	15,2	13,6	15,2			
202	16.07.2018	12,1	11,8	27,6	28,8	42,4	29,3	31,3	29,2	31,2			
203	17.07.2018	11,1	10,9	24,6	25,5	43,9	27,2	30,8	27,2	30,7			
204	18.07.2018	14,4	13,2	23,8	24,7	56,9	24,1	25,8	24,1	25,8			
205	19.07.2018	17,2	16,7	30,2	30,8	55,6	29,5	31,6	29,6	31,6			
206	20.07.2018	18,2	16,7	35,6	36,7	48,3	39,9	40,4	39,9	40,4			
207	21.07.2018	16,1	16,1	28,6	27,3	57,6	28,9	28,5	28,8	28,5			
208	22.07.2018						22,8	24,0	22,8	24,0			
209	23.07.2018	17,1	16,0	26,9	26,2	62,3	29,3	30,4	29,3	30,3			
210	24.07.2018											Stromausfall, Bauarbeiten	

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 8 von 14

Hersteller ENVEA												Schwebstaub PM10	
Gerätetyp MP101M												Messwerte in µg/m³ i.B.	
Serien-Nr. SN 6158 / SN 6159													
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 6158 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6158 PM10 (Cyc) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Cyc) [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
211	25.07.2018										Stromausfall, Bauarbeiten	Schüttgutumschlag, Sommer	
212	26.07.2018						29,8	34,8	29,3	34,6			
213	27.07.2018						26,7	28,5	26,7	28,5			
214	28.07.2018						21,1	24,4	21,1	24,3			
215	29.07.2018						15,0	15,5	15,0	15,5			
216	30.07.2018	10,0	10,1	25,7	25,9	39,0	25,0	26,3	25,0	26,3			
217	31.07.2018	8,5	7,8	20,3	21,9	38,6	26,1	26,7	26,1	26,6			
218	01.08.2018	10,8	9,8	23,5	23,2	44,1	23,4	26,4	23,4	26,4			
219	02.08.2018	16,1	16,3	31,9	30,8	51,7	38,9	38,8	38,8	38,7			
220	03.08.2018	16,1	16,9	30,2	29,4	55,4	37,0	37,1	36,8	37,0			
221	04.08.2018						19,7	21,0	19,7	21,0			
222	05.08.2018	5,5	6,1	11,6	11,6	50,0	13,4	12,8	13,4	12,8			
223	06.08.2018						22,6	24,1	22,7	24,1			
224	07.08.2018						48,9	50,2	49,0	50,0			
225	08.08.2018	9,1	9,1	18,8	17,6	50,0	23,4	22,8	23,3	22,8			
226	09.08.2018	12,0	12,2	36,1	34,5	34,3	39,9	38,5	39,9	38,5			
227	10.08.2018	7,0	7,5	21,6	20,5	34,4	27,3	28,4	27,3	28,4			
228	11.08.2018						14,0	13,9	14,0	14,0			
229	12.08.2018	6,4	6,5	10,8	9,5	63,5	11,8	14,4	11,8	14,4			
230	13.08.2018	8,7	9,3	27,1	25,9	34,0	26,1	26,7	26,2	26,7			
231	14.08.2018	11,2	11,4	29,2	28,5	39,2	33,9	32,3	33,9	32,2			
232	15.08.2018	7,2	8,0	18,8	18,2	41,1	21,1	20,8	21,1	20,8			
233	16.08.2018						25,8	24,6	25,8	24,6			
234	17.08.2018	7,9	8,1	16,3	16,2	49,2	17,0	16,6	17,0	16,6			
235	18.08.2018						18,1	18,7	18,2	18,7			
236	19.08.2018	8,4	8,3	19,6	19,9	42,3	21,0	20,6	21,0	20,6			
237	20.08.2018	8,4	8,0	16,9	17,8	47,3	19,5	18,0	19,4	18,0			
238	21.08.2018	9,5	9,1	16,2	17,2	55,7	19,6	19,6	19,6	19,6			
239	22.08.2018	23,2	23,2	35,7	37,2	63,6	36,5	35,7	36,7	35,9			
240	23.08.2018	10,5	10,0	24,8	26,0	40,4	32,4	30,8	32,3	30,7			

Anlage 5
Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen
Blatt 9 von 14

Hersteller ENVEA Gerätetyp MP101M Serien-Nr. SN 6158 / SN 6159												Schwebstaub PM10 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 6158 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6158 PM10 (Cyc) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Cyc) [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
241	24.08.2018						26,9	25,4	26,7	25,3		Schüttgutumschlag, Sommer	
242	25.08.2018						13,3	13,6	13,3	13,6			
243	26.08.2018	3,7	3,7	5,7	6,5	60,7	9,5	8,0	9,5	8,0			
244	27.08.2018	11,1	11,6	34,2	35,3	32,7	41,8	37,4	42,0	37,5			
245	28.08.2018	8,9	9,8	21,3	22,3	42,9	26,2	25,2	26,1	25,1			
246	29.08.2018	18,1	17,7	29,5	30,3	59,9	35,2	32,8	35,2	32,7			
247	30.08.2018						18,7	18,2	18,3	17,5			
248	31.08.2018												
249	01.09.2018										Wechsel Probenahme - NP		
250	02.09.2018										Nullpunkt		
251	03.09.2018						28,5	29,1	28,6	29,2	Nullpunkt		
252	04.09.2018	20,1	19,7	29,4	28,8	68,2	28,0	29,1	27,7	28,8			
253	05.09.2018	24,9	24,4	34,9	34,6	70,9	32,1	37,3	32,1	37,4			
254	06.09.2018	18,6	19,0	27,7	26,9	68,8	21,1	23,7	21,1	23,7			
255	07.09.2018						20,1	19,3	20,1	19,3			
256	08.09.2018						14,2	13,6	14,1	13,6			
257	09.09.2018	7,1	7,3	15,1	14,8	48,1	13,1	13,1	13,1	13,1			
258	10.09.2018	9,0	9,4	29,9	29,8	30,9	29,1	30,2	29,1	30,2			
259	11.09.2018	9,4	9,0	27,9	27,1	33,6	30,1	30,0	30,1	29,9			
260	12.09.2018						18,7	21,4	17,4	21,3			
261	13.09.2018	12,7	11,8	19,2	19,3	63,7	20,5	19,0	20,4	19,1			
262	14.09.2018						40,8	41,8	40,9	41,8			
263	15.09.2018						43,9	44,7	42,8	43,5			
264	16.09.2018	10,1	9,7	19,8	20,4	49,1	16,7	19,0	16,6	19,0			
265	17.09.2018	12,5	12,1	32,6	30,4	39,1	32,5	31,8	32,5	31,8			
266	18.09.2018	14,8	14,1	38,9	38,7	37,3	42,8	44,6	42,8	44,7			
267	19.09.2018	18,1	17,6	52,3	54,1	33,6	53,8	56,2	53,9	56,3			
268	20.09.2018						44,0	50,1	43,8	49,8			
269	21.09.2018						40,1	43,7	39,9	43,2			
270	22.09.2018						16,7	18,9	16,7	18,9			

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 10 von 14

Hersteller ENVEA												Schwebstaub PM10	
Gerätetyp MP101M												Messwerte in µg/m³ i.B.	
Serien-Nr. SN 6158 / SN 6159													
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 6158 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6158 PM10 (Cyc) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Cyc) [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
271	23.09.2018						3,5	3,9	3,5	3,8		Schüttgutumschlag, Sommer	
272	24.09.2018						13,4	14,5	13,9	15,1			
273	25.09.2018	6,6	6,3	15,4	15,9	41,0	14,8	15,8	14,8	15,8			
274	26.09.2018	9,1	9,3	19,2	19,9	47,0	19,4	19,7	19,4	19,7			
275	27.09.2018	12,5	12,3	26,8	26,9	46,2	25,6	27,3	25,6	27,3			
276	28.09.2018						20,1	20,0	20,0	20,0			
277	29.09.2018						12,9	14,2	12,9	14,1			
278	30.09.2018						20,0	20,9	20,1	20,9			
279	01.10.2018	6,5	6,3	19,2	19,3	33,3	18,5	20,1	18,5	20,1			
280	02.10.2018						29,2	30,2	29,1	30,2			
281	03.10.2018						29,4	31,7	29,5	31,8			
282	04.10.2018	9,4	9,8	18,5	19,1	51,0	17,6	19,3	17,5	19,3			
283	05.10.2018						23,1	23,2	23,1	23,2			
284	06.10.2018						26,1	28,5	26,2	28,5			
285	07.10.2018						8,3	8,7	8,3	8,6			
286	08.10.2018	16,9	16,4	30,7	29,8	55,1	26,1	27,2	26,1	27,2			
287	09.10.2018	19,3	19,4	31,7	31,8	60,9	30,5	32,6	30,5	32,6			
288	10.10.2018	15,2	15,0	23,4	23,3	64,8	24,5	25,5	24,5	25,5			
289	11.10.2018						26,3	27,7	26,2	27,7			
290	12.10.2018						26,5	28,8	26,6	28,8			
291	13.10.2018						20,0	20,5	19,9	20,5			
292	14.10.2018	13,6	13,3	20,3	20,6	65,8	17,6	20,3	17,6	20,3			
293	15.10.2018	13,8	13,5	26,4	26,8	51,2	25,0	27,4	24,9	27,3			
294	16.10.2018						30,1	31,1	0,0	0,0			
295	17.10.2018						53,0	51,6	53,9	53,4			
296	18.10.2018						23,1	24,5	23,0	24,4			
297	19.10.2018						25,7	27,9	25,7	27,9			
298	20.10.2018						24,3	25,7	24,3	25,7			
299	21.10.2018						18,2	18,0	18,2	18,0			
300	22.10.2018						23,2	25,4	23,1	25,3			

Anlage 5
Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen
Blatt 11 von 14

Hersteller ENVEA Gerätetyp MP101M Serien-Nr. SN 6158 / SN 6159												Schwebstaub PM10 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 6158 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6158 PM10 (Cyc) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Cyc) [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
301	23.10.2018						41,6	44,7	41,5	44,7		Schüttgutumschlag, Sommer	
302	24.10.2018						13,2	14,2	13,2	14,2			
303	25.10.2018						30,7	30,8	30,7	30,8			
304	26.10.2018						26,7	28,4	26,7	28,3			
305	27.10.2018						16,4	16,8	16,4	16,8			
306	28.10.2018						7,8	7,6	7,8	7,6			
307	29.10.2018						8,0	9,4	8,0	9,4			
308	30.10.2018						4,1	3,6	4,0	3,5			
309	31.10.2018						10,2	9,6	10,2	9,6			
310	01.11.2018						9,2	9,4	9,2	9,4			
311	02.11.2018						19,9	20,0	20,0	20,1			
312	03.11.2018						20,4	20,9	20,4	21,0			
313	04.11.2018	14,8	14,5	18,1	19,0	78,9	19,7	18,5	19,6	18,5			
314	05.11.2018	15,6	15,5	23,3	23,5	66,5	23,3	22,5	23,3	22,6			
315	06.11.2018	12,3	12,7	19,5	20,3	63,0	20,2	21,0	20,2	21,0			
316	07.11.2018	4,7	4,6	11,8	11,8	39,4	12,0	13,9	12,0	13,9			
317	08.11.2018	9,0	8,6	16,9	17,2	51,6	14,9	16,2	15,0	16,2			
318	09.11.2018						21,4	22,4	21,4	22,4			
319	10.11.2018						7,1	6,8	7,0	6,7			
320	11.11.2018	3,2	3,4	6,4	5,8	54,4	4,6	4,8	4,6	4,8			
321	12.11.2018	6,8	6,6	11,5	11,3	58,5	10,0	10,5	10,0	10,5			
322	13.11.2018	7,3	7,3	20,7	19,7	35,9	19,2	20,0	19,3	20,1			
323	14.11.2018	10,5	10,8	17,0	16,8	63,0	16,5	17,0	16,5	17,0			
324	15.11.2018	14,0	14,1	19,8	19,4	71,7	18,2	19,4	18,2	19,5			
325	16.11.2018						22,5	24,5	22,5	24,5			
326	17.11.2018						14,7	14,2	14,7	14,2			
327	18.11.2018	13,6	13,3	16,8	16,4	80,8	17,9	17,5	17,9	17,5			
328	19.11.2018	8,6	8,2	16,4	16,6	50,8	21,9	22,2	21,9	22,3			
329	20.11.2018	15,7	15,8	24,0	24,6	64,8	23,8	26,2	23,8	26,2			
330	21.11.2018	18,5	18,6	25,2	24,4	74,9	22,2	24,1	22,2	24,1			

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 12 von 14

Hersteller ENVEA												Schwebstaub PM10 Messwerte in µg/m³ i.B.	
Gerätetyp MP101M													
Serien-Nr. SN 6158 / SN 6159													
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 6158 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6158 PM10 (Cyc) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Cyc) [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
331	22.11.2018						27,7	28,2	27,7	28,2		Schüttgutumschlag, Sommer	
332	23.11.2018						33,6	33,5	33,7	33,5			
333	24.11.2018						13,3	13,8	13,3	13,7			
334	25.11.2018						19,8	22,5	19,8	22,5			
335	26.11.2018						21,1	20,7	21,1	20,7			
336	27.11.2018										Wechsel Probenahme - NP		
337	28.11.2018										Nullpunkt		
338	29.11.2018										Nullpunkt		
339	12.12.2018										Nullpunkt	Schüttgutumschlag, Winter	
340	13.12.2018										Nullpunkt		
341	14.12.2018										Wechsel NP - Probenahme		
342	15.12.2018												
343	16.12.2018												
344	17.12.2018												
345	18.12.2018						9,4	11,8	9,6	11,7			
346	19.12.2018	4,6	5,4	7,8	8,1	63,0	8,4	7,6	8,5	7,6			
347	20.12.2018	3,3	3,4	5,5	6,2	57,3	6,1	6,0	6,2	6,0			
348	21.12.2018						14,9	15,2	14,9	15,2			
349	22.12.2018						14,3	12,6	14,3	12,7			
350	23.12.2018						7,4	7,9	7,4	7,9			
351	24.12.2018						7,7	5,6	7,7	5,6			
352	25.12.2018						18,0	19,0	18,0	19,0			
353	26.12.2018						15,7	16,4	15,7	16,4			
354	27.12.2018						20,5	19,6	20,6	19,7			
355	28.12.2018						31,2	30,5	31,2	30,6			
356	29.12.2018						14,6	15,1	14,6	15,1			
357	30.12.2018						12,2	11,9	12,2	11,9			
358	31.12.2018						26,9	26,4	27,0	26,4			
359	01.01.2019	6,6	6,9	15,3	15,6	43,7	13,3	12,8	13,3	12,8			
360	02.01.2019	11,7	11,7	26,0	26,2	44,7	24,3	24,7	24,3	24,7			

Anlage 5
Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen
Blatt 13 von 14

Hersteller ENVEA												Schwebstaub PM10	
Gerätetyp MP101M												Messwerte in µg/m³ i.B.	
Serien-Nr. SN 6158 / SN 6159													
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 6158 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6158 PM10 (Cyc) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Cyc) [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
361	03.01.2019						18,6	18,1	18,6	18,1		Schüttgutumschlag, Winter	
362	04.01.2019						24,3	25,8	24,3	25,7			
363	05.01.2019						9,4	9,1	9,4	9,2			
364	06.01.2019	20,4	21,1	27,8	28,4	73,9	22,1	22,1	22,1	22,2			
365	07.01.2019	13,4	13,5	27,2	28,1	48,6	28,2	28,9	28,1	28,8			
366	08.01.2019	4,3	5,0	11,7	12,3	39,1	11,7	11,7	11,7	11,7			
367	09.01.2019	6,4	6,4	15,3	14,7	42,6	11,7	11,3	11,7	11,3			
368	10.01.2019	17,1	17,7	28,9	28,9	60,1	27,6	28,5	27,7	28,6			
369	11.01.2019	9,9	10,1	13,8	14,3	70,9	13,8	14,1	13,8	14,0			
370	12.01.2019						21,2	21,2	21,3	21,1			
371	13.01.2019	3,7	4,6	7,9	7,9	52,4	6,1	5,9	6,1	5,9			
372	14.01.2019	7,8	7,7	18,0	18,3	42,8	18,8	18,1	18,7	18,1			
373	15.01.2019			45,3	45,6		44,5	44,3	44,6	44,3	Gerätestörung Ref. PM2.5		
374	16.01.2019	7,5	7,5	12,0	13,1	59,7	13,9	13,6	13,9	13,6			
375	17.01.2019	9,1	8,2	11,5	12,3	72,6	7,1	7,8	7,1	7,8			
376	18.01.2019	16,2	16,0	20,2	21,2	77,9	17,8	18,1	17,8	18,0			
377	19.01.2019						13,5	11,9	13,5	11,9			
378	20.01.2019	25,9	26,1	29,9	30,4	86,1	25,2	24,0	25,2	24,1			
379	21.01.2019	37,1	37,0				36,8	39,6	36,9	39,6	Gerätestörung Ref. PM10		
380	22.01.2019	29,4	29,6	32,9	33,3	89,2	31,8	31,5	31,8	31,5			
381	23.01.2019	32,1	32,2	36,2	36,9	87,9	29,6	29,1	29,6	29,1			
382	24.01.2019	51,6	51,5	59,7	59,8	86,2	50,7	50,0	50,8	50,0			
383	25.01.2019	17,9	17,8	23,4	23,7	75,8	24,7	24,7	24,5	24,6			
384	26.01.2019						11,6	11,0	11,6	11,0			
385	27.01.2019	7,8	8,0	21,9	21,6	36,4	13,3	13,8	13,3	13,9			
386	28.01.2019	7,8	8,5	18,7	18,6	43,7	15,7	14,5	15,7	14,4			
387	29.01.2019	9,4	9,3	14,6	13,7	66,1	16,2	15,8	16,1	15,8			
388	30.01.2019	13,0	13,2	17,4	17,7	74,5	16,4	15,4	16,4	15,4			
389	31.01.2019	11,4	11,6	10,9	12,5	98,5	13,7	12,6	13,7	12,6			
390	01.02.2019						14,9	14,4	14,9	14,4			

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 14 von 14

Hersteller ENVEA												Schwebstaub PM10	
Gerätetyp MP101M												Messwerte in µg/m³ i.B.	
Serien-Nr. SN 6158 / SN 6159													
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 6158 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Per) [µg/m³]	SN 6158 PM10 (Cyc) [µg/m³]	SN 6159 PM10 (Cyc) [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
391	02.02.2019						30,3	30,0	30,3	30,1		Schüttgutumschlag, Winter	
392	03.02.2019	14,3	14,1	18,3	19,5	75,1	20,0	20,1	19,9	20,1			
393	04.02.2019	7,6	7,1	8,5	9,6	80,9	11,3	10,6	11,3	10,5			
394	05.02.2019						12,7	11,9	12,7	11,9			
395	06.02.2019						16,0	17,2	16,4	17,6			
396	07.02.2019	5,8	6,0	13,6	14,1	42,7	14,7	14,8	14,7	14,9			
397	08.02.2019						10,5	10,6	10,5	10,6			
398	09.02.2019						15,9	16,2	15,9	16,2			
399	10.02.2019	5,0	5,4	14,1	15,4	35,4	12,6	13,2	12,7	13,2			
400	11.02.2019	8,8	9,6	23,1	23,7	39,5	20,8	19,9	20,7	20,0			
401	12.02.2019	10,6	10,9	21,4	22,5	49,0	20,3	22,4	20,3	22,3			
402	13.02.2019	14,4	14,4	22,2	22,6	64,2	21,2	19,5	21,2	19,6			
403	14.02.2019	13,1	13,1	23,4	23,0	56,5	21,9	22,3	21,9	22,3			
404	15.02.2019	12,3	12,0	20,7	21,1	58,0	22,6	22,6	22,6	22,6			
405	16.02.2019						27,3	25,9	27,3	25,9			
406	17.02.2019	17,8	18,3	23,2	22,2	79,6	22,7	21,7	22,7	21,6			
407	18.02.2019	17,1	17,2	32,0	32,2	53,4	33,8	31,5	33,8	31,5			
408	19.02.2019	13,1	12,1	30,7	31,7	40,4	31,5	31,2	31,4	31,2			
409	20.02.2019	18,8	17,8	30,9	31,8	58,4	27,9	28,5	27,9	28,5			
410	21.02.2019	25,9	25,2	36,7	37,5	68,8	35,6	35,8	35,6	35,9			
411	22.02.2019	13,0	13,0	14,7	15,6	86,2	14,1	13,7	14,1	13,7			
412	23.02.2019						14,1	13,9	14,1	13,9			
413	24.02.2019	11,6	11,8	19,2	19,7	60,2	16,7	16,0	16,7	16,0			
414	25.02.2019	15,3	14,5	29,8	30,0	49,9	31,3	29,6	31,3	29,6			
415	26.02.2019	16,3	16,2	38,0	39,1	42,1	36,2	34,4	36,2	34,4			
416	27.02.2019	23,1	22,4	44,6	44,9	50,8	44,5	43,7	44,5	43,8			
417	28.02.2019						39,6	39,5	39,5	39,4			
418													
419	04.04.2019										Nullpunkt		
420	05.04.2019										Nullpunkt		

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



EC DECLARATION OF CONFORMITY

In accordance with EN ISO 17050-2:2004

ORIGINAL MANUFACTURER

ENVEA - FRANCE

PRODUCT DESCRIPTION

MP101M-C – Color Beta Gauge ambient suspended particulate monitor

The above described product is declared conformed to the following dispositions:

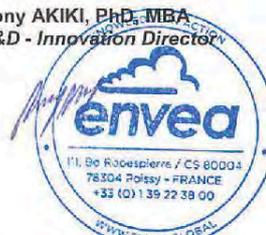
- The Directive 2017/2102/UE of the European Parliament and of the Council on machinery, dated November 15th 2017 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment
- The Directive 2006/42/CE of the European Parliament and of the Council on machinery, dated May 17th, 2006 (replacing the Directive 1998/37/EC from December 30th, 2009)
- The Directive 2014/30/UE of the European Union Council, dated February 26th 2014 (replacing the Directive 2004/108/CEE) relating to electromagnetic compatibility.
- The Directive 2014/35/UE of the European Union Council, dated February 26th 2014 (replacing the Directive 2006/95/CEE) relating to the making available on the market of electrical equipment designed for use within certain voltage limits

This conformity is presumed in reference to the following specifications:

EN 61326-1: 2013	Electrical equipment for measurement, control and laboratory use-EMC requirement	
	EN 55011:2009 + A1:2010	"Class A" verified
	EN 61000-3-2: 2006 + A1/A2: 2009	
	EN 61000-3-3: 2013	
	EN 61000-4-2: 2008	
	EN 61000-4-3: 2006 + A2: 2010	with few frequencies susceptibilities
	EN 61000-4-4: 2012	
	EN 61000-4-5: 2006	
	EN 61000-4-6: 2008	
	EN 61000-4-11: 2004	"A Criteria" verified
EN 61010-1	Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use	

Poissy, June 27th 2019

Rony AKIKI, PhD, MBA
R&D - Innovation Director



ENVEA – 111, Boulevard Robespierre / CS 80004 – 78304 Poissy Cedex – FRANCE
Tel: +33(0)1 39 22 38 00 – Fax: +33(0)1 39 65 38 08 – www.envea.global – info@environnement-sa.com
Limited Company - Capital 9 585 900 € - R.C.S Versailles B 313 997 223 - Siret 313 997 223 000 18 - APE 2651B - VAT FR 43 313 997 223

ENVEA, the new corporate name of Environnement S.A.



Abbildung 54: 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

die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 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; 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 Geruchsimmisions-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 Innenraumlufte; 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 02.08.2018 mit der Akkreditierungsnummer D-PL-11120-02-00 und ist gültig bis 10.12.2022. Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 55 Seiten.

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

Berlin, 02.08.2018


Im Auftrag Dipl.-Ing. Andrea Valbuena
Abteilungsleiterin

Siehe Hinweise auf der Rückseite

Abbildung 55: 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
ILAC: www.ilac.org
IAF: www.iaf.nu

Anhang 4 Benutzerhandbuch

BETRIEBSHANDBUCH

MP101M

**SCHWEBSTAUB-
MESSUNG MIT
BETA-STAUBMETER**

- FEBRUAR 2020 -



WARNUNG

Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Der Entwickler behält sich das Recht vor, seine Hardware zu ändern, ohne gleichzeitig dieses Dokument zu ändern. Deswegen sind die Informationen in diesem Dokument unverbindlich.

INHALTSVERZEICHNIS

KAPITEL 0	SICHERHEITSHINWEISE	
0.1	WARNHINWEIS	0–9
0.2	HINWEIS AUF DIE WICHTIGSTEN TECHNISCHEN RECHTSVOSCHRIFTEN	0–10
0.3	AUFBAU DES GERÄTS	0–11
0.4	RISIKOBEWERTUNG	0–13
0.5	RISIKOANALYSEN	0–14
0.6	STRAHLENSCHUTZEMPFEHLUNGEN	0–16
0.7	SICHERHEITSHINWEISE – BEISPIEL	0–17
0.8	TECHNISCHE STRAHLENSCHUTZKONTROLLEN	0–18
0.9	BENUTZUNGSENDE DES ANALYSATORS	0–18
KAPITEL 1	ALLGEMEINES – KENNDATEN	
1.1.	ALLGEMEINES	1–3
1.2.	KENNDATEN	1–13
KAPITEL 2	FUNKTIONSWEISE	
2.1.	PRINZIP DES BETA-STAUBMETERS (ABB. 2.1)	2–3
2.2.	BERECHNUNG DER ABGELAGERTEN MASSE	2–4
2.3.	PRINZIP DER DURCHFLUSSREGELUNG	2–6
2.4.	MESSMODUS	2–8
2.5.	MODUS „NULLTEST“	2–11
2.6.	TEMPERATURGEREGELTE PROBENAHMELEITUNG (RST)	2–11
KAPITEL 3	BETRIEB	
3.1	ERSTINBETRIEBNAHME	3–3
3.2	PROGRAMMIERUNG DES MP101M	3–8
3.3	BESCHREIBUNG DER VERSCHIEDENEN BILDSCHIRME	3–12
3.4.	BESCHREIBUNG DER FUNKTIONEN DES ANALYSATORS	3–17

KAPITEL 4 PRÄVENTIVE WARTUNG

4.1. SICHERHEITSHINWEISE	4-2
4.2. WARTUNGSPLAN	4-3
4.3. WARTUNGSBLÄTTER	4-3
4.4. FÜR DIE WARTUNG ERFORDERLICHE AUSTRÜSTUNG	4-40
4.5. TEILEVERZEICHNIS MIT FOTOS	4-42

KAPITEL 5 KORREKTIVE WARTUNG

5.1. VERZEICHNIS DER FEHLER UND ABHILFEMAßNAHMEN	5-4
5.2. LISTE DER ALARMCODES	5-14
5.3. ALLGEMEINER ANSCHLUSSPLAN	5-16

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1-1 – Anschluss der DB25-Steckverbindung	1-9
Tabelle 3-1 – Liste der Messkanäle des MP101M (ohne CPM-Option) mit Angabe der zugeordneten Optionen	3-33.
Tabelle 5-1 – Verzeichnis der Fehler und Abhilfemaßnahmen	5-4

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

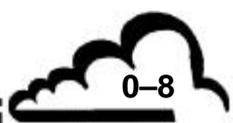
Abbildung 0–1 – Quellenträger des Beta-Staubmeters (<i>Beispiel für eine Quelle mit 3,3 MBq</i>)	0–11
Abbildung 0–3 – Strahlenwarzeichen	0–16
Abbildung 0–4 – Kennzeichnungsschilder <i>Hinweis: Das genannte Datum ist das Kalibrierdatum der Quelle.</i>	0–17
Abbildung 1–1 – Aufbau des MP101M	1–2
Abbildung 1–2 – Farb-Touchscreen	1–4
Abbildung 1–3 – Vorderseite, Ansicht der Einheit aus Sammler und Beta-Staubmeter	1–5
Abbildung 1–4 – Rückseite	1–7
Abbildung 1–5 – Innenansicht der Rückseite	1–7
Abbildung 1–6 – Durchflussregelvorrichtung	1–8
Abbildung 1–7 – Innenansicht	1–10
Abbildung 1–8 – Dichtes Gehäuse	1–16
Abbildung 1–9 – Klimatisierter Schrank	1–17
Abbildung 1–10 – Montageeinheit für Gas-/Staubnahmekopf	1–20
Abbildung 1–11 – Foto und Schema der Probenahmestäbe	1–21
Abbildung 1–12 – RST-Leitung	1–22
Abbildung 1–13 – Verbindungen zwischen Geräten	1–23
Abbildung 1-14 – Freiraummaße	1–25
Abbildung 2–1 – Allgemeines Funktionsschema	2–2
Abbildung 2–2 – Messgerät für Betastrahlen	2–3
Abbildung 2–3 – Schema der Durchflussregelung	2–6
Abbildung 2–4 – Messorganisation	2–9
Abbildung 2–5 – Einheit RST-Leitung	2–14
Abbildung 3–1 – Fluid und Elektroanschlüsse	3–3
Abbildung 4–1 – Schema der Picolino-Pumpe	4–5
Abbildung 4–2 – Schema der KNF-Pumpe	4–6
Abbildung 4–3 – Reinigung der Probenahmeköpfe PM10 EN12341 und PM2.5 EN14907	4–9
Abbildung 4–4 – Reinigung des normalisierten PM10-Eingangs, US-EPA-normiert	4–10
Abbildung 4–5 – Reinigung des US-EPA-normalisierten VSCC™	4–11

SEITENVERZEICHNIS

Seite	Datum	Seite	Datum	Seite	Datum
0-1	02.2020	2-3	03.2019	3-39	03.2019
0-2	03.2019	2-4	03.2019	3-40	03.2019
0-3	02.2020	2-5	03.2019	3-41	03.2019
0-4	02.2020	2-6	03.2019	3-42	03.2019
0-5	02.2020	2-7	03.2019	3-43	03.2019
0-6	02.2020	2-8	03.2019	3-44	03.2019
0-7	03.2019	2-9	03.2019	3-45	03.2019
0-8	03.2019	2-10	03.2019	3-46	03.2019
0-9	03.2019	2-11	03.2019	3-47	03.2019
0-10	03.2019	2-12	03.2019	3-48	03.2019
0-11	03.2019	2-13	03.2019	3-49	03.2019
0-12	03.2019	2-14	03.2019	3-50	03.2019
0-13	03.2019			3-51	03.2019
0-14	03.2019			3-52	03.2019
0-15	03.2019			3-53	03.2019
0-16	03.2019			3-54	03.2019
0-17	03.2019	3-1	03.2019	3-55	03.2019
0-18	03.2019	3-2	02.2020	3-56	03.2019
		3-3	03.2019	3-57	03.2019
		3-4	02.2020	3-58	03.2019
		3-5	03.2019	3-59	03.2019
		3-6	03.2019	3-60	03.2019
		3-7	02.2020	3-61	03.2019
1-1	02.2020	3-8	03.2019	3-62	03.2019
1-2	03.2019	3-9	03.2019	3-63	03.2019
1-3	03.2019	3-10	03.2019	3-64	03.2019
1-4	03.2019	3-11	03.2019	3-65	03.2020
1-5	03.2019	3-12	03.2019	3-66	03.2019
1-6	03.2019	3-13	03.2019	3-67	03.2019
1-7	03.2019	3-14	03.2019	3-68	03.2019
1-8	03.2019			3-69	03.2019
1-9	02.2020			3-70	03.2019
1-10	03.2019	3-15	03.2019	3-71	03.2019
1-11	03.2019	3-16	03.2019	3-72	03.2019
1-12	03.2019	3-17	03.2019		
1-13	03.2019	3-18	03.2019		
1-14	03.2019	3-19	03.2019		
1-15	03.2019	3-20	03.2019		
1-16	03.2019	3-21	03.2019		
1-17	03.2019	3-22	03.2019	4-1	03.2019
1-18	03.2019	3-23	03.2019	4-2	03.2019
1-19	03.2019	3-24	03.2019	4-3	03.2019
1-20	03.2019	3-25	03.2019	4-4	03.2019
1-21	03.2019	3-26	03.2019	4-5	03.2019
1-22	03.2019	3-27	03.2019	4-6	03.2019
1-23	03.2019	3-28	03.2019	4-7	03.2019
1-24	03.2019	3-29	03.2019	4-8	03.2019
1-25	03.2019	3-30	03.2019	4-9	03.2019
1-26	03.2019	3-31	03.2019	4-10	03.2019
		3-32	03.2019	4-11	03.2019
		3-33	03.2019	4-12	03.2019
		3-34	03.2019	4-13	03.2019
		3-35	03.2019	4-14	03.2019
		3-36	03.2019	4-15	03.2019
2-1	03.2019	3-37	03.2019	4-16	03.2019
2-2	03.2019	3-38	03.2019	4-17	03.2019

Seite	Datum	Seite	Datum
4-19	03.2019		
4-20	03.2019		
4-21	03.2019		
4-22	03.2019		
4-23	03.2019		
4-24	03.2019		
4-25	03.2019		
4-26	03.2019		
4-27	03.2019		
4-28	03.2019		
4-29	03.2019		
4-30	03.2019		
4-31	03.2019		
4-32	03.2019		
4-33	03.2019		
4-34	03.2019		
4-35	03.2019		
4-36	03.2019		
4-37	03.2019		
4-38	03.2019		
4-39	03.2019		
4-40	03.2019		
4-41	03.2019		
4-42	03.2019		
4-43	03.2019		
4-44	03.2019		
5-1	03.2019		
5-2	03.2019		
5-3	03.2019		
5-4	03.2019		
5-5	03.2019		
5-6	03.2019		
5-7	03.2019		
5-8	03.2019		
5-9	03.2019		
5-10	03.2019		
5-11	03.2019		
5-12	03.2019		
5-13	03.2019		
5-14	03.2019		
5-15	03.2019		
5-16	03.2019		
5-17	03.2019		
5-18	03.2019		

Leerseite



**SICHERHEITSHINWEISE****BESONDERE ANWEISUNGEN
ZUM
STRAHLENSCHUTZ****0.1 WARNUNG**

Gemäß dem französischen Gesetz über das öffentliche Gesundheitswesen (Code de Santé Publique) unterliegt die Nutzung dieses Geräts in bestimmten Fällen einer vorherigen Genehmigung durch die **Behörde für nukleare Sicherheit**

oder die **Regionaldirektionen**, denen die klassifizierten Anlagen (ICPE) unterstehen (DRIEE, DREAL...).

Radioaktive Quellen sind reglementierte Stoffe, was bedeutet, dass ihr Import, Export, Erhalt, Transport, ihre Handhabung sowie ihre Beseitigung durch Gesetzestexte geregelt sind, insbesondere:

Französisches Gesetz über das öffentliche Gesundheitswesen (Code de la Santé Publique)

Französisches Arbeitsgesetzbuch (Code du Travail)

Französische Bestimmung in Bezug auf den Transport gefährlicher Waren

Das Gerät, das Vorgehen und die Organisation der Arbeit müssen so konzipiert sein, dass die individuellen und kollektiven beruflichen Expositionen so gering wie vernünftigerweise möglich unter den durch die Regelung vorgeschriebenen Grenzwerten gehalten werden.

**SICHERHEITSHINWEISE****0.2 HINWEIS AUF DIE WICHTIGSTEN TECHNISCHEN RECHTSVORSCHRIFTEN**

In jeder Einrichtung, in der diese Art von Gerät eingesetzt wird, muss vom Arbeitgeber eine für die nukleare Aktivität verantwortliche Person ernannt werden, die die Einhaltung der Strahlenschutzregeln überwacht.

Diese Person muss von den vorliegenden Anweisungen Kenntnis erlangen und die besonderen Hinweise für das für den Umgang mit diesem Gerät ernannte Personal erstellen. Eine Vorlage der Sicherheitshinweise zum Aushang am Messsystem sehen Sie in Abschnitt 0.7

Während der Inbetriebnahme der Quelle muss eine operative Prüfung durchgeführt werden (z. B. RAN-Test). Regelmäßige Kontrollen des Strahlenschutzes des Geräts und der Dichtheit der Quellen sind ebenfalls von der Reglementierung vorgesehen.

Jede Quelle muss mit einer vom Hersteller erstellten Bescheinigung zum Nachweis der Spezifikationen der Quelle geliefert werden.

Im Fall der endgültigen Aufgabe der Verwendung der umschlossenen Quelle muss der Leiter der Einrichtung diese an den Lieferanten zurückgeben.

Der Benutzer wird nach Abnahme durch die IRSN der vom Hersteller ausgestellten Bescheinigung über die Rücknahme der Quelle mit Angabe des Datums der tatsächlichen Rücknahme der Quelle und der Identifizierungsspezifikationen von seiner Verantwortung entbunden.

Im Fall des Verlusts, des Diebstahls, des Verschwindens einer radioaktiven Quelle sowie bei Situationen, die zu einer radioaktiven Verbreitung führen können, muss der Halter der Genehmigung, die für die nukleare Aktivität verantwortliche Person oder die für den Strahlenschutz zuständige Person unverzüglich folgende Stellen informieren (gilt für Frankreich):

- Präfekt des Departements
- I.R.S.N.
Bereitschaftsdienst (Tag und Nacht)
Tel.: 06 07 31 56 63
E-Mail: cadre.astreinte@irsn.fr
Technisches Krisenzentrum
Tel.: 01 58 35 01 70 oder 01 58 35 01 60 oder 01 58 35 01 61
E-Mail : ctc@irsn.fr
- A.S.N.
www.asn.fr

GEBÜHRENFREIE NUMMER (bei Notfällen und Strahlenschutzvorfällen) 0 800 804 135

und den Vorfall bei der Gendarmerie oder den Geschäftsstellen der Polizei melden.



SICHERHEITSHINWEISE

0.3 AUFBAU DES GERÄTS

0.3.1 BESCHREIBUNG DES GERÄTS UND LAGE DER UMSCHLOSSENEN RADIOAKTIVEN QUELLE

Die Quelle ist in einem Drehzylinder befestigt, der sich wiederum im oberen Block des Beta-Staubmeters befindet.

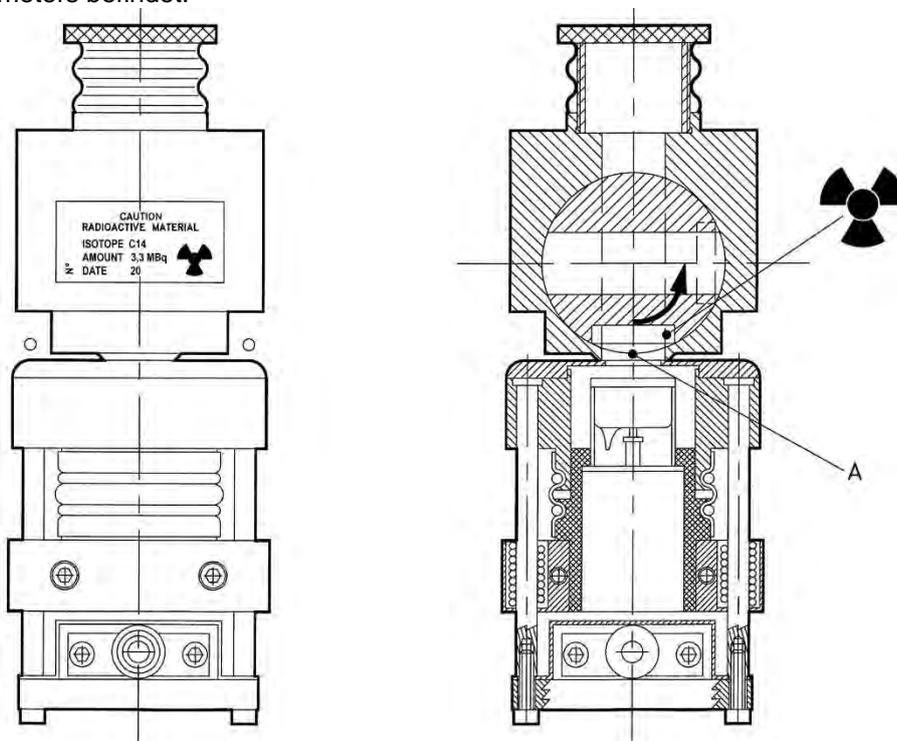


Abbildung 0-1 – Quellenträger des Beta-Staubmeters (Beispiel für eine Quelle mit 3,3 MBq)

Ein Kennzeichnungsschild ist auf der Vorderseite des obersten Blocks des Empfängers angebracht, wenn sich die Quelle im Quellenträger befindet. Dieses Schild gibt die Seriennummer, die Aktivität und das Fabrikationsdatum der Quelle an.

0.3.2 SICHERHEITSSYSTEM

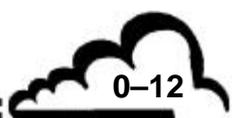
Da der Quellenträger drehbar ist, befindet sich die Kohlenstoff-14-Quelle entweder in Lager- oder in Messposition.

Das Fenster in Messposition nicht mit den Fingern berühren (Position A in Abbildung 0.1)

Im Fall der Unterbrechung der Messung kehrt der Quellenträger automatisch in die Lagerposition zurück. Andererseits kann der Quellenträger nicht abmontiert werden, wodurch kein einfacher Zugriff auf die Quelle möglich ist.

**SICHERHEITSHINWEISE****0.3.3 RADIOAKTIVE QUELLE**

Radioaktives Element	Kohlenstoff-14
Form	Umschlossen
Aktivität	1,6 MBq \pm 15 %, d. h. maximal 1,84 MBq
Emission	Typ β - Energie: 0,160 MeV
Halbwertszeit	5730 Jahre



**SICHERHEITSHINWEISE****0.4 RISIKOBEWERTUNG**

Die Messungen der Dosisleistung wurden vom IRSN durchgeführt.

0.4.1 MESSUNGEN IM DIREKTEN STRAHL

Für die im MP101M integrierten umschlossenen Kohlenstoff-14-Quellen gelten folgende Daten:

Bremsstrahlungen	Nicht berücksichtigt
Kontaktdosis	350 µSv/h
Dosis bei 10 cm	9 µSv/h
Dosis, wenn sich die Quelle in einer Kunststoffbox befindet	0,2 µSv/h
Dosis, wenn die Quelle im Analysator montiert ist	0,1 µSv/h

Die Gesamtkörperdosis wird nicht berücksichtigt, da die ionisierenden Strahlungen bei einer Entfernung von über 23 cm vollständig abgeschwächt werden.

0.4.2 KONTAMINATIONSPRÜFUNG

Bei den Quellen handelt es sich um umschlossene Strahlenquellen. Eine Prüfung der Unversehrtheit der Quelle und der fehlenden Kontamination wird durch den Hersteller durchgeführt, und jeder Quelle liegt eine Bescheinigung der umschlossenen Quelle bei.

Die Quellen sind konform mit der ISO-2919-Klassifizierung, sie beachten die Klassifizierung C34343.

**SICHERHEITSHINWEISE****0.5 RISIKOANALYSEN**

Die von den französischen Rechtsvorschriften für die Öffentlichkeit festgelegten Dosen finden sich in der folgenden Tabelle. Die Werte entstammen dem französischen Gesetz über die öffentliche Gesundheit (Code de la santé Publique).

Gemäß dem französischen Arbeitsgesetzbuch gilt ein Arbeiter, egal ob angestellt oder nicht, als exponiert, wenn er im Rahmen seiner beruflichen Tätigkeit einer Exposition durch ionisierende Strahlen ausgesetzt ist, die im Verdacht stehen, höhere Dosen als in der Tabelle aufgeführt zu verursachen.

Exponierter Bereich	Äquivalenter Dosisgrenzwert
Ganzkörperexposition	1 mSv/ Jahr
Augenlinse	15 mSv/ Jahr
Haut	50 mSv/ Jahr im Durchschnitt für alle Oberflächen von 1 cm ²

0.5.1 EXTERNE EXPOSITION

Ist die Quelle im Analysator montiert, entspricht die Dosisleistung an den Extremitäten (Hände) 0,1 $\mu\text{Sv/h}$. Um den gesetzlichen Grenzwert von 50000 $\mu\text{Sv/Jahr}$ zu überschreiten, müssten die Hände eines Technikers mehr als 500.000 Stunden pro Jahr Kontakt mit dem Analysator haben, was nicht sehr realistisch ist.

Folglich liegen die Werte weit unter den für die Öffentlichkeit zulässigen Dosisleistungen.

0.5.2 INTERNE EXPOSITION

Die interne Exposition entspricht der Aufnahme von radioaktiven Stoffen über den Mund oder die Nase.

Gemäß den Anhängen der Richtlinie EURATOM 96/29 entspricht die über den Mund oder die Nase aufgenommene wirksame Dosis für ^{14}C $5,8 \cdot 10^{-10} \text{ Sv/Bq}$. Die wirksame Dosis der internen Exposition beträgt also: $1,84 \cdot 10^9 \text{ Bq} \times 5,8 \cdot 10^{-10} \text{ Sv/Bq} = 1,07 \text{ mSv}$.

Um den Grenzwert von 1 mSv/Jahr (Ganzkörperexposition) zu überschreiten, müsste 1 ^{14}C -Quelle über Mund oder Nase aufgenommen werden. Diese Situationen sind absolut unwahrscheinlich.



**SICHERHEITSHINWEISE**

Vom IRSN wurden Bewertungen durchgeführt (Bericht SIAR/2012-004104). Die Studie des IRSN bestätigt, dass „**die Höhe der internen Exposition als vernachlässigbar angesehen wird in Bezug auf den reglementatorisch für die Öffentlichkeit festgelegten Grenzwert von 1mSv/Jahr**“

Im Normalbetrieb wird das Personal, das nur die Geräte MP101M verwendet, nicht als exponierte Arbeiter definiert, es erfolgt keine Klassifizierung in die Kategorien A oder B. Die zulässigen Expositionswerte entsprechen denen, die für die Öffentlichkeit gelten.

In der Praxis gibt es keinen Überwachungsbereich (der sich im Kontakt mit dem Ausgangsfenster befände) und keinen Kontrollbereich.



SICHERHEITSHINWEISE

0.6 STRAHLENSCHUTZEMPFEHLUNGEN

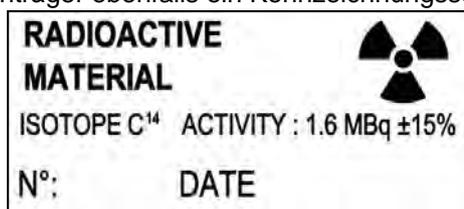
0.6.1 KENNZEICHNUNGEN

Ein Schild, das die Anwesenheit einer radioaktiven Quelle anzeigt, kann außen an der Tür des Analysatorgehäuses angebracht werden. In diesem Fall ist darauf zu achten, das Strahlenwarnzeichen zu verwenden, das scharz auf gelbem Grund aufgebaut ist. Dieses Schild liegt dem Analysator bei der Lieferung bei. Es darf kein anderes Warnzeichen verwendet werden.



Abbildung 0-2 – Strahlenwarnzeichen

Lokal ist auf dem Quellenträger ebenfalls ein Kennzeichnungsschild angebracht:



0.6.2 INFORMATION DES PERSONALS

Das Personal des Anwenderunternehmens muss eindeutig von dem Vorhandensein der radioaktiven Quelle, den damit verbundenen Risiken und der Bedeutung der verschiedenen Kennzeichnungen informiert werden.

0.6.3 ARBEITEN AN DEN QUELLENTRÄGERN

In Frankreich müssen alle Arbeiten an den Quellenträgern vom Lieferanten durchgeführt werden.

In anderen Ländern erfolgen diese Arbeiten unter der Autorität der für die nukleare Aktivität des Benutzers verantwortlichen Person und von einer am Analysator geschulten und von den Risiken informierten Person.

0.6.4 PROGNOSE BESONDERER RISIKEN

Die für die nukleare Tätigkeit verantwortliche Person muss verschiedene Hinweise erstellen, die im Fall von Auffälligkeiten, Vorfällen, Bränden anzuwenden sind, wobei die zu treffenden Vorkehrungen und die durchzuführenden Maßnahmen vorzusehen sind.

Im Fall eines Brandes, der die Umhüllung der umschlossenen Quelle beeinträchtigen könnte, wäre das Kontaminationsrisiko für Flächen und für die Atmosphäre unter Berücksichtigung der hier zur Debatte stehenden Aktivität gering. Gemäß dem Gesetz über die öffentliche Gesundheit (Art R1333-51) muss die Unversehrtheit der Quelle nach einem solchen Ereignis überprüft werden.

Nehmen Sie bei Bedarf Kontakt mit ENVEA auf.



SICHERHEITSHINWEISE

0.7 SICHERHEITSHINWEISE – BEISPIEL

SICHERHEITSHINWEISE

Dieses Gerät enthält eine radioaktive Kohlenstoff-¹⁴C-Quelle mit einer Aktivität von 1,6MBq ± 15 %
DER DIE QUELLE ENTHALTENE STRAHLERKOPF ist mit Spezialschrauben befestigt.

Die Existenz dieser Quelle wird durch das folgende Schild angezeigt:

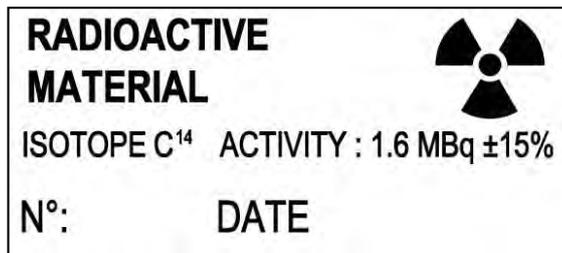


Abbildung 0-3 – Kennzeichnungsschilder
Hinweis: Das genannte Datum ist das Kalibrierdatum der Quelle.

**DER QUELLENTRÄGER DARF NICHT GEÖFFNET WERDEN
 DIE QUELLE DARF NICHT VOM QUELLENTRÄGER GETRENNT
 WERDEN.**

**ES BESTEHT EIN STRAHLENRISIKO BEI KONTAKT MIT DEM
 AUSGANGSFENSTER. JEDE EXPOSITION DER HÄNDE AN DIESER
 STELLE VERMEIDEN.**

Jede am Messsystem festgestellte Funktionsstörung oder Beschädigung muss unverzüglich der für die nukleare Aktivität verantwortlichen Person mitgeteilt werden:

Name:..... Tel.:

Betriebsarzt:

Name:..... Tel.:

Adresse:

**SICHERHEITSHINWEISE****0.8 TECHNISCHE STRAHLENSCHUTZPRÜFUNGEN**

ENVEA empfiehlt den Benutzern von Analysatoren, die eine radiokative Quelle enthalten, unter Anwendung des Arbeitsgesetzbuches regelmäßige technische Strahlenschutzprüfungen durchzuführen, insbesondere:

- Interne technische Prüfungen der Atmosphäre (monatlich) mit Hilfe der Kontaminationsprüfung.
- Interne technische Prüfungen der radioaktiven Quellen und der Quellen enthaltenden Vorrichtungen.
- Externe technische und organisatorische Prüfungen durch ein anerkanntes Organ (jährlich).

Der Leiter der Einrichtung muss sich an die geltende Gesetzgebung halten.

0.9 BENUTZUNGSENDE DES ANALYSATORS

In Frankreich muss die Quelle am Benutzungsende vom Lieferanten für die Rücksendung an den Hersteller zurückgenommen werden. Nehmen Sie hierzu Kontakt mit ENVEA auf, um sich über die Modalitäten der Rücknahme der Quelle und der Entsorgung des Analysators zu informieren.

KAPITEL 1

ALLGEMEINES – KENNDATEN

1.1.	ALLGEMEINES	1–3
	1.1.1. AUFBAU (ABBILDUNG 1–1)	1–3
	1.1.2. BESCHREIBUNG	1–4
	1.1.2.1. Vorderseite	1–4
	1.1.2.2. Rückseite	1–9
	1.1.2.3. Innenansicht	1–11
	1.1.3. ZUGEHÖRIGE HARDWARE	1–12
	1.1.3.1. Probenahmeeinheit	1–12
	1.1.3.2. Pumpeneinheit	1–12
	1.1.3.3. Optionale automatische Kalibrierung	1–12
1.2.	KENNDATEN	1–13
	1.2.1. TECHNISCHE DATEN	1–13
	1.2.2. GEBRAUCH	1–14
	1.2.3. LAGERUNG	1–14
	1.2.4. INSTALLATION	1–15
	1.2.4.1. Bestückung	1–15
	1.2.4.2. Installation	1–18
	1.2.4.3. Verbindungen zwischen Geräten	1–23
	1.2.4.4. Abmessungen und Gewicht (Abbildung 1–14)	1–23
	1.2.4.5. Handhabung und Lagerung	1–23
	1.2.5. ZERTIFIZIERUNGEN	1–26
	1.2.5.1. USEPA-Kennzeichnung: PM10 (EQPM – 0404 – 151), PM2,5 (EQPM – 1013 – 211)	1–26
	1.2.5.2. Europäische Kennzeichnung	1–26
	Abbildung 1–1 – Aufbau des MP101M	1–2
	Abbildung 1–2 – Farb-Touchscreen	1–4
	Abbildung 1–3 – Vorderseite, Ansicht der Einheit aus Sammler und Beta-Staubmeter	1–5
	Abbildung 1–4 – Rückseite	1–7
	Abbildung 1–5 – Innenansicht der Rückseite	1–7
	Abbildung 1–6 – Durchflussregelvorrichtung	1–8
	Abbildung 1–7 – Innenansicht	1–10
	Abbildung 1–8 – Dichtes Gehäuses	1–16
	Abbildung 1–9 – Klimatisierter Schrank	1–17
	Abbildung 1–10 – Montageeinheit für Gas-/Staubnahmekopf.	1–20
	Abbildung 1–11 – Foto und Schema der Probenahmestäbe	1–21
	Abbildung 1–12 – RST-Leitung	1–22
	Abbildung 1–13 – Verbindungen zwischen Geräten	1–23
	Abbildung 1–14 – Freiraummaße	1–25
	Tabelle 1–1 – Anschluss der DB25-Steckverbindung	1–9

1. ALLGEMEINES – KENNDATEN



Abbildung 1-1 – Aufbau des MP101M

1.1. ALLGEMEINES

1.1.1. AUFBAU (ABBILDUNG 1–1)

Der MP101M ist ein Messgerät für Schwebstaub in der Umgebungsluft. Er ermöglicht die ordnungsgemäße Überwachung von PM10 und PM2,5:

- PM10 gehören zu der Kategorie an Teilchen, deren Durchmesser kleiner als 10 µm (einatembarer Anteil) ist.
- PM2,5 haben einen Durchmesser von unter 2,5 µm, sie gelangen tiefer in das Atmungssystem.

