

TÜV RHEINLAND ENERGIE UND UMWELT GMBH



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Fa. HORIBA Europe GmbH für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5}

TÜV-Bericht Nr.: 936/21221789/B
Köln, 19. März 2013

www.umwelt-tuv.de



luft@de.tuv.com

Die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH ist mit der Abteilung Immissionsschutz für die Arbeitsgebiete:

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

nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

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

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

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

Leerseite

Kurzfassung

Im Auftrag der Firma HORIBA Europe GmbH führte die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH die Eignungsprüfung der Immissionsmeseinrichtung APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} durch. Die Eignungsprüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Richtlinien und Anforderungen:

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

Die Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider ermittelt die Staubkonzentrationen mittels eines Radiometer-Messprinzips. Mit Hilfe einer Pumpe wird Umgebungsluft über einen PM_{2,5} Vorabscheider (bestehend aus PM₁₀-Probenahmekopf und PM_{2,5} Sharp Cut Cyclone) angesaugt. Die staubbeladene Probenahmeluft wird anschließend auf ein Filterband gesaugt. Die Bestimmung der abgeschiedenen Staubmasse auf dem Filterband erfolgt nach der jeweiligen Probenahme durch das radiometrische Messprinzip der Beta-Absorption.

Der geprüfte Zertifizierungsbereich betrug:

Komponente	Zertifizierungsbereich
PM _{2,5}	0 – 1000 µg/m ³

Die Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider ist bis auf ein abgeändertes Frontdesign absolut baugleich mit der Messeinrichtung BAM-1020 und wurde von der Fa. Met One Instruments, Inc. entwickelt und bei Met One komplett gefertigt. Sie ist daher unter dem Namen BAM-1020 mit PM_{2,5} Vorabscheider im Bundesanzeiger bekannt gegeben. Die Bekanntgabehistorie für die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5} Vorabscheider der Fa. Met One Instruments, Inc. stellt sich wie folgt dar:

Erstbekanntgabe:

BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 12. Juli 2010 (BANz. S. 2597, Kapitel II Nummer 1.1)

Die letzte Mitteilung zur Messeinrichtung erfolgte:

BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 06. Juli 2012 (BANz AT 20.07.2012 B11, Kapitel IV, 6. Mitteilung), Stellungnahme vom 21. März 2012

Darüber hinaus wird mit Stellungnahme vom 18. März 2013 eine weitere aktuelle Mitteilung bzgl. neuer Softwareversion bei der zuständigen Stelle eingereicht werden.

Die Erstbekanntgabe der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5} Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. führte unter Hinweis 7 im Bekanntgabebetext schon die baugleiche Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma HORIBA Europe GmbH explizit auf. Auf Basis dieser Bekanntgabe ist auch für die Ausführung APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider schon ein Zertifikat ausgestellt worden. Des Weiteren erfolgte für die Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma HORIBA Europe GmbH folgende Mitteilung:

APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 06. Juli 2012 (BANz AT 20.07.2012 B11, Kapitel IV, 2. Mitteilung), Stellungnahme vom 22. März 2012

Darüber wird gilt die o.g. Stellungnahme vom 18. März 2013 ebenso für die Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider und wurde entsprechend im Bekanntgabebetext berücksichtigt und in der Anlage aufgeführt.

Zur Bekanntgabe der Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider erfolgten keinerlei praktische Prüfungen. Es wurde lediglich eine Dokumentenprüfung durchgeführt und es wurde der Produktionsstandort auditiert.

Die Messeinrichtung wird ausschließlich bei der Met One Instruments, Inc. in Grants Pass, USA produziert. Die Produktion erfolgt parallel zu den Messeinrichtungen der Met One Instruments, Inc. unter den exakt gleichen Randbedingungen mit dem gleichen Personal und Material. Kontrollen der relevanten Zeichnungen und die Auditierung des Produktionsstandorts in Grants Pass, USA zeigten, dass die beiden Messeinrichtungen exakt baugleich sind.

Bei der Eignungsprüfung wurden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

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

Das vorliegende Dokument beinhaltet einen Bekanntgabevorschlag für die Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider. Anlagen sind der Eignungsprüfbericht für die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5} Vorabscheider, die Mitteilungstexte zur Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider sowie des Handbuch für die Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider.

Leerseite

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung
APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Fa. HORIBA Europe GmbH
für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5},
Bericht: 936/21221789/B

Seite 7 von 10



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung
APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Fa. HORIBA Europe GmbH
für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5}

Geprüftes Gerät: APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider für Schwebstaub PM_{2,5}

Hersteller: HORIBA Europe GmbH
Hans-Mess-Straße 6
61440 Oberursel

Prüfzeitraum: Juli 2008 bis März 2010

Berichtsdatum: 19. März 2013

Berichtsnummer: 936/21221789/B

Bearbeiter: Dipl.-Ing Karsten Pletscher
karsten.pletscher@de.tuv.com

Fachlich Verantwortlicher: Dr. Peter Wilbring
peter.wilbring.@de.tuv.com

Leerseite

1. Allgemeines

1.1 Bekanntgabevorschlag

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

Messeinrichtung:

APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider

Hersteller:

HORIBA Europe GmbH, Oberursel

Eignung:

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

Messbereich in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
PM _{2,5}	0 - 1.000	µg/m ³

Softwareversionen:

Version 3236-07 5.1.1

Einschränkungen:

Keine

Hinweise:

1. Die Anforderungen gemäß des Leitfadens "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods" in der Version vom Januar 2010 werden für die Messkomponente PM_{2,5} eingehalten.
2. Das Gerät ist zur Erfassung von PM_{2,5} mit folgenden Optionen auszustatten: Probenahmeheizung (BX-830), PM₁₀-Probenahmekopf (BX-802), PM_{2,5} Sharp Cut Cyclone SCC (BX-807), kombinierter Druck- und Temperatursensor (BX-596) bzw. alternativ Umgebungstemperatursensor (BX-592).
3. Die Zykluszeit während der Eignungsprüfung betrug 1 h, d.h. jede Stunde wurde ein automatischer Filterwechsel durchgeführt. Jeder Filterleck wurde nur einmal beprobt.
4. Die Probenahmezeit innerhalb der Zykluszeit beträgt 42 min.
5. Die Messeinrichtung ist in einem verschließbaren Messcontainer zu betreiben.
6. Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM_{2,5}-Referenzverfahren nach DIN EN 14907 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
7. Die Messeinrichtung kann optional mit der Pumpe BX-125 betrieben werden.
8. Die Messeinrichtung wird seit Januar 2012 mit einer neu designten Rückplatte vertrieben, um die erweiterten Schnittstellen, u. a. des optionalen Reportprozessors BX-965, unterzubringen.

9. Die Erstbekanntgabe der Messeinrichtung erfolgte mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 12. Juli 2010 (BAnz. S. 2597, Kapitel II Nummer 1.1, Hinweis 7). Die letzte Mitteilung zur Messeinrichtung erfolgte mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 06. Juli 2012 (BAnz. AT 20.07.2012 B11, Kapitel IV, 2. Mitteilung).
10. Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung ist im Internet unter www.qal1.de einsehbar.

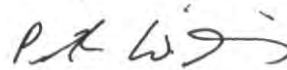
Prüfbericht:

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, Köln
Bericht-Nr.: 936/21221789/B vom 19. März 2013

Köln, den 19. März 2013



Dipl.-Ing. Karsten Pletscher



Dr. Peter Wilbring

Anlagen:

- Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5}, TÜV-Bericht Nr.: 936/21209919/A, vom 26.03.2010
- Mitteilungstexte für Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma HORIBA Europe GmbH
- Bedienungshandbuch für die Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider

TÜV RHEINLAND IMMISSIONSSCHUTZ UND ENERGIESYSTEME GMBH

Akkreditiertes Prüfinstitut



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmess-
einrichtung BAM-1020 mit PM2,5 Vorabscheider der
Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente
Schwebstaub PM2,5

TÜV-Bericht: 936/21209919/A
Köln, 26.03.2010

www.umwelt-tuv.de



luft@de.tuv.com

Die TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme 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;
- Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen und Immissionen sowie von elektronischen Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung

nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Die Akkreditierung ist gültig bis 31-01-2013. DAR-Registriernummer: DAP-PL-3856.99.

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH
D - 51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel: 0221 806-2756, Fax: 0221 806-1349

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5 Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21209919/A

Seite 3 von 285



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung
BAM-1020 mit PM2,5 Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc.
für die Komponente Schwebstaub PM2,5

Geprüftes Gerät: BAM-1020 mit PM2,5 Vorabscheider

Hersteller: Met One Instruments, Inc.
1600 NW Washington Blvd.
Grants Pass, Oregon 97526
USA

Prüfzeitraum: Juli 2008 bis März 2010

Berichtsdatum: 26.03.2010

Berichtsnummer: 936/21209919/A

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Karsten Pletscher
Tel.: ++49 221 806-2592
karsten.pletscher@de.tuv.com

Berichtsumfang:

Bericht:	150	Seiten	
Anhang	ab Seite	151	
Handbuch	ab Seite	180	
Handbuch	mit	105	Seiten
Gesamt	285	Seiten	

Inhaltsverzeichnis

1	KURZFASSUNG UND BEKANNTGABEVORSCHLAG	13
1.1	Kurzfassung	13
1.2	Bekanntgabevorschlag	17
1.3	Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse	18
2	AUFGABENSTELLUNG	24
2.1	Art der Prüfung	24
2.2	Zielsetzung	24
3	BESCHREIBUNG DER GEPRÜFTEN MESSEINRICHTUNG	25
3.1	Messprinzip	25
3.2	Funktionsweise der Messeinrichtung	26
3.3	Umfang und Aufbau der Messeinrichtung	28
4	PRÜFFPROGRAMM	43
4.1	Allgemeines	43
4.2	Laborprüfung	43
4.3	Feldtest	44
5	REFERENZMESSVERFAHREN	55
6	PRÜFERGEBNISSE	56
6.1	4.1.1 Messwertanzeige	56
6.1	4.1.2 Wartungsfreundlichkeit	57
6.1	4.1.3 Funktionskontrolle	59
6.1	4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten	61
6.1	4.1.5 Bauart	63
6.1	4.1.6 Unbefugtes Verstellen	64
6.1	4.1.7 Messsignalausgang	65



6.1	4.2 Anforderungen an Messeinrichtungen für den mobilen Einsatz.....	67
6.1	5.1 Allgemeines	68
6.1	5.2.1 Messbereich	69
6.1	5.2.2 Negative Messsignale	70
6.1	5.2.3 Analysenfunktion.....	71
6.1	5.2.4 Linearität	73
6.1	5.2.5 Nachweisgrenze	74
6.1	5.2.6 Einstellzeit.....	76
6.1	5.2.7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur	77
6.1	5.2.8 Abhängigkeit des Messwertes von der Umgebungstemperatur	79
6.1	5.2.9 Nullpunktsdrift	81
6.1	5.2.10 Drift des Messwertes.....	86
6.1	5.2.11 Querempfindlichkeit	90
6.1	5.2.12 Reproduzierbarkeit.....	91
6.1	5.2.13 Stundenwerte.....	93
6.1	5.2.14 Netzspannung und Netzfrequenz	95
6.1	5.2.15 Stromausfall.....	97
6.1	5.2.16 Gerätefunktionen	98
6.1	5.2.17 Umschaltung	99
6.1	5.2.18 Verfügbarkeit	100
6.1	5.2.19 Konverterwirkungsgrad	102
6.1	5.2.20 Wartungsintervall	103
6.1	5.2.21 Gesamtunsicherheit	104
6.1	5.3.1 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems.....	107
6.1	5.3.2 Vergleichbarkeit der Probenahmesysteme.....	108
6.1	5.3.3 Kalibrierung.....	109
6.1	5.3.4 Querempfindlichkeit	110

6.1	5.3.5 Tagesmittelwerte.....	113
6.1	5.3.6 Konstanz des Probenahmestroms	114
6.1	5.3.7 Dichtheit des Probenahmesystems	118
6.1	5.4 Anforderungen an Mehrkomponentenmesseinrichtungen	120
7	ERWEITERTE PRÜFKRITERIEN NACH LEITFADEN „DEMONSTRATION OF EQUIVALENCE OF AMBIENT AIR MONITORING METHODS“	121
7.1	Methodik der Äquivalenzprüfung.....	121
7.1	Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} [9.5.2.1]	122
7.1	Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6]	129
7.1	Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen [9.7].....	142
8	EMPFEHLUNGEN ZUM PRAXISEINSATZ	147
9	LITERATURVERZEICHNIS	149
10	ANLAGEN	150

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Beschreibung der Messstellen.....	16
Tabelle 2:	Gerätetechnische Daten BAM-1020 (Herstellerangaben)	42
Tabelle 3:	Feldteststandorte.....	45
Tabelle 4:	Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten, als Tagesmittelwerte	50
Tabelle 5:	Ergebnisse Grubbs-Ausreißertest – Referenz PM _{2,5}	51
Tabelle 6:	Entfernte Wertepaare Referenz PM _{2,5} nach Grubbs	52
Tabelle 7:	Eingesetzte Filtermaterialien	54
Tabelle 8:	Ergebnisse der Kalibrier- und Analysenfunktion	72
Tabelle 9:	Nachweisgrenze	75
Tabelle 10:	Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in µg/m ³ , Mittelwert aus drei Messungen	78
Tabelle 11:	Abhängigkeit der Empfindlichkeit (Radiometrie) von der Umgebungstemperatur SN 17010 / SN 17011, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen	80
Tabelle 12:	Nullpunktdrift SN 17010, mit Nullfilter	82
Tabelle 13:	Nullpunktdrift SN 17011, mit Nullfilter	83
Tabelle 14:	Empfindlichkeitsdrift SN 17010	87
Tabelle 15:	Empfindlichkeitsdrift SN 17011	88
Tabelle 16:	Konzentrationsmittelwerte, Standardabweichung, Unsicherheits- bereich und Reproduzierbarkeit im Feld	92
Tabelle 17:	Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in %	96
Tabelle 18:	Ermittlung der Verfügbarkeit (ohne prüfungsbedingte Ausfälle)	101
Tabelle 19:	Ermittlung der Verfügbarkeit (inkl. prüfungsbedingte Ausfälle).....	101
Tabelle 20:	Erweiterte Messunsicherheit U(c) für die Messeinrichtung SN 17010 Bezugswert: 35 µg/m ³	105
Tabelle 21:	Erweiterte Messunsicherheit U(c) für die Messeinrichtung SN 17011 Bezugswert: 35 µg/m ³	105
Tabelle 22:	Erweiterte Messunsicherheit U(\bar{c}) für die Messeinrichtung SN 17010 Bezugswert: 25 µg/m ³	106
Tabelle 23:	Erweiterte Messunsicherheit U(\bar{c}) für die Messeinrichtung SN 17011 Bezugswert: 25 µg/m ³	106
Tabelle 24:	Abweichung zwischen Referenzmessung und Prüfling an Tagen mit einer relativen Luftfeuchte > 70 %	111
Tabelle 25:	Vergleich Testgerät 17010 mit Referenzgerät, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte	112
Tabelle 26:	Vergleich Testgerät 17011 mit Referenzgerät, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte	112
Tabelle 27:	Ergebnisse Kontrolle Durchflussrate	114
Tabelle 28:	Kenngößen für die Durchflussmessung, SN 17010	115
Tabelle 29:	Kenngößen für die Durchflussmessung, SN 17011	116



Tabelle 30:	Ermittlung der Leckrate.....	119
Tabelle 31:	Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} für die Testgeräte SN 17010 und SN 17011	124
Tabelle 32:	Übersicht Äquivalenzprüfung BAM-1020 für PM _{2,5}	132
Tabelle 33:	Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten u_{ref}	134
Tabelle 34:	Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 17010 & SN 17011, Rohdaten	134
Tabelle 35:	Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 17010 & SN 17011, nach Korrektur Achsabschnitt	146
Tabelle 36:	Stabilität Eichgewicht.....	185
Tabelle 37:	Stabilität der Kontrollfilter	187
Tabelle 38:	Wägebedingungen und Wiegezeiten	188

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	BAM-1020 – Übersicht Probenahme- und Messteil.....	27
Abbildung 2:	Überblick Gesamtsystem BAM-1020 (hier anstelle von PM _{2,5} SCC BX-807 mit PM _{2,5} VSCC BX-808 dargestellt(Konfiguration für US-EPA Zulassung))	28
Abbildung 3:	amerikanischer PM ₁₀ -Probenahmekopf BX-802 für BAM-1020	29
Abbildung 4:	Sharp Cut Cyclone SCC BX-807 für BAM-1020.....	30
Abbildung 5:	Probenahmekopf BX-802 + SCC BX-807	30
Abbildung 6:	Probenahmeheizung BX-830.....	31
Abbildung 7:	Messgerät BAM-1020	32
Abbildung 8:	Messgeräte BAM-1020 in Messstation (2 Prüflinge aus Eignungsprüfung + 1 Prüfling zu Versuchszwecken (Heizungskonfiguration)).....	32
Abbildung 9:	Vakuumpumpe BX-127.....	33
Abbildung 10:	Vorderansicht BAM-1020, Frontklappe geöffnet.....	33
Abbildung 11:	Darstellung Display + Folientastatur des BAM-1020	34
Abbildung 12:	Hauptfenster der Benutzeranzeige.....	34
Abbildung 13:	Menü „SETUP“	35
Abbildung 14:	Menü „OPERATION“	36
Abbildung 15:	Bildschirmdarstellung „NORMAL“	36
Abbildung 16:	Menü „TEST“	37
Abbildung 17:	Menü „TAPE/SELF TEST“	37
Abbildung 18:	Kommunikation über serielle Schnittstelle #1 - Systemmenü	38
Abbildung 19:	Typischer Ausdruck eines Parametersatzes BAM-1020.....	40
Abbildung 20:	Nullfilter BX-302 im Feldeinsatz	41
Abbildung 21:	Verlauf der PM _{2,5} -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“	46
Abbildung 22:	Verlauf der PM _{2,5} -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Parkplatzgelände, Winter“.....	46
Abbildung 23:	Verlauf der PM _{2,5} -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer“.....	47
Abbildung 24:	Verlauf der PM _{2,5} -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“	47
Abbildung 25:	Feldteststandort Teddington	48
Abbildung 26:	Feldteststandort Köln, Parkplatzgelände.....	48
Abbildung 27:	Feldteststandort Bornheim, Autobahnparkplatz.....	49
Abbildung 28:	Grubbs Testergebnisse für das PM _{2,5} Referenzverfahren, Teddington (Sommer).....	52
Abbildung 29:	Grubbs Testergebnisse für das PM _{2,5} Referenzverfahren, Köln (Winter).....	53
Abbildung 30:	Grubbs Testergebnisse für das PM _{2,5} Referenzverfahren, Bornheim (Sommer).....	53
Abbildung 31:	Grubbs Testergebnisse für das PM _{2,5} Referenzverfahren, Teddington (Winter)	54
Abbildung 32:	Messanzeige Konzentrationsmesswert aus letztem Messzyklus.....	56
Abbildung 33:	Ansicht Geräterückseite BAM-1020	66
Abbildung 34:	Nullpunktdrift SN 17010	84
Abbildung 35:	Nullpunktdrift SN 17011	84
Abbildung 36:	Interne Nullpunktskontrolle, SN 17011, Köln (Winter), Stabilitäts-Messwerte aus jedem Zyklus (1 x pro Stunde).....	85



Abbildung 37:	Interne Nullpunktskontrolle, SN 17011, Köln (Winter), 24h-Mittelwerte der Stabilitäts-Messwerte aus jedem Zyklus	85
Abbildung 38:	Drift des Messwertes SN 17010	88
Abbildung 39:	Drift des Messwertes SN 17011	89
Abbildung 40:	Zeitlicher Verlauf der Schwebstaubkonzentration PM2,5 vom 09.03.2009 bis 28.03.2009, 1 h-Mittelwerte.....	94
Abbildung 41:	SN 17010 vs. SN 17011, 09.03.2009 bis 28.03.2009, 1 h-Messwerte.....	94
Abbildung 42:	Durchfluss am Testgerät SN 17010	117
Abbildung 43:	Durchfluss am Testgerät SN 17011	117
Abbildung 44:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, alle Standorte	125
Abbildung 45:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Teddington, Sommer	125
Abbildung 46:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Köln, Winter	126
Abbildung 47:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Bornheim, Sommer	126
Abbildung 48:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Teddington, Winter.....	127
Abbildung 49:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, alle Standorte, Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	127
Abbildung 50:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, alle Standorte, Werte $< 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	128
Abbildung 51:	Referenz vs. Testgerät, SN 17010 & SN 17011, alle Standorte	135
Abbildung 52:	Referenz vs. Testgerät, SN 17010, alle Standorte	136
Abbildung 53:	Referenz vs. Testgerät, SN 17011, alle Standorte	136
Abbildung 54:	Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Teddington, Sommer	137
Abbildung 55:	Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Teddington, Sommer	137
Abbildung 56:	Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Köln, Winter	138
Abbildung 57:	Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Köln, Winter	138
Abbildung 58:	Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Bornheim, Sommer.....	139
Abbildung 59:	Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Bornheim, Sommer.....	139
Abbildung 60:	Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Teddington, Winter	140
Abbildung 61:	Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Teddington, Winter	140
Abbildung 62:	Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	141
Abbildung 63:	Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	141
Abbildung 64:	Softwareänderungen von Version 5.0.5 zu Version 5.0.10	181
Abbildung 65:	Stabilität Eichgewicht	184
Abbildung 66:	Stabilität der Kontrollfilter	186
Abbildung 67:	Streuung der Emfab Filter für (A) Anfangswägung m Vergleich zum Prüfgewicht und (B) Endwägung im Vergleich zum Prüfgewicht	191

1 Kurzfassung und Bekanntgabevorschlag

1.1 Kurzfassung

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

Der Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods” [4] der Ad-hoc-EG-Arbeitsgruppe vom Juli 2009

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

beschreibt ein Verfahren für die Prüfung auf Äquivalenz von Nicht-Standardmessverfahren. Obwohl der genannte Leitfaden nicht normativ ist, wird die Anwendung von dem so genannten CAFE-Komitee vorläufig empfohlen.

Im Rahmen der vorliegenden Prüfung wurden folgende Grenzwerte angesetzt:

	PM _{2,5}
Jahresgrenzwert JGW (1 a)	25 µg/m ³

sowie für die Berechnungen gemäß des Leitfadens [4]

	PM _{2,5}
Grenzwert	30 µg/m ³

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

Da die gemäß dieser Richtlinien anzuwendenden Bezugswerte explizit auf die Messkomponente PM₁₀ abgestimmt sind, wird für die Messkomponente PM_{2,5} die Anwendung der folgenden Bezugswerte vorgeschlagen:

	PM _{2,5}
B ₀	2 µg/m ³
B ₁	25 µg/m ³
B ₂	200 µg/m ³

Es wird lediglich eine Anpassung des B₁ auf dem Niveau des Grenzwertes für das Jahresmittel vorgenommen.

Im Auftrag der Firma Met One Instruments, Inc. führte die TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH die Eignungsprüfung der Messeinrichtung BAM-1020 für die Komponente Schwebstaub PM2,5 durch.

Die Messeinrichtung BAM-1020 ist mit PM10 Vorabscheider schon eignungsgeprüft und im Bundesanzeiger bekannt gegeben.

Eignungsbekanntgabe: BAnz.: 12.04.2007 Nr. 75, S. 4139, auf Basis
 TÜV-Bericht Nr. 936/21205333/A vom 06.12.2006

Die Eignungsprüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Richtlinien und Anforderungen:

- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, Juni 2002
- VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, August 2004
- Europäische Norm EN 14907, „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM2,5-Massenfraktion des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 14907: 2005
- Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung von Juli 2009

Die Messeinrichtung BAM-1020 ermittelt die Staubkonzentrationen mittels eines Radiometer-Messprinzips. Mit Hilfe einer Pumpe wird Umgebungsluft über einen PM_{2,5} Vorabscheider (bestehend aus PM₁₀-Probenahmekopf und PM_{2,5} Sharp Cut Cyclone) angesaugt. Die staubbeladene Probenahmeluft wird anschließend auf ein Filterband gesaugt. Die Bestimmung der abgeschiedenen Staubmasse auf dem Filterband erfolgt nach der jeweiligen Probenahme durch das radiometrische Messprinzip der Beta-Absorption.

Die Untersuchungen erfolgten im Labor und während eines mehrmonatigen Feldtests.

Der mehrmonatige Feldtest erfolgte an den Standorten gemäß Tabelle 1:

Tabelle 1: Beschreibung der Messstellen

	Teddington (UK), Sommer	Köln, Parkplatzgelände, Winter	Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer	Teddington (UK), Winter
Zeitraum	07/2008 – 11/2008	12/2008 – 04/2009	08/2009 – 10/2009	12/2009 – 02/2010
Anzahl der Messwertpaare: Prüflinge	83	77	60	46
Charakterisierung	Städtischer Hinter- grund	Städtischer Hinter- grund	Ländliche Struktur + Autobahn	Städtischer Hinter- grund
Einstufung der Im- missionsbelastung	niedrig bis durchschnittlich	durchschnittlich bis hoch	niedrig bis durchschnittlich	durchschnittlich

Die komplette Prüfung erfolgte im Rahmen des Testprogramms „Combined MCERTS and TÜV PM Equivalence Testing Programme“. Dieses Prüfprogramm wurde vor dem Hintergrund der europäischen Harmonisierung gemeinsam von britischen und deutschen Prüfinstituten (Bureau Veritas UK & Ireland, National Physical Laboratory NPL und TÜV Rheinland) entwickelt und durchgeführt und umfasst die Prüfung der neuesten Serien von Schwebstaubmesseinrichtungen verschiedener Hersteller im Labor und an Standorten in Großbritannien und in Deutschland.

Bei der Eignungsprüfung wurden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

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

1.2 Bekanntgabevorschlag

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

Messeinrichtung:

BAM-1020 mit PM2,5 Vorabscheider für Schwebstaub PM2,5

Hersteller:

Met One Instruments, Inc., Grants Pass, USA

Eignung:

Zur kontinuierlichen Immissionsmessung der PM2,5-Fraktion im Schwebstaub im stationären Einsatz

Messbereiche in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungsbereich	zusätzlicher Messbereich	Einheit
PM2,5	0 - 1.000	-	µg/m ³

Softwareversion:

Version 3236-07 5.0.10

Einschränkungen:

Bei der Überprüfung der Dichtheit des Probenahmesystems wurden in der Eignungsprüfung die Werte 1,8 % und 2,4 % ermittelt. In der Mindestanforderung darf die Undichtigkeit nicht mehr als 1 % vom durchgesaugten Probevolumen betragen.

Hinweise:

1. Die Anforderungen gemäß des Leitfadens "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods" werden für die Messkomponente PM2,5 eingehalten.
2. Das Gerät ist zur Erfassung von PM2,5 mit folgenden Optionen auszustatten: Probenahmeheizung (BX-830), PM10-Probenahmekopf (BX-802), PM2,5 Sharp Cut Cyclone SCC (BX-807), kombinierter Druck- und Temperatursensor (BX-596) bzw. alternativ Umgebungstemperatursensor (BX-592).
3. Die Zykluszeit während der Eignungsprüfung betrug 1 h, d.h. jede Stunde wurde ein automatischer Filterwechsel durchgeführt. Jeder Filterleck wurde nur einmal beprobt.
4. Die Probenahmezeit innerhalb der Zykluszeit beträgt 42 min.
5. Die Messeinrichtung ist in einem verschließbaren Messcontainer zu betreiben.
6. Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM2,5-Referenzverfahren nach DIN EN 14907 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
7. Die Messeinrichtung wird baugleich von der Firma Horiba Europe GmbH, 61440 Oberursel unter dem Namen APDA-371 mit PM2,5-Vorabscheider vertrieben.

Prüfbericht:

TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH, Köln
Bericht-Nr.: 936/21209919/A vom 26.03.2010

1.3 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	ein- gehal- ten	Seite	
4	Bauartanforderungen				
4.1	Allgemeine Anforderungen				
4.1.1	Messwertanzei- ge	Muss vorhanden sein.	Die Messeinrichtung besitzt eine Messwertanzeige.	ja	56
4.1.2	Wartungsfreund- lichkeit	Wartungsarbeiten sollten ohne größeren Aufwand möglichst von außen durchführbar sein.	Wartungsarbeiten sind mit üblichen Werkzeugen und vertretbarem Aufwand von außen durchführbar.	ja	57
4.1.3	Funktionskontrol- le	Spezielle Einrichtungen hierzu sind als zum Gerät gehörig zu betrachten, bei den entsprechenden Teilprüfungen einzusetzen und zu bewerten.	Alle im Bedienungshandbuch beschriebenen Gerätefunktionen sind vorhanden, aktivierbar und funktionieren. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und über eine Reihe von verschiedenen Statusmeldungen (Betriebs-, Warn- und Fehlerstatus) angezeigt.	ja	60
4.1.4	Rüst- und Ein- laufzeiten	Die Betriebsanleitung muss hierzu Angaben enthalten.	Die Rüst- und Einlaufzeiten wurden ermittelt.	ja	62
4.1.5	Bauart	Die Betriebsanleitung muss Angaben hierzu enthalten	Die in der Betriebsanleitung aufgeführten Angaben zur Bauart sind vollständig und korrekt.	ja	63
4.1.6	Unbefugtes Ver- stellen	Muss Sicherung dagegen ent- halten.	Die Messeinrichtung ist gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen von Geräteparametern gesichert. Die Messeinrichtung ist darüber hinaus in einem Messcontainer zu verschließen.	ja	64
4.1.7	Messsignalaus- gang	Muss digital und/oder analog angeboten werden.	Die Messsignale werden analog (0-1 bzw. 10 V oder 0 – 16 mA / 4 -20 mA) und digital (über RS 232) angeboten.	ja	65
4.2	Anforderungen an Messeinrich- tungen für den mobilen Einsatz	Ständige Betriebsbereitschaft muss gesichert sein; Anforderungen des stationären Einsatzes müssen analog im mobilen Einsatz erfüllt sein.	Die Messeinrichtung wurde im Rahmen des Feldtestes an mehreren verschiedenen Standorten betrieben; kann aber nicht in fahrenden Fahrzeugen eingesetzt werden.	nein	67

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	ein- gehal- ten	Seite
5. Leistungsanforderungen				
5.1 Allgemeines	Herstellerangaben der Betriebsanleitung dürfen den Ergebnissen der Eignungsprüfung nicht widersprechen.	Differenzen zwischen Geräteausstattung und Handbüchern wurden nicht beobachtet.	ja	68
5.2 Allgemeine Anforderungen				
5.2.1 Messbereich	Messbereichsendwert größer B_2 .	Es ist standardmäßig ein Messbereich von 0 – 1.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eingestellt. Andere Messbereiche im Bereich zwischen minimal 0 – 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und maximal 0 – 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sind möglich.	ja	69
5.2.2 Negative Messsignale	Dürfen nicht unterdrückt werden (lebender Nullpunkt).	Negative Messsignale werden von der Messeinrichtung direkt angezeigt und über die entsprechenden Messsignalausgänge korrekt ausgegeben.	ja	70
5.2.3 Analysenfunktion	Zusammenhang zwischen Ausgangssignal und Messgröße muss mittels Analysenfunktion darstellbar sein und durch Regressionsrechnung ermittelt werden.	Ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen dem Referenzmessverfahren und der Geräteanzeige konnte nachgewiesen werden.	ja	71
5.2.4 Linearität	Abweichung der Gruppenmittelwerte der Messwerte von der Kalibrierfunktion im Bereich von Null bis B_1 maximal 5 % von B_1 und im Bereich Null bis B_2 maximal 1 % von B_2 .	Für Staubmessenrichtungen ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.3.1 „Gleichwertigkeit der Probenahmesysteme“ durchzuführen.	ja	73
5.2.5 Nachweisgrenze	Maximal B_0 .	Die Nachweisgrenze ermittelte sich aus den Untersuchungen zu 1,33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für Gerät 1 (SN 17010) und zu 1,09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für Gerät 2 (SN 17011).	ja	73
5.2.6 Einstellzeit	Maximal 5 % der Mittelungszeit (gleich 180 Sekunden).	Nicht zutreffend.	-	76
5.2.7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur	Nullpunktmesswert darf bei ΔT_u um 15 K zwischen +5 °C und +20 °C bzw. um 20 K zwischen +20 °C und +40 °C B_0 nicht überschreiten.	Bei Betrachtung der vom Gerät ausgegebenen Werte konnte ein maximaler Einfluss der Umgebungstemperatur auf den Nullpunkt von -1,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ festgestellt werden.	ja	77

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	ein- gehal- ten	Seite
5.2.8 Abhängigkeit des Messwertes von der Umgebungstemperatur	Der Messwert im Bereich von B1 darf nicht mehr als $\pm 5\%$ bei ΔT_u um 15 K zwischen +5 °C und +20 °C bzw. um 20 K zwischen +20 °C und +40 °C betragen.	Es konnten für Gerät 1 (SN 17010) keine Abweichungen $> 0,2\%$ und für Gerät 2 (SN 17011) keine Abweichungen $> 0,3\%$ zum Ausgangswert bei 20 °C ermittelt werden.	ja	79
5.2.9 Nullpunktsdrift	In 24 Stunden und im Wartungsintervall maximal B_0 .	Die gefundenen Messwerte liegen im Wartungsintervall alle innerhalb der erlaubten Grenzen von $B_0 = 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.	ja	81
5.2.10 Drift des Messwertes	In 24 Stunden und im Wartungsintervall maximal 5% von B_1 .	Die Messeinrichtung führt während jedem Messzyklus eine regelmäßige geräteinterne Überprüfung der Empfindlichkeit der radiometrischen Messung durch. Diese Überprüfung führt zu keinerlei Unterbrechung des laufenden Messbetriebs. Die im Rahmen der Untersuchung ermittelten Werte für die Drift der Empfindlichkeit betragen im Wartungsintervall maximal $0,5\%$ (SN 17010) bzw. $-0,5\%$ (SN 17011).	ja	86
5.2.11 Querempfindlichkeit	Im Bereich des Nullpunktes maximal B_0 und im Bereich B_2 maximal 3% von B_2 .	Nicht zutreffend.	-	90
5.2.12 Reproduzierbarkeit	$R_D \geq 10$ bezogen auf B_1 .	Die Reproduzierbarkeit betrug im Feldtest für den Gesamtdatensatz 10.	ja	91
5.2.13 Stundenwerte	Bildung muss möglich sein.	Die Bildung von Stundenwerten für die Komponente Feinstaub PM2,5 ist zur Überwachung der einschlägigen Grenzwerte nicht erforderlich, aber möglich.	ja	93
5.2.14 Netzspannung und Netzfrequenz	Messwertänderung bei B_1 maximal B_0 im Spannungsintervall (230 +15/-20) V und Messwertänderung im mobilen Einsatz maximal B_0 im Frequenzintervall (50 \pm 2) Hz.	Durch Netzspannungsänderungen konnten keine Abweichungen $> 0,1\%$ bei Gerät 1 (SN 17010) bzw. $> -0,1\%$ bei Gerät 2 (SN 17011), bezogen auf den Startwert von 230 V, festgestellt werden.	ja	95
5.2.15 Stromausfall	Unkontrolliertes Ausströmen von Betriebs- und Kalibriergas muss unterbunden sein; Geräteparameter müssen gegen Verlust durch Pufferung geschützt sein; messbereiter Zustand bei Spannungswiederkehr muss gesichert sein und Messung muss fortgesetzt werden.	Alle Geräteparameter sind gegen Verlust durch Pufferung geschützt. Die Messeinrichtung befindet sich bei Spannungswiederkehr in störungsfreier Betriebsbereitschaft und führt selbstständig den Messbetrieb nach Erreichen der nächsten vollen Stunde wieder fort.	ja	97

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	ein- gehal- ten	Seite
5.2.16 Gerätefunktionen	Müssen durch telemetrisch übermittelbare Statussignale überwachbar sein.	Die Messeinrichtungen können über ein Modem von einem externen Rechner aus umfassend überwacht und gesteuert werden.	ja	98
5.2.17 Umschaltung	Messen/Funktionskontrolle und/oder Kalibrierung muss telemetrisch und manuell auslösbar sein.	Grundsätzlich können alle notwendigen Arbeiten zur Funktionskontrolle und Kalibrierung direkt am Gerät oder aber per telemetrischer Fernbedienung überwacht werden .	ja	99
5.2.18 Verfügbarkeit	Mindestens 90 %.	Die Verfügbarkeit betrug für SN 17010 97,9 % und für SN 17011 99,0 % ohne prüfungsbedingte Ausfälle bzw. 94,6 % für SN 17010 sowie 95,7 % für SN 17011 inkl. prüfungsbedingter Ausfälle.	ja	101
5.2.19 Konverterwirkungsgrad	Mindestens 95 %.	Nicht zutreffend.	entfällt	102
5.2.20 Wartungsintervall	Möglichst 28 Tage, mindestens 14 Tage.	Das Wartungsintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt und beträgt 1 Monat.	ja	103
5.2.21 Gesamtunsicherheit	Einhaltung der Anforderungen an die Datenqualität [G10 bis G12].	Die Gesamtunsicherheiten ergaben sich zu 14,64 % bzw. 15,29 % für U(c) und 10,05 % bzw. 12,35 % für U(C).	ja	104
5.3 Anforderungen an Messeinrichtungen für partikelförmige Luftverunreinigungen				
5.3.1 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems	Zum Referenzverfahren nach DIN EN 12 341 [T2] ist nachzuweisen.	Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.	-	107
5.3.2 Vergleichbarkeit der Probenahmesysteme	Ist im Feldtest nach DIN EN 12 341 [T2] für zwei baugleiche Probenahmesysteme nachzuweisen.	Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.	-	108
5.3.3 Kalibrierung	Durch Vergleichsmessung im Feldtest mit Referenzverfahren nach DIN EN 14907; Zusammenhang zwischen Messsignal und gravimetrischer Referenzkonzentration als stetige Funktion ermitteln.	Siehe Modul 5.2.3.	-	109
5.3.4 Querempfindlichkeit	Maximal 10 % von B ₁ .	Es konnte kein Störeinfluss > 1,2 µg/m ³ Abweichung vom Sollwert durch die im Messgut enthaltene Luftfeuchte auf das Messsignal festgestellt werden. Während des Feldtestes konnte bei wechselnden relativen Luftfeuchten kein negativer Einfluss auf die Messwerte beobachtet werden.	ja	111

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	ein- gehal- ten	Seite
5.3.5 Tagesmittelwerte	24 h-Mittelwerte müssen möglich sein; Zeit für den Filterwechsel maximal 1 % der Mittelungszeit.	Mit der beschriebenen Gerätekonfiguration und einem Messzyklus von 60 min ist die Bildung von validen Tagesmittelwerten auf Basis der 24 Einzelmessungen möglich.	ja	113
5.3.6 Konstanz des Probenahmevolumenstroms	$\pm 3 \%$ vom Sollwert während der Probenahmedauer; Momentanwerte $\pm 5 \%$ vom Sollwert während der Probenahmedauer.	Alle ermittelten Tagesmittelwerte weichen weniger als $\pm 3 \%$, alle Momentanwerte weniger als $\pm 5 \%$ vom Sollwert ab.	ja	115
5.3.7 Dichtheit des Probenahmesystems	Undichtigkeit maximal 1 % vom Probenahmevolumen.	Die maximal ermittelten Undichtigkeiten ergaben sich zu 1,8 % für Gerät 1 (SN 17010) sowie zu max. 2,4 % für Gerät 2 (SN 17011). In der Mindestanforderung darf die Undichtigkeit nicht mehr als 1 % vom durchgesaugten Probevolumen betragen.	nein	119
5.4 Anforderungen an Mehrkomponentenmesseinrichtungen	Müssen für jede Einzelkomponente im Simultanbetrieb aller Messkanäle erfüllt sein; im Sequenzbetrieb muss die Bildung von Stundenmittelwerten gesichert sein.	Nicht zutreffend.	-	120

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	ein- gehal- ten	Seite
Weitere Prüfkriterien nach Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“				
Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen abs [9.5.2.1]	Ist im Feldtest gemäß Punkt 9.5.2.1 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ für zwei baugleiche Systeme zu ermitteln.	Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen abs liegt mit maximal 1,57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ unterhalb des geforderten Wertes von 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	ja	122
Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6]	Ermittlung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge gemäß den Punkten 9.5.2.2ff des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“.	Die ermittelten Unsicherheiten WCM liegen ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit W_{d,q_0} von 25 % für Feinstaub.	ja	129
Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen [9.7]	Ist die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge größer als die in den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] festgelegte erweiterte relative Unsicherheit, ist eine Anwendung von Korrekturfaktoren zulässig. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen gemäß den Punkten 9.5.2.2ff. des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ erfüllen.	Die Prüflinge erfüllen während der Prüfung die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen schon ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren.	ja	142

2 Aufgabenstellung

2.1 Art der Prüfung

Im Auftrag der Met One Instruments, Inc. wurde von der TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH eine Eignungsprüfung für die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM2,5 Vorabscheider vorgenommen. Die Prüfung erfolgte als vollständige Eignungsprüfung.

2.2 Zielsetzung

Die Messeinrichtung soll den Gehalt an PM2,5 Feinstaub in der Umgebungsluft im Konzentrationsbereich 0 bis 1000 µg/m³ bestimmen.

Die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM10 Vorabscheider ist schon eignungsgeprüft und im Bundesanzeiger bekannt gegeben.

Eignungsbekanntgabe: BAnz.: 12.04.2007 Nr. 75, S. 4139, auf Basis
TÜV-Bericht Nr. 936/21205333/A vom 06.12.2006

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

Die Prüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Richtlinien:

- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, Juni 2002 [1]
- VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, August 2004 [2]
- Europäische Norm EN 14907, „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM2,5-Massenfraktion des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 14907: 2005 [3]
- Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung von Juli 2009 [4]

3 Beschreibung der geprüften Messeinrichtung

3.1 Messprinzip

Die Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 basiert auf dem Messprinzip der Beta-Abschwächung.

Das Prinzip der radiometrischen Massenbestimmung basiert auf dem physikalischen Gesetz der Abschwächung von Beta-Strahlen beim Durchgang durch eine dünne Schicht an Material. Es gilt folgende Beziehung:

$$c \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \right) = \frac{10^6 A (\text{cm}^2)}{Q \left(\frac{\text{l}}{\text{min}} \right) \Delta t (\text{min}) \mu \left(\frac{\text{cm}^2}{\text{g}} \right)} \ln \left(\frac{I_0}{I} \right)$$

Hierin sind:

C	Partikel-Massenkonzentration	A	Sammelfläche für Partikel (Filterfleck)
Q	Probenahmedurchflussrate	Δt	Probenahmezeit
μ	Massenabsorptionskoeffizient	I_0	Betazählrate am Anfang (Tara)
I	Betazählrate am Ende		

Die radiometrische Massenbestimmung wird im Werk kalibriert und im laufenden Betrieb im Rahmen der geräteinternen Qualitätssicherung stündlich an Nullpunkt (unbelegter Filterfleck) und Referenzpunkt (eingebaute Referenzfolie) überprüft. Aus den erzeugten Daten lassen sich auf einfachem Wege Messwerte an Null- und Referenzpunkt herleiten. Diese können mit den Stabilitätsanforderungen (Drift) bzw. mit dem Sollwert für die Referenz (Werkseinstellung) verglichen werden.



3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung

Die Partikelprobe passiert mit einer Durchflussrate von 1 m³/h den PM_{2,5} Vorabscheider, bestehend aus PM₁₀-Probenahmekopf und PM_{2,5} Sharp Cut Cyclone SCC, und gelangt über das Probenahmerohr zum eigentlichen Messgerät BAM-1020.

Im Rahmen der Eignungsprüfung wurde die Messeinrichtung mit der Probenahmeheizung BX-830 (Smart Inlet Heater) betrieben.

Die Steuerung der Heizung kann über zwei Regelgrößen bzw. deren Kombination erfolgen:

1. Die relative Feuchte RH am Filterband (Werkseinstellung: 45 %)
2. Die Temperaturdifferenz Delta-T zwischen Umgebungstemperatur und Temperatur am Filterband (Werkeinstellung: 5 °C)

Sobald die relative Feuchte RH 1 % unter dem Sollwert liegt oder der kritische Delta-T-Wert erreicht bzw. überschritten ist, wird die Heizung ausgeschaltet. Dabei ist das Delta-T-Kriterium das schärfere Kriterium, d.h. sollte die relative Feuchte RH über dem Sollwert liegen aber der Delta-T-Wert größer oder gleich dem kritischen Wert sein, wird die Heizung ausgeschaltet.

Im Rahmen der Eignungsprüfung waren die Prüflinge in einem klimatisierten Messcontainer installiert. Eine Regelung der Heizung über das Delta-T-Kriterium ist in dieser Konfiguration wenig sinnvoll. Aus diesem Grunde wurde die Heizung während der kompletten Prüfung ausschließlich über den Parameter Feuchte RH geregelt.

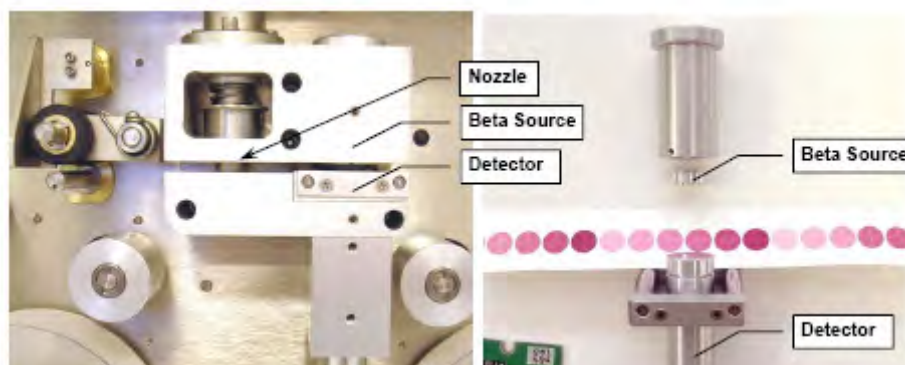
Die Partikel erreichen das Messgerät und werden auf dem Glasfilterband der radiometrischen Messung abgeschieden.

Ein Messzyklus (inkl. automatischer Überprüfung der radiometrischen Messung) läuft dabei folgendermaßen ab (Einstellung für PM_{2,5}: Messzeit für Radiometrie 8 min):

1. Die Anfangs- oder Leermessung auf dem sauberen Filterband I_0 findet am Anfang des Zyklus statt. Sie dauert 8 min.
2. Das Filterband wird über eine Strecke von 4 Bestäubungsflecken vorwärts transportiert und unter die Probenahmestelle geschoben. Die Probenahme erfolgt auf dem Filterfleck, auf dem I_0 vorher bestimmt wurde. Durch diesen Filterfleck wird nun für eine Probenahmedauer von 42 min die Partikel beladene Luft gesaugt.
3. Gleichzeitig wird 4 Bestäubungsflächen zurück auf dem Filterband eine radiometrischen Messung I_1 für die Dauer von 8 Minuten vorgenommen. Die Messung erfolgt zur Verifizierung etwaiger Drifteffekte durch sich ändernde äußere Einflüsse wie Temperatur und relative Feuchte. Eine dritte radiometrische Messung I_2 erfolgt an gleicher Stelle mit eingeschobener Referenzfolie. Acht Minuten vor Ende der Sammelzeit erfolgt an derselben Stelle des Filterbandes noch mal eine Messung auf dem Filterband I_{1x} , mit deren Hilfe aus I_1 und I_{1x} die Stabilität am Nullpunkt überwacht werden kann.

4. Das Filterband wird nach beendeter Probenahme um 4 Bestäubungsflächen zurück gefahren und der belegte Filterfleck wird radiometrisch vermessen (I_3). Die Berechnung der Konzentration bildet den Abschluss des Messzyklus.
5. Der nächste Zyklus beginnt mit Schritt 1

Abbildung 1 zeigt eine Übersicht über den Probenahme- und Messteil des BAM-1020.



Legende: Nozzle = Bestäubungskammer Beta Source = Beta-Quelle
Detector = Detektor

Abbildung 1: BAM-1020 – Übersicht Probenahme- und Messteil

Im Rahmen der Eignungsprüfung war eine Zykluszeit von 60 min eingestellt mit einem Zeitbedarf für die radiometrische Messung von 8 min.

Die Zykluszeit setzt sich daher zusammen aus 2 x 8 min für die radiometrische Messung (I_0 & I_3) sowie ca. 1-2 min für Filterbandbewegungen. Damit liegt die effektive Probenahmezeit bei 42 min.

3.3 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung

Das Schwebstaubimmissionsmessgerät BAM-1020 basiert auf dem Messprinzip der Beta-Abschwächung.

Die geprüfte Messeinrichtung besteht aus dem PM₁₀-Probenahmekopf BX-802, dem PM_{2,5} Sharp Cut Cyclone SCC BX-807, dem Probenahmerohr, der Probenahmeheizung BX-830, dem kombinierten Druck- und Temperatursensor BX-596 (inkl. Strahlungsschutzschild, alternativ aus dem Umgebungstemperatursensor BX-592), der Vakuumpumpe BX-127, dem Messgerät BAM-1020 (inkl. Glasfaserfilterband), den jeweils zugehörigen Anschlussleitungen und -kabeln sowie Adaptern, der Dachdurchführung inkl. Flansch sowie dem Handbuch in deutscher Sprache.

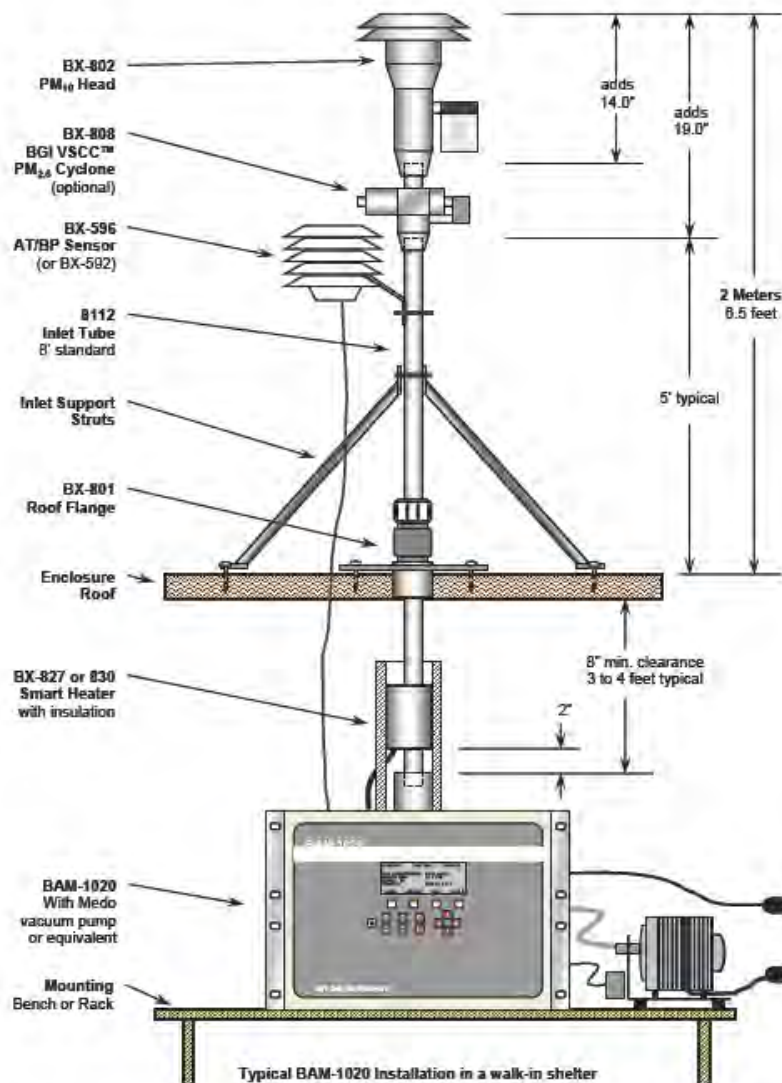


Abbildung 2: Überblick Gesamtsystem BAM-1020 (hier anstelle von PM_{2,5} SCC BX-807 mit PM_{2,5} VSCC BX-808 dargestellt (Konfiguration für US-EPA Zulassung))

Das Messgerät BAM-1020 bietet insgesamt die Möglichkeit, bis zu 6 verschiedene Sensoren an die vorhandenen Analogeingänge anzuschließen. Beispielsweise ist neben dem kombinierten Druck- und Temperatursensor BX-596 (inkl. Strahlungsschutzschild) bzw. dem Umgebungstemperatursensor BX-592 auch ein Anschluss des zusätzlichen Luftdrucksensor BX-594 sowie ein Anschluss von Sensoren für die Windrichtung (BX-590), für die Windgeschwindigkeit (BX-591), für die Luftfeuchte (BX-593) sowie für die Sonneneinstrahlung (BX-595) denkbar.

Als Probenahmekopf steht ein US-PM10 Probeneinlass (Typ: BX-802, in Eignungsprüfung eingesetzt) zur Verfügung. Der Probenahmekopf fungiert als Vorabscheider für den aus der Außenluft angesaugten Schwebstaub in der Fraktion PM10. Unmittelbar hinter dem PM10 Probeneinlass wird zur Abscheidung der Partikel im Bereich 2,5 µm bis 10 µm der Sharp Cut Cyclone SCC (BX-807) eingesetzt. Dabei werden die Geräte mit einem konstanten, geregelten Volumenstrom von 16,67 l/min = 1,0 m³/h betrieben.

Alternativ ist auch ein Einsatz von TSP-Probeneinlässen oder PM10 Probeneinlass ohne SCC möglich.



Abbildung 3: amerikanischer PM10-Probenahmekopf BX-802 für BAM-1020



Abbildung 4: Sharp Cut Cyclone SCC BX-807 für BAM-1020



Abbildung 5: Probenahmekopf BX-802 + SCC BX-807

Das Probenahmerohr bildet die Verbindung zwischen dem Probenahmekopf und dem eigentlichen Messgerät. Die Länge des Probenahmerohres betrug in der Prüfung 1,65 m, abweichende Längen können je nach örtlicher Gegebenheit angefertigt werden.

Die Probenahmeheizung BX-830 wird am unteren Ende des Probenahmerohres (ca. 50 mm über dem Geräteeingang des BAM-1020) montiert. Die Regelung des Heizsystems erfolgt wie unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung beschrieben.



Abbildung 6: Probenahmeheizung BX-830

Die Vakuumpumpe BX-127 ist am Ende des Probenweges über einen Schlauch mit dem eigentlichen Messgerät verbunden. Die Steuerung und Regelung der Pumpe erfolgt dabei vom Messgerät auf Betriebsvolumen in Bezug auf die Umgebungsbedingungen (Betriebsart ACTUAL).

Das eigentliche Messgerät BAM-1020 enthält, neben dem radiometrischen Messteil, das Glasfilterband inkl. Transportsystem, große Teile des pneumatischen Systems (Durchflussmessung über Massenflusssensor), die Regelung der Probenahmeheizung sowie alle notwendigen elektronischen Einrichtungen und Mikroprozessoren zur Steuerung und Kontrolle des Messeinrichtung sowie zur Kommunikation mit dem System.



Abbildung 7: Messgerät BAM-1020



*Abbildung 8: Messgeräte BAM-1020 in Messstation
(2 Prüflinge aus Eignungsprüfung + 1 Prüfling zu Versuchszwecken (Heizungs-
konfiguration))*

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5} Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5}, Berichts-Nr.: 936/21209919/A

Seite 33 von 285



Abbildung 9: Vakuumpumpe BX-127



Abbildung 10: Vorderansicht BAM-1020, Frontklappe geöffnet

Die Bedienung des Messgerätes erfolgt über eine Folientastatur in Kombination mit einem Display an der Frontseite des Gerätes. Der Benutzer kann gespeicherte Daten abrufen, Parameter ändern sowie verschiedene Tests zur Kontrolle der Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung durchführen.

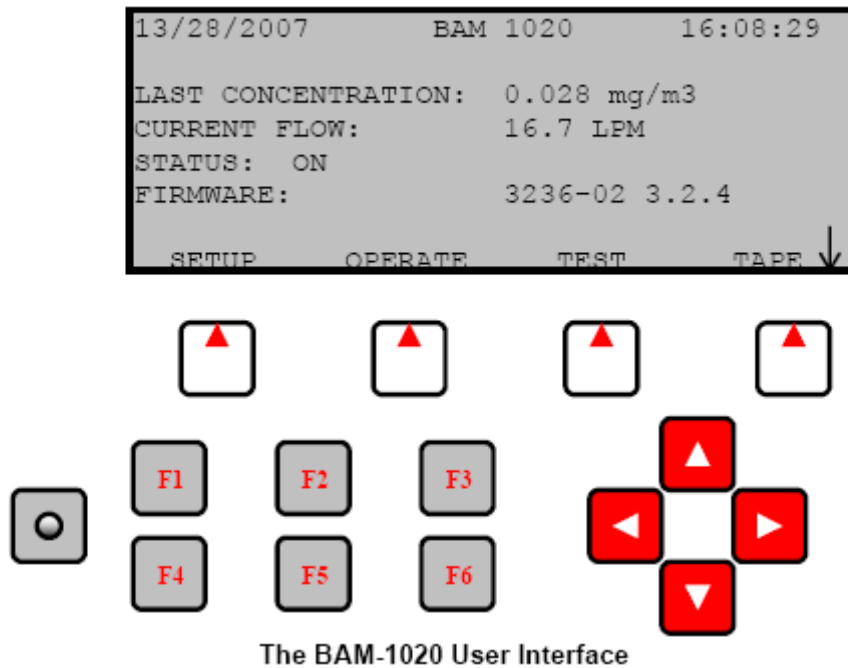


Abbildung 11: Darstellung Display + Folientastatur des BAM-1020

Auf der obersten Ebene liegt das Hauptfenster der Benutzeranzeige – hier sind die aktuelle Zeit, das aktuelle Datum, der letzte 1h-Konzentrationswert, der aktuelle Durchfluss, die Softwareversion sowie der Status des Gerätes angezeigt.

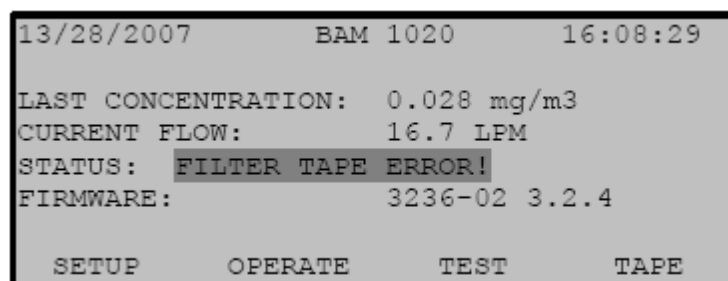
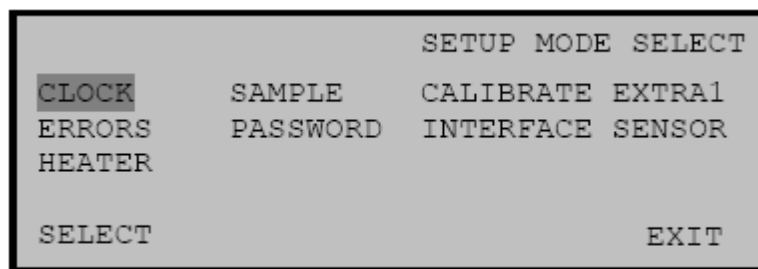


Abbildung 12: Hauptfenster der Benutzeranzeige

Über die Funktionstasten F1 bis F6 lassen sich auf der obersten Ebene verschiedene Funktionen leicht aufrufen. Hier kann z.B. auf aktuelle Informationen über die letzten Konzentrationswerte sowie Messwerte von anderen Sensoren (Umgebungstemperatur...), Fehlermeldungen sowie über gespeicherte Daten zu den Messungen der letzten 10 Tage auf dem Display zugegriffen werden.

Von der obersten Ebene kann darüber hinaus auf die folgenden Untermenüs per Softkey zugegriffen werden:

1. Menü „SETUP“ (Softkey „SETUP“ drücken): Im Menü „SETUP“ erfolgt die Konfiguration und Parametrierung der Messeinrichtung. Der Benutzer kann hier Einstellungen für Parameter wie z.B. Datum/Uhrzeit, Probenahmedauer, Messbereich, Durchflussrate, Ausgabe Messwert in Betriebs- oder Normbedingungen, Passwortänderung, Schnittstellen, externe Sensoren sowie für die Probenahmeheizung vornehmen.



The SETUP Menu

Abbildung 13: Menü „SETUP“

2. Menü „OPERATION“ (Softkey „OPERATION“ drücken): Im Menü „OPERATION“ können Informationen während des laufenden Betriebs der Messeinrichtung aufgerufen werden. Solange der Betriebsmodus auf „ON“ geschaltet ist, wird die Messeinrichtung kontinuierlich gemäß den Vorgaben in Betrieb sein. Ein Abbruch der laufenden Messung erfolgt entweder durch Umschalten des Betriebsmodus auf „OFF“, durch Aufrufen der Menüs „SETUP“, „TEST“ oder „TAPE“ im laufenden Betrieb oder im Falle einer schwerwiegenden Störung (z.B. Filterbandriss).

```
11/15/2006   OPERATE MODE   14:13:07

      ↑ = ON
      ↓ = OFF
Operation Mode: ON
      Status: ON

NORMAL      INST      AVERAGE      EXIT
```

The OPERATE Menu

Abbildung 14: Menü „OPERATION“

In den Untermenüs NORMAL, INST und AVERAGE lassen sich die aktuellen Messwerte des Systems in verschiedener Art und Weise darstellen. Die gebräuchlichste Art der Darstellung ist der „NORMAL“ Bildschirm. Hier kann sich der Benutzer die wichtigsten für den Betrieb relevanten Parameter anzeigen lassen.

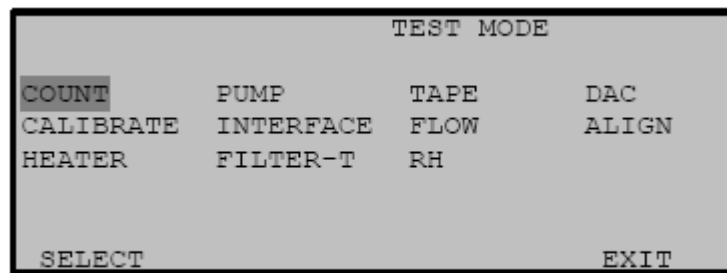
```
11/15/2006   Normal Mode   11:27:54

                                Flow(STD): 16.7 LPM
                                Flow(ACTUAL): 16.7 LPM
LAST C: 0.061 mg/m3             Press: 764 mmHg
LAST m: 0.806 mg/cm2           RH: 37 %
                                Heater: OFF
                                Delta-T: 4.2 C
STATUS: SAMPLING               EXIT
```

The NORMAL Menu

Abbildung 15: Bildschirmdarstellung „NORMAL“

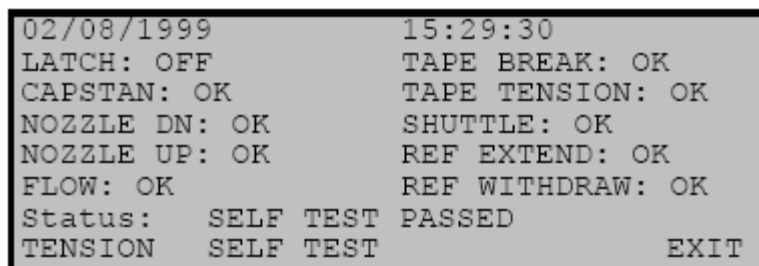
- Menü „TEST“ (Softkey „TEST“ drücken): Im Menü „TEST“ kann der Bediener verschiedene Hardware- und Komponententests durchführen, u.a. kann die radiometrische Messung (Referenzfolientest) oder die Durchflussrate überprüft oder eine Kalibrierung der Temperatur-, Drucksensoren sowie der Durchflussrate vorgenommen werden.



The TEST Menu

Abbildung 16: Menü „TEST“

- Menü „TAPE“ (Softkey „TAPE“ drücken): Im Menü „TAPE“ kann zu jedem Zeitpunkt (=Abbruch der laufenden Messung) ein umfangreicher Selbsttest der Messeinrichtung gestartet werden. In diesem Selbsttest, der in etwa 4 Minuten in Anspruch nimmt, werden verschiedene mechanische Bauteile (z.B. des Filtertransportsystems) auf Funktionstüchtigkeit, die Durchflussrate sowie der Zustand des Filterbandes (Spannung, Filterbandriss) geprüft. Im Falle von unregelmäßigen oder unzulässigen Abweichungen erscheint die Fehlermeldung „FAIL“ und eine gezielte Suche nach dem Problem kann erfolgen. Verläuft der Selbsttest ohne Probleme, erscheint der Status „SELFTEST PASSED“ und der Messbetrieb kann aufgenommen werden. Die Durchführung dieses Tests empfiehlt sich grundsätzlich nach jedem Neubeginn einer Messung nach Abbruch, in jedem Fall aber nach einem Filterbandwechsel.



Self-Test Status Screen

Abbildung 17: Menü „TAPE/SELF TEST“

Neben der direkten Kommunikation via Bedientasten/Display bestehen umfangreiche Möglichkeiten, über verschiedene Analogausgänge, Relais (Status und Alarmmeldungen) sowie über die RS232-Schnittstellen zu kommunizieren. Die RS232-Schnittstellen erlauben den Anschluss von Drucker, PC und Modem. Die Kommunikation mit dem Gerät kann z.B. über die Software Hyperterminal erfolgen.

Die serielle Schnittstelle #1 dient zum Datentransfer und zur Übermittlung des Gerätestatus. Diese Schnittstelle wird häufig mit Hilfe eines Modems zur Fernsteuerung benutzt.

Es steht folgendes Systemmenü zur Verfügung:

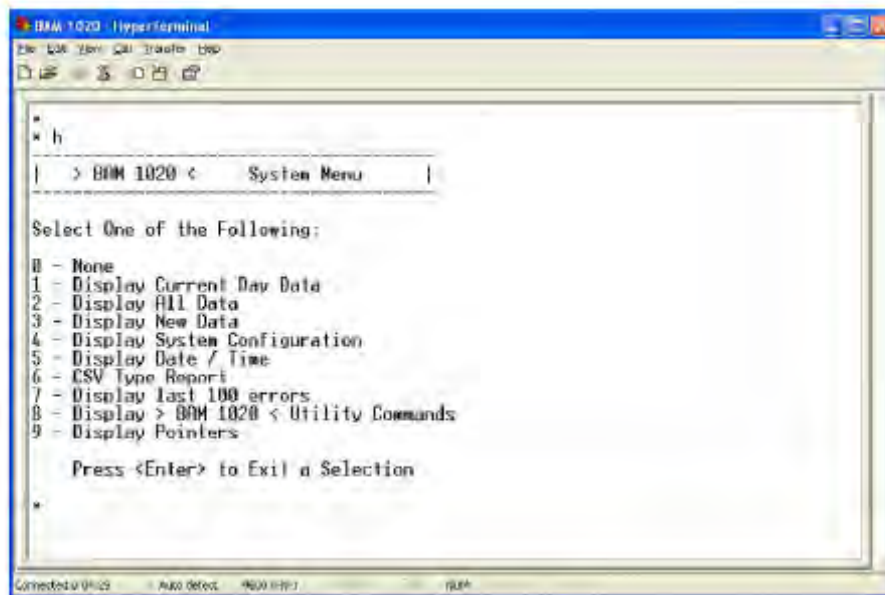


Abbildung 18: Kommunikation über serielle Schnittstelle #1 - Systemmenü

Die Messdaten wurden im Rahmen der Eignungsprüfung in der Regel einmal pro Woche ausgelesen und aufgezeichnet und eignen sich für eine spätere Datenverdichtung zu Tagesmittelwerten in einer externen Tabellenkalkulation. Nachfolgend erfolgt eine beispielhafte Darstellung der auf diesem Wege aufgezeichneten Daten.