Der MP101M ermöglicht außerdem die kontinuierliche Überwachung der relativen Schwankungen der natürlichen Radiaktivität der entnommenen Stäube und löst bei Überschreitung des Schwellenwerts einen Alarm aus.

Es gibt ihn als Innenrack zur Aufstellung in einem geschlossenen Raum oder als klimatisierbaren Außenschrank.

Sein technisches Prinzip basiert auf der Messung von Teilchen über die Abschwächung der Betastrahlung. Die Schwebstaub werden in einem vordefinierten Volumen und in automatischer sequentieller Abfolge auf einen Glasfaserfilter gesaugt und auf dem Filter gesammelt; der Filter bewegt sich zwischen einer Beta-Strahlungsquelle (Kohlenstoff-14) und einem Geiger-Müller-Zähler (GM).

Das Messprinzip basiert auf der Tatsache, dass die Absorption der Betastrahlen mit der Oberflächendichte der Probe ansteigt. Während der Bestimmung einer auf dem Filter abgelagerten Masse wird die Quelle gegenüber der Teilchenablagerung und des GM-Zählers positioniert. Die Messung besteht also in der Berechnung der Differenz der bei unbeladenem Filter gemessenen Absorption und der bei beladenem Filter gemessenen Absorption, wobei die Absorption der Betastrahlen einem Exponentialgesetz folgt und unabhängig von der physikalisch-chemischen Beschaffenheit des Materials ist.

Das in der Quelle enthaltene Radioelement Kohlenstoff-14 (^{14}C) hat eine geringe Aktivität und eine lange Halbwertszeit (≈ 5730 Jahre).

Mit dem verwendeten Filterband lassen sich viele Sammlungen (1200) durchführen, was 3 Jahren kontinuierlichen Betriebs entspricht.

Dank der Funktionssicherheit seiner Elemente und der einfachen Bedienung ist der MP101M wartungsarm.

1.1.2. BESCHREIBUNG

1.1.2.1. Vorderseite

Siehe Abbildung 1–1 und Abbildung 1–3.

Die Vorderseite des Analysators besteht aus einem feststehenden Teil und einer beweglichen Tür, die Zugang zur Einheit aus Sammler und Beta-Staubmeter gibt.

Diese Tür dreht auf einer Achse von links nach rechts; sie wird mit einem Drehriegelverschluss verriegelt.

Die Tür verfügt über die folgenden Elemente (**Abbildung 1–1**):

- einen TFT-LCD-Farbbildschirm (Flüssigkristallanzeige mit Dünnschichttransistoren) mit Hintergrundbeleuchtung.
 - Auflösung: 800 x 480 (Pixel) und Bildschirmdiagonale: 7".
 - Angezeigt werden die Messwerte in der gewählten Einheit sowie die für die Programmierung und Kontrolle des Geräts notwendigen Informationen.
- ein auf dem Bildschirm angebrachtes interaktives Touchpanel.
- einen USB-Anschluss zur Aktualisierung der Software, Wiederherstellung des Systems mit einer vorhergehenden Softwareversion und zur Speicherung der Daten.



Abbildung 1–2 – Farb-Touchscreen



(1) Endmaß, (3) Quellenträger, (4) zusammenschiebbarer Stutzen am Probegaseingang, (5) Capstan, (6) Andruckrolle, (7) Aufwickelrolle, (8) Aufnahme des Geiger-Müller-Detektors, (9) Andruckvorrichtung, (10) Abwickelrolle.

Abbildung 1-3 – Vorderseite, Ansicht der Einheit aus Sammler und Beta-Staubmeter

Tür geöffnet (Abbildung 1–3):

Zum Öffnen der Tür muss der Verriegelungsknopf einfach nur im Uhrzeigersinn gedreht werden. Dann ist Folgendes zugänglich:

- Das Endmaß (1)
 - Befindet sich in einer spezifischen Aufnahme und ist vor Staub geschützt.
 - Seine Massenbelegung wird im Labor durch gravimetrisches Wiegen ermittelt.
 - Es ist für die Kalibrierung des Beta-Staubmeters oder für seine Kontrolle zu verwenden, falls die optionale automatische Kalibrierung nicht im Messgerät installiert ist.
- Vorrichtung für den Antrieb des Filterbands:
 - eine Abwickelrolle (10),
 - eine Aufwickelrolle (7),
 - ein Capstan (5), das mit einem Vorschubsynchronmotor gekoppelt ist,
 - eine ausrückbare Andruckrolle (6).
- Der Beta-Staubmeter:

Er besteht aus einer radioaktiven Quelle mit dem Radioelement Kohlenstoff-14 (^{14}C), die sich in einem Quellenträger (3) befindet, in dessen Inneren die Quelle zwei Positionen einnehmen kann:

 - auf der rechten Seite Saugen oder Stillstand,
 - gegenüber dem Geigerzähler Messung.
- Auf derselben Achse befindet sich nach dem Band ein Geiger-Müller-Zählrohr (8).

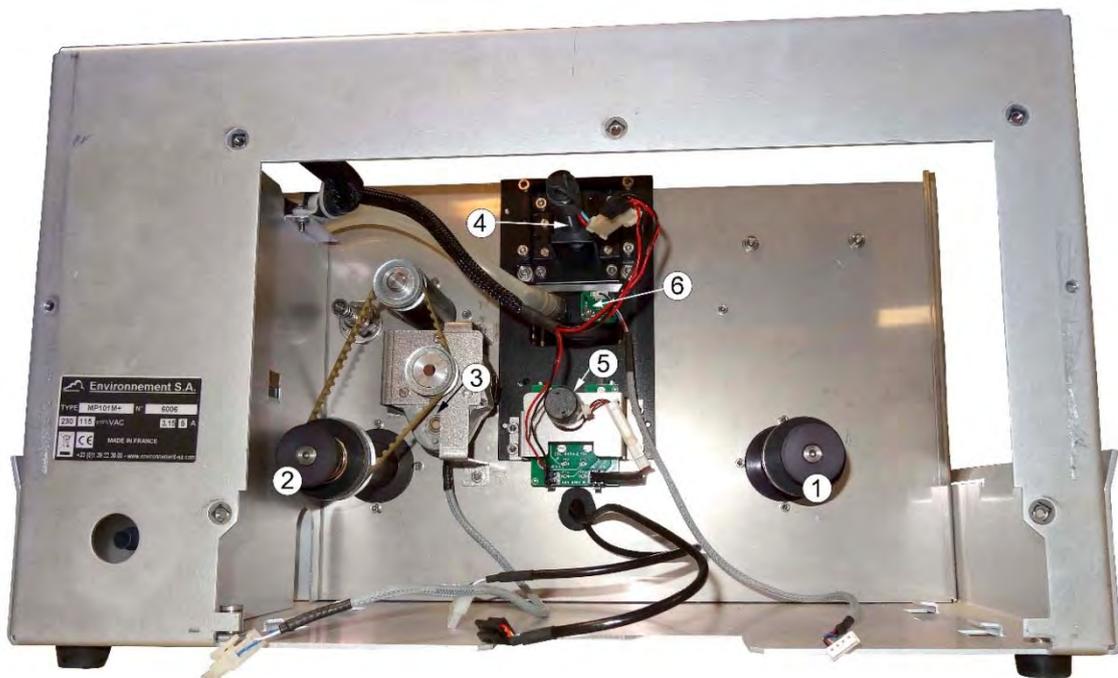
Im Messmodus behalten die Quelle und der GM-Zähler unabhängig von den Eingriffen am Messgerät (Verfahren der Andruckvorrichtung, Vorschub des Bands, Einbringen eines Endmaßes) immer dieselben relativen Positionen, um in allen Fällen dieselben Zählbedingungen zu garantieren.

- Das Luftsystem
 - Ein zusammenschiebbarer Stutzen (4) ermöglicht die Verbindung zwischen der Probenahmeleitung und dem MP101M.
 - Ein zusätzliches Dichtungsstück ermöglicht die Aufrechterhaltung der Dichtheit zwischen dem zusammenschiebbaren Stutzen und der RST-Leitung bei einer vertikalen Verfahrung der Leitung über einen Abstand von unter 2 cm. (Beispiel: Verformung des Schutzdaches).
- Die Edelstahl-Probenahmeleitung leitet die Gasprobe ohne Hindernisse bis zum Glasfaserfilter (Filterband), was die Homogenität der Teilchenablagerung gewährleistet.
- Die Dichtheit der Vorrichtung in Höhe des Filters wird durch die Andruckvorrichtung (9) gewährleistet, die den Filter während der Messung zwischen der Quelle und einem Halterahmen über dem GM-Zähler hält.



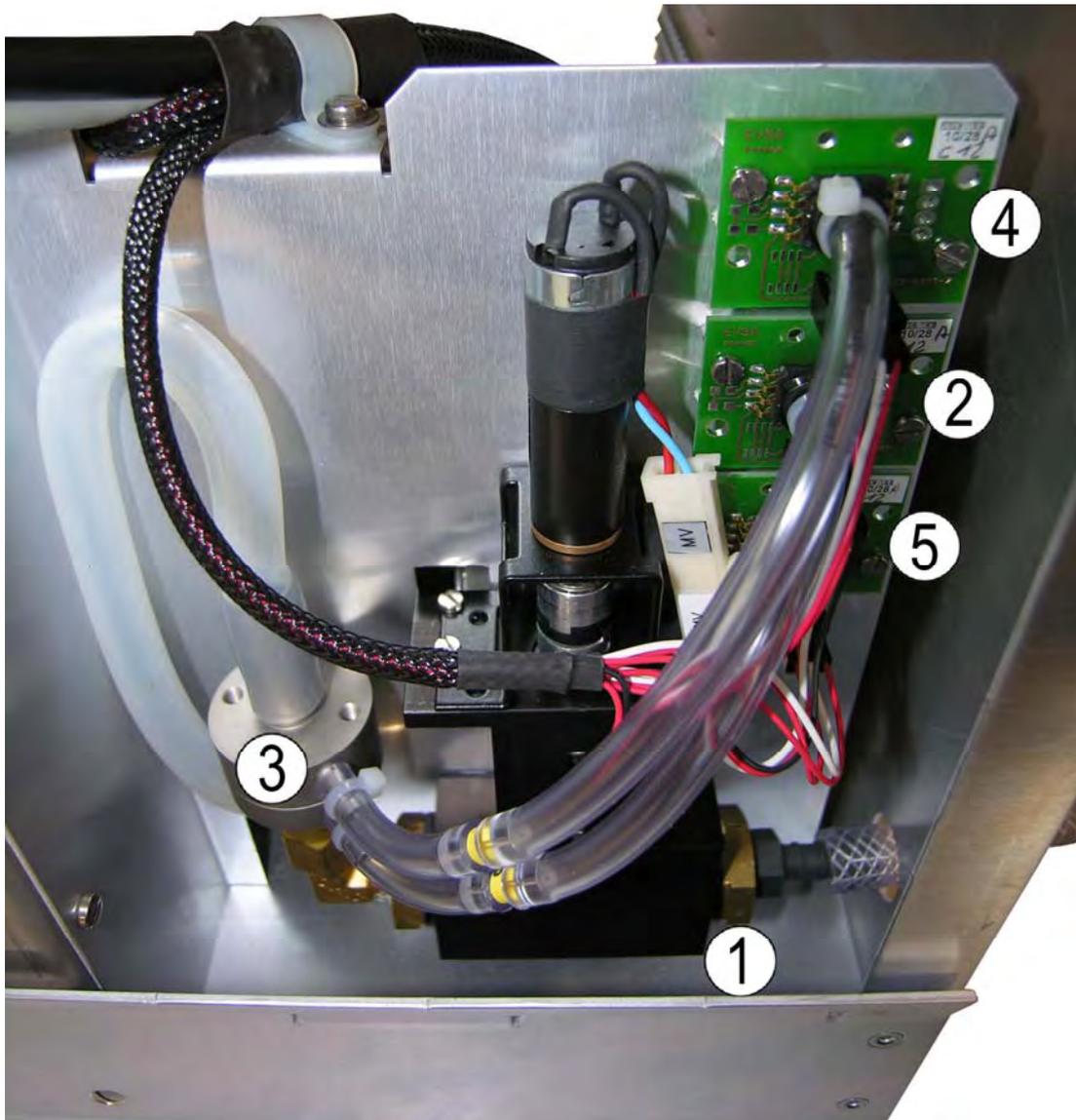
- (1) Hauptsicherung F1 und Netzteil, (2) Ventilator, (3) TUCHEL-Anschluss für die Heizung des Kopfes, (4) RS232/RS422-Anschluss, (5) Versorgung externe Pumpe, (6) Kopfsensor, (7) TCP/IP-Anschluss, (8) Pumpenausgang, (9) Befestigungsschraube der Abdeckung, (10) optionale ESTEL-Karte, (11) Anschlussbuchse mit CPM-Option, (12) Befestigungsschraube des Auszugs auf der Rückseite.

Abbildung 1-4 – Rückseite



- (1) Achse der Abwickelrolle, (2) Achse der Aufwickelrolle, (3) Papiervorschubmotor, (4) Drehmotor des Quellenträgers, (5) Anpresstellermotor (6) Karte GM-Sensoren.

Abbildung 1-5 – Innenansicht der Rückseite



(1) motorisiertes Ventil, (2) Sensor Hinterdruck P2, (3) ebene Öffnung, (4) Sensor Vordruck P1, (5) Sensor Atmosphärendruck (P. atm.).

Abbildung 1-6 – Durchflussregelvorrichtung

1.1.2.2. Rückseite

Abbildung 1–4.

Auf der Rückseite des MP101M befinden sich alle elektrischen Anschlussbuchsen und der Pumpenausgang.

- Luftausgang (unten links)
 - Der „Luftausgang“ zum Anschluss an die externe Saugpumpeneinheit besteht aus einem geraden Stutzen mit einem Durchmesser von 8 mm. (8)
- Elektrische Anschlüsse und Ausrüstungen
 - Das Netzteil besteht aus dem Hauptschalter, einer 3-poligen Buchse für den Anschluss einer Standardleitung und zwei trägen Sicherungen mit 3,15 A / 220 V oder 5 A / 115 V (1).
 - 1 25-polige Buchse für den seriellen Anschluss (RS232/RS422) (4).
 - 1 TUCHEL-Buchse, 3 Stifte, für die kontinuierliche 24-V-Versorgung der Heizung des Probenahmekopfes (3).
 - 1 Buchse für die Versorgung der externen Pumpe (5).
 - 1 15-polige Buchse für den Anschluss eines Umgebungsluft-Wettersensors (6),
 - 1 TCP/IP-Netzanschluss (7).
 - 1 Buchse für den CPM-Anschluss (11).
- Belüftungseinrichtung
 - Sie besteht aus einem Ventilator in der Rückseite (2), was eine gute Belüftung der elektrischen und elektronischen Kreise gewährleistet.

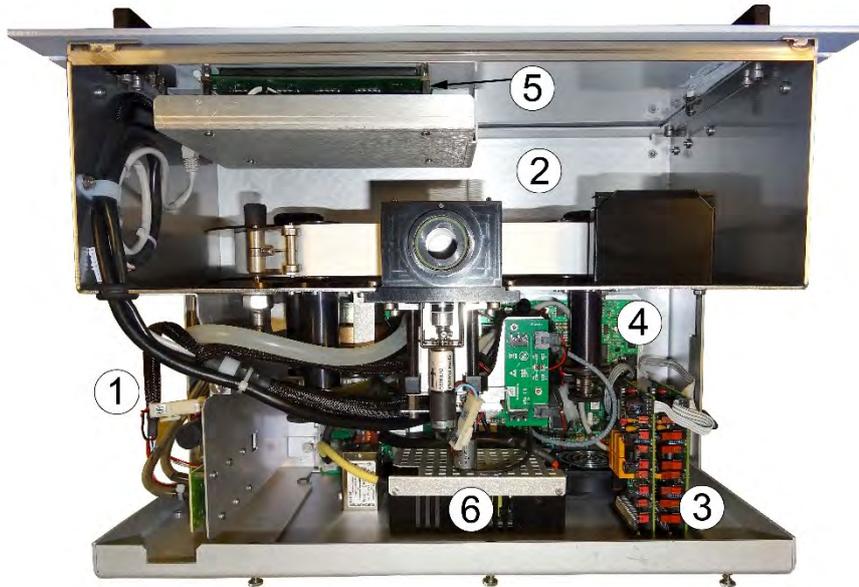
Tabelle 1–1 – Anschluss der DB25-Steckverbindung

Serielle Schnittstellen RS232 / 422

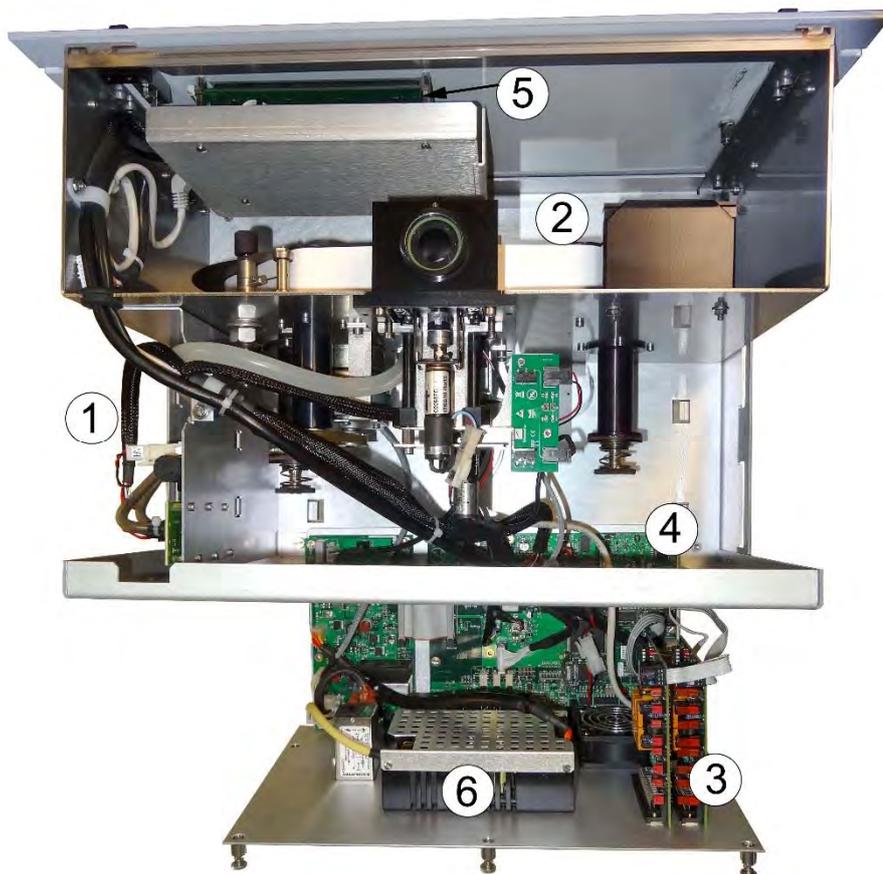
COM1
2 - TX
3 - RX
4 - RTS
7 - GND
20 - DTR
21 - TX
11 - RX

HINWEIS: Die Kontakte der Ausgangsrelais sind potentialfreie Schließerkontakte. Die Fernsteuerungen erfolgen durch Schließen eines potenzialfreien Kontakts. Die Analogeingänge lassen maximal 2,5 VCC zu.

Weitere Hinweise zur Verwendung des Bayern-Hessen Protokoll können dem Dokument „Beschreibung des Bayern Protokoll für MP101M“, Stand Dezember 2019, der Firma Envea entnommen werden.



Ansicht mit geschlossenem Auszug auf der Rückseite



Ansicht mit offenem Auszug auf der Rückseite

(1) Bereich der Durchflussregelung, (2) Einheit Sammler und Beta-Staubmeter, (3) elektronischer Bereich, (4) Modulkarte, (5) ARM7-Karte, (6) Schaltnetzteil.

Abbildung 1-7 – Innenansicht

1.1.2.3. Innenansicht

Abbildung 1–7.

Es müssen lediglich die Rändelschrauben (Nr. 9, Abbildung 1–4) abgeschraubt werden, um die obere Abdeckung abzunehmen und Zugang zu den Elementen im Innern zu erhalten.

Das Gehäuse weist 3 getrennte Bereiche auf, die durch zwei Aluminiumplatten getrennt sind:

- die Einheit Sammler und Beta-Staubmeter auf der Vorderseite des Messgeräts (siehe Abbildung 1–3 und Absatz 1.1.2.1),
 - den Bereich der Saugleistungsregelung (rechts),
 - den elektronischen Bereich.
- Bereich der Durchflussregelung (Abbildung 1–6)

Die wesentlichen Bauteile sind:

- ein motorisiertes Ventil (1),
 - ein Modul mit einer ebenen Öffnung (3).
Der bei der Passage der Verengung im Fluidkreislauf beobachtete Abfall des hydrostatischen Drucks ermöglicht die Ableitung der Fließgeschwindigkeit und der Durchflussleistung.
 - drei nicht mit dem Fluidkreislauf (5) verbundene Drucksensoren vor und nach der ebenen Öffnung: P1 (4), P2 (2) und P atm.
- Elektronischer Bereich

Er besteht aus einer Modulkarte (4) und Niederspannungs- und Hochspannungsversorgungskarten (6). Diese Karten sind an einem Auszug befestigt, der aus dem Gestell herausgezogen werden kann, um im Fall der Wartung einen schnellen Zugriff zu erhalten.

1.1.3. ZUGEHÖRIGE HARDWARE

- Probenahmeeinheit
- Pumpeneinheit
- Optionale automatische Kalibrierung

1.1.3.1. Probenahmeeinheit

Sie besteht aus:

- einem Standard-Probenahmekopf, der je nach Anwendung ausgetauscht werden kann:
 - TSP,
 - PM10 USEPA oder EN12341
 - PM2,5 USEPA oder EN14907
 - PM1
- einer Saugleitung (RST) aus Edelstahl, zu der Folgendes gehört:
 - eine Saugleitung, um die ein Heizkabel verläuft
 - ein Edelstahlrohr mit einem Durchmesser von 60 mm zum Schutz der Saugleitung
 - zwei Befestigungsflansche und eine Dichtung zur Gewährleistung der Dichtheit nach außen
 - ein Wettersensor bestehend aus einer Temperatursonde und einer Feuchtigkeitssonde

Die RST-Leitung ist in mehreren Längen erhältlich: 1 m, 1,50 m, 2 m, 2,75 m oder mehr nach spezieller Studie.

1.1.3.2. Pumpeneinheit

Sie besteht aus einer Pumpe (mit Membran oder Flügelzelle) und einer Anschlussleitung.

1.1.3.3. Optionale automatische Kalibrierung

Diese Option ermöglicht die Durchführung von Kalibrierungen, Masseprüfungen und Staubmeterprüfungen bei vom Benutzer konfigurierbaren Frequenzen.

Sie besteht aus:

- einer Normalfolie aus Mylar (identisch mit dem manuellen Endmaß)
- einer Elektronikkarte mit zwei Positionsdetektoren und einem Motor zur automatischen Positionierung der Normalfolie zwischen der Quellenträgereinheit und der mobilen Platte

Die Einheit ist kompatibel mit allen Analysatoren MP101M mit einer Seriennummer > 3000.

1.2. KENNDATEN

1.2.1. TECHNISCHE DATEN

Messprinzip	: Messungen durch Abschwächung der Betastrahlung
Messart und -einheiten	: Konzentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM10, PM2.5, PM1, TSP, je nach verwendetem Probenahmekopf)
Durchflusseinheiten	: l/min , m^3/h
Volumeneinheiten	: l , m^3 , Nm^3 , Sm^3 (bei 20 °C und bei 25 °C)
Form der Ergebnisse bei den Konzentrationsmessungen	: – Zyklisch – Periodisch – Mittelwert – Gleitender Mittelwert
Zeit der Geiger-Müller-Zählung	: standardmäßig 260 Sekunden (änderbar)
Messperioden	: 10 min, 1/4 - 1/2 - 1 - 2 - 3 - 4 - 6 - 12 - 24 - 48 Stunden (empfohlene Werte: 1 h oder 2 h).
Messzyklen	: 1 - 2 - 3 - 4 - 6 - 12 - 24 - 48 - 72 - 96 Stunden (empfohlener Wert: 24 h)
Nullniveau und Nachweisgrenze	: $\leq 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Mittelwert 24 h)
Messgenauigkeit (d. h. Unsicherheiten zwischen Analysatoren)	: $\leq 2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Mittelwert 24 h)
Durchflussgenauigkeit	: $\leq 2 \%$ des Nenndurchflusses
Betaquelle	: Radioelement Kohlenstoff-14, Aktivität 1,6 MBq Halbwertszeit des Radioelements ≈ 5730 Jahre
Kalibrierung	: durch manuelles Endmaß oder optionale automatische Kalibrierung.
Saugleistung	: $1 \text{ m}^3/\text{h}$
Standard-Filterband	: Band einer Breite von 35 mm und einer Länge von 30 m Filter aus Glasfaser
Autonomie	: 1200 Proben, d. h. mehr als 3 Jahre bei einer Aufgabe alle 24 Stunden
Externe Pumpe	: Doppelkopf-Vakuumpumpe mit flacher Membran oder Flügelzellenpumpe
Anzeige	: Farb-Touchscreen

Ausgangssignale	:	bis zu 8 Analogausgänge (programmierbarer Endwert) 0-1 V, 0-10 V, 0-20 mA oder 4-20 mA mit optionalem galvanischem Isolator (abhängig von der Zahl der vorhandenen optionalen ESTEL-Karten)
Versorgung	:	230 V-50 Hz (115 V-60 Hz auf Anfrage) + Schutzleiter
Verbrauch	:	Maximal beim Anfahren = 200 W Mittelwert in 24 Stunden = 180 W (RST inaktiv)
Einsatztemperatur	:	+5°C bis +40°C
Alarmkontrolle	:	– Permanent – Erfassung und Anzeige von Funktionsstörungen: Temperatur, Drücke, Durchflüsse, elektrische Parameter
Tests und Diagnosen zu Wartungszwecken	:	Anzeige auf Bildschirm.
Speicherungsdauer auf FLASH und der Echtzeituhr	:	unbegrenzt 2 Jahre pro installierter Batterie

1.2.2. GEBRAUCH

Siehe die Sicherheitshinweise CS1 bis CS9.

1.2.3. LAGERUNG

- Temperatur: – 10 °C bis 60 °C.
- Die Kohlenstoff-14-Quelle muss sich beim Transport des Analysators in Lagerposition befinden.

1.2.4. INSTALLATION

Der MP101M kann in ein normiertes Rack für eine Installation im Innenbereich, in ein dichtes Gehäuse oder einen klimatisierten Schrank für eine Installation im Außenbereich eingesetzt werden.

1.2.4.1. Bestückung**a) Genormtes Rack des MP101M**

Es handelt sich um ein 19-Zoll-Rack, das bis zu 32 Einheiten aufnehmen kann, in tiefer Ausführung (Nutztiefe 750 mm).

Es umfasst:

- 1 Schiebepalte
- 1 Pumpenauszug
- 4 Ventilatoren (oberer Bereich)
- 1 Tangentialventilator (unterer Bereich)
- 1 Fehlerstromschutzschalter mit 5 elektrischen Verteilerbuchsen
- 1 Versorgungsklemmleiste mit Sicherungsträgern
- 1 Klemmleiste (Eingänge/Ausgänge, Analogsignale)
- 1 abschließbare Tür auf der Rückseite

Optional: Verglaste abschließbare Tür auf der Vorderseite

b) Dichtes Gehäuse des MP101M EX

Es handelt sich um ein Gehäuse aus verstärktem Polyester, vorgesehen für den Schutz des MP101M und seiner Bauteile vor Witterungseinflüssen (Schutzart IP 559, Norm NF C20010).

Es umfasst:

- 1 Innenbodenplatte aus Aluminium
- 1 Befestigungsplatte für die Pumpe
- 2 seitliche Ventilatoren
- 2 Luftanschlüsse
- 1 Heizsystem mit Thermostat
- 1 Fehlerstromschutzschalter mit 4 elektrischen Verteilerbuchsen
- 1 Versorgungsklemmleiste mit Sicherungsträgern
- 1 Klemmleiste (Eingänge/Ausgänge, Analogsignale)
- 1 Tür auf der Vorderseite
- 1 Tür auf der Rückseite

HINWEIS: Das Schließen der Türen erfolgt mit einem 3-Punkt-Treibstangenverschluss; die Tür ist über ein Schloss im Griff absperrbar.

- 1 äußere Verstärkung aus Edelstahl für den Probenahmekopf
- 2 Füße aus Edelstahl für die Befestigung des Schrankes

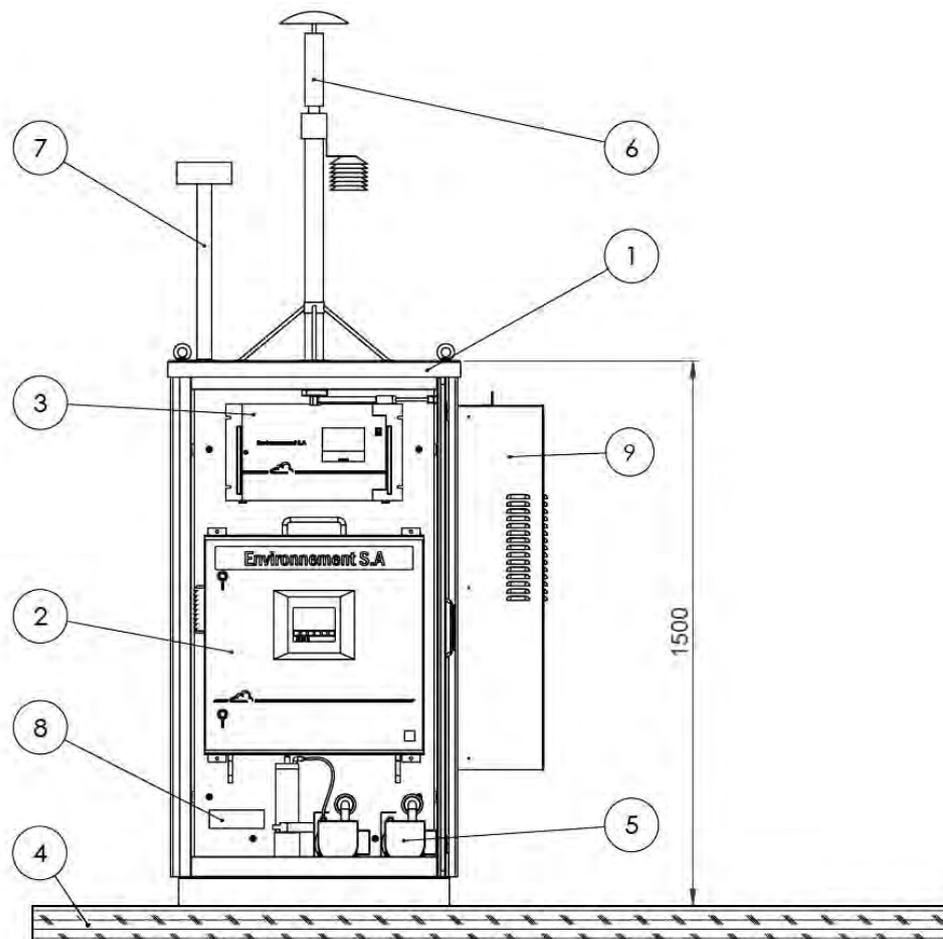
Das Heizsystem

Die Heizung des dichten Gehäuses wird gewährleistet durch einen mit einem der Ventilatoren gekoppelten elektrischen 500-W-Widerstand. Die Regelung wird durch ein Thermostat gewährleistet (Bereich: 0 bis 30 °C), das mit einem Sicherheitsschalter verbunden ist (Abschaltung bei 60 °C).

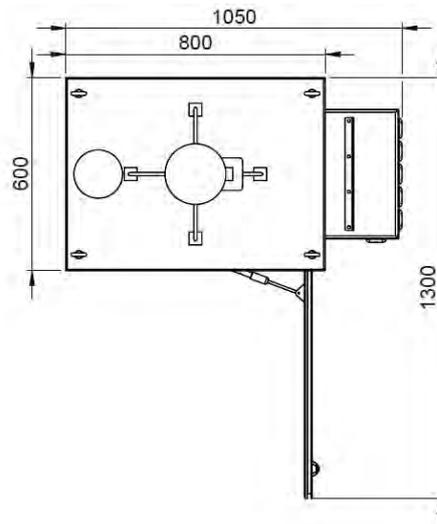


Abbildung 1-8 – Dichtes Gehäuse

c) Klimatisierter Schrank auf Anfrage erhältlich.



Vorderansicht



Draufsicht

(1) Schrank – Maße: 800 mm x 600 mm x 1500 mm, (2) MMS, (3) MP101LCD, (4) Betonsockel, (5) Pumpeneinheit, (6) Probenahmekopf (Teilchen), (7) Probenahmekopf (Gas), elektrischer Anschlussblock, (9) Klimagerät.

Abbildung 1–9 – Klimatisierter Schrank

1.2.4.2. Installation

a) Installation

a.1) *Betonsockel für Außengehäuse*

Für die Befestigung des dichten Gehäuses ist ein Betonfundament mit den Abmessungen 2 m x 1 m vorzusehen.

Die Mindesthöhe dieses Sockels ist in Abhängigkeit von den Feldbedingungen zu wählen (wassergeschützte Installation).

Es ist ein Durchlass in diesem Sockel vorzusehen für die Zufuhr des Stromkabels und möglicher Kabel für Fernsteuerung, Telefonleitung usw.

Vier Gewindebolzen \varnothing M 10, die 0,10 m überstehen, müssen im Beton vergossen sein, um die Edelstahlfüße aufzunehmen, auf die der Schrank gestellt wird.

a.2) *Montage in einem Unterstand oder in einem abgeschlossenen Raum.*

Nachdem über den Standort des MP101M entschieden wurde, muss von einer kompetenten Person ein Durchlass in die Decke des Schutzes vertikal zur Eingangsöffnung des Analysators gebohrt werden, um die Installation des Probenahmekopfes zu ermöglichen.

WICHTIG: DIE DICHTHEIT IM BEREICH DES DACHS UM DIE ÖFFNUNG HERUM BEDARF BESONDERER SORGFALT. UNDICHTIGKEITEN KÖNNEN ZU SCHÄDEN AM ANALYSATOR FÜHREN.

Die Montage muss die Verwendung der zwei Flansche und der Dichtung ermöglichen, die der Probenahmeleitung beiliegen.

a.3) *Aufstellung des MP101M*

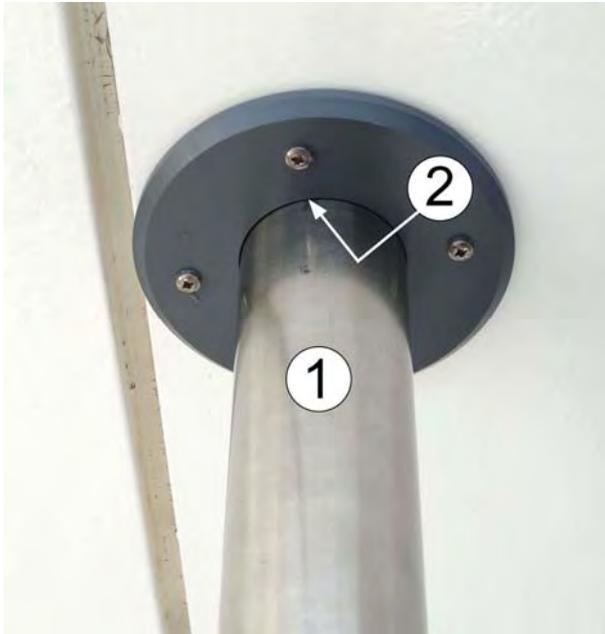
Der MP101M hat seinen Platz auf der oberen Platte des Racks und wird blockiert durch Einführung der hinteren Stellfüße des Geräts in die hierfür in der Platte vorgesehenen Löcher.

Der MP101M kann auch auf einem Tisch oder auf der Platte eines hierfür vorgesehenen Schanks montiert werden.

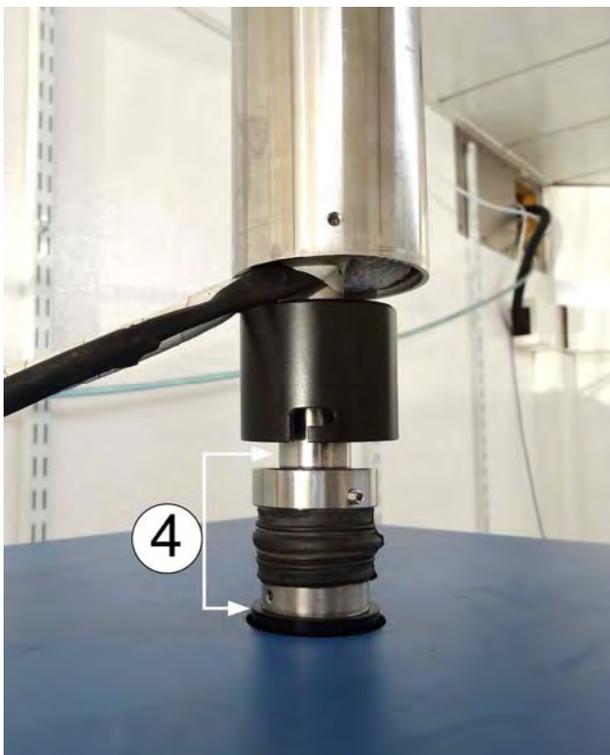
ACHTUNG: Während der Installation ist ein Raum auf der Rückseite des Geräts für die Anschlüsse vorzusehen.

a.3) *Montage der Probenahmeleitung und der elektrischen Anschlüsse*

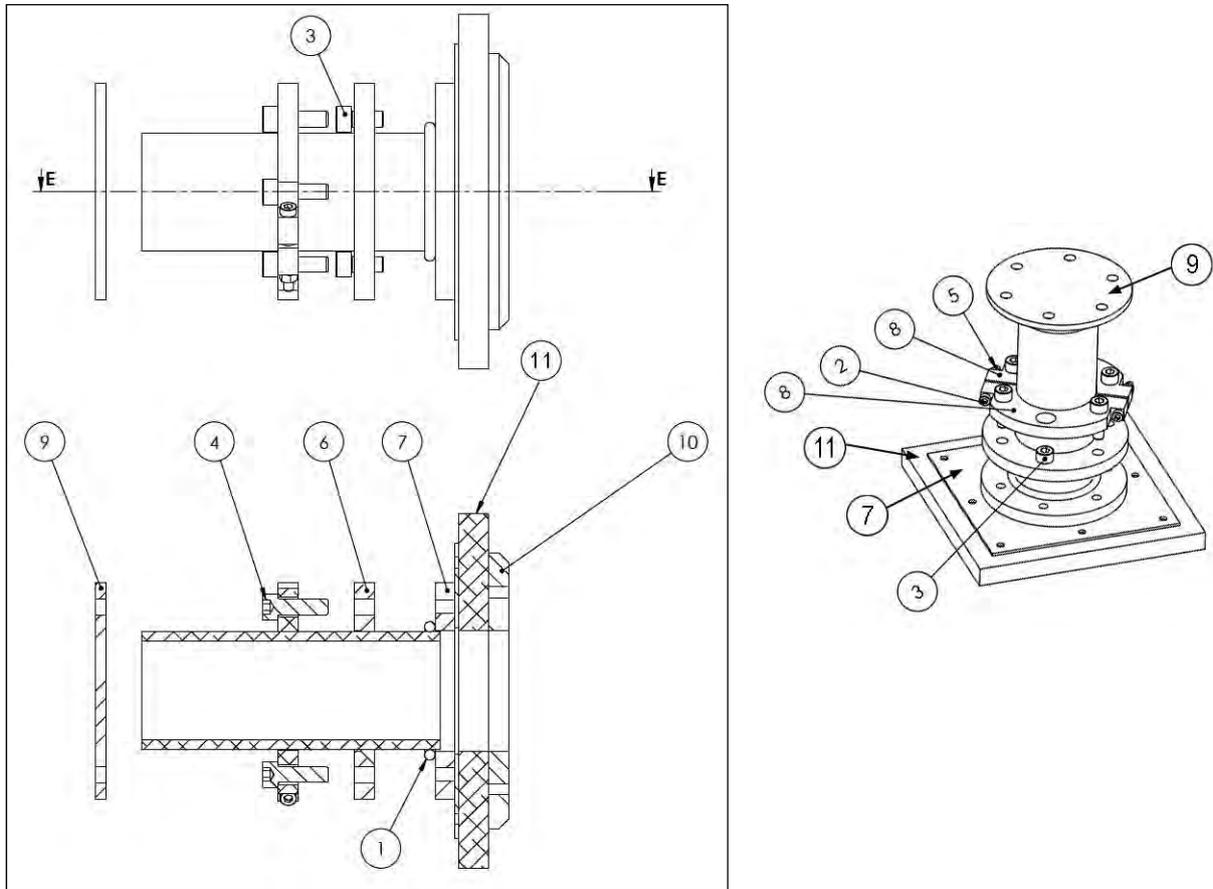
A) Positionieren Sie die Probenahmeleitung (1) in ihrer Aufnahme (2). Stellen Sie die Höhe der Leitung so ein, dass die Dichtheit zwischen der Leitung (1) und dem MP101M (3) beachtet wird.



B) Die Probenahmeleitung darf nicht den zusammenschiebbaren, auf den Probeneingang aufgeschraubten Stutzen (4) des MP101M zerquetschen. Die Flexibilität (5) des zusammenschiebbaren Stutzens muss aufrechterhalten werden, um den MP101M (3) aus der Leitung herausnehmen zu können, ohne zuvor die Leitung zu deinstallieren.

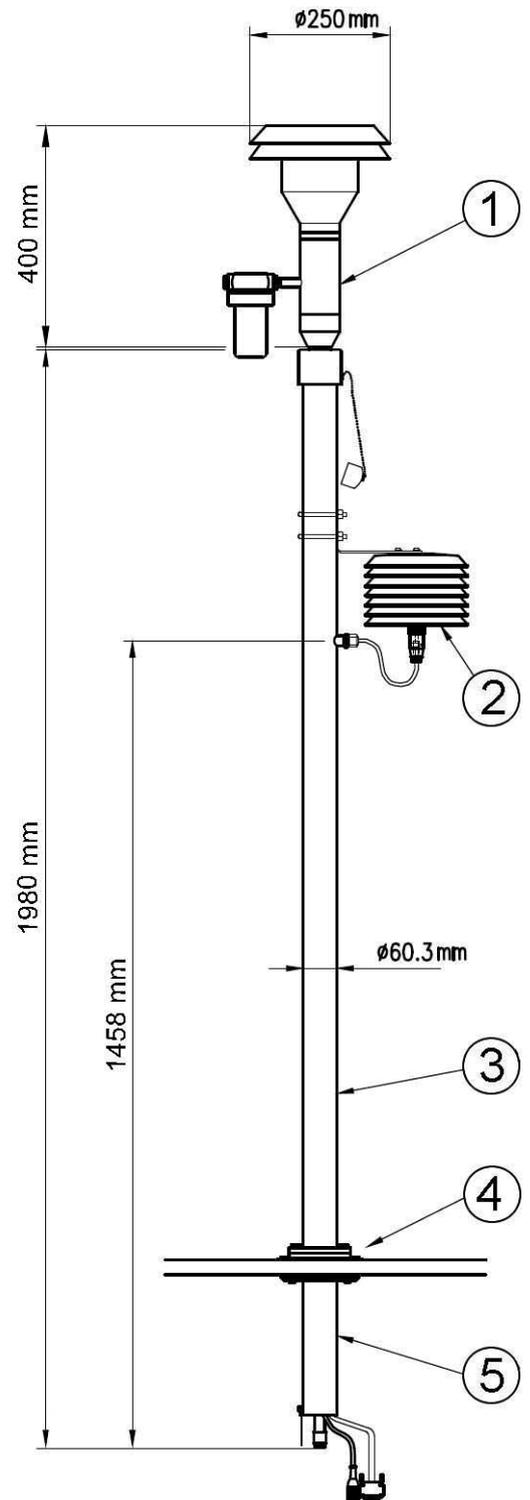


C) Sichern Sie anschließend die Probenahmeleitung mit für diesen Zweck vorgesehenen Flanschen (Außenflansch + Innenflansch).



(1) O-Ring, (2) (3) (4) Schrauben, (5) Mutter, (6) Gegenflansch des Daches, (7) Dachflansch, (8) Halbklemmring, (9) Verschlussstopfen für Staubkopfflansch, (10) Blende Gas-/Staubkopf, (11) Dach (nur zur Veranschaulichung).

Abbildung 1–10 – Montageeinheit für Gas-/Staubnahmekopf.



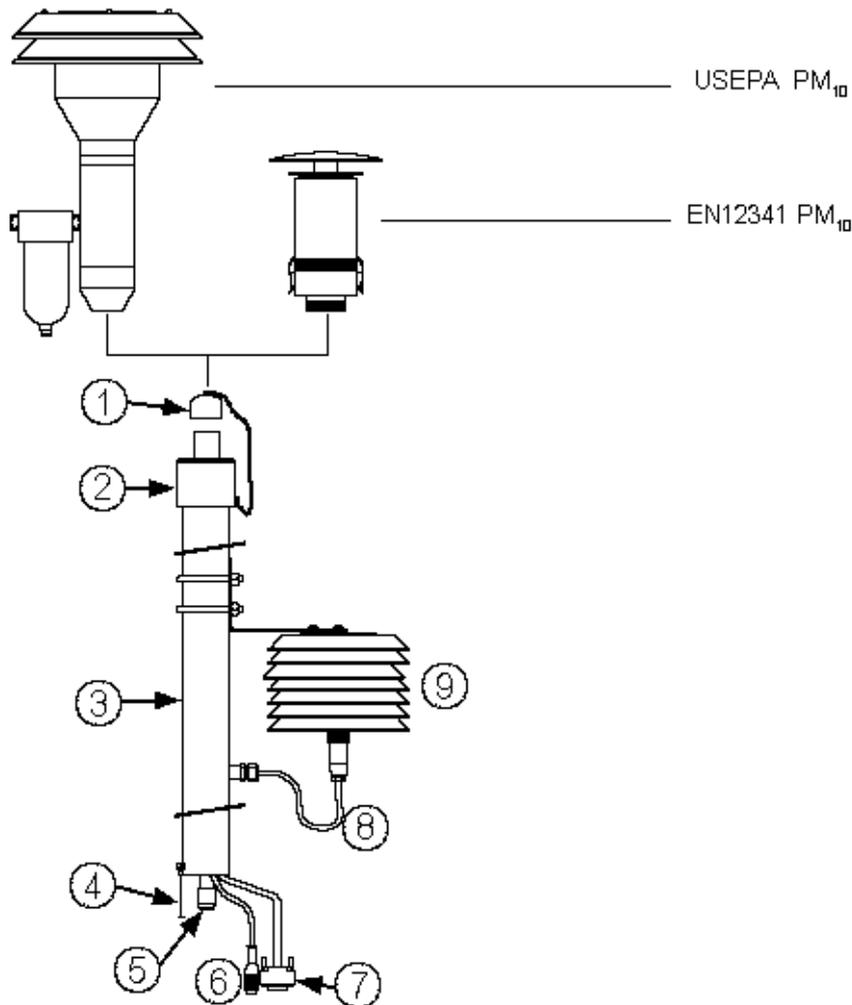
(1) Staubnahmekopf PM10, (2) Temperatur- und Feuchtigkeitssensor, (3) Probenahmestab RST, (4) siehe Abbildung 1–10, (5) Bereich des Stabs im Innern des Raums oder des Schrankes.

Abbildung 1–11 – Foto und Schema der Probenahmestäbe

D) Befestigen Sie den Schutz der Wettersensoren am Außenteil des Probenahmerohrs und schließen Sie es mit dem Kabel (8) an der RST-Leitung an. Schließen Sie die Heizung des Kopfes (6) an der Buchse mit der Kennzeichnung „Rohrheizung“ an der Rückplatte des Analysators an. Schließen Sie den 15-poligen Steckverbinder (7) an der Buchse mit der Kennzeichnung „T/HR-Sensor“ an der Rückplatte an.

Erden Sie die Probenahmeleitung mit Hilfe des Massedrahts (4).

E) Nehmen Sie den Verschlussstopfen (1) heraus und installieren Sie dann den Probenahmekopf an der RST-Leitung. Für Probenahmeköpfe vom europäischen Typ ist unbedingt eine dünne Fettschicht auf die Innenmanschette aufzutragen. Siehe Kapitel 4, präventive Wartung.



(1) Schutzstopfen für die Lagerung, (2) Adapter für Standard-Probenahmekopf, (3) Außenrohr – Durchm. 60 mm, (4) Massedraht, (5) Probenahmerohr, (6) Heizkabel des Kopfes, (7) Kabel der Temperatur- und Feuchtigkeitssensoren, (8) Kabel zum Schutz der Wettersensoren, (9) Schutz der Wettersensoren (Temperatur, Feuchtigkeit).

Abbildung 1–12 – RST-Leitung

1.2.4.3. Verbindungen zwischen Geräten

Der MP101M benötigt die unten angegebenen externen Spannungsversorgungen und Verbindungen:

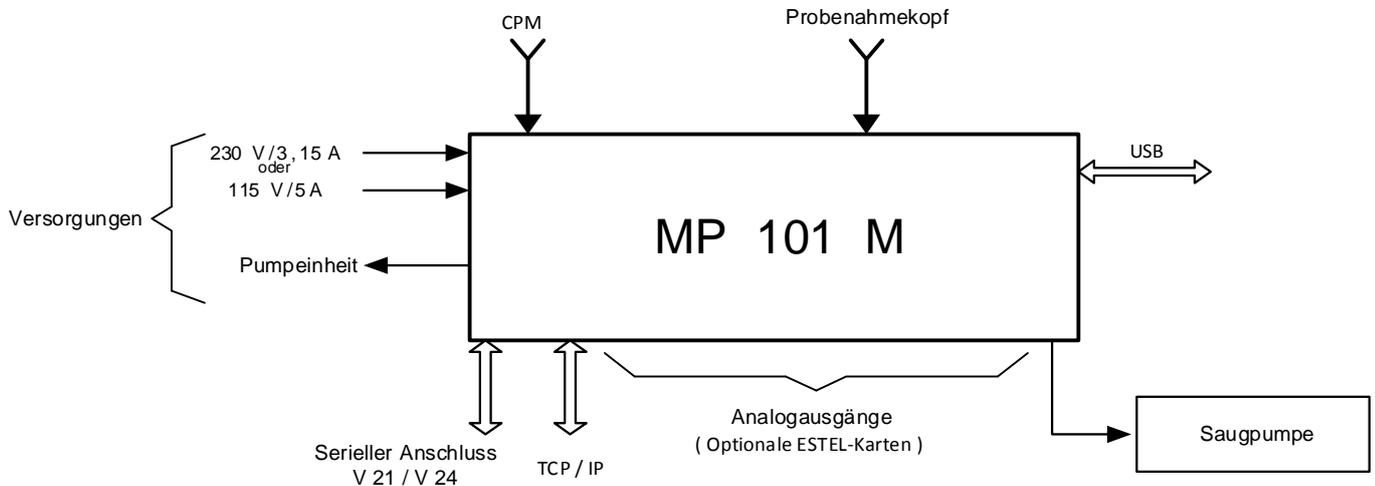


Abbildung 1–13 – Verbindungen zwischen Geräten

1.2.4.4. Abmessungen und Gewicht (Abbildung 1–14)

Das Gerät besteht aus einem standardisierten 19-Zoll-Rack mit 6 HE.