Station	10																						
Time	Conc(ug/m3)	Qtot(m3)	BP(mmHg)	WS(MPS)	WS(MPS)	RH(%)	Delta(C)	AT(C)	Stab(ug)	Ref(ug)	E	U	M	I	L	R	N	F	P	D	C	T	
2/9/2009 8:00	16	0.701	749.4	5.9	0.7	16	22.3	1.9	-0.8	827.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 9:00	18	0.701	749.7	5.9	0.7	17	21.8	2.5	-1.9	830.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 10:00	9	0.701	749.5	5.9	0.7	18	20.7	3	-3.5	830.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 11:00	9	0.701	749.8	5.9	0.7	18	19.4	3.5	-2.9	828	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 12:00	8	0.701	749.9	5.9	0.7	19	17.7	4.5	-0.7	828.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 13:00	7	0.701	749.6	5.9	0.7	20	16.3	5.9	-1.2	828.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 14:00	11	0.7	749.5	5.9	0.7	20	16.1	6.3	-3	828.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 15:00	12	0.7	749.2	5.9	0.7	20	16.5	5.9	0	826.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 16:00	11	0.7	748.8	5.9	0.7	20	16.5	5.9	-3.8	824.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 17:00	13	0.701	748.1	5.8	0.7	20	17.1	4.9	1.9	829.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 18:00	15	0.701	747.3	5.8	0.7	21	17.3	4.2	-0.2	828	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 19:00	20	0.701	746.8	5.8	0.7	22	17	3.9	0.7	831.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 20:00	18	0.7	745.9	5.8	0.7	24	17.1	3.1	-3.2	827.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 21:00	17	0.701	744.2	5.7	0.7	25	17	2.5	-0.4	828.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Conc(µg/m³): Staubkonzentrationsmesswert in µg/m³, Umgebungsbedingungen
- Qtot(m³): Durchgesetztes Volumen in m³ (hier bei 42 min Probenahmezeit)
- BP(mm-Hg): Luftdruck in mm-Hg
- WS (MPS): Windgeschwindigkeit, in diesem Fall nicht belegt
- RH(%): relative Feuchte unter dem Filterband in % - zur Heizungsregelung
- Delta(C): Differenz Außentemperatur – Temperatur am Filterband – zur Heizungsregelung, in diesem Fall deaktiviert
- AT(C): Umgebungstemperatur in °C
- Stab(µg): Ergebnis der internen Nullmessung in µg aus I₁ und I_{1x} (siehe Kapitel 3.2 dieses Berichtes)
- Ref(µg): Ergebnis der internen Referenzfolienmessung in µg/cm² aus I₂ (siehe Kapitel 3.2 dieses Berichtes)
- E, U, M, I, L, R,
- N, F, P, D, C, T: Statusmeldungen (Relais), siehe Handbuch Kapitel 6.5

Über das Systemmenü (Punkt 4 – Display System Configuration) lässt sich außerdem zu Informations- und Diagnosezwecken die aktuelle Parametrierung des BAM-1020 darstellen und ausdrucken (siehe Abbildung 19):

BAM 1020 Settings Report
2/18/2009 9:40

```

Station ID          10

Firmware           3236-07 5.0.1

  K                0.933
  BKGD             -0.0014
  usw              0.3
  ABS              0.828
  Range            1
  Offset           -0.015
  Clamp            -0.015
Conc Units          ug/m3
Conc Type          ACTUAL
Count Time         8

  Cv               1.01
  Qo               0
Flow Type          ACTUAL
Flow Setpt        16.7
Std Temp          25
High Flow Alarm   20
Low Flow Alarm    10

Heat Mode          AUTO
Heat OFF (%)       6
  RH Ctrl          YES
  RH SetPt         45
  RH Log           YES
  DT Ctrl          NO
  DT SetPt         99
  DT Log           YES

BAM Sample         42
MET Sample         60
Cycle Mode         STANDARD
Fault Polarity     NORM
Reset Polarity     NORM
Maintenance        OFF

EUMILRNFPDCT
0

  AP               150
  Baud Rate        9600
Printer Report     2
  e3               0
  e4               15

Channel            1          2          3          4          5          6
Sensor ID          255        2          255        255        255        35
Channel ID         255        254        255        255        255        254
Name
Units              BP          WS          WS          RH          Delta      AT
                  mmH         MPS         MPS         %           C           C
Prec              1          1          1          0           1           1
FS Volts           2.5        1          1          0.5         2.5         2.5
Mult               300        44.7       44.7       32          -147.1      95
Offset             525        0          0          -26         95.8       -40
Vect/Scalar        S          S          S          S           S           S
Inv Slope          N          N          N          N           N           N

Calibration        Offset      Slope
Flow               0.089     0.973
AT                 0
BP                 0
RH                 -0.213
FT                 0
  
```

Abbildung 19: Typischer Ausdruck eines Parametersatzes BAM-1020

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5} Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5}, Berichts-Nr.: 936/21209919/A

Seite 41 von 285

Die serielle Schnittstelle #2 dient lediglich als Druckausgang und kann an einen Drucker oder PC angeschlossen werden. Hier können z.B. aktuelle Informationen zum Messbetrieb kontinuierlich aufgezeichnet werden.

Zur externen Nullpunktsüberprüfung der Messeinrichtung und zur Bestimmung des Backgroundwertes BKGD (Korrekturoffset für die Konzentrationswerte) gemäß Handbuch Kapitel 7.7, wird ein Nullfilter (BX-302 Zero Filter Calibration Kit) am Geräteinlass montiert. Der Einsatz dieses Filters ermöglicht die Bereitstellung von schwebstaubfreier Luft.



Abbildung 20: Nullfilter BX-302 im Feldeinsatz

Mittels des vorhandenen Absperrventils lässt sich zudem mit dem Nullfilter BX-302 auch eine Überprüfung der Dichtigkeit des Messsystems gemäß Handbuch Kapitel 5.3 durchführen

Für die Überprüfung der Durchflussrate am Inlet gemäß Kapitel 5.6 des Handbuchs steht ein Adapter BX-305 (Flow Inlet Adapter Kit) zur Verfügung. Da dieses bis auf den eigentlichen HEPA-Filter baulich dem Nullfilter Kit BX-302 entspricht, kann auch hier mittels des vorhandenen Absperrventils eine Überprüfung der Dichtigkeit des Messsystems gemäß Handbuch Kapitel 5.3 durchgeführt werden.

Tabelle 2 enthält eine Auflistung wichtiger gerätetechnischer Kenndaten des Schwebstaubimmissionsmessgerätes BAM-1020.

Tabelle 2: Gerätetechnische Daten BAM-1020 (Herstellerangaben)

Abmessungen / Gewicht	BAM-1020	
Messgerät	310 x 430 x 400 mm / 24,5 kg (ohne Pumpe)	
Probenahmerohr	1,65 m (andere Längen lieferbar)	
Probenahmekopf	BX-802 (US)	
Energieversorgung	100/115/230 V, 50/60 Hz	
Leistungsaufnahme	75 W, Zentraleinheit	
Umgebungsbedingungen		
Temperatur	-30 - +60 °C (Herstellerangabe) +5 - +40 °C in Eignungsprüfung	
Feuchte	nicht kondensierend	
Probenflussrate	16,67 l/min = 1 m³/h	
Radiometrie	Strahler	¹⁴ C, <2,2 MBq (< 60 µCi)
	Detektor	Szintillationszähler
	Überprüfung	Stündliche, interne Null- und Referenzpunktüberprüfung (Referenzfolie), Abweichungen vom Soll werden aufgezeichnet
Parameter Filterwechsel		
Messzyklus (Zykluszeit)	1 min – 200 min	Default: 60 min
Messzeit Radiometrie	einstellbar 4,6 oder 8 min	für PM2,5: 8 min
Probenahmezeit	je nach Messzeit Radiometrie 50, 46 oder 42 min:	für PM2,5: 42 min
Parameter Heizung Probenahme BX-830		
maximale Temperaturdifferenz Filterband-Außentemperatur	Default: 5°C	
Sollwert für relative Luftfeuchte am Filterband	Default: 45 %	
Speicherkapazität Daten (intern)	ca. 180 Tage bei 1h-Messwerten	
Analogausgang	0 – 1 (10) V oder 0 – 16 mA / 4 – 20 mA – parametrierbar auf 0-0.100, 0.200, 0.250, 0.500, 1.000, 2.000, 5.000 oder 10.000 mg/m³	
Digitalausgang	2 x RS 232 – Schnittstelle zur Datenübertragung und Fernsteuerung	
Statussignale / Fehlermeldungen	vorhanden, Übersicht siehe Kapitel 8 Bedienungshandbuch	

4 Prüfprogramm

4.1 Allgemeines

Die Eignungsprüfung erfolgte an zwei identischen Geräten mit den Seriennummern SN 17010 und SN 17011.

Die Prüfung wurde mit der Softwareversion 3236-07 5.01 durchgeführt (Stand Juli 2008).

Während der Prüfung wurde die Software beständig bis zur Version 3236-07 5.0.10 weiterentwickelt und optimiert. Dabei wurden die durchgeführten Änderungen bis zur Version 3236-07 5.0.5 schon per Mitteilung dem zuständigen Arbeitskreis „Prüfberichte“ vorgestellt und positiv bewertet. Die zusätzlichen Änderungen von Version 3236-07 5.0.5 bis zur Version 3236-07 5.0.10 zeigt Abbildung 64 auf Seite 181 im Anhang.

Es ist durch die durchgeführten Änderungen bis zur Version 3236-07 5.0.10 kein Einfluss auf die Geräteperformance zu erwarten.

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

Alle ermittelten Konzentrationen werden in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Betriebsbedingungen) angegeben.

Im Zeitraum der Prüfungen wurden keine baulichen Veränderungen an den Testgeräten vorgenommen.

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

4.2 Laborprüfung

Die Laborprüfung wurde mit zwei identischen Geräten des Typs BAM-1020 mit den Seriennummern SN 17010 und SN 17011 durchgeführt. Nach den Richtlinien [1, 2, 3] ergab sich folgendes Versuchsprogramm im Labor:

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

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

- Klimakammer (Temperaturbereich von -20 °C bis $+50\text{ °C}$, Genauigkeit besser als 1 °C)
- Trennstelltrafo
- Nullfilter-Kit BX-302 zur externen Nullpunktsüberprüfung
- Referenzfolie (fest in den Geräten eingebaut)

Die Aufzeichnung der Messwerte erfolgte geräteintern. Die gespeicherten Messwerte wurden via Hyperterminal mit Hilfe eines Notebooks ausgelesen.

Die Ergebnisse der Laborprüfungen sind unter Punkt 6 zusammengestellt.



4.3 Feldtest

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

Gerät 1: SN 17010

Gerät 2: SN 17011

Es ergab sich folgendes Prüfprogramm im Feldtest:

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

Für den Feldtest wurden folgende Geräte eingesetzt:

- Messcontainer des UK-Partners, klimatisiert auf ca. 20 °C
- Wetterstation (WS 500 der Fa. ELV Elektronik AG) zur Erfassung meteorologischer Kenngrößen wie Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung sowie der Regenmenge
- 2 Referenzmessgeräte LVS3 für PM_{2.5} gemäß Punkt 5
- 1 Gasuhr, trockene Bauart
- 1 Massendurchflussmesser Model 4043 (Hersteller: TSI)
- Messgerät zur Erfassung der Leistungsaufnahme Metrater 5 (Hersteller: Fa. Gosson Metrawatt)
- Nullfilter-Kit BX-302 zur Erzeugung schwebstaubfreier Luft
- Referenzfolie (fest in den Geräten eingebaut)

Im Feldtest liefen jeweils für 24 h zeitgleich zwei BAM-1020 – Systeme und zwei Referenzgeräte. Das Referenzgerät arbeitet diskontinuierlich, d. h. nach erfolgten Probenahmen muss das Filter manuell gewechselt werden.

Die Impaktionsplatten der PM2,5 Probenahmeköpfe der Referenzgeräte wurden in der Prüfung ca. alle 2 Wochen gereinigt und mit Silikonfett eingefettet, um eine sichere Trennung und Abscheidung der Partikel zu gewährleisten. Die PM10 Probenahmeköpfe BX-802 und die PM2,5 Zyklone BX-807 der Prüflinge wurden ca. alle 4 Wochen gereinigt. Der Probenahmekopf muss prinzipiell nach den Anweisungen des Herstellers gesäubert werden, wobei die örtlichen Schwebstaubkonzentrationen in Betracht zu ziehen sind.

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

Messstandorte und Messgerätstandorte

Die Messgeräte wurden im Feldtest so installiert, dass nur die Probenahmeköpfe außerhalb des Messcontainers über dessen Dach eingerichtet sind. Die Zentraleinheiten der beiden Testgeräte waren im Innern des klimatisierten Messcontainers untergebracht. Die Verbindung der Zentraleinheiten mit den Probenahmeköpfen geschah bei den BAM-1020-Systemen über das Probenahmerohr. Die Referenzsysteme (LVS3) wurden komplett im Freien auf dem Dach installiert.

Der Feldtest wurde an folgenden Messstandorten durchgeführt:

Tabelle 3: Feldteststandorte

Nr.	Messstandort	Zeitraum	Charakterisierung
1	Teddington (UK), Sommer	07/2008 – 11/2008	Städtischer Hintergrund
2	Köln, Parkplatzge- lände, Winter	12/2008 – 04/2009	Städtischer Hintergrund
3	Bornheim, Auto- bahnparkplatz, Sommer	08/2009 – 10/2009	Ländliche Struktur + Verkehrseinfluss
4	Teddington (UK), Winter	12/2009 – 02/2010	Städtischer Hintergrund

Abbildung 21 bis Abbildung 24 zeigen den Verlauf der PM-Konzentrationen an den Feldteststandorten, die mit den Referenzmesseinrichtungen aufgenommen wurden.

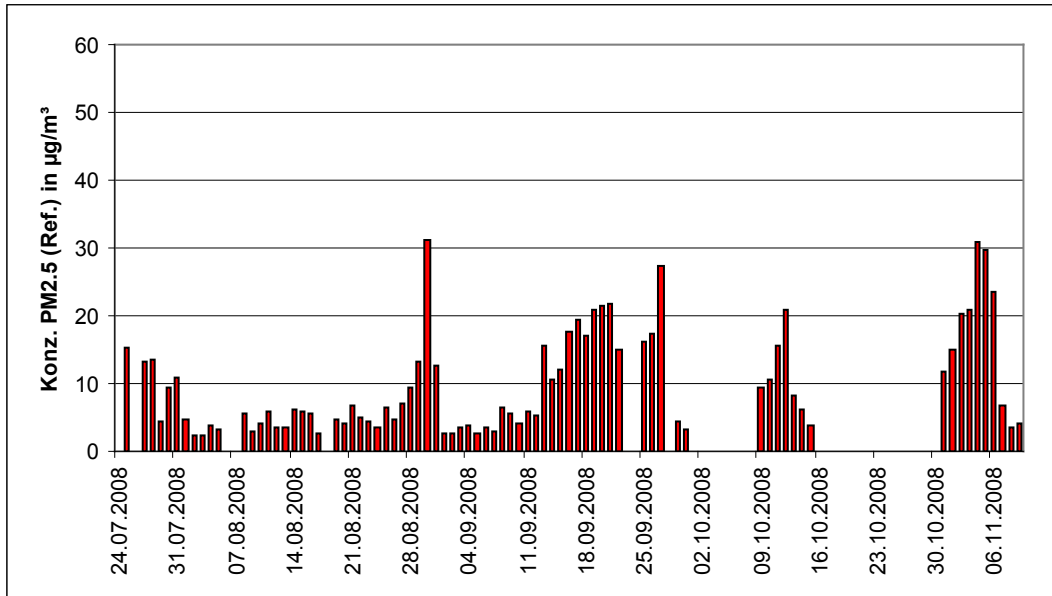


Abbildung 21: Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“

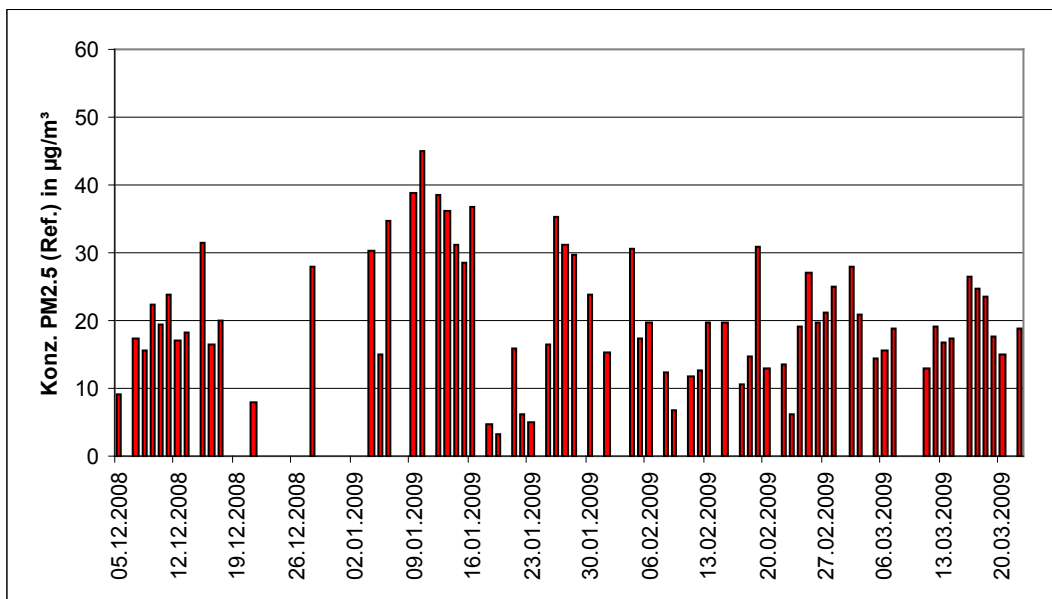


Abbildung 22: Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Parkplatzgelände, Winter“

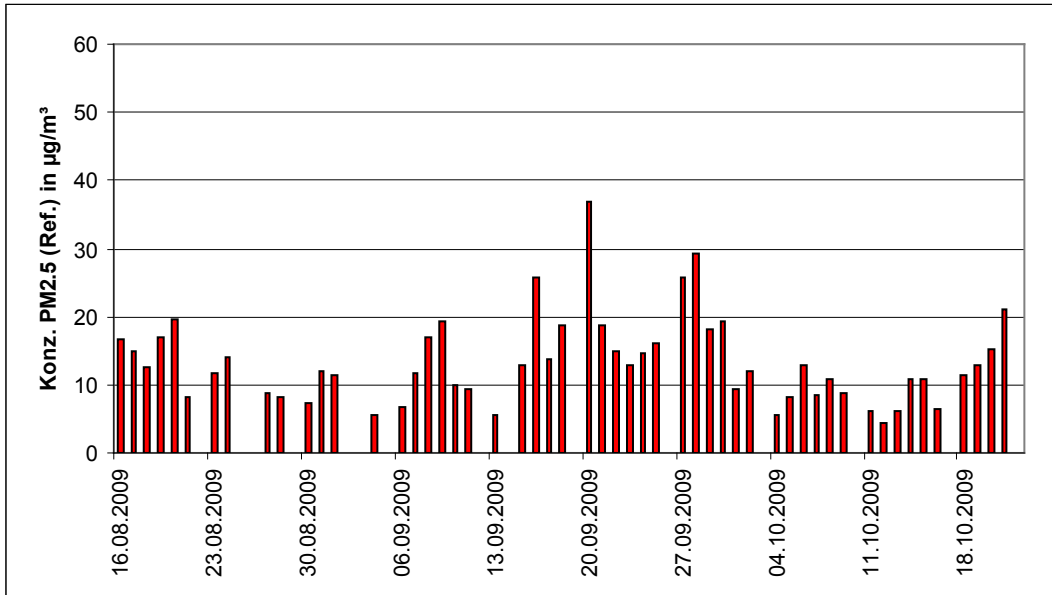


Abbildung 23: Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer“

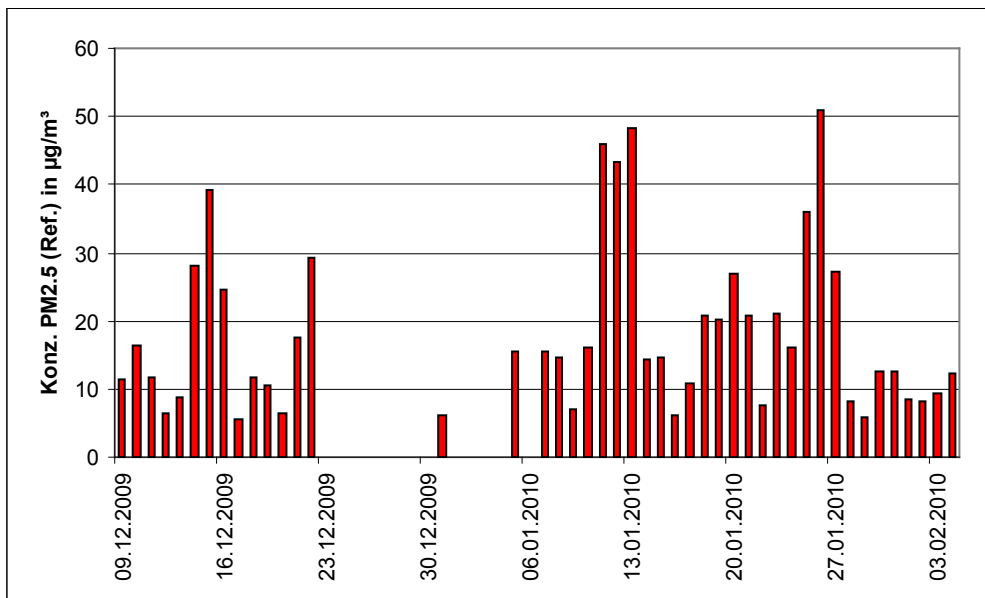


Abbildung 24: Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“

Die folgenden Abbildungen zeigen den Messcontainer an den Feldteststandorten Teddington, Köln (Parkplatzgelände) sowie Bornheim (Autobahnparkplatz).



Abbildung 25: Feldteststandort Teddington



Abbildung 26: Feldteststandort Köln, Parkplatzgelände



Abbildung 27: Feldteststandort Bornheim, Autobahnparkplatz

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

Der Aufbau des Containers selbst (nur Standorte in Köln) sowie die Anordnung der Probenahmesonden wurde durch die folgenden Abmessungen charakterisiert:

- | | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| • Höhe Containerdach: | 2,50 m |
| • Höhe der Probenahme für Test-/ | 1,13 m / 0,51 m über Containerdach |
| • Referenzgerät | 3,63 / 3,01 m über Grund |
| • 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. Am Standort Teddington waren meteorologische Daten erst ab dem 17.09.2008 verfügbar. Alle Einzelwerte sind in den Anhängen 4 und 5 zu finden.

Tabelle 4: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten, als Tagesmittelwerte

	Teddington (UK), Sommer*	Köln, Parkplatzgelände Winter	Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer	Teddington (UK), Winter
Anzahl Wertepaare Referenz	81	75	58	45
Anteil PM2,5 an PM10 [%]				
Bereich	22,3 – 83,2	42,4 – 92,9	40,3 – 81,8	41,6 – 90,6
Mittelwert	53,9	73,8	60,5	70,3
Lufttemperatur [°C]				
Bereich	4,2 – 15,4	-14 – 17,8	3,3 – 25,3	-3,7 – 9,8
Mittelwert	11,2	3,9	15,4	2,7
Luftdruck [hPa]				
Bereich	984 – 1016	971 – 1030	995 – 1022	984 – 1037
Mittelwert	1000	1008	1010	1008
Rel. Luftfeuchte [%]				
Bereich	64 – 95	48 – 85	44 – 82	77 – 98
Mittelwert	81,4	71,4	68,1	89,6
Windgeschwindigkeit [m/s]				
Bereich	0,0 – 1,8	0,0 – 6,9	0,0 – 4,4	0,0 – 2,4
Mittelwert	0,5	2,0	0,4	0,6
Niederschlagsmenge [mm]				
Bereich	nicht verfügbar	0,0 – 26,9	0,0 – 20,0	0,0 – 11,7
Mittelwert		2,5	1,9	1,8

* Wetterdaten erst ab 17.09.2008 verfügbar

Dauer der Probenahmen

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

Während im Feldtest immer eine Probenahmezeit von 24 h für alle Geräte eingestellt wurde (von 10:00 – 10:00 (Teddington und Köln) und von 7:00 – 7:00 (Bornheim)), wurde die Probenahmezeit bei einigen Untersuchungen im Labor reduziert, um eine größere Anzahl an Messwerten zu erhalten.

Handhabung der Daten

Die ermittelten Messwertpaare der Referenzwerte aus den Felduntersuchungen wurden vor den jeweiligen Auswertungen für jeden Standort einem statistischen Ausreißertest nach Grubbs (99 %) unterzogen, um Auswirkungen von offensichtlich unplausiblen Daten auf das Messergebnis vorzubeugen. Als signifikante Ausreißer erkannte Messwertpaare dürfen dabei solange aus dem Wertepool entfernt, bis der kritische Wert der Prüfgröße unterschritten wurde. Die Version des Leitfadens [4] vom Juli 2009 verlangt, dass nur 2,5 % der Datenpaare als Ausreißer ermittelt und entfernt werden dürfen.

Im Rahmen des „Combined MCERTS and TUV PM Equivalence Testing“ Programms, wurde mit den englischen Projektpartnern vereinbart, dass für die Prüflinge prinzipiell keine Messwerte verworfen werden, es sei denn, es liegen begründbare technische Ursachen für unplausible Werte vor. Es wurden in der gesamten Prüfung keine Messwerte der Prüflinge verworfen.

Tabelle 5 zeigt eine Übersicht über die für jeden Einzelstandort als signifikante Ausreißer erkannte und entfernte Anzahl an Messwertpaaren (Referenz).

Tabelle 5: Ergebnisse Grubbs-Ausreißertest – Referenz PM_{2,5}

Nummer	Standort	Sammler	Anzahl Datenpaare	Maximale Anzahl Werte, die gelöscht werden dürfen	Gefundene Anzahl	Gelöschte Anzahl	Anzahl der verbliebenen Datenpaare
A	Teddington (Sommer)	PM _{2,5} Leckel	83	2	2	2	81
B	Köln (Winter)	PM _{2,5} Leckel	77	2	3	2	75
C	Bornheim (Sommer)	PM _{2,5} Leckel	60	2	2	2	58
D	Teddington (Winter)	PM _{2,5} Leckel	46	1	2	1	45

Es wurden folgende Wertepaare entfernt:

Tabelle 6: Entfernte Wertepaare Referenz PM_{2,5} nach Grubbs

Standort	Datum	Referenz 1 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Referenz 2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Teddington, Sommer	24.07.2008	32,5	27,8
Teddington, Sommer	26.07.2008	16,1	13,8
Köln, Winter	20.01.2009	11,2	8,4
Köln, Winter	03.02.2009	34,0	37,4
Bornheim, Sommer	25.08.2009	13,8	20,3
Bornheim, Sommer	22.10.2009	27,0	24,3
Teddington, Winter	06.01.2010	13,5	16,0

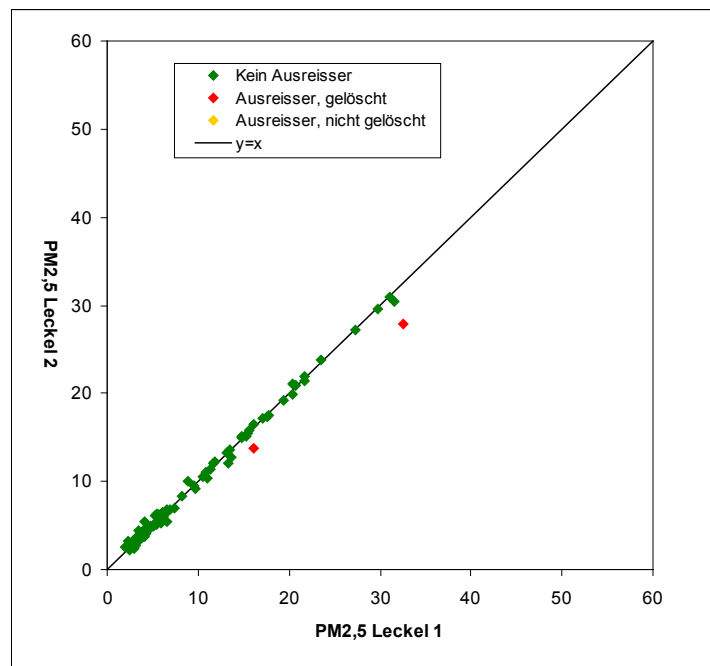


Abbildung 28: Grubbs Testergebnisse für das PM_{2,5} Referenzverfahren, Teddington (Sommer)

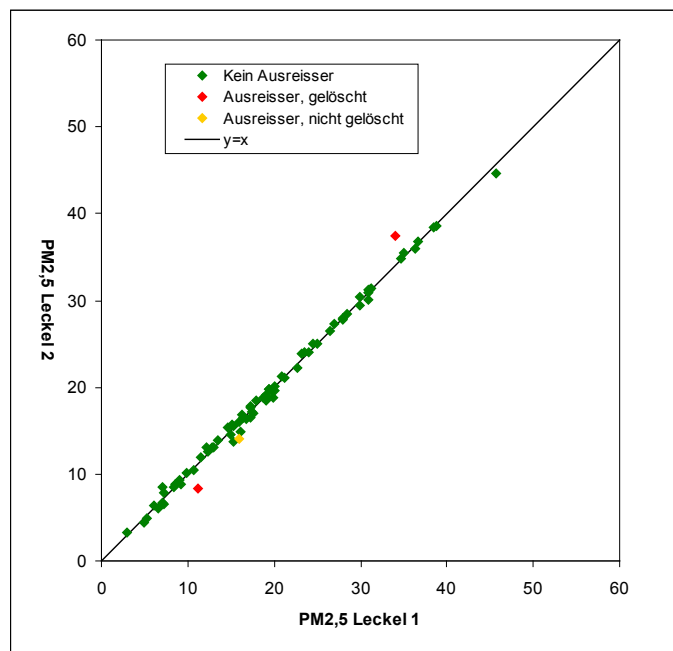


Abbildung 29: Grubbs Testergebnisse für das PM_{2,5} Referenzverfahren, Köln (Winter)

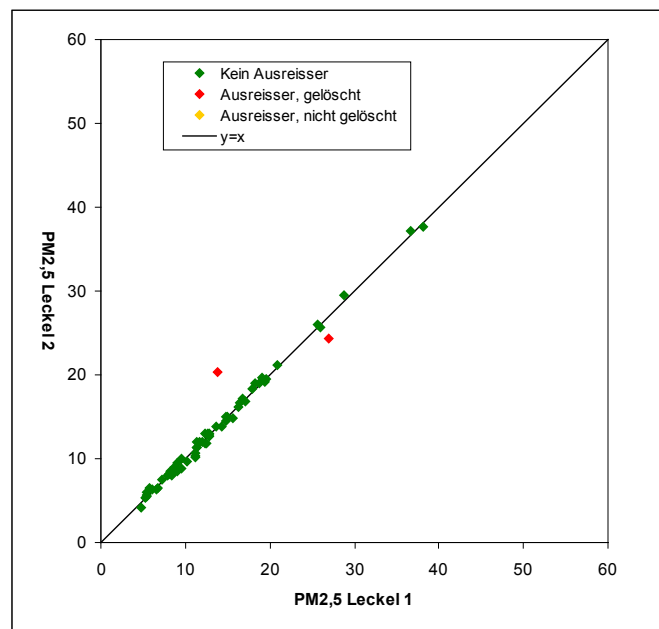


Abbildung 30: Grubbs Testergebnisse für das PM_{2,5} Referenzverfahren, Bornheim (Sommer)

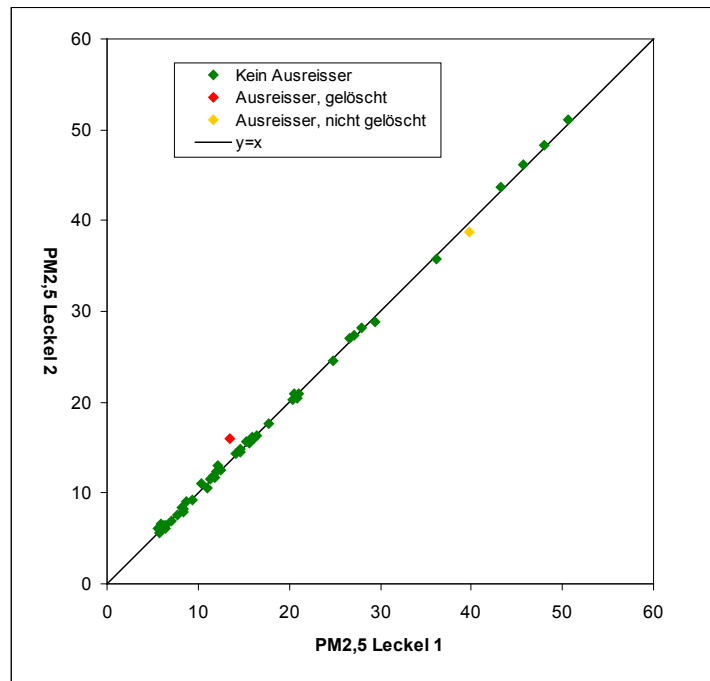


Abbildung 31: Grubbs Testergebnisse für das PM_{2,5} Referenzverfahren, Teddington (Winter)

Filterhandlung - Massenbestimmung

Folgende Filter wurden in der Eignungsprüfung verwendet:

Tabelle 7: Eingesetzte Filtermaterialien

Messgerät	Filtermaterial, Typ	Hersteller
Referenzgeräte LVS3	Emfab™, Ø 47 mm	Pall

Im Rahmen des Testprogramms „Combined MCERTS and TUV PM Equivalence Testing Programme“ wurde auf ausdrücklichen Wunsch der britischen Projektpartner das Filtermaterial Emfab™ (teflonbeschichtete Glasfaserfilter) eingesetzt, da der britische Partner laut [8] dieses Filtermaterial als das für die Messaufgabe am Besten geeignete betrachtet.

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

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

5 Referenzmessverfahren

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

1. als Referenzgerät: Kleinfiltergerät Low Volume Sampler LVS3
Hersteller: Ingenieurbüro Sven Leckel, Leberstraße 63, Berlin,
Deutschland
Herstelldatum: 2007
PM2,5-Probenahmekopf

Während der Prüfung wurden parallel zwei Referenzgeräte 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- oder Betriebs-m³ an.

Die PM2,5 Konzentration wurde ermittelt, in dem die im Labor gravimetrisch bestimmte Schwebstaubmenge auf dem jeweiligen Filter durch das zugehörige durchgesetzte Probeluftvolumen in Betriebs-m³ dividiert wurde.

6 Prüfergebnisse

6.1 4.1.1 Messwertanzeige

Die Messeinrichtung muss eine Messwertanzeige besitzen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zusätzliche Geräte werden nicht benötigt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde überprüft, ob die Messeinrichtung eine Messwertanzeige besitzt.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung besitzt eine Messwertanzeige. Der jeweilige Konzentrationsmesswert aus dem letzten Messzyklus kann in verschiedenen Fenstern der Benutzeranzeige angezeigt werden.

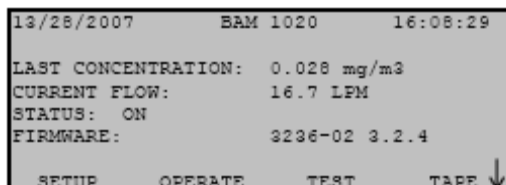
6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung besitzt eine Messwertanzeige.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Abbildung 32 zeigt die Benutzeranzeige mit dem Konzentrationsmesswert aus dem letzten Messzyklus.



```
13/26/2007    BAM 1020    16:06:29
LAST CONCENTRATION: 0.028 mg/m3
CURRENT FLOW:      16.7 LPM
STATUS: ON
FIRMWARE:          3236-02 3.2.4
  SETUP  OPERATE  TEST  TAPE ↓
```

Abbildung 32: Messanzeige Konzentrationsmesswert aus letztem Messzyklus

6.1 4.1.2 Wartungsfreundlichkeit

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zusätzliche Geräte werden nicht benötigt.

6.3 Durchführung der Prüfung

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

6.4 Auswertung

Folgende Wartungsarbeiten sind vom Benutzer durchzuführen:

1. Überprüfung des Gerätestatus
Der Gerätestatus kann durch Kontrolle der Messeinrichtung selbst oder auch on-line überwacht und kontrolliert werden.
2. Der Probenahmekopf muss prinzipiell nach den Anweisungen des Herstellers gesäubert werden, wobei die örtlichen Schwebstaubkonzentrationen in Betracht zu ziehen sind (in der Eignungsprüfung alle 4 Wochen).
3. Monatliche Reinigung des Gerätes. Dies beinhaltet auch die Reinigung des Bereichs der Eintrittsdüse über dem Filterband. In jedem Fall ist die Messeinrichtung nach jedem Messeinsatz zu reinigen.
4. Kontrolle des Filterbandvorrates – ein 21 m-Filterband reicht dabei für ca. 60 Tage bei einem Messzyklus von 60 min. Es wird empfohlen, eine routinemäßige Überprüfung des Filterbandvorrates bei jedem Besuch der Messstelle vorzunehmen.
5. Eine Überprüfung der Dichtigkeit sowie der Durchflussrate soll gemäß den Angaben des Herstellers alle 4 Wochen erfolgen. Weiterhin empfiehlt sich in diesem Zusammenhang eine Plausibilitätskontrolle der Umgebungstemperatur- und Luftdruckmessung. Die Arbeiten können zusammen mit den Arbeiten gemäß Punkt 4 durchgeführt werden.
6. Austausch des Filterbandes nach ca. 2 Monaten (Messzyklus: 60 min). Nach dem Austausch sollte in jedem Fall ein Geräteselbsttest gemäß Kapitel 3.5 des Handbuchs durchgeführt werden
7. Die Kalibrierung der Durchflussrate soll gemäß den Angaben des Herstellers alle 2 Monate erfolgen.
8. Der Abluftschalldämpfer an der Pumpe sollte halbjährlich getauscht werden.
9. Die Sensoren für die Umgebungstemperatur, Luftdruck, Filter-Temperatur und Filter-rH sind alle 6 Monate gemäß Bedienungshandbuch zu überprüfen.
10. Der Flowcontroller, die Pumpe und die Probenahmeheizung sind alle 6 Monate gemäß Bedienungshandbuch zu überprüfen.
11. Jährlich sollte ein 72-stündiger BKGD-Test mit Hilfe des Nullfilter-Kits BX-302 gemäß Handbuch Punkt 7.7 durchgeführt werden.
12. Einmal im Jahr sind zusätzlich im Rahmen einer jährlichen Grundwartung die Kohleschieber der Vakuumpumpe (nur Drehschieberpumpe) zu kontrollieren und ggf. auszutauschen.
13. Während der jährlichen Grundwartung ist auch auf die Reinigung des Probenahme-rohres zu achten.

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

Es wird grundsätzlich empfohlen nach jeder Tätigkeit, die den Messbetrieb unterbricht, den Selbsttest des Systems gemäß Kapitel 3.5 des Bedienungshandbuchs durchzuführen.

6.5 Bewertung

Wartungsarbeiten sind mit üblichen Werkzeugen und vertretbarem Aufwand von außen durchführbar. Die Arbeiten ab Punkt 6 sind nur bei einem Stillstand des Gerätes durchzuführen. Diese Arbeiten fallen in einem 2-monatigen Intervall sowie halbjährlich bzw. jährlich an. In der restlichen Zeit kann sich die Wartung im Wesentlichen auf die Kontrolle von Verschmutzungen, Plausibilitätschecks und etwaigen Status-/Fehlermeldungen beschränken.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

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

6.1 4.1.3 Funktionskontrolle

Soweit zum Betrieb oder zur Funktionskontrolle der Messeinrichtung spezielle Einrichtungen erforderlich sind, sind diese als zum Gerät gehörig zu betrachten und bei den entsprechenden Teilprüfungen einzusetzen und mit in die Bewertung aufzunehmen.

Zur Messeinrichtung gehörende Prüfgaserzeugungssysteme müssen der Messeinrichtung ihre Betriebsbereitschaft über ein Statussignal anzeigen und über die Messeinrichtung direkt sowie auch telemetrisch angesteuert werden können.

Die Unsicherheit der zur Messeinrichtung gehörenden Prüfgaserzeugungseinrichtung darf in drei Monaten 1 % vom Bezugswert B_2 nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bedienungshandbuch, Nullfilter-Kit BX-802, eingebaute Referenzfolie.

6.3 Durchführung der Prüfung

Zur geräteinternen Überprüfung des Nullpunktes der radiometrischen Messung wird auf die bei jedem Messzyklus auf einem sauberen Filterbandfleck ermittelten Zählraten I_1 bzw. I_{1x} zurückgegriffen (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Der Nullpunkt der radiometrischen Messung wird dabei nach folgender Formel ermittelt:

$$C_0 [\text{mg}/\text{m}^3] = \frac{A}{Q} * \frac{K}{\mu 2} * \ln\left(\frac{I_1}{I_{1x}}\right)$$

mit

C_0	Partikel-Massenkonzentration am NP	A	Sammelfläche für Partikel (Filterfleck)
Q	Probenahmedurchflussrate	K, $\mu 2$	Koeffizienten Betamessung
I_1	Betazählrate am Anfang	I_{1x}	Betazählrate am Ende

Zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit der radiometrischen Messung wird auf die bei jedem Messzyklus ermittelten Zählraten I_1 (sauberer Filterfleck) bzw. I_2 (sauberer Filterfleck + eingefahrene Referenzfolie) zurückgegriffen (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Aus den ermittelten Zählraten wird geräteintern die Massedichte m [$\mu\text{g}/\text{cm}^2$] der Referenzfolie berechnet. Der Wert wird kontinuierlich mit dem im Werk ermittelten Sollwert ABS verglichen und im Falle einer Abweichung vom Soll von >5 % eine Fehlermeldung generiert.

Das Gerät bietet somit die Möglichkeit, den Nullpunkt sowie den Referenzwert für jeden Messzyklus (hier 1-mal pro Stunde) geräteintern zu ermitteln. Die erhaltenen stündlichen Werte am Nullpunkt und Referenzpunkt werden über die serielle Schnittstelle ausgegeben und stehen problemlos für eine Auswertung mit einem Tabellenkalkulationsprogramm zur Verfügung. Im Rahmen der Prüfung wurden Ergebnisse der internen Tests zu geeigneten Mittelwerten verdichtet und ausgewertet (z.B. 24-h-Mittel für Driftuntersuchungen).



Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, den Nullpunkt der Messeinrichtung auch extern zu überprüfen. Hierzu wird ein Nullfilter (BX-302 Zero Filter Calibration Kit) am Geräteinlass montiert. Der Einsatz dieses Filters ermöglicht die Bereitstellung von schwebstaubfreier Luft.

Neben der externen Nullpunktsüberprüfung der Messeinrichtung wird diese Prozedur zur regelmäßigen Bestimmung des Backgroundwertes BKGD (Korrekturoffset für die Konzentrationswerte) gemäß Handbuch Kapitel 7.7 herangezogen.

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

6.4 Auswertung

Alle im Bedienungshandbuch aufgeführten Gerätefunktionen sind vorhanden oder aktivierbar. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und über eine Reihe von verschiedenen Statusmeldungen (Betriebs-, Warn- und Fehlerstatus) angezeigt.

Die Messeinrichtung führt bei jedem Messzyklus standardmäßig eine interne Überprüfung des Nullpunktes (Leermessung) sowie der Empfindlichkeit (Messung mit Referenzfolie) durch. Es ist zu beachten, dass durch Einsatz der Referenzfolie nur die Massendichte bestimmt werden kann. Ein direkter Vergleich mit den Bezugswerten ist daher nicht möglich. Zu Auswertezwecken wurden die prozentualen Änderungen der bestimmten Massendichten errechnet.

Eine externe Überprüfung des Nullpunktes ist mit Hilfe des Nullfilters (BX-302 Zero Filter Calibration Kit) ebenfalls jederzeit möglich.

6.5 Bewertung

Alle im Bedienungshandbuch beschriebenen Gerätefunktionen sind vorhanden, aktivierbar und funktionieren. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und über eine Reihe von verschiedenen Statusmeldungen (Betriebs-, Warn- und Fehlerstatus) angezeigt.

Die Ergebnisse der geräteinternen Überprüfungen des Nullpunkts und der radiometrischen Messung sowie der externen Nullpunktsüberprüfungen mit Nullfilter über die Dauer der Felduntersuchungen sind im Kapitel 6.1 5.2.9 Nullpunktsdrift sind im Kapitel 6.1 5.2.10 Drift des Messwertes in diesem Bericht dargestellt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe unter den Punkten:

- 6.1 5.2.9 Nullpunktsdrift und
- 6.1 5.2.10 Drift des Messwertes

6.1 4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für die Prüfung dieser Mindestanforderung wurde zusätzlich eine Uhr bereitgestellt.

6.3 Durchführung der Prüfung

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

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

6.4 Auswertung

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

Das Messsystem muss witterungsunabhängig installiert werden, z. B. in einem klimatisierten Messcontainer. Zudem erfordert die Durchführung des Ansaugrohres durch das Dach umfangreichere bauliche Maßnahmen am Messort. Ein ortsveränderlicher Einsatz wird daher nur zusammen mit der zugehörigen Peripherie angenommen.

Folgende Schritte zum Aufbau der Messeinrichtung sind grundsätzlich erforderlich:

- Entpacken und Aufstellung der Messeinrichtung (in Rack oder auf Tisch)
- Anschluss Probenahmerohr + PM 10-Probenahmekopf + PM2,5- Zyklon SCC
- Installation der Probenahmeheizung
- Anschluss der Pumpe
- Umgebungstemperatursensor + Strahlungsschutzschild montieren (in die Nähe des Probenahmekopfes)
- Anschluss aller Verbindungs-, Steuerungsleitungen
- Anschluss der Energieversorgung
- Einschalten der Messeinrichtung
- Filterband einlegen
- Durchführung Selbsttest gemäß Bedienungshandbuch Punkt 3.5
- Überprüfung der Dichtigkeit und der Durchflussrate
- optional Anschluss von peripheren Erfassungs- und Steuerungssystemen (Datalogger, PC mit Hyperterminal) an die entsprechenden Schnittstellen

Die Durchführung dieser Arbeiten und damit die Rüstzeit beträgt 1 bis 2 Stunden.

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

Nach dem Einschalten des Systems und erfolgreich durchgeführtem Selbsttest befindet sich die Messeinrichtung bis zum Erreichen der nächsten vollen Stunde in einer Warteposition. Bei Erreichen der vollen Stunde beginnt der nächste Messzyklus wie unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung beschrieben. Die Probenahme startet entsprechend der ein-



gestellten Messzeit für die Radiometrie (in der Eignungsprüfung 8 min) unmittelbar nach der radiometrischen Messung I_0 (Leerwert Filterfleck für Probenahme).

Falls erforderlich, können etwaige Änderungen der Grundparametrierungen der Messeinrichtungen ebenfalls in wenigen Minuten durch mit den Geräten vertrautes Personal durchgeführt werden.

6.5 Bewertung

Die Rüst- und Einlaufzeiten wurden ermittelt.

Die Messeinrichtung kann, bei überschaubarem Aufwand, an unterschiedlichen Messstellen betrieben werden. Die Rüstzeit beträgt ca. 1 bis 2 Stunden und die Einlaufzeit maximal die Zeit eines kompletten Messzyklus (hier: 60 min).

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 4.1.5 Bauart

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

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

Einbaulage (z. B. horizontaler oder vertikaler Einbau)

Sicherheitsanforderungen

Abmessungen

Gewicht

Energiebedarf.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

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

6.3 Durchführung der Prüfung

Der Aufbau der übergebenen Geräte wurde mit der Beschreibung in den Handbüchern verglichen. Der angegebene Energieverbrauch wird über 24 h im Normalbetrieb an 3 Tagen während des Feldtests bestimmt.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung muss in horizontaler Einbaulage witterungsunabhängig installiert werden. Hierbei sollte die Einrichtung auf einer ebenen Fläche (z. B. Tisch) aufgestellt werden. Der Einbau in ein 19" Rack ist ebenfalls gut möglich.

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

Der Energiebedarf der Messeinrichtung mit der eingesetzten Pumpe wird vom Hersteller mit maximal ca. 370 W angegeben. In 3 jeweils 24stündigen Tests wurde der Gesamtenergiebedarf der Messeinrichtung ermittelt. Zu keinem Zeitpunkt wurde bei diesen Untersuchungen der angegebene Wert überschritten. Der durchschnittliche Gesamtenergieverbrauch während der Untersuchung für einen Messzyklus von 60 min (42 min Probenahme) lag bei ca. 150 W.

6.5 Bewertung

Die in der Betriebsanleitung aufgeführten Angaben zur Bauart sind vollständig und korrekt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.



6.1 4.1.6 Unbefugtes Verstellen

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Bedienung des Messgerätes erfolgt über die frontseitige Bedientastatur oder über die RS232-Schnittstellen und Modem von einem externen Rechner aus. Das Menü „Setup“ ist bis auf den Unterpunkt Zeiteinstellung komplett über ein Passwort gesichert. Eine Veränderung der eingestellten Parameter ist ohne Kenntnis des Passwortes nicht möglich.

Eine Justierung der Sensoren für die Umgebungstemperatur, Luftdruck sowie die Durchflussmessung im Menü „Test/Flow“ sowie der Sensoren zur Regelung der Probenahmeheizung im Menü „Test/Heater“ ist nur über mehrere Tastenfolgen möglich.

Es ist allerdings zu beachten, dass der laufende Messzyklus bei Betätigung der Tasten „Setup“, „Test“ oder „Tape“ unterbrochen wird und der nächste Messzyklus erst mit der folgenden vollen Stunde beginnt.

Da eine Aufstellung des Messgerätes im Freien nicht möglich ist, erfolgt ein zusätzlicher Schutz durch die Aufstellung an Orten, zu denen Unbefugte keinen Zutritt haben (z. B. verschlossener Messcontainer).

6.4 Auswertung

Unbeabsichtigtes Verstellen von Geräteparametern wird durch den Passwortschutz des Menüs „Setup“ verhindert. Die Justierung von Sensoren für die Durchflussmessung und den Betrieb der Probenahmeheizung kann nur über mehrere Tastenfolgen erfolgen. Ferner ergibt sich ein zusätzlicher Schutz vor unbefugtem Eingriff durch die Installation in einem verschlossenen Messcontainer.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung ist gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen von Geräteparametern gesichert. Die Messeinrichtung ist darüber hinaus in einem Messcontainer zu verschließen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 4.1.7 Messsignalausgang

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

PC mit Software „HyperTerminal“, Datenlogger Yokogawa (für Analogsignal)

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung erfolgte unter Verwendung einer elektronischen Datenerfassungsanlage vom Typ Yokogawa (Analogausgang, nur Test im Labor) und einem PC mit Software „HyperTerminal“ (Digitalausgang, serielle Schnittstellen RS 232 #1 & #2).

Die Datenerfassungsanlagen wurden an Analog- sowie Digitalausgang angeschlossen. Die Prüfung erfolgte durch Vergleich der Messwerte aus Geräteanzeige, Analog- und Digitalausgang im Labor.

6.4 Auswertung

Die Messsignale werden auf der Geräterückseite folgendermaßen angeboten:

Analog: 0-1 bzw. 10 V bzw. 0 -16 mA / 4 -20 mA Konzentrationsbereich wählbar

Digital: über 2xRS 232-Schnittstelle – über die direkte oder mit einem Modem hergestellte Verbindung zu einem Rechner, lässt sich das Gerät komplett steuern – so lässt sich z. B. der Speicher mit allen Daten zu vergangenen Messungen auslesen (Serielle Schnittstelle #1).

Die ermittelten Messwerte wurden sowohl analog wie auch digital in Übereinstimmung zum angezeigten Wert im Gerätespeicher ausgegeben.

6.5 Bewertung

Die Messsignale werden analog (0-1 bzw. 10 V oder 0 – 16 mA / 4 -20 mA) und digital (über RS 232) angeboten.

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

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Abbildung 33 zeigt eine Ansicht der Geräterückseite mit den jeweiligen Messwertausgängen.



Abbildung 33: Ansicht Geräterückseite BAM-1020

6.1 4.2 Anforderungen an Messeinrichtungen für den mobilen Einsatz

Messeinrichtungen für den mobilen Einsatz müssen die Anforderungen an Messeinrichtungen für den stationären Einsatz auch im mobilen Einsatz erfüllen. Beim mobilen Einsatz von Messeinrichtungen, beispielsweise Messungen im fließenden Verkehr, zeitlich begrenzte Messungen an verschiedenen Orten oder Flugzeugmessungen, muss die ständige Betriebsbereitschaft sichergestellt sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung wurde im Rahmen des Feldtestes an mehreren Feldteststandorten getestet.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtungen wurden für einen festen Einbau in einer Messstation / einem Messcontainer konzipiert. Ein ortsveränderlicher Einsatz ist nur in Verbindung mit einem Messcontainer möglich.

Die ständige Betriebsbereitschaft für zeitlich begrenzte Messungen an verschiedenen Orten ist bei Beachtung der Aufstellungsbedingungen (Auswahl Messstelle, Infrastruktur) sichergestellt.

Für einen mobilen Einsatz sind neben den Aufstellungsbedingungen auch die Rüst- und Einlaufzeiten zu beachten.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung wurde im Rahmen des Feldtestes an mehreren verschiedenen Standorten betrieben; kann aber nicht in fahrenden Fahrzeugen eingesetzt werden.

Mindestanforderung erfüllt? nein

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 5.1 Allgemeines

Herstellerangaben der Betriebsanleitung dürfen den Ergebnissen der Eignungsprüfung nicht widersprechen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

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

6.4 Auswertung

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

6.5 Bewertung

Differenzen zwischen Geräteausstattung und Handbüchern wurden nicht beobachtet.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe Punkt 6.4 zu diesem Modul.

6.1 5.2.1 Messbereich

Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung muss größer oder gleich dem Bezugswert B_2 sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde geprüft, ob der Messbereichsendwert der Messeinrichtung größer oder gleich dem Bezugswert B_2 ist.

6.4 Auswertung

An der Messeinrichtung können die folgenden Messbereiche eingestellt werden: 0 – 0,100, 0 – 0,200, 0 – 0,250, 0 – 0,500, 0 – 1,000, 0 – 2,000, 0 – 5,000 sowie 0 – 10,000 mg/m³.

Während der Eignungsprüfung war der Messbereich 0 – 1,000 mg/m³ = 0 – 1.000 µg/m³ eingestellt.

Messbereich: 0 – 1.000 µg/m³ (Standard)

Bezugswert: VDI: $B_2 = 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

6.5 Bewertung

Es ist standardmäßig ein Messbereich von 0 – 1.000 µg/m³ eingestellt. Andere Messbereiche im Bereich zwischen minimal 0 – 100 µg/m³ und maximal 0 – 10.000 µg/m³ sind möglich.

Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung ist größer als der Bezugswert B_2

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.



6.1 5.2.2 Negative Messsignale

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

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

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung kann sowohl über Display wie auch über Analog- und Digitalausgänge negative Werte ausgeben.

6.5 Bewertung

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

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 5.2.3 Analysenfunktion

Der Zusammenhang zwischen dem Ausgangssignal und dem Wert des Luftbeschaffenheitsmerkmals muss mit Hilfe der Analysenfunktion darstellbar sein und durch Regressionsrechnung ermittelt werden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

siehe Punkt 7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6]

6.3 Durchführung der Prüfung

Für PM2,5-Staubmesseinrichtungen ist diese Prüfung nach Punkt 7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6] durchzuführen.

6.4 Auswertung

Die Vergleichbarkeit der Messeinrichtungen gemäß Punkt 7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6] wurde im Rahmen der Prüfung nachgewiesen.

Zur Bestimmung der Kalibrier- bzw. Analysenfunktion wird auf den gesamten Datensatz (251 valide Wertepaare für SN 17010 und 253 valide Wertepaare für SN 17011) zurückgegriffen.

Die Kennwerte der Kalibrierfunktion

$$y = m * x + b$$

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

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

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

Es ergeben sich die in Tabelle 8 aufgeführten Kennwerte.

Tabelle 8: Ergebnisse der Kalibrier- und Analysenfunktion

Geräte-Nr.	Kalibrierfunktion		Analysefunktion	
	Y = m * x + b		x = 1/m * y - b/m	
	m	b	1/m	b/m
	µg/m³ / µg/m³	µg/m³	µg/m³ / µg/m³	µg/m³
SN 17010	0,969	0,989	1,032	1,021
SN 17011	1,041	0,377	0,961	0,362

6.5 Bewertung

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

Die Prüflinge erfüllen jedoch die Kriterien der Äquivalenzprüfung gemäß Punkt 7 dieses Berichtes ohne eine Anwendung der ermittelten Analysenfunktion mit den als Werkeinstellung in den Prüflingen implementierten Kalibrierfaktoren.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

siehe Punkt 7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6]

6.1 5.2.4 Linearität

Die Linearität gilt als gesichert, wenn die Abweichung der Gruppenmittelwerte der Messwerte von der Kalibrierfunktion (nach Abschnitt 5.2.1) im Bereich von Null bis B_1 nicht mehr als 5 % von B_1 und im Bereich von Null bis B_2 nicht mehr als 1 % von B_2 beträgt.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

siehe Modul 5.3.1.

6.3 Durchführung der Prüfung

Für Staubmesseinrichtungen ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.3.1 „Gleichwertigkeit des Probenahmesystems“ durchzuführen.

6.4 Auswertung

Siehe Modul 5.3.1.

6.5 Bewertung

Für Staubmesseinrichtungen ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.3.1 „Gleichwertigkeit der Probenahmesysteme“ durchzuführen.

Siehe Modul 5.3.1.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe Modul 5.3.1.



6.1 5.2.5 Nachweisgrenze

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nullfilter-Kit BX-302 zur Nullpunktsüberprüfung

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Bestimmung der Nachweisgrenze erfolgte bei den Testgeräten SN 17010 und SN 17011 durch den Betrieb der Messeinrichtung mit jeweils an beiden Messgeräteeinlässen installiertem Null-Filtern. Die Aufgabe von schwebstaubfreier Probenluft erfolgte über 15 Tage für die Dauer von jeweils 24 h. Die Ermittlung der Nachweisgrenze erfolgte im Labor, da unter Feldbedingungen eine Bereitstellung von schwebstaubfreier Luft über den langen Zeitraum nicht möglich war.

6.4 Auswertung

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

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

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

6.5 Bewertung

Die Nachweisgrenze ermittelte sich aus den Untersuchungen zu $1,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Gerät 1 (SN 17010) und zu $1,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Gerät 2 (SN 17011).

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 9: Nachweisgrenze

		Gerät SN 17010	Gerät SN 17011
Anzahl der Werte n		15	15
Mittelwert der Leerwerte \bar{x}_0	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-0,55	-1,09
Standardabweichung der Werte s_{x0}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,62	0,51
Student-Faktor $t_{n-1;0,95}$		2,14	2,14
Nachweisgrenze X	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,33	1,09

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



6.1 5.2.6 Einstellzeit

Die Einstellzeit (90%-Zeit) der Messeinrichtung darf nicht mehr als 5 % der Mittelungszeit (180 s) betragen.

Gemäß VDI 4203 Blatt 3 unter Punkt 5.3 ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen mit Vorabscheidung mit physikalischer Messmethode nicht relevant.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

6.1 5.2.7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Klimakammer für den Temperaturbereich +5 bis +40 °C, Nullfilter-Kit BX-802 zur Nullpunktsüberprüfung.

6.3 Durchführung der Prüfung

Zur Untersuchung der Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur wurden die vollständigen Messeinrichtungen in der Klimakammer betrieben. Den beiden Testgeräten SN 17010 und SN 17011 wurde durch Montage von Null-Filtern an jeweils beiden Geräteeinlässen schwebstaubfreie Probenluft zugeführt. Die Umgebungstemperaturen in der Klimakammer wurden in der Reihenfolge 20 °C – 5 °C – 20 °C – 40 °C – 20 °C variiert. Nach einer Äquilibrierzeit von ca. 24 h pro Temperaturstufe erfolgte die Aufnahme der Messwerte am Nullpunkt (pro Temperaturstufe 3 x). Die relative Feuchte wurde konstant gehalten.

6.4 Auswertung

Es wurden die Messwerte für die Konzentration der jeweils 24-stündigen Einzelmessungen ausgelesen und ausgewertet. Betrachtet wird die absolute Abweichung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Temperaturschritt bezogen auf den Ausgangspunkt von 20 °C.

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

6.5 Bewertung

Bei Betrachtung der vom Gerät ausgegebenen Werte konnte ein maximaler Einfluss der Umgebungstemperatur auf den Nullpunkt von $-1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ festgestellt werden.

Für die Unsicherheitsberechnung gemäß Punkt 6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit wurden $-1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für SN 17010 und $-1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für SN 17011 eingesetzt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 10: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Mittelwert aus drei Messungen

Temperatur		Abweichung	
Anfangstemperatur	Endtemperatur	Gerät 1 (SN 17010)	Gerät 2 (SN 17011)
°C	°C	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
20	5	0,3	1,0
5	20	-1,2	0,4
20	40	-1,0	-1,6
40	20	0,6	0,2

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

6.1 5.2.8 Abhängigkeit des Messwertes von der Umgebungstemperatur

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Klimakammer für den Temperaturbereich $+5$ bis $+40\text{ °C}$, eingebaute Referenzfolie

6.3 Durchführung der Prüfung

Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Messwerte von der Umgebungstemperatur wurden die Messeinrichtungen in der Klimakammer betrieben. Bei den Testgeräten SN 17010 und SN 17011 wurde zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit der radiometrischen Messung auf die bei jedem Messzyklus ermittelten Zählraten I_1 (sauberer Filterfleck) bzw. I_2 (sauberer Filterfleck + eingefahrene Referenzfolie) zurückgegriffen (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Aus den ermittelten Zählraten wird geräteintern die Massedichte m [$\mu\text{g}/\text{cm}^2$] der Referenzfolie berechnet.

Die Umgebungstemperaturen in der Klimakammer wurden in der Reihenfolge $20\text{ °C} - 5\text{ °C} - 20\text{ °C} - 40\text{ °C} - 20\text{ °C}$ in dreifacher Wiederholung variiert. Nach einer jeweiligen Äquilibrierzeit von ca. 6 h pro Temperaturstufe erfolgte die Aufnahme der Messwerte. Die relative Feuchte wurde konstant gehalten.

6.4 Auswertung

Betrachtet wird die prozentuale Änderung des ermittelten Massenwertes (eingebaute Referenzfolie) für jeden Temperaturschritt bezogen auf den Ausgangspunkt bei 20 °C .

Als Anmerkung sei erwähnt, dass mit Hilfe der eingebauten Referenzfolie nur Massendichtewerte und keine Konzentrationswerte simuliert werden konnten, eine Betrachtung im Bereich des B_1 ($= 25\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$) war aus diesem Grunde nicht möglich.

6.5 Bewertung

Es konnten für Gerät 1 (SN 17010) keine Abweichungen $> 0,2\%$ und für Gerät 2 (SN 17011) keine Abweichungen $> 0,3\%$ zum Ausgangswert bei 20 °C ermittelt werden.

Für die Unsicherheitsberechnung gemäß Punkt 6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit wurden $0,05\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ für SN 17010 ($= 0,2\%$ von $25\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$) und $0,08\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ für SN 17011 ($= 0,3\%$ von $25\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$) eingesetzt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 11: Abhängigkeit der Empfindlichkeit (Radiometrie) von der Umgebungstemperatur SN 17010 / SN 17011, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen

Temperatur		Abweichungen	
		Gerät 1 (SN 17010)	Gerät 2 (SN 17011)
Anfangstemperatur °C	Endtemperatur °C	eingebaute Referenzfolie %	eingebaute Referenzfolie %
20	5	0,0	0,0
5	20	0,0	0,1
20	40	0,2	0,3
40	20	0,0	0,0

Die Einzelergebnisse können der Anlage 2 im Anhang entnommen werden.

6.1 5.2.9 Nullpunktsdrift

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nullfilter-Kit BX-302

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung erfolgte im Rahmen des Feldtestes über einen Gesamtzeitraum von insgesamt ca. 20 Monaten.

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

Die im Prüfkatalog geforderte tägliche Nullpunktskontrolle ist bei dieser Staubmesseinrichtung prinzipiell durch Auswertung der geräteinternen Überprüfung des Nullpunktes der radiometrischen Messung möglich. Dabei werden die bei jedem Messzyklus auf einem sauberen Filterbandfleck ermittelten Zählraten I_1 bzw. I_{1X} ausgewertet (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Im Rahmen der Prüfung wurde auf die tägliche Auswertung des Gesamtdatensatzes aus Praktikabilitätsgründen (große Datenmenge) verzichtet. Exemplarisch erfolgte jedoch in Abbildung 36 und in Abbildung 37 eine grafische Darstellung der Ergebnisse für den Prüfling SN 17011 am Standort Köln (Winter).

Die Auswertung der internen Nullpunktmessung führt zu keinerlei Unterbrechung des laufenden Messbetriebs.

6.4 Auswertung

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

6.5 Bewertung

Die gefundenen Messwerte liegen im Wartungsintervall alle innerhalb der erlaubten Grenzen von $B_0 = 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Für die Unsicherheitsberechnung gemäß Punkt 6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit wurden $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für SN 17010 und $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für SN 17011 eingesetzt.

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 12 und Tabelle 13 enthalten die ermittelten Messwerte für den Nullpunkt und die errechneten Abweichungen bezogen auf den Vorgängerwert und bezogen auf den Startwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Abbildung 34 und Abbildung 35 zeigen eine grafische Darstellung der Nullpunktsdrift über den Untersuchungszeitraum.