Länge : 360,5 mm

Breite : 483 mm

Höhe : 266 mm

Gewicht : 15,5 kg

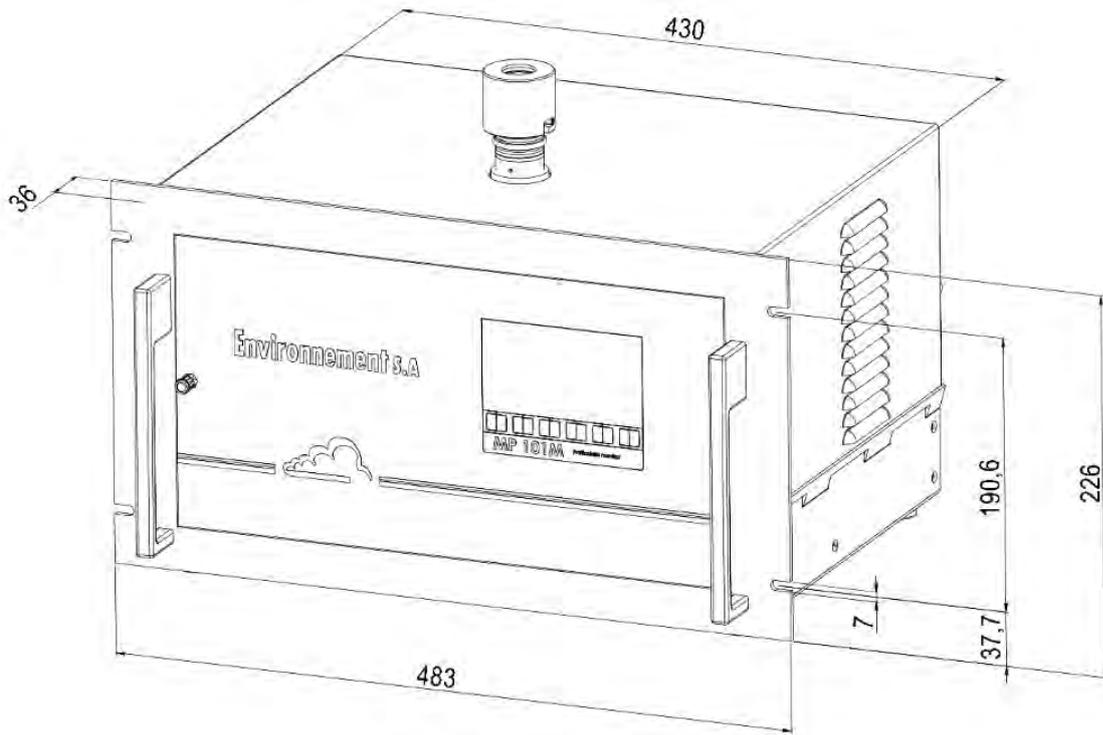
+ externe Pumpe : 10,9 kg

1.2.4.5. Handhabung und Lagerung

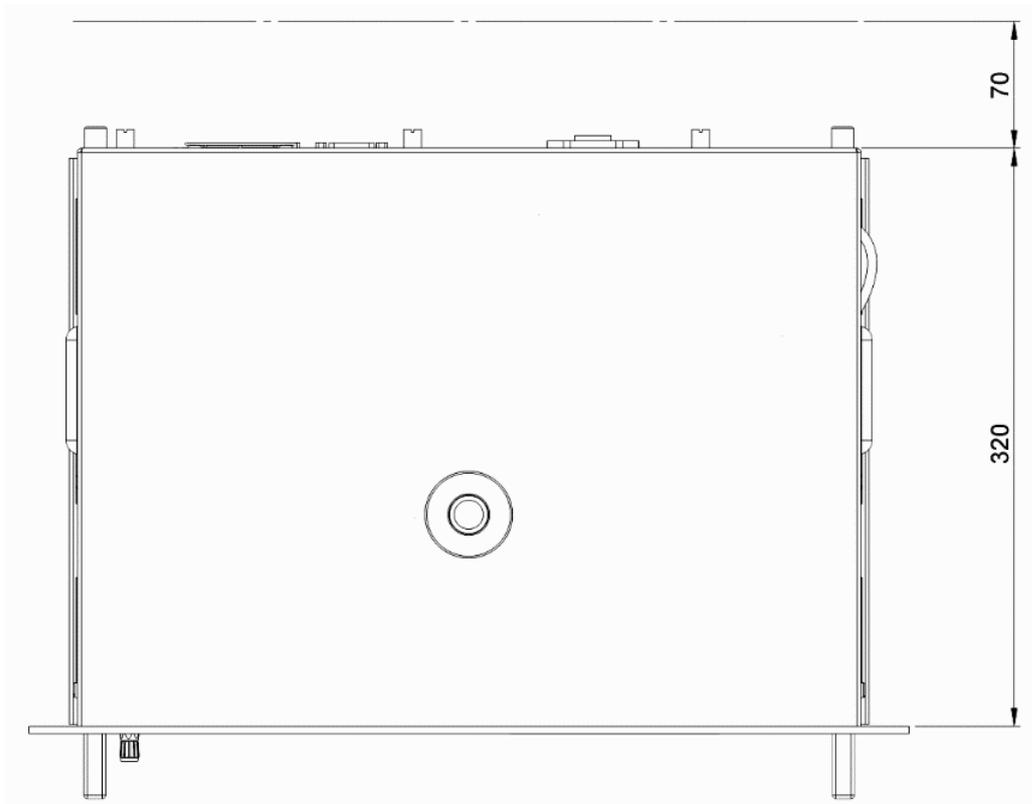
Es sind unbedingt die besonderen Sicherheitshinweise (CS1 bis CS9) hinsichtlich von Geräten zu beachten, die radioaktive Quellen verwenden.

Der MP101M muss vorsichtig gehandhabt werden, um die verschiedenen an der Rückseite überstehenden Stecker und Anschlüsse nicht zu beschädigen.

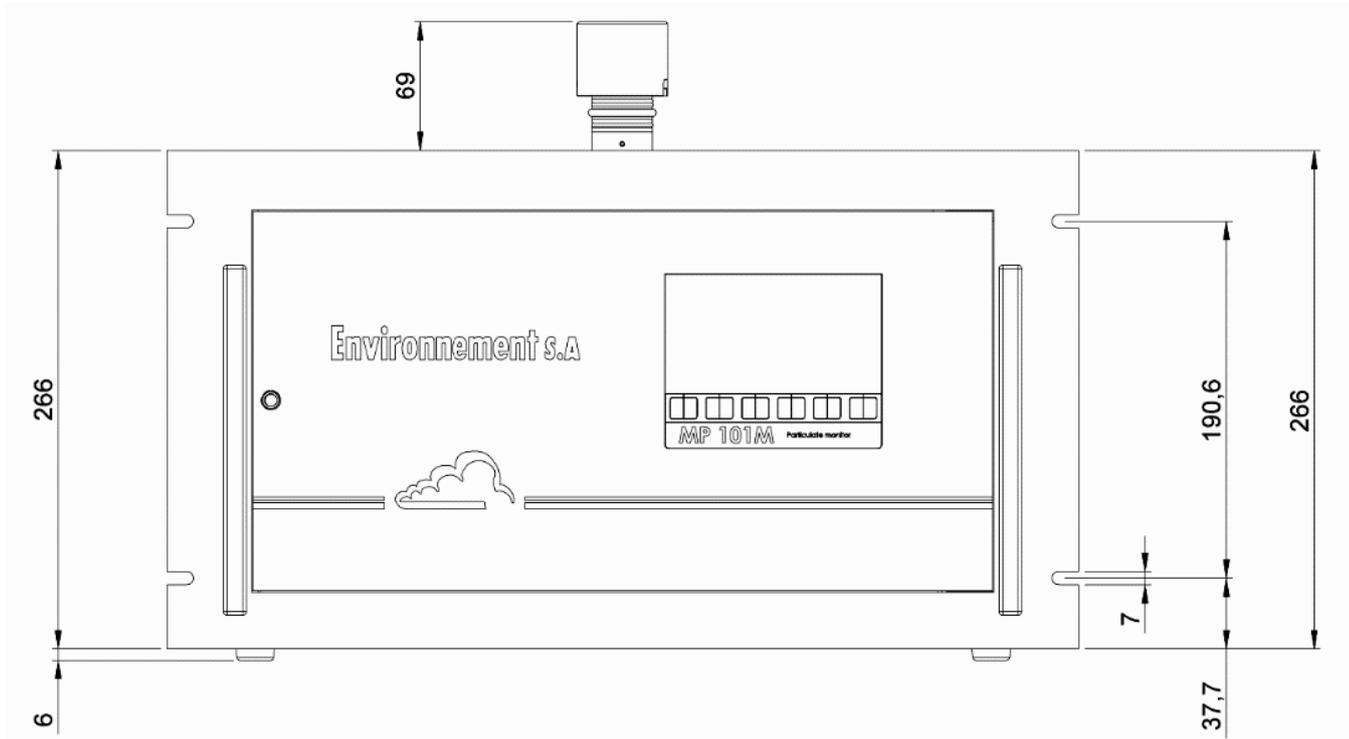
Die Aufbewahrung des Geräts erfolgt in einem für diesen Zweck vorgesehen Gehäuse.



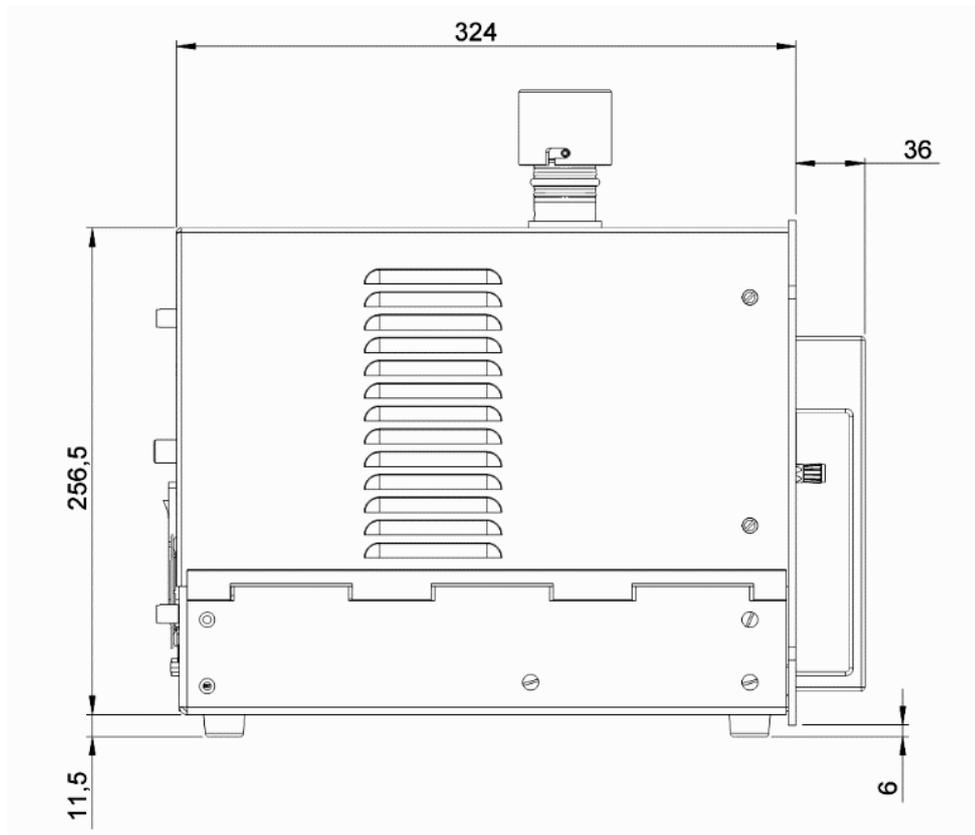
Abmessungen – Gesamtansicht



Abmessungen – Draufsicht



Abmessungen – Vorderansicht



Abmessungen – Seitenansicht

Abbildung 1-14 – Freiraummaße

1.2.5. ZERTIFIZIERUNGEN

1.2.5.1. USEPA-Kennzeichnung: PM10 (EQPM – 0404 – 151), PM2,5 (EQPM – 1013 – 211)

Der automatische Teilchenanalysator MP101M gilt als äquivalente USEPA-Methode, wie im Code of Federal Regulations CFR 40, Teil 53 definiert, wenn er für die Messung von PM10 und PM2,5 mit einem in 40 CFR 50, Anhang L, Abschnitt 7.3.2 und 7.3.4.4 spezifizierten Probenahmekopf oder dem vorhergehenden Modell mit „abgeflachter Spitze“ und einem Rohr RST100, RST150, RST200 oder RST 275 verwendet wird.

1.2.5.2. Europäische Kennzeichnung

Der automatische Teilchenanalysator MP101M ist in Europa für die ordnungsgemäße Messung von PM10 und PM2,5 zugelassen.

Das französische Ministerium für Umweltschutz hat die Ergebnisse der 2006 für PM10 und 2011 für PM2,5 durchgeführten Prüfungen zum Nachweis der Äquivalenz zwischen dem Analysator MP101M (mit einer RST-Leitung) und der granulometrischen Referenzmethode (gemäß der Norm EN12341 für PM10 und der Norm EN14907 für PM2,5) gebilligt.

Diese Prüfungen wurden gemäß den Empfehlungen des europäischen Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ (Nachweis der Äquivalenz von Verfahren zur Überwachung der Umgebungsluft) durchgeführt.

1.2.5.3. Konfiguration bei der Eignungsprüfung gemäß Richtlinie EN 16450: 2017

Länge einer Messperiode	1 Stunde
Länge eines Messzyklus	24 Stunden (24 Perioden)
RST Konfiguration	Mode: "R.H. GM" Hygro. threshold = 50%
RST Länge	2 m
Probenahmekopf	PM10: US EPA Typ PM2.5: VSCC
Gehäuse	Standard (Indoor)

KAPITEL 2

FUNKTIONSWEISE

2.1.	PRINZIP DES BETA-STAUBMETERS (ABB. 2.1)	2-3
2.2.	BERECHNUNG DER ABGELAGERTEN MASSE	2-4
2.3.	PRINZIP DER DURCHFLUSSREGELUNG	2-6
2.4.	MESSMODUS	2-8
2.5.	MODUS „NULLTEST“	2-11
2.6.	TEMPERATURGEREGELTE PROBENAHMELEITUNG (RST)	2-11
2.6.1.	KONDENSATIONSSCHUTZVORRICHTUNGEN	2-11
2.6.2.	VORRICHTUNGEN ZUM SCHUTZ VOR VERLUSTEN DURCH VERFLÜCHTIGUNGEN	2-12

Abbildung 2-1 – Allgemeines Funktionsschema	2-2
Abbildung 2-2 – Messgerät für Beta-Strahlen	2-3
Abbildung 2-3 – Schema der Durchflussregelung	2-6
Abbildung 2-4 – Messorganisation	2-9
Abbildung 2-5 – Einheit RST-Leitung	2-14

2. FUNKTIONSWEISE

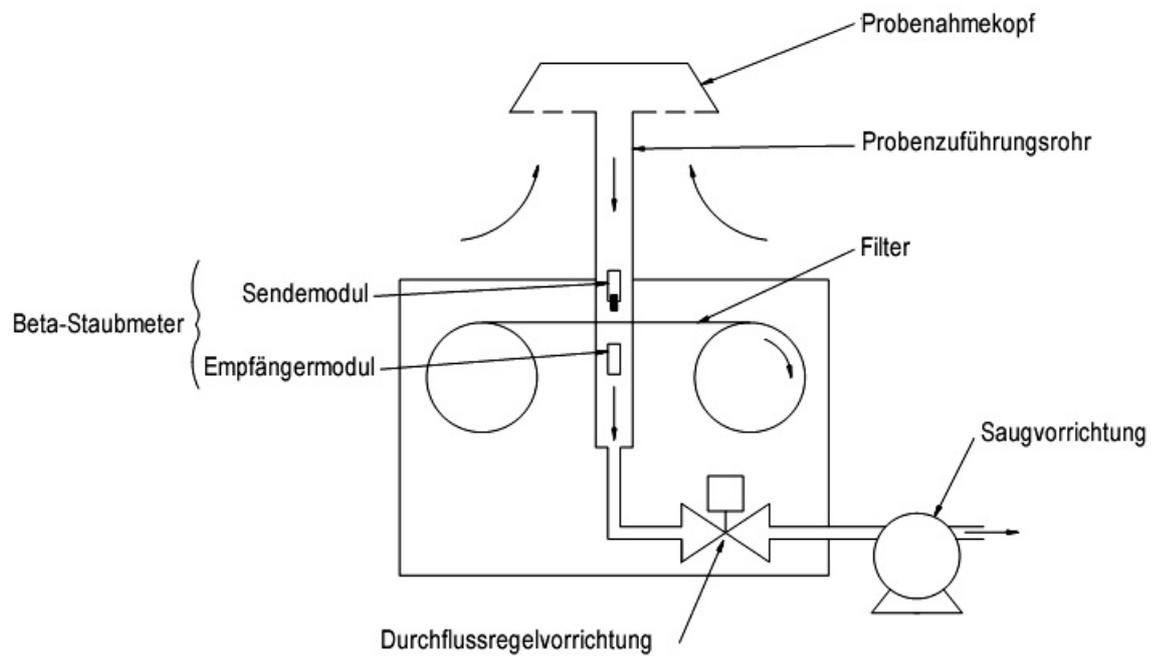


Abbildung 2-1 – Allgemeines Funktionsschema

2.1. PRINZIP DES BETA-STAUBMETERS (ABB. 2.1)

Ein Beta-Staubmeter besteht aus einer radioaktiven Quelle des Radioelements Kohlenstoff-14 (^{14}C), dem Strahlungsemitter der Beta-Strahlen, und einem Detektor für radioaktive Strahlen, dem Geiger-Müller-Rohr (GM). Letzterer ist in einem gegebenen Abstand nach dem Filterband befestigt, das die Schwebstau in der Luft sammelt.

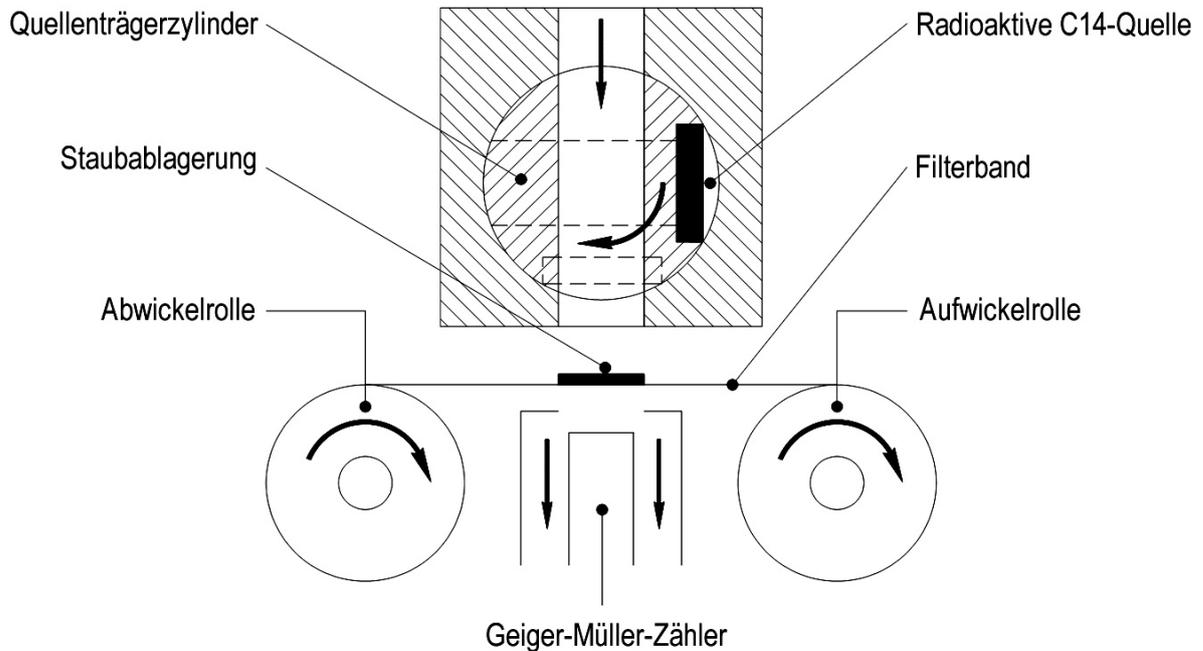


Abbildung 2-2 – Messgerät für Beta-Strahlen

Während der Messung der auf dem Filter abgelagerten Masse befindet sich die Quelle gegenüber der Staubablagerung und des Detektors (GM).

Die Betastrahlen werden von der Materie proportional zu ihrer flächenbezogenen Masse absorbiert.

Diese Materie besteht aus dem Glasfaserfilter, den abgelagerten Teilchen und der Luft zwischen der Quelle und dem GM.

Die Messung der Masse der der Umgebungsluft entnommenen Teilchen besteht in der Berechnung der Absorptionsdifferenz zwischen dem unbeladenen Filter und dem mit Teilchen beladenen Filters.

Der Vorteil dieser Messtechnik besteht darin, dass sie unabhängig von der physikalisch-chemischen Beschaffenheit der entnommenen Teilchen ist.

2.2. BERECHNUNG DER ABGELAGERTEN MASSE

Die Berechnung der Masse der auf dem Filter zwischen zwei Messungen abgelagerten Teilchen berücksichtigt die Schwankung der Masse des Luftvolumens zwischen dem Detektor und der Quelle.

Diese Berücksichtigung ist unabdingbar, da die Masse dieses geringen Luftvolumens (wenige cm³) im Vergleich zur Masse der gesammelten Teilchen manchmal nicht vernachlässigbar ist; sie variiert übrigens sehr stark mit bestimmten Parametern wie der in der Nähe des Filters gemessenen Temperatur, die um mehr als 10 °C in wenigen Stunden zu bestimmten Zeiten des Jahres schwanken kann.

Die Berechnung der Masse der im Filter gesammelten Teilchen ist hier zusammengefasst:

- Messung mit unbeladenem Filter:

Die Messung folgt einem Exponentialgesetz der Form:

$$N_1 = N_0 e^{-k(m_0 + m_1)}$$

wobei:

- k der Massenabsorptionskoeffizient (abhängig von den Eigenschaften der Quelle und des Filters),
- N₀ die Messung des GM-Detektors ohne absorbierendes Element (in Zählimpulsen/Sekunde),
- N₁ die Messung des GM-Detektors nach Absorption der Betastrahlen durch den unbeladenen Filter und die Luft (in Zählimpulsen/Sekunde),
- m₀ die Massenbelegung des leeren Filters (in µg/cm²) und
- m₁ die Massenbelegung der Luft zum Zeitpunkt der Messung von N₁ (in µg/cm²) ist.

ANMERKUNG: Der am Analysator angezeigte korrigierte Wert N lässt sich ableiten vom unkorrigierten Bruttowert N', abhängig von der Totzeit θ des Detektors, mit der Formel:

$$N = \frac{N'}{1 - N' \theta}$$

Die Totzeit entspricht der Dauer, während derer der Detektor nach der Registrierung eines ersten ionisierenden Teilchen „blind“ bleibt. Sie ist gleich 50 µs im Fall des vom MP101M verwendeten Detektors.

- Messung mit teilchenbeladenem Filter:

$$N_2 = N_0 e^{-k(m_0 + \Delta m + m_2)}$$

wobei:

- N₂ die Messung des GM-Detektors nach Absorption der Betastrahlen durch den Filter, die gesammelten Teilchen und die Luft (in Zählimpulsen/Sekunde),
- Δm die Massenbelegung der abgelagerten Teilchen (in µg/cm²) und
- m₂ die Massenbelegung der Luft zum Zeitpunkt der Messung von N₂ (in µg/cm²) ist.

- Berechnung der zwischen den Messungen N1 und N2 abgelagerten Masse Δm :

$$\frac{N_1}{N_2} = e^{k(\Delta m + m_2 - m_1)}$$

Womit sich das endgültige Verhältnis (in $\mu\text{g}/\text{cm}^2$) ergibt:

$$\Delta m = \frac{1}{k} \text{Ln} \left(\frac{N_1}{N_2} \right) + m_1 - m_2$$

2.3. PRINZIP DER DURCHFLUSSREGELUNG

Die Probenahme erfolgt bei konstantem Volumenstrom mit Ausgleich des durch den Filter und die progressive Ablagerung der Stäube bedingten Druckverlusts.

Der Durchfluss wird kontrolliert und auf einem Sollwert bei 1,0 m³/h gehalten.

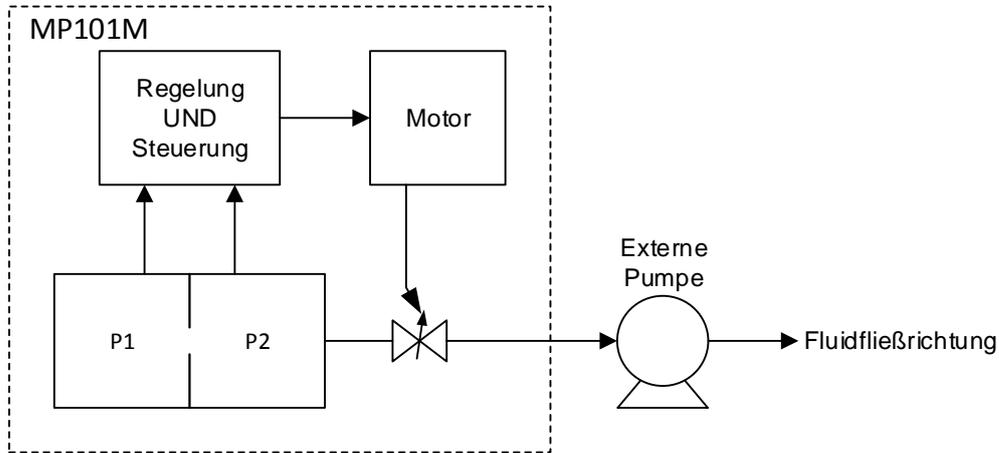


Abbildung 2-3 – Schema der Durchflussregelung

P_1 und P_2 bezeichnen die absoluten statischen Drücke, die auf beiden Seiten einer Membran durch zwei Löcher auf zur Fließrichtung des Fluids senkrechten Achsen ganz nah an der Membran abgegriffen werden.

Letztere ist so bearbeitet und angeordnet, dass eine turbulente Strömung in ihrer direkten Nachbarschaft entsteht. Außerdem sind die Durchmesser der Leitung und der Öffnung so gestaltet, dass meistens gilt $\frac{P_2}{P_1} > 0,9$, was erlaubt, die Strömung als nicht komprimierbar anzusehen und die Auswirkungen des Druckverlusts zu minimieren.

Die internen Temperatur- und Drucksensoren ermöglichen genauso wie die Sensoren auf der Probenahmeleitung die Messung des „tatsächlichen“ Durchflusses unter den Bedingungen der entnommenen Luft.

Zwei Konfigurationen sind möglich:

- Der Analysator ist in einer Kabine oder einem Schrank an der Messstelle installiert. Er ist mit einer RST-Leitung verbunden und entnimmt die Außenluft mit Hilfe eines Probenahmekopfes vor der RST-Leitung.

In diesem Fall wird der Durchfluss unter Atmosphärenbedingungen berechnet, so dass er im Bereich des Probenahmekopfes um den Sollwert (1 m³/h) herum geregelt wird. Dies ist wesentlich, um die korrekte Trennung der Teilchen nach Korngröße über den Probenahmekopf zu gewährleisten, dessen Wirksamkeit beim Nenndurchfluss optimal ist.

In diesen Bedingungen wird der Durchfluss wie folgt ausgedrückt:

$$\text{Débit} = K \times (T_0 + T_{\text{atmo}}) \times \sqrt{\frac{1}{T_0 + T_{\text{filtre}}}} \times \sqrt{\frac{P_1 \times \Delta P}{P_{\text{atmo}}}}$$

wobei:

- $\Delta P = P_1 - P_2$, d. h. die Differenz zwischen den zwei vor und nach der Membran gemessenen zwei Drücken,
 - T_0 die Referenztemperatur in K ($T_0 = 273,15$ K),
 - T_{Filter} die in der Nähe des Filters und des GM-Detektors gemessene Temperatur („GM-Temperatur“, in den MP101M mit I2C-Karte „GM-Sensoren“), in °C,
 - T_{Atmo} die Atmosphärentemperatur in °C,
 - P_{Atmo} der im Innern des MP101M gemessene Atmosphärendruck in Mbar und
 - K eine Konstante ist.
- Der Analysator ist in einem Gebäude oder einem Schrank installiert. Er ist nicht mit einer RST-Leitung verbunden und entnimmt Innenluft.

In diesem Fall wird der Durchfluss unter den Atmosphärenbedingungen des Raums berechnet, in dem sich der MP101M befindet, so dass er im Bereich seines Probeneingangs um den Sollwert (1 m³/h) herum geregelt wird.

In diesen Bedingungen wird der Durchfluss auf folgende Weise ausgedrückt:

$$\text{Durchfluss} = K \times \sqrt{(T_0 + T_{\text{filter}})} \times \sqrt{\frac{P_1 \times \Delta P}{P_{\text{atmo}}}}$$

Wobei:

- $\Delta P = P_1 - P_2$, d. h. die Differenz zwischen den zwei vor und nach der Membran gemessenen zwei Drücken,
- T_0 die Referenztemperatur in K ($T_0 = 273,15$ K),
- T_{Filter} die in der Nähe des Filters und des GM-Detektors gemessene Temperatur („GM-Temperatur“, in den MP101M mit I2C-Karte „GM-Sensoren“), in °C,
- P_{Atmo} der im Innern des MP101M gemessene Atmosphärendruck in Mbar und
- K eine Konstante ist.

2.4. MESSMODUS

Die Messungen sind in Zyklen und Perioden organisiert. Eine Periode ist das Zeitintervall zwischen zwei Zwischenwiegevorgängen im Laufe eines Zyklus. Ein Zyklus ist das Zeitintervall zwischen zwei Filtervorschüben, d. h. zwei Wiegevorgängen mit unbeladenem Filter.

Die Messergebnisse lassen sich also in zwei Arten aufteilen: periodisch und/oder zyklisch.

a) Zyklisch

Diese Art der Messung erlaubt eine bessere Genauigkeit, da die Zyklusdauer so ausgewählt wird, dass die auf dem Filter abgelagerte Masse maximal ist (abhängig von der Betriebsstätte). Im Allgemeinen wird die Zyklusdauer auf 24 Stunden festgesetzt, um die ordnungsgemäße tägliche Messung von PM10 und PM2,5 zu ermöglichen.

Während der erfolgreichen Typprüfungen des MP101M im Feld für die Messung von PM10 und PM2,5 wurde die Zyklusdauer auf 24 Stunden festgelegt, um den Vergleich mit der gravimetrischen Referenzmethode zu ermöglichen.

b) Periodisch

Diese Messung, die weniger genau ist als die zyklische Messung, erlaubt eine Zwischenmessung der Staubmasse im Laufe der Ablagerung und folglich die schnelle Nachverfolgung eines umweltbelastenden Ereignisses.

Bei einem Betrieb mit Zyklen und Perioden werden die zwei Messarten über die Messkanäle „zyklische Konzentration“ und „periodische Konzentration“ wiedergegeben.

Eine Periode lässt sich in zwei Etappen aufschlüsseln:

- 1) die Probenahme der Teilchen auf dem Filter während einer Dauer S (grau in der Abbildung).
- 2) die Messung, die 200 Sekunden dauert und am Ende der Entnahme stattfindet.

HINWEIS: Bei der ersten Periode des Zyklus gehen der Etappe 1 der Entnahme zwei weitere Etappen voraus:

- Trocknen des unbeladenen Filters während 120 Sekunden.
- Erste Messetappe mit unbeladenem Filter während 200 Sekunden (dieser Messwert wird im Allgemeinen als „Blindwert“ bezeichnet).

Am Ende der ersten Periode des Zyklus erhält man die erste periodische Konzentration C_1 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Entsprechend erhält man am Ende der zweiten Periode des Zyklus die zweite periodische Konzentration C_2 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Am Ende der dritten Periode des Zyklus (Periode N) erhält man zwei Messwerte:

- Periodische Konzentration C_N (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$): berücksichtigt nur die Masse der während der Periode N entnommenen Teilchen.
- Zyklische Konzentration C_{Zyklus} (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$): berücksichtigt die Masse der Gesamtheit der während des Zyklus entnommenen Teilchen (von Periode 1 bis Periode N).

Zeitintervall zwischen 2 Aufgaben am Filter = Dauer eines Zyklus

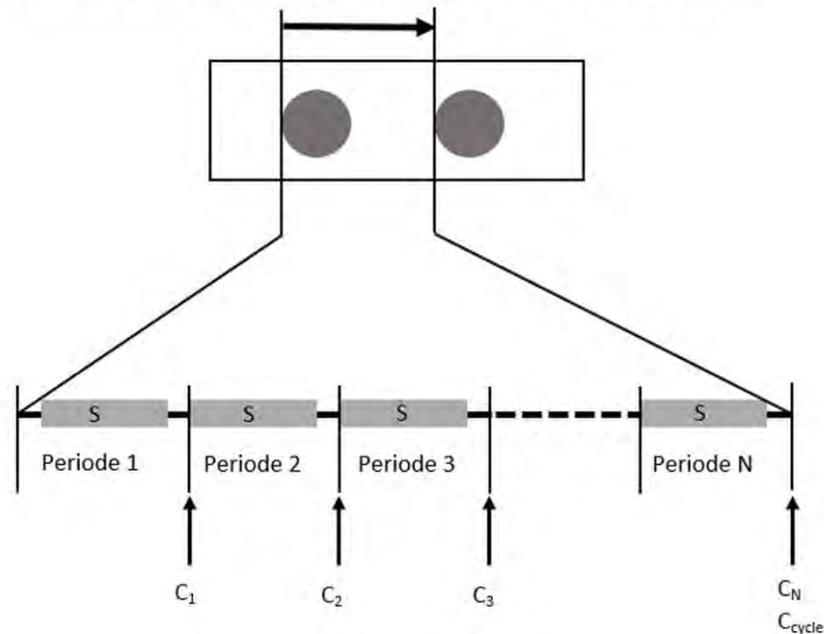


Abbildung 2-4 – Messorganisation

c) Verstopfung des Filters

Im Laufe eines Messzyklus kann der Filter vorgeschoben werden, wenn die Funktion Verstopfung aktiviert ist. Eine Erkennung der Verstopfung erfolgt, wenn der Vordruck P_1 geringer als ein Schwellenwert ist, was angibt, dass die Durchflussregelung nicht mehr möglich ist.

Es gibt zwei Möglichkeiten:

- Erscheint die Verstopfung, wenn weniger als 30 Minuten der Probenahme vor Ende der laufenden Periode verbleiben, hält der Analysator die Pumpe automatisch an und geht in den Bereitschaftsmodus. Er führt anschließend seine periodische Messung zum ursprünglich vorgesehen Moment durch, schiebt anschließend das Papier vor, um eine neue Periode mit einem unbeladenen Bereich des Filters zu starten (nach der Durchführung einer Blindmessung“).
- Erscheint die Verstopfung, wenn mehr als 30 Minuten der Probenahme vor Ende der laufenden Periode verbleiben, hält der Analysator die Pumpe an und führt sofort eine periodische Zwischenmessung durch. Er schiebt anschließend das Papier vor, um die Periode mit einem unbeladenen Bereich des Filters zu beenden (nach Durchführung einer Blindmessung).

In beiden Fällen sieht der Analysator diese Änderung des Filterabschnitts nicht als Beginn eines neuen Zyklus an. Das Ende des laufenden Zyklus wird also nicht verschoben und erfolgt zum ursprünglich, vor der Verstopfung vorgesehenen Moment.

Ist die Verstopfungsfunktion aktiviert, wird auf dem Bildschirm „Schematische Übersicht“ bis zum Ende des laufenden Zyklus die Meldung „Verstopfung“ angezeigt.

BEMERKUNG: Die Verstopfung kann ausgelöst werden im Fall einer sehr hohen Verschmutzungsspitze (im Bereich von mg/m^3) oder sobald ein Element den Probenahmekreislauf blockiert.

Ist das Gerät an einem sehr verschmutzten Standort installiert und wird die Verstopfungsfunktion häufig aktiviert, wird empfohlen, die Zyklusdauer zu verringern. Eine erhebliche Ablagerung von Partikeln im Filter kann nämlich zu einem hohen Druckverlust führen und die korrekte Durchflussregelung verhindern.

d) Gleitendes Mittel

Es handelt sich um einen Mittelwert der periodischen Konzentrationen. Integrationsdauer und der Berechnungsschritt sind programmierbar.

Beispiel eines gleitenden Mittels über 24 Stunden und berechnet mit einem Zeitschritt von 1 h: Das System berechnet jede Stunde den Mittelwert der periodischen Messungen der letzten 24 Stunden. Im Fall einer Periodendauer gleich 2 Stunden ist das gleitende Mittel also das Ergebnis der Mittelung der 12 letzten Perioden.

e) Mittlere Konzentration

Die mittlere Konzentration, berechnet am Ende einer Periode n des Zyklus, berücksichtigt die Gesamtheit der am Filter seit Beginn des Zyklus bis zum Ende dieser Periode n entnommenen Partikel. Daraus folgt:

- Nach der ersten Periode eines Zyklus ist die mittlere Konzentration gleich der periodischen Konzentration C_1 .
- Nach der zweiten Periode berücksichtigt die mittlere Konzentration die Masse aller seit der ersten Periode bis zum Ende der zweiten Periode entnommenen Partikel.
Sie unterscheidet sich also von der periodischen Konzentration C_2 , die nur die während der zweiten Periode entnommenen Partikel berücksichtigt.
- Am Ende des Zyklus entspricht die mittlere Konzentration der zyklischen Konzentration C_{Zyklus} .

2.5. MODUS „NULLTEST“

Kontrollen der Messung am Nullpunkt müssen regelmäßig im Rahmen des Normalbetriebs des Analysators durchgeführt werden. Die Häufigkeit dieser Kontrollen ist durch die in den Ländern der Nutzung geltende Regelung definiert.

Diese Kontrolle benötigt die Installation eines Absolutfilters (HEPA) am Probeneingang des Analysators.

Ein spezieller Bildschirm für diese Kontrolle ist im Testmenü „Nulltest“ zugänglich. Er ermöglicht die Konfiguration der Dauer des Tests und der Anzahl der zu berücksichtigenden Werte (Zyklen oder Perioden).

Start und Ablauf des Nulltests entspricht einem normalen Messzyklus. Alle Daten werden in den vom Benutzer parametrisierten Messkanälen gespeichert.

Am Ende des Tests beendet der Analysator seinen Messzyklus automatisch und berechnet den Mittelwert der Messungen, um ein Nullniveau zu bestimmen. Das Nullniveau und seine Standardabweichung werden also mit vom Benutzer veränderbaren Schwellenwerten verglichen. Das Ergebnis des Tests wird in einem vom Menü „Nulltest“ zugänglichen Bericht angezeigt.

2.6. TEMPERATURGEREGELTE PROBENAHMELEITUNG (RST)

Die RST-Leitung (Regulated Sampling Tube, geregeltes Probenahmerohr) besteht aus einem Innenrohr aus Edelstahl, durch das die der Umgebungsluft entnommenen Teilchen transportiert werden. Edelstahl hat den Vorteil, stromleitend zu sein. Es ist außerdem nicht korrosiv und inert.

Der Durchmesser des Innenrohrs der RST-Leitung ist so definiert, dass eine Laminarströmung mit einem Nenndurchfluss von 1 m³/h erreicht wird. Die Verluste von Teilchenmaterial durch Diffusion oder Auswirkungen von Stößen, Trägheit oder Verwirbelungen werden so verringert.

Diese Rohr befindet sich in einer Schutzhülse mit einem Außendurchmesser von 60 mm, die die Befestigung der RST-Leitung am Dach einer Kabine, eines Schrankes oder eines Gehäuses ermöglicht.

Die RST-Leitung ist in verschiedenen Längen erhältlich (1 m, 1,5 m, 2 m, 2,75 m oder weitere Längen auf Anfrage).

2.6.1. Kondensationsschutzvorrichtungen

Unabhängig von der Länge der Leitung ist über eine Länge von 1 m von unten (mit dem MP101M verbundener Bereich) ein Heizkabel um das Innenrohr gewickelt. So kann das Innenrohr geheizt werden, um die Kondensation der Luft am Eingang des Analysators zu vermeiden.

Das Phänomen der Kondensation kann beispielsweise in dem Fall auftreten, in dem warme und feuchte Luft in einer RST-Leitung, die in einem Raum endet, der auf eine Solltemperatur unter dem Taupunkt klimatisiert wird, abgekühlt wird.

BEMERKUNGEN ZUM TAUPUNKT:

- Der Taupunkt ist eine thermodynamische Angabe zur Kennzeichnung der Feuchtigkeit in einem Gas. Der Taupunkt der Luft ist die Temperatur, bei der der Partialdruck von Wasserdampf gleich dem Sättigungsdampfdruck ist. Die Kondensation tritt auf, wenn feuchte Luft schrittweise bis zur Taupunkttemperatur abgekühlt wird.
- Der Taupunkt wird im MP101M kontinuierlich berechnet und kontrolliert. Dies ermöglicht die frühzeitige Erkennung einer möglichen Kondensation im Rohr oder im Filter und im GM-Detektor. Bei einem Kondensationsrisiko werden die Alarmer „Kondensation Kopf“ oder „Kondensation GM“ automatisch aktiviert.

Das Auftreten von Tröpfchen durch Kondensation kann zur Zerstörung des GM-Detektors führen; es ist insofern unabdingbar, das Auftreten dieses Phänomens zu vermeiden.

Insofern wird dringend empfohlen, die Solltemperatur der Klimatisierung auf einem Wert über 26 °C zu halten.

2.6.2. Vorrichtungen zum Schutz vor Verlusten durch Verflüchtigungen

Der Heizsollwert der RST-Leitung wird kontinuierlich kontrolliert und auf ein Minimum reduziert, so dass die Verluste an Teilchenmaterial aufgrund von Verflüchtigung begrenzt werden.

Es sind mehrere Regelmodi möglich:

– Head T° = f(Atmos. T°)

Dieser Modus erlaubt die Regelung des Heizsollwerts abhängig von der relativen Luftfeuchtigkeit und der Lufttemperatur in der Leitung. Diese Temperatur wird mit Hilfe eines Sensors «Head T°» auf der Innenleitung der RST-Leitung, der sich ungefähr 1m vom Probeneingang des Analysators entfernt befindet, gemessen.

Für diesen Modus gilt:

- Die Heizung löst aus, wenn die relative Luftfeuchtigkeit außen, gemessen vom Wettersensor der RST-Leitung, den programmierten Schwellenwert H überschreitet.
- Die Heizung ist so geregelt, dass die Temperatur «Head T°» den Sollwert ($T_{atmo} + T$) erreicht, wobei T der programmierten Temperaturverschiebung entspricht.

Die empfohlene Konfiguration für diesen Messmodus ist wie folgt:

- Messung von PM10: Feuchtigkeitsschwellenwert H = 60 %
 Temperaturverschiebung T = 5°C
- Messung von PM2,5: Feuchtigkeitsschwellenwert H = 75 %
 Temperaturverschiebung T = 5°C

– GM T° > f(Dew point)

Dieser Modus ermöglicht die Regelung der Heizung abhängig vom Taupunkt der entnommenen Luft und der in der Nähe des GM-Detektors gemessenen Lufttemperatur.

In diesem Modus wird die Heizung ausgelöst, wenn die Temperatur in der Nähe des GM-Detektors niedriger oder gleich dem Wert (Dew point + T) ist, wobei T der programmierten Temperaturverschiebung entspricht.

Die empfohlene Konfiguration für diesen Messmodus ist wie folgt:

- (Feuchtigkeitsschwellenwert H nicht aktiv)
- Temperaturverschiebung T = 5°C

– „HRGM“

Dieser Modus ermöglicht die Steuerung des Heizzollwerts abhängig von der in der Nähe des GM-Detektors gemessenen relativen Luftfeuchtigkeit.

In diesem Modus wird die Heizung ausgelöst, wenn die relative Luftfeuchtigkeit in der Nähe des GM-Detektors über dem programmierten Feuchtigkeitsschwellenwert H liegt.

Dieser Modus ermöglicht die Aufrechterhaltung einer relativen Luftfeuchtigkeit für den Filter und die vom MP101M gesammelten Teilchen, die nahe den Filterlager- und -wiegebedingungen der gravimetrischen Referenzmethode ist.

Die Verwendung dieses Modus wird empfohlen in besonders feuchten Regionen und in allen Fällen, in denen der Benutzer seinen Analysator in einem anderen Modus konfigurieren kann, als dem, der bei vor 2016 erhaltenen Zulassungen verwendet wurde.

Die empfohlene Konfiguration für diesen Messmodus ist wie folgt:

- Feuchtigkeitsschwellert H = 50 %
- (Temperaturverschiebung T nicht aktiv)

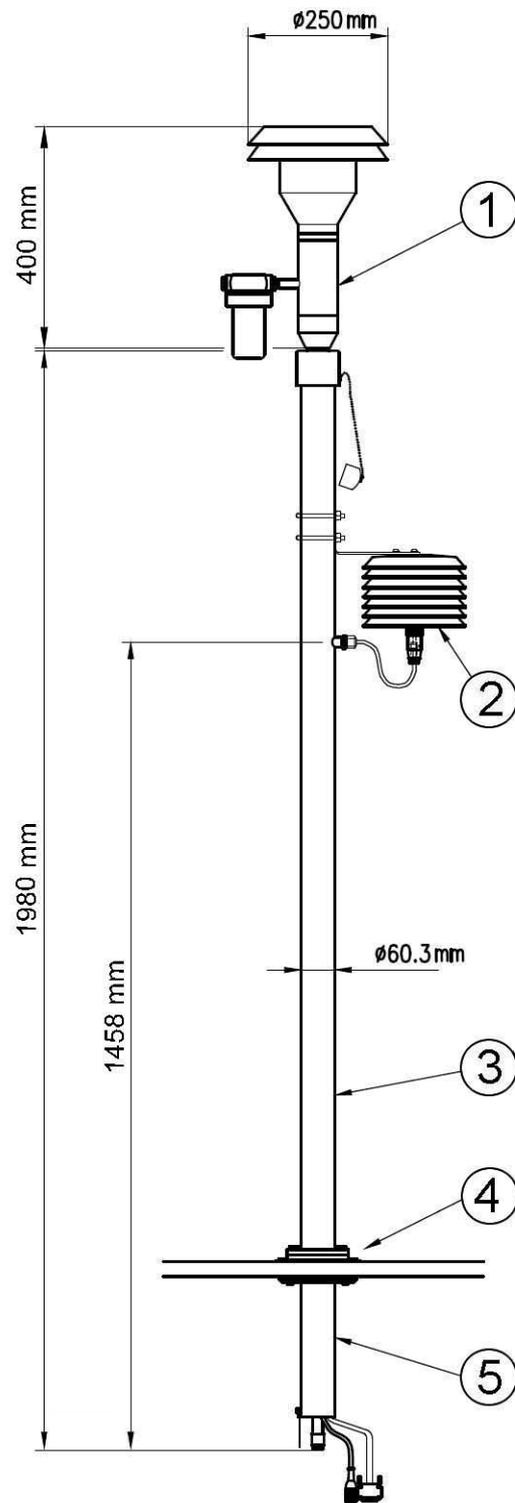
– Der Modus « Always » ermöglicht das kontinuierliche und unregelmäßige Heizen der Leitung.

Dieser Modus ist zu vermeiden, um die Verluste von Teilchenmaterial zu begrenzen, da die Temperatur in der Leitung bis auf 70 °C ansteigen kann.

Er kann punktuell verwendet werden, um die Leitung zu trocknen, die Regen oder einer starken Feuchtigkeit (bei ausgeschaltetem Analysator) ausgesetzt war.

– Der Modus „OFF“ ermöglicht die Deaktivierung der RST-Option. Die Heizung ist niemals aktiv.

ACHTUNG: Die Wettersensoren der RST-Leitung werden im Modus „OFF“ nicht berücksichtigt. Der Durchfluss wird also in Bezug auf die in der Nähe des Filters gemessene Temperatur geregelt, und nicht in Bezug auf die Witterungsverhältnisse.



(1) PM10-Staubentnahmekopf, (2) Temperatur- und Feuchtigkeitssensor, (3) Probenahmestab RST 200, (4) Dachverankerung, (5) geheiztes Rohr.

Abbildung 2-5 – Einheit RST-Leitung

KAPITEL 3

BETRIEB

3.1.	ERSTINBETRIEBNAHME	3-3
3.1.1.	VORBEREITENDE ARBEITEN	3-3
3.1.1	INBETRIEBNAHME	3-4
3.2.	PROGRAMMIERUNG DES MP101M	3-8
3.2.1.	BESCHREIBUNG UND VERWENDUNG DER BILDSCHIRMANZEIGE UND DER TASTATUR	3-8
3.2.1.1.	Bedienbildschirme	3-8
3.2.1.2.	Eingabe über die Tastatur	3-9
3.2.2.	PROGRAMMIERUNG DER BETRIEBSPARAMETER	3-11
3.2.2.1.	Feld für die Eingabe von Zeichen	3-11
3.2.2.2.	Felder zur Auswahl von Parametern aus einer Liste	3-11
3.2.2.3.	Schaltfläche der Statusänderung OFF/ON	3-11
3.3.	BENUTZERFREUNDLICHE NAVIGATION	3-12
3.4.	BESCHREIBUNG DER FUNKTIONEN DES ANALYSATORS	3-17
3.4.1.	STANDARDFUKTIONEN	3-17
3.4.1.1.	Bedienelemente des Analysators	3-17
3.4.1.2.	Anzeige der Messung	3-18
3.4.1.3.	Anzeige der Kurven der Messkanäle	3-21
3.4.1.4.	Schematische Darstellung des Analysators	3-24
3.4.1.5.	Informationstafel	3-28
3.4.1.6.	Funktionsweise der kontextbezogenen Hilfe	3-29
3.4.2.	DIE ERWEITERTEN FUNKTIONEN	3-30
3.4.2.1.	Passwortverwaltung	3-30
3.4.2.2.	Allgemeine Konfiguration (Adresse, Protokoll, Messkanäle)	3-31
3.4.2.3.	Konfiguration der automatischen Funktionen	3-34
3.4.2.4.	Sprachauswahl	3-35
3.4.2.5.	Suche und Anzeige der gespeicherten Mittelwerte	3-36
3.4.2.6.	Löschen aller gespeicherten Mittelwerte	3-37
3.4.2.7.	Liste der angemeldeten Clients	3-37
3.4.2.8.	Diagnosefunktionen (Alarm, Eingänge/Ausgänge, Mux...)	3-38
3.4.2.9.	Aktivierung des Stand-by-Modus	3-40

3.4.2.10. Aktivierung des Wartungsmodus	3-40
3.4.2.11. Erweiterte Konfiguration des Analysators	3-41
3.4.2.12. Funktionsprüfungen	3-46
3.4.2.13. Kalibrierung des Beta-Staubmeters	3-62
3.4.2.14. Kalibrierung des Durchflusses	3-65
3.4.2.15. Aktivierung der USB-Funktion	3-68
3.4.2.16. Konfiguration der optionalen Schnittstelle	3-70

Abbildung 3-1 – Fluid und Elektroanschlüsse	3-3
---	-----

Tabelle 3-1 – Liste der Messkanäle des MP101M (ohne CPM-Option) mit Angabe der zugeordneten Optionen.	3-33
---	------

3. BETRIEB

3.1. ERSTINBETRIEBNAHME

Vor der Lieferung wurde das Gerät werksseitig kontrolliert und kalibriert. Bestimmte Parameter müssen jedoch vor Ort beim Start des Analysators kontrolliert werden, um seine korrekte Funktion zu garantieren.

3.1.1. VORBEREITENDE ARBEITEN

Die Inbetriebnahme besteht zunächst in der Durchführung folgender vorbereitender Arbeiten (siehe Abbildung 3–1):

- Sichtprüfung des Geräteinnern zur Sicherstellung, dass während des Transports nichts beschädigt worden ist.
- Anschluss des Netzkabels und des Saugschlauchs der Pumpeneinheit an den Stellen (5) und (8) an der Rückseite des MP101M.
- Hat die Inbetriebnahme in einer Messstation stattgefunden: Installation der Probenahmeleitung gemäß den Empfehlungen in Kapitel 1. Schließen Sie die zwei Kabel der Probenahmeleitung an den Anschlüssen (3) und (6) an der Rückseite des MP101M an.
- Anschluss des Netzteils (1) mit Hilfe des beiliegenden Netzkabels an einer Steckdose mit 230 V / 50 Hz + Schutzleiter oder 115 V / 60 Hz + Schutzleiter je nach der bei der Bestellung angegebenen Spannungsversorgung. Überprüfen Sie, dass der Schalter in Position „OFF“ steht.
- Anschluss eines TCP/IP-Kabel an (7) zur Kommunikation mit dem MP101M über ein Netzwerk.
- Anschluss eines seriellen Kabels an (4) zur seriellen Kommunikation (RS 232 oder RS422) mit dem MP101M.
- Anschluss einer Anschlussklemme für ESTEL-Karte an der Stelle (10) zur Verwendung der Analogein- und -ausgänge des MP101M.



(1) Hauptsicherung F1 und Netzteil, (2) Ventilator, (3) TUCHEL-Anschluss für die Heizung des Kopfes, (4) RS232/RS422-Anschluss, (5) Versorgung externe Pumpe, (6) Kopsensor, (7) TCP/IP-Anschluss, (8) Pumpenausgang, (9) Befestigungsschraube der Abdeckung, (10) optionale ESTEL-Karte, (11) Anschlussbuchse für CPM-Option, (12) Befestigungsschraube des Auszugs auf der Rückseite.