Tabelle 12: Nullpunktdrift SN 17010, mit Nullfilter

Datum	Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
24.07.2008	1,4	-	-
18.08.2008	-0,8	-2,2	-2,2
23.09.2008	1,0	1,7	-0,4
16.10.2008	1,8	0,8	0,3
10.11.2008	-0,1	-1,8	-1,5
03.12.2008	-1,2	-1,2	-2,7
07.01.2009	0,4	1,6	-1,0
02.02.2009	-0,7	-1,1	-2,1
04.03.2009	-1,5	-0,8	-2,9
02.04.2009	0,2	1,7	-1,2
13/14.08.2009	0,1	-0,1	-1,3
14.09.2009	-0,1	-0,2	-1,5
23.10.2009	-0,1	0,0	-1,5
07.12.2009	0,9	1,0	-0,5
04.01.2010	0,4	-0,5	-1,0
05.02.2010	-0,3	-0,7	-1,7

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5 Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21209919/A

Seite 83 von 285

Tabelle 13: Nullpunktdrift SN 17011, mit Nullfilter

Datum	Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
24.07.2008	-1,3	-	-
18.08.2008	-1,1	0,2	0,2
23.09.2008	-0,6	0,4	0,6
16.10.2008	-0,8	-0,1	0,5
10.11.2008	-0,2	0,6	1,1
03.12.2008	-0,3	-0,1	1,0
07.01.2009	0,7	0,9	1,9
02.02.2009	-0,4	-1,1	0,8
04.03.2009	-1,1	-0,7	0,2
02.04.2009	0,4	1,5	1,6
13/14.08.2009	-1,3	-1,6	0,0
14.09.2009	0,3	1,6	1,6
23.10.2009	-0,2	-0,6	1,0
07.12.2009	0,5	0,8	1,8
04.01.2010	0,8	0,3	2,1
05.02.2010	1,6	0,8	2,9

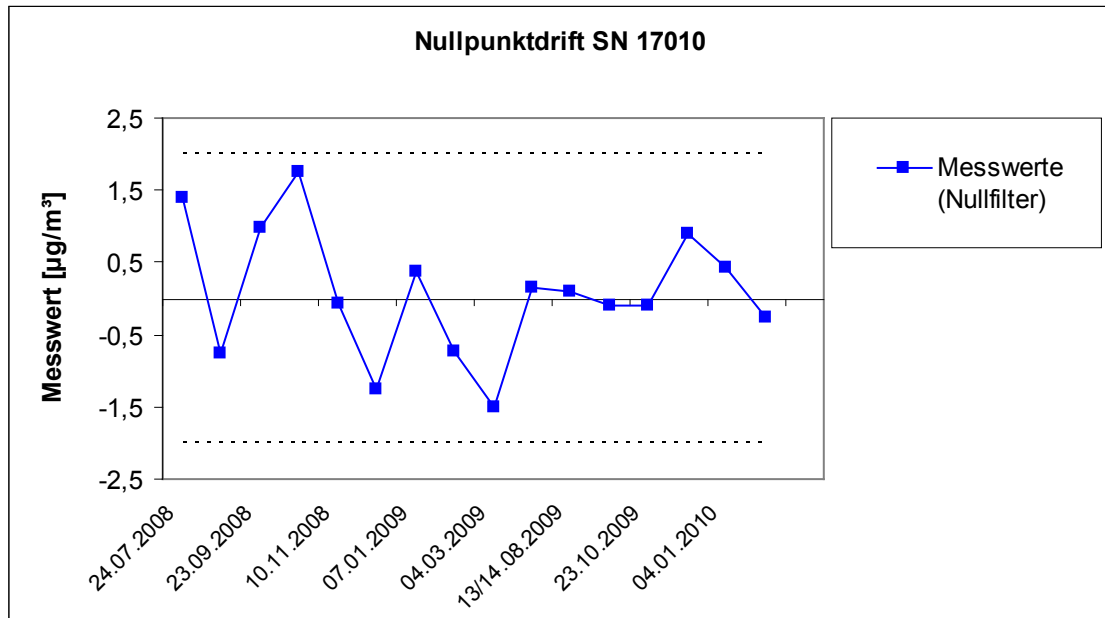


Abbildung 34: Nullpunktdrift SN 17010

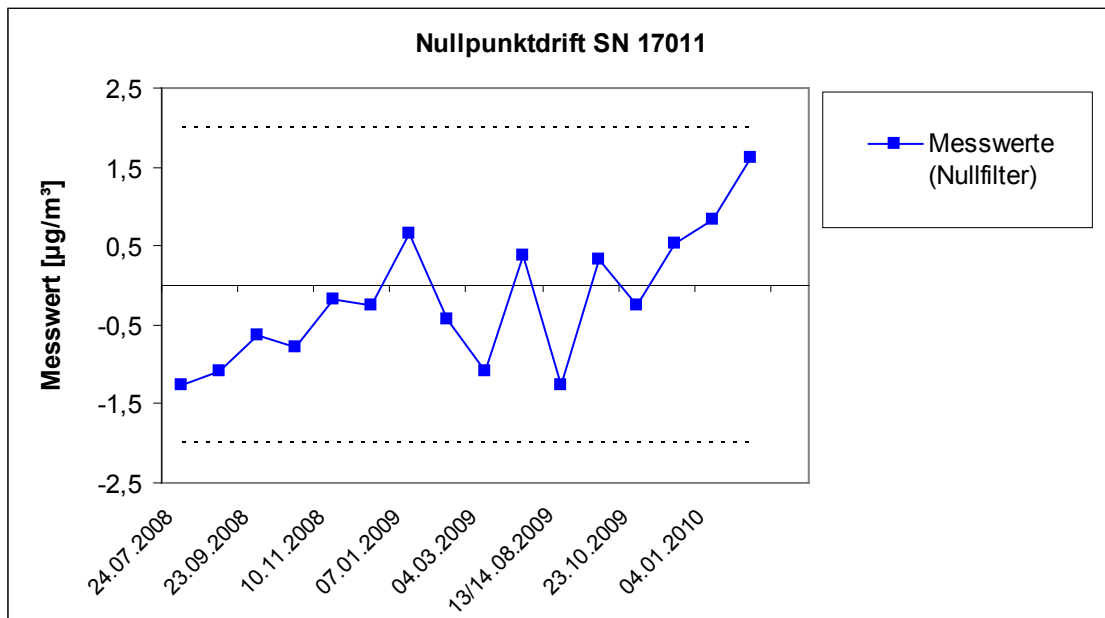


Abbildung 35: Nullpunktdrift SN 17011

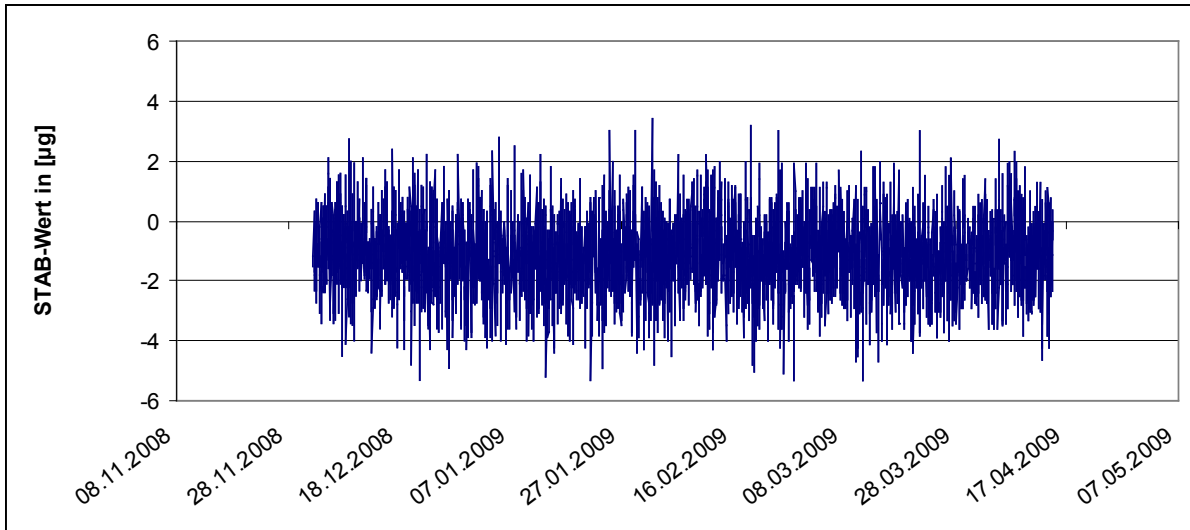


Abbildung 36: Interne Nullpunktskontrolle, SN 17011, Köln (Winter), Stabilitäts-Messwerte aus jedem Zyklus (1 x pro Stunde)

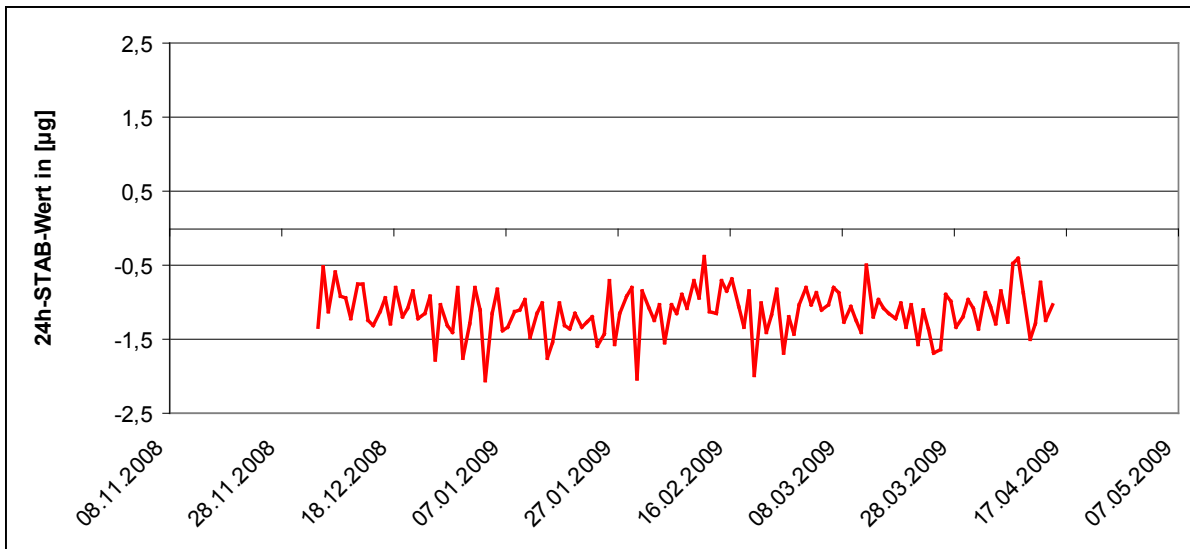


Abbildung 37: Interne Nullpunktskontrolle, SN 17011, Köln (Winter), 24h-Mittelwerte der Stabilitäts-Messwerte aus jedem Zyklus



6.1 5.2.10 Drift des Messwertes

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Eingebaute Referenzfolie.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung erfolgte im Rahmen des Feldtestes über einen Gesamtzeitraum von insgesamt ca. 20 Monaten.

Die im Prüfkatalog geforderte tägliche Referenzpunktskontrolle ist bei dieser Staubmesseinrichtung prinzipiell durch Auswertung der geräteinternen Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit möglich. Dabei wird auf die bei jedem Messzyklus ermittelten Zählraten I_1 (sauberer Filterfleck) bzw. I_2 (sauberer Filterfleck + eingefahrene Referenzfolie) zurückgegriffen (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Aus den ermittelten Zählraten wird geräteintern die Massendichte m [$\mu\text{g}/\text{cm}^2$] der Referenzfolie berechnet.

Im Rahmen der Prüfung wurde auf die tägliche Auswertung des Gesamtdatensatzes aus Praktikabilitätsgründen (große Datenmenge) verzichtet. Exemplarisch erfolgte jedoch eine Auswertung und grafische Darstellung der Ergebnisse für die Zeiträume, während denen die Geräte parallel mit Nullfilter betrieben wurden (ca. 1 x pro Monat).

Die Auswertung der internen Referenzpunktmessung führt zu keinerlei Unterbrechung des laufenden Messbetriebs.

6.4 Auswertung

Die Auswertung erfolgt auf Basis der Messergebnisse der internen Referenzpunktmessung durch Vergleich der jeweiligen Werte mit den jeweiligen „Messwerten“ des vorherigen Tests und mit dem „Messwert“ des ersten Tests.

Als Anmerkung sei erwähnt, dass mit Hilfe der Referenzfolie nur Massenwerte und keine Konzentrationswerte simuliert werden konnten, eine Betrachtung im Bereich des B_1 (= $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) war aus diesem Grunde nicht möglich.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung führt während jedem Messzyklus eine regelmäßige geräteinterne Überprüfung der Empfindlichkeit der radiometrischen Messung durch. Diese Überprüfung führt zu keinerlei Unterbrechung des laufenden Messbetriebs. Die im Rahmen der Untersuchung ermittelten Werte für die Drift der Empfindlichkeit betragen im Wartungsintervall maximal $0,5\%$ (SN 17010) bzw. $-0,5\%$ (SN 17011).

Für die Unsicherheitsberechnung gemäß Punkt 6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit wurden $0,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für SN 17010 (= $0,5\%$ von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und $-0,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für SN 17011 (= $-0,5\%$ von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) eingesetzt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 14 und Tabelle 15 sind die Abweichungen der Messwerte in % vom jeweiligen Vorgängerwert aufgeführt. Abbildung 38 und Abbildung 39 zeigen eine grafische Darstellung der Drift der Messwerte (bezogen auf den Vorgängerwert).

Tabelle 14: Empfindlichkeitsdrift SN 17010

Datum	Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert
	µg/cm ²	%	%
24.07.2008	830,2	-	-
18.08.2008	828,6	-0,2	-0,2
23.09.2008	829,3	0,1	-0,1
16.10.2008	829,1	0,0	-0,1
10.11.2008	828,5	-0,1	-0,2
03.12.2008	829,7	0,1	0,0
07.01.2009	830,2	0,1	0,0
02.02.2009	828,5	-0,2	-0,2
04.03.2009	828,1	0,0	-0,2
02.04.2009	828,8	0,1	-0,2
13/14.08.2009	833,2	0,5	0,4
14.09.2009	833,7	0,1	0,4
23.10.2009	833,7	0,0	0,4
07.12.2009	833,9	0,0	0,4
04.01.2010	832,6	-0,2	0,3
05.02.2010	833,4	0,1	0,4

Tabelle 15: Empfindlichkeitsdrift SN 17011

Datum	Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert
	µg/cm ²	%	%
24.07.2008	824,4	-	-
18.08.2008	826,4	0,2	0,2
23.09.2008	822,3	-0,5	-0,3
16.10.2008	822,1	0,0	-0,3
10.11.2008	822,3	0,0	-0,3
03.12.2008	822,2	0,0	-0,3
07.01.2009	823,2	0,1	-0,1
02.02.2009	822,1	-0,1	-0,3
04.03.2009	822,2	0,0	-0,3
02.04.2009	822,3	0,0	-0,3
13/14.08.2009	825,6	0,4	0,1
14.09.2009	829,4	0,5	0,6
23.10.2009	829,8	0,0	0,6
07.12.2009	828,7	-0,1	0,5
04.01.2010	828,8	0,0	0,5
05.02.2010	828,7	0,0	0,5

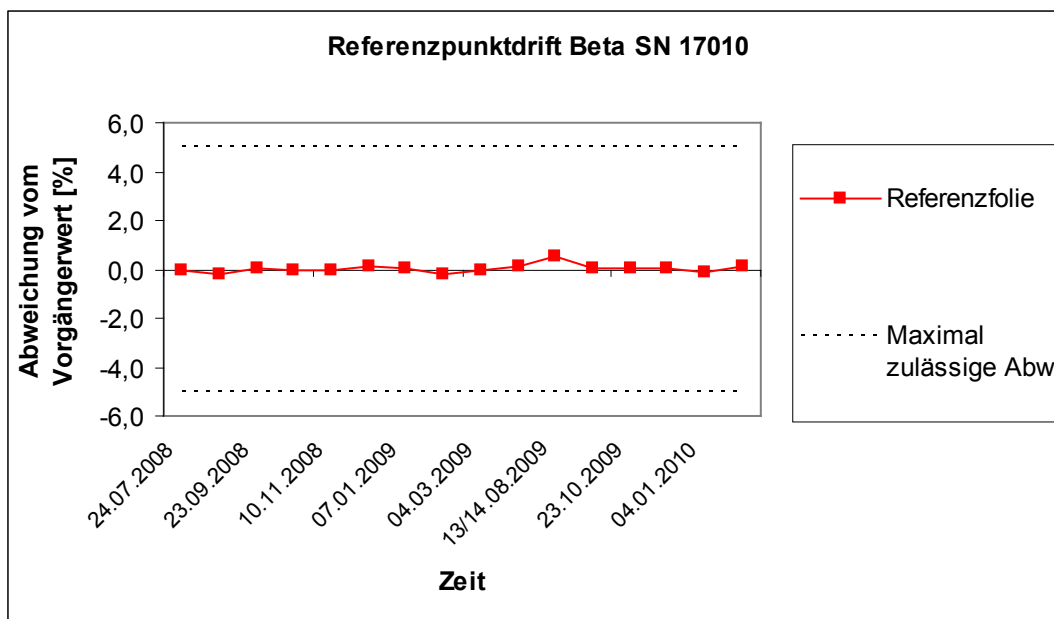


Abbildung 38: Drift des Messwertes SN 17010

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5 Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21209919/A

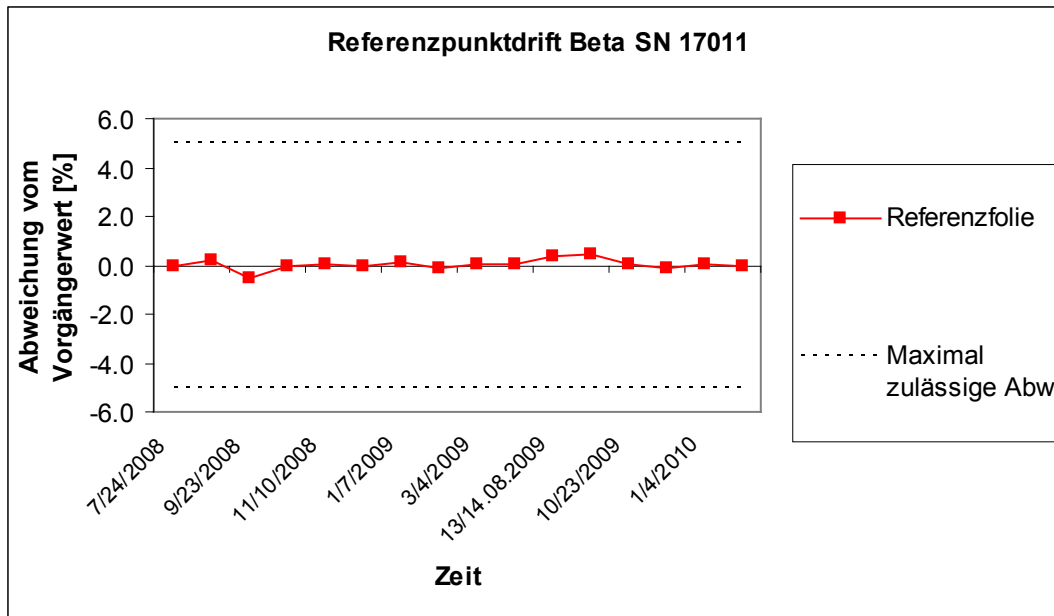


Abbildung 39: Drift des Messwertes SN 17011



6.1 5.2.11 Querempfindlichkeit

Die Absolutwerte der Summen der positiven bzw. negativen Abweichungen aufgrund von Störeinflüssen durch die Querempfindlichkeit gegenüber im Messgut enthaltenen Begleitstoffen dürfen im Bereich des Nullpunktes nicht mehr als B_0 und im Bereich von B_2 nicht mehr als 3 % von B_2 betragen. Die Konzentration des Begleitstoffes wird im Bereich des jeweiligen B_2 -Wertes des Begleitstoffes eingesetzt. Sind keine entsprechenden Bezugswerte bekannt, so ist ein geeigneter Bezugswert durch das Prüfinstitut im Einvernehmen mit den anderen Prüfinstituten festzulegen und anzugeben.

Für Staubmesseinrichtungen ist dieser Punkt nicht relevant. Es gilt die Mindestanforderung 5.3.4. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen finden sich deshalb im Modul 5.3.4.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

6.1 5.2.12 Reproduzierbarkeit

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

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

6.3 Durchführung der Prüfung

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

6.4 Auswertung

Die Reproduzierbarkeit berechnet sich wie folgt:

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

- R = Reproduzierbarkeit bei B_1
- U = Unsicherheit
- B_1 = $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- s_D = Standardabweichung aus Doppelbestimmungen
- n = Anzahl der Doppelbestimmungen
- $t_{(n,0,95)}$ = Studentfaktor für 95%ige Sicherheit
- x_{1i} = Messsignal des Gerätes 1 (z.B. SN 17010) bei der i -ten Konzentration
- x_{2i} = Messsignal des Gerätes 2 (z.B. SN 17011) bei der i -ten Konzentration

6.5 Bewertung

Die Reproduzierbarkeit betrug im Feldtest für den Gesamtdatensatz 10.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Für die Unsicherheitsberechnung gemäß Punkt 6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit wurde ein Wert für die Reproduzierbarkeit von 10 (alle Standorte) eingesetzt.

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in Tabelle 16 zusammenfassend dargestellt. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 45 bis Abbildung 50.

Anmerkung: Die ermittelten Unsicherheiten werden auf den Bezugswert B_1 für jeden Standort bezogen:

Tabelle 16: Konzentrationsmittelwerte, Standardabweichung, Unsicherheitsbereich und Reproduzierbarkeit im Feld

Standort	Anzahl	\bar{c} (SN 17010)	\bar{c} (SN 17011)	\bar{c}_{ges}	s_D	t	U	R
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Teddington (Sommer)	97	11,2	10,5	10,9	1,055	1,985	2,09	12
Köln (Winter)	127	24,4	25,7	25,1	1,704	1,979	3,37	7
Bornheim (Sommer)	66	12,9	13,4	13,2	1,110	1,997	2,22	11
Teddington (Winter)	55	15,5	16,6	16,1	0,941	2,004	1,89	13
Alle Standorte	345	17,1	17,6	17,4	1,338	1,967	2,63	10

- \bar{c} (SN 17010): Mittelwert der Konzentrationen Gerät SN 17010
- \bar{c} (SN 17011): Mittelwert der Konzentrationen Gerät SN 17011
- \bar{c}_{ges} : Mittelwert der Konzentrationen der Geräte SN 17010 & SN 17011

Einzelwerte können der Anlage 4 des Anhangs entnommen werden.

6.1 5.2.13 Stundenwerte

Das Messverfahren muss die Bildung von Stundenmittelwerten ermöglichen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde geprüft, ob die Messeinrichtung die Bildung von Stundenmittelwerten ermöglicht.

6.4 Auswertung

Gemäß der gültigen Richtlinie [7] sind die Grenzwerte für Feinstaub PM_x auf einen minimalen Mittelungszeitraum von 24 Stunden bezogen. Eine Bildung von Stundenmittelwerten ist deshalb für Messeinrichtungen zur Überwachung dieses Grenzwertes nicht erforderlich. Die geprüfte Messeinrichtung arbeitet standardmäßig mit einem Messzyklus von 60 min und gibt somit jede Stunde einen neuen Messwert aus. Die Messeinrichtung ermöglicht dadurch eine Online-Erfassung der Partikelkonzentrationen mit stündlicher Auflösung.

6.5 Bewertung

Die Bildung von Stundenwerten für die Komponente Feinstaub PM_{2,5} ist zur Überwachung der einschlägigen Grenzwerte nicht erforderlich, aber möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In den nachfolgenden Abbildungen sind der Verlauf der Schwebstaubkonzentrationen im Zeitraum vom 09.03.2009 bis 28.03.2009 (Köln, Parkplatzgelände) sowie die Korrelation zwischen den beiden Prüflingen auf Basis von 1 h-Mittelwerten dargestellt. Es zeigt sich in den Grafiken die prinzipielle Eignung der Messeinrichtung zur Online-Erfassung der Partikelkonzentrationen mit stündlicher Auflösung und damit die Möglichkeit zur Bereitstellung von Informationen über die Zeitverläufe von Schwebstaubkonzentrationen.

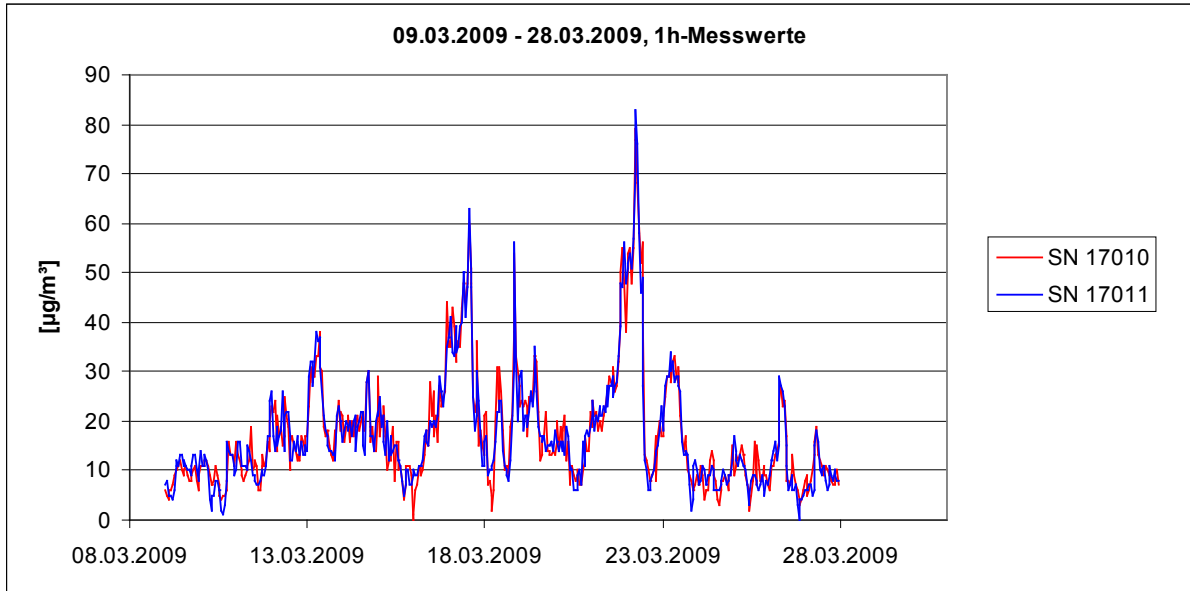


Abbildung 40: Zeitlicher Verlauf der Schwebstaubkonzentration PM_{2,5} vom 09.03.2009 bis 28.03.2009, 1 h-Mittelwerte

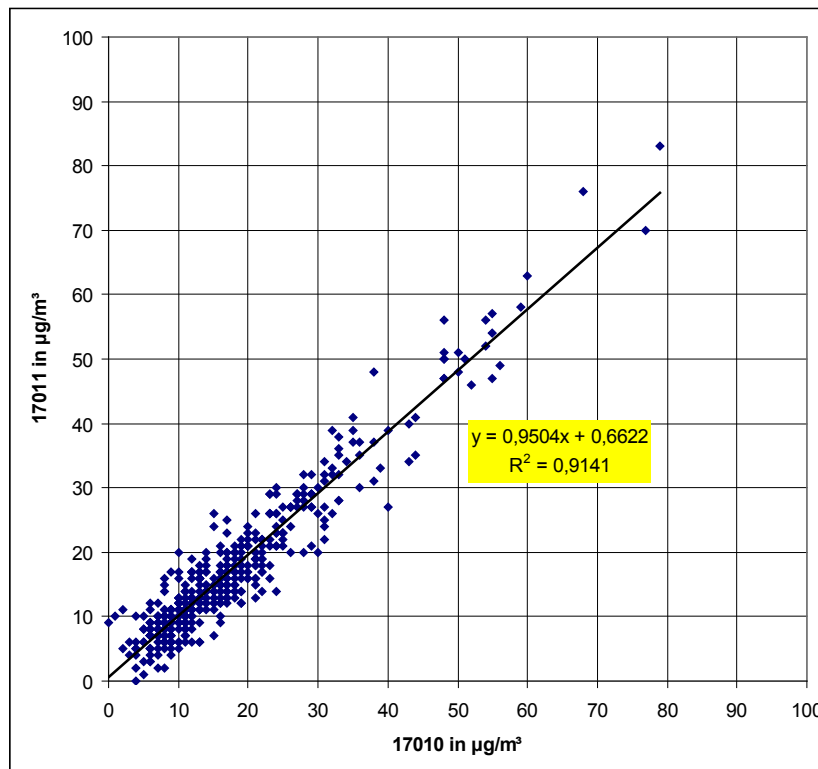


Abbildung 41: SN 17010 vs. SN 17011, 09.03.2009 bis 28.03.2009, 1 h-Messwerte

6.1 5.2.14 Netzspannung und Netzfrequenz

Die Änderung des Messwertes beim Bezugswert B_1 durch die im elektrischen Netz üblicherweise auftretende Änderung der Spannung im Intervall (230 +15/-20) V darf nicht mehr als B_0 betragen. Weiterhin darf im mobilen Einsatz die Änderung des Messwertes durch Änderung der Netzfrequenz im Intervall (50 ± 2) Hz nicht mehr als B_0 betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Trennstelltrafo, eingebaute Referenzfolien.

6.3 Durchführung der Prüfung

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

Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Messwerte von der Netzspannung wurde bei den Testgeräten SN 17010 und SN 17011 zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit der radiometrischen Messung auf die bei jedem Messzyklus ermittelten Zählraten I_1 (sauberer Filterfleck) bzw. I_2 (sauberer Filterfleck + eingefahrene Referenzfolie) zurückgegriffen (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Aus den ermittelten Zählraten wird geräteintern die Massedichte m [$\mu\text{g}/\text{cm}^2$] der Referenzfolie berechnet.

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

6.4 Auswertung

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

Als Anmerkung sei erwähnt, dass mit Hilfe der Referenzfolie nur Massendichtewerte und keine Konzentrationswerte simuliert werden konnten, eine Betrachtung im Bereich des B_1 (= 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) war aus diesem Grunde nicht möglich.

6.5 Bewertung

Die Bewertung der Mindestanforderungen erfolgte auf Basis der oben genannten Angaben.

Durch Netzspannungsänderungen konnten keine Abweichungen > 0,1 % bei Gerät 1 (SN 17010) bzw. > -0,1 % bei Gerät 2 (SN 17011), bezogen auf den Startwert von 230 V, festgestellt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Für die Unsicherheitsberechnung gemäß Punkt 6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit wurden 0,03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für SN 17010 (= 0,1 % von 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) und -0,03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für SN 17011 (= -0,1 % von 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) eingesetzt.

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 17 zeigt eine zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse.

Tabelle 17: Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in %

Netzspannung		Abweichung	
		Gerät 1 (SN 17010)	Gerät 2 (SN 17011)
Anfangsspannung	Endspannung	Referenzfolie	Referenzfolie
V	V	%	%
230	210	0,1	0,0
210	230	0,0	-0,1
230	245	0,0	0,0
245	230	0,1	-0,1

Die Einzelergebnisse können der Anlage 3 im Anhang entnommen werden.

6.1 5.2.15 Stromausfall

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

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

6.4 Auswertung

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

Im Falle eines Netzausfalles startet die Messeinrichtung mit Erreichen der nächsten vollen Stunde selbstständig den nächsten Messzyklus und somit wieder den Messbetrieb (siehe unter Punkt 6.1 4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten).

6.5 Bewertung

Alle Geräteparameter sind gegen Verlust durch Pufferung geschützt. Die Messeinrichtung befindet sich bei Spannungswiederkehr in störungsfreier Betriebsbereitschaft und führt selbstständig den Messbetrieb nach Erreichen der nächsten vollen Stunde wieder fort.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.2.16 Gerätefunktionen

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Modem, PC zur Datenerfassung (RS 232-Host-Gerät).

6.3 Durchführung der Prüfung

An die Messeinrichtung wurde ein Modem angeschlossen. Mittels Datenfernübertragung wurden u.a. die Statussignale des Gerätes erfasst.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung ermöglicht eine umfassende telemetrische Kontrolle und Steuerung der Messeinrichtung. Es stehen eine Reihe von Lese-, Schreib- und Steuerbefehlen zur Verfügung. Eine vollständige Übersicht enthält die die Bedienungsanleitung zur Messeinrichtung.

6.5 Bewertung

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

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.2.17 Umschaltung

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung kann durch den Bediener am Gerät oder aber durch die telemetrische Fernbedienung überwacht sowie teilweise gesteuert werden. Die internen Überprüfungen von Null- und Referenzpunkt sind integraler Bestandteil jedes Messzyklus und werden im Gerät abgespeichert bzw. über die serielle Schnittstelle ausgegeben.

Einige Funktionen wie z.B. die Durchführung des umfassenden Selbsttests der Messeinrichtung können nur am Gerät direkt ausgelöst werden.

6.4 Auswertung

Alle Bedienprozeduren können sowohl vom Bedienpersonal am Gerät als auch durch telemetrische Fernbedienung überwacht werden. Die internen Überprüfungen von Null- und Referenzpunkt sind integraler Bestandteil jedes Messzyklus und werden im Gerät abgespeichert bzw. über die serielle Schnittstelle ausgegeben.

6.5 Bewertung

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

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.



6.1 5.2.18 Verfügbarkeit

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. Dazu werden alle Unterbrechungen der Prüfung, z. B. durch Störungen oder Wartungsarbeiten erfasst.

6.4 Auswertung

Tabelle 18 und Tabelle 19 zeigen eine Aufstellung der Betriebs-, Wartungs- und Störungszeiten. Die Messeinrichtungen wurden im Feldtest über einen Zeitraum von insgesamt 373 Messtagen betrieben. Dieser Zeitraum beinhaltet insgesamt 12 Tage mit Nullfilterbetrieb (siehe auch Anlage 4).

Ausfälle durch externe Einflüsse, die nicht dem Gerät angelastet werden können, wurden am 06.08.2008 und am 07.08.2008 (48 h wegen Stromausfall) registriert. Darüber hinaus waren alle Messeinrichtungen vom 17.10.2008 bis 20.10.2008 außer Betrieb genommen (bei SN 17011 zusätzlich 12.08.2009 (Reparatur SN 17010)). Dadurch reduziert sich die Gesamtbetriebszeit auf 367 (SN 17010) bzw. 366 (SN 17011) Messtage.

Es wurden folgende Gerätestörungen beobachtet:

Bei SN 17010 kam es zu 3 Tagen Ausfall auf Grund eines gerissenen Filterbandes. Zudem wurden zu Beginn des Standortes Bornheim Unregelmäßigkeiten (Spikes) in den Konzentrations- und den Stabilitätswerten (interne Nullmessung) registriert. Es stellte sich heraus, dass der Detektor (PMT) des Gerätes aus unbekanntem Gründen für diese Spikes verantwortlich war. Der Detektor wurde am 12.08.2009 vor Ort getauscht. Die im Gerät implementierten Parameter zur Gerätekalibrierung blieben unangetastet. Die Probleme mit dem Detektor führten summa summarum zu einem Geräteausfall von 4 Tagen.

Bei SN 17011 kam es zu einem Tag Ausfall durch eine klemmende Referenzfolie sowie zu 2 Tagen Ausfall durch ein gerissenes Filterband.

Ansonsten wurden keine weiteren Gerätestörungen beobachtet.

Die regelmäßige Pflege der Probenahmeköpfe im Wartungsintervall, der Wechsel des Filterbandes (ca. alle 2 Monate) sowie die regelmäßige Überprüfung der Durchflussraten bzw. der Dichtigkeit führten jeweils zu Ausfällen von weniger als 1 h pro Gerät (Ausfallzeit = 1 Zyklus). Die Durchführung dieser Tätigkeiten führte pro Gerät zu Ausfällen von weniger als 1 h pro Check (insgesamt 16 x im Test) und führen nicht zum Verwerfen des betroffenen Tagesmittelwertes.

6.5 Bewertung

Die Verfügbarkeit betrug für SN 17010 97,9 % und für SN 17011 99,0 % ohne prüfungsbedingte Ausfälle bzw. 94,6 % für SN 17010 sowie 95,7 % für SN 17011 inkl. prüfungsbedingter Ausfälle.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 18: Ermittlung der Verfügbarkeit (ohne prüfungsbedingte Ausfälle)

		Gerät 1 (SN 17010)	Gerät 2 (SN 17011)
Einsatzzeit	h	8808	8784
Ausfallzeit	h	168	72
Wartungszeit	h	16	16
Tatsächliche Betriebszeit	h	8624	8696
Verfügbarkeit	%	97,9	99,0

Tabelle 19: Ermittlung der Verfügbarkeit (inkl. prüfungsbedingte Ausfälle)

		Gerät 1 (SN 17010)	Gerät 2 (SN 17011)
Einsatzzeit	h	8808	8784
Ausfallzeit	h	168	72
Wartungszeit inkl. Nullfilter	h	288 + 16	288 + 16
Tatsächliche Betriebszeit	h	8336	8408
Verfügbarkeit	%	94,6	95,7

6.1 5.2.19 Konverterwirkungsgrad

Bei Messeinrichtungen mit einem Konverter muss dessen Wirkungsgrad mindestens 95 % betragen.

Gemäß der Richtlinie VDI 4203 Blatt 3 Punkt 5.3 ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen mit Vorabscheidung mit physikalischer Messmethode zur Massenbestimmung nicht relevant.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? entfällt

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

6.1 5.2.20 Wartungsintervall

Das Wartungsintervall der Messeinrichtung ist zu ermitteln und anzugeben. Das Wartungsintervall sollte möglichst 28 Tage, muss jedoch mindestens 14 Tage betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Bei dieser Mindestanforderung wurde untersucht, welche Wartungsarbeiten in welchen Zeitabständen für eine einwandfreie Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung erforderlich sind. Weiterhin wurden die Ergebnisse der Driftbestimmung für Null- und Referenzpunkt gemäß Modul 5.2.9 bzw. Modul 5.2.10 zur Ermittlung des Wartungsintervalls berücksichtigt.