Abbildung 3–1 – Fluid- und Elektroanschlüsse

3.1.1 INBETRIEBNAHME

Rüstzeit: Die Rüstzeit ist abhängig von den Gegebenheiten am Einbauort, der Verfügbarkeit der Spannungsversorgung sowie der Herstellung der Dachdurchführung.

Typischerweise beträgt die Rüstzeit zur Durchführung der im Nachfolgenden beschriebenen Arbeiten ca. 1,5 h.

Führen Sie die im Folgenden beschriebenen Schritte in der angegebenen Reihenfolge durch:

1 – Einschalten des Analysators durch Druck auf den Ein/Aus-Schalter auf der Rückseite.

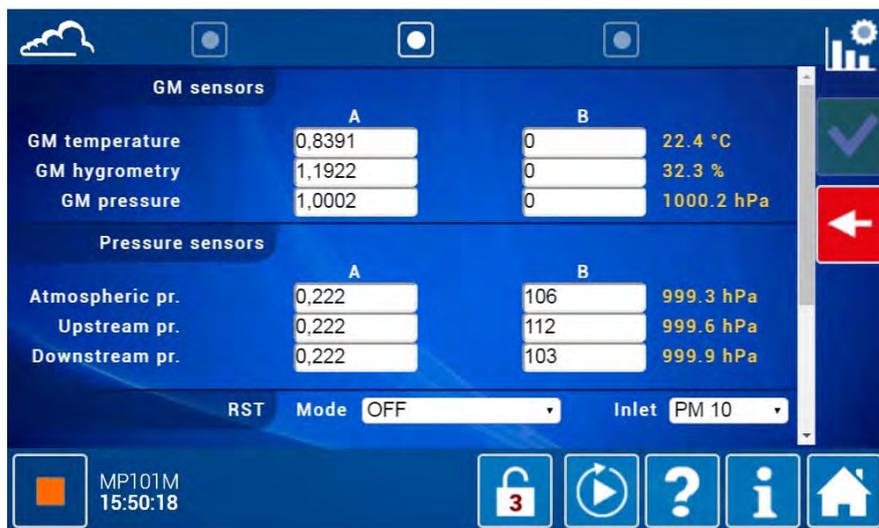
Auf der Anzeige wird der Startbildschirm angezeigt und das Gerät geht in die Vorheizphase. Während der Vorheizung kontrolliert das Gerät die korrekte Funktion der verschiedenen Parameter.

Liegen alle Betriebsparameter (Drücke, Temperaturen, Spannungen...) innerhalb der Betriebsgrenzen, verlässt das Gerät den Vorheizmodus nach einigen Sekunden automatisch.

2 –Überprüfung der Kalibrierung der Drucksensoren auf Seite 2 des Bildschirms „Erweiterte Konfiguration des Analysators“

Überprüfen Sie mit einem Referenzbarometer den Vor-, den Hinter- und den Atmosphärendruckwert bei ausgeschalteter Pumpe. Sie müssen gleich dem auf dem Barometer angezeigten Atmosphärendruck sein, mit einer Toleranz von +/- 1 mbar.

Wird diese Toleranz nicht beachtet, muss der Linearisierungskoeffizient B jedes der drei Sensoren geändert werden.



3 – Konfiguration der RST-Funktion auf Seite 2 des Bildschirms „Erweiterte Konfiguration des Analysators“

- Wahl des Regelmodus

Bereich RST / Feld MODUS: Wählen Sie einen Heizregelmodus für die Probenahmeleitung. Siehe Kapitel 2 mit der Erläuterung des Funktionsprinzips jedes dieser Modi.

Bereich HEIZREGELUNG: Definieren Sie den Wert der Parameter „Temperaturverschiebung“ und „Schwellenwert Luftfeuchtigkeit“.

- Überprüfung der Kalibrierparameter der T°C-Sensoren

Bereich RST: Überprüfen Sie, dass die Kalibrierparameter der zwei Temperatursensoren („T° atmo“ und „T° Kopf“) wie folgt sind:

A = 0,1 und B = 0.

- Überprüfung der Kalibrierparameter des HR%-Sensors

Bereich RST: Geben Sie in der Zeile „(S & Z)“ die Werte der zwei Kalibrierkoeffizienten **S** und **Z** des Sensors „Relative Luftfeucht.“ ein.

Diese Koeffizienten sind auf dem Kalibrierbericht angegeben, der dem Wettersensor der RST-Leitung beiliegt (vier Ziffern nach dem Komma sind ausreichend):

- S entspricht „Slope“ im Kalibrierbericht.
- Z entspricht „Zero Offset“ im Kalibrierbericht.

The screenshot shows the MP101M control interface with the following data:

Parameter	A	B	Value
Atmospheric T.	0,1	0	25.5 °C
Head T.	0,1	0	25.2 °C
Relative hydr.	0,0323	-25,81	43.8 %
(S & Z)	32,1181	0,8129	

The calibration report on the right includes the following information:

- MODEL: HIH-4021-003
- Channel: 463
- Serial Number: 16094300174
- Wafer Number: 82253C09
- MRP Number: 7366918
- Calculated Values at 5V
- Vout @0%RH: 0.812899 V
- Vout @75.3%RH: 3.231391 V
- Accuracy@25 C: 3.5 %RH
- Zero Offset: 0.812899 V
- Slope: 32.118094 mV/%RH
- Sensor RH: $(V_{out} - 0.813) / 0.032$
- Ratiometric Response for 0 to 100%RH
- Vout = Vsupply (0.163 To 0.805)

HINWEIS: Für vor 2016 mit dem Dokument CAPTHUMI-MON („Fiche de renseignement des capteurs humidité“, „Informationsblatt zu Feuchtigkeitssensoren“) gelieferte Wettersensoren: Die Werte von S und Z sind in den zwei letzten Zeilen der Tabelle angegeben. Es ist außerdem möglich, die Werte für A und B wie in diesem Dokument angegeben einzugeben.

4 – Durchführung einer Überprüfung des Momentandurchflusses im Bildschirm „Kalibrierung Durchfluss“

Diese Überprüfung ist mit Hilfe eines Referenzdurchflussmessers durchzuführen. Es gibt zwei mögliche Konfigurationen:

- Situation: *innen*

Die RST-Leitung ist nicht angeschlossen und die RST-Option ist nicht aktiviert (Modus „OFF“). Der Durchflussmesser muss direkt am Probeneingang des MP101M angeschlossen werden.

- Situation: *außen*

Die RST-Leitung ist angeschlossen und die RST-Option ist aktiviert (unabhängig vom Modus, mit Ausnahme von „OFF“). Der Durchflussmesser muss an der RST-Leitung angeschlossen werden, anstelle des Probenahmekopfes.

In beiden Fällen muss die Differenz zwischen dem Sollwert und dem auf dem Durchflussmesser angezeigten Durchfluss geringer als 5 % absolut (Momentandurchfluss) sein.

HINWEIS: Scheitert der Test, muss eine neue Kalibrierung des Durchflusses durchgeführt werden.

5 – Durchführung einer Masseprüfung auf Seite 3 „Masseprüfung“ des Bildschirms „Funktionsprüfungen“

Diese Prüfung ermöglicht die Kontrolle der im Werk durchgeführten Kalibrierung des Analysators. Die Prüfung dauert ungefähr 1 h für eine mit 10 programmierte Anzahl an Tests.

Ist die optionale automatische Kalibrierung nicht installiert und aktiviert, muss der Bediener nach ungefähr 30 Minuten das Endmaß manuell einführen.

Die Prüfung ist erfolgreich, **wenn der Unterschied zwischen dem Messwert und der Massenbelegung des Endmaßes $< 25\mu\text{g}/\text{cm}^2$ absolut ist.**

HINWEIS: Scheitert der Test, ist eine neue Kalibrierung des Beta-Staubmeters erforderlich.

6 – Konfiguration des Messmodus auf Seite 1 des Bildschirms „Erweiterte Konfiguration des Analysators“

Die empfohlene Konfiguration ist wie folgt:

- Zyklusdauer = 24 h
- Periodendauer = 1 h oder 2 h
- Zählung = 260 s

Wählen Sie außerdem die gewünschte Startart aus (sofort, verzögert, verzögert mit Zeitsynchronisation,...).

7.a.– Konfiguration der Messkanäle auf dem Bildschirm „Allgemeine Konfiguration“

Siehe Tabelle 3–1 mit allen verfügbaren Messkanälen, wobei die zu Diagnosezwecken empfohlenen Messkanäle grau dargestellt sind: Der Bediener muss diese grau dargestellten 10 Messkanäle konfigurieren.

Die Messkanäle „Rel. Luftfeucht.“ und „T°atmo.“ sind unverzichtbar für die Durchführung des folgenden Schritts.

7.b.– Konfiguration der gespeicherten Daten im Bildschirm „Allgemeine Konfiguration“

Wählen Sie eine Archivperiode = **1 min** (dieser Wert kann später vom Bediener in Schritt 10 geändert werden).

Löschen Sie alle gespeicherten Daten mit Hilfe der Taste  (dieser Vorgang ist unumkehrbar).

8 – Start der Messung mit Hilfe der Taste .

HINWEIS: In den ersten Betriebsstunden müssen Referenzsensoren für die Atmosphärentemperatur und die relative Luftfeuchtigkeit an der Messstelle oder in der Nähe installiert sein (Sensoren einer Wetterstation, Sensoren eines anderen Analysators,...).

Die von diesen Sensoren ausgegebenen Daten müssen gesammelt werden, um sie mit denen des MP101M zu vergleichen.

9 – Überprüfung der Kalibrierung der drei Sensoren der RST-Leitung (Temperatur und Luftfeuchtigkeit)

- Rufen Sie die gespeicherten Daten der zwei Messkanäle „Rel. Luftfeucht.“ und „T°atmo.“ nach einigen Betriebsstunden ab.
- Überprüfen Sie, dass der Variationsbereich der Atmosphärentemperatur in dieser Periode bei 10 °C liegt und dass der Variationsbereich der relativen Luftfeuchtigkeit 10 % überschreitet.
- Vergleichen Sie die Daten der Sensoren der RST-Leitung mit denen der Referenzsensoren. Die Differenz zwischen diesen Daten muss die folgenden Toleranzen für die gesamte Periode beachten:
 - +/-2 °C für die Atmosphärentemperatur
 - +/-5 % für die relative Luftfeuchtigkeit

Werden diese Kriterien nicht überprüft, wird empfohlen, die Sensoren der RST-Leitung mit Hilfe der Referenzsensoren zu kalibrieren.

Dieses ist das empfohlene Kalibrierverfahren für den Atmosphärentempersensoren und den Sensor der relativen Luftfeuchtigkeit:

- Skizzieren Sie die Punktkurve $y=f(x)$, wobei y = Referenzsensor und x = RST-Sensor, für die gesamte berücksichtigte Betriebsperiode,
- Zeichnen Sie anschließend die Regressionsgerade und
- Ziehen Sie von ihrer Gleichung die Linearisierungskoeffizienten A (= Steigung der Regressionsgerade) und B (= Offset der Regressionsgerade) des RST-Sensors ab.

Wenden Sie auf den Sensor „T° Kopf“ die für den Sensor „T° atmo“ gefundenen Koeffizienten A und B an.

10 – Das Gerät ist messbereit

In diesem Schritt können die Speicherperiode der Daten sowie jeder andere Konfigurationsparameter geändert werden.

Wurde die Messung gestoppt, kann sie erneut gestartet werden.

Einlaufzeit:

Nachdem die Messung gestartet wurde wird nach 1 Stunde (1 Periode) der erste Messwert ausgegeben.

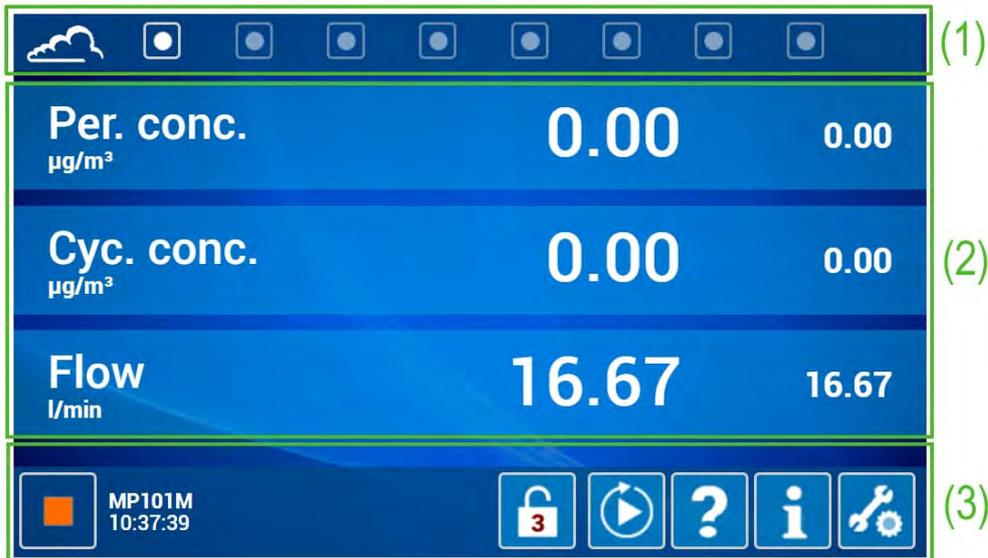
3.2. PROGRAMMIERUNG DES MP101M

3.2.1. BESCHREIBUNG UND VERWENDUNG DER BILDSCHIRMANZEIGE UND DER TASTATUR

Der auf der Vorderseite montierte Touchscreen dient der Visualisierung der Bedienbildschirme des Analysators und der Tastatur zur Eingabe und Änderung der Parameter des Analysators auf dem Bildschirm. Die Aktivierung der Bedienschnittflächen erfolgt durch die Berührung mit dem Finger.

Ist der Analysator mit einem Remote-Rechner verbunden, erfolgt die Änderung der Parameter mit der Tastatur des Rechners, und die Bedienschnittflächen werden durch Anklicken mit der Maus aktiviert.

3.2.1.1. Bedienbildschirme



Es gibt folgende Bedienbildschirmbereiche:

(1)	: Navigationsleiste der Bildschirme mit mehreren Seiten. Der Benutzer gelangt zur gewünschten Seite durch Aktivierung der entsprechenden Schaltfläche, die von  zu  wechselt.
(2)	: Mess- oder Konfigurationsbereich. Dieser Bereich zeigt die Messparameter (Konzentration, Wert, Einheiten ...) oder die im gewählten Menü konfigurierbaren Parameter an.
(3)	: Manuelle Bedienelemente, Informations- und Navigationsleiste. Diese Leiste ermöglicht den manuellen Start oder Stopp der Messung, die Anzeige der Informationstafel und der Zustände und den Zugang zu den Erweiterten oder Standard-Funktionen.

Die manuellen Bedienelemente und die Informations- und Navigationsleiste (3) stehen auf allen Bildschirmen zur Verfügung. Nähere Informationen finden sich im Abschnitt 3.3 zur Ergonomie der Navigation.

3.2.1.2. Eingabe über die Tastatur

Auf dem Touchscreen des Analysators wird in der unteren Hälfte des Bildschirms (2) eine berührungssensitive Tastatur angezeigt, wenn der Benutzer ein auszufüllendes oder zu änderndes Feld berührt.

Es stehen zwei Tastaturarten zur Verfügung: eine numerische Tastatur für die Eingabe numerischer Zeichen oder eine QWERTY- (Englisch) oder AZERTY- (Französisch) Tastatur für die Eingabe alphanumerischer Zeichen.

Die folgenden Beispiele zeigen die Anzeige der Tastatur im Bildschirm „Allgemeine Konfiguration“.

Aktiviert der Benutzer eine Taste auf der Tastatur, ändert sich die Schaltfläche (1) von  zu .

Sie ermöglicht die Validierung der Eingaben sowie das Schließen der virtuellen Tastatur. Die Schaltfläche (3) ermöglicht das Schließen der Tastatur ohne Validierung.

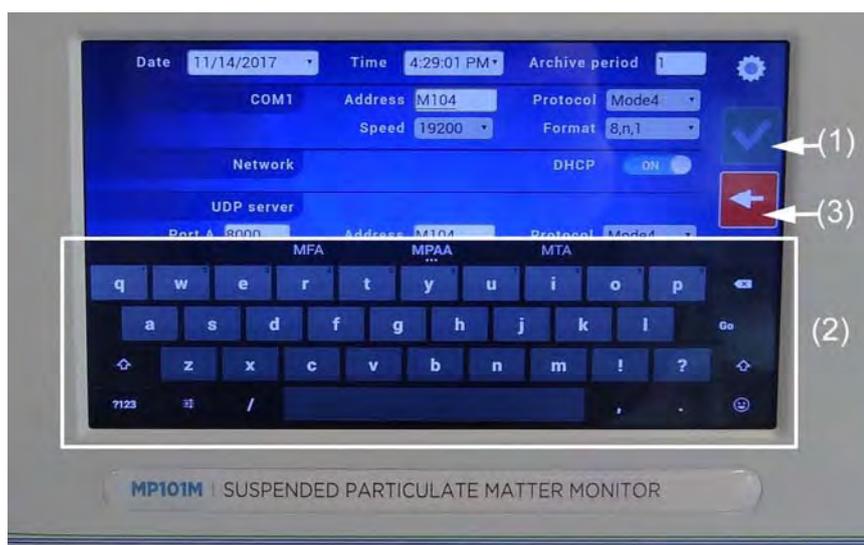
NOTE : Die Feldeingaben sind indiziert.

Die Tasten dieser Tastatur funktionieren genauso wie die Tasten von Android-Systemen auf Tablets und Smartphones.

Hier sehen Sie die numerische Tastatur (2):

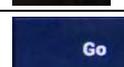
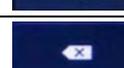


Hier sehen Sie die alphanumerische Tastatur (2):



(1) Schaltfläche der Eingabevalidierung, (2) numerische Tastatur mit berührungssensitiven Tasten, (3) Schaltfläche zum Schließen der Tastatur ohne Validierung der Eingabe.

Definition der spezifischen Tasten der virtuellen berührungssensitiven Tastatur

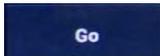
	: Umschaltung von der alphanumerischen Tastatur zur numerischen Tastatur.
	: Umschaltung von der numerischen Tastatur zur alphanumerischen Tastatur.
	: Umschaltung von der numerischen Tastatur zur Tastatur mit Symbolen.
	: Validierung der Eingaben.
	: Löschen der Eingaben.

An einem Remote-Rechner nutzt der Bediener die Tastatur und die Maus des Rechners.

3.2.2. PROGRAMMIERUNG DER BETRIEBSPARAMETER

Es stehen zwei Arten von Feldern für die Eingabe oder die Änderung der Parameter zur Verfügung.

3.2.2.1. Feld für die Eingabe von Zeichen

Berühren Sie am Touchscreen des Analysators das zu ändernde Eingabefeld. Der virtuelle Eingabebildschirm wird mit der AZERTY-Tastatur (französisch) oder der QWERTY-Tastatur (englisch) für die Eingabe der alphanumerischen Zeichen oder der numerischen Tastatur für die Eingabe numerischer Zeichen angezeigt. Um Buchstaben und Ziffern in dasselbe Feld einzugeben, berühren Sie die Taste , um von der numerischen Tastatur zur alphanumerischen Tastatur zu wechseln, und die Taste , um von der alphanumerischen Tastatur zur numerischen Tastatur zu wechseln. Führen Sie die Eingabe mit den virtuellen berührungssensitiven Tasten durch und berühren Sie anschließend die Taste  und validieren Sie mit . Die virtuelle Tastatur wird geschlossen und das geänderte Feld wird angezeigt.

An einem Remote-PC verwenden Sie die Tastatur und die Maus des PCs, um die Änderungen durchzuführen.

3.2.2.2. Felder zur Auswahl von Parametern aus einer Liste

Berühren Sie das zu ändernde Feld. Die Liste der auszuwählenden Parameter oder Werte wird angezeigt, wobei der aktuelle Wert oder Parameter weiß auf blauem Hintergrund angezeigt wird. Berühren Sie den neuen Wert oder den neuen Parameter, um ihn auszuwählen: Sie werden weiß auf blauem Hintergrund angezeigt. Bestätigen Sie mit . Die Liste wird geschlossen und dieser neue Parameter oder dieser neue Wert ersetzt den vorhergehenden.



3.2.2.3. Schaltfläche der Statusänderung OFF/ON

Um das Feld von OFF auf ON umzuschalten, berühren (oder klicken Sie auf) die Taste OFF. Das Feld ON wird weiß auf blauem Grund angezeigt. Und umgekehrt.



HINWEIS: Werden auf demselben Bildschirm mehrere Änderungen vorgenommen, ist immer mit der Schaltfläche  zu bestätigen, um alle Änderungen zu berücksichtigen.

3.3. BENUTZERFREUNDLICHE NAVIGATION

Die Startseite des MP101M sieht wie folgt aus:



Die Startseite zeigt maximal drei Messkanäle auf einmal an.

Auf dem Touchscreen auf der Vorderseite des Analysators gibt die Startseite passwortfreien Zugriff auf die Standardfunktionen des Analysators.

Bei einem Remote-PC wird zuerst diese Seite angezeigt:



Der Benutzer gibt sein Passwort im Feld (1) ein und validiert mit , um die Startseite des Analysators anzuzeigen.

Die Startseite verfügt über zwei Navigationsleisten:

- Die Navigationsleiste im oberen Bereich des Bildschirms.

Durch Aktivierung der Schaltflächen  zu  verschiebt der Benutzer die Anzeige seitlich, um die anderen Seiten anzuzeigen: die Messkanäle, die „Echtzeitgrafik“ und das Diagramm „Schematische Darstellung des Analysators“. Diese Navigationsleiste gibt es nur auf der Startseite.

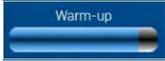


- Die Navigationsleiste im unteren Bereich des Bildschirms.

Wie in Absatz 3.2.1.1 angegeben ermöglicht diese Leiste den manuellen Start der Zyklen, die Anzeige der Zustandssymbole und der Informationstafel und den Zugriff auf die Erweiterten Funktionen des Analysators. Diese Navigationsleiste ist auf allen Bildschirmen zu finden.



Die Funktionen der Tasten, Bedienelemente und Symbole dieser Navigationsleiste sind hier zusammengefasst:

	Position der Zustandssymbole. Es gibt folgende verschiedene Zustandssymbole:
	: Symbol zur Anzeige des Normalbetriebs des Analysators.
	: Symbol zur Anzeige des Vorheizmodus des Analysators.
	: Symbol zur Anzeige des Kontrollmodus des Analysators.
	: Symbol zur Anzeige des Alarmmodus des Analysators.
	: Symbol zur Anzeige, dass der Analysator vom Netz getrennt ist.
	: Symbol zur Anzeige des Wartungsmodus des Analysators.
	: Symbol zur Anzeige des Stand-by-Modus des Analysators.
	: Symbol zur Anzeige des Nulltestmodus des Analysators.
	: Symbol zur Anzeige, dass der Analysator ausgeschaltet ist.
	: Symbol zur Anzeige des Fortschritts des Vorheizvorgangs
	: Taste zum Anhalten des laufenden Vorheizzyklus.
	: Taste zur Angabe der Passworbene. Sie ermöglicht die Anzeige des Fensters zur Änderung dieses Passworts (siehe die folgende Abbildung).
	

	: Taste zur Anzeige der Bedienelemente für den Start der Zyklen:  startet den Zyklus,  hält den laufenden Zyklus an.
	: Taste zur Anzeige der kontextbezogenen Hilfe.
	: Taste zur Anzeige der Informationstafel des Analysators.
	: Taste für den Zugang zu den Erweiterten Funktionen des Analysators.
	: Taste für den Zugang zur Startseite des Analysators.

Der Bediener berührt / klickt auf die Taste , um den Eingangsbildschirm der Erweiterten Funktionen des Analysators anzuzeigen. Die für den Bediener zugänglichen Funktionen sind weiß umrahmt, sie hängen von der Hierarchieebene des Passworts ab, die ihnen zugeordnet ist. Jede Taste ermöglicht den Zugriff auf den zugehörigen Bildschirm.

Der Eingangsbildschirm der Erweiterten Funktionen ist wie folgt aufgebaut:



Wird eine Taste aktiviert, wechselt sie die Farbe von blau (z. B. ) zu grün (z. B. ), während die Funktion im oberen Bereich des Bildschirms angezeigt wird und  zu  wird.

Durch Berühren / Anklicken von  oder durch erneutes Berühren / Anklicken von  gelangt der Bediener zum entsprechenden Bildschirm.

Siehe das folgende Beispiel „Allgemeine Konfiguration (Adresse, Protokoll, Messkanäle ...)“:



HINWEIS: Der Zugriff auf die Erweiterten Funktionen ist abhängig von der Hierarchieebene des Passworts des Benutzers. Es gibt drei Hierarchieebenen: Benutzer, Fortgeschrittener Benutzer und Experte.

Hier sehen Sie die bei der Lieferung im Analysator eingestellten werksseitigen Passwörter. Sie sind durch Symbole dargestellt:

Passwortebene	Kennung	Symbol
Benutzer	12345	
Fortgeschrittener Benutzer	78300	
Experte	00007	

Es wird dringend empfohlen, beim ersten Start die werksseitigen Passwörter zu ändern: Aktivieren Sie  im Eingangsbildschirm der Erweiterten Funktionen, um das Fenster der Passwortverwaltung zu öffnen, geben Sie die neuen Passwörter in den entsprechenden Feldern ein, aktivieren Sie anschließend , um die Eingabe zu bestätigen und das Fenster der Passwortverwaltung zu schließen.

Die Tasten haben folgende Funktionen:

	: Verwerfen der zuletzt durchgeführten Aktualisierung
	: Wiederherstellung der werkseitigen Einstellung. Es wird empfohlen, vor Durchführung dieser Operation eine Sicherung durchzuführen.
	: Passwortverwaltung
	: Allgemeine Konfiguration (Adresse, Protokoll, Messkanäle...)
	: Konfiguration der automatischen Funktionen
	: Konfiguration der optionalen Schnittstellen
	: Sprachauswahl
	: Suche und Anzeige der gespeicherten Mittelwerte
	: Löschen aller gespeicherten Mittelwerte (Achtung, dieser Vorgang ist unumkehrbar)
	: Liste der angemeldeten Clients
	: Diagnosefunktionen (Alarmer, Eingänge / Ausgänge, Mux...)
	: Aktivierung des Stand-by-Modus
	: Erweiterte Konfiguration des Analysators
	: Sicherung der Software und der Konfiguration auf USB-Stick
	: Wiederherstellung der Software und der Konfiguration von einem USB-Stick (Automatischer Neustart am Ende des Vorgangs)
	: Speicherung der Momentanwerte auf USB-Stick
	: Anzeige der Eigenschaften des am Analysator angeschlossenen USB-Sticks (Gesamtspeicher und verfügbarer Speicher)
	: Funktionsprüfungen
	: Kalibrierung des Beta-Staubmeters
	: Kalibrierung des Durchflusses
	: Aktivierung des Wartungsmodus

Durch Berühren / Anklicken von  kehrt der Benutzer zur Startseite zurück.

3.4. BESCHREIBUNG DER FUNKTIONEN DES ANALYSATORS

3.4.1. STANDARDFUKTIONEN

3.4.1.1. Bedienelemente des Analysators

Zur Erinnerung: Berühren / klicken Sie auf  für die Anzeige von  oder .

Dies sind die Bedienelemente des Analysators:

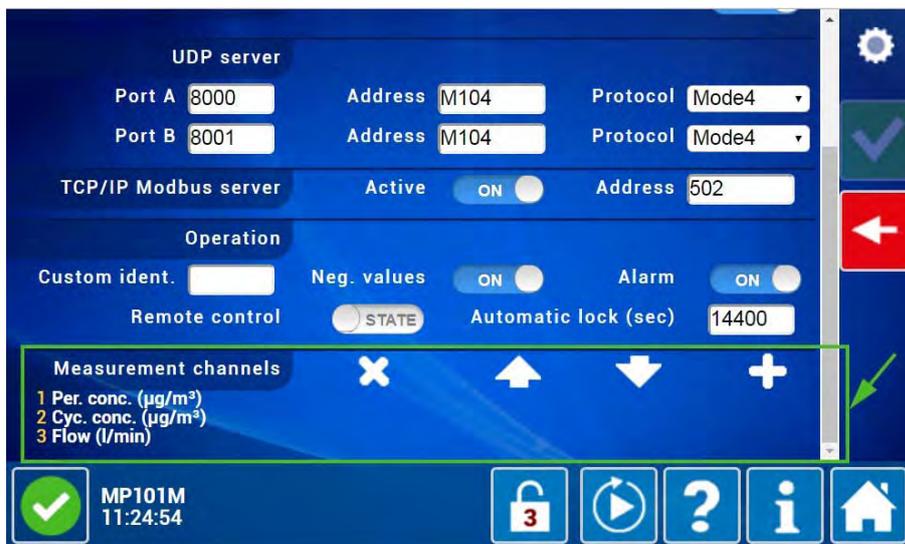
Bedienelemente	Beschreibung der Funktion der Tasten
	Diese Taste startet den Messzyklus.
	Diese Taste hält den Messzyklus an.

3.4.1.2. Anzeige der Messung

Standardmäßig werden auf der Startseite die Kanäle der periodischen Konzentrationsmessung, der zyklischen Konzentrationsmessung und der Durchflussmessung angezeigt. Die Spalte (1) enthält die Momentanmesswerte und die Spalte (2) die Mittelwerte.



Für die Anzeige zusätzlicher Messkanäle müssen diese zuerst im Bereich Messkanäle des hier dargestellten Bildschirms „Allgemeine Konfiguration“ ausgewählt werden (siehe grünen Rahmen mit Pfeil):



Definition der spezifischen Tasten für diesen Bereich:

	: Löschen des gewählten Messkanals.
	: Verschieben des gewählten Messkanals nach oben.
	: Verschieben des gewählten Messkanals nach unten.
	: Öffnen des Auswahlfensters zum Hinzufügen von Messkanälen.

Für die Auswahl zusätzlicher Messkanäle berühren / klicken Sie auf , um das Auswahlfenster der Messkanäle zu öffnen. Es gibt fünf Gruppen von Messkanälen: Verbindung, Spannung, Sensor, Berechnung, Analogeingänge. Standardmäßig steht das Feld der Gruppe Verbindung auf ON: Die drei ersten Messkanäle, per. Konz., zykl. Konz., Durchfluss, sind ausgewählt und werden im Bereich Messkanäle des Bildschirms angezeigt (siehe grünen Rahmen mit Pfeil im obigen Bildschirm).

Für die Auswahl der anderen Messkanäle der Gruppe Verbindung berühren / klicken Sie auf die Titel der verfügbaren Kanäle: Sie werden weiß auf himmelblauem Hintergrund angezeigt. Berühren / klicken Sie dann auf , um diese Auswahl zu validieren und das Fenster zu schließen.



Für die Auswahl der Kanäle der anderen Gruppen schalten Sie für ein beliebig anderes Feld Spannung, Sensor, Berechnung oder Analogeingänge  auf . Berühren / klicken Sie anschließend auf die Titel der zu wählenden Kanäle: Sie werden ebenfalls weiß auf himmelblauem Hintergrund angezeigt. Berühren / klicken Sie dann auf , um diese Auswahl zu validieren und das Fenster zu schließen.

Die Taste  schließt das Fenster ohne Validierung.

Es ist möglich, alle verfügbaren Kanäle, wie im Folgenden gezeigt, auszuwählen. Sobald sie ausgewählt wurden, erscheinen die Kanäle nicht mehr im rechten Rahmen des Fensters, damit nicht zweimal derselbe Kanal ausgewählt werden kann.



Die verschiedenen Messkanalgruppen sind im Folgenden detailliert:

- Auswahl der Spannungsmesskanäle:



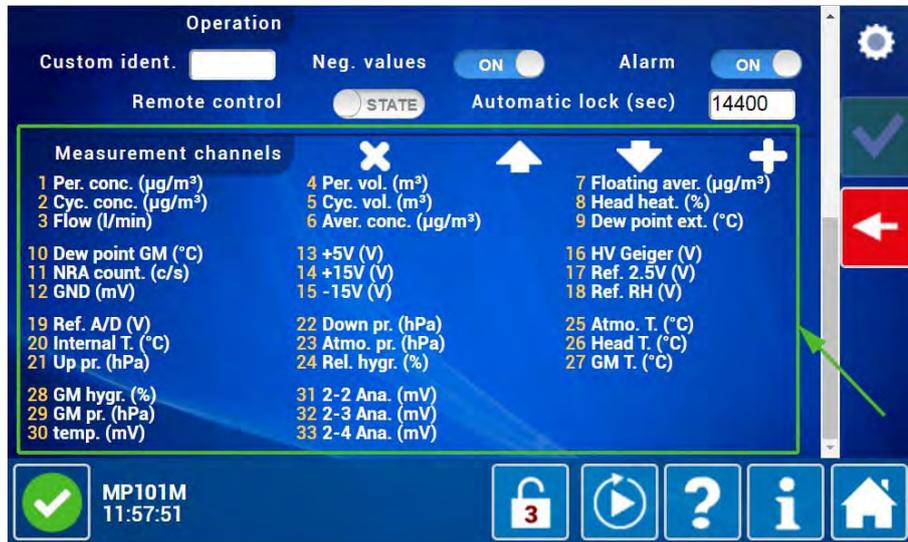
- Auswahl der Sensormesskanäle:



- Auswahl der Analogeingangskanäle:



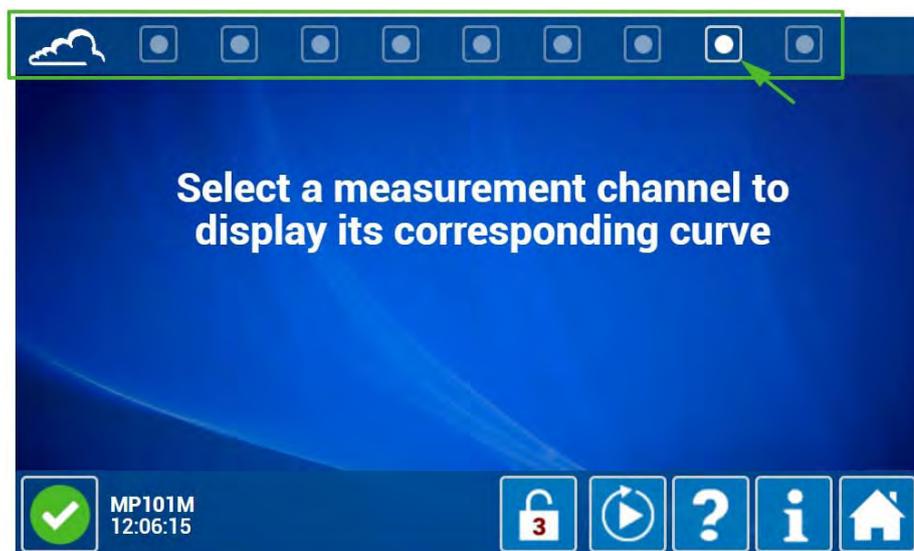
Die gewählten Messkanäle werden in nummerierten Feldern angeordnet (siehe grünen Rahmen mit Pfeil im folgenden Bild). Berühren / klicken Sie auf  auf der rechten Seite des Bildschirms, um die gesamte Auswahl zu validieren. Berühren / klicken Sie auf , um den Bildschirm ohne Validierung zu verlassen.



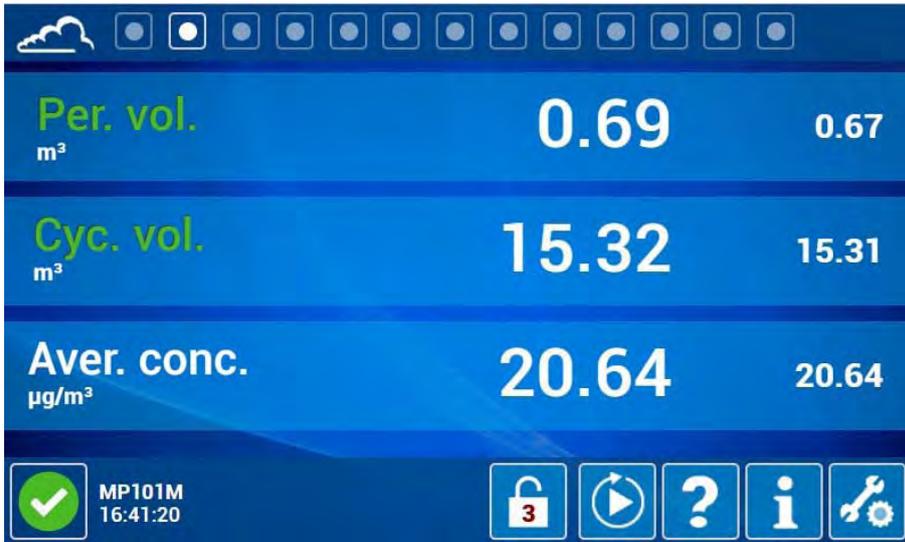
Berühren / klicken Sie auf , um die Anzeige der Messkanäle auf dem Startbildschirm zu visualisieren: Es werden nur drei Messkanäle pro Seite angezeigt. Um alle gewählten Kanäle anzuzeigen, ergänzt die grafische Schnittstelle so viele Seiten wie notwendig. Diese zusätzlichen Seiten werden durch die Tasten  und  symbolisiert, die im oberen Bereich des Bildschirms angezeigt werden (siehe grünen Rahmen mit Pfeil). Der Benutzer berührt / klickt auf diese Tasten, um die Seiten eine nach der anderen anzuzeigen.

3.4.1.3. Anzeige der Kurven der Messkanäle

Der Benutzer visualisiert die Kurven der Messkanäle durch Berühren / Anklicken der vorletzten Taste der Navigationsleiste im oberen Bereich des Bildschirms (siehe Pfeil im folgenden Rahmen). Wurde vorab kein Kanal ausgewählt, erscheint die folgende Meldung:



Berühren / klicken Sie auf den Namen des/der Kanals/Kanäle, um ihn/sie auszuwählen: Sie ändern ihre Farbe und werden grün angezeigt, wie Sie im folgenden Bildschirm sehen können:



Kehren Sie zur vorletzten Seite zurück, um die entsprechenden Kurven anzuzeigen. Standardmäßig erfolgt die Regelung des Maßstabs der Y-Achse automatisch, sie wird dann in Echtzeit angeglichen, damit jede Kurve der ausgewählten Messkanäle auf dem Bildschirm angezeigt werden kann.

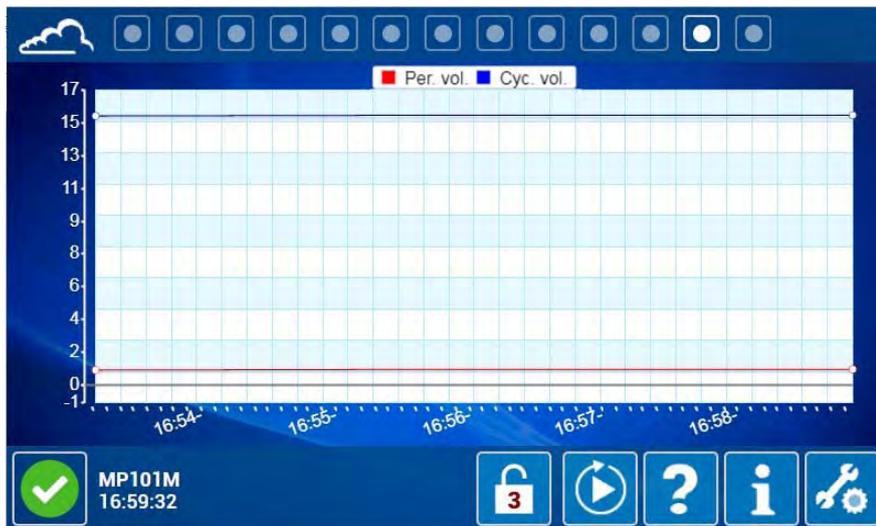
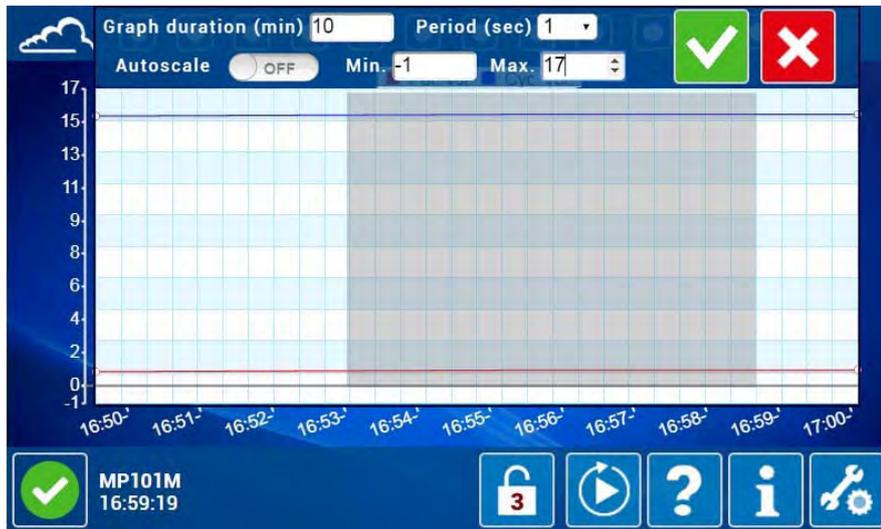
Maximal sechs Kurven können gleichzeitig auf dem Bildschirm angezeigt werden.



Um die Y-Achse zu konfigurieren, berührt / klickt der Benutzer auf den aktuellen Grafen: Die änderbaren Parameter werden im oberen Bereich des Bildschirms angezeigt. Der Benutzer schaltet dann das Feld Autom. Maßstab auf OFF, legt die minimalen und maximalen Werte des Maßstabs der Y-Achse fest (-1 und 17 im Beispiel auf der folgenden Seite) und validiert die Änderungen mit .



Zur Aktivierung der Zoom-Funktion wählt der Benutzer den Zoombereich durch Berühren / Anklicken des Bereichs oder durch Verwendung des Mauszeigers aus: Dadurch wird der gewählte Bereich grau. Der Benutzer validiert die Auswahl durch Berühren / Anklicken von , um den vergrößerten Grafen anzuzeigen.



Der Benutzer verlässt den gezoomten Grafen durch erneutes Berühren / Klicken auf den Bildschirm.

3.4.1.4. Schematische Darstellung des Analysators

Der Benutzer visualisiert die schematische Darstellung des Analysators durch Berühren / Anklicken der letzten Taste der Navigationsleiste im oberen Bereich des Bildschirms. Dieser Bildschirm ermöglicht die Visualisierung des gesamten Fluidkreislaufs und der relevanten Werte der Betriebsparameter.

(1) Berühren/klicken Sie auf die Taste, um die Werte der drei ersten Kanäle mit den entsprechenden Einheiten anzuzeigen.

(2) Uhrzeit des Geräts.

(3) Probelufteingang.

(4) Quellenträgerzylinder, (5) radioaktive Quelle: schematisch in dieser Position dargestellt, die Quelle befindet sich in der Probenahmeposition, was bedeutet, dass sich das Gerät nicht im Messmodus befindet.

(6) Filterbandrolle, (7) dieser Wert gibt die verbleibende Autonomie des Geräts in Anzahl der Aufgaben an.

(8) Anpressteller und Geiger-Müller-Zähler, (9) Fluidkreislaufschemata, (10) kritische Öffnung, (11) Regelventileinheit, (12) Druck P1 vor der kritischen Öffnung, (13) Druck P2 nach der kritischen Öffnung: Wird die Pumpe angehalten, befinden sich P1 und P2 bei Atmosphärendruck.

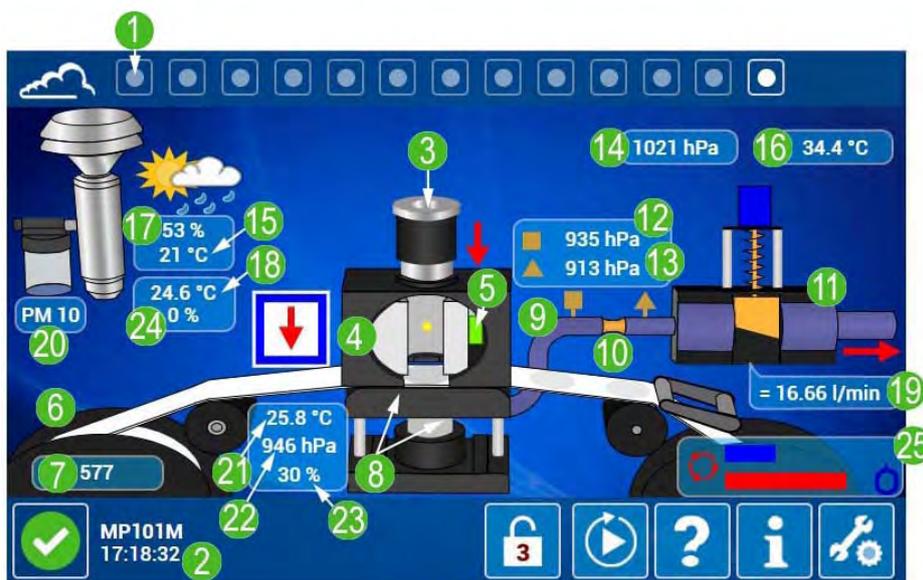
(14) Atmosphärendruck, (15) Umgebungstemperatur, (16) Temperatur im Innern des Geräts, (17) relative atmosphärische Luftfeuchtigkeit, (18) Temperatur des Probenahmerohrs (RST-Leitung).

(19) Durchfluss. Im Messmodus bedeutet die Anwesenheit des Zeichens „=“, dass der Messwert für den Durchfluss innerhalb der Toleranzen liegt.

(20) Probenahmekopf des Geräts. Diese Information ist auf Seite 2 des Bildschirms „Erweiterte Konfiguration des Analysators“ parametrierbar.

(21) Werte der „GM-Sensoren“ für Temperatur, (22) Druck und (23) Feuchtigkeit, die sich unter dem Filter befinden.

(24) Prozentsatz der Heizleistung der Probenahmeleitung.



(25) Berühren/klicken Sie auf diesen Bereich, um das Fenster mit den Informationen zum laufenden Zyklus anzuzeigen. Dieses Fenster ermöglicht die Visualisierung des Zustands des Zyklus und der laufenden Periode.

Feld ZYKLUS: Die Ziffer in Klammern steht für die Dauer der Zyklen. Diese Dauer ist im Feld MESSMODUS/Zyklen auf Seite 1 des Bildschirms „Erweiterte Konfiguration des Analysators“ parametrierbar. Die Zahl rechts gibt die Zahl des laufenden Zyklus im Vergleich zum allgemeinen Start an.

Feld START: Gibt Datum und Uhrzeit des Starts des laufenden Zyklus an.

Feld ENDE: Gibt Datum und Uhrzeit des Anhaltens der Pumpe und des Endes des laufenden Zyklus an.

Feld PERIODE: Die Zahl in Klammern steht für die Dauer der Perioden. Diese Dauer ist im Feld MESSMODUS/Perioden auf Seite 1 des Bildschirms „Erweiterte Konfiguration des Analysators“ parametrierbar. Die Zahl rechts gibt die Zahl der laufenden Periode im Vergleich zum Zyklusstart an.

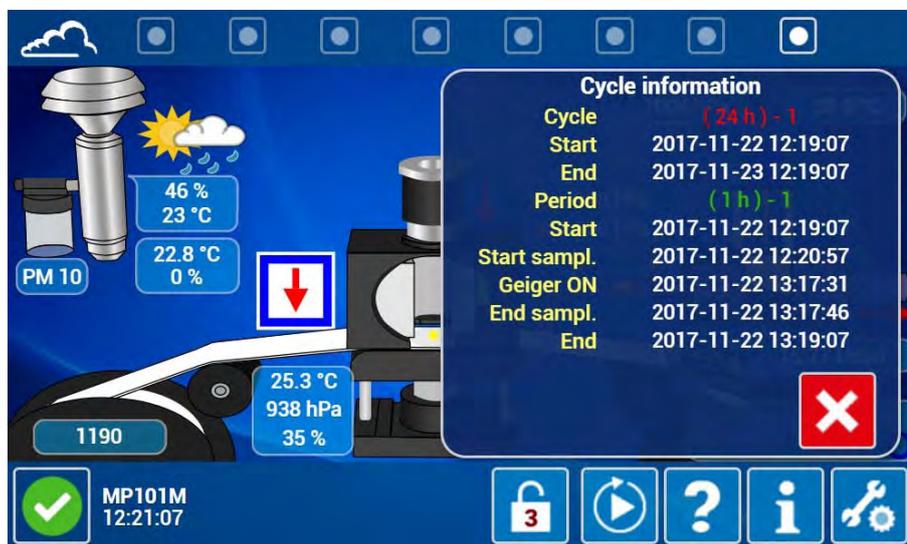
Feld START: Gibt Datum und Uhrzeit des Starts der laufenden Periode an.

Feld START PROBEN.: Gibt Datum und Uhrzeit des Starts der Pumpe für die laufende Periode an.

Feld GEIGER ON: Gibt Datum und Uhrzeit des Starts der Zählung (Einschalten des GM-Zählers) der laufenden Periode an.

Feld ENDE PROBEN.: Gibt Datum und Uhrzeit des Anhaltens der Pumpe für die laufende Periode an.

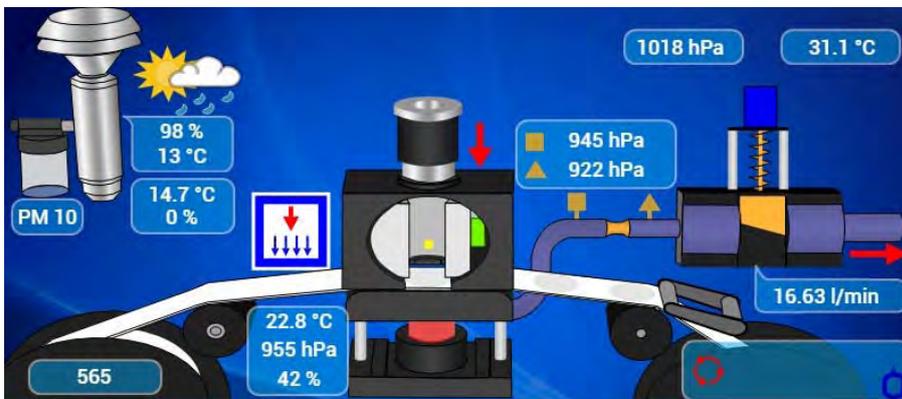
Feld ENDE: Gibt Datum und Uhrzeit des Endes der laufenden Periode und der Anzeige der neuen Konzentrationswerte an.



 schließt das Fenster.

Beschreibung des Ablaufs der Sequenzen beim Start des Systems (Berühren/ Anklicken von  und dann von ):

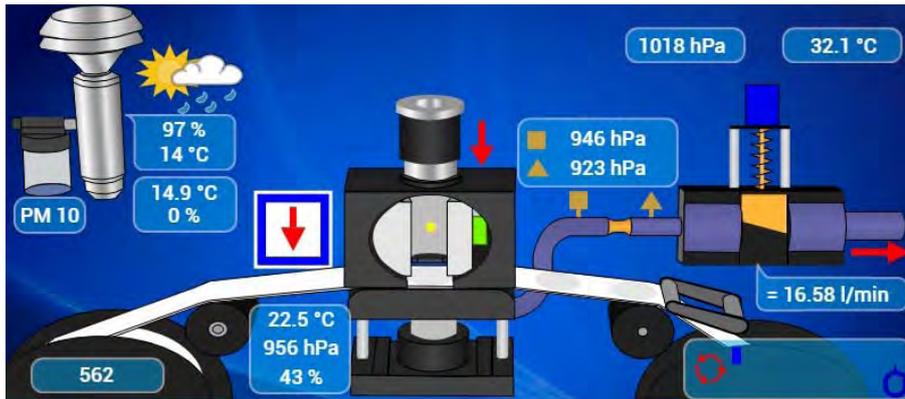
- 1 – Das Gerät senkt den Anpressteller ab.
- 2 – Das Filterpapier wird über einen Abstand gleich 1 Schritt vorgeschoben und unter dem Filterträger positioniert.
- 3 – Der Anpressteller geht in die obere Position, unter dem Filter, um die Dichtheit des Filters mit der Saugleitung zu garantieren.
- 4 – Der Quellenträgerzylinder geht in die Position „Saugen“.
- 5 – Die Pumpe startet im Modus „Papiertrocknen“, symbolisiert durch das Symbol  auf dem folgenden Bildschirm.



- 6 – Die Spannungsversorgung des Geiger-Müller-Zählers wird aktiviert.
- 7 – Die Pumpe bleibt stehen.
- 8 – Der Quellenträgerzylinder geht in Position „Zählung“, symbolisiert durch das Symbol „Blindzählung“  auf dem folgenden Bildschirm. Es werden noch weitere Messmeldungen angezeigt: Countdown, Spannungsversorgung des Geiger-Zählers, Zählung in Zählimpulse pro Sekunde (cps).



- 9 – Am Ende der „Blindzählung“ geht der Quellenträgerzylinder erneut in Saugposition.
- 10 – Die Pumpe startet und die Probenahme beginnt, symbolisiert durch das Probenahmesymbol  auf dem folgenden Bildschirm. Das Gerät entnimmt die Probe während der programmierten Dauer mit dem Nenndurchfluss von 1 m³/h.



11 – Die Pumpe bleibt stehen, die Probenahme ist beendet.

12 – Der Quellenträgerzylinder geht in die Position „Zählung“ und führt die Messung durch, symbolisiert durch das Symbol . Siehe den folgenden Bildschirm „Messung“.



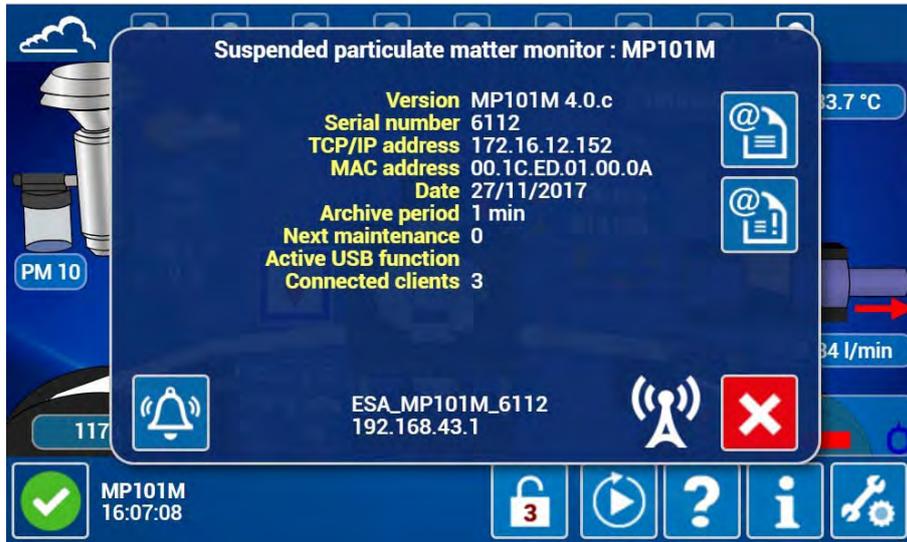
Der Bediener kann jederzeit die laufende Probenahme oder Messung unterbrechen, indem er  und anschließend  berührt/anklickt.

HINWEIS: Verschiedene Startarten sind im Feld START auf der ersten Seite des Bildschirms „Erweiterte Konfiguration des Analysators“ programmierbar:

- 1 – Im Fall des (**sofortigen**) Starts startet der Analysator sofort.
- 2 – Im Fall des (**verzögerten**) Starts wartet das Gerät die programmierte Startzeit ab.
- 3 – Im Fall des Starts mit (**externer Synchronisation**) wartet das Gerät das Schließen eines externen potentialfreien Kontakts ab.
- 4 – Im Fall des Starts mit (**Zeitsynchronisation**) startet das Gerät sofort und resynchronisiert sich, sobald die programmierte Uhrzeit erreicht wurde.

3.4.1.5. Informationstafel

Die Informationstafel wird durch Berühren / Anklicken von  in der unteren Navigationsleiste angezeigt. Sie ermöglicht dem Benutzer die Visualisierung der Softwareversion, der Seriennummer des Analysators, der TCP/IP-Adresse des Analysators, des im Analysator programmierten Datums des aktuellen Tags, der Speicherperiode für die Archivierung der gespeicherten Daten, der Anzahl der bis zur nächsten Wartung verbleibenden Tage, der Anwesenheit oder des Fehlens eines mit dem Analysator verbundenen USB-Stifts und der Anzahl der mit dem Analysator verbundenen Clients.



Definitionen der spezifischen Symbole und Tasten der Informationstafel

	: Zur Angabe, dass der Analysator mit einem WLAN-Stift ausgestattet ist, um sich aus der Ferne mit einem Tablet oder einem Smartphone zu verbinden. ESA_MP101M_6112 und 192.168.43.1 sind die Kennungen und die WLAN-TCP/IP-Adresse, die notwendig zur Verbindung sind.
	: Ermöglicht das Senden des Zustands des Analysators (Werte der Mux-Signale) per E-Mail.
	: Ermöglicht das Senden der gespeicherten Ereignisse (historisch) per E-Mail.
	: Ausgabe eines akustischen Signals, das es ermöglicht, den Analysator zu orten, wenn er nicht mit einem Bildschirm ausgestattet ist.
	: Schließen der Informationstafel.

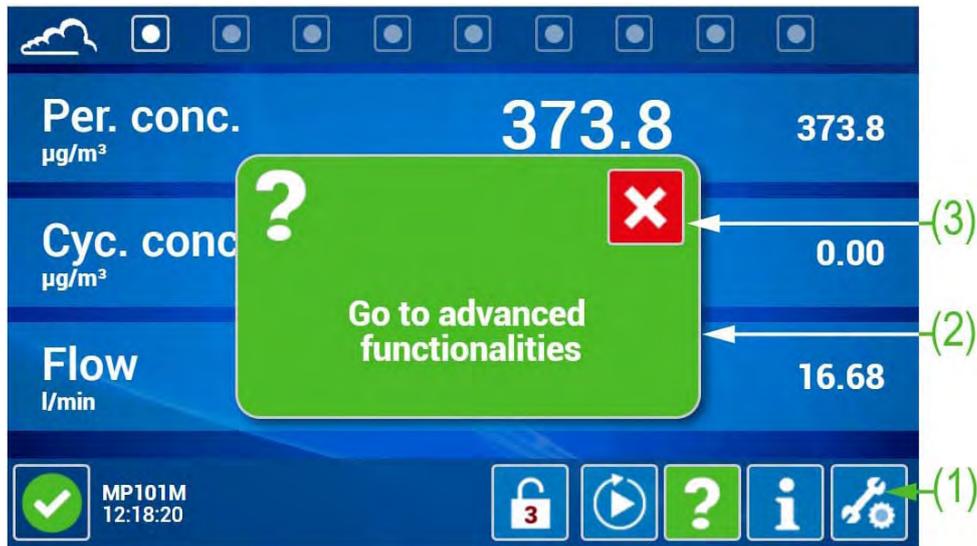
3.4.1.6. Funktionsweise der kontextbezogenen Hilfe

Der Benutzer aktiviert die kontextbezogene Hilfe durch Berühren / Anklicken von , das grün  wird. Dann berührt/klickt der Benutzer auf die Taste (z. B. 1) oder den Bereich des Bildschirms, über deren Verwendung oder Funktionsweise er etwas erfahren möchte: Es wird ein Fenster (2) mit den gewünschten Informationen geöffnet.

Das Fenster der kontextbezogenen Hilfe wird durch Berühren / Anklicken von  (3) geschlossen.

HINWEIS: Die kontextbezogene Hilfe wird durch erneutes Berühren / Anklicken von  deaktiviert.

Siehe das folgende Beispiel:



(1) Gewählte Taste (hervorgehoben), über deren Verwendung oder Funktionsweise Informationen erwünscht sind, (2) Meldung mit der gewünschten Information, (3) Taste zum Schließen des Fensters der kontextbezogenen Hilfe.

3.4.2. DIE ERWEITERTEN FUNKTIONEN

Der Benutzer ruft den Eingangsbildschirm der Erweiterten Funktionen durch Berühren / Anklicken von  auf.



Der Zugriff auf die Erweiterten Funktionen ist nur Benutzern mit entsprechendem Passwort erlaubt. Wie auf Seite 3–15 angegeben, stehen drei Hierarchieebenen für Passwörter zur Verfügung: Benutzer, Fortgeschrittener Benutzer und Experte.

Alle Experten zur Verfügung stehenden Erweiterten Funktionen sind im Folgenden beschrieben.

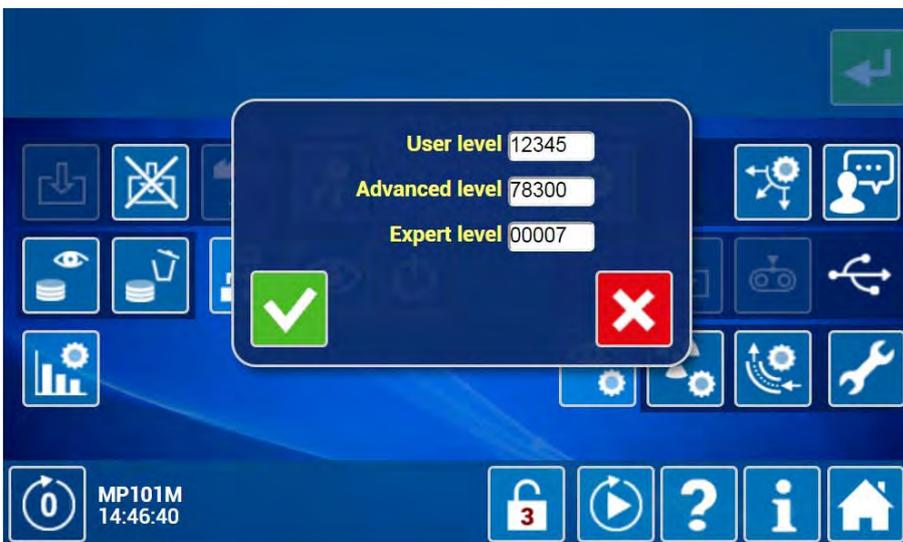
3.4.2.1. Passwortverwaltung

Der Benutzer berührt / doppelklickt auf , um dieses Fenster zu öffnen.

Die im folgenden Eingabebildschirm angegebenen Passwörter sind bei der Lieferung des Analysators werkseitig eingestellt. Es wird empfohlen, diese werkseitigen Passwörter bei der ersten Inbetriebnahme zu ändern (siehe Seite 3–15).

Der Benutzer ändert die Felder durch Eingabe der neuen Passwörter und Validierung mit .

 schließt das Fenster ohne Validierung der Änderungen.



3.4.2.2. Allgemeine Konfiguration (Adresse, Protokoll, Messkanäle)

Der Bediener gelangt zu diesem Bildschirm durch Berühren von / Doppelklick auf . Das Symbol dieser Taste wird weiterhin im oberen rechten Bereich des Bildschirms angezeigt.

Mit diesem Bildschirm lassen sich die für die Kommunikation erforderlichen Adressen und Protokolle und die Messkanäle konfigurieren.

 : Diese Taste wird angezeigt, wenn der Analysator mit einem PC oder einem Tablet verbunden ist. Durch Berühren / Anklicken dieser Taste aktualisiert der Benutzer Datum und Uhrzeit des Analysators mit dem laufenden Datum und der laufenden Uhrzeit des Rechners oder des Tablets.

Felder DATUM und UHRZEIT: zur Regelung des internen Datums und der internen Uhrzeit des Analysators.

Feld ARCHIVPERIODE: zur Regelung der Periode der gespeicherten Mittelwerte (Archive) des Analysators.

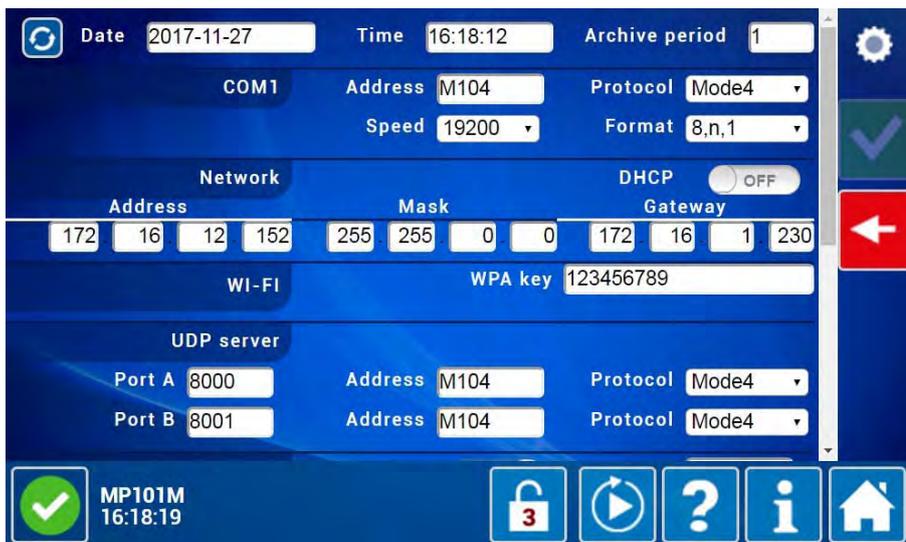
Bereich NETZWERK: für die automatische Konfiguration des Netzwerks.

- Steht das Feld DHCP auf ON, kann der Analysator mit einem TCP/IP-Netzwerk verbunden werden, dessen Adresse von einem DHCP-Server generiert wird.
- Steht das Feld DHCP auf OFF, werden die Felder ADRESSE, MASKE und GATEWAY angezeigt. So kann der Benutzer die TCP- / IP-Adresse, das Gateway und die Maske, die für die Verbindung erforderlich sind, definieren.

Bereich WLAN: Das Feld WPA-Schlüssel wird zur Identifizierung des Sticks verwendet, wenn er mit dem Gerät verbunden ist.

Bereich UDP-SERVER: für die Konfiguration der zwei verfügbaren UDP-Anschlüsse, Anschluss A und Anschluss B.

- Felder ANSCHLUSS A und ANSCHLUSS B: Die Nummer des Anschlusses ist von 1000 bis 9999 programmierbar.
- Felder ADRESSE: Sie werden nur für Mode4 (4 alphanumerische Zeichen) und JBUS (Zahl von 0000 bis 0255) verwendet. Standard: Die Bezeichnung des Analysators hat 4 Zeichen: M104
- Felder PROTOKOLL: Verwendbar sind Mode 4, PRN, JBUS und BAYERN.



The screenshot displays the configuration interface for the MP101M device. The screen is divided into several sections with a blue background and white text. At the top, there are fields for Date (2017-11-27), Time (16:18:12), and Archive period (1). Below this is the COM1 section with fields for Address (M104), Protocol (Mode4), Speed (19200), and Format (8,n,1). The Network section includes fields for Address (172.16.12.152), Mask (255.255.0.0), and Gateway (172.16.1.230), along with a DHCP toggle set to OFF. The WI-FI section has a WPA key field (123456789). The UDP server section has two ports, A (8000) and B (8001), each with an Address field (M104) and a Protocol dropdown (Mode4). At the bottom, there is a status bar with a green checkmark, the text 'MP101M 16:18:19', and several icons: a lock with the number 3, a play button, a question mark, an information icon, and a home icon. On the right side, there are three vertical buttons: a gear (settings), a green checkmark, and a red back arrow.

Bereich TCP/IP MODBUS SERVER: zur Konfiguration der TCP/IP-MODBUS-Kommunikation.

Bereich BETRIEB:

- Feld KENNUNG CLIENT: für die Eingabe der Kennung des Benutzers.
- Feld NEGATIVWERTE.: Negativwerte sind zugelassen, wenn dieses Feld auf ON steht, und nicht zulässig, wenn es auf OFF steht.
- Feld ALARM: Die Alarmverwaltung ist aktiv, wenn das Feld auf ON steht, und deaktiviert, wenn es auf OFF steht.
- Feld FERNSTEUERUNGEN: Für die Konfiguration der logischen Eingänge der Fernsteuerungen.
- Feld AUTOVERRIEGELUNG (Sek.): Es ermöglicht dem Benutzer die Definition der Dauer in Sekunden zwischen zwei Passwortheingaben.

Bereich MESSKANÄLE: Ermöglicht die Parametrierung der Anzeige der Messkanäle.



**Tabelle 3–1 – Liste der Messkanäle des MP101M (ohne CPM-Option)
mit Angabe der zugeordneten Optionen.**

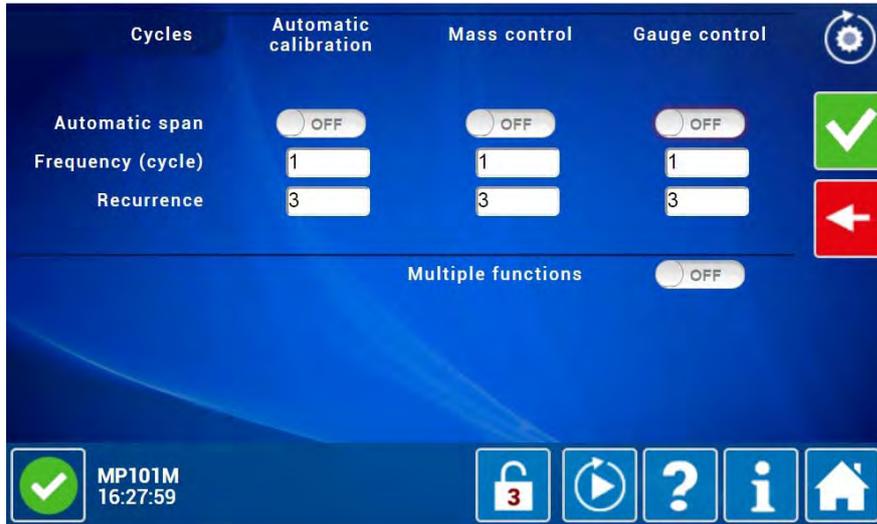
Grau: die für die Diagnose empfohlenen Messkanäle.

Cha.	Display	Meaning	Option	Units	Details
1	Per. conc.	Periodical concentration		µg/m ³	Period = time interval between two intermediate measurements on the same spot. Typical period duration = 1 or 2 hours.
2	Cyc. conc.	Cyclical concentration		µg/m ³	Cycle = Total sampling duration on the same spot. Typical cycle duration = 24h (= regulatory measure duration).
3	Flow	Flow rate		L/min	Nominal flow = 1 m ³ /h = 16.67 L/min.
4	Per. vol.	Periodical volume		m ³	
5	Cyc. vol.	Cyclical volume		m ³	
6	Aver. conc.	Average concentration		µg/m ³	Refer to chapter 2.
7	Floating aver.	Floating average		µg/m ³	Refer to chapter 2.
8	Head heat.	Head heating	RST	%	Heating control indicator of RST line. Used to check its operation.
9	Dew point ext.	Outside dew point	RST	°C	Ambient air dew point. Condensation forming indication
10	Dew point GM	GM dew point		°C	Air dew point near GM detector.
11	NRA count.	NRA counting		c/s	Count number measured without source at each period end (if "NRA" function activated).
12	Contam.	Contamination		c/s	Count number measured without source at each cycle beginning (if "Contamination" function activated).
13	Auto. cal.	Automatic calibration	Auto span	%	Difference in % between the last two calibration coefficients measured. Allows detecting a drift.
14	Mass cont.	Auto. Mass test	Auto span	%	Difference in % between the mass test result and the span value. Allows detecting a drift
15	Gauge cont.	Auto. Gauge test	Auto span	µg/cm ²	Zero measurement. Allows detecting GM detector dysfunction.
16	GND	GND		V	
17	+5V	+5V		V	
18	+15V	+15V		V	
19	-15V	-15V		V	
20	HV Geiger	High Voltage Geiger		V	
21	Ref. 2.5V	2.5V reference		V	
22	Ref. RH	Humidity sensor reference	RST	V	
23	Internal T	Internal temperature		°C	Temperature measured inside the analyzer.
24	Up pr.	Upstream pressure		mbar	P1 pressure upstream the diaphragm (refer to chapter 2).
25	Down pr.	Downstream pressure		mbar	P2 pressure downstream the diaphragm (refer to chapter 2).
26	Atm. pr.	Atmospheric pressure		mbar	Atmospheric pressure measured inside the analyzer.
27	GM T.	GM temperature		°C	Temperature measured on the « GM sensor » board located near the GM detector.
28	GM hydr.	GM hygrometry		%	Relative hygrometry measured on the « GM sensor » board located near the GM detector
29	GM pr.	GM pressure		mbar	Pressure measured on the « GM sensor » board located near the GM detector.
30	Rel. hydr.	Relative hygrometry	RST	%	Relative hygrometry measured by the meteorological RST line sensor.
31	Atmo. T.	Atmospheric temperature	RST	°C	Atmospheric temperature measured by the meteorological RST line sensor.
32	Head T.	Head temperature	RST	°C	Temperature measured inside the RST line pipe.
33	Ref. A/D	A/D reference		V	

3.4.2.3. Konfiguration der automatischen Funktionen

Der Bediener gelangt zu diesem Bildschirm durch Berührung von / Doppelclick auf . Das Symbol dieser Taste wird weiterhin im oberen rechten Bereich des Bildschirms angezeigt.

Dieser Bildschirm ist verfügbar, wenn das Feld AUTOMATISCHES NORMALMAß auf der ersten Seite des Bildschirms „Erweiterte Konfiguration des Analysators“ auf ON steht. Er ermöglicht die Konfiguration der automatischen Kalibrierung, der Massenkontrolle und der Kontrolle des Staubmeters. Die drei Funktionen können gleichzeitig aktiviert werden, wenn das Feld AUTOMATISCHES NORMALMAß auf dem folgenden Bildschirm für die drei Funktionen auf ON gesetzt wird.



Die Aktivierung (ON) der Funktion ermöglicht die Programmierung der Frequenz, angegeben in Anzahl der Zyklen.

Die automatische Kalibrierung, die Massenkontrolle und die Kontrolle des Staubmeters können über einen Mittelwert mehrerer Messungen erfolgen: Das Feld WIEDERHOLUNG dient der Parametrierung dieser Messzahl. Eine Wiederholung von 3 wird empfohlen.



Mehrfachfunktionen ON:

Stehen zwei oder drei Funktionen auf ON, erlaubt die Aktivierung dieses Parameters, dass sie eine nach der anderen in einem einzigen Zyklus durchgeführt werden. Hierbei gilt die folgende Prioritätenfolge: (1) automatische Kalibrierung, (2) Massenkontrolle, (3) Kontrolle des Staubmeters.

Mehrfachfunktionen OFF:

Ist dieser Parameter deaktiviert, ist nur eine Funktion pro Zyklus zulässig.

3.4.2.4. Sprachauswahl

Der Bediener berührt/doppelklickt auf , um dieses Fenster anzuzeigen.

Dieses Fenster ermöglicht die Änderung der Sprache des Analysators: Zur Verfügung stehen Chinesisch, Englisch, Französisch und Deutsch.

Der rote Rahmen um die Fahne gibt die verwendete Sprache an. Der Benutzer berührt / klickt auf eine der anderen Fahnen, um die gewünschte Sprache auszuwählen und das Pop-up zu schließen. Anschließend wird die Meldung „*Language selection*“ im oberen Bereich des Bildschirms angezeigt, wenn Englisch ausgewählt ist, und „*Choix de la langue*“, wenn Französisch ausgewählt ist.



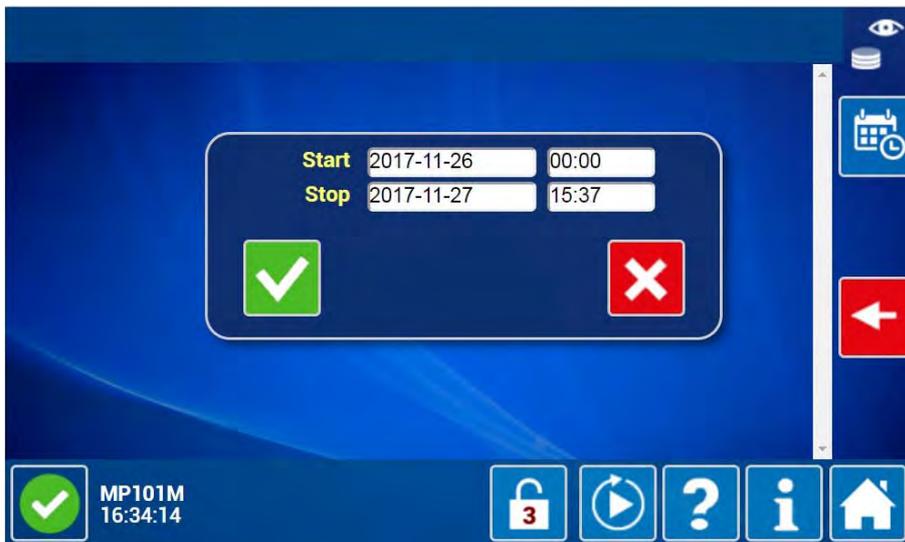
3.4.2.5. Suche und Anzeige der gespeicherten Mittelwerte

Der Bediener gelangt zu diesem Bildschirm durch Berührung von / Doppelklick auf . Das Symbol dieser Taste wird weiterhin im oberen rechten Bereich des Bildschirms angezeigt.

Dieser Bildschirm ermöglicht die Konfiguration der Periode der gespeicherten Mittelwerte, die der Benutzer visualisieren möchte, und zeigt die Daten für die vorab ausgewählten Messkanäle an.

Der Benutzer berührt/klickt auf die Fehler Start und Ende zur Auswahl oder Änderung von Datum und Uhrzeit der gewünschten Periode und berührt/klickt anschließend auf  zur Validierung der Auswahl, zum Schließen des Fensters und zur Anzeige des Bildschirms der Visualisierung der Daten.

 schließt das Fenster ohne Validierung der Auswahl.



Der Benutzer berührt / klickt auf , um die Daten des folgenden Messkanals anzuzeigen, und auf , um die Daten des vorhergehenden Messkanals anzuzeigen.

	Down pr.	Atmo. pr.	GM T.	GM hydr.
00:00	1019.55	1019.94	27.38	24.80
00:01	1019.54	1019.94	27.38	24.80
00:02	1019.57	1019.94	27.38	24.80
00:03	1019.62	1019.94	27.39	24.80
00:04	1019.62	1019.94	27.39	24.80
00:05	1019.61	1019.94	27.39	24.80
00:06	1019.61	1019.94	27.39	24.79
00:07	1019.61	1019.94	27.39	24.77
00:08	1019.60	1019.94	27.39	24.76
00:09	1019.62	1019.94	27.39	24.76
00:10	1019.61	1019.96	27.39	24.76
00:11	1019.61	1019.94	27.39	24.76

 ermöglicht dem Benutzer das Verlassen des Bildschirms, um zum Eingangsbildschirm der Erweiterten Funktionen zurückzukehren.

Definition der bildschirmspezifischen Tasten

	<p>: Öffnet das Fenster zur Auswahl einer anderen Periode.</p> 
	<p>: Ermöglicht den Export der angezeigten Daten in eine TXT-Datei.</p>

Funktion der neben den Messwerten angezeigten Symbole:

	<p>Dieses Symbol weist auf einen gespeicherten Mittelwert mit dem Zustand „Alarm“ hin. Die Einzelheiten des Alarms werden durch Berühren / Anklicken dieses Symbols angezeigt.</p>
	<p>Dieses Symbol weist auf einen gespeicherten Mittelwert mit dem Zustand „Kontrolle“ hin. Die Einzelheiten der Kontrolle werden durch Berühren / Anklicken dieses Symbols angezeigt.</p>
	<p>Dieses Symbol weist auf einen gespeicherten Mittelwert mit dem Zustand „Kalibrierung“ hin. Die Einzelheiten der Kalibrierung (Null, Prüfgas) werden durch Berühren / Anklicken dieses Symbols angezeigt.</p>

3.4.2.6. Löschen aller gespeicherten Mittelwerte

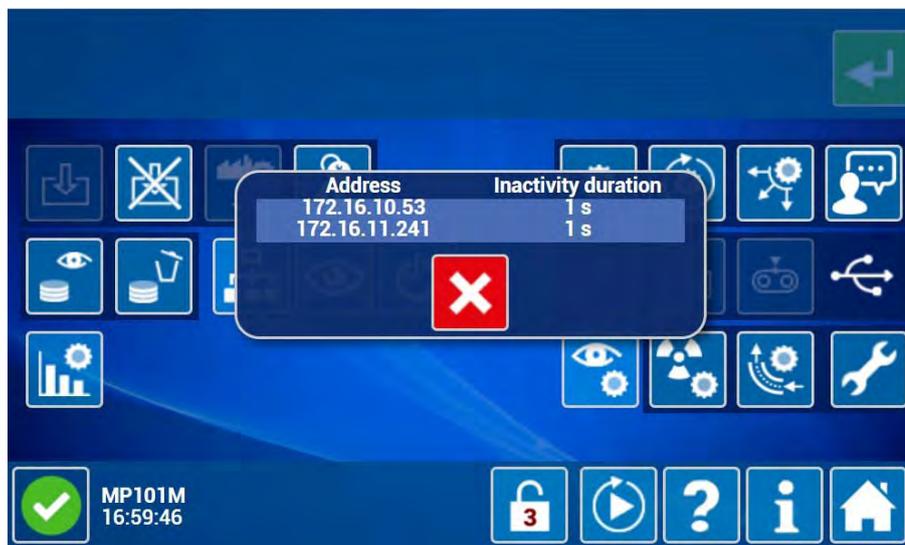
Der Benutzer löscht alle gespeicherten Mittelwerte durch Berührung von / Doppelklick auf .

ACHTUNG: Dieser Vorgang ist nicht umkehrbar.

3.4.2.7. Liste der angemeldeten Clients

Der Benutzer zeigt dieses Fenster durch Berührung von / Doppelklick auf  an. Es zeigt die IP-Adressen und die Inaktivitätsdauer der verbundenen Clients an.

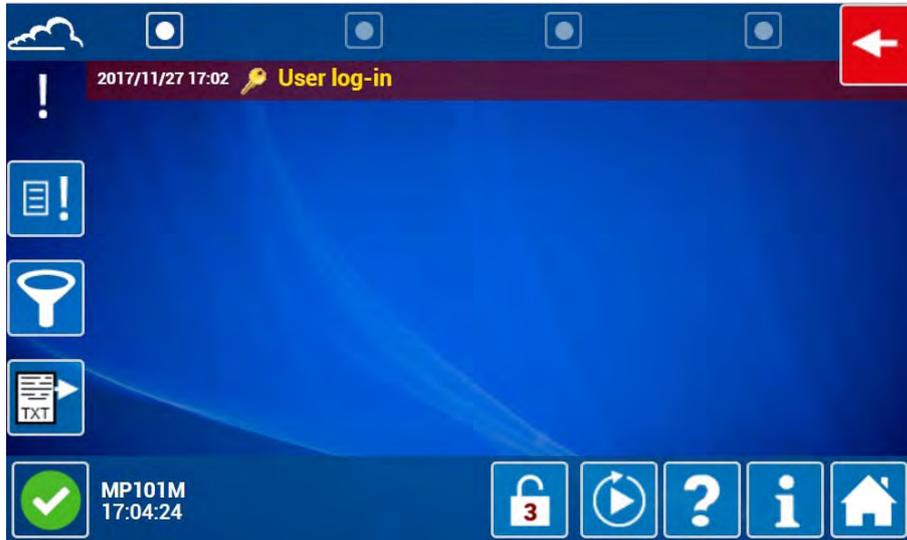
 schließt das Fenster ohne Validierung der Auswahl.



3.4.2.8. Diagnosefunktionen (Alarm, Eingänge/Ausgänge, Mux...)

Der Benutzer gelangt zu diesem Bildschirm durch Berührung von / Doppelklick auf .

Dieser Bildschirm umfasst mehrere Seiten: Die erste Seite listet die aktuellen relevanten Alarmer und Ereignisse auf, die zweite Seite zeigt die Werte der elektrischen Signale und die Ein-/Ausgänge der Fernsteuerungen an, die dritte Seite ermöglicht die Ansteuerung der Bedienelemente des Geräts und die vierte Seite dient der Diagnose.



 ermöglicht dem Benutzer das Verlassen des Bildschirms, um zum Eingangsbildschirm der Erweiterten Funktionen zurückzukehren.

Definition der spezifischen Tasten dieser ersten Seite:

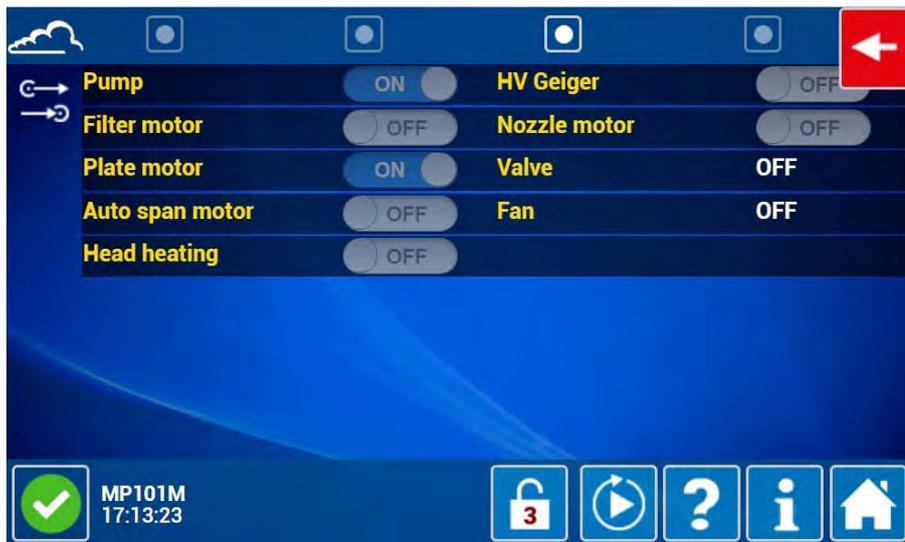
	: Anzeige oder Maskierung aller archivierten Ereignisse.
	: Anzeige oder Maskierung der einfachen Ereignisse. Sie dient als Filter.
	: Export der angezeigten Daten in Form einer TXT-Datei.

Auf der zweiten Seite befinden sich die Werte der Signale des Analysators:





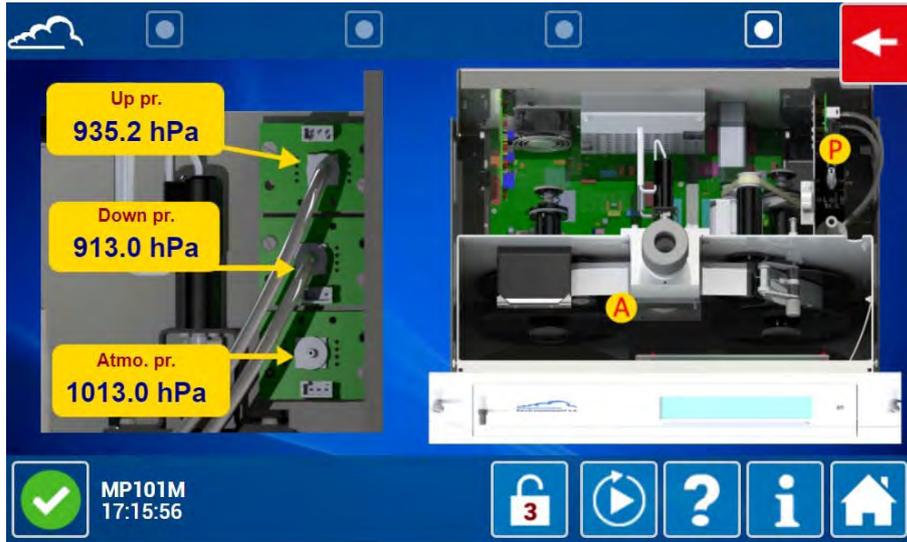
Auf der dritten Seite befinden sich der Status der Bedienelemente, die Liste der Komponenten und deren Status, sofern sie beim Start des Analysators erkannt werden. Die Tasten ON / OFF werden verwendet, um zu überprüfen, ob die entsprechenden Elemente korrekt funktionieren. Verlässt der Benutzer den Bildschirm, kehren die Elemente zu ihrem Standardstatus zurück.



Hilfe bei der Lösung der detektierten Alarme:

Wird ein Alarm ausgelöst, wird das Symbol des Alarmzustands  im unteren rechten Bereich des Bildschirms angezeigt. Durch Berühren/Anklicken dieses Symbols gelangt der Nutzer zur ersten Seite des Diagnosebildschirms mit der Liste der aktuellen relevanten Alarme und Ereignisse (siehe die folgende Abbildung). Durch Anklicken/Berühren des Symbols  des Alarmfelds mit Angabe der Art des Fehlers und der Uhrzeit seiner Auslösung gelangt der Nutzer zu Seite 4 der Diagnosefunktion.

Seite 4 der Diagnosefunktion ermöglicht die Visualisierung der Werte der Überschreitung der Alarmgrenzen und die Lokalisierung des fraglichen Elements in der Innenansicht des Geräts. Das folgende Beispiel zeigt einen auf den Drucksensorkarten lokalisierten Druckalarm aufgrund eines Sensorfehlers. (Klicken Sie auf den Punkt P zur Anzeige links auf dem Bildschirm).



3.4.2.9. Aktivierung des Stand-by-Modus

Der Benutzer aktiviert den Stand-by-Modus durch Berühren / Anklicken von , das zu  wird.

Der Stand-by-Modus dient dem Anhalten der Pumpe, während alle anderen Regelungen in Betrieb bleiben. Der Benutzer reaktiviert den Messmodus durch Berühren / Anklicken von .

Ist der Stand-by-Modus aktiv, wechselt das Zustandssymbol (unten links auf dem Bildschirm) zu . Die Symbole des Alarm- oder Kontrollzustands sind jedoch prioritär. Folglich wird das Alarmsymbol  oder das Kontrollsymbol  weiterhin angezeigt, wenn der Stand-by-Modus aktiviert wird, während ein Alarm oder eine Kontrolle aktiv ist, und das Stand-by-Symbol  wird nicht angezeigt. Um zu überprüfen, ob der Messmodus oder der Stand-by-Modus aktiv ist, kontrolliert der Benutzer, ob die Taste  auf dem Eingangsbildschirm der Erweiterten Funktionen rot umrahmt ist oder nicht.

3.4.2.10. Aktivierung des Wartungsmodus

Der Benutzer aktiviert den Wartungsmodus durch Berühren / Anklicken von , das zu  wird.

Ist der Wartungsmodus aktiv, sind die Daten mit einer Zustandsmarke getaggt: Neben den betroffenen Daten wird „Wartung“ angezeigt.

Der Benutzer reaktiviert den Messmodus durch Berührung von / Doppelklick auf .

Wird der Wartungsmodus aktiv, wechselt das Zustandssymbol (unten links auf dem Bildschirm) zu . Die Symbole des Alarm- oder Kontrollzustands sind jedoch prioritär. Folglich wird das Alarmsymbol  oder das Kontrollsymbol  weiterhin angezeigt, wenn der Wartungsmodus aktiviert wird, während ein Alarm oder eine Kontrolle aktiv ist, und das Wartungssymbol  wird nicht angezeigt. Um zu überprüfen, ob der Messmodus oder der Wartungsmodus aktiv ist, kontrolliert der Benutzer, ob die Taste  auf dem Eingangsbildschirm der Erweiterten Funktionen rot umrahmt ist oder nicht.

3.4.2.11. Erweiterte Konfiguration des Analysators

Der Benutzer gelangt zu diesem Bildschirm durch Berührung von / Doppelklick auf . Das Symbol dieser Taste wird weiterhin im oberen rechten Bereich des Bildschirms angezeigt.

Dieser Bildschirm ermöglicht die Konfiguration der Messparameter.

Seite 1

Der Benutzer gelangt zu dieser Seite durch Berühren / Anklicken der ersten Taste  der Navigationsleiste im oberen Bereich des Bildschirms.

Bereich MESSMODUS:

- Felder ZYKLEN, PERIODEN und ZÄHLUNG: Konfiguration der Dauer der Zyklen, der Perioden und der Zählung. Es wird empfohlen, die ursprüngliche, auf 260 Sekunden festgelegte Parametrierung nicht zu ändern.
- Feld START: Programmierung der Startart. Zur Auswahl stehen: Sofort, Verzögert, Ext. Synchronisation, Zeitsynchronisation.

- NOTE :**
- 1 – Im Fall des (**sofortigen**) Starts startet der Analysator sofort.
 - 2 – Im Fall des (**verzögerten**) Starts wartet das Gerät die programmierte Startzeit ab.
 - 3 – Im Fall des Starts mit (**externer Synchronisation**) wartet das Gerät das Schließen eines externen potentialfreien Kontakts ab.
 - 4 – Im Fall des Starts mit (**Zeitsynchronisation**) startet das Gerät sofort und resynchronisiert sich, sobald die programmierte Uhrzeit erreicht wurde.
- Feld STOPP: Programmierung der Anhalteart. Zur Auswahl stehen: Manuell, Zeitsynchronisation, Zahl der Zyklen.

- NOTE :**
- 1 – Im Fall des **manuellen** Stopps hält die Messung durch Berühren / Anklicken der Taste  und anschließend  an.
 - 2 – Im Fall des Stopps mit (**Zeitsynchronisation**) sind im Feld DATUM/UHRZEIT das genaue Datum und die genaue Uhrzeit zu definieren, zu dem bzw. der das Gerät anhalten wird.
 - 3 – Im Fall des Stopps mit (**Zahl der Zyklen**) stoppt das Gerät bei Erreichen der im Feld ANZAHL DER ZYKLEN definierten Zyklenzahl.

Bereich STAUBMETER:

- Felder KOEFF. K und ENDMAß: Zur Anzeige des automatisch am Ende der Kalibrierung des Beta-Staubmeters berechneten Kalibrierkoeffizienten sowie des Werts des Endmaßes. Der Kalibrierkoeffizient des Beta-Staubmeters kann manuell geändert werden, vorzugsweise ist jedoch eine Kalibrierung im spezifischen Menü „Kalibrierung des Beta-Staubmeters“ durchzuführen.

BEREICH DUCHFLUSS:

- Felder KOEFF. K und SOLLWERT: Zur Anzeige des Kalibrierkoeffizienten und des Sollwerts des Durchflusses. Der Kalibrierkoeffizient des Durchflusses kann manuell geändert werden, vorzugsweise ist jedoch eine Kalibrierung im spezifischen Menü „Kalibrierung des Durchflusses“ durchzuführen.

Bereich ROLLE:

Diese Felder sind nach jedem Wechsel der Filterrolle zu verwenden.

- Feld ANZAHL AUFGABEN: Zur Angabe der ursprünglichen Autonomie der Rolle, die 1200 Aufgaben beträgt. Sie darf nicht geändert werden.
- Feld INIT. ZÄHLER ON/OFF: Dieses Feld steht normalerweise auf OFF. Nach dem Wechsel der Rolle muss der Benutzer das Feld auf ON setzen, um den Autonomiezähler mit der im Feld ANZAHL AUFGABEN definierten Anzahl der Aufgaben, d. h. 1200, zu initialisieren. Dieser Wert von 1200 wird außerdem in der schematischen Darstellung reinitialisiert, siehe (7) des Absatzes 3.4.1.4.



Bereich ZÄHLUNG R.A.N.: Zur Parametrierung der Zählung der natürlichen Radioaktivität (R.A.N.). Der Benutzer wechselt auf ON, um die Messung zu aktivieren, programmiert anschließend die Dauer, während der die Zählung der R.A.N. durchgeführt wird. Dieser Test wird vor jeder periodischen Messung ohne Quelle durchgeführt, d. h. bevor die Quelle in die Position „Zählung“ gesetzt wird. Er misst also die natürliche Radioaktivität der im Filter entnommenen Teilchen.

Steht es auf ON, erscheint ein Feld „Zähl. RAN cps“ in der Gruppe Verbindungen des Fensters der Auswahl der Messkanäle des Bildschirms „Allgemeine Konfiguration (Adresse, Protokoll, Messkanäle...)“. Sobald dieser Kanal ausgewählt wird, wird er auf einem der Bildschirme der Messkanäle der Standardfunktionen angezeigt.

Bereich CPM: Installiert der Benutzer ein CPM-Modul, muss er das Feld AKTIV auf ON stellen.

Bereich KONTAMINATIONSPRÜFUNG: Steht er auf ON, führt das Gerät zu Beginn jedes Messzyklus eine Kontrolle der radioaktiven Kontamination mit einem unbeladenen Filter durch. Diese Kontrolle wird mit Hilfe des Geigerzählers durchgeführt, ohne Verwendung der radioaktiven Quelle. Der Benutzer definiert im Feld FREQUENZ (ZYKLUS) die Zahl der Zyklen, die zwei nachfolgende Kontaminationsprüfungen trennen.

Steht es auf ON, erscheint ein Feld „Kontam. cps“ in der Gruppe Verbindungen des Fensters der Auswahl der Messkanäle auf dem Bildschirm „Allgemeine Konfiguration (Adresse, Protokoll, Messkanäle...)“. Ist dieser Kanal ausgewählt, wird er auf einem der Messkanalbildschirme der Standardfunktionen angezeigt.

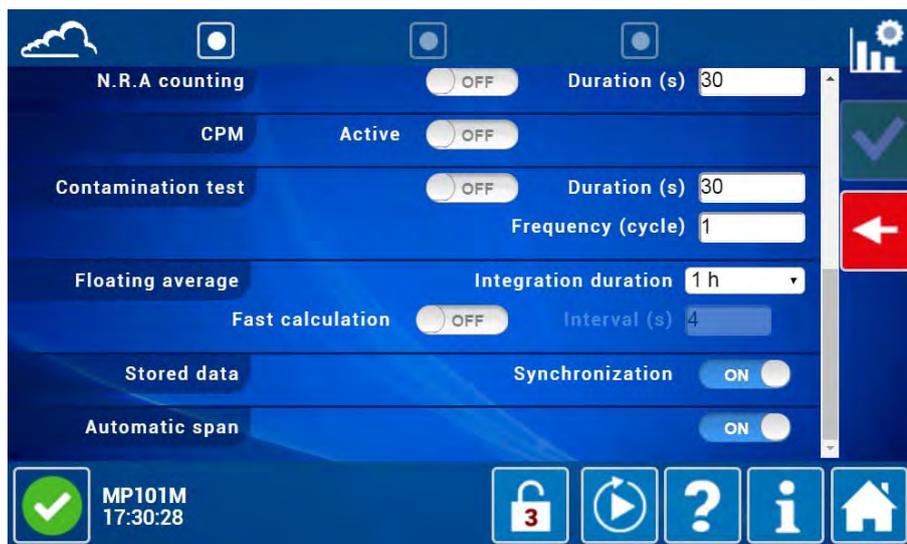
Ein Alarm wird aktiviert, wenn die Zählung den im Feld DAUER parametrierten Wert übersteigt, d. h. 30 cps im folgenden Bildschirm.

Bereich GLEITENDES MITTEL:

- Feld INTEGRATIONSDAUER: Programmierung des Zeitraums, innerhalb dessen die Messungen gemittelt werden,
- Feld SCHNELLBERECHNUNGEN: Steht es auf ON, bestimmt es die Zeitspanne zwischen 2 Berechnungen des gleitenden Mittelwerts.

Bereich GESPEICHERTE DATEN: Steht es auf ON, synchronisiert das Gerät die Speicherung der Daten mit den Messzyklen und -perioden.

Bereich AUTOMATISCHE KALIBRIERUNG: Der Benutzer muss das Feld auf ON stellen, um die Option AUTOMATISCHE KALIBRIERUNG zu aktivieren, sofern sie installiert ist.

**Seite 2:**

Der Benutzer gelangt zu dieser Seite durch Berühren / Anklicken der zweiten Taste  der Navigationsleiste im oberen Bereich des Bildschirms.

Bereich GM-SENSOREN:

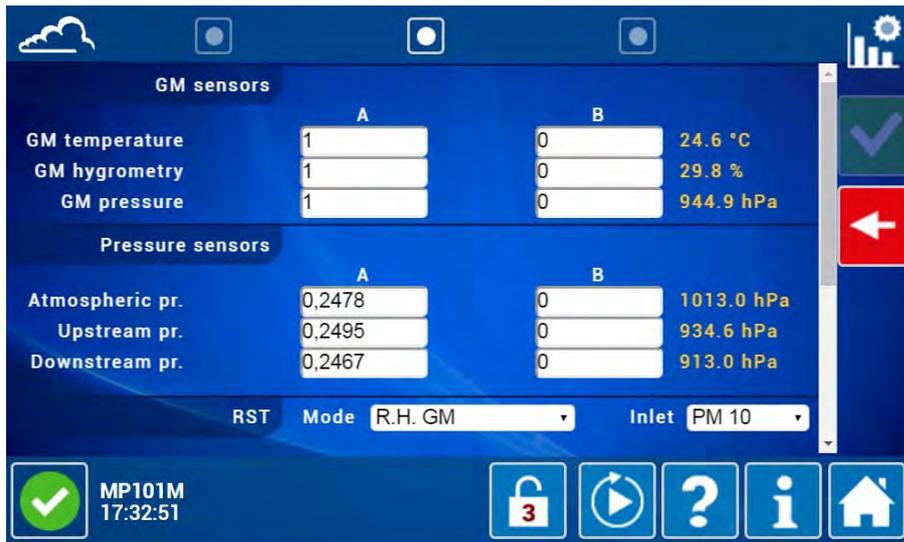
Er ermöglicht die Visualisierung und Linearisierung der Messungen der 3 Sensoren für Temperatur (Feld T° GM), Luftfeuchtigkeit (Feld LUFTF. GM) und Druck (Feld DR. GM) der GM-Sensoren. Diese Sensoren können linearisiert werden im Fall einer Abweichung in Bezug auf die Referenzsensoren.

Bereich DRUCKSENSOREN:

Er ermöglicht die Visualisierung und Linearisierung der Werte der drei Drucksensoren:

- Atmosphärendruck (Feld ATMOSPHÄRENDR.),
- Vordruck (Feld VORDR.),
- Hinterdruck (Feld HINTERDR.).

Siehe das Wartungsblatt 4.3.9 in Kapitel 4 dieser Anleitung für weitere Informationen zur Vorgehensweise.



Bereich RST:

- Feld MODUS: Zur Auswahl der Betriebsart der RST-Funktion:
 - OFF: Zur Deaktivierung der RST-Funktion und der Heizung des Probenahmekopfes.
 - Immer: Entspricht dem alten Modus HST (heated sampling tube). Der Probenahmekopf ist nicht geregelt: Er wird permanent geheizt.
 - T° Kopf = f (T° Atmo.): Zur Regelung der Heizung des Probenahmekopfes abhängig von der Atmosphärentemperatur.

Überschreitet die Luftfeuchtigkeit den im Bereich REGELUNG HEIZUNG programmierten Schwellenwert, wird die Heizung des Kopfes ausgelöst, um ihn auf Atmosphärentemperatur, erhöht um die programmierte Temperaturverschiebung, zu halten.

Standardmäßig gelten diese Werte für die Temperaturverschiebung und den Schwellenwert der Luftfeuchtigkeit:

Partikelgröße	PM10	PM2,5
H: Schwellenwert Luftfeuchtigkeit	60 %	75 %
T: Temperaturverschiebung	5 °C	5 °C

Für sehr feuchte Standorte wird empfohlen, H auf 50 % und T bis 10 °C zu parametrieren.

- Modus T°GM > f (Taupunkt): Dieser Modus ermöglicht die Verhinderung einer eventuellen Kondensation der Luft am Detektor.

Ist die Temperatur des Geiger-Müller-Sensors (gemessen in der Nähe des Filters und des Detektors) geringer oder gleich dem Taupunkt, erhöht um die im Bereich REGELUNG HEIZUNG programmierte Temperaturverschiebung, wird die Heizung ausgelöst, um die Temperatur des Geiger-Müller-Sensors auf einen Wert zu regeln, der höher ist als Taupunkt + Temperaturverschiebung.

HINWEIS: Der Analysator berechnet automatisch den Taupunkt unter den Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen in der Nähe des GM-Sensors.

- Modus HR GM: Dieser Modus ermöglicht die Beibehaltung der relativen Luftfeuchtigkeit in der Nähe des GM-Sensors unter einem änderbaren Schwellenwert.

HINWEIS: Standardmäßig beträgt der empfohlene Schwellenwert für die Luftfeuchtigkeit 50 %.

- Feld KOPF: Zur Definition des verwendeten Probenahmekopftyps. Dieser Parameter hat keinen Einfluss auf die Daten des CPM.

- Felder ATMOSPHERENTEMP., KOPFTEMP., RELATIVE LUFTFEUCHT.: Sie ermöglichen die Linearisierung der Sensoren für Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit gemäß der Kalibriergeraden $Ax + B$. A und B sind veränderbar.

Für jedes Feld werden die Werte für A und B in den Spalten angegeben und der Wert des Sensorsignals, ausgedrückt in der Standardeinheit, wird orange auf der Linie des entsprechenden Felds angezeigt.

Fall der relativen Luftfeuchtigkeit: Bei der ersten Installation begleitet ein Testbericht die Wettersensoren der RST-Leitung. Er enthält den Wert „S“, Steigung der Kalibriergerade in mV/%RH, und den Wert „Z“, Nullpunktoffset in mV. Der Benutzer muss diese Werte für S und Z auf dem Bildschirm eingeben.

S und Z werden automatisch geändert, wenn der Bediener A und B ändert.

Bereich REGELUNG HEIZUNG:

- Feld HEIZUNG KOPF: Steht es auf ON, forciert es die Heizung des Kopfes zur Prüfung der korrekten Funktion.



Seite 3:

Der Benutzer gelangt zu dieser Seite durch Berühren / Anklicken der dritten Taste  der Navigationsleiste im oberen Bereich des Bildschirms.

Bereiche VERBINDUNG(EN): Elemente, die auf die gesamte Seite anwendbar sind.