6.4 Auswertung

Es konnten für die Messeinrichtungen über den gesamten Feldtestzeitraum keine unzulässigen Driften festgestellt werden. Das Wartungsintervall wird daher durch die anfallenden Wartungsarbeiten bestimmt (siehe hierzu auch Modul 4.1.2).

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

6.5 Bewertung

Das Wartungsintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt und beträgt 1 Monat.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die notwendigen Wartungsarbeiten können dem Modul 4.1.2 dieses Berichtes und dem Kapitel 7 des Bedienhandbuchs entnommen werden.



6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit

Die erweiterte Messunsicherheit der Messeinrichtung ist zu ermitteln. Dieser ermittelte Wert darf die Vorgaben der EU-Tochterrichtlinien zur Luftqualität [G11 bis G13] nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die erweiterte Gesamtunsicherheit der Messeinrichtung wurde für Einzelwerte im Bereich der Konzentration des Kurzzeitimmissionsgrenzwertes und für Mittelwerte im Bereich der Konzentrationen des Langzeitimmissionsgrenzwertes ermittelt. Die in der Eignungsprüfung ermittelten Verfahrensgrößen der Messeinrichtungen wurden zusammengestellt.

Es werden die folgenden Bezugswerte angesetzt:

Kurzzeitimmissionsgrenzwert:

PM_{2,5} 35 µg/m³ (Quelle: EN 14907, Punkt 9.4 in Verbindung mit Tabelle 2)

Langzeitimmissionsgrenzwert:

PM_{2,5} 25 µg/m³

6.4 Auswertung

Die erweiterte Gesamtunsicherheit der Messeinrichtung wurde gemäß VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, Anhang C [1] ermittelt.

Bewertung

Zur Berechnung der erweiterten Messunsicherheiten wurden die Einzelergebnisse zu den jeweiligen Prüfpunkten zusammenfassend bewertet. Soweit aus den einzelnen Untersuchungen mehrere unabhängige Ergebnisse zur Verfügung standen, wurde der jeweils ungünstigste Wert eingesetzt.

Die Gesamtunsicherheiten ergaben sich zu 14,64 % bzw. 15,29 % für U(c) und 10,05 % bzw. 12,35 % für U(\bar{c}).

Einzelwerte können Tabelle 20 bis Tabelle 23 entnommen werden. Die erreichten Werte liegen alle unterhalb der geforderten Gesamtunsicherheiten von 25 %.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 20: *Erweiterte Messunsicherheit U(c) für die Messeinrichtung SN 17010
Bezugswert: 35 µg/m³*

Verfahrenskenngröße für Gerät SN 17010	Anforderung	Ergebnis		Unsicherheit u µg/m ³	Quadrat der Unsicherheit u ² (µg/m ³) ²
Reproduzierbarkeit	≥ 10	10		2,00	4,00
Unsicherheit zw. Prüflingen u _{Bs} nach Leitfaden	≤ 2,5 µg/m ³	1,38	µg/m ³	0,80	0,63
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	≤ 2 µg/m ³	-1,20	µg/m ³	-0,69	0,48
Temperaturabhängigkeit des Messwertes (Beta)	≤ 5 % von B1	0,05	µg/m ³	0,03	0,00
Drift am Nullpunkt	≤ 2 µg/m ³	1,80	µg/m ³	1,04	1,08
Drift des Messwertes	≤ 5 % von B1	0,13	µg/m ³	0,07	0,01
Netzspannung (Messwert Beta)	≤ 2 µg/m ³	0,03	µg/m ³	0,02	0,00
Querempfindlichkeiten	≤ 2,5 µg/m ³	0,30	µg/m ³	0,17	0,03
Unsicherheit des Prüfstandards	≤ 1 µg/m ³	1,00	µg/m ³	0,58	0,33
				Σu ²	6,56
				U(c) = 2u(c)	5,12
				U(c) / Bezug	14,64

Tabelle 21: *Erweiterte Messunsicherheit U(c) für die Messeinrichtung SN 17011
Bezugswert: 35 µg/m³*

Verfahrenskenngröße für Gerät SN 17011	Anforderung	Ergebnis		Unsicherheit u µg/m ³	Quadrat der Unsicherheit u ² (µg/m ³) ²
Reproduzierbarkeit	≥ 10	10		2,00	4,00
Unsicherheit zw. Prüflingen u _{Bs} nach Leitfaden	≤ 2,5 µg/m ³	1,38	µg/m ³	0,80	0,63
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	≤ 2 µg/m ³	-1,60	µg/m ³	-0,92	0,85
Temperaturabhängigkeit des Messwertes (Beta)	≤ 5 % von B1	0,08	µg/m ³	0,05	0,00
Drift am Nullpunkt	≤ 2 µg/m ³	1,60	µg/m ³	0,92	0,85
Drift des Messwertes	≤ 5 % von B1	-0,13	µg/m ³	-0,07	0,01
Netzspannung (Messwert Beta)	≤ 2 µg/m ³	-0,03	µg/m ³	-0,02	0,00
Querempfindlichkeiten	≤ 2,5 µg/m ³	1,20	µg/m ³	0,69	0,48
Unsicherheit des Prüfstandards	≤ 1 µg/m ³	1,00	µg/m ³	0,58	0,33
				Σu ²	7,16
				U(c) = 2u(c)	5,35
				U(c) / Bezug	15,29

Tabelle 22: Erweiterte Messunsicherheit $U(\bar{c})$ für die Messeinrichtung SN 17010
 Bezugswert: $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Verfahrenskenngröße für Gerät SN 17010	Unsicherheit (Einzelwert)	Zeitbasis	Anzahl nk	Quadrat der Unsicherheit (Mittelwert) $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^2$
Reproduzierbarkeit	2,00	24 Stunden	365	0,011
Unsicherheit zw. Prüflingen u_{BS} nach Leitfaden	0,80	1 Jahr	1	0,633
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	-0,69	1 Jahr	1	0,480
Temperaturabhängigkeit des Messwertes (Beta)	0,03	1 Jahr	1	0,001
Drift am Nullpunkt	1,04	1 Monat	12	0,090
Drift des Messwertes	0,07	1 Monat	12	0,000
Netzspannung (Messwert Beta)	0,02	1 Jahr	1	0,000
Querempfindlichkeiten	0,17	1 Jahr	1	0,030
Unsicherheit des Prüfstandards	0,58	1 Jahr	1	0,333
			$\Sigma u_m^2(c_k)$	1,579
			$U(\bar{c}) = 2u(\bar{c})$	2,51
			$\frac{U(\bar{c})}{\text{Bezug}}$	10,05

Tabelle 23: Erweiterte Messunsicherheit $U(\bar{c})$ für die Messeinrichtung SN 17011
 Bezugswert: $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Verfahrenskenngröße für Gerät SN 17011	Unsicherheit (Einzelwert)	Zeitbasis	Anzahl nk	Quadrat der Unsicherheit (Mittelwert) $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^2$
Reproduzierbarkeit	2,00	24 Stunden	365	0,011
Unsicherheit zw. Prüflingen u_{BS} nach Leitfaden	0,80	1 Jahr	1	0,633
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	-0,92	1 Jahr	1	0,853
Temperaturabhängigkeit des Messwertes (Beta)	0,05	1 Jahr	1	0,002
Drift am Nullpunkt	0,92	1 Monat	12	0,071
Drift des Messwertes	-0,07	1 Monat	12	0,000
Netzspannung (Messwert Beta)	-0,02	1 Jahr	1	0,000
Querempfindlichkeiten	0,69	1 Jahr	1	0,480
Unsicherheit des Prüfstandards	0,58	1 Jahr	1	0,333
			$\Sigma u_m^2(c_k)$	2,385
			$U(\bar{c}) = 2u(\bar{c})$	3,09
			$\frac{U(\bar{c})}{\text{Bezug}}$	12,35

6.1 5.3.1 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems

Für das PM₁₀-Probenahmesystem ist die Gleichwertigkeit zum Referenzverfahren nach DIN EN 12 341 [T5] nachzuweisen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für PM_{2,5}-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.3 Durchführung der Prüfung

Für PM_{2,5}-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.4 Auswertung

Für PM_{2,5}-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.5 Bewertung

Für PM_{2,5}-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Für PM_{2,5}-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.1 5.3.2 Vergleichbarkeit der Probenahmesysteme

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für PM_{2,5}-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.3 Durchführung der Prüfung

Für PM_{2,5}-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.4 Auswertung

Für PM_{2,5}-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.5 Bewertung

Für PM_{2,5}-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Für PM_{2,5}-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.1 5.3.3 Kalibrierung

Die PM₁₀-Prüflinge sind im Feldtest mit einem Referenzverfahren nach DIN EN 12341 [T5] durch Vergleichsmessungen zu kalibrieren. Hierbei ist der Zusammenhang zwischen dem Messsignal und der gravimetrisch bestimmten Referenzkonzentration als stetige Funktion zu ermitteln.

Die PM_{2,5}-Prüflinge wurden im Feldtest mit Referenzmessungen nach DIN EN 14907 verglichen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen können dem Modul 5.2.3 entnommen werden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Siehe Modul 5.2.3.

6.3 Durchführung der Prüfung

Siehe Modul 5.2.3.

6.4 Auswertung

Siehe Modul 5.2.3.

6.5 Bewertung

Siehe Modul 5.2.3.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe Modul 5.2.3.



6.1 5.3.4 Querempfindlichkeit

Der Störeinfluss durch die im Messgut enthaltene Feuchte darf im Bereich von B_1 nicht mehr als 10 % von B_1 betragen. Ist das Probenahmerohr beheizt, muss die Vergleichbarkeit zum gravimetrischen Referenzverfahren bei der angegebenen Temperatur nachgewiesen werden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht notwendig.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Ermittlung des Störeinflusses durch die im Messgut enthaltene Luftfeuchte erfolgte unter Feldbedingungen, da eine Prüfung am Nullpunkt im Labor zu keiner belastbaren Aussage führte und am Referenzpunkt (im Bereich von B_1) nicht gesichert durchführbar ist.

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

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

6.4 Auswertung

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

Bezugswert: $B_1 = 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $10 \% \text{ von } B_1 = 2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Es wurde weiterhin untersucht, ob die Vergleichbarkeit der Prüflinge mit dem Referenzverfahren gemäß Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ [4] auch für den Fall, dass die Messwerte an Tagen mit einer relativen Feuchte > 70 % gewonnen wurden, gegeben ist.

6.5 Bewertung

Es konnte kein Störeinfluss > 1,2 µg/m³ Abweichung vom Sollwert durch die im Messgut enthaltene Luftfeuchte auf das Messsignal festgestellt werden. Während des Feldtestes konnte bei wechselnden relativen Luftfeuchten kein negativer Einfluss auf die Messwerte beobachtet werden. Die Vergleichbarkeit der Prüflinge mit dem Referenzverfahren gemäß Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ [4] ist auch für Tage mit einer relativen Luftfeuchte > 70 % gegeben.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 24 zeigt eine zusammenfassende Darstellung.

Tabelle 24: Abweichung zwischen Referenzmessung und Prüfling an Tagen mit einer relativen Luftfeuchte > 70 %

Feldtest, Tage mit relativer Feuchte >70 %				
		Referenz	SN 17010	SN 17011
Mittelwert	µg/m ³	16,8	17,1	18,0
Abweichung zu Mittelwert Referenz in µg/m ³	µg/m ³	-	0,3	1,2
Abweichung in % von Mittelwert Referenz	%	-	1,8	7,1
Abweichung in % von B1	%	-	1,2	4,8

Einzelwerte können den Anlagen 4 und 5 im Anhang entnommen werden.

Die Darstellung und Bewertung der Messunsicherheiten W_{CM} an Tagen mit einer relativen Luftfeuchte > 70 % erfolgt in Tabelle 25 und Tabelle 26. Einzelwerte können den Anlagen 4 und 5 im Anhang entnommen werden.

Tabelle 25: Vergleich Testgerät 17010 mit Referenzgerät, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM-1020	SN	SN 17010	
Standort	Alle Standorte, rF>70%	Grenzwert	30	µg/m ³
Status Messwerte	Rohwerte	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	0,991	nicht signifikant		
Unsicherheit von b	0,02			
Achsabschnitt a	0,457	nicht signifikant		
Unsicherheit von a	0,30			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	0,20	µg/m ³		
Unsicherheit $u_{c,s}$ am Grenzwert	1,80	µg/m ³		
Kombinierte Messunsicherheit w_{CM}	6,00	%		
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	12,00	%		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	bestanden			

Tabelle 26: Vergleich Testgerät 17011 mit Referenzgerät, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM-1020	SN	SN 17011	
Standort	Alle Standorte, rF>70%	Grenzwert	30	µg/m ³
Status Messwerte	Rohwerte	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	1,047	signifikant		
Unsicherheit von b	0,01			
Achsabschnitt a	0,434	nicht signifikant		
Unsicherheit von a	0,26			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	1,85	µg/m ³		
Unsicherheit $u_{c,s}$ am Grenzwert	2,41	µg/m ³		
Kombinierte Messunsicherheit w_{CM}	8,03	%		
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	16,05	%		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	bestanden			

6.1 5.3.5 Tagesmittelwerte

Die Messeinrichtung muss die Bildung von 24 h-Mittelwerten ermöglichen. Bei Filterwechseln darf die hierfür insgesamt benötigte Zeit nicht mehr als 1 % der Mittelungszeit betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für die Prüfung wurde zusätzlich eine Uhr bereitgestellt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde geprüft, ob die Messeinrichtung die Bildung eines Tagesmittelwertes ermöglicht. Der Zeitbedarf für den Filterwechsel wurde ermittelt.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung arbeitet standardmäßig mit einem Messzyklus von 60 min. Nach jedem Messzyklus wird das Filterband um eine Position weiter geschoben. Die Daten jedes Messzyklus werden gespeichert und stehen dem Anwender zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung. Darüber hinaus ermöglicht die Messeinrichtung die Bildung eines 24-h-Mittelwertes, der über die serielle Schnittstelle im Tagesprotokoll ausgegeben wird.

Im Rahmen der Eignungsprüfung war eine Zykluszeit von 60 min eingestellt mit einem Zeitbedarf für die radiometrische Messung von jeweils 8 min.

Die Zykluszeit setzt sich daher zusammen aus 2 x 8 min für die radiometrische Messung (I_0 & I_3) sowie ca. 1 bis 2 min für Filterbandbewegungen. Die Sammelzeit beträgt damit pro Stunde ca. 42 min.

Die verfügbare Probenahmezeit pro Messzyklus liegt damit bei ca. 70 % der Gesamtzykluszeit. Die Ergebnisse aus den Felduntersuchungen gemäß Punkt 7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6] aus diesem Bericht zeigen, dass bei dieser Gerätekonfiguration die Vergleichbarkeit der Prüflinge mit dem Referenzverfahren sicher nachgewiesen werden konnte und die Bildung von Tagesmittelwerten damit gesichert möglich ist.

6.5 Bewertung

Mit der beschriebenen Gerätekonfiguration und einem Messzyklus von 60 min ist die Bildung von validen Tagesmittelwerten auf Basis der 24 Einzelmessungen möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.3.6 Konstanz des Probenahmevervolumenstroms

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

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

6.3 Durchführung der Prüfung

Der Probenahmevervolumenstrom wurde vor dem ersten Feldteststandort kalibriert und dann vor jedem Feldteststandort mit Hilfe einer trockenen Gasuhr bzw. eines Massendurchflussmessers auf Korrektheit überprüft und falls erforderlich nachjustiert.

Um die Konstanz des Probenahmevervolumenstroms zu ermitteln, wurde ein Durchflussmesser an die Messeinrichtungen angeschlossen und über einen Zeitraum von 24 h (= 24 Messzyklen) 5-Sekunden-Werte für den Durchfluss aufgezeichnet und ausgewertet.

6.4 Auswertung

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

6.5 Bewertung

Die Ergebnisse der vor jedem Feldteststandort durchgeführten Überprüfung der Durchflussrate sind in Tabelle 27 dargestellt.

Tabelle 27: Ergebnisse Kontrolle Durchflussrate

Durchflussüberprüfung vor	SN 17010		SN 17011	
	[l/min]	Abw. vom Soll [%]	[l/min]	Abw. vom Soll [%]
Teddington, Sommer	16,3	-2,4	16,5	-1,2
Köln, Winter	16,8	0,6	16,7	0,0
Bornheim, Sommer	16,7	0,0	16,9	1,2
Teddington, Winter	16,5	-1,2	16,6	-0,6

Die grafischen Darstellungen des Durchflusses über 24 Messzyklen zeigen, dass alle während der Probenahme ermittelten Messwerte weniger als $\pm 5\%$ vom Sollwert von 16,67 l/min abweichen. Die Abweichung der Mittelwerte über den Messzyklus ist ebenfalls kleiner als die geforderten $\pm 3\%$ vom Sollwert.

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

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 28 und Tabelle 29 sind die ermittelten Kenngrößen für den Durchfluss aufgeführt. Abbildung 42 und Abbildung 43 zeigen eine grafische Darstellung der Durchflussmessungen an den beiden Testgeräten SN 17010 und SN 17011.

Tabelle 28: Kenngrößen für die Durchflussmessung, SN 17010

Nr.	Mittelwert [l/min]	Abw. vom Sollwert [%]	StdAbw [l/min]	Max [l/min]	Min [l/min]
1	16,47	-1,35	0,08	16,80	16,40
2	16,47	-1,37	0,08	16,75	16,40
3	16,48	-1,34	0,09	16,80	16,40
4	16,51	-1,17	0,11	16,80	16,35
5	16,50	-1,18	0,12	16,80	16,35
6	16,43	-1,64	0,03	16,60	16,35
7	16,41	-1,71	0,03	16,50	16,35
8	16,44	-1,53	0,07	16,70	16,35
9	16,47	-1,39	0,09	16,80	16,40
10	16,49	-1,24	0,12	16,80	16,35
11	16,49	-1,27	0,12	16,80	16,35
12	16,48	-1,29	0,12	16,80	16,20
13	16,50	-1,19	0,12	16,85	16,35
14	16,49	-1,27	0,12	16,85	16,40
15	16,45	-1,51	0,03	16,55	16,40
16	16,50	-1,19	0,09	16,80	16,45
17	16,50	-1,21	0,09	16,80	16,45
18	16,48	-1,32	0,03	16,55	16,45
19	16,54	-0,95	0,07	16,75	16,40
20	16,53	-1,03	0,02	16,55	16,50
21	16,53	-1,04	0,03	16,55	16,45
22	16,50	-1,19	0,03	16,55	16,45
23	16,56	-0,86	0,09	16,85	16,45
24	16,56	-0,82	0,11	16,85	16,45
Mittel 1-24	16,49	-1,25	0,08	16,85	16,20

Tabelle 29: Kenngrößen für die Durchflussmessung, SN 17011

Nr.	Mittelwert [l/min]	Abw. vom Sollwert [%]	StdAbw [l/min]	Max [l/min]	Min [l/min]
1	16,68	-0,12	0,03	16,75	16,65
2	16,65	-0,28	0,02	16,70	16,60
3	16,64	-0,38	0,05	16,70	16,50
4	16,63	-0,41	0,05	16,70	16,35
5	16,62	-0,49	0,05	16,70	16,45
6	16,63	-0,45	0,06	16,70	16,40
7	16,62	-0,45	0,06	16,75	16,45
8	16,62	-0,48	0,06	16,75	16,45
9	16,61	-0,52	0,05	16,70	16,40
10	16,62	-0,51	0,06	16,70	16,45
11	16,58	-0,74	0,05	16,65	16,45
12	16,60	-0,62	0,03	16,65	16,55
13	16,48	-1,34	0,06	16,60	16,30
14	16,48	-1,32	0,04	16,55	16,40
15	16,54	-0,97	0,04	16,65	16,40
16	16,54	-0,98	0,05	16,60	16,45
17	16,48	-1,34	0,06	16,60	16,30
18	16,62	-0,47	0,04	16,70	16,55
19	16,72	0,11	0,04	16,80	16,60
20	16,59	-0,65	0,07	16,75	16,45
21	16,74	0,22	0,04	16,85	16,65
22	16,78	0,47	0,03	16,80	16,70
23	16,80	0,57	0,03	16,85	16,70
24	16,80	0,63	0,03	16,85	16,70
Mittel 1-24	16,63	-0,44	0,05	16,85	16,30

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5} Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5}, Berichts-Nr.: 936/21209919/A

SN 17010, Konstanz der Durchflussrate

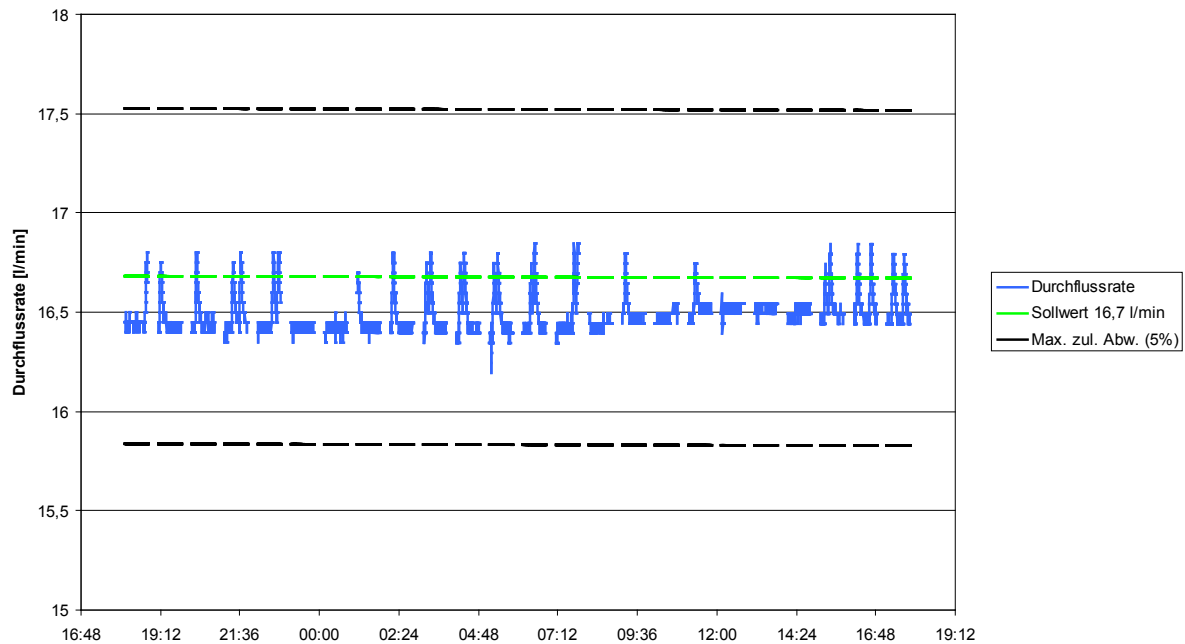


Abbildung 42: Durchfluss am Testgerät SN 17010

SN 17011, Konstanz der Durchflussrate

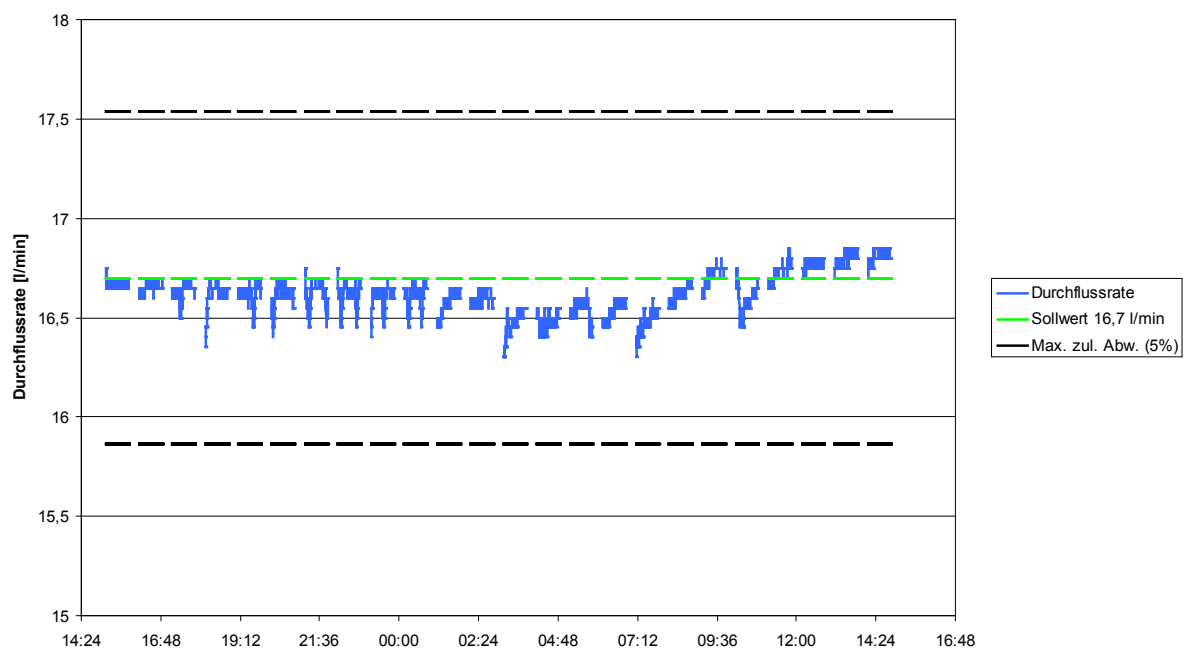


Abbildung 43: Durchfluss am Testgerät SN 17011

6.1 5.3.7 Dichtheit des Probenahmesystems

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nullfilter-Kit BX-302 respektive Inletadapter BX-305.

6.3 Durchführung der Prüfung

Um die Leckrate zu bestimmen, wurde der Inletadapter BX-305 am Eingang des Probenahmerohres aufgesetzt und der Kugelhahn des Adapters langsam geschlossen. Die Leckrate wurde aus der Differenz zwischen der im Gerät gemessenen Durchflussrate bei ausgeschalteter Pumpe (Nullpunkt der Durchflussmessung) und der gemessenen Durchflussrate bei geschlossenem Geräteeingang ermittelt.

Diese Prozedur wurde dreimal während des Feldtestes in Köln durchgeführt.

Es wird empfohlen, die Dichtigkeit der Messeinrichtung mit Hilfe der beschriebenen Prozedur einmal pro Monat zu überprüfen.

6.4 Auswertung

Die Leckrate wurde aus der Differenz zwischen der im Gerät gemessenen Durchflussrate bei ausgeschalteter Pumpe (Nullpunkt der Durchflussmessung) und der gemessenen Durchflussrate bei geschlossenem Geräteeingang ermittelt.

Der Maximalwert der drei ermittelten Leckraten wurde bestimmt.

Unter den beschriebenen Testbedingungen ist gemäß Gerätehersteller eine maximale Leckage bis zu 1 l/min noch zulässig, da bei komplett verschlossenem Geräteeingang ein sehr hohes Vakuum im System erzeugt wird (21 inch Hg entspricht ca. 700 mbar), welches um ein Vielfaches größer ist als während des Normalbetriebes durch Filterbeladung erzeugt werden könnte.

Mögliche Undichtigkeiten im System (z.B. Verschmutzungen im Bereich der Eintrittsdüse am Filterband durch Filterabrieb) können mit der beschriebenen Methode sicher erkannt werden.

6.5 Bewertung

Die maximal ermittelten Undichtigkeiten ergaben sich zu 1,8 % für Gerät 1 (SN 17010) sowie zu max. 2,4 % für Gerät 2 (SN 17011). In der Mindestanforderung darf die Undichtigkeit nicht mehr als 1 % vom durchgesaugten Probevolumen betragen.

Mindestanforderung erfüllt? nein

Unter den beschriebenen Testbedingungen ist gemäß Gerätehersteller eine maximale Leckage bis zu 1 l/min (ca. 6 % von 16,7 l/min) noch zulässig, da bei komplett verschlossenem Geräteeingang ein sehr hohes Vakuum im System erzeugt wird (21 inch Hg entspricht ca. 700 mbar), welches um ein Vielfaches größer ist als ein durch Filterbeladung während des Normalbetriebes erzeugtes Vakuum. Mögliche Undichtigkeiten im System (z.B. Verschmutzungen im Bereich der Eintrittsdüse am Filterband durch Filterabrieb) können mit der beschriebenen Methode sicher erkannt werden

Es wird empfohlen, die Dichtigkeit der Messeinrichtung mit Hilfe der beschriebenen Prozedur einmal pro Monat zu überprüfen.

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 30 enthält die ermittelten Werte aus der Dichtigkeitsprüfung.

Tabelle 30: Ermittlung der Leckrate

	Durchfluss (Pumpe aus)	Durchfluss (Pumpe ein, Eingang verschlossen)			Max- wert	Maximale Leckrate
		1 (01.12.08)	2 (26.01.09)	3 (16.02.09)		
	l/min	l/min	l/min	l/min	l/min	% vom Soll
SN 17010	0,0	0,1	0,3	0,0	0,3	1,8
SN 17011	0,0	0,1	0,4	0,3	0,4	2,4

6.1 5.4 Anforderungen an Mehrkomponentenmesseinrichtungen

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

Bei sequentiellm Betrieb muss die Bildung von Stundenmittelwerten gesichert sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

7 Erweiterte Prüfkriterien nach Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“

7.1 Methodik der Äquivalenzprüfung

Gemäß der Version des Leitfadens vom Juli 2009 [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 die in 2008/50/EG [7] festgelegte obere Beurteilungsschwelle für Jahresgrenzwerte, d.h. 28 µg/m³ für PM₁₀ und 17 µg/m³ für PM_{2,5}.
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 7.1 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} [9.5.2.1] werden die Kriterien 1 und 2 geprüft.

Unter Punkt 7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6] werden die Kriterien 3, 4 und 5 geprüft.

Unter Punkt 7.1 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen [9.7] erfolgt eine Auswertung für den Fall, dass Kriterium 5 nicht ohne Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen erfüllt werden kann.

7.1 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} [9.5.2.1]

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} muss gemäß dem Punkt 9.5.2.1 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ ermittelt werden.

7.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest an vier verschiedenen Standorten durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten unterschiedlich hohe PM_{2,5} Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG [7]. Für PM_{2,5} liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 17 µg/m³.

Es wurden an jedem Standort mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (4 Standorte, 251 valide Messwertpaare für SN 17010, 253 valide Messwertpaare für SN 17011) liegen insgesamt 33,1 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 17 µg/m³ für den Jahresmittelwert von PM_{2,5}. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

7.4 Auswertung

Gemäß **Punkt 9.5.2.1** des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ gilt:

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} muss $\leq 2,5$ µg/m³ liegen. Eine Unsicherheit über 2,5 µg/m³ zwischen den beiden Prüflingen ist ein Hinweis, dass die Leistung eines oder beider Systeme unzureichend ist und die Gleichwertigkeit nicht erklärt werden kann.

Die Unsicherheit wird dabei ermittelt für:

- Alle Standorte gemeinsam (Kompletter Datensatz)
- 1 Datensatz mit Messwerten ≥ 18 µg/m³ für PM_{2,5} (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

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

- Jeden Standort einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten < 18 µg/m³ für PM_{2,5} (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

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

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

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

7.5 Bewertung

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} liegt mit maximal $1,57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unterhalb des geforderten Wertes von $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Für die Unsicherheitsberechnung gemäß Punkt 6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit wird der Wert für den Gesamtdatensatz von $1,38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eingesetzt.

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 31 führt die berechneten Werte für die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} auf. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 44 bis Abbildung 50.

Tabelle 31: Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} für die Testgeräte SN 17010 und SN 17011

Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit u_{bs}
SN			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
17010 / 17011	Alle Standorte	345	1,38
Einzelstandorte			
17010 / 17011	Teddington, Sommer	97	1,13
17010 / 17011	Köln, Winter	127	1,76
17010 / 17011	Bornheim, Sommer	66	1,13
17010 / 17011	Teddington, Winter	55	1,01
Klassierung über Referenzwerte			
17010 / 17011	Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	174	1,57
17010 / 17011	Werte $< 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	74	1,05

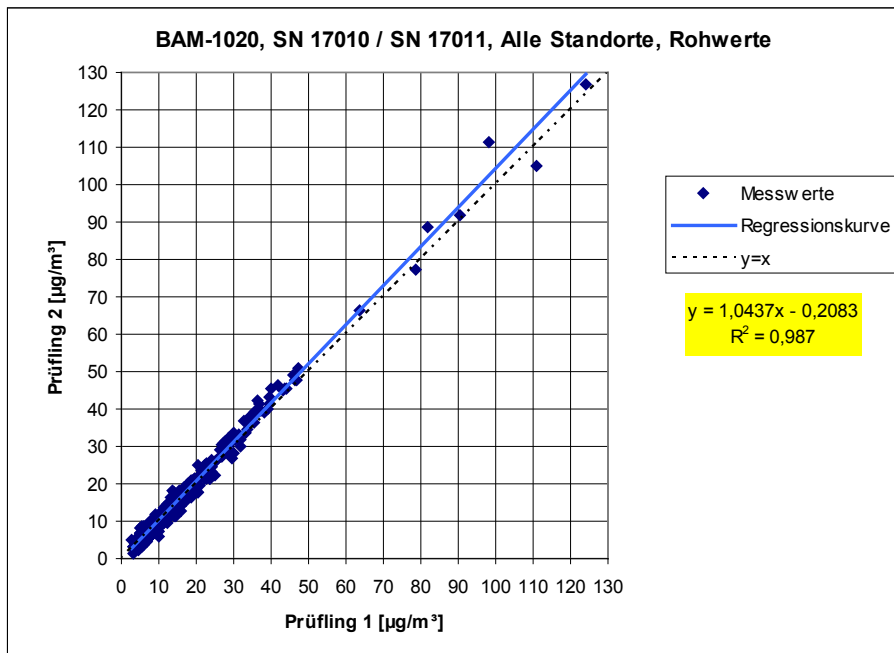


Abbildung 44: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, alle Standorte

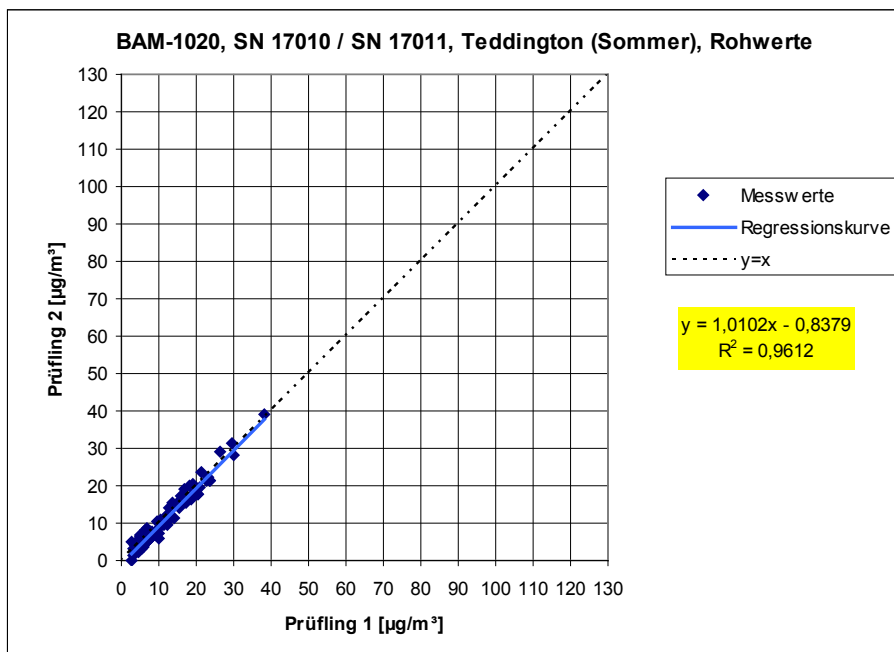


Abbildung 45: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Teddington, Sommer

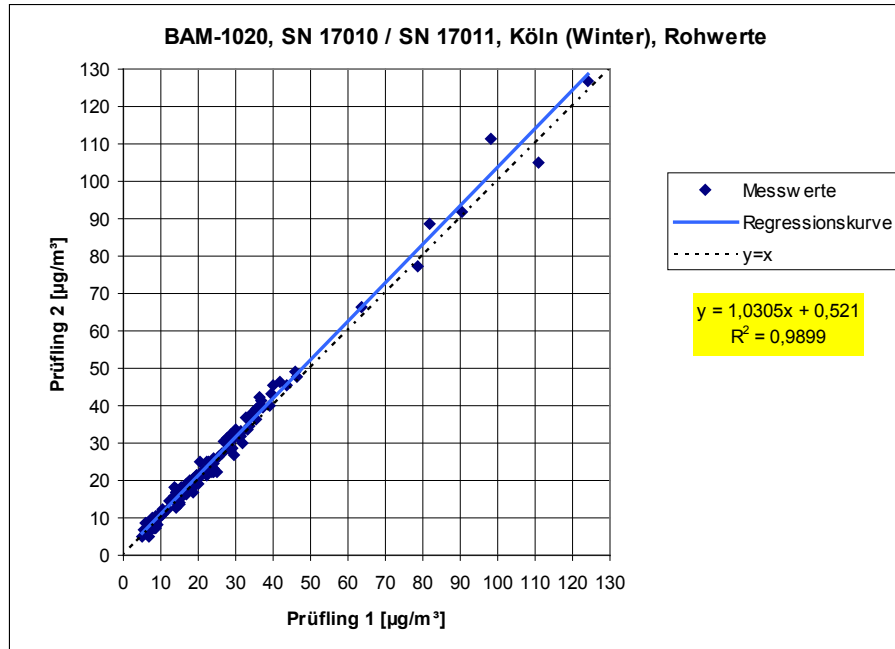


Abbildung 46: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Köln, Winter*

Bemerkung: Die Abweichungen in den Messwertpaaren 98,2 µg/m³ / 111,5 µg/m³ (31.12.2008) sowie 110,7 µg/m³ / 105,1 µg/m³ (13.04.2009) sind durch kurzzeitige starke lokale Spitzen (Feuerwerk) verursacht. Da keine technischen Gründe vorlagen, wurden die Werte nicht als Ausreißer aus dem Datenpool entfernt (siehe Punkt 4.3 Handhabung der Daten)

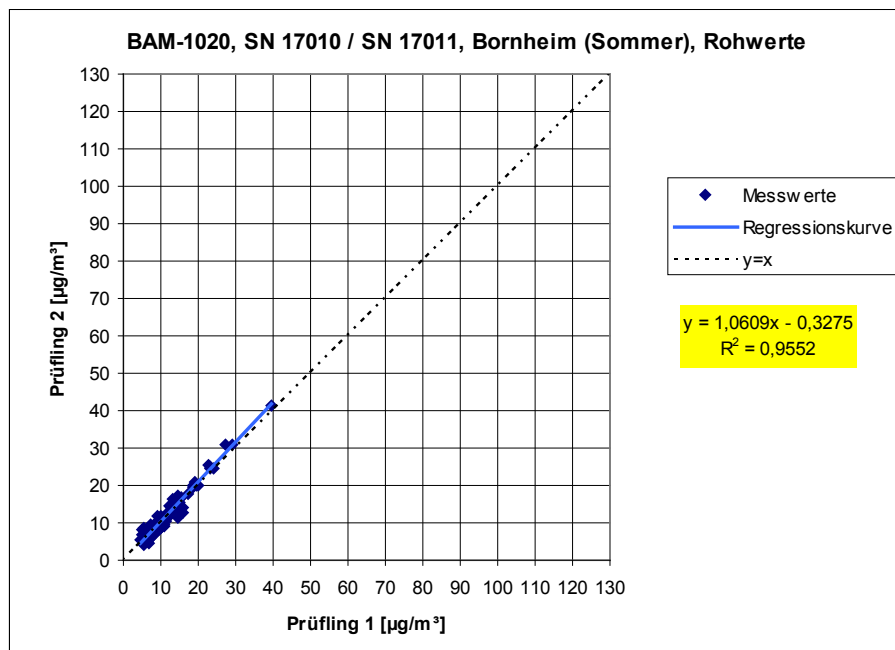


Abbildung 47: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Bornheim, Sommer

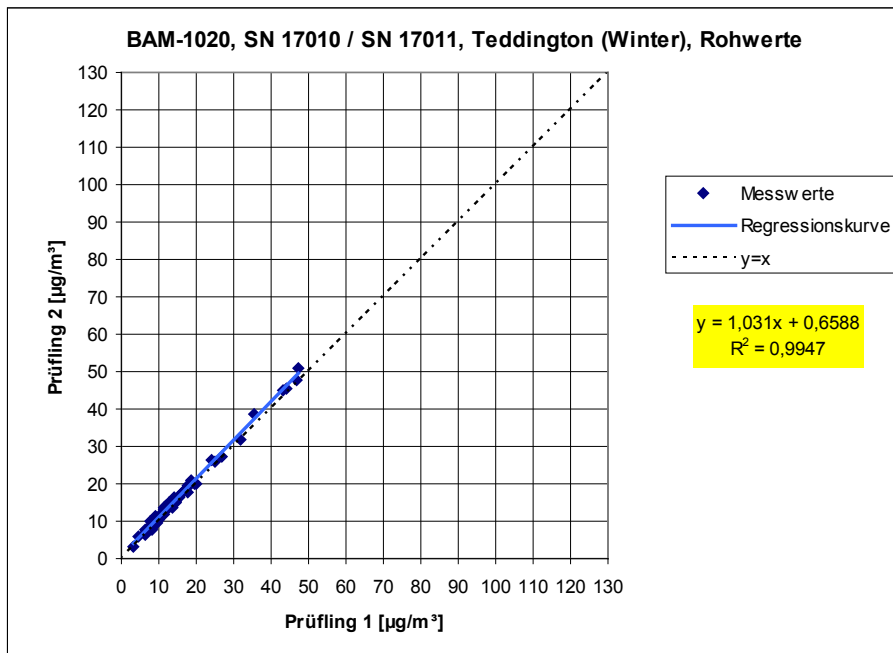


Abbildung 48: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Teddington, Winter

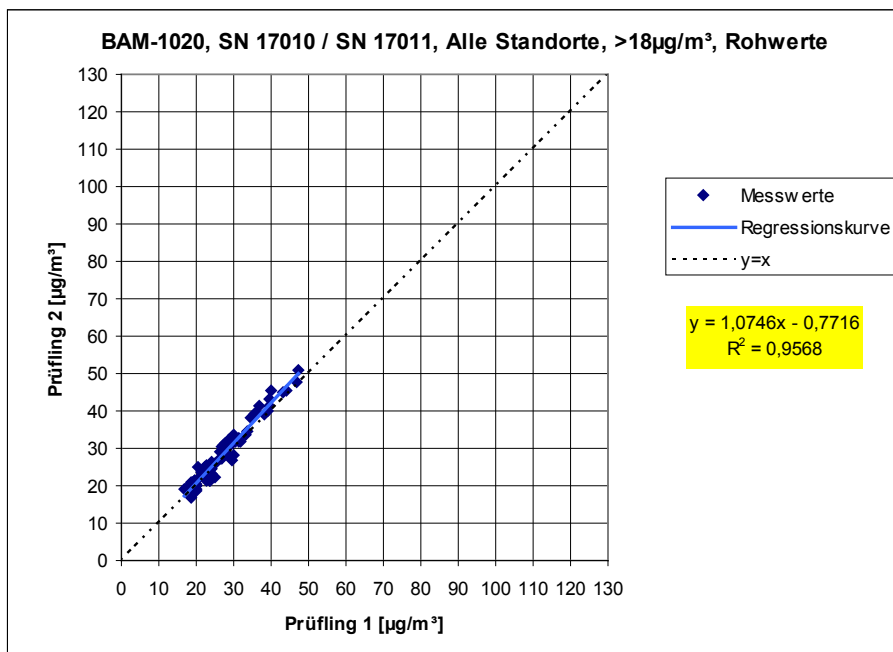


Abbildung 49: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, alle Standorte, Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$

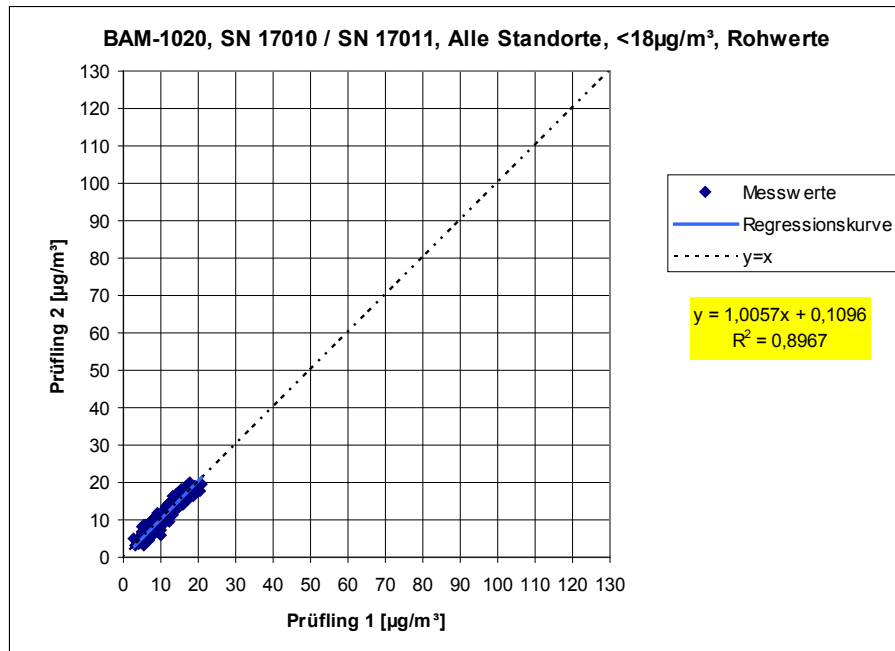


Abbildung 50: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, alle Standorte, Werte < 18 µg/m³

7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6]

Für die Prüflinge ist die Gleichwertigkeit zum Referenzverfahren gemäß den Punkten 9.5.2.2 bis 9.6 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ nachzuweisen. Die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge ist mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] zu vergleichen.

7.2 Gerätetechnische Ausstattung

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

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest an vier verschiedenen Standorten durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten unterschiedlich hohe PM2,5 Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG [7]. Für PM2,5 liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 17 µg/m³.

Es wurden an jedem Standort mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (4 Standorte, 251 valide Messwertpaare für SN 17010, 253 valide Messwertpaare für SN 17011) liegen insgesamt 33,1 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 17 µg/m³ für den Jahresmittelwert von PM2,5. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

7.4 Auswertung

[Punkt 9.5.2.2] Der Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge wird die Überprüfung der Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten u_{ref} vorangestellt.

Die Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten u_{ref} wird analog der Unsicherheit zwischen den Prüflingen bestimmt und muss $\leq 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sein.

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

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

Die Regression wird berechnet für:

- Alle Standorte gemeinsam
- Jeden Standort einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

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

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

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

$u(x_i)$ = zufällige Unsicherheit des Referenzverfahrens, sofern der Wert von u_{bs} , der für den Einsatz der Prüflinge berechnet wird, in diesem Test verwendet werden kann
(siehe Punkt 7.1 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs})

Algorithmen zur Berechnung des Achsabschnitts a sowie der Steigung b und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [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 gemeinsam
- Jeden Standort einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Voraussetzung für die Akzeptanz des Gesamtdatensatzes ist gemäß Leitfaden:

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

Und

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

Wobei $u(b)$ und $u(a)$ die Standardunsicherheiten der Steigung und des Achsabschnitts beschreiben, berechnet als Wurzel der Varianz. Wenn diese Vorbedingungen nicht erfüllt sind, dann können die Prüflinge gemäß Punkt 9.7 des Leitfadens kalibriert werden (siehe auch 7.1 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen [9.7]). Die Kalibrierung darf nur für den Gesamtdatensatz durchgeführt werden.

[Punkt 9.5.3] Für alle Datensätze wird die kombinierte Unsicherheit der Prüflinge $w_{c,CM}$ durch Kombination der Beiträge aus 9.5.2.1 und 9.5.2.2 gemäß der folgenden Gleichung berechnet:

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

Für jeden Datensatz wird die Unsicherheit $w_{c,CM}$ auf einem Level von $y_i = 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM2,5 berechnet.

[Punkt 9.5.4] Für jeden Datensatz wird die erweiterte relative Unsicherheit der Ergebnisse der Prüflinge durch Multiplizieren von $w_{c,CM}$ mit einem Erweiterungsfaktor k nach folgender Gleichung berechnet:

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

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

[Punkt 9.6]

Die größte resultierende Unsicherheit W_{CM} wird mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] verglichen und bewertet. Es sind zwei Fälle möglich:

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

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

7.5 Bewertung

Die ermittelten Unsicherheiten W_{CM} liegen ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit $W_{d,qo}$ von 25 % für Feinstaub.

Mindestanforderung erfüllt? ja







Nachfolgende Tabelle 32 zeigt einen Überblick über alle Ergebnisse der Äquivalenzprüfung für den Prüfling BAM-1020 für PM2,5. Für den Fall, dass ein Kriterium erfüllt wird oder nicht, ist der Text in den Zellen in grüner oder roter Farbe dargestellt. Darüber hinaus sind entsprechend den fünf Prüfkriterien aus Punkt 7.1 Methodik der Äquivalenzprüfung die zugehörigen Zellen selbst farblich hinterlegt.

Tabelle 32: Übersicht Äquivalenzprüfung BAM-1020 für PM2,5

BAM-1020 PM2,5	33.1% > 17 µg m ³	Orthogonale Regression				Unsicherheit zwischen den Geräten	
	W _{CM} / %	n _{c-s}	r ²	Steigung (b) +/- ub	Achsabschnitt (a) +/- ua	Referenz	Prüflinge
Alle Standorte	12.6	248	0.967	1.000 +/- 0.012	0.764 +/- 0.204	0.33	1.38
< 18 µg m ⁻³	9.8	174	0.889	0.971 +/- 0.025	1.066 +/- 0.267	0.34	1.05
> 18 µg m ⁻³	15.9	74	0.926	1.031 +/- 0.033	-0.068 +/- 0.919	0.30	1.57

SN 17010	Datensatz	Orthogonale Regression				Grenzwert 30 µg m ³	
		n _{c-s}	r ²	Steigung (b) +/- ub	Achsabschnitt (a) +/- ua	W _{CM} / %	% > 17 µg m ³
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	78	0.931	0.994 +/- 0.030	1.822 +/- 0.372	17.11	19.2
	Köln (Winter)	75	0.957	0.980 +/- 0.024	0.960 +/- 0.512	12.79	56.0
	Bornheim (Sommer)	53	0.941	1.052 +/- 0.036	-0.962 +/- 0.527	11.61	20.8
	Teddington (Winter)	45	0.991	0.970 +/- 0.014	-0.182 +/- 0.300	10.28	35.6
Gesamtdatensätze	< 18 µg m ³	175	0.849	0.955 +/- 0.028	1.137 +/- 0.306	11.46	4.6
	> 18 µg m ³	76	0.907	0.984 +/- 0.035	0.584 +/- 0.975	16.02	100.0
	Alle Standorte	251	0.957	0.969 +/- 0.013	0.989 +/- 0.226	12.90	33.5

SN 17011	Datensatz	Orthogonale Regression				Grenzwert 30 µg m ³	
		n _{c-s}	r ²	Steigung (b) +/- ub	Achsabschnitt (a) +/- ua	W _{CM} / %	% > 17 µg m ³
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	78	0.955	1.016 +/- 0.025	1.018 +/- 0.308	14.66	19.2
	Köln (Winter)	75	0.977	1.061 +/- 0.019	0.430 +/- 0.405	17.91	56.0
	Bornheim (Sommer)	57	0.901	1.134 +/- 0.048	-1.498 +/- 0.727	23.91	21.1
	Teddington (Winter)	43	0.992	0.991 +/- 0.014	0.630 +/- 0.293	7.41	32.6
Gesamtdatensätze	< 18 µg m ³	178	0.881	1.021 +/- 0.026	0.634 +/- 0.286	13.44	4.5
	> 18 µg m ³	75	0.929	1.092 +/- 0.034	-1.108 +/- 0.952	19.03	100.0
	Alle Standorte	253	0.966	1.041 +/- 0.012	0.377 +/- 0.214	16.28	32.8

	Kriterium 1
	Kriterium 2
	Kriterium 3
	Kriterium 4
	Kriterium 5
	Weitere

Die Überprüfung der fünf Kriterien aus Punkt 7.1 Methodik der Äquivalenzprüfung ergab folgendes Bild:

- Kriterium 1: Mehr als 20 % der Daten sind größer als 17 µg/m³.
- Kriterium 2: Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ist kleiner als 2,5 µg/m³.
- Kriterium 3: Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten ist kleiner als 2,0 µg/m³.
- Kriterium 4: Alle erweiterten Unsicherheiten liegen unter 25%.
- Kriterium 5: Die Steigung und der Achsabschnitt bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes für SN 17010 sind signifikant. Die Steigung bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes für SN 17011 ist signifikant.

Die Version vom Juli 2009 des Leitfadens ist nicht eindeutig darin, welche Steigung und welcher Achsabschnitt konkret zur Korrektur eines Prüflings verwendet werden sollen, falls dieser Prüfling die Äquivalenzprüfung nicht besteht. Nach Rücksprache mit dem Vorsitzenden der für die Erstellung des Leitfadens verantwortlichen EU-Arbeitsgruppe wurde entschieden, dass die Anforderung aus der Version vom November 2005 des Leitfadens weiterhin gültig ist und dass die Steigung und der Achsabschnitt aus der orthogonalen Regression für den Gesamtdatensatz herangezogen werden. Diese sind in Tabelle 32 golden hinterlegt und in der Legende mit "Weitere" bezeichnet.

Der UK Equivalence Report aus 2006 [8] hat diesen Punkt als Schwachstelle in der Statistik für den Äquivalenznachweis in der November 2005 Version des Leitfadens beschrieben, da „präzisere“ Geräte dadurch benachteiligt werden (Anhang E Abschnitt 4.2). Die gleiche Schwachstelle wurde 1:1 in die Juli 2009 Version übernommen. Sowohl der TÜV Rheinland als auch die englischen Partner sind der Meinung, dass der BAM-1020 für PM_{2,5} in der Tat durch die Statistik für seine Präzision benachteiligt wird. Es wird daher vorgeschlagen, denselben pragmatischen Ansatz zu wählen, der in der Vergangenheit in früheren Studien schon zur Anwendung kam. Da einige der Steigungen aus den Einzeldatensätzen größer als 1 sind und andere wiederum kleiner als 1 sind, sollte es keine Veranlassung zu einer Korrektur der Steigung geben.

In diesem konkreten Fall liegt die Steigung für den Gesamtdatensatz ohnehin bei 1,000; deshalb kann keine Steigungskorrektur erfolgen.

Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei 0,764. Es erfolgt daher unter Punkt 7.1 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen [9.7] eine zusätzliche Auswertung unter Anwendung des entsprechenden Kalibrierfaktors auf die Datensätze.

Die überarbeitete Fassung des Leitfadens von Juli 2009 enthält die Forderung, dass für eine richtlinienkonforme Überwachung fortlaufend stichprobenweise Überprüfungen bei einer gewissen Anzahl von Geräten in einem Messnetz durchgeführt werden müssen und dass die Anzahl der betroffenen Messorte abhängig ist von der erweiterten Messunsicherheit des Gerätes. Die entsprechende Umsetzung liegt in der Verantwortung des Messnetzbetreibers oder der zuständigen Behörde des Mitgliedstaates. Allerdings empfehlen der TÜV Rheinland wie auch die englischen Partner, dass die erweiterte Unsicherheit des Gesamtdatensatzes hierzu herangezogen wird, nämlich 12,6 %, was wiederum eine jährliche Überprüfung an 3 Messorten erfordern würde (Leitfaden [4], Kapitel 9.9.2, Tabelle 6).

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 33 zeigt einen Überblick über die Unsicherheiten zwischen den Referenzgeräten u_{ref} aus den Felduntersuchungen. In Tabelle 34 erfolgt eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung inkl. der ermittelten erweiterten Messunsicherheiten W_{CM} aus den Feldtestuntersuchungen.

Tabelle 33: Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten u_{ref}

Referenz-Geräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit u_{bs}
Nr.			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 / 2	Teddington, Sommer	77	0,33
1 / 2	Köln, Winter	75	0,39
1 / 2	Bornheim, Sommer	53	0,30
1 / 2	Teddington, Winter	43	0,27
1 / 2	Alle Standorte	248	0,33

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

Tabelle 34: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 17010 & SN 17011, Rohdaten

BAM-1020, PM _{2,5}	33.1% > 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Orthogonale Regression					Unsicherheit zwischen den Geräten		
	$W_{CM} / \%$	n_{c-s}	r^2	Steigung (b) +/- ub		Achsenabschnitt (a) +/- ua		Referenz	Prüflinge
Alle Standorte	12.6	248	0.967	1.000	+/- 0.012	0.764	+/- 0.204	0.33	1.38
< 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	9.8	174	0.889	0.971	+/- 0.025	1.066	+/- 0.267	0.34	1.05
> 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15.9	74	0.926	1.031	+/- 0.033	-0.068	+/- 0.919	0.30	1.57
SN 17010	Datensatz	Orthogonale Regression					Grenzwert 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b) +/- ub		Achsenabschnitt (a) +/- ua		$W_{CM} / \%$	$\% > 17 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	78	0.931	0.994	+/- 0.030	1.822	+/- 0.372	17.11	19.2
	Köln (Winter)	75	0.957	0.980	+/- 0.024	0.960	+/- 0.512	12.79	56.0
	Bornheim (Sommer)	53	0.941	1.052	+/- 0.036	-0.962	+/- 0.527	11.61	20.8
	Teddington (Winter)	45	0.991	0.970	+/- 0.014	-0.182	+/- 0.300	10.28	35.6
Gesamtdatensätze	< 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	175	0.849	0.955	+/- 0.028	1.137	+/- 0.306	11.46	4.6
	> 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	76	0.907	0.984	+/- 0.035	0.584	+/- 0.975	16.02	100.0
	Alle Standorte	251	0.957	0.969	+/- 0.013	0.989	+/- 0.226	12.90	33.5
SN 17011	Datensatz	Orthogonale Regression					Grenzwert 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b) +/- ub		Achsenabschnitt (a) +/- ua		$W_{CM} / \%$	$\% > 17 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	78	0.955	1.016	+/- 0.025	1.018	+/- 0.308	14.66	19.2
	Köln (Winter)	75	0.977	1.061	+/- 0.019	0.430	+/- 0.405	17.91	56.0
	Bornheim (Sommer)	57	0.901	1.134	+/- 0.048	-1.498	+/- 0.727	23.91	21.1
	Teddington (Winter)	43	0.992	0.991	+/- 0.014	0.630	+/- 0.293	7.41	32.6
Gesamtdatensätze	< 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	178	0.881	1.021	+/- 0.026	0.634	+/- 0.286	13.44	4.5
	> 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	75	0.929	1.092	+/- 0.034	-1.108	+/- 0.952	19.03	100.0
	Alle Standorte	253	0.966	1.041	+/- 0.012	0.377	+/- 0.214	16.28	32.8

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmeseinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5} Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5}, Berichts-Nr.: 936/21209919/A

Seite 135 von 285

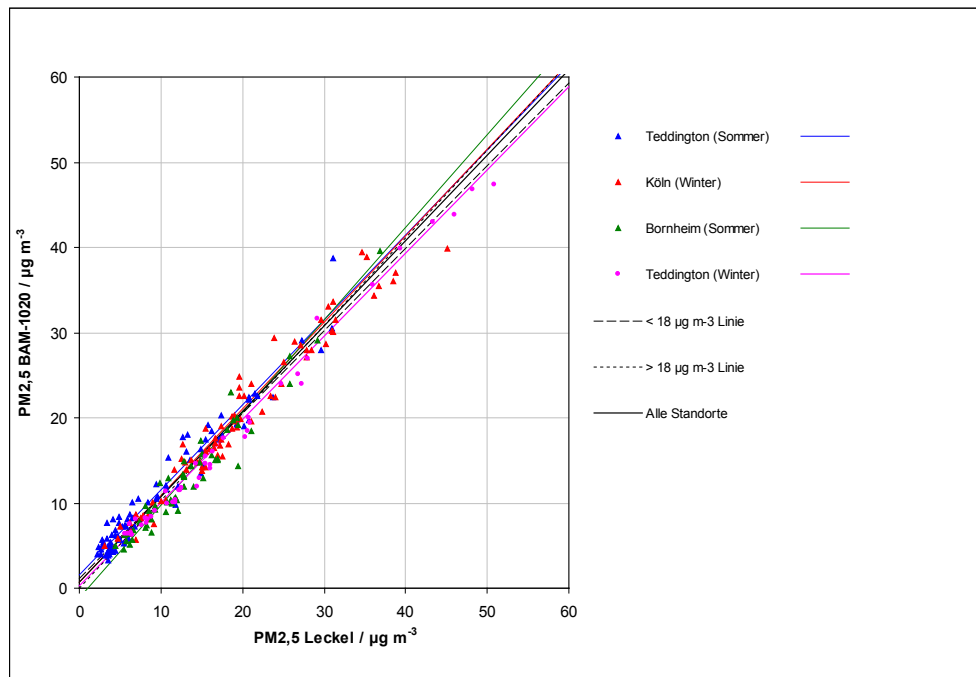


Abbildung 51: Referenz vs. Testgerät, SN 17010 & SN 17011, alle Standorte

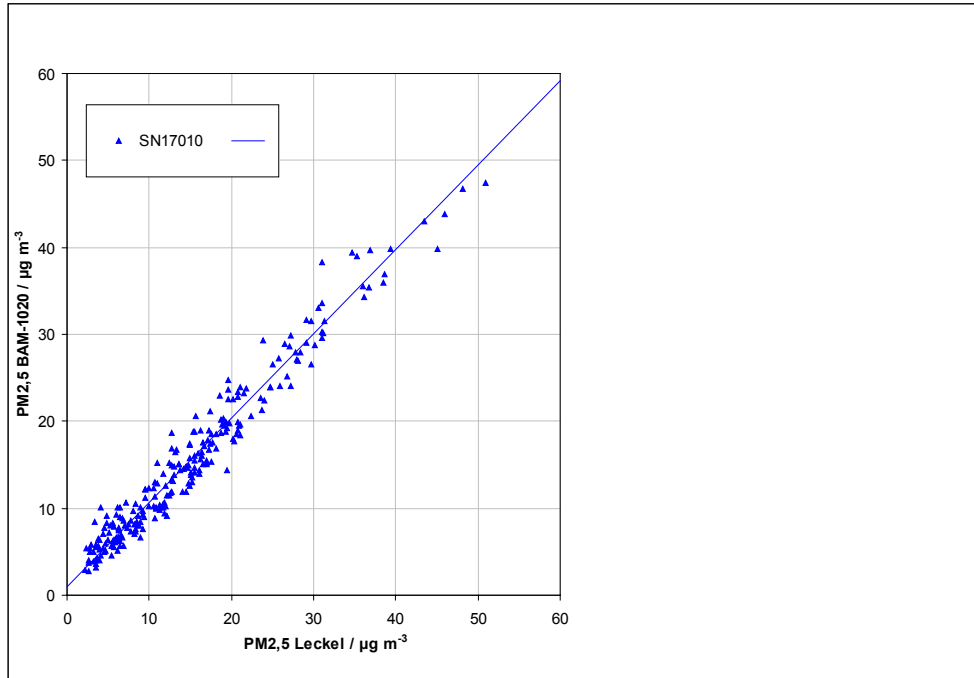


Abbildung 52: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, alle Standorte

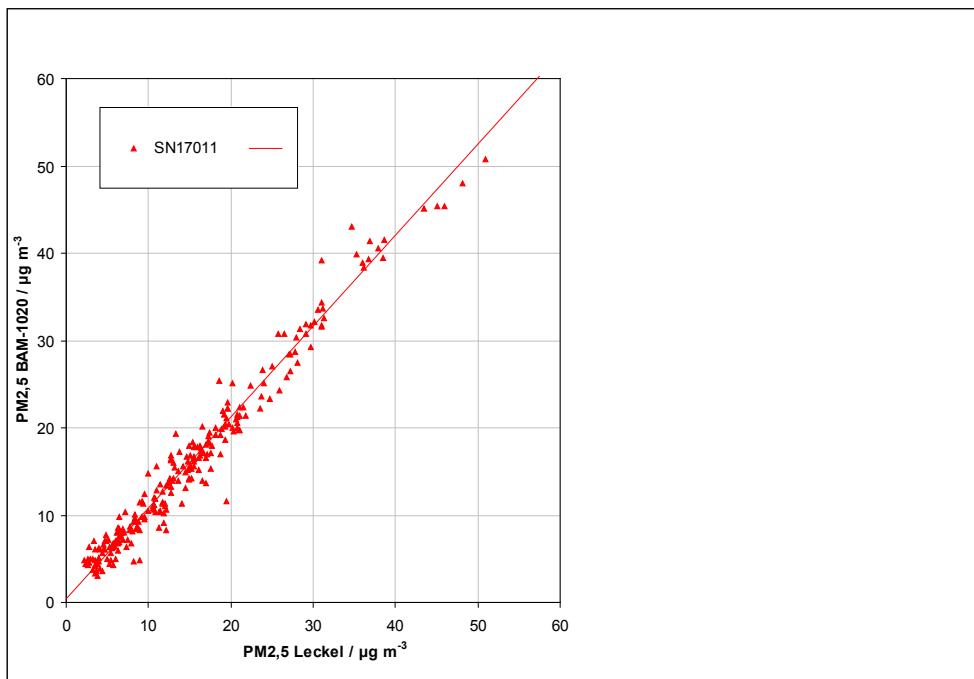


Abbildung 53: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, alle Standorte

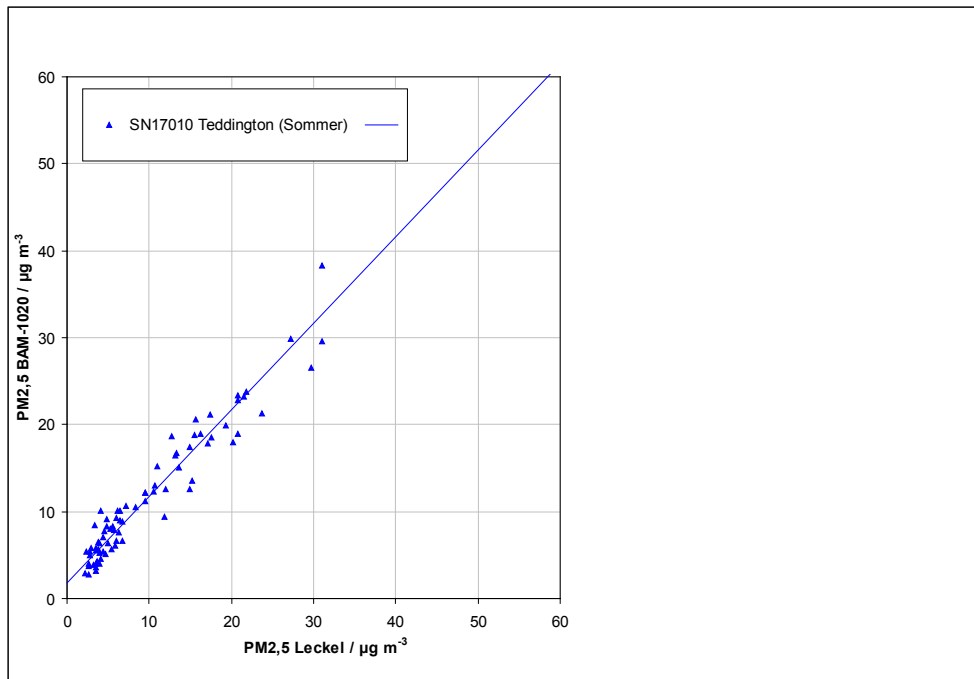


Abbildung 54: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Teddington, Sommer