- Feld(er) GRENZWERT 1 und GRENZWERT 2: Programmierung des Werts der Alarmgrenzwerte für die entsprechenden Verbindungen (Messkanäle). Sie ermöglichen die Aktivierung der Relais und der Alarmmeldungen.
- Feld(er) EINHEIT: Zur Programmierung der Einheit der entsprechenden Verbindungen (Messkanäle).
- Feld(er) UMREHNUNGSKOEFF.: nicht anwendbar für die Teilchenmessung
- Feld(er) OFFSET: Zur Programmierung des Offsets für die entsprechenden Verbindungen (Messkanäle); dieser Wert wird zum Messwert hinzugefügt.
- Feld(er) LINEARISIERUNG: ermöglichen die Linearisierung der periodischen und zyklischen Konzentrationsmessung unter Berücksichtigung eines anderen Messgeräts als Referenz (Referenz definiert gemäß den Normen EN12341, EN14907 oder USEPA).



3.4.2.12. Funktionsprüfungen

Der Benutzer gelangt zu diesem Bildschirm durch Berührung von / Doppelklick auf .

Dieser Bildschirm ermöglicht das Testen der Funktion der Motoren, der Hochspannungsversorgung und der Heizung der RST-Leitung (Seite 1), die Durchführung des Tests des Staubmeters (Seite 2), der Masseprüfung (Seite 3), des Dichtigkeits-tests (Seite 4) und des Nulltests (Seite 5).

Diese Tests können nur stattfinden, wenn die Messung angehalten wurde.



Es muss also zuvor der laufende Messzyklus angehalten werden durch Berühren/Anklicken von .

und anschließend von  und die Anzeige des folgenden Bildschirms (Seite 1) abgewartet werden.

Seite 1: Kontrolle der Funktion der Motoren, der Hochspannungsversorgung und der Heizung der Probenahmeleitung:

Klicken Sie auf die orange umrahmten Tasten, um die Fenster zu öffnen, die die Kontrollen ermöglichen.



Definition der Kontrolltasten: (1) Motor Teller, (2) Motor Papiervorschub, (3) Motor Quellenträger, (4) Test Hochspannungsversorgung, (5) Motor automatisches Normalmaß (optionaler Test bei aktiviertem Endmaß), (6) Pumpe, (7) Ventilmotor, (8) Heizung RST-Leitung.

Funktion des Tellermotors:

Berühren / klicken Sie auf die Taste (1), die grün wird und das Kontrollfenster auf diesem Bildschirm anzeigt:



 betätigt den Motor, um den Teller für die im Rahmen angegebene Dauer (in diesem Bildschirm 5 Sekunden) nach oben  oder unten  zu bewegen.

 betätigt den Motor, um den Teller ohne Unterbrechung nach oben  oder unten  zu bewegen.

 hält den Motor im laufenden Betrieb an.

Tippen Sie auf die grüne Taste (1), um zum vorherigen (ursprünglichen) Bildschirm zurückzukehren.

Funktion des Papiervorschubmotors:

ACHTUNG: Dieser Motor kann nur betätigt werden, wenn sich der Teller in der unteren Position befindet.

Bringen Sie den Teller in die untere Position und berühren / klicken Sie auf die Taste (2), die grün wird und das Kontrollfenster auf diesem Bildschirm anzeigt:



 betätigt den Motor, um das Papier über die im Rahmen angegebene Dauer (in diesem Bildschirm 7 Sekunden) nach vorne zu schieben.

 betätigt den Motor, um das Papier ohne Unterbrechung nach vorne zu schieben.

 hält den Motor im laufenden Betrieb an.

Tippen Sie auf die grüne Taste (2), um zum vorherigen (ursprünglichen) Bildschirm zurückzukehren.

Funktion des Quellenträgermotors

ACHTUNG: Vorzugsweise sollte dieser Motor betätigt werden, wenn sich der Teller in der oberen Position befindet.

Bringen Sie den Teller in die obere Position und berühren / klicken Sie auf die Taste (3), die grün wird und das Kontrollfenster auf diesem Bildschirm anzeigt:



 betätigt den Motor für die im Rahmen angegebene Dauer (5 Sekunden in diesem Bildschirm), um die Quelle in die Saugposition  oder Zählposition .

 betätigt den Motor ohne Unterbrechung, um die Quelle in die Saugposition  oder Zählposition  zu bringen.

 hält den Motor im laufenden Betrieb an.

Drücken Sie die grüne Taste (3), um zum vorhergehenden (ursprünglichen) Bildschirm zurückzukehren.

Test der Hochspannungsversorgung

ACHTUNG: Vorzugsweise ist dieser Test durchzuführen, wenn sich die Quelle in der Zählposition befindet, so wie es in diesem Bildschirm schematisch dargestellt ist.

Bringen Sie die Quelle in die Zählposition und berühren / klicken Sie auf die Taste (4), die grün wird und das Kontrollfenster mit dem Wert der Hochspannung und dem Signal des Detektors (in Zählpulse pro Sekunde) anzeigt.



Funktion des Motors des automatischen Normalmaßes (optionaler Test, falls Endmaß aktiviert)

Diese Kontrolltaste ist verfügbar, wenn AUTOMATISCHES NORMALMAß auf der ersten Seite des Bildschirms „Erweiterte Konfiguration des Analysators“ auf ON steht.

ACHTUNG: Dieser Motor kann nur betätigt werden, wenn sich der Teller in der unteren Position befindet.

Bringen Sie den Teller in die untere Position und berühren / klicken Sie auf die Taste (5), die grün wird und das Kontrollfenster auf diesem Bildschirm anzeigt:



 betätigt den Motor, um das Endmaß in Rückzugsposition während der im Rahmen angegebenen Dauer (10 Sekunden in diesem Bildschirm) \uparrow oder in Messposition \downarrow zu bringen.

 betätigt den Motor ohne Unterbrechung, um das Endmaß in Rückzugsposition \uparrow oder in Messposition zu bringen \downarrow .

 hält den Motor im laufenden Betrieb an.

Drücken Sie die grüne Taste (5), um zum vorhergehenden (ursprünglichen) Bildschirm zurückzukehren.

Funktion des Pumpenmotors

ACHTUNG: Dieser Motor darf nur betätigt werden, wenn sich der Teller in der oberen Position befindet.

Bringen Sie den Teller in die obere Position und berühren / klicken Sie auf die Taste (6), die grün wird und das Kontrollfenster auf diesem Bildschirm anzeigt:



 schaltet den Motor der Pumpe ein.

 aktiviert die Regelung der Pumpe rund um den Nenndurchfluss.

 hält den Motor der Pumpe an.

Drücken Sie die grüne Taste (6), um zum vorhergehenden (ursprünglichen) Bildschirm zurückzukehren.

Ventilmotor

Berühren / klicken Sie auf die Taste (7), die grün wird und das Kontrollfenster auf diesem Bildschirm anzeigt:



 öffnet  oder schließt  das Ventil bei 50 % seines Betätigungswegs.

 öffnet  oder schließt  das Ventil für den gesamten Betätigungsweg.

 hält den Motor des Ventils an.

Heizung der RST-Leitung

Berühren / klicken Sie auf die Taste (8), die grün wird und die Heizung der RST-Leitung startet, was durch  dargestellt wird. Siehe den folgenden Bildschirm.



(24) Prozentsatz der Heizleistung der Probenahmeleitung ändert sich von 0 auf 100 %.

(18) Die Temperatur des Probenahmerohrs erhöht sich.

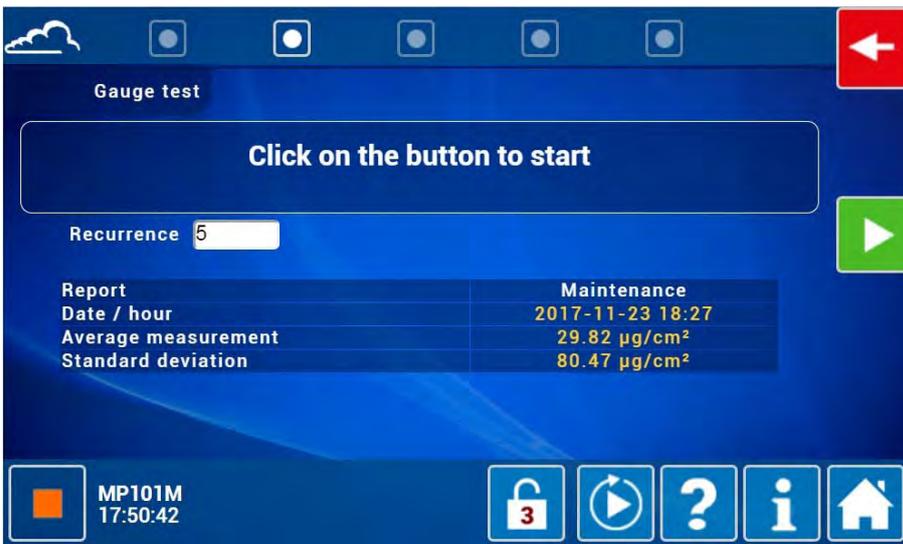
Seite 2: Test des Staubmeters

Der Benutzer gelangt zu dieser Seite durch Berühren / Anklicken der zweiten Taste  der Navigationsleiste im oberen Bereich des Bildschirms.

Dieser Test ermöglicht die Kontrolle des Rauschens des Detektors. Er besteht aus der Durchführung mehrerer nachfolgender Nullmessungen und der Berechnung ihrer Mittelwerte und Standardabweichung.

Befindet sich der Analysator im Messmodus, gibt der Test des Staubmeters die Meldung „Messzyklus im Gange“ an und zeigt den Bericht des letzten Staubmeter-Tests an.

Um einen Staubmeter-Test durchzuführen, muss der laufende Messzyklus durch Berühren/Anklicken von  und dann von  angehalten und die Anzeige des folgenden Startbildschirms abgewartet werden.



Die Wiederholung ist parametrierbar und muss vor Start des Tests überprüft werden. Die Wiederholung ist die Zahl der Male, an denen das Gerät die doppelte Messung (Blindmessung mit unbeladenem Filter) durchführt. Sie greift also in die Berechnung des Mittelwerts des Testberichts ein. Sie ist standardmäßig auf 5 eingestellt.

Der Staubmeter-Test ist zyklisch, wenn das Feld AUTOMATISCHES NORMALMAß im Bildschirm „Erweiterte Konfiguration des Analysators“ und im Bildschirm „Konfiguration der automatischen Funktionen“, Spalte Zyklus/ Staubmeterkontrolle, auf ON steht.

NOTE : In diesem Bildschirm:

- ⇒ Der empfohlene Wert der Wiederholung liegt bei 3.
- ⇒ Liegt der Wert der Frequenz (Zyklus) bei 1, führt das Gerät in allen Zyklen einen Staubmeter-Test durch.

Der Staubmeter-Test ist nicht zyklisch, wenn das Feld AUTOMATISCHES NORMALMAß im Bildschirm „Erweiterte Konfiguration des Analysators“ auf OFF steht. In diesem Fall wird er manuell während einer Wartung durchgeführt.

Starten Sie den Staubmeter-Test durch Berühren / Anklicken der Taste . Der Bediener folgt dem Ablauf der verschiedenen Schritte dank der auf dem Bildschirm angezeigten Meldung. Diese Schritte sind:

- 1 – Initialisierung
- 2 – Papiertrocknung

- 3 – Vorheizung Geiger
- 4 – Blind 1/5
- 5 – Ruhezeit Geiger
- 6 – Vorheizung Geiger
- 7 – Messung 1/5
- 8 – Ruhezeit Geiger

Danach fängt der Test wieder bei 3 (3 – Vorheizung Geiger) an, bis die im Feld Wiederholung definierte Anzahl an Blindmessungen und Messungen mit unbeladenem Filter erreicht ist. Ist die Messung 5/5 beendet, wird die Meldung „Abschluss“ angezeigt und die Werte des Berichts werden aktualisiert.

Der Test ist erfolgreich, wenn der Mittelwert zwischen -10 und +10 µg/cm² liegt.

Die Bildschirme Blind 1/5 und Messung 1/5 sehen Sie hier als Beispiel:



 ermöglicht das jederzeitige Anhalten des Tests.

Nachverfolgung des zyklischen Staubmeter-Tests

Während des zyklischen Staubmeter-Tests wird ein orange Symbol  im Bildschirm Schematische Darstellung angezeigt, mit deren Hilfe der Bediener den Countdown (3 – 2 – 1) der im Bildschirm „Konfiguration der automatischen Funktionen“ definierten Wiederholung verfolgen kann. Am Ende des zyklischen Staubmeter-Tests wird der Testbericht in der Zyklusspalte des Staubmeter-Tests editiert.



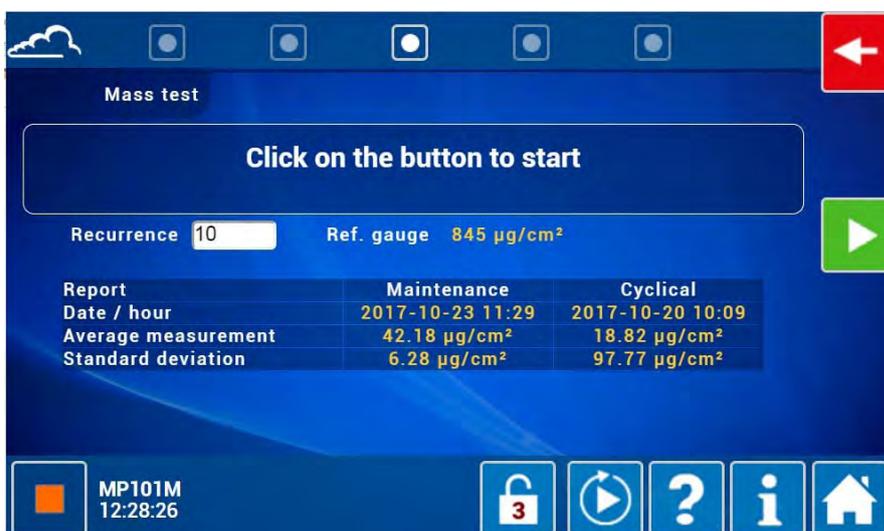
Seite 3: Masseprüfung

Der Benutzer gelangt zu dieser Seite durch Berühren / Anklicken der dritten Taste  der Navigationsleiste im oberen Bereich des Bildschirms.

Diese Prüfung ermöglicht die Überprüfung der Stabilität der Messung der Masse eines Endmaßes. Ziel der Prüfung ist die Berechnung der Genauigkeit und der Wiederholbarkeit der Messung mit einem Endmaß mit vordefinierter Masse. Er besteht aus der nachfolgenden Durchführung einer Nullmessung und mehrerer Messungen mit Endmaß und der Berechnung ihrer Mittelwerte und Standardabweichung.

Befindet sich der Analysator im Messmodus, gibt der Bildschirm der Masseprüfung die Meldung „Messzyklus im Gange“ an und zeigt den Bericht der letzten Masse-, manuellen und zyklischen Prüfung an.

Um eine Masseprüfung durchzuführen, muss der laufende Messzyklus durch Berühren/Anklicken von  und dann von  angehalten und die Anzeige des folgenden Startbildschirms abgewartet werden.



Die Wiederholung ist parametrierbar und muss vor Start der Prüfung überprüft werden. Die Wiederholung ist die Zahl der Male, an denen das Gerät die Messung des Endmaßes durchführt. Sie greift also in die Berechnung des Mittelwerts des Testberichts ein. Sie ist standardmäßig auf 10 eingestellt.

Die Masseprüfung ist zyklisch, wenn das Feld AUTOMATISCHES NORMALMAß im Bildschirm „Erweiterte Konfiguration des Analysators“ und im Bildschirm Konfiguration der automatischen Funktionen“, Spalte Zyklus/ Massenkontrolle, auf ON steht.

HINWEIS: In diesem Bildschirm:

- ⇒ Der empfohlene Wert für die Wiederholung liegt bei 3.
- ⇒ Liegt der Wert der Frequenz (Zyklus) bei 1, führt das Gerät in allen Zyklen eine Masseprüfung durch.

Die Masseprüfung ist nicht zyklisch, wenn das Feld AUTOMATISCHES NORMALMAß im Bildschirm „Erweiterte Konfiguration des Analysators“ auf OFF steht. In diesem Fall wird sie manuell während einer Wartung durchgeführt.

Starten Sie die Masseprüfung durch Berühren / Anklicken der Taste . Der Bediener folgt dem Ablauf der verschiedenen Schritte dank der auf dem Bildschirm angezeigten Meldung.

 ermöglicht das jederzeitige Anhalten des Tests.

Diese Schritte sind:

- 1 – Initialisierung
- 2 – Papiertrocknung
- 3 – Vorheizung Geiger
- 4 – Blind (siehe den folgenden Bildschirm).
- 5 – Ruhezeit Geiger

Dieser Bildschirm zeigt den Zustand des Fortschritts der Blindmessung an (Countdown der Zeit und momentaner Zählwert).



Report	Maintenance	Cyclical
Date / hour	2017-10-23 11:29	2017-10-20 10:09
Average measurement	42.18 µg/cm ²	18.82 µg/cm ²
Standard deviation	6.28 µg/cm ²	97.77 µg/cm ²

6 – Einsetzen des Endmaßes.

Ist die Masseprüfung manuell, muss der Bediener das Vorhandensein des Endmaßes durch Berühren/Anklicken von  bestätigen.

7 – Überprüfung des Endmaßes.

- 8 – Endmaß in Position
- 9 – Vorheizung Geiger
- 10 – Messung 1/10
- 11 – Ruhezeit Geiger
- 12 – Vorheizung Geiger
- 13 – Messung 2/10
- 14 – Ruhezeit Geiger
- 15 – Vorheizung Geiger



Die Messung wird fortgesetzt, bis 10/10 erreicht wird. Hierzu werden die zwei nachfolgenden Schritte „Ruhezeit Geiger“ und „Vorheizung Geiger“ zwischen jeder Messung wiederholt.

Der Bildschirm Messung zeigt den Wert der letzten Blindmessung, d. h. derjenigen, die zu Beginn der Prüfung durchgeführt wurde, sowie den Wert der letzten Messung an. Dieser Wert wird bei jeder neuen Messung aktualisiert.

Sobald die Messung 10/10 abgeschlossen ist, zeigt der Bildschirm „Ruhezeit Geiger“ und anschließend „Rückzug des Endmaßes“ an. Erfolgt die Masseprüfung manuell, muss der Bediener den Rückzug des Endmaßes durch Berühren/Anklicken von  bestätigen, um zu den zwei letzten Schritten zu gelangen.

n-1 – Überprüfung des Endmaßes

n – Abschluss.

Der Bildschirm wird mit der Ausgabe des neuen Berichts der manuellen Prüfung aktualisiert.

Nachverfolgung der zyklischen Masseprüfung

Während der zyklischen Masseprüfung wird ein gelbes Symbol  im Bildschirm Schematische Darstellung angezeigt, mit dessen Hilfe der Bediener den Countdown (3 – 2 – 1) der im Bildschirm „Konfiguration der automatischen Funktionen“ definierten Wiederholung verfolgen kann. Am Ende der zyklischen Masseprüfung wird der Testbericht in der Zykluspalte der Masseprüfung ausgegeben.



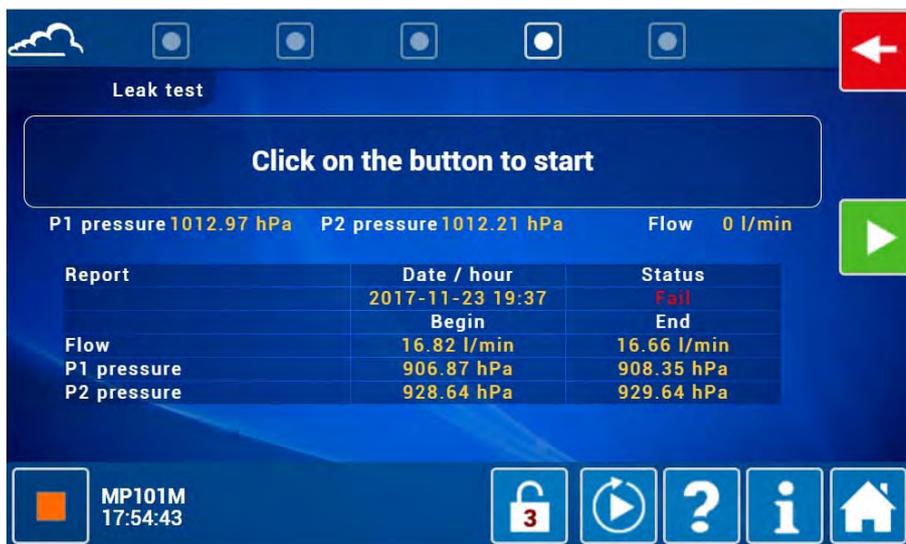
Seite 4: Dichtigkeitstest

Der Benutzer gelangt zu dieser Seite durch Berühren / Anklicken der vierten Taste  der Navigationsleiste im oberen Bereich des Bildschirms.

Dieser Test ermöglicht die Kontrolle der Dichtheit des Fluidsystems zwischen dem Probeneingang und der Pumpe. Ziel dieses Tests ist die Überprüfung, dass bei Vorhandensein des Verschlusses am Probeneingang der Durchfluss unter 5 Liter/Minute und die Drücke P1 und P2 unter 250 mbar liegen.

Befindet sich der Analysator im Messmodus, gibt der Dichtigkeitstest die Meldung „Messzyklus im Gange“ an und zeigt den Bericht des letzten Dichtigkeitstests an.

Um einen Dichtigkeitstest durchzuführen, muss der laufende Messzyklus durch Berühren/Anklicken von  und dann von  angehalten und die Anzeige des folgenden Startbildschirms abgewartet werden.



Starten Sie die Dichtigkeitstest durch Berühren / Anklicken der Taste . Der Bediener folgt dem Ablauf der verschiedenen Schritte dank der auf dem Bildschirm angezeigten Meldung.

Diese Schritte sind:

- 1 – Initialisierung
- 2 – Abwarten des Solldurchflusses

Das Gerät startet die Pumpe und die Regelung, um den Soll durchfluss und dessen Stabilisierung abzuwarten. Liegt der Wert des Durchflusses in der Nähe von 16,67 l/min, geht der Test zum nächsten Schritt über.

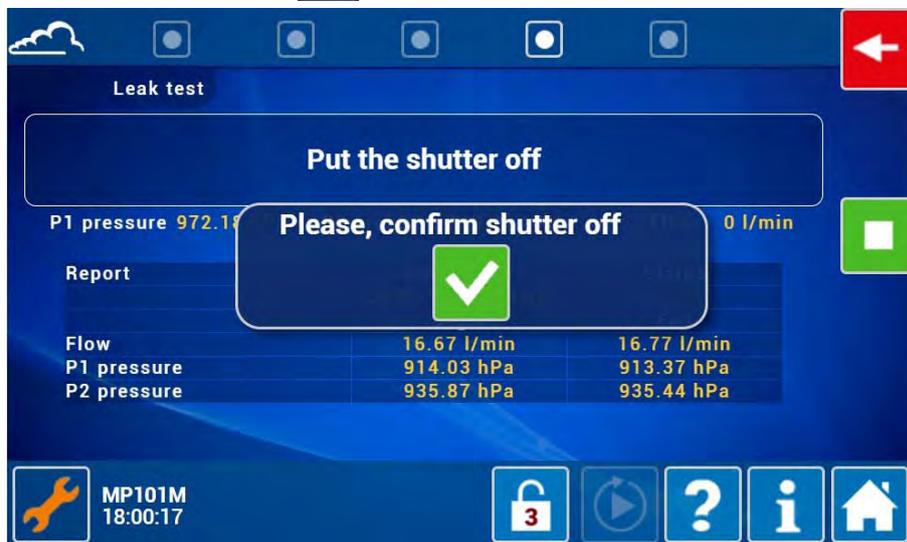
3 – Anbringen des Verschlusses und Bestätigung der Anbringung durch Berühren/Anklicken von .



4 – Überprüfung

Das Gerät überprüft, dass der Durchfluss und die Drücke P1 und P2 unter die vordefinierten Schwellenwerte fallen: Durchfluss unter 5 Liter/Minute und Drücke P1 und P2 unter 250 mbar. Sobald diese Schwellenwerte erreicht wurden, hält die Pumpe an und der Test geht zum nächsten Schritt über.

5 – Abnahme des Verschlusses und Bestätigung der Abnahme des Verschlusses durch Berühren/Anklicken von .



6 – Abschluss und Ausgabe des Berichts

Die Spalte „Beginn“ enthält die Werte von Durchfluss und Drücken vor dem Anbringen des Verschlusses, die Spalte „Ende“ die Werte, wenn der Verschluss in Position ist.

Der Test ist erfolgreich, wenn die Bedingungen des Durchflusses unter 5 Liter/Minute und der Drücke P1 und P2 unter 250 mbar beachtet wurden.

Gibt es eine Störung, wird dieser Zustand im Bericht rot angezeigt.

 ermöglicht das jederzeitige Anhalten des Tests.

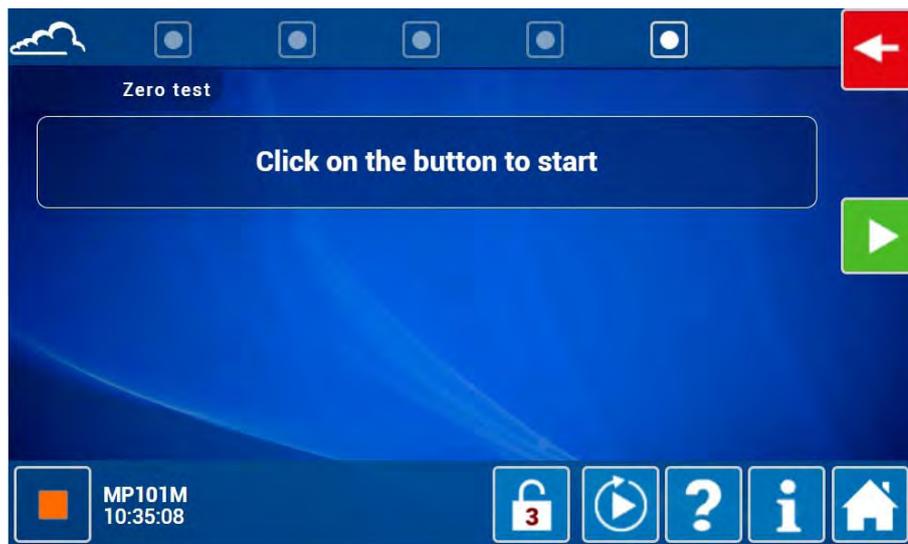
Seite 5: Nulltest

Der Benutzer gelangt zu dieser Seite durch Berühren / Anklicken der fünften Taste  der Navigationsleiste im oberen Bereich des Bildschirms.

Dieser Test besteht in der Messung mit einem Nullpartikelfilter am Probeneingang. Es muss also vor Durchführung des Tests ein Nullpartikelfilter am Probeneingang des Geräts installiert werden.

Dieser Test wird durchgeführt, wenn sich das Gerät im Messzyklus befindet, und kann sich über mehrere Zyklen und Perioden erstrecken.

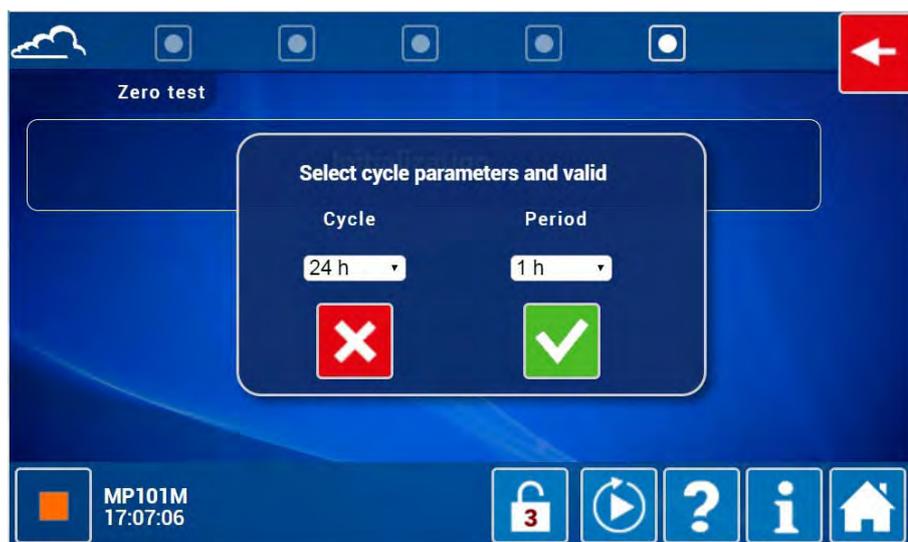
Der Benutzer muss zuerst den Test parametrieren, bevor er ihn starten kann. Hierzu muss er den Test durch Berühren/Anklicken der Taste  starten und die Abfolge der verschiedenen Schritte dank der im Bildschirm angezeigten Meldung verfolgen.



Diese Schritte sind:

1 – Auswahl der Zyklusparameter und Validierung

Der Benutzer parametriert die Zyklusdauer (Wahlmöglichkeiten: 30 Minuten bis 96 h) und die Periodendauer (Möglich sind: OFF, 10 min bis 12 h) und validiert anschließend seine Wahl mit .



2 – Eingabe der Messparameter und Validierung

Der Benutzer gibt die Zahl der Perioden oder Zyklen ein, hier z. B. 24 Perioden. Wurde die Dauer der Perioden im vorhergehenden Schritt auf 1 h festgelegt, dauert der Nulltest also 24 h (d. h. 24 Perioden von 1 h). Wählt der Benutzer eine Dauer von 24 Zyklen, dauert der Nulltest also 24 Tage (24 Zyklen von 24 Stunden). Der Benutzer hat außerdem die Möglichkeit, die ersten Messungen auszuschließen, die folglich im Bericht keine Berücksichtigung finden. Anschließend validiert er seine Wahl mit .



HINWEIS: Achten Sie darauf, eine ausreichende Zyklusdauer zu konfigurieren, wenn der Nulltest mit periodischen Messungen durchgeführt wird.

Beispiel 1: Zyklusdauer = 24 h, Periodendauer = 2 h, Nulltestdauer = 24 Perioden

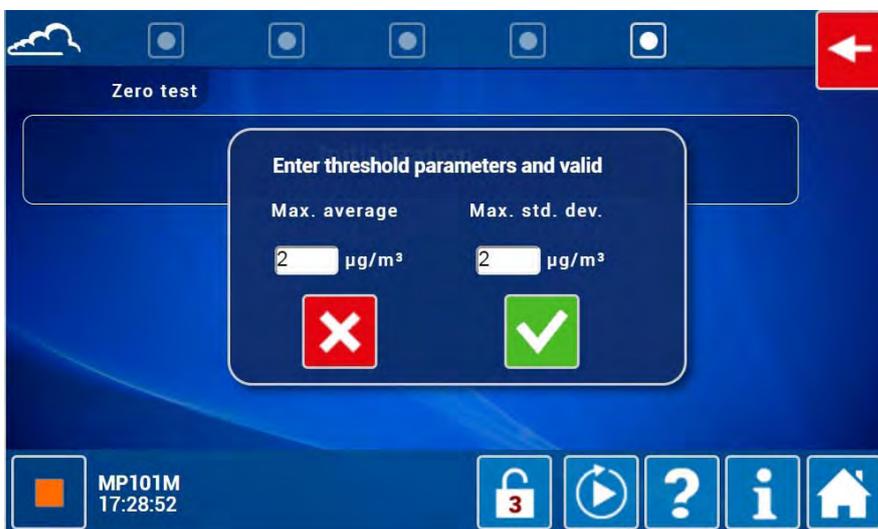
⇒ ein Zykluswechsel erfolgt nach 12 Perioden. Eine neue Blindmessung wird dann mittendrin durchgeführt.

Beispiel 2: Zyklusdauer = 48 h, Periodendauer = 2 h, Nulltestdauer = 24 Perioden

⇒ Es findet kein Zykluswechsel statt.

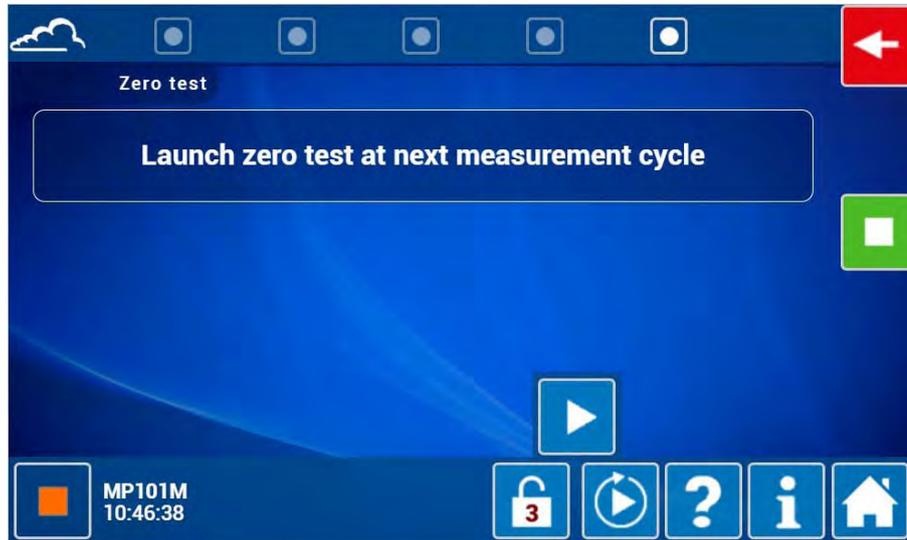
3 – Eingabe der Schwellenwertparameter und Validierung

Der Bediener definiert hier die Kriterien der Testvalidierung: Am Ende des Tests müssen der Mittelwert der im vorhergehenden Bildschirm festgelegten Messwerte und die Standardabweichung unter den hier festgelegten Schwellenwerten „Max. Mittelwert“ und „Max. Standardabw.“ liegen. Anschließend validiert er seine Eingabe mit .



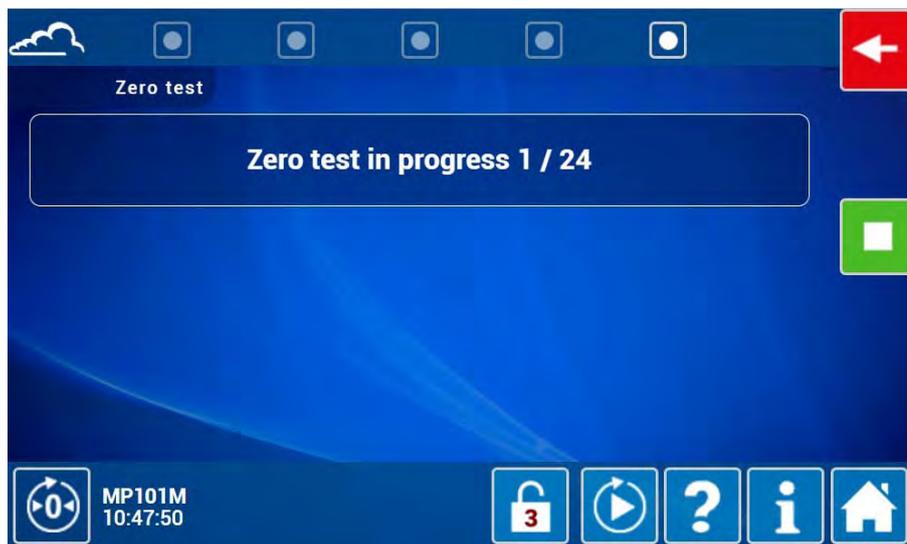
4 – Start Nulltest beim nächsten Messzyklus

Der Benutzer muss den Startmodus im Bildschirm „Erweiterte Konfiguration des Analysators“ konfigurieren, anschließend startet er die Messung durch Berühren/Anklicken von  und anschließend von .



5 – Nulltest im Gange

Der Benutzer folgt dem Fortschritt des Tests auf diesem Bildschirm.



 ersetzt  in der unteren, in allen Bildschirmen vorhandenen Navigationsleiste und informiert den Benutzer, dass ein Nulltest läuft.

3.4.2.13. Kalibrierung des Beta-Staubmeters

Der Benutzer gelangt zu diesem Bildschirm durch Berührung von / Doppelklick auf .

Dieser Test besteht in der nachfolgenden Durchführung der Blindmessungen und der Messungen des Normalmaßes und der anschließenden Berechnung ihres Mittelwerts und Standardabweichung.

Befindet sich der Analysator im Messmodus, zeigt der Bildschirm die Meldung „Messzyklus im Gange“ sowie Folgendes an:

- den während der letzten Kalibrierung bestimmten Beta-Kalibrierkoeffizienten,
- den Wert des für die Kalibrierung verwendeten Endmaßes,
- die Wiederholung, d. h. die Zahl der Male, an denen das Gerät die Blindmessung und die Messung des Normalmaßes durchführt. Sie geht in die Berechnung des Mittelwerts des Testberichts ein und ist standardmäßig auf 10 festgelegt. Die Wiederholung ist parametrierbar und muss vor dem Start des Tests überprüft werden.
- den Bericht der letzten, während einer Wartung oder im Laufe der Messung (zyklisch) durchgeführten Kalibrierungen.
 - Eine Beta-Kalibrierung zu Wartungszwecken kann mit dem automatischen oder dem manuellen Endmaß durchgeführt werden. Im ersten Fall wird das Endmaß am Ende der Blindmessungen automatisch positioniert. Im zweiten Fall muss der Bediener das Endmaß manuell einsetzen.
 - Eine „zyklische“ Beta-Kalibrierung wird in regelmäßigen Intervallen im Laufe der Messung und mit Hilfe des automatischen Endmaßes durchgeführt. Die zyklische Beta-Kalibrierung wird in der Spalte „Automatische Kalibrierung“ des Bildschirms „Konfiguration der automatischen Funktionen“ konfiguriert.

HINWEIS: Die empfohlene Konfiguration ist:

⇒ Wiederholung = 3,

⇒ Frequenz > 30.

(Maximal einmal pro Monat führt das Gerät eine Beta-Kalibrierung durch und ändert seinen Kalibrierkoeffizienten).



Gauge calibration

Measurement cycle in progress.

K coeff. 1.0000 Ref. gauge 845 ug/cm² Recurrence 2

Report	Maintenance	Cyclical
Date / hour	2017-11-24 11:54	2017-11-27 16:01
Recurrence	2	3
Ref. gauge	845.00 ug/cm ²	845.00 ug/cm ²
Blank	4515.49 c/s	4338.98 c/s
Measure	4497.27 c/s	4293.18 c/s
Average measurement	141.29 ug/cm ²	362.64 ug/cm ²
Previous K	9.9999	9.9999
New K coeff.	9.9999	9.9999

MP101M
18:08:16

Um eine Beta-Kalibrierung durchzuführen, muss der laufende Messzyklus durch Berühren/Anklicken von  und anschließend von  angehalten und die Anzeige des folgenden Startbildschirms abgewartet werden.

Starten Sie die Kalibrierung des Beta-Staubmeters durch Berühren / Anklicken der Taste . Der Bediener folgt dem Ablauf der verschiedenen Schritte dank der auf dem Bildschirm angezeigten Meldung.

 ermöglicht das jederzeitige Anhalten des Tests.



Gauge calibration

Click on the button to start

K coeff. 9.9999 Ref. gauge 845 ug/cm² Recurrence 10

Report	Maintenance	Cyclical
Date / hour	2017-10-27 11:28	2017-10-24 16:02
Recurrence	2	3
Ref. gauge	845.00 µg/cm ²	845.00 µg/cm ²
Blank	4640.51 c/s	4698.41 c/s
Measure	4613.71 c/s	4706.48 c/s
Average measurement	1.34 µg/cm ²	-3.83 µg/cm ²
Previous K	0.1000	0.8500
New K coeff.	9.9999	0.1000

MP101M 12:38:10

Diese Schritte sind:

- 1 – Initialisierung
- 2 – Papiertrocknung
- 3 – Vorheizung Geiger
- 4 – Blind 1/10
- 5 – Ruhezeit Geiger
- 6 – Vorheizung Geiger
- 7 – Blind 2/10



Gauge calibration 42 s

Blank 2 / 10 4837 c/s

Previous Blank 4830 c/s

K coeff. 9.9999 Ref. gauge 845 ug/cm² Recurrence 10

Report	Maintenance	Cyclical
Date / hour	2017-10-27 11:28	2017-10-24 16:02
Recurrence	2	3
Ref. gauge	845.00 µg/cm ²	845.00 µg/cm ²
Blank	4640.51 c/s	4698.41 c/s
Measure	4613.71 c/s	4706.48 c/s
Average measurement	1.34 µg/cm ²	-3.83 µg/cm ²
Previous K	0.1000	0.8500
New K coeff.	9.9999	0.1000

MP101M 12:43:34

Die Blindmessung wird fortgesetzt, bis Blind 10/10 erreicht wird. Hierzu werden die zwei nachfolgenden Schritte „Ruhezeit Geiger“ und „Vorheizung Geiger“ zwischen jeder neuen Blindmessung wiederholt. Der Wert der letzten Blindmessung wird bei jeder neuen Blindmessung aktualisiert.

8 – Einsetzen des Endmaßes.

Ist die Kalibrierung manuell, muss der Bediener das Vorhandensein des Endmaßes durch Berühren/Anklicken von  bestätigen.

9 – Überprüfung des Endmaßes.

10 – Endmaß in Position.

11 – Vorheizung Geiger

12 – Messung 1/10

13 – Ruhezeit Geiger

14 – Vorheizung Geiger

15 – Messung 2/10

16 – Ruhezeit Geiger

17 – Vorheizung Geiger



Gauge calibration 53 s

Measure 2 / 10 **4780 c/s**

Previous Blank 4830 c/s Previous Measure 4826 c/s

K coeff. 9.9999 Ref. gauge 845 ug/cm² Recurrence 10

Report	Maintenance	Cyclical
Date / hour	2017-10-27 11:28	2017-10-24 16:02
Recurrence	2	3
Ref. gauge	845.00 ug/cm ²	845.00 ug/cm ²
Blank	4640.51 c/s	4698.41 c/s
Measure	4613.71 c/s	4706.48 c/s
Average measurement	1.34 ug/cm ²	-3.83 ug/cm ²
Previous K	0.1000	0.8500
New K coeff.	9.9999	0.1000

MP101M 12:46:41

Die Messung des Normalmaßes wird fortgesetzt, bis Messung 10/10 erreicht wird. Hierzu werden die zwei nachfolgenden Schritte „Ruhezeit Geiger“ und „Vorheizung Geiger“ zwischen jeder neuen Normalmaßmessung wiederholt.

Der Bildschirm zeigt den Wert der letzten Blindmessung und der letzten Normalmaßmessung an. Dieser Wert wird bei jeder neuen Messung aktualisiert.

Sobald die Messung 10/10 abgeschlossen ist, zeigt der Bildschirm „Ruhezeit Geiger“ und anschließend „Rückzug des Endmaßes“ an. Ist die Kalibrierung des Beta-Staubmeters manuell, muss der Bediener den Rückzug des Endmaßes durch Berühren/Anklicken von  bestätigen, um zu den zwei letzten Schritten zu gelangen.

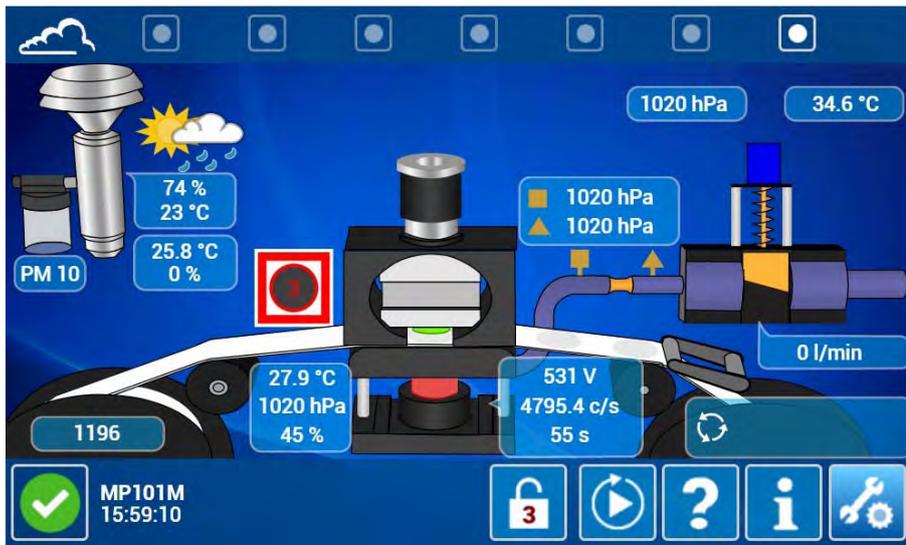
n-1 – Überprüfung des Endmaßes

n – Abschluss.

Der Bildschirm wird mit der Ausgabe des neuen Testberichts aktualisiert.

Verfolgung der zyklischen Kalibrierung des Beta-Staubmeters

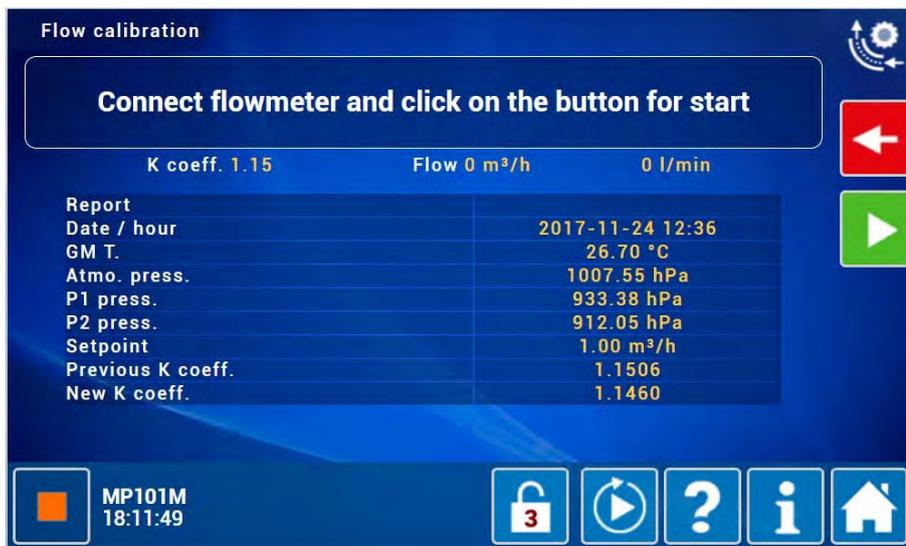
Während der zyklischen Kalibrierung des Beta-Staubmeters wird ein rotes Symbol  im Bildschirm Schematische Darstellung angezeigt, wodurch der Bediener den Countdown (3 – 2 – 1) der im Bildschirm „Konfiguration der automatischen Funktionen“ definierten Wiederholung verfolgen kann. Am Ende der zyklischen Kalibrierung wird der Testbericht in der Zyklusspalte der Beta-Staubmeter-Kalibrierung ausgegeben.



3.4.2.14. Kalibrierung des Durchflusses

Der Benutzer gelangt zu diesem Bildschirm durch Berührung von / Doppelklick auf .

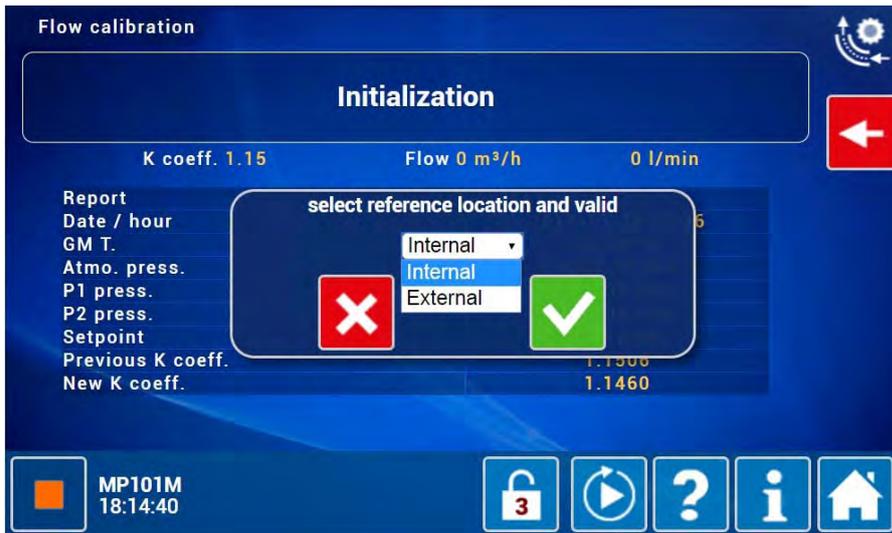
Der Benutzer führt die Durchflusskalibrierung gemäß den auf dem Bildschirm angezeigten Anweisungen durch. Zunächst schließt er einen Durchflussmesser am Analysator an, anschließend berührt / klickt er auf , um die Durchflusskalibrierung zu starten.



Der Durchflussmesser kann innen oder außen positioniert werden. Der Benutzer muss die Innen- oder Außenposition des Durchflussmessers auswählen:

- Für eine im Labor durchgeführte Kalibrierung wählt er **Innen** und schließt den Durchflussmesser direkt am Probeneingang des MP101M an.
- Für eine vor Ort durchgeführte Kalibrierung wählt er **Außen** und schließt den Durchflussmesser an der im Außenbereich installierten RST-Leitung an.

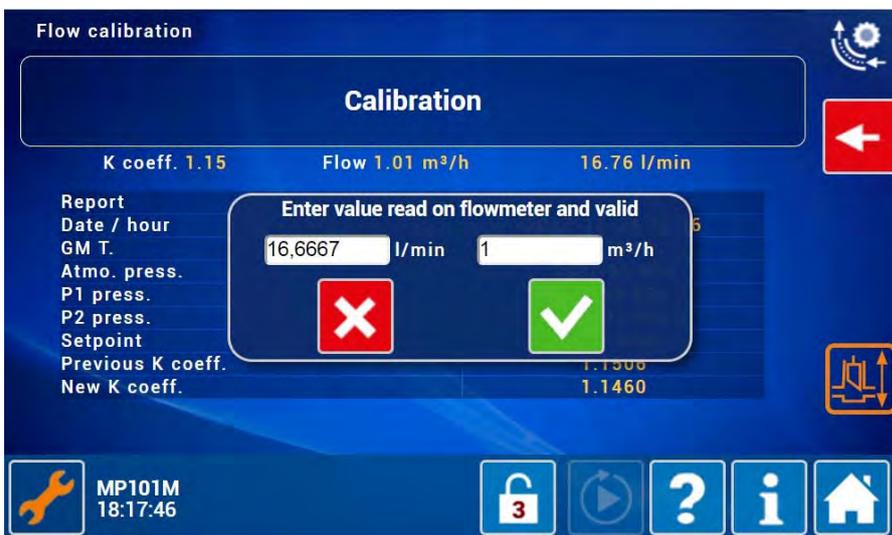
Dann validiert er seine Wahl durch Berühren / Anklicken von .



Im folgenden Fenster gibt er einen Sollwert gleich 1 m³/h ein und validiert ihn durch Berühren / Anklicken von .

Die Meldung „Initialisierung“ und anschließend „Kalibrierung“ wird auf dem Bildschirm angezeigt. Der Benutzer muss dann den am Durchflussmesser angezeigten Wert eingeben und seine Eingabe durch Berühren / Anklicken von  validieren.

Auf diesem Bildschirm kann der Benutzer manuell das Durchflussregelventil durch Berühren / Anklicken von , das zu  wird, ansteuern und auf dem Bildschirm werden die Regelungsbedienelemente angezeigt: .



Im ersten Schritt fordert das Gerät den Bediener auf, die Durchflusskalibrierung abzuschließen: Ist er mit dem erhaltenen Durchflusswert zufrieden, beendet er sie durch Berühren / Anklicken von .

Ansonsten berührt / klickt er auf , um zum vorhergehenden Bildschirm zurückzukehren und den auf dem Durchflussmesser angezeigten Wert erneut einzugeben.

Flow calibration

Calibration

K coeff. 1.13 Flow 1.00 m³/h 16.67 l/min

Report	
Date / hour	
GM T.	
Atmo. press.	
P1 press.	
P2 press.	911.79 hPa
Setpoint	1.00 m³/h
Previous K coeff.	1.1460
New K coeff.	1.1341

Finalization

✘

✔

MP101M

18:19:47

🔒
3

▶

?

i

🏠

Der Test wird durch die Aktualisierung des Testberichts beendet.

Flow calibration

Connect flowmeter and click on the button for start

K coeff. 1.13 Flow 0 m³/h 0 l/min

Report	
Date / hour	2017-11-27 18:19
GM T.	24.95 °C
Atmo. press.	1012.26 hPa
P1 press.	933.86 hPa
P2 press.	911.79 hPa
Setpoint	1.00 m³/h
Previous K coeff.	1.1460
New K coeff.	1.1341

MP101M

18:21:53

🔒
3

▶

?

i

🏠

3.4.2.15. Aktivierung der USB-Funktion

Die USB-Funktion wird automatisch durch Einstecken eines USB-Stifts in das Gerät aktiviert: Die USB-Tasten auf der Startseite der Erweiterten Funktionen leuchten auf und das Symbol  in der unteren Navigationsleiste gibt an, dass ein USB-Stift mit dem Gerät verbunden ist.



Speicher des Stifts: Durch Berühren / Anklicken von  zeigt der Benutzer an, was die Speicherkapazität des Stifts angibt.

Total memory 1.91 Go
Free memory 1.79 Go

Speicherung der Momentanwerte: Durch Berühren / Anklicken von  öffnet der Benutzer das Fenster, das die Konfiguration der Funktionen der Speicherung auf dem Stift ermöglicht. Die Daten, die gespeichert werden können, sind:

MESSKANAL: Hierzu gehören alle im Bildschirm „Allgemeine Konfiguration (Adresse, Protokoll, Messkanäle...)“ parametrisierten Messkanäle.

SENSOR: Dies sind alle im Bereich SENSOREN auf Seite 2 des Bildschirms „Diagnosefunktionen (Alarme, Eingänge / Ausgänge, Mux...)“ aufgeführten Sensoren: Temperatur, Druck, Durchfluss, Luftfeuchtigkeit.

SPANNUNG: Dies sind alle im Bereich VERSORGUNG der Seite 2 des Bildschirms „Diagnosefunktionen (Alarme, Eingänge / Ausgänge, Mux...)“ aufgeführten Spannungen: GND, + 15V, Geiger HT, Ref. HR.

Der Benutzer berührt / klickt auf die Positionen, um sie auszuwählen, füllt die Felder ARCHIVIERUNGSPERIODE(N) und SPEICHERDAUER (TT:HH:MM) aus und startet dann die Speicherung auf USB-Stift mit .

 stoppt die Speicherung.

 schließt das Fenster.



Die Dateien werden im Ordner „envsa“ des USB-Stifts gespeichert, der folgende Unterordner enthält:

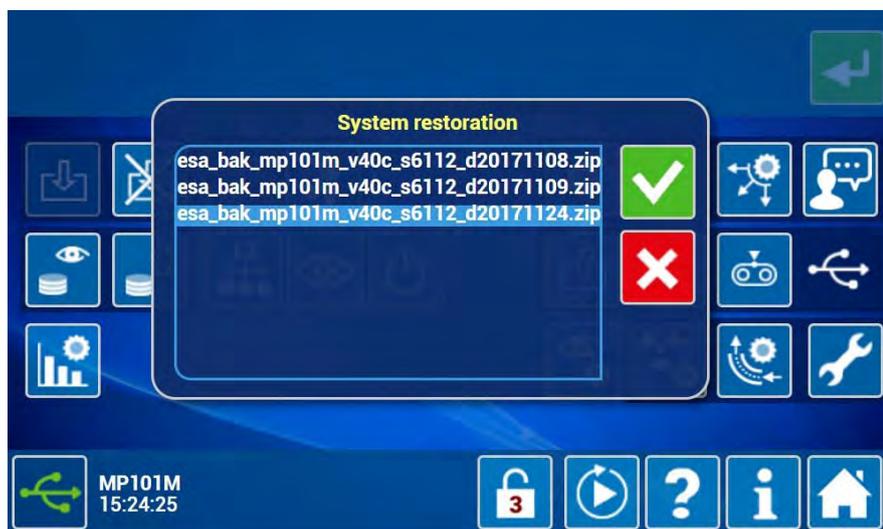
- dataalim für die zu den Spannungen gespeicherten Daten,
- datacalcul für die zu den Berechnungen gespeicherten Daten.
- datainst für die zu den Messkanälen gespeicherten Daten,
- datamux für die zu den Sensoren gespeicherten Daten.

Sicherung der Software und Aktualisierung der Konfiguration:

Durch Klick auf  startet der Benutzer die Sicherung auf USB-Stick, ein Fenster öffnet sich auf dem Bildschirm mit der Meldung „Systemsicherung – Vorgang läuft, bitte warten“. Am Ende der Sicherung wird die Meldung „Systemsicherung – Vorgang erfolgreich abgeschlossen“ angezeigt. Der Benutzer kann dann das Fenster mit  schließen.

Wiederherstellung der Software und Aktualisierung von einem USB-Stick:

Durch Klick auf  öffnet der Benutzer das Fenster für die Systemwiederherstellung, in dem er die Datei berührt / sie anklickt, um sie auszuwählen. Dann berührt / klickt er auf , um den Download der Datei auf das Gerät zu starten, oder auf , um das Fenster zu schließen.



Spalte ANALOGEINGANG (4): Zur Überwachung der Analogeingänge. Sie zeigt die Werte der Analogeingangsspannung. Die Skala reicht von 0–2500 mV.



Der Benutzer gelangt auch zu diesem Überwachungsbildschirm für Analog- und Digitalein- und -ausgänge durch Berührung von / Doppelklick auf .

Konfigurationsbildschirm für Analog- und Digitalausgänge

Der Benutzer gelangt zu diesem Bildschirm durch Berührung von / Doppelklick auf .

Spalte DIGITALAUSGANG (1): Für jeden Digitalausgang ermöglicht ein Feld die Zuweisung einer Kanalauswahl zu dem zugehörigen Ausgang; ein Schalter ermöglicht die Auswahl des Ausgangstyps: NO (normally open) oder NC (normally closed).

Spalte ANALOGAUSGANG (2): Ermöglicht die Einstellung der Ax+B-Linearisierungskurve für die vier Analogausgänge. Für jeden Ausgang:

- Ein Feld ermöglicht die Auswahl der Messquelle (beispielsweise NO₂, wie in Feld 3 gezeigt) und die Felder A und B ermöglichen die Festlegung des Koeffizienten für die Umrechnung von Messwert zu Punktwert.
- Es gibt vier mögliche Bereiche: Sie ermöglichen die Einstellung der Dynamik des Ausgangssignals der Messung.



Konfigurationsbildschirm für Analog- und Digitaleingänge

Der Benutzer gelangt zu diesem Bildschirm durch Berührung von / Doppelklick auf .

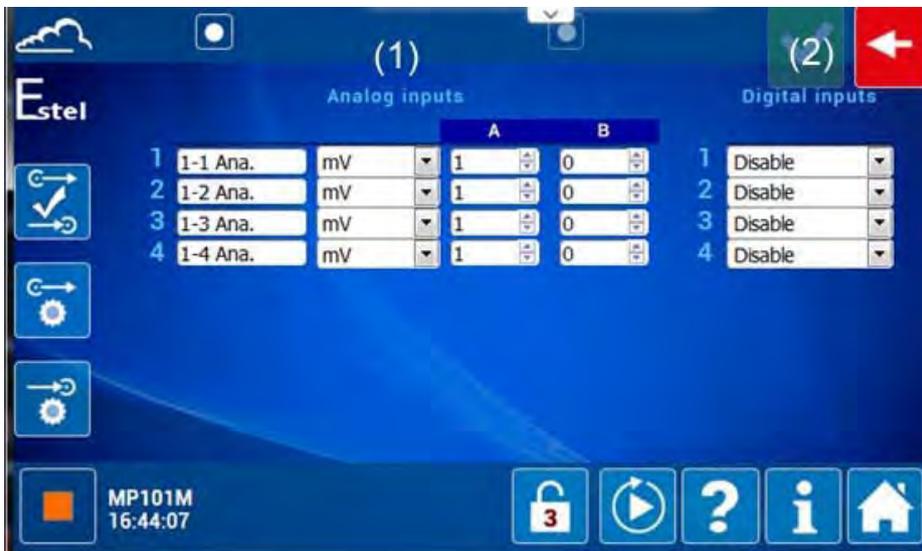
Spalte ANALOGEINGÄNGE (1): Ermöglicht die Linearisierungskurve für die vier Analogeingänge.

Für jeden Analogeingang:

- Ein Feld ermöglicht die Bezeichnung des Analogeingangs.
- Ein Feld ermöglicht die Einheiteneingabe im Zusammenhang mit dem Analogeingang.
- Zwei Felder ermöglichen die Einstellung der Koeffizienten A und B für die Umrechnung ($y = Ax + B$).

Spalte DIGITALEINGÄNGE (2): Zur Anzeige der Zuordnung der vier digitalen Fernsteuerungseingänge.

Für jeden Digitaleingang stehen folgende Zuordnungen zur Verfügung: „Deaktivierung“, „Probe“, „Null“, „Prüfgas“, „Nullzyklus“, „Prüfgaszyklus“, „Nullref.“, „Autokalibrierung“ und „Stand-by“.



KAPITEL 4**PRÄVENTIVE WARTUNG**

4.1.	SICHERHEITSHINWEISE	4-2
4.2.	WARTUNGSPLAN	4-3
4.3.	WARTUNGSBLÄTTER	4-3
4.4.	FÜR DIE WARTUNG ERFORDERLICHE AUSRÜSTUNG	4-40
4.5.	TEILEVERZEICHNIS MIT FOTOS	4-42
	Abbildung 4-1 – Schema der Picolino-Pumpe	4-5
	Abbildung 4-2 – Schema der KNF-Pumpe	4-6
	Abbildung 4-3 – Reinigung der Probenahmeköpfe PM10 EN12341 und PM2.5 EN14907	4-9
	Abbildung 4-4 – Reinigung des PM10-Eingangs, US-EPA-normiert	4-10
	Abbildung 4-5 – Reinigung des US-EPA-normierten VSCC™	4-11

4. PRÄVENTIVE WARTUNG

4.1. SICHERHEITSHINWEISE

Das Personal muss jederzeit alle Sicherheitsmaßnahmen beachten.

Schalten Sie die Versorgungsquellen soweit wie möglich ab, um Arbeiten im Innern des Geräts durchzuführen.

Ergreifen Sie die notwendigen Vorsichtsmaßnahmen für den Umgang mit gefährlichen Produkten (z. B. Handschuhe, Schutzmaske, ...).

Nur entsprechend ausgebildetes Personal darf mit Arbeiten am Gerät betraut werden.

Der Hersteller lehnt in folgenden Fällen jede Verantwortung in sicherheitstechnischer Hinsicht ab:

- Verwendung des Geräts von nicht dazu qualifiziertem Personal
- Verwendung des Geräts unter anderen als den in diesem Dokument genannten Bedingungen
- Veränderung des Geräts durch den Benutzer
- Mangelnde Wartung des Geräts

Auf regelmäßige systematische Inspektionen kann nicht verzichtet werden.

WIEDERHOLUNG - SICHERHEITSHINWEISE

**BESONDERE ANWEISUNGEN
ZUM
STRAHLENSCHUTZ**

4.2. WARTUNGSPLAN

Aufgrund seiner Konzeption ist der MP101M sehr wartungsarm. Um jedoch auch im Dauerbetrieb die angegebenen Kenndaten sicherstellen zu können, muss das Gerät regelmäßig gewartet werden. Die angegebenen Wartungsintervalle sind nur Richtwerte und können je nach Betriebsbedingung variieren.

Maßnahme	Häufigkeit	Blatt-Nr.
– Kontrolle des Picolino-Pumpenaggregats:	Jährlich	4.3.1
– Kontrolle des KNF-Pumpenaggregats:	Jährlich	4.3.2
– Reinigung des Probenahmekopfes	Monatlich	4.3.3
– Überprüfung der Versorgungen	Vierteljährlich	4.3.4
– Austausch des Filterbands	1 bis 3 Jahre	4.3.5
– Überprüfung der auf den Filter einwirkenden Spannung	Jährlich	4.3.6
– Kontrolle der Temperatur-, Druck- und Feuchtigkeitssensoren	Vierteljährlich	4.3.7
– Durchflusskontrolle	Vierteljährlich	4.3.8
– Kalibrierung der Temperatur-, Druck- und Feuchtigkeitssensoren	Jährlich	4.3.9
– Kalibrierung der Saugleistung	Jährlich	4.3.10
– Dichtigkeitskontrolle	Jährlich	4.3.11
– Kalibrierung des Beta-Staubmeters	Jährlich	4.3.12
– Automatischer Kontaminationstest	Vierteljährlich	4.3.13
– Kontrolle des Beta-Staubmeters (Staubmeter-Test, Masseprüfung)	Jährlich	4.3.14
– Kontrolle der Messungen am Nullpunkt	Jährlich	4.3.15
– Austausch des Geiger-Müller-Rohrs (GM)	Bei Detektion eines Fehlers	4.3.16

4.3. WARTUNGSBLÄTTER

ACHTUNG GEFAHREN
<ul style="list-style-type: none"> – Siehe Sicherheitshinweise – Besondere Strahlenschutzanweisungen.

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:		MAßNAHMENBLATT: 4.3.1	
Gegenstand: Kontrolle des Picolino-Pumpenaggregats (Flügelzellenpumpe)		BLATT: 1/2	Häufigkeit: jährlich
<u>Ersatzteile:</u> Wartungssatz Pumpe PICOLINO VTE3, Art.-Nr. SAV-K-000145			Datum
<u>Verfahren:</u> 1/ Vor allen Arbeiten den Messzyklus anhalten und die Pumpe vom Analysator trennen. 2/ Gehäusedeckel (4) abnehmen. 3/ Filtereinsatz (5) sowie eine Flügelzelle (3) herausnehmen, um sie auf Verschleiß zu kontrollieren. 4/ Filtereinsätze (5) müssen je nach Staubmenge gereinigt werden: – Filter mit Druckluft von innen nach außen spülen (nicht waschen). – Verstopfte oder verölte Einsätze erneuern. 5/ Flügelzellen (3) verschleifen aufgrund der Reibung an der Wand des Pumpengehäuses: – Flügelzelle auf Größe kontrollieren. – Pumpengehäuse beim Austausch mit trockener Druckluft spülen. 6/ Bei Bedarf die im Wartungssatz enthaltenen Dichtungen austauschen. Siehe (6) (7) (34) in Abbildung 4-1. 7/ Gehäusedeckel wieder anbringen.			
Erforderliche Werkzeuge <ul style="list-style-type: none"> Wartungssatz Pumpe PICOLINO VTE3, Art.-Nr. SAV-K-000145 			

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:	MAßNAHMENBLATT: 4.3.1	
Gegenstand: Kontrolle des Picolino-Pumpenaggregats (Flügelzellenpumpe)	BLATT: 2/2	Häufigkeit: jährlich

Ersatzteile: Wartungssatz Pumpe PICOLINO VTE3, Art.-Nr. SAV-K-000145

1	Basic parts	Éléments de base
2	Housing	Corps
3	Rotor	Rotor
3	V Blade	Palette
4	Housing cover	Couvercle de corps
5	V Filter cartridge	Cartouche du filtre
6	D Sealing ring	Anneau d'étanchéité
7	D Sealing disc	Disque d'étanchéité
8	Disc	Rondelle
9	Spring shim	Rondelle ressort
10	Hexagon head screw	Vis six pans
11	Spacer shim	Rondelle entre-tête
20	Motor with connection cover	Moteur avec couvercle raccordement
50	Screw	Vis
51	Screw	Vis
Assembly parts		
30	Hose connection	Raccord tuyau
38	Lock plug	Bouche obturateur
34	D Sealing ring	Anneau d'étanchéité
36	Exhaust silencer	Silencieux récolement
Optional extras		
38	Vacuum regulating valve	Valve réglage vide
Labels		
40	Data plate	Plaque signalétique
41	Motor name plate	Étiquette caractéristique
42	Company label with serial-no.	Étiquette compagnie avec numéro de série

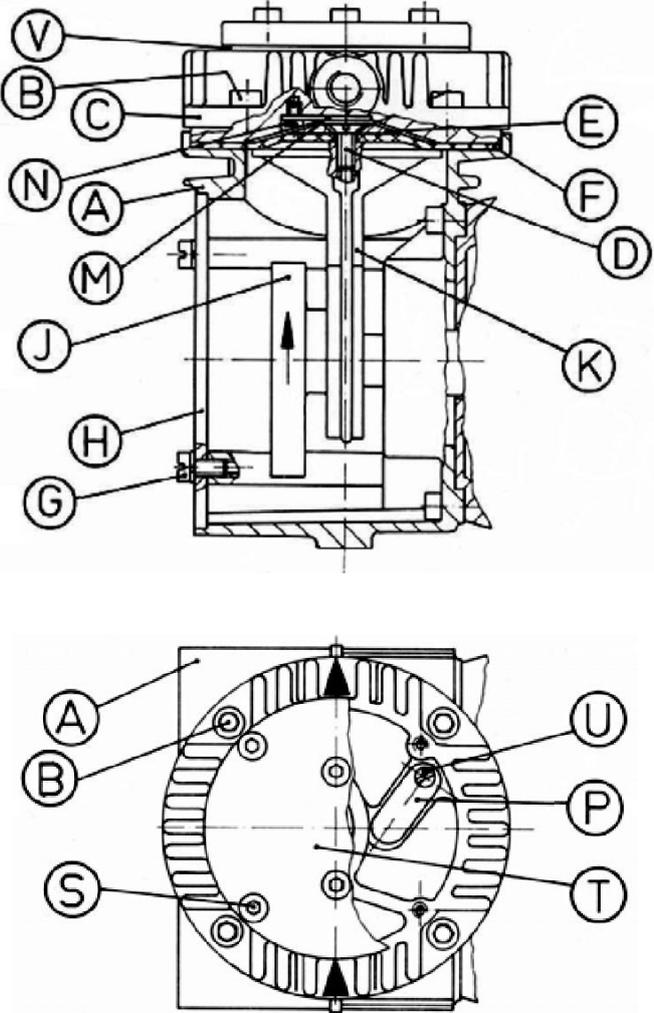
V = Wearing parts D = Seals
V = Pièces d'usure D = Joints

Abbildung 4-1 – Schema der Picolino-Pumpe

Erforderliche Werkzeuge

- Wartungssatz Pumpe PICOLINO VTE3, Art.-Nr. SAV-K-000145

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:	MAßNAHMENBLATT: 4.3.2	
Gegenstand: Kontrolle des KNF-Pumpenaggregats	BLATT: 1/2	Häufigkeit: jährlich
<u>Ersatzteile:</u> Wartungssatz KNF-Pumpe, Art.-Nr. V02-K-0012		Datum
<div style="text-align: center;">  </div> <p>(A) Pumpengehäuse, (B) Innensechskantschrauben, (C) Zylinderkopf, (D) Membranschraube, (E) Klemmscheibe, (F) Membran, (G) Schraube Pumpengehäusedeckel, (H) Pumpengehäusedeckel, (J) Gegengewicht, (K) Pleuel, (L) Fächerscheibe, (M) unteres Ventil, (N) Ventilschraube, (P) oberes Ventil, (S) Kopfschraube, (T) Kopfabdeckung, (U) Ventilschraube, (V) Dichtung.</p> <p style="text-align: center;">Abbildung 4-2 – Schema der KNF-Pumpe</p>		
Erforderliche Werkzeuge <ul style="list-style-type: none"> • Wartungssatz KNF-Pumpe, Art.-Nr. V02-K-0012 		

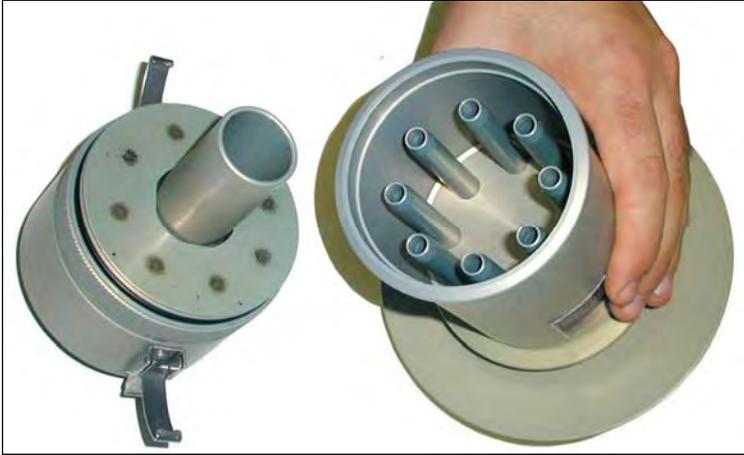
WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:		MAßNAHMENBLATT: 4.3.2	
Gegenstand: Kontrolle des KNF-Pumpenaggregats	BLATT: 2/2	Häufigkeit: jährlich	
<p><u>Ersatzteile:</u> Wartungssatz KNF-Pumpe, Art.-Nr. V02-K-0012</p> <p><u>Verfahren:</u></p> <p>1/ Vor allen Arbeiten den Messzyklus anhalten und die Pumpe vom Analysator trennen.</p> <p>2/ Ausbau eines Pumpenkopfes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Abdeckung (T), Zylinderkopf (C) und Pumpengehäuse (A) mit einem Filzstift markieren, um eine falsche Positionierung der Teile beim Wiedereinbau zu vermeiden. - Die 4 Innensechskant-Befestigungsschrauben (B) abschrauben und die Abdeckung (T) und den Zylinderkopf (C) vom Pumpengehäuse entfernen. <p>3/ Austausch der Membran:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schraube (D) abschrauben und Klemmscheibe (E), Fächerscheibe (L) und Membran (F) herausnehmen. - Die 4 Schrauben (G) entfernen und die Abdeckung (H) abnehmen, um zum mechanischen Teil des Pumpengehäuses zu gelangen. - Pleuel (K) durch Drehen des Gegengewichts den halben Weg verfahren und dann die neue Membran (F) einsetzen. - Die Sauberkeit aller Teile kontrollieren und Teile bei Bedarf reinigen. - Scheibe (E) und Fächerscheibe (L) wieder an der Membran anbringen und das Ganze mit Schraube (D) stark festziehen. - Die Einheit aus Abdeckung (T) und Zylinderkopf (C) anbringen; dabei die Positionsmarkierung beachten. Überkreuz und regelmäßig mit den 6 Innensechskantschrauben befestigen. - Korrekte Funktion kontrollieren; hierzu das Gegengewicht von Hand drehen. Es darf dabei keine schwergängige Stelle geben. Abdeckung (H) mit den Schrauben (G) wieder anbringen. <p>4/ Austausch der Ventile und O-Ringe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Abdeckung (T) vom Zylinderkopf abnehmen; hierzu die 6 Schrauben (S) abschrauben. - Ventilschraube (N) entfernen, das untere, verschlissene Ventil (M) des Zylinderkopfes herausnehmen und austauschen. - Die Sauberkeit des Zylinderkopfes, der Abdeckung und der Ventilaufnahmen prüfen. Bei Unebenheiten, Kratzern oder Korrosion ist der Austausch der Teile erforderlich. - Ventilschraube (U) entfernen und das verschlissene obere Ventil (P) herausnehmen und austauschen. <p>5/ Wiederanbringen des Pumpenkopfes: Die Abdeckung (T) mit einer neuen Dichtung (V) wieder aufsetzen und die 6 Schrauben (S) regelmäßig und über Kreuz anziehen.</p> <p>6/ Mit dem zweiten Pumpenkopf genauso vorgehen.</p> <p>7/ Pneumatikanschluss zwischen den zwei Pumpenköpfen wieder anbringen.</p> <p>8/ Pumpe wieder am Gerät anschließen.</p>			Datum
<p>Erforderliche Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wartungssatz KNF-Pumpe, Art.-Nr. V02-K-0012 			

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:		MAßNAHMENBLATT: 4.3.3	
Gegenstand: Reinigung des Probenahmekopfes		BLATT: 1/4	Häufigkeit: monatlich
<u>Europäisch normierte Probenahmeköpfe: (Abbildung 4–3)</u> <ul style="list-style-type: none"> – Befestigungsring lösen und den Kopf durch einfaches Ziehen in vertikaler Richtung vom Probenahmerohr trennen. – Schutz und Schutzgitter abbauen. – Gitter durch Bürsten von allen Fremdkörpern befreien. – Kopfgehäuse (a) abnehmen. – Prallplatte reinigen (bei Bedarf mit Alkohol, um das Fett zu entfernen) (b). – Flaschenbürste durch die Saugleitung führen. – Die acht Öffnungen mit Druckluft reinigen (c). – Prallplatte mit Vakuum-Silikonfett überziehen. <u>US-EPA-normierte Probenahmeköpfe: (Abbildung 4–4)</u> <ul style="list-style-type: none"> – Kopf durch einfaches Ziehen in vertikaler Richtung vom Probenahmerohr trennen. – Absetzbehälter leeren und reinigen. – Eingangsgitter bürsten. – Kopf durch einfaches Ziehen in vertikaler Richtung Zug abnehmen (a). – Flaschenbürste durch die Saugleitung führen. – Die drei Öffnungen mit Druckluft reinigen (b). – Die vier Schrauben des oberen Teils der Kopfabdeckung entfernen (c). – Teile entnehmen (d). – Schmutzige Teile innen und außen mit einem weichen, alkoholgetränkten Lappen reinigen (e). – Teile trocknen. – Sobald die Reinigung beendet ist, den US-EPA-normierten Probenahmekopf wieder anbringen. <u>VSCC™, US-EPA-normiert: (Abbildung 4–5)</u> <ul style="list-style-type: none"> – Die verschiedenen Teile des VSCC™ wie in (a) angegeben ausbauen. Es ist kein Werkzeug erforderlich. – Die schmutzigen Teile innen und außen (b) mit einem weichen, alkoholgetränkten Lappen reinigen. – Die Teile trocknen und die O-Ringe überprüfen (bei Bedarf austauschen). – Den VSCC™ wie in (c) angegeben wieder einbauen. 			Datum
Erforderliche Werkzeuge <ul style="list-style-type: none"> • Druckluftflasche • Nylonbürste, weicher Lappen • Vakuum-Silikonfett • Alkohol 			

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:		MAßNAHMENBLATT: 4.3.3	
Gegenstand: Reinigung des Probenahmekopfes		BLATT: 2/4	Häufigkeit: monatlich
<div style="text-align: center;">  <p>(a)</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>(b)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(c)</p> </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">Abbildung 4-3 – Reinigung der Probenahmeköpfe PM10 EN12341 und PM2.5 EN14907</p>			<p>Datum</p>
			<p>Erforderliche Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Druckluftflasche • Nylonbürste, weicher Lappen • Vakuum-Silikonfett • Alkohol

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:	MAßNAHMENBLATT: 4.3.3	
Gegenstand: Reinigung des Probenahmekopfes	BLATT: 3/4	Häufigkeit: monatlich
 <p style="text-align: center;">(a) (b) (c) (d) (e)</p> <p style="text-align: center;">Abbildung 4-4 – Reinigung des PM10-Eingangs, US-EPA-normiert</p>		Datum
Erforderliche Werkzeuge <ul style="list-style-type: none"> • Druckluftflasche • Nylonbürste, weicher Lappen • Vakuum-Silikonfett • Alkohol 		

WARTUNGSBLATT

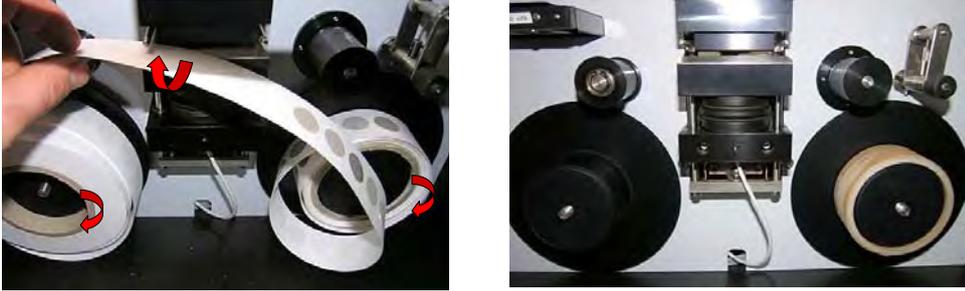
Seriennummer GERÄT:		MAßNAHMENBLATT: 4.3.3	
Gegenstand: Reinigung des Probenahmekopfes		BLATT: 4/4	Häufigkeit: monatlich
<div style="text-align: center;">  <p>(a)</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>(b)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(c)</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">Abbildung 4-5 – Reinigung des US-EPA-normierten VSCC™</p>			<p>Datum</p>
			<p>Erforderliche Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Druckluftflasche • Nylonbürste, weicher Lappen • Vakuum-Silikonfett • Alkohol

WARTUNGSBLATT

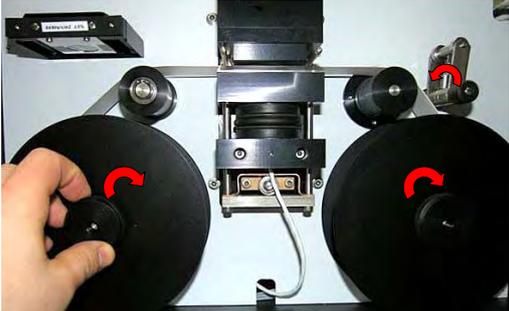
Seriennummer GERÄT:		MAßNAHMENBLATT: 4.3.4																												
Gegenstand: Überprüfung der Versorgungen		BLATT: 1/1	Häufigkeit: vierteljährlich																											
<p><u>Verfahren:</u></p> <p>1/ Zweite Seite des Bildschirms „<i>Diagnosefunktionen (Alarm, Eingänge / Ausgänge, Mux...)</i>“ aufrufen.</p> <p>2/ Spannungswerte kontrollieren.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Versorgung</th> <th>Referenzwert</th> <th>Toleranzen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GND</td> <td>0 V</td> <td>± 50 mV</td> </tr> <tr> <td>+5V</td> <td>5000 mV</td> <td>± 200 mV</td> </tr> <tr> <td>+15 V</td> <td>1500 mV</td> <td>± 50 mV</td> </tr> <tr> <td>-15 V</td> <td>1500 mV</td> <td>± 50 mV</td> </tr> <tr> <td>HV Geiger</td> <td>550 V</td> <td>± 30 V</td> </tr> <tr> <td>Ref. 2,5 V</td> <td>2500 mV</td> <td>± 50 mV</td> </tr> <tr> <td>Ref. HR</td> <td>3660 mV</td> <td>± 200 mV</td> </tr> <tr> <td>Ref. A/D</td> <td>2500 mV</td> <td>± 50 mV</td> </tr> </tbody> </table>			Versorgung	Referenzwert	Toleranzen	GND	0 V	± 50 mV	+5V	5000 mV	± 200 mV	+15 V	1500 mV	± 50 mV	-15 V	1500 mV	± 50 mV	HV Geiger	550 V	± 30 V	Ref. 2,5 V	2500 mV	± 50 mV	Ref. HR	3660 mV	± 200 mV	Ref. A/D	2500 mV	± 50 mV	Datum
Versorgung	Referenzwert	Toleranzen																												
GND	0 V	± 50 mV																												
+5V	5000 mV	± 200 mV																												
+15 V	1500 mV	± 50 mV																												
-15 V	1500 mV	± 50 mV																												
HV Geiger	550 V	± 30 V																												
Ref. 2,5 V	2500 mV	± 50 mV																												
Ref. HR	3660 mV	± 200 mV																												
Ref. A/D	2500 mV	± 50 mV																												
<p>Erforderliche Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> Keine 																														

Leerseite

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:	MAßNAHMENBLATT: 4.3.5	
Gegenstand: Austausch des Filterbands	BLATT: 1/3	Häufigkeit: 1 bis 3 Jahre
<p><u>Häufigkeit:</u> WENN DIE WARNUNG  „FILTER → FAST AUFGEBRAUCHT“ ANGEZEIGT WIRD (NACH 1 BIS 3 JAHREN JE NACH PROGRAMMIERUNG DER ZYKLUSDAUER).</p> <p><u>Verfahren:</u></p> <p>1/ Jede möglicherweise laufende Messung anhalten.</p> <p>2/ Seite 1 des Bildschirms „Funktionsprüfungen“ aufrufen und den Anpressteller absenken.</p> <p>3/ Tür des Analysators mit Hilfe des Rändelknopfs auf der linken Seite öffnen.</p> <p>4/ Andruckrolle abheben.</p>  <p>5/ Arretierungselemente abschrauben, Teller der Abwickel- und Aufwickelrolle abnehmen.</p>  <p>6/ Verschlissene Rolle herausziehen, Kartonwickeldorn der Abwickelrolle wieder verwenden und an der Aufwickelrolle anbringen.</p> 		Datum
<p>Erforderliche Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Filterpapierrolle RF100, Art.-Nr. M04-370-392 • Klebeband 		

WARTUNGSBLATT

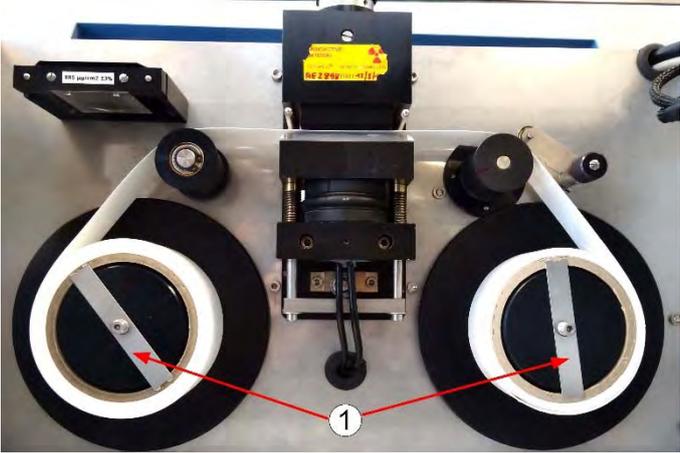
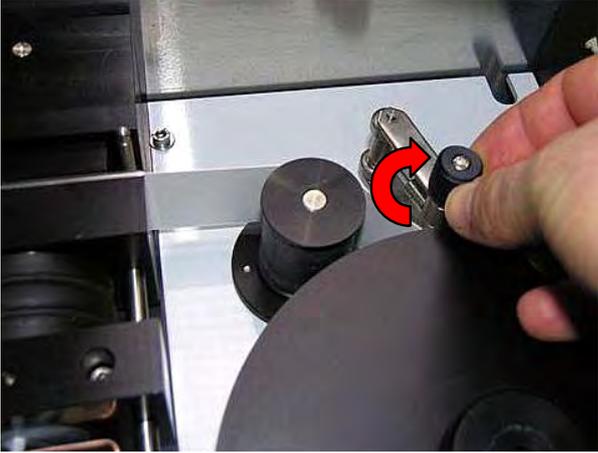
Seriennummer GERÄT:	MAßNAHMENBLATT: 4.3.5	
Gegenstand: Austausch des Filterbands	BLATT: 2/3	Häufigkeit: 1 bis 3 Jahre
<p>Häufigkeit: WENN DIE WARNUNG  „FILTER → FAST AUFGEBRAUCHT“ ANGEZEIGT WIRD (NACH 1 BIS 3 JAHREN JE NACH PROGRAMMIERUNG DER ZYKLUSDAUER).</p> <p>7/ Neue Rolle auf dem Abwickelrad anbringen, so dass das Papier im Uhrzeigersinn abgerollt wird.</p> <p>8/ Filterband nach rechts über die 2 Capstane und zwischen dem Anpressteller und dem Quellenmodul abrollen.</p>  <p>9/ Das äußere Ende des Filterbands um den Wickeldorn der Aufwickelrolle rollen und mit Hilfe des Klebebands befestigen. Die zwei Befestigungsteile der Rollen anbringen.</p>  <p>10/ Teller wieder mit den Arretierungselementen verschließen, Band leicht spannen und Andruckrolle absenken.</p> 		<p>Datum</p>
<p>Erforderliche Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Filterpapierrolle RF100, Art.-Nr. M04-370-392 • Klebeband 		

WARTUNGSBLATT

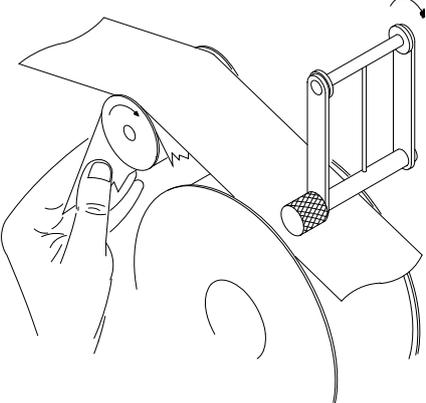
Seriennummer GERÄT:	MAßNAHMENBLATT: 4.3.5	
Gegenstand: Austausch des Filterbands	BLATT: 3/3	Häufigkeit: 1 bis 3 Jahre
<p>Häufigkeit: WENN DIE WARNUNG  „FILTER → FAST AUFGEBRAUCHT“ ANGEZEIGT WIRD (NACH 1 BIS 3 JAHREN JE NACH PROGRAMMIERUNG DER ZYKLUSDAUER).</p> <p>11/ Der Papierende-Autonomiezähler muss nun reinitialisiert werden: Gehen Sie zur ersten Seite des Bildschirms „<i>Erweiterte Konfiguration des Analysators</i>“ und setzen Sie das Feld Rolle / Init. Zähler auf ON.</p> <p>Die Anzahl der realisierbaren „Aufgaben“ wird auf 1200 reinitialisiert.</p> <p>12/ Es wird dringend empfohlen, nach jedem Wechsel des Filterbands Folgendes durchzuführen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Überprüfung der Spannung des Filterbands. – Kalibrierung des Beta-Staubmeters. 		Datum
<p>Erforderliche Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Filterpapierrolle RF100, Art.-Nr. M04-370-392 • Klebeband 		

Leerseite

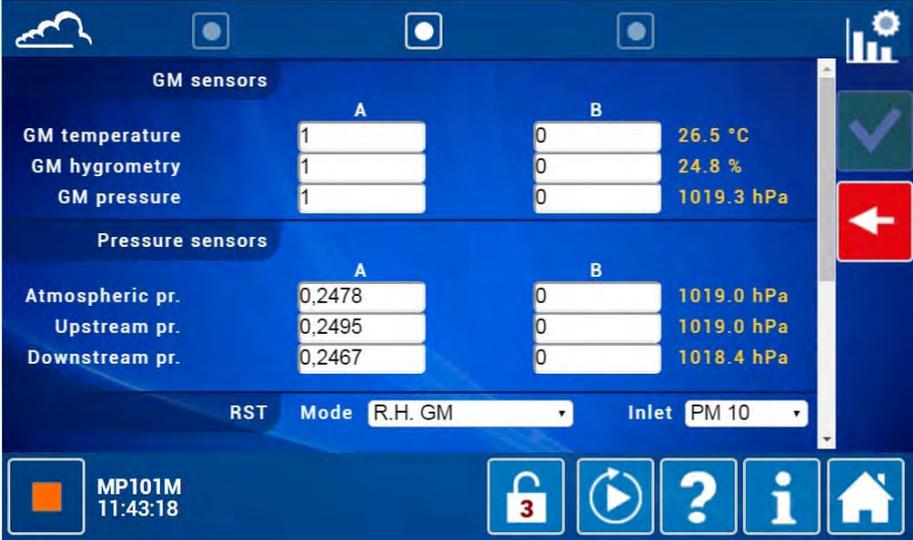
WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:	MAßNAMENBLATT: 4.3.6	
Gegenstand: Überprüfung der auf den Filter einwirkenden Spannung	BLATT: 1/2	Häufigkeit: jährlich
<p><u>Verfahren:</u></p> <p>1/ Jede möglicherweise laufende Messung anhalten und zunächst überprüfen, dass die zwei Befestigungsteile (1) der Rollen vorhanden sind (siehe Foto).</p>  <p>2/ Erste Seite des Bildschirms „Funktionsprüfungen“ aufrufen und den Anpressteller absenken.</p> <p>3/ Die Tür des Geräts mit Hilfe des Rändelknopfs auf der linken Seite öffnen.</p> <p>4/ Die Andruckrolle abheben.</p> 		<p>Datum</p>
<p>Erforderliche Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keine • 		

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:	MAßNAMENBLATT: 4.3.6	
Gegenstand: Überprüfung der auf den Filter einwirkenden Spannung	BLATT: 2/2	Häufigkeit: jährlich
<p>5/ Ein „glattes“ Papier zwischen das Filterband und den Antriebs-Capstan schieben (rechten Capstan). Die Drehung des Capstans allein muss den Vorschub des Filterbands verursachen (siehe Abbildung).</p>  <p>6/ Auf der ersten Seite des Bildschirms „Funktionsprüfungen“ das Papier ohne Unterbrechung vorschieben lassen.</p> <p>7/ Das Papier zurückhalten (zwischen dem Band und dem Motor), um seinen Antrieb durch den Capstan zu verhindern.</p> <p>8/ Überprüfen, dass das Filterband nicht mehr vorgeschoben wird, wenn der Capstan weiterdreht. In diesem Fall ist die Spannung des Filterbands korrekt.</p> <p>Ist dies nicht der Fall, ist die Spannung der Kupplungen der Abwickel- und Aufwickelrolle zu verändern. Die Spannung der Aufwickelrolle muss hierbei maßgeblich sein.</p> <p>Beispiel:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ist das Filterband zu stark gespannt (wodurch es zerreißen könnte). – Der Grund kann an einer zu stark angezogenen Aufwickelrolle liegen. In diesem Fall: <ul style="list-style-type: none"> • Abdeckung des Analysators öffnen. • Kupplung der Aufwickelrolle lösen (Rändelknopf und Feder). • Papiervorschubtest wiederholen. <p>9/ Das Papier zwischen dem Capstan und dem Band entfernen.</p> <p>10/ Andruckrolle wieder in Position bringen.</p>		<p style="text-align: center;">Datum</p>
Erforderliche Werkzeuge <ul style="list-style-type: none"> • Keine 		

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:		MAßNAMENBLATT: 4.3.7	
Gegenstand: Kontrolle der Temperatur-, Druck- und Feuchtigkeitssensoren		BLATT: 1/4	Häufigkeit: vierteljährlich
<p>Es wird empfohlen, die Kontrolle dieser Sensoren mindestens einmal jährlich durchzuführen, idealerweise jedoch bei jedem Jahreszeitenwechsel, wenn die Schwankungen von Temperatur und relativer Feuchtigkeit hoch sind.</p> <p><u>Kontrolle der Drucksensoren:</u></p> <p>Die Pumpe muss während dieser Kontrolle angehalten werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Atmosphärendruck auf dem Referenzbarometer ablesen. – Dann Seite 2 des Bildschirms „Erweiterte Konfiguration des Analysators“ aufrufen und die Werte der drei gelb angezeigten Drücke: „P. atmo“, „Vord.“ und „Hinderd.“ kontrollieren.  <ul style="list-style-type: none"> – Der Unterschied zwischen jedem dieser Drücke und dem Referenzdruck muss unter 1 mbar (absolut) liegen. – Ist der Unterschied höher, muss eine Kalibrierung der Sensoren durchgeführt werden. 			Datum
<p>Erforderliche Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Referenzbarometer • Referenzhygrometer • Referenzthermometer 			

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:		MAßNAMENBLATT: 4.3.7	
Gegenstand: Kontrolle der Temperatur-, Druck- und Feuchtigkeitssensoren		BLATT: 2/4	Frequenz: vierteljährlich
<p>Es wird empfohlen, die Kontrolle dieser Sensoren mindestens einmal jährlich durchzuführen, idealerweise jedoch bei jedem Jahreszeitenwechsel, wenn die Schwankungen von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit hoch sind.</p> <p><u>Kontrolle der Sensoren des Wetterschutzes: Atmosphärentemperatur und relative Luftfeuchtigkeit</u></p> <p>Die RST-Funktion muss während dieser Kontrolle aktiviert sein (alle möglichen Regelmodi, außer „OFF“).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Atmosphärentemperatur und relative Luftfeuchtigkeit an den Referenzsensoren ablesen. - Dann Seite 2 des Bildschirms „Erweiterte Konfiguration des Analysators“ aufrufen und die gelb angezeigten Werte von: „T° atmo“ und „Relative Luftfeucht.“ ablesen. - Der Unterschied zwischen dem angezeigten Wert und dem Referenzwert muss wie folgt sein: <ul style="list-style-type: none"> • geringer als 2 °C (absolut) für die Atmosphärentemperatur • geringer als 5 % (absolut) für die relative Luftfeuchtigkeit 			Datum
 <p>The screenshot shows the MP101M control interface. At the top, there are three status indicators. Below them, pressure readings are shown for Atmospheric pr. (0,2478), Upstream pr. (0,2495), and Downstream pr. (0,2467), with corresponding total pressure values of 1022.7 hPa, 1023.0 hPa, and 1022.3 hPa. The RST Mode is set to R.H. GM and the Inlet is PM 10. Temperature readings for Atmospheric T. (0,1), Head T. (0,1), and Relative hydr. (0,0323) are shown, along with their respective reference values (24.6 °C, 23.9 °C, 37.3 %) and differences (-25,81). A bottom bar shows the device name MP101M, the time 12:57:54, and several control icons (lock, play, question mark, info, home).</p>			
<p>Ist der Unterschied höher, muss eine Kalibrierung der Sensoren durchgeführt werden.</p>			
<p>Erforderliche Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Referenzbarometer • Referenzhygrometer • Referenzthermometer 			

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:	MAßNAMENBLATT: 4.3.7		
Gegenstand: Kontrolle der Temperatur-, Druck- und Feuchtigkeitssensoren	BLATT: 3/4	Häufigkeit: vierteljährlich	
<p>Es wird empfohlen, die Kontrolle dieser Sensoren mindestens einmal jährlich durchzuführen, idealerweise jedoch bei jedem Jahreszeitenwechsel, wenn die Schwankungen von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit hoch sind.</p> <p><u>Kontrolle des Sensors «Head T°»</u></p> <p>Die RST-Leitung muss deinstalliert und in der Nähe des MP101M abgelegt werden. Gegebenenfalls nach der Deinstallation und vor der Durchführung der Kontrolle 15 Minuten warten (damit sich die Temperatur der mechanischen Teile der Leitung stabilisiert).</p> <p>Die RST-Leitung muss mit ihren Kabeln elektrisch mit dem MP101M verbunden werden und die RST-Funktion muss aktiviert werden (alle möglichen Regelmodi außer „OFF“ und „IMMER“); die Heizung darf nicht in Gang gesetzt werden (bei Bedarf die Parameter „Schwellenwert Luftfeuchtigkeit“ und „Temperaturverschiebung“ ändern).</p> <ul style="list-style-type: none"> – Temperatur am Referenzsensor in der Nähe der Probenahmeleitung ablesen. – Dann Seite 2 des Bildschirms „Erweiterte Konfiguration des Analysators“ aufrufen und die gelb angezeigten Werte von: „T° atmo“ und «Head T°» kontrollieren. <ul style="list-style-type: none"> • Der Unterschied zwischen dem Wert des Sensors „T° atmo“ und dem des Referenzsensors muss unter 2 °C (absolut) liegen. • Der Unterschied zwischen dem Wert des Sensors «Head T°» und dem des Referenzsensors muss unter 2 °C (absolut) liegen. • Der Unterschied zwischen den Werten der zwei Sensoren „T° atmo“ und «Head T°» muss unter 2 °C (absolut) liegen.  <p>Ist der Unterschied höher, muss eine Kalibrierung der Sensoren durchgeführt werden.</p>		Datum	
<p>Erforderliche Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Referenzbarometer • Referenzhygrometer • Referenzthermometer 			

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:	MAßNAMENBLATT: 4.3.7	
Gegenstand: Kontrolle der Temperatur-, Druck- und Feuchtigkeitssensoren	BLATT: 4/4	Häufigkeit: vierteljährlich
<p>Es wird empfohlen, die Kontrolle dieser Sensoren mindestens einmal jährlich durchzuführen, idealerweise jedoch bei jedem Jahreszeitenwechsel, wenn die Schwankungen von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit hoch sind.</p> <p><u>Kontrolle der GM-Sensoren: Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Druck</u></p> <p>Die Abdeckung des Analysators muss seit mehr als 15 min abgenommen sein. Der Analysator darf nicht mechanisch mit der RST-Leitung verbunden sein und die Pumpe muss ausgeschaltet sein. Der Analysator muss seit mehr als 15 min eingeschaltet sein.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit und Atmosphärendruck an den Referenzsensoren in der Nähe des Geräts ablesen. – Seite 2 des Bildschirms „<i>Erweiterte Konfiguration des Analysators</i>“ aufrufen und die gelb angezeigten Werte von: „T° GM“, „Luftfeucht. GM“ und „Dr. GM“ mit denen der Referenzsensoren vergleichen. – Der Unterschied zwischen dem angezeigten Wert und dem Referenzwert muss wie folgt sein: <ul style="list-style-type: none"> • unter 2 °C (absolut) für die Temperatur • unter 5 % (absolut) für die relative Luftfeuchtigkeit • unter 1 mbar (absolut) für den Druck <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="164 1041 799 1420"> <p>The screenshot shows the 'GM sensors' section with values for temperature (26.5 °C), hygrometry (24.8 %), and pressure (1019.3 hPa). Below it, 'Pressure sensors' show atmospheric, upstream, and downstream pressures for both channels A and B.</p> </div> <div data-bbox="863 1041 1121 1411"> <p>The drawing shows a rectangular sensor assembly with a circular inlet on the top surface. Callout 1 points to the bottom of the assembly, and callout 7 points to the top surface where the inlet is located.</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> – Ist der Unterschied größer, den Vergleich erneut durchführen, nachdem der Analysator ausgeschaltet und die Karte „GM-Sensoren“ (1) aus ihrer Aufnahme herausgenommen wurde, wozu die zwei Schrauben (7) auf der Rückseite des Analysators abgeschraubt werden. – Sobald die Karte aus ihrer Aufnahme entnommen wurde, kann der Analysator wieder eingeschaltet werden. – Der Test muss also durchgeführt werden, indem die Karte mit ihrem Kabel in die Luft gehalten wird und die Referenzsensoren in der Nähe positioniert werden. <p>ACHTUNG: Ein O-Ring ermöglicht die Gewährleistung der Dichtigkeit zwischen der Karte und ihrer Aufnahme. Achten Sie darauf, ihn nicht zu verlieren und ihn nach dem Test wieder in seiner Position anzubringen.</p> <p>Bleibt der gemessene Unterschied über den Toleranzen, muss eine Kalibrierung der Sensoren durchgeführt werden.</p>		<p style="text-align: center;">Datum</p>
<p>Erforderliche Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Referenzbarometer • Referenzhygrometer • Referenzthermometer 		

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:		MAßNAMENBLATT: 4.3.8	
Gegenstand: Kontrolle des Durchflusses		BLATT: 1/1	Häufigkeit: vierteljährlich
<u>Verfahren:</u> Diese Kontrolle kann ohne Anhalten der Messung durchgeführt werden. Das Vorhandensein zweier Bediener wird empfohlen.			Datum
<u>1/ DURCHFLUSSTEST:</u> – Einen Durchflussmesser mit Hilfe des Adapters P10-2186 an der Probenahmeleitung anschließen. – Den Bildschirm „ <i>Kalibrierung des Durchflusses</i> “ aufrufen. – Die Übereinstimmung zwischen den jeweils vom Durchflussmesser und vom Analysator gemessenen Durchflüssen überprüfen: – Liegt der am Durchflussmesser angezeigte Wert nicht zwischen 15,8 l/min und 17,5 l/min: Die Messung anhalten und eine Kalibrierung des Durchflusses durchführen.			
Erforderliche Werkzeuge <ul style="list-style-type: none"> • Ein Referenzdurchflussmesser (mit reduziertem Druckverlust) • Adapter für Durchflussmesser P10-2186 • Ersatz-O-Ring G06-027_0-2_0-V zur Positionierung unter dem zusammenschiebbaren Stutzen am Probeneingang des MP101M 			

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:		MAßNAMENBLATT: 4.3.9	
Gegenstand: Kalibrierung der Temperatur-, Druck und Feuchtigkeitsensoren		BLATT: 1/4	Häufigkeit: jährlich
<p><u>Kalibrierung der Drucksensoren:</u></p> <p>Die Pumpe muss während dieser Kalibrierung angehalten werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Atmosphärendruck am Referenzsensor ablesen. – Dann Seite 2 des Bildschirms „Erweiterte Konfiguration des Analysators“ aufrufen.  <p>The screenshot shows a blue interface with two main sections: 'GM sensors' and 'Pressure sensors'. Each section has two columns, 'A' and 'B', with input fields and numerical values. The 'GM sensors' section includes GM temperature (0,8391 and 0), GM hygrometry (1,1922 and 0), and GM pressure (1,0002 and 0). The 'Pressure sensors' section includes Atmospheric pr. (0,222 and 106), Upstream pr. (0,222 and 112), and Downstream pr. (0,222 and 103). At the bottom, there are controls for 'RST', 'Mode' (set to OFF), and 'Inlet' (set to PM 10). A status bar at the bottom left shows 'MP101M 15:50:18' and a bottom right bar contains icons for lock, play, help, info, and home.</p>			Datum
<ul style="list-style-type: none"> – In der Linie „Atmosphärendr.“: <ul style="list-style-type: none"> • Überprüfen, dass der Linearisierungskoeffizient A gleich 0,222 ist. • Den Koeffizienten B so einstellen, dass der Vordruck dem Druck des Referenzsensors mit einer Toleranz von +/- 1 mbar entspricht. – Diese Vorgänge für die Drücke „Vordr.“ und „Hinterdr.“ wiederholen. <p>ACHTUNG: Die Linearisierungskoeffizienten der drei Drucksensoren sind nicht unbedingt identisch.</p>			
Erforderliche Werkzeuge <ul style="list-style-type: none"> • Referenzbarometer • Referenzhygrometer • Referenzthermometer 			

WARTUNGSBLATT

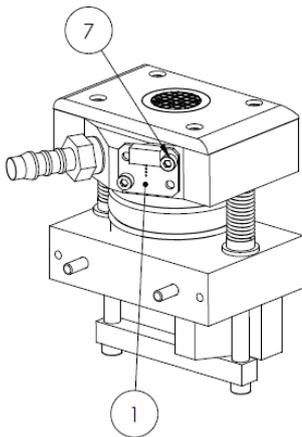
Seriennummer GERÄT:	MAßNAMENBLATT: 4.3.9	
Gegenstand: Kalibrierung der Temperatur-, Druck und Feuchtigkeitssensoren	BLATT: 2/4	Häufigkeit: jährlich
<p><u>Kalibrierung der Sensoren des Wetterschutzes: Atmosphärentemperatur und relative Luftfeuchtigkeit</u></p> <p>Die RST-Funktion muss während dieser Kalibrierung aktiviert sein (alle möglichen Regelmodi, außer „OFF“).</p> <p>Während dieses Kalibrierschritts, der mehrere Betriebsstunden im kontinuierlichen Modus des Analysators erfordert, müssen Referenzsensoren für die Atmosphärentemperatur und die relative Luftfeuchtigkeit vor Ort oder in der Nähe (Sensoren einer Wetterstation, Sensoren eines anderen Analysators, ...) installiert sein. Die von diesen Sensoren ausgegebenen Daten müssen abgerufen werden können, um sie mit denen vom MP101M zu vergleichen.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Auf dem Bildschirm „Allgemeine Konfiguration (Adresse, Protokoll, Messkanäle...)“: <ul style="list-style-type: none"> • Eine „Archivperiode“ = 1 min auswählen. • Die Messkanäle „Rel. Luftfeucht.“ und „T° atmo.“ hinzufügen, sofern sie nicht bereits aktiv sind. – Befindet sich das Gerät noch nicht im Messmodus:  berühren / anklicken. – Die gespeicherten Daten der zwei Messkanäle „Rel. Luftfeucht.“ und „T° atmo.“ nach einigen Betriebsstunden abrufen. – Überprüfen, dass der Variationsbereich der Atmosphärentemperatur in dieser Periode bei 10 °C liegt und der der relativen Luftfeuchtigkeit 10 % überschreitet. – Unabhängig von der Atmosphärentemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Die Punktkurve $y=f(x)$ für die gesamte berücksichtigte Betriebsperiode skizzieren, wobei y= Referenzsensor und x= RST-Sensor. • Anschließend die Regressionsgerade zeichnen. • Von ihrer Gleichung die Linearisierungskoeffizienten A (= Steigung der Regressionsgerade) und B (= Offset der Regressionsgerade) des RST-Sensors abziehen. – Diese neuen Koeffizienten A und B für jeden Sensor auf Seite 2 des Bildschirms „Erweiterte Konfiguration des Analysators“ speichern. 		Datum
Erforderliche Werkzeuge <ul style="list-style-type: none"> • Referenzbarometer • Referenzhygrometer • Referenzthermometer 		

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:		MAßNAMENBLATT: 4.3.9	
Gegenstand: Kalibrierung der Temperatur-, Druck und Feuchtigkeitssensoren		BLATT: 3/4	Häufigkeit: jährlich
<p><u>Kalibrierung des Sensors «Head T°»</u></p> <p>Die einfachste Lösung ist die Übernahme der für den Sensor „Atmosphärentemperatur“ gefundenen Koeffizienten A und B für den Sensor «Head T°».</p> <p>In der Tat sind die zwei Sensoren identisch (dieselbe Referenz) und werden von derselben Spannungsquelle gespeist.</p> <p>Oder Sie befolgen das hier beschriebene Verfahren:</p> <p>Die RST-Leitung muss deinstalliert und in der Nähe des MP101M abgelegt werden. Gegebenenfalls nach der Deinstallation und vor der Durchführung der Kalibrierung 15 min warten (damit sich die Temperatur der mechanischen Teile der Leitung stabilisiert).</p> <p>Die RST-Leitung muss mit ihren Kabeln elektrisch mit dem MP101M verbunden werden und die RST-Funktion muss aktiviert werden (alle möglichen Regelmodi außer „OFF“ und „IMMER“); die Heizung darf nicht in Gang gesetzt werden (bei Bedarf die Parameter H und T entsprechend ändern).</p> <ul style="list-style-type: none"> – Temperatur auf dem Referenzsensor in der Nähe der Probenahmeleitung ablesen. – Dann Seite 2 des Bildschirms „Erweiterte Konfiguration des Analysators“ aufrufen und den gelb angezeigten Wert «Head T°» kontrollieren.  <ul style="list-style-type: none"> – Überprüfen, dass der Koeffizient A gleich 0,1 +/- 0,05 ist. – Wert des Koeffizienten B so einstellen, dass der Unterschied zwischen dem angezeigten Wert für diesen Sensor und dem des Referenzthermometers unter 2 °C absolut liegt. – Außerdem überprüfen, dass der Unterschied zwischen dem für den Sensor „Atmosphärentemperatur“ und den Sensor «Head T°» angezeigten Wert unter 2 °C absolut liegt. 			Datum
<p>Erforderliche Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Referenzbarometer • Referenzhygrometer • Referenzthermometer 			

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:	MAßNAMENBLATT: 4.3.9	
Gegenstand: Kalibrierung der Temperatur-, Druck und Feuchtigkeitssensoren	BLATT: 4/4	Häufigkeit: jährlich
<p>Kalibrierung der GM-Sensoren: Temperatur, Feuchtigkeit und Druck Die Abdeckung des Analysators muss abgenommen sein. Die Pumpe muss ausgeschaltet sein</p> <ul style="list-style-type: none"> – Analysator ausschalten. – Karte „GM-Sensoren“ (1) aus ihrer Aufnahme entfernen; hierzu die zwei Schrauben (7) abschrauben, die von der Rückseite des Analysators aus zugänglich sind. – Sobald die Karte aus ihrer Aufnahme entnommen wurde, kann der Analysator wieder eingeschaltet werden. – Der Test muss also durchgeführt werden, indem die Karte mit ihrem Kabel in die Luft gehalten wird und die Referenzsensoren in der Nähe positioniert werden. <p>ACHTUNG: 1 – Ein O-Ring ermöglicht die Gewährleistung der Dichtheit zwischen der Karte und ihrer Aufnahme. Achten Sie darauf, ihn nicht zu verlieren und ihn nach dem Test wieder in seiner Position anzubringen.</p> <p>2 – Blasen Sie nicht auf den Sensor, um die Messungen nicht zu verfälschen.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Seite 2 des Bildschirms „Erweiterte Konfiguration des Analysators“ aufrufen. – Für die 3 Sensoren den Wert von B so einstellen, dass der Unterschied zwischen dem angezeigten Messwert und dem Messwert des Referenzsensors wie folgt ist: <ul style="list-style-type: none"> • unter 2 °C (absolut) für die Temperatur • unter 5 % (absolut) für die relative Feuchtigkeit • unter 1 mbar (absolut) für den Druck 		Datum
<p>Erforderliche Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Referenzbarometer • Referenzhygrometer • Referenzthermometer 		



WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:		MAßNAHMENBLATT: 4.3.10	
Gegenstand: Kalibrierung der Saugleistung		BLATT: 1/1	Häufigkeit: jährlich
<u>Verfahren:</u> Siehe den Abschnitt 3.4.2.14. Kalibrierung des Durchflusses in Kapitel 3.			Datum
Es wird empfohlen, eine Kalibrierung des Durchflusses durchzuführen: <ul style="list-style-type: none"> – Jährlich – Bei der ersten Installation des Analysators – Wenn der Durchflusstest kein zufriedenstellendes Ergebnis ergibt 			
Erforderliche Werkzeuge <ul style="list-style-type: none"> • Ein Referenzdurchflussmesser • Adapter Durchflussmesser auf Leitung, Art.-Nr.: P10-2186, oder Adapter Durchflussmesser auf MP101M, Art.-Nr.: P10-2187. 			

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:		MAßNAMENBLATT: 4.3.11	
Gegenstand: Dichtigkeitskontrolle		BLATT: 1/1	Frequenz: jährlich
<p>Es wird empfohlen, die Dichtheit des gesamten Luftkreislaufs (Probenahmeleitung, Messsystem) zu kontrollieren.</p> <p>Hierfür wird vorzugsweise der Adapter Durchflussmesser auf Leitung P10-2186 verwendet. Er ist mit einem Hahn ausgestattet, der während der Kontrolle als Verschluss dient.</p> <p>Es ist außerdem möglich, nur die Dichtheit des Messsystems mit Hilfe des Adapters Durchflussmesser auf MP101 P10-2187 zu testen.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Siehe Seite 4 „Dichtheitsprüfung“ des Bildschirms „<i>Funktionsprüfungen</i>“. – Das Verfahren der Dichtheitsprüfung, wie in Kapitel 3, Abschnitt 3.4.2.12 beschrieben, befolgen. 			Datum
Erforderliche Werkzeuge <ul style="list-style-type: none"> • Adapter Durchflussmesser auf Leitung P10-2186 (empfohlen), • Oder Adapter Durchflussmesser auf MP101 P10-2187 			

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:		MAßNAHMENBLATT: 4.3.12	
Gegenstand: Kalibrierung des Beta-Staubmeters		BLATT: 1/1	Häufigkeit: jährlich
<p><u>Verfahren:</u></p> <p>Siehe Abschnitt 3.4.2.13. des Kapitels 3, Kalibrierung des Beta-Staubmeters.</p> <p>Es wird empfohlen, eine Kalibrierung des Beta-Staubmeters durchzuführen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Jährlich – Bei der ersten Installation des Analysators – Nach dem Austausch des Filterpapierbands – Nach dem Austausch des Geiger-Müller-Detektors – Nach dem Austausch der radioaktiven Quelle – Wenn eine Masseprüfung kein zufriedenstellendes Ergebnis zeigt 			Datum
<p>Erforderliche Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Endmaß, Art.-Nr. M04-0004-B-SAV, oder optionale automatische Kalibrierung. 			

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:		MAßNAMENBLATT: 4.3.13	
Gegenstand: Automatischer Kontaminationstest		BLATT: 1/1	Häufigkeit: vierteljährlich
<p>Dieser Test ermöglicht die Überprüfung der Kontaminationsfreiheit des Messsystems. Die Quelle wird während dieses Tests in Saugposition gehalten.</p> <p><u>VERFAHREN:</u></p> <p>Es ist möglich, den MP101M diesen Test automatisch und periodisch durchführen zu lassen, wenn das Feld „Kontaminationsprüfung“ auf Seite 1 des Bildschirms „<i>Erweiterte Konfiguration des Analyzers</i>“ auf ON gesetzt wird (siehe Abschnitt 3.4.2.11 des Kapitels 3). Die Frequenz wird in Zahl der Zyklen gezählt. Das Ergebnis der Kontaminationsprüfung wird im Kanal „Kontam.“ gespeichert, wenn der Kanal im Bildschirm „<i>Allgemeine Konfiguration (Adresse, Protokoll, Messkanäle...)</i>“ aktiviert wurde (siehe Abschnitt 3.4.2.2. in Kapitel 3).</p>			Datum
<p>Erforderliche Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keine 			

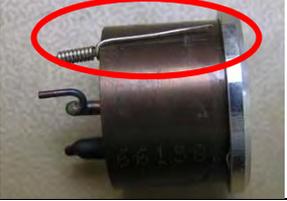
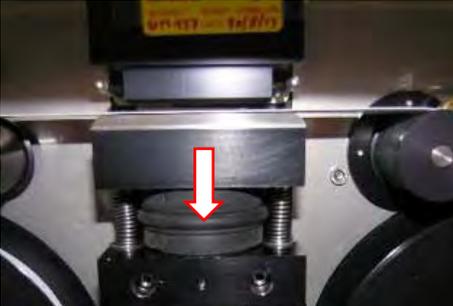
WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:		MAßNAMENBLATT: 4.3.14	
Gegenstand: Kontrolle des Beta-Staubmeters (Staubmeter-Test, Masseprüfung)		BLATT: 1/1	Häufigkeit: jährlich
<p><u>1/ Staubmeter-Test</u></p> <p>Einen Staubmeter-Test durchführen und dabei die Anweisungen auf der zweiten Seite des Bildschirms „Funktionsprüfungen“ beachten.</p> <p>Eine Wiederholung gleich 5 wählen.</p> <p>Am Ende des Tests die folgenden Werte kontrollieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Mittelwert: Überprüfen, dass der Absolutwert der Messung unter 10 µg/cm² bleibt. – Standardabweichung: Überprüfen, dass die Standardabweichung unter 10 µg/cm² bleibt. <p>Ist der Test nicht zufriedenstellend, ihn von vorne beginnen (bis zu 3-mal).</p> <p>Rauscht der Detektor zu stark, muss er wahrscheinlich ausgetauscht werden.</p> <p><u>2/ Masseprüfung</u></p> <p>Eine Masseprüfung durchführen und dabei die Anweisungen auf der dritten Seite des Bildschirms „Funktionsprüfungen“ beachten.</p> <p>Eine Wiederholung zwischen 5 und 10 wählen.</p> <p>Am Ende der Prüfung die folgenden Werte kontrollieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Mittelwert: Überprüfen, dass der Messwert in der Nähe des auf dem Endmaß angegebenen Werts liegt ($\text{Messwert} - \text{Wert Endmaß} \leq 25 \mu\text{g}/\text{cm}^2$). – Standardabweichung: Überprüfen, dass die Standardabweichung unter 15 µg/cm² bleibt. <p>Ist der Test nicht zufriedenstellend, von vorne beginnen.</p> <p>Nach dem zweiten ungenügenden Massetest eine Kalibrierung des Beta-Staubmeters durchführen.</p>			Datum
Erforderliche Werkzeuge			
<ul style="list-style-type: none"> • Endmaß, Art.-Nr. M04-0004-B-SAV, oder optionale automatische Kalibrierung. 			

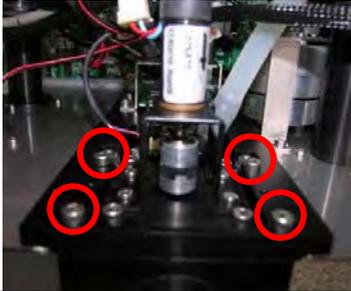
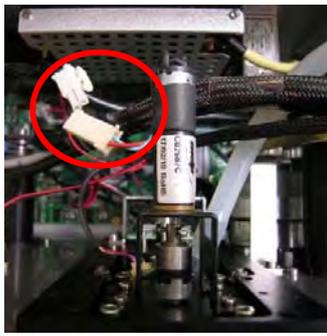
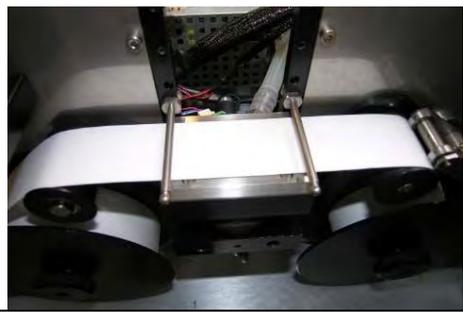
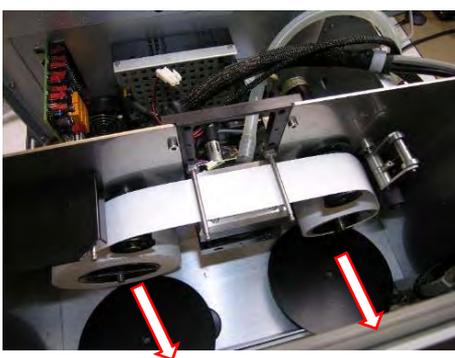
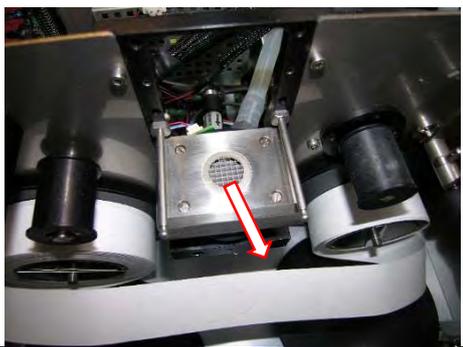
WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:		MAßNAMENBLATT: 4.3.15	
Gegenstand: Kontrolle der Messungen am Nullpunkt.		BLATT: 1/1	Häufigkeit: halbjährlich
<p>Diese Kontrolle benötigt die Installation eines HEPA-Filters (P10-2195) am Probeneingang des Analysators. Es wird empfohlen, einen Adapter Durchflussmesser auf MP101 (P10-2187) zu verwenden, um den HEPA-Filter ohne Undichtigkeitsrisiko anzuschließen.</p> <p><u>Verfahren:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Fünfte Seite des Bildschirms „<i>Funktionsprüfungen</i>“ aufrufen. – Anweisungen des Abschnitts 3.4.2.12 in Kapitel 3 zur Konfiguration des Tests befolgen. – Die empfohlene Konfiguration ist wie folgt: <ul style="list-style-type: none"> • Zyklusdauer: 48 h • Periodendauer: 2 h • Testdauer: 24 Perioden • Erste Messungen ausgeschlossen: zwischen 0 und 2 • Maximaler Mittelwert: 3 µg/m³ • Maximale Standardabweichung: 3 µg/m³ – Startart auf der ersten Seite des Bildschirms „<i>Erweiterte Konfiguration des Analysators</i>“ konfigurieren. – Messung durch Berühren / Anklicken der Taste  starten. <p>Am Ende des Tests hält die Messung automatisch an. Das Ergebnis des Tests und der entsprechende Bericht können auf der fünften Seite des Bildschirms „<i>Funktionsprüfungen</i>“ angezeigt werden.</p> <p>Außerdem können die gespeicherten Daten über den Messkanal „Per. Konz.“ heruntergeladen werden.</p>			Datum
<p>Erforderliche Werkzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adapter Durchflussmesser auf MP101, Art.-Nr. P10-2187, • verbunden mit dem Nullpartikelfilter für MP101, Art.-Nr.: P10-2195. 			

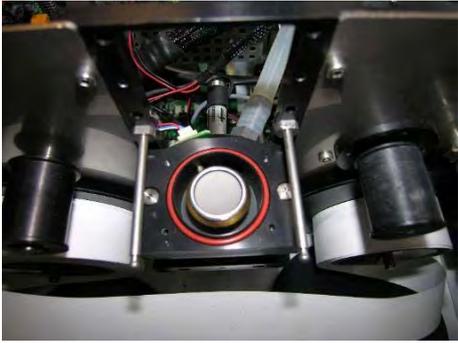
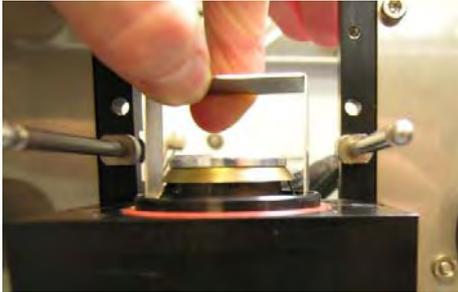
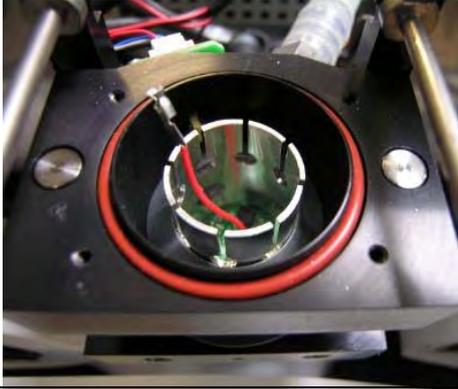
WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:		MAßNAMENBLATT: 4.3.16	
Gegenstand: Austausch des Geiger-Müller-Rohrs (GM)		BLATT: 1/5	Häufigkeit: jährlich
BETRIEBSART			Datum
A/ Vorbereitung des neuen Probenahmerohrs			
<p>A.1. Die Metallbox und anschließend die schwarze Kartonverpackung mit der GM-Röhre öffnen:</p> <p>ACHTUNG:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Niemals mit den Fingern auf die graue Oberfläche des GM-Rohrs fassen. – Niemals auf die graue Oberfläche blasen. – Jegliche Staubablagerung auf der grauen Oberfläche vermeiden. 			
<p>A.2. Die GM-Röhre aus ihrer schwarzen Kartonverpackung herausnehmen:</p> 	<p>A.3. Die Klammer der Anode wie folgt trennen:</p> 	<p>A.4. Den mit der Kathode verbundenen Draht wie hier gezeigt abschneiden (die Länge muss der Höhe der GM-Röhre entsprechen):</p> 	
B/ Entfernen des alten GM-Rohrs:			
B.1. Die Messung am MP101M anhalten.			
B.2. Auf der ersten Seite des Bildschirms „Funktionsprüfungen“:			
<ul style="list-style-type: none"> – Den Motor des Quellträgers aktivieren und ihn in die Probenahme-position verbringen (siehe Kapitel 3). Dieses Verfahren ermöglicht die Gewährleistung, dass sich die Quelle während des gesamten Austauschverfahrens des GM-Rohrs in der korrekten Position befindet. – Den Motor des Anpresstellers aktivieren und den Teller in die untere Position verbringen (siehe Kapitel 3). – Überprüfen, dass der Teller korrekt positioniert ist (siehe nebenstehende Abbildung). 			
<ul style="list-style-type: none"> – Erforderliches Werkzeug <ul style="list-style-type: none"> • Schlitzschraubendreher • Inbusschlüssel • Geiger-Müller-Rohr: M02-72412-LND • Schutzring: P02-2180 • Werkzeug für den Austausch: P05-2197 		 	

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:		MAßNAMENBLATT: 4.3.16	
Gegenstand: Austausch des Geiger-Müller-Rohrs (GM)		BLATT: 2/5	Häufigkeit: jährlich
<p>B.3. MP101M ausschalten und vom Netz trennen.</p> <p>B.4. Abdeckung des MP101M abschrauben und abziehen.</p>			Datum
<p>B.5. Die 4 M4-Schrauben zur Befestigung des Quellenmoduls am schwarzen Rahmen abschrauben:</p> 	<p>B.6. Kabel des Quellenträgermotors trennen:</p> 		
<p>B.7. Quellenmodul in Richtung Tür ziehen und vollständig aus dem MP101M herausnehmen:</p>  			
<p>B.8. Die zwei schwarzen Scheiben, die die Filterpapierrollen halten, entfernen:</p> 	<p>B.9. Filter vorsichtig in Richtung Tür versetzen, um den Zugang zur Platte über dem GM-Rohr zu ermöglichen:</p> 		
<p>– Erforderliches Werkzeug</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schlitzschraubendreher • Inbusschlüssel • Geiger-Müller-Rohr: M02-72412-LND • Schutzring: P02-2180 • Werkzeug für den Austausch: P05-2197 			
			

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:		MAßNAMENBLATT: 4.3.16	
Gegenstand: Austausch des Geiger-Müller-Rohrs (GM)		BLATT: 3/5	Häufigkeit: jährlich
<p>B.10. Die Platte mit dem Gitter direkt über dem GM-Rohr abschrauben und entfernen:</p> 			Datum
<p>B.11. Das Abzugswerkzeug P05-2197 über dem GM-Rohr platzieren; es muss Kontakt mit dem Schutzring haben. So lange drücken, bis die 2 Klammern unter dem Schutzring liegen:</p> 			
<p>B.12. Anschließend vorsichtig nach oben ziehen, um das GM-Rohr aus seiner Aufnahme zu entfernen. Nach 1 cm aufhören:</p> 			
<p>B.13. Das GM-Rohr zwischen die Finger nehmen und vorsichtig weiter herausziehen, bis es vom roten Draht getrennt werden kann, der mit der Elektronikkarte am Boden der Aufnahme verbunden ist:</p>  			
<p>– Erforderliches Werkzeug</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schlitzschraubendreher • Inbusschlüssel • Geiger-Müller-Rohr: M02-72412-LND • Schutzring: P02-2180 • Werkzeug für den Austausch: P05-2197 		 	

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:		MAßNAMENBLATT: 4.3.16	
Gegenstand: Austausch des Geiger-Müller-Rohrs (GM)		BLATT: 4/5	Häufigkeit: jährlich
<p><u>C/ Installation des neuen GM-Rohrs</u></p>			Datum
<p>C.1. Den Schutzring um das neue GM-Rohr herum anbringen:</p> 		<p>C.2. Daran denken, das GM-Rohr vor dem vollständigen Einführen in seine Aufnahme mit dem roten Draht zu verbinden, der mit der Elektronikkarte am Boden der Aufnahme verbunden ist:</p> 	
<p>HINWEIS: Der Kathodendraht muss kontinuierlich Kontakt mit der Aufnahme des GM-Rohrs haben, und dies über die gesamte Länge des Rohrs. Den Draht nicht an einem Aufnahmeschlitz entlang verlegen:</p>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <p>Aufnahmeslitze des GM-Rohrs: DEN KATHODENDRAHT NICHT AN EINEM DIESER SCHLITZE ENTLANG VERLEGEN!</p> </div>			
<p>C.3. Das GM-Rohr vollständig in seine Aufnahme gleiten lassen, ohne die darüber befindliche graue Fläche zu berühren.</p>			
<p>– Erforderliches Werkzeug</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schlitzschraubendreher • Inbusschlüssel • Geiger-Müller-Rohr: M02-72412-LND • Schutzring: P02-2180 • Werkzeug für den Austausch: P05-2197 		 	

WARTUNGSBLATT

Seriennummer GERÄT:		MAßNAMENBLATT: 4.3.16	
Gegenstand: Austausch des Geiger-Müller-Rohrs (GM)		BLATT: 5/5	Häufigkeit: jährlich
<p><u>D/ Start des Tests des neuen GM-Rohrs</u></p> <p>D.1. <u>Wiederanbringen aller Elemente:</u> Platte mit Gitter, Filter, schwarze Scheiben, Quellenmodul. Daran denken, das Kabel des Quellenträgermotors wieder anzuschließen.</p> <p>D.2. Die Abdeckung des MP101M wieder anbringen und verschrauben. Den MP101M am Netz anschließen.</p> <p>D.3. <u>Den MP101M einschalten und wie folgt vorgehen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Erste Seite des Menüs „Funktionsprüfungen“ aufrufen. – Motor des Anpresstellers aktivieren und Teller in die obere Position verbringen (siehe Kapitel 3). – Motor des Quellenträgers aktivieren und Quellenträger in Messposition verbringen (s. Kap. 3). – Die Hochspannungsversorgung des GM-Rohrs aktivieren: Der Wert der Hochspannung wird automatisch angezeigt, genauso wie der Wert der Bruttozählung des GM-Rohrs (in cps). – Überprüfen, dass der Wert der Bruttozählung über 2.000 cps liegt, und den Mittelwert notieren. <p>D.4. Die zweite Seite des Menüs „Funktionsprüfungen“ aufrufen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Einen Wiederholungswert gleich 35 wählen. – Den Staubmeter-Test starten (siehe Kapitel 3). <p>In diesen Bedingungen dauert der Staubmeter-Test ungefähr 6 h und ermöglicht die Alterung des GM-Rohrs.</p> <p>D.5. Am Ende des Staubmeter-Tests:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Zur ersten Seite des Menüs „Funktionsprüfungen“ zurückkehren. – Motor des Anpresstellers aktivieren und Teller in die obere Position verbringen (siehe Kapitel 3). – Motor des Quellenträgers aktivieren und Quellenträger in Messposition verbringen (s. Kapitel 3). – Die Hochspannungsversorgung des GM-Rohrs aktivieren: Der Wert der Hochspannung wird automatisch angezeigt, genauso wie der Wert der Bruttozählung des GM-Rohrs (in cps). – Überprüfen, dass der Wert der Bruttozählung geringer ist als ursprünglich und zwischen 2000 und 6500 cps liegt. <p>D.6. Mit Hilfe des Menüs „Kalibrierung des Beta-Staubmeters“ eine Kalibrierung des Beta-Staubmeters durchführen (siehe Kapitel 3).</p> <p>D.7. Auf der dritten Seite des Bildschirms „Funktionsprüfungen“ eine Masseprüfung durchführen (konfiguriert mit mindestens einer Wiederholung gleich 5, siehe Kapitel 3), um sich davon zu vergewissern, dass das GM-Rohr korrekt funktioniert. Der Unterschied zwischen dem Wert des Endmaßes und dem im Masseprüfbericht angegebenen Mittelwert muss unter 25 µg/cm² absolut liegen.</p> <p>D.8. Der Analysator ist nun messbereit.</p>			Datum
<ul style="list-style-type: none"> – Erforderliches Werkzeug <ul style="list-style-type: none"> • Schlitzschraubendreher • Inbusschlüssel • Geiger-Müller-Rohr: M02-72412-LND • Schutzring: P02-2180 • Werkzeug für den Austausch: P05-2197 			

4.4. FÜR DIE WARTUNG ERFORDERLICHE AUSRÜSTUNG

Bezeichnung	Art.-Nr.	Menge
Satz empfohlener Teile	MP101-R-RSP	
Dieser Satz umfasst:		
• KARTE ABSOLUTDRUCKSENSOR	C06-C12-0291	1
• GEIGER-MÜLLER-Rohr	M02-72412-LND	1
• Papierrolle RF100, Art.-Nr.:10	M04-370-392	1
• Abzugswerkzeug LND	P05-2197	1
• O-Ring, Innendurchm.:27, Schnur:2 Viton / Dichtung für Probeneingang	G06-027_0-2_0-V	1
• KARTE THRP-AUFNAHME	C06-0496	1
• THRP-KABEL	D01-1309	1
• Hybriddichtung	G05-AC-184413	1
• MOTOR VENTIL-TELLER-QUELLE, VERKABELT	V01-0014	1
• Halteblock	P06-2099	1

Bezeichnung	Art.-Nr.	Menge
KNF-Wartungssatz (1 Jahr)	MP101-R-K2	
Dieser Satz umfasst:		
• Papierrolle RF100, Art.-Nr.:10 370 392	M04-370-392	1
• Wartungssatz KNF-PUMPE (V02-0012-A)	V02-K-0012-A	1
• O-Ring, Innendurchm.:27 Schnur:2 Viton / Dichtung für Probeneingang	G06-027_0-2_0-V	1
• O-Ring, Ø22, Schnur 2,5, Silikon / Dichtung für Dichtungssystem Leitung P10-2185	G06-022_0-2_5-S	2
• O-Ring, Ø38, Schnur 2,5, Silikon / Dichtung für Dichtungssystem Leitung P10-2185	G06-038_0-2_5-S	1

Bezeichnung	Art.-Nr.	Menge
Wartungssatz PICOLINO (1 Jahr)	MP101-R-K3	
Dieser Satz umfasst:		
• Polyurethanrohr o5x8 blau	F04-TU-08-05	0,03
• Polyurethanrohr 7x10 blau	F04-TU-08-10	0,1
• Filtereinsatz WK 42	F05-WK-42-A	1
• Papierrolle RF100, Art.-Nr.:10 370 392	M04-370-392	1
• Wartungssatz für VTE-Pumpe	SAV-K-000145-A	1
• O-Ring, Innendurchm.:27 Schnur:2 Viton /	G06-027_0-2_0-V	1
• O-Ring, Ø22, Schnur 2,5, Silikon / Dichtung für Dichtungssystem Leitung P10-2185	G06-022_0-2_5-S	2
• O-Ring, Ø38, Schnur 2,5, Silikon / Dichtung für Dichtungssystem Leitung P10-2185	G06-038_0-2_5-S	1

Weitere Einzelteile:

Bezeichnung	Art.-Nr.	Menge
GM-Rohr-Satz	SAV-K-000251	
• GEIGER-MÜLLER-Rohr	M02-72412-LND	1
• Abzugswerkzeug LND	P05-2197	1
GM-Detektor-Satz	SAV-K-000252	
• GM-DETEKTOR, KOMPLETT BESTÜCKT,	M02-5215	1
• Halteblock	P06-2099	1
Halteblock-Satz	SAV-K-000253	
• Halteblock	P06-2099	1
• Druckfeder Außendurch. 10, Ø Draht 1,2 Lg 47	G10-RE-0003	1
THRP-Aufnahme-Kartensatz	SAV-K-000254	
• KARTE THRP-AUFNAHME	C06-0496	1
• THRP-KABEL	D01-1309	1

4.5. TEILEVERZEICHNIS MIT FOTOS

Komponente/ Art.-Nr.	Bezeichnung	Foto
Werkzeuge QA/QC		
P10-2186	Adapter Durchflussmesser auf Leitung	
P10-2187	Adapter Durchflussmesser auf MP101	
P10-2195	Nullpartikelfilter für MP101	
F02-50-510-300	Durchflussmesser 6 bis 50 l/mm GI 1/4"B	
M04-0004-B-SAV	ENDMAß MP101	
SICHERUNGEN		
S01-TT03_15-A	Sehr träge Sicherung D1TD/3,15A o5x20	
S01-TT05_00-A	Sehr träge Sicherung D1TD/5A o5x20	
VORDERSEITE		
P10-2172	7"-TFT-Touchscreen, komplett	
C03-0476	ARM20-KARTE	
EINHEIT TELLER - DETEKTOR		
M02-72412-LND	GEIGER-MÜLLER-Rohr	
P05-2197	Abzugswerkzeug LND	
P02-2180	Wasserabweiser	
M02-5215	GM-DETEKTOR, KOMPLETT BESTÜCKT, OHNE GM-ROHR V2	

Komponente/ Art.-Nr.	Bezeichnung	Foto
P06-2099	Halteblock	
G10-RE-0003	Druckfeder, Außendurchm. 10, Ø Draht 1,2, Lg 47	
C06-0496	KARTE THRP-AUFNAHME	
D01-1309	THRP-KABEL	
QUELLE		
M03-C14-SOURCE-C	C14-Quelle, Lieferung bei gültigen Genehmigungen	
PROBENEINGANG		
P10-2185	LEITUNGSDICHTUNGSSYSTEM MP101 (davon 2 Dichtungen G06-022_0-2_5-S und 1 Dichtung G06-038_0-2_5-S)	
F09-5003	OBERE SAUGLEITUNG	
G06-027_0-2_0-V	O-Ring, Innendurchm.: 27, Schnur:2 Viton	
EINHEIT FILTER UND MOTOR		
M04-370-392	Papierrolle RF100, Art.-Nr.:10 370 392	
V01-0023	MOTOR PAPIERVORSCHUB, VERKABELT, 230VAC/50Hz	
V01-0024	MOTOR PAPIERVORSCHUB, VERKABELT, 115VAC/50Hz	
G05-BM-6T5	Zahnriemen, Art.-Nr..6T5/305	
DUCHFLUSSREGELUNGSEINHEIT		
C06-C12-0291	KARTE ABSOLUTDRUCKSENSOR "ROHS"	

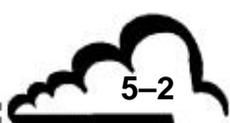
Komponente/ Art.-Nr.	Bezeichnung	Foto
F02-0151	DUCHFLUSSREGELUNGSEINHEIT	
ELEKTRONIKKARTEN		
C01-0495	MODULKARTE MP101M	
C04-0494	VERSOGUNGSKARTE MP101M	
C06-0493	KARTE HTGM	
MOTOR UND KUPPLUNG VENTIL - QUELLE - TELLER		
V01-0014	MOTOR VENTIL-TELLER-QUELLE, VERKABELT	
G05-AC-184413	Hybriddichtung	
RST-EINHEIT		
P10-1317	SENSOREINHEIT, MONTIERT	
M04-0045	STECKEREINHEIT SENSOR T° FEUCHTIGKEIT	
P01-0819	Abspannung Probenahmekopf	
P10-1014	Montagesatz Probenahmekopf Gas/Staub	
PROBENAHEKOPF		
X01-0026	Vakuumfett für Probenahmekopf PM10 und PM2,5 Typ EN	

KAPITEL 5
KORREKTIVE WARTUNG

5.1.	VERZEICHNIS DER FEHLER UND ABHILFEMAßNAHMEN	5–4
5.2.	LISTE DER ZUSTANDSCODES	5–14
5.3.	ALLGEMEINER ANSCHLUSSPLAN	5–16

Tabelle 5–1	– Verzeichnis der Fehler und Abhilfemaßnahmen	5–4
-------------	---	-----

Leerseite



5. KORREKTIVE WARTUNG

Die korrektive Wartung muss von für Arbeiten am Gerät ausgebildetem Personal auf Grundlage der in dem vorliegenden Dokument enthaltenen Informationen durchgeführt werden.

Das Gerät führt eine permanente automatische Kontrolle seiner Hauptbestandteile durch und signalisiert alle ermittelten Fehler über eine Anzeige im Klartext.

In der Tabelle 5.1 sind die wichtigsten vom Gerät signalisierten Fehler sowie die möglichen Abhilfemaßnahmen zusammengefasst.

ACHTUNG GEFAHREN

- **Siehe die Sicherheitshinweise CS1 bis CS9.**
- **Besondere Strahlenschutzanweisungen.**

5.1. VERZEICHNIS DER FEHLER UND ABHILFEMAßNAHMEN

Tabelle 5-1 – Verzeichnis der Fehler und Abhilfemaßnahmen

Alarme Multiplexerkanäle	Min.	Max.	Einheiten	Verzögerung
Anzeige: GND	- 50	50	mV	60 s
Anzeige: +5 V	4,75	5,25	V	60 s
Anzeige: +15 V	14,5	15,5	V	60 s
Anzeige: -15 V	- 15,5	- 14,5	V	60 s
Anzeige: Ref. 2,5V	2,45	2,55	V	60 s
Anzeige: Internal T. <u>Mögliche Maßnahme:</u> – Überprüfen, dass die Temperatur des Schrankes oder des Raums, in dem sich der Analysator befindet, innerhalb der normalen Nutzungsbedingungen liegt.	5	55	°C	60 s
Anzeige: Up pr. <u>Mögliche Maßnahmen:</u> – Überprüfen, dass bei ausgeschalteter Pumpe: Vordruck = Atmosphärendruck. Ansonsten: den Sensor kalibrieren. – Überprüfen auf Hindernisse im Fluidkreislauf. – Überprüfen der Bewegung des Quellenträgers und des Filtervorschubs. – Fehlerhaften Sensor austauschen.	400	1050	mbar	30 s
Anzeige: Down pr. <u>Mögliche Maßnahmen:</u> – Überprüfen, dass bei ausgeschalteter Pumpe: Hinterdruck = Atmosphärendruck. Ansonsten: den Sensor kalibrieren. – Überprüfen auf Hindernisse im Fluidkreislauf. – Überprüfen der Bewegung des Quellenträgers und des Filtervorschubs. – Fehlerhaften Sensor austauschen.	400	1050	mbar	30 s
Anzeige: Atmo. Pr./ Atmosphärendruck <u>Mögliche Maßnahmen:</u> – Überprüfen auf Hindernisse im Fluidkreislauf. – Fehlerhaften Sensor austauschen.	900	1050	mbar	30 s

Alarmer Multiplexerkanäle	Min.	Max.	Einheiten	Verzögerung
Anzeige : HV Geiger (if active)/ HS Geiger (falls aktiv) <u>Mögliche Maßnahme:</u> – Hochspannungsversorgungskarte C06-0493 austauschen.	450	650	V	60 s

Alarm Kommunikation	Min.	Max.	Einheit	Verzögerung
<p>Anzeige: Module board → Not linked / Modulkarte → Nicht angeschlossen</p> <p>HINWEIS: Alle Multiplexerkanäle stehen auf 0 oder sind eingefroren.</p> <p><u>Mögliche Maßnahme:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Nach Ausschalten des Geräts die Anschlüsse der Kabel an der Modulkarte und der ARM20-Karte überprüfen. 	-	-	-	10 s

Alarmer Durchfluss	Min.	Max.	Einheiten	Verzögerung
<p>HINWEIS: Die Pumpe muss in Betrieb sein, damit diese Alarmer aktiviert werden.</p>				
<p>Anzeige: Flow → Out of regulation / Durchfluss → Außerhalb des Regelbereichs</p> <p><u>Mögliche Maßnahmen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Deckel abnehmen und die korrekte Funktion der Steuerung des Ventilmotors auf der ersten Seite des Bildschirms „<i>Funktionsprüfungen</i>“ überprüfen. Überprüfen, dass der Motor das Ventil korrekt antreibt, wenn die Steuerung betätigt wird. Ist dies nicht der Fall: Die 2 Schrauben an der Hybriddichtung wieder anziehen. – Fluidkreislauf auf Dichtheit überprüfen. – Auf Hindernisse im Fluidkreislauf überprüfen. – Wartung der Pumpe durchführen. 	-1,5	+1,5	l/min	60 s

Verschiedene Alarme	Min.	Max.	Einheiten	Verzögerung
Anzeige: Geiger life/ Standzeit Geiger HINWEIS: Mc = Millionen Zählimpulse <u>Mögliche Maßnahmen:</u> <ul style="list-style-type: none"> – Bei Bedarf den GM-Detektor austauschen. – Den Standzeitähler zurücksetzen. 	-	50000	Mc	-
Anzeige: Geiger → No activity/ Geiger → Keine Aktivität HINWEIS: Alarm aktiviert im Laufe der Zählungen. <u>Mögliche Maßnahmen:</u> <ul style="list-style-type: none"> – Bewegung des Quellenträgers durch Aktivierung des Motors auf der ersten Seite des Bildschirms „<i>Funktionsprüfungen</i>“ überprüfen. Überprüfen, dass der Motor den Quellenträger antreibt, wenn er in Gang gesetzt wird. Ist dies nicht der Fall: Die 2 Schrauben an der Hybriddichtung wieder anziehen. – Versorgungsspannung des GM-Detektors auf der ersten Seite des Bildschirms „<i>Funktionsprüfungen</i>“ überprüfen. – Funktionsweise des GM-Detektors mit Hilfe einer Masseprüfung und eines Staubmeter-Tests überprüfen. 			cps	20 s
Anzeige: Gauge / Staubmeter HINWEIS: Alarm nur im Laufe der Blindzählungen aktiviert. <u>Mögliche Maßnahmen:</u> <ul style="list-style-type: none"> – Bewegung des Quellenträgers durch Aktivierung des Motors auf der ersten Seite des Bildschirms „<i>Funktionsprüfungen</i>“ überprüfen. Überprüfen, dass der Motor den Quellenträger antreibt, wenn er in Gang gesetzt wird. Ist dies nicht der Fall: Die 2 Schrauben an der Hybriddichtung wieder anziehen. – Versorgungsspannung des GM-Detektors auf der ersten Seite des Bildschirms „<i>Funktionsprüfungen</i>“ überprüfen. – Funktionsweise des GM-Detektors mit Hilfe einer Masseprüfung und eines Staubmeter-Tests überprüfen. 	1000	9900	cps	60 s
Anzeige: NRA count. / RAN-Zähl. <u>Mögliche Maßnahme:</u> <ul style="list-style-type: none"> – Überprüfen, dass der Quellenträger nicht in der Stellung „Zählung“ blockiert ist. 	-	20	cps	-
Anzeige: Contam. / Kontam. <u>Mögliche Maßnahme:</u> <ul style="list-style-type: none"> – Überprüfen, dass der Quellenträger nicht in der Stellung „Zählung“ blockiert ist. 	-	30	cps	-

Verschiedene Alarme	Min.	Max.	Einheiten	Verzögerung
<p>Anzeige: : Clogging / Verstopfung</p> <p>HINWEIS: Es liegt eine Verstopfung vor, wenn der Vordruck P1 geringer als $(750 \text{ mbar} \times P_{\text{atmo}}) / 1013 \text{ mbar}$ ist.</p> <p><u>Mögliche Maßnahmen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Vordruck- und Atmosphärendrucksensoren überprüfen. – Hierzu den Deckel abnehmen und eine Funktionsprüfung der Steuerung des Ventilmotors auf der ersten Seite des Bildschirms „Funktionsprüfungen“ durchführen. Überprüfen, dass der Motor das Ventil korrekt antreibt, wenn die Steuerung betätigt wird. Ist dies nicht der Fall: Die 2 Schrauben an der Hybriddichtung wieder anziehen. – Auf Hindernisse im Fluidkreislauf überprüfen. – Papiervorschub überprüfen. 		-	mbar	360 s

Alarmer der RST-Option	Min.	Max.	Einheiten	Verzögerung
<p>HINWEIS: Die RST-Option darf nicht im Modus „OFF“ sein (siehe zweite Seite des Bildschirms „Erweiterte Konfiguration des Analysators“)</p>				
<p>Anzeige: Atmo. T. / T° atmo.</p> <p><u>Mögliche Maßnahmen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Den Sensor und die korrekte Verbindung der Kabel der RST-Leitung auf der Rückseite des Analysators überprüfen. – Bei Bedarf den Sensor austauschen. 	– 30	80	°C	30 s
<p>Anzeige: Rel. hyg. / Rel. Luftfeucht.</p> <p><u>Mögliche Maßnahmen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Den Sensor und die korrekte Verbindung der Kabel der RST-Leitung auf der Rückseite des Analysators überprüfen. – Bei Bedarf den Sensor austauschen. 	1	100	%	30 s
<p>Anzeige: Head T.</p> <p><u>Mögliche Maßnahmen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Den Sensor und die korrekte Verbindung der Kabel der RST-Leitung auf der Rückseite des Analysators überprüfen. – Bei Bedarf den Sensor austauschen. 	– 30	80	°C	30 s
<p>Anzeige : Tube Condensation / Kondensation Rohr</p> <p>HINWEIS: Alarm aktiviert, wenn die Kopftemperatur unter dem Taupunkt außen liegt.</p> <p><u>Mögliche Maßnahmen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Die Steuerung der Heizung der RST-Leitung überprüfen. – Den Regelmodus der RST-Leitung ändern. – Den Temperatursollwert der Klimatisierung des Raums kontrollieren. Diese Temperatur muss über 26 °C liegen. 		-	-	60 s
<p>Anzeige: Head T. = f (Atmo T.)</p> <p>HINWEIS: Alarm aktiviert, wenn der Regelsollwert des aktivierten Modus nicht erreicht wurde.</p> <p><u>Mögliche Maßnahmen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Die Sensoren der RST-Leitung kontrollieren. – Die Steuerung der Heizung der RST-Leitung überprüfen. 	– 2	3	°C	600 s

<p>Anzeige: GM T. = f (D. point) / T° GM = f (Taupunkt)</p> <p>HINWEIS: Alarm aktiviert, wenn der Regelsollwert des aktivierten Modus nicht erreicht wurde.</p> <p><u>Mögliche Maßnahmen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Sensoren der RST-Leitung kontrollieren. - Die Steuerung der Heizung der RST-Leitung überprüfen. 	- 2	3	°C	600 s
<p>Anzeige: Head T. = f (D. point)</p> <p>HINWEIS: Alarm aktiviert, wenn der Regelsollwert des aktivierten Modus nicht erreicht wurde.</p> <p><u>Mögliche Maßnahmen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Sensoren der RST-Leitung kontrollieren. - Die Steuerung der Heizung der RST-Leitung überprüfen. 	- 2	3	°C	600 s

Alarmer der GM-Sensoren	Min.	Max.	Einheiten	Verzögerung
Anzeige: GM T. / T° GM <u>Mögliche Maßnahmen:</u> – Den Sensor kontrollieren. – Bei Bedarf den Sensor austauschen.	– 30	80	°C	60 s
Anzeige: GM hygr. / Luftfeucht. GM <u>Mögliche Maßnahmen:</u> – Den Sensor kontrollieren. – Bei Bedarf den Sensor austauschen.	0	100	%	60 s
Anzeige: : GM pr. / Dr. GM <u>Mögliche Maßnahmen:</u> – Den Sensor kontrollieren. – Bei Bedarf den Sensor austauschen.	400	1050	mbar	60 s
Anzeige: GM pr. → No sensor / Dr. GM → Fehler Sensor <u>Mögliche Maßnahmen:</u> – Das Verbindungskabel der GM-Sensorkarte und der Modulkarte kontrollieren. – Den Analysator aus- und einschalten. – Bei Bedarf den Sensor austauschen.	-	-	-	60 s
Anzeige: GM T. /Hygr. → No sensor / T° GM/Luftfeucht. GM → Fehler Sensor <u>Mögliche Maßnahmen:</u> – Das Verbindungskabel der GM-Sensorkarte und der Modulkarte kontrollieren. – Den Analysator aus- und einschalten. – Bei Bedarf den Sensor austauschen.	-	-	-	60 s
Anzeige: GM condensation / Kondensation GM HINWEIS: Alarm aktiviert, wenn die GM-Temperatur geringer als der Taupunkt außen ist. <u>Mögliche Maßnahmen:</u> – Die Steuerung der Heizung der RST-Leitung überprüfen. – Den Temperatursollwert der Klimatisierung des Raums kontrollieren. Diese Temperatur muss über 26 °C liegen.		-	-	60s

Alarme der CPM-Option	Min.	Max.	Einheit	Verzögerung
<p>HINWEIS: Die CPM-Option muss auf „ON“ stehen (auf der ersten Seite des Bildschirms „Erweiterte Konfiguration des Analysators“)</p>				
<p>Anzeige: CPM module → Not linked / CPM-Modul → Nicht angeschlossen</p> <p><u>Mögliche Maßnahmen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Überprüfen, dass der Schalter auf der Vorderseite des CPM auf „ON“ steht. – Überprüfen, dass das CPM über sein Kabel mit der Rückseite des MP101M verbunden ist. 	-	-	-	10 s
<p>Anzeige: Optical sig. (if laser ON) / Optisches Sign. (falls Laser aktiv)</p> <p><u>Mögliche Maßnahmen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Auf der ersten Seite des Bildschirms „Funktionsprüfungen“ überprüfen, dass die Laserdiode eingeschaltet ist und dass das CPM die Partikel erkennt, wenn die Pumpe auf „ON“ steht. – Die Detektorkarte austauschen. 	0	6000	mV	60 s
<p>Anzeige:  I Laser</p> <p><u>Mögliche Maßnahmen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Überprüfen, dass die Laserdiode an der Grundplatine des CPM angeschlossen ist. – Die Laserdiode austauschen. 	20	200	mA	60 s
<p>Anzeige:  I Laser</p> <p><u>Mögliche Maßnahmen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Die Temperatur des Raums kontrollieren. Diese Temperatur muss <30°C betragen. – Den Standzeitähler der Laserdiode kontrollieren. Sobald er in den Bereich von 30000 h kommt, bedeutet dies, dass die Laserdiode das Ende ihrer theoretischen Standzeit erreicht hat. Die Laserdiode muss demnächst ausgetauscht werden. 	30	150	mA	60 s
<p>Anzeige: Laser life / Standzeit Laser</p> <p><u>Mögliche Maßnahmen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Die Laserdiode austauschen. – Den Standzeitähler zurücksetzen. 	-	30000	H	0 s
<p>Anzeige: « CPM fact. » / Fakt. CPM</p> <p><u>Mögliche Maßnahmen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Auf der ersten Seite des Bildschirms „Funktionsprüfungen“ überprüfen, dass die Laserdiode eingeschaltet ist und dass das CPM die Partikel erkennt, wenn die Pumpe auf „ON“ steht. 	0,01	500	-	1 s

Alarmerung der Option automatisches Normalmaß	Min.	Max.	Einheit	Verzögerung
HINWEIS: Die Option automatisches Normalmaß muss auf Seite 1 des Bildschirms „Erweiterte Konfiguration des Analysators“ auf „ON“ stehen.				
Anzeige: : Auto. cal. / Autom. Kal. <u>Mögliche Maßnahmen:</u> – Überprüfen, dass das automatische Endmaß korrekt positioniert wird. – Eine Masseprüfung durchführen.	– 10	+ 10	%	0 s
Anzeige: Mass cont. / Massenkotr. <u>Mögliche Maßnahmen:</u> – Überprüfen, dass das automatische Endmaß korrekt positioniert wird. – Durchführung einer Kalibrierung des Beta-Staubmeters.	– 25	+ 25	µg/cm ²	0 s
Anzeige: Gauge cont. / Staubmeter-Kontr. <u>Mögliche Maßnahmen:</u> – Einen neuen manuellen Staubmeter-Test durchführen.	– 10	+ 10	µg/cm ²	0 s

5.2. LISTE DER ZUSTANDSCODES

Der Wert des Zustandscodes enthält zwei Informationen:

- 1. Den Zustand des Analysators während der Speicherung der Daten (höherwertiges Bit).

Der gespeicherte Wert des höherwertigen Bits entspricht der Summe der während der Speicherperiode aktivierten Zustandscodes:

Code (HEX)	Code (DEC)	Beschreibungen
00	0	Messung gültig
01	1	Angabe ungültig (Vorheizung, Gerät im Stillstand...)
02	2	Allgemeiner Alarm
04	4	Nicht verwendet
08	8	Nicht verwendet
10	16	Nicht verwendet
20	32	Wartung
40	64	Weniger als 2/3 der Messungen sind gültig
80	128	Vorheizen
FF	255	Änderung der Konfiguration

HEX: Hexadezimal

DEC: Dezimal

- 2. Den Prozentsatz der Gültigkeit der Messung (niederwertiges Bit).

Berechnung des Prozentsatzes der Gültigkeit: $(\text{Anzahl der gültigen Daten} * 100) / \text{Anzahl der Gesamtdaten}$.

Beispiel des Zustandscodes (unter Berücksichtigung der Werte der höherwertigen und niederwertigen Bits):

Code (HEX)	Beschreibungen
0300	Allgemeiner Alarm, Datensatz nicht gültig, Gültigkeit: 0 %
005A	Messung, Gültigkeit: 90 %

Leerseite

5.3. ALLGEMEINER ANSCHLUSSPLAN

Leerseite