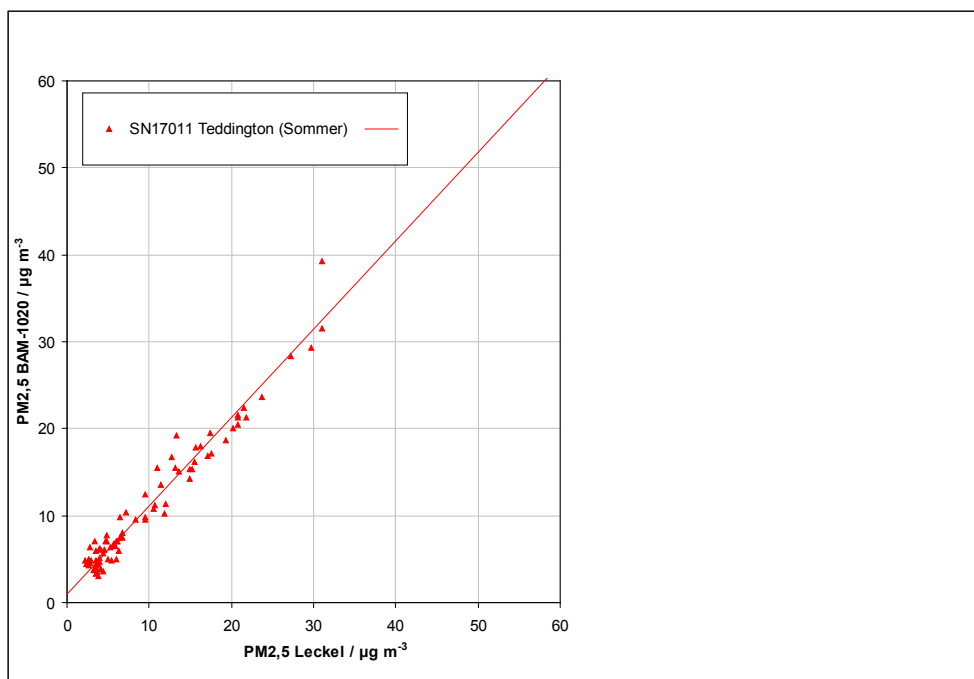


Abbildung 55: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Teddington, Sommer

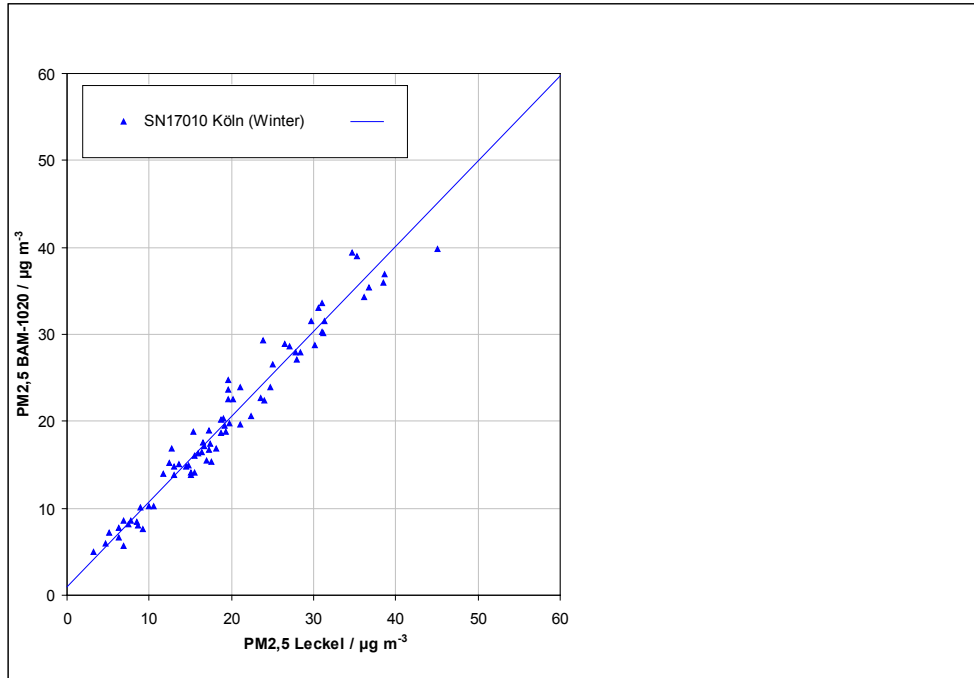


Abbildung 56: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Köln, Winter

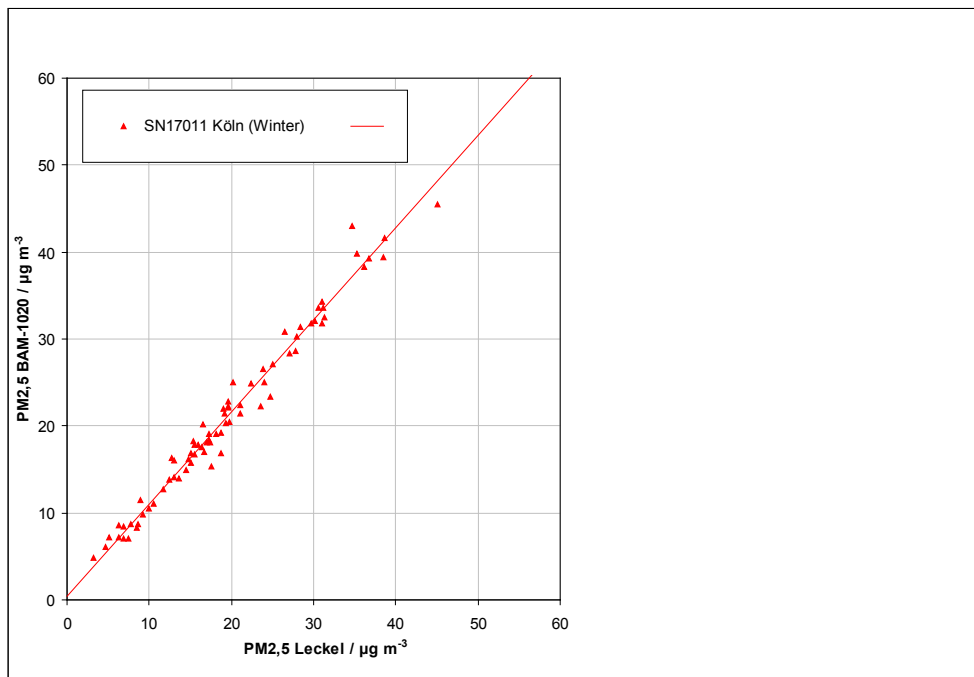


Abbildung 57: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Köln, Winter

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5 Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21209919/A

Seite 139 von 285

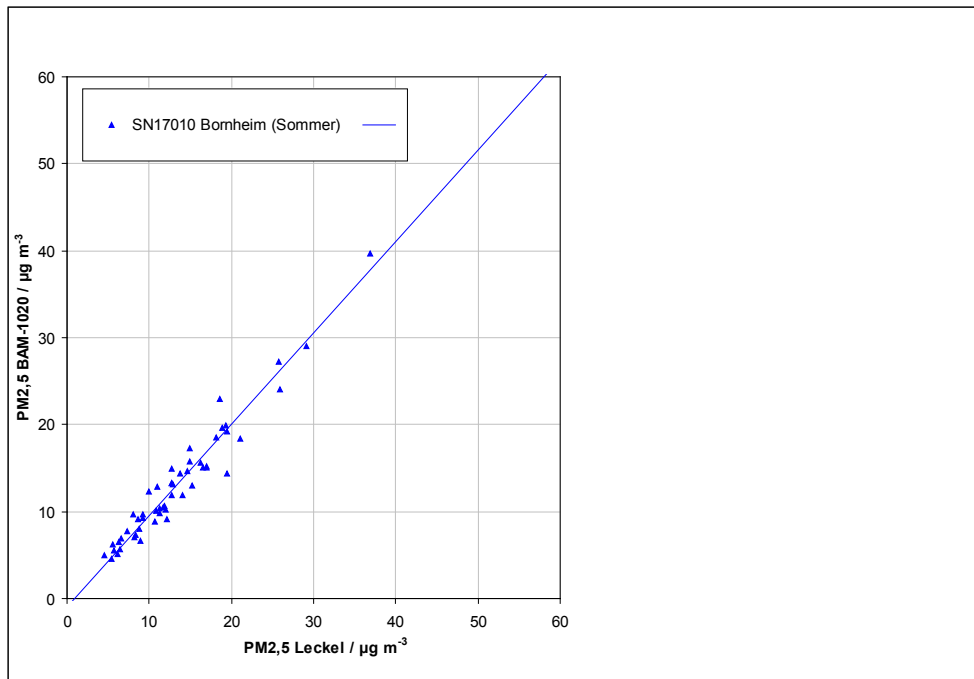


Abbildung 58: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Bornheim, Sommer

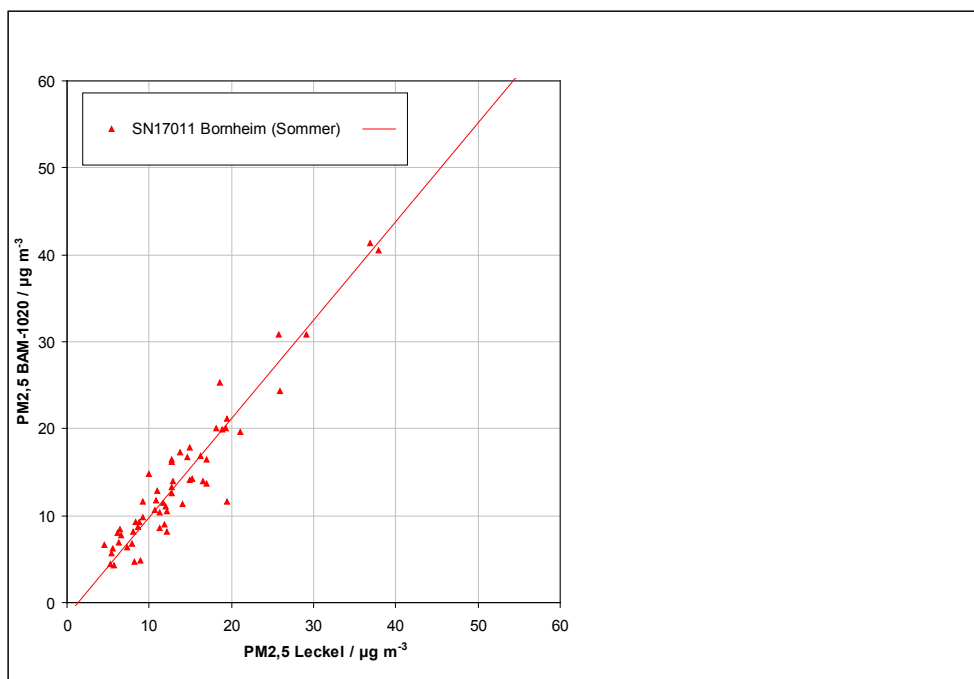


Abbildung 59: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Bornheim, Sommer

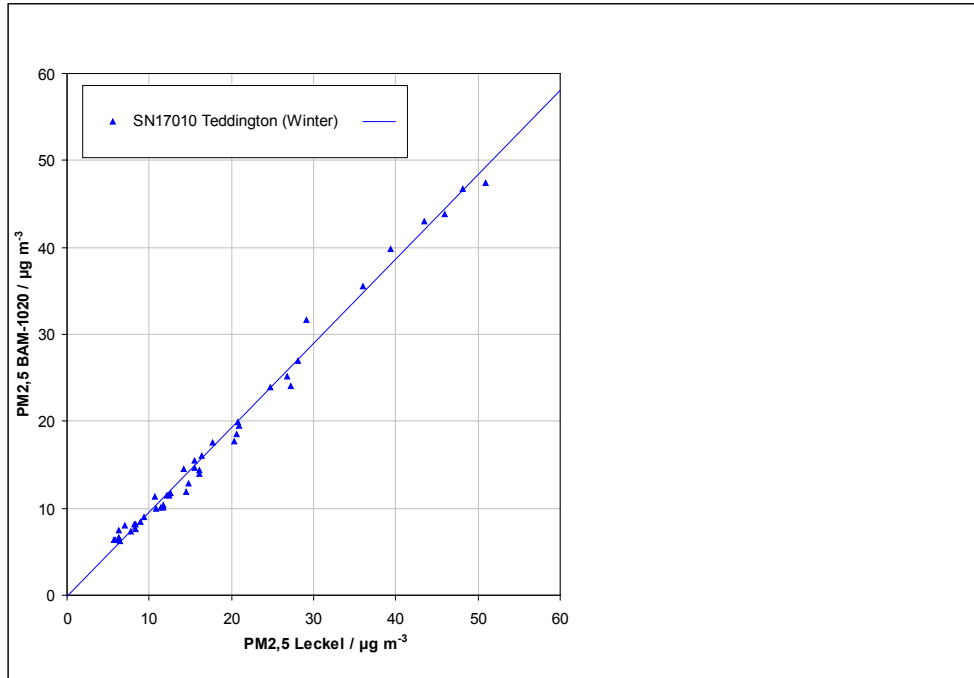


Abbildung 60: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Teddington, Winter

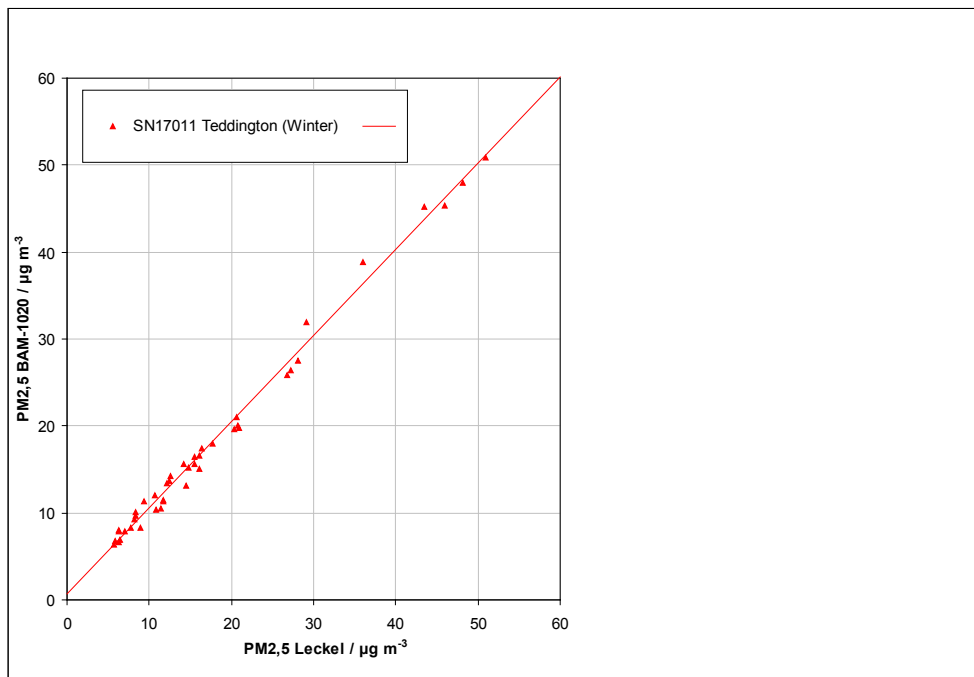


Abbildung 61: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Teddington, Winter

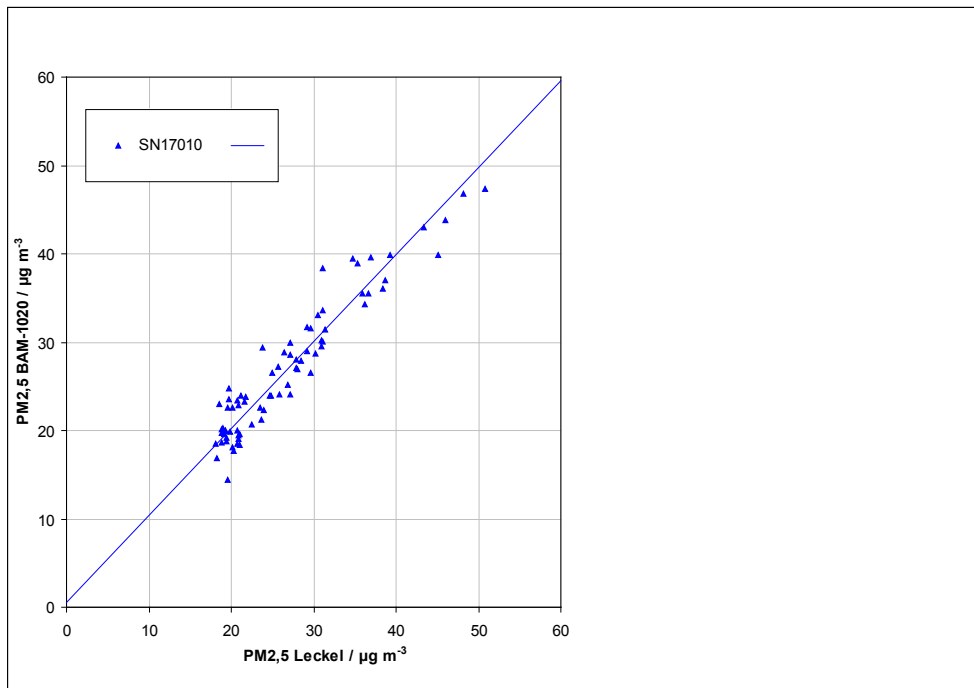


Abbildung 62: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Werte $\geq 18 \mu\text{g/m}^3$

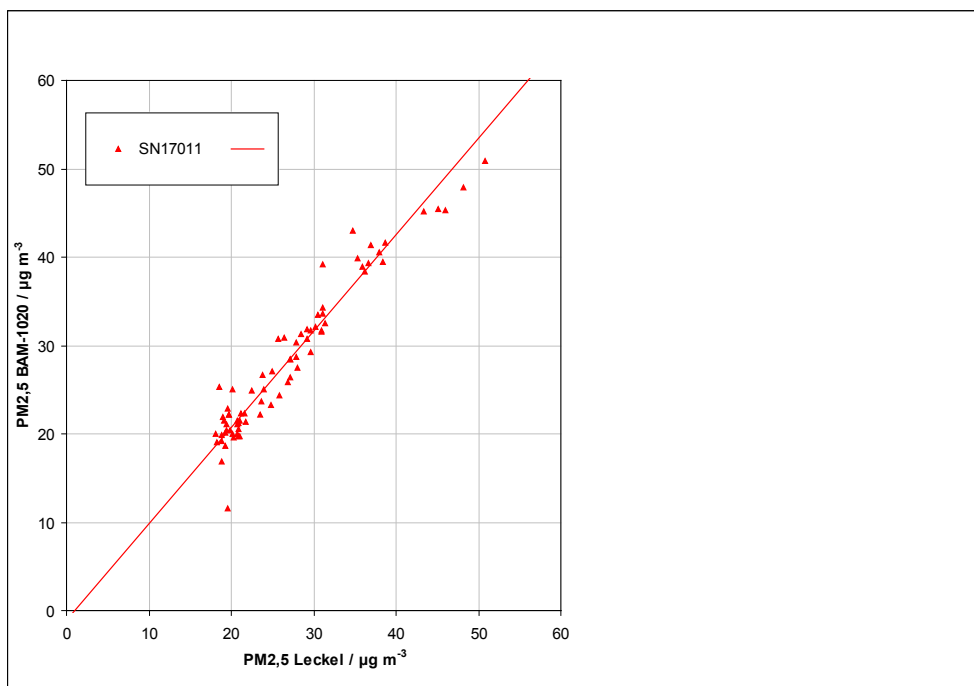


Abbildung 63: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Werte $\geq 18 \mu\text{g/m}^3$

7.1 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen [9.7]

Ist die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge größer als die in den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] festgelegte erweiterte relative Unsicherheit, ist eine Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen zulässig. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen gemäß den Punkten 9.5.2.2ff. des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ erfüllen.

7.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

7.3 Durchführung der Prüfung

Siehe Modul 9.5.2.2 – 9.5.6.

7.4 Auswertung

Tritt bei der Auswertung der Rohwerte gemäß Modul 9.5.2.2 – 9.5.6 der Fall $W_{CM} > W_{dqo}$ auf, d.h. Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet, dann ist es zulässig, einen Korrekturfaktor oder -term anzuwenden, der aus der Regressionsgleichung für den gesamten Datensatz resultiert. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen für alle Datensätze oder Teildatensätze erfüllen (siehe Modul 9.5.2.2 – 9.5.6). Darüber hinaus kann eine Korrektur auch für den Fall, dass $W_{CM} \leq W_{dqo}$ ist, genutzt werden, um die Genauigkeit der Prüflinge zu verbessern.

Es können drei verschiedene Fälle auftreten:

- a) Steigung b nicht signifikant von 1 verschieden: $|b - 1| \leq 2u(b)$,
Achsenabschnitt a signifikant von 0 verschieden: $|a| > 2u(a)$
- b) Steigung b signifikant von 1 verschieden: $|b - 1| > 2u(b)$,
Achsenabschnitt a nicht signifikant von 0 verschieden: $|a| \leq 2u(a)$
- c) Steigung b signifikant von 1 verschieden: $|b - 1| > 2u(b)$
Achsenabschnitt a signifikant von 0 verschieden: $|a| > 2u(a)$

zu a)

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

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

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

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

und

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

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

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [4] ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 9.5.2.2 – 9.5.6 ermittelt.

zu b)

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

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

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

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

und

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

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

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [4] ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 9.5.2.2 – 9.5.6 ermittelt.

zu c)

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

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

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

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

und

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

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

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [4] ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 9.5.2.2 – 9.5.6 ermittelt

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

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

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

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

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

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

Die größte resultierende Unsicherheit $W_{CM,corr}$ wird mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] verglichen und bewertet. Es sind zwei Fälle möglich:

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

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

7.5 Bewertung

Die Prüflinge erfüllen während der Prüfung die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen schon ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Die Auswertung des Gesamtdatensatzes für beide Prüflinge ergibt jedoch einen signifikanten Achsabschnitt (siehe Tabelle 34). Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei 0,764. Aus diesem Grunde wurde eine Achsabschnittskorrektur des gesamten Datensatzes durchgeführt und mit den korrigierten Werten alle Datensätze neu ausgewertet. Alle Datensätze erfüllen auch nach der Korrektur die Anforderungen an die Datenqualität. und die Verbesserung in den erweiterten Messunsicherheiten ist nur marginal, obwohl es in einigen Fällen sogar zu einer Erhöhung kommt (z.B. Teddington (Winter) für 17010).

Die Version des Leitfadens vom Juli 2009 verlangt für den Fall des Betriebs der Messeinrichtung in einem Messnetz, dass die Geräte jährlich an einer Anzahl von Messstellen, die wiederum abhängig ist von der höchsten erweiterten Unsicherheit in der Äquivalenzprüfung, überprüft werden. Das entsprechende Kriterium zur Festlegung der Anzahl der Messstellen ist in 5 % Schritte unterteilt (Leitfaden [4], Kapitel 9.9.2, Tabelle 6). Es bleibt festzustellen, dass die höchste ermittelte erweiterte Unsicherheit sowohl vor als auch nach der Korrektur des Achsabschnitts bei SN 17011 in Bornheim (Sommer) im Bereich 20 % bis 25 % liegt.

Die Anwendung eines Korrekturfaktors für den BAM-1020 für PM_{2,5} verbessert daher die erweiterten Messunsicherheiten leicht, bringt aber keinen entscheidenden Vorteil. Der Nachweis der Äquivalenz der Messeinrichtung BAM-1020 für PM_{2,5} kann auch ohne Anwendung von Korrekturfaktoren und -termen gezeigt werden.

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 empfehlen der TÜV Rheinland wie auch die englischen Partner, dass die erweiterte Unsicherheit des Gesamtdatensatzes des Datensatzes hierzu herangezogen wird, nämlich 12,6 % (unkorrigierter Datensatz) respektive 11,6 % (Datensatz nach Offset-Korrektur), was wiederum eine jährliche Überprüfung an 3 Messorten erfordern würde.

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 35 zeigt die Ergebnisse der Auswertungen der Äquivalenzprüfung nach Anwendung des Korrekturfaktors für den Achsabschnitt auf den Gesamtdatensatz.

Tabelle 35: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 17010 & SN 17011, nach Korrektur Achsabschnitt

BAM-1020, PM _{2,5} korrigiert um Achsabschnitt 0,764	33.1% > 17 µg m ⁻³	Orthogonale Regression						Unsicherheit zwischen den Geräten			
	W _{CM} / %	n _{c-s}	r ²	Steigung (b) +/- ub			Achsabschnitt (a) +/- ua			Referenz	Prüflinge
Alle Standorte	11.6	248	0.967	1.000	+/-	0.012	0.000	+/-	0.204	0.33	1.38
< 18 µg m ⁻³	10.5	174	0.889	0.971	+/-	0.025	0.302	+/-	0.267	0.34	1.05
> 18 µg m ⁻³	14.9	74	0.926	1.031	+/-	0.033	-0.832	+/-	0.919	0.30	1.57

SN 17010	Datensatz	Orthogonale Regression						Grenzwert 30 µg m ³			
		n _{c-s}	r ²	Steigung (b) +/- ub			Achsabschnitt (a) +/- ua			W _{CM} / %	% > 17 µg m ³
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	78	0.931	0.994	+/-	0.030	1.058	+/-	0.372	14.46	19.2
	Köln (Winter)	75	0.957	0.980	+/-	0.024	0.196	+/-	0.512	12.96	56.0
	Bornheim (Sommer)	53	0.941	1.052	+/-	0.036	-1.726	+/-	0.527	11.08	20.8
	Teddington (Winter)	45	0.991	0.970	+/-	0.014	-0.946	+/-	0.300	14.40	35.6
Gesamtdatensätze	< 18 µg m ³	175	0.849	0.955	+/-	0.028	0.373	+/-	0.306	13.21	4.6
	> 18 µg m ³	76	0.907	0.984	+/-	0.035	-0.180	+/-	0.975	16.67	100.0
	Alle Standorte	251	0.957	0.969	+/-	0.013	0.225	+/-	0.226	13.78	33.5

SN 17011	Datensatz	Orthogonale Regression						Grenzwert 30 µg m ³			
		n _{c-s}	r ²	Steigung (b) +/- ub			Achsabschnitt (a) +/- ua			W _{CM} / %	% > 17 µg m ³
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	78	0.955	1.016	+/-	0.025	0.254	+/-	0.308	11.85	19.2
	Köln (Winter)	75	0.977	1.061	+/-	0.019	-0.334	+/-	0.405	14.00	56.0
	Bornheim (Sommer)	57	0.901	1.134	+/-	0.048	-2.262	+/-	0.727	20.72	21.1
	Teddington (Winter)	43	0.992	0.991	+/-	0.014	-0.134	+/-	0.293	7.59	32.6
Gesamtdatensätze	< 18 µg m ³	178	0.881	1.021	+/-	0.026	-0.130	+/-	0.286	11.10	4.5
	> 18 µg m ³	75	0.929	1.092	+/-	0.034	-1.872	+/-	0.952	16.67	100.0
	Alle Standorte	253	0.966	1.041	+/-	0.012	-0.387	+/-	0.214	13.52	32.8

8 Empfehlungen zum Praxiseinsatz

Arbeiten im Wartungsintervall (4 Wochen)

Folgende regelmäßige Arbeiten sind an der geprüften Messeinrichtung erforderlich:

- Regelmäßige Sichtkontrolle / Telemetrische Überwachung
- Gerätestatus in Ordnung
- Keine Fehlermeldungen
- Keine Verschmutzungen
- Überprüfung der Gerätefunktionen nach Anweisung des Herstellers
- Kontrolle des Filterbandvorrates
- Wartung des Probenahmekopfes gemäß Herstellerangaben
- Alle 4 Wochen: Plausibilitätskontrolle Temperatur-, Drucksensoren, ggf. Nachkalibrierung
- Alle 4 Wochen: Überprüfung der Dichtigkeit und der Durchflussrate

Im Übrigen sind die Anweisungen des Herstellers zu beachten.

Die Messeinrichtung führt bei jedem Messzyklus standardmäßig eine interne Überprüfung des Nullpunktes (Leermessung) sowie der Empfindlichkeit (Messung mit Referenzfolie) durch. Die Ergebnisse dieser Überprüfungen können zur kontinuierlichen Überprüfung der Stabilität der radiometrischen Messung verwendet werden.

Weitergehende Wartungsarbeiten

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

- Nach ca. 2 Monaten Austausch des Filterbandes (Messzyklus: 60 min). Nach dem Austausch sollte in jedem Fall ein Geräteselbsttest gemäß Kapitel 3.5 des Handbuchs durchgeführt werden.
- Alle 2 Monate Kalibrierung der Durchflussrate.
- Alle 6 Monate Abluftschalldämpfer an der Pumpe tauschen.
- Alle 6 Monate Sensoren für die Umgebungstemperatur, Luftdruck, Filter-Temperatur und Filter-rH gemäß Bedienungshandbuch überprüfen.
- Alle 6 Monate den Flowcontroller, die Pumpe und die Probenahmeheizung gemäß Bedienungshandbuch überprüfen.
- Alle 12 Monate sollte eine 72-stündiger BKGD-Test mit Hilfe des Nullfilter-Kits BX-302 gemäß Handbuch Punkt 7.7 durchgeführt werden.
- Einmal im Jahr sind zusätzlich im Rahmen einer jährlichen Grundwartung die Kohleschieber der Vakuumpumpe (nur Drehschieberpumpe) zu kontrollieren und ggf. auszutauschen.
- Während der jährlichen Grundwartung ist auch auf die Reinigung des Probenahmerohres zu achten.

Weitere Einzelheiten können der Bedienungsanleitung entnommen werden.

Immissionsschutz/Luftreinhaltung

Karsten Pletscher

Dr. Peter Wilbring

Köln, 26.03.2010
936/21209919/A

9 Literaturverzeichnis

- [1] VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, Juni 2002
- [2] VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, August 2004
- [3] Europäische Norm EN 14907, „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM2,5-Massenfraktion des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 14907: 2005
- [4] Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“, Englische Fassung vom Juli 2009
- [5] Bedienungshandbuch BAM-1020, Stand 9800-RevG
- [6] Bedienungshandbuch LVS3, Stand 2000
- [7] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa
- [8] Bericht „UK Equivalence Programme for Monitoring of Particulate Matter“, Berichts-Nr.: BV/AQ/AD202209/DH/2396 vom 05.06.2006

10 Anlagen

Anhang 1 Mess- und Rechenwerte

- Anlage 1: Nachweisgrenze
- Anlage 2: Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes / der Empfindlichkeit
- Anlage 3: Netzspannungsabhängigkeit
- Anlage 4: Messwerte aus den Feldteststandorten
- Anlage 5: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten
- Anlage 6: Software-Version BAM-1020

Anhang 2 Verfahren zur Filterwägung

Anhang 3 Handbücher

Anlage 1

Nachweisgrenze

Blatt 1 von 1

Hersteller	Met One Instruments		
Gerätetyp	BAM-1020	Standards	NP Messwert mit Nullfilter
Serien-Nr.	SN 17010 & SN 17011		
Nr.	Datum	Messwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
		SN 17010	SN 17011
1	14.05.2009	-0,76	-0,62
2	15.05.2009	-1,18	-1,45
3	16.05.2009	-0,97	-1,70
4	17.05.2009	-0,01	-1,62
5	18.05.2009	-0,72	-1,33
6	19.05.2009	-0,68	-0,45
7	20.05.2009	0,37	-0,53
8	21.05.2009	-1,72	-1,99
9	22.05.2009	-0,64	-0,91
10	23.05.2009	0,70	-1,45
11	24.05.2009	-1,05	-0,49
12	25.05.2009	-0,80	-0,78
13	26.05.2009	-0,47	-1,16
14	27.05.2009	-0,09	-0,53
15	28.05.2009	-0,22	-1,41
	Anzahl Werte	15	15
	Mittelwert	-0,55	-1,09
	Standardabweichung s_{x_0}	0,62	0,51
	Nachweisgrenze X	1,33	1,09

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

Anlage 2

Umgebungstemperaturabhängigkeit am Nullpunkt/Referenzpunkt

Blatt 1 von 1

Hersteller		Met One Instruments		Standards		NP	Messwert mit Nullfilter		
Gerätetyp		BAM-1020				RP	eingebaute Referenzfolie		
Serien-Nr.		SN 17010 & SN 17011							
		Durchgang 1		Durchgang 2		Durchgang 3			
SN 17010	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	
NP	1	20	1,4	-	0,1	-	2,4	-	
	2	5	1,6	0,2	1,7	1,6	1,5	-0,9	
	3	20	-1,0	-2,4	0,7	0,7	0,7	-1,7	
	4	40	-1,3	-2,8	2,1	2,0	0,2	-2,3	
	5	20	0,1	-1,4	1,1	1,0	4,5	2,1	
SN 17011	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	
NP	1	20	-0,7	-	-1,6	-	-1,7	-	
	2	5	-0,4	0,3	-0,5	1,0	-0,1	1,6	
	3	20	-0,7	0,0	-1,0	0,5	-1,0	0,6	
	4	40	-2,5	-1,8	-3,0	-1,4	-3,2	-1,5	
	5	20	-1,6	-0,9	-0,7	0,9	-1,2	0,4	
SN 17010	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	
RP	1	20	829,8	-	829,6	-	829,3	-	
	2	5	829,4	0,0	829,3	0,0	829,3	0,0	
	3	20	829,7	0,0	829,7	0,0	829,6	0,0	
	4	40	830,8	0,1	830,7	0,1	831,8	0,3	
	5	20	829,6	0,0	829,3	0,0	829,6	0,0	
SN 17011	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	
RP	1	20	822,9	-	821,9	-	823,3	-	
	2	5	821,8	-0,1	822,4	0,1	823,3	0,0	
	3	20	822,6	0,0	823,3	0,2	823,7	0,0	
	4	40	823,8	0,1	825,4	0,4	826,4	0,4	
	5	20	821,9	-0,1	823,3	0,2	823,8	0,1	

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5 Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21209919/A

Anlage 3

Netzspannungsabhängigkeit am Referenzpunkt

Blatt 1 von 1

Hersteller		Met One Instruments				Standards		RP	eingebaute Referenzfolie	
Gerätetyp		BAM-1020								
Serien-Nr.		SN 17010 & SN 17011								
				Durchgang 1		Durchgang 2		Durchgang 3		
SN 17010	Nr.	Spannung [V]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]		
RP	1	230	827,7	-	828,6	-	828,4	-		
	2	190	828,3	0,1	829,3	0,1	829,9	0,2		
	3	230	828,8	0,1	828,2	0,0	828,2	0,0		
	4	245	828,1	0,0	828,1	-0,1	829,3	0,1		
	5	230	829,8	0,3	828,4	0,0	829,0	0,1		
SN 17011	Nr.	Spannung [V]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]		
RP	1	230	823,1	-	823,2	-	822,4	-		
	2	190	823,2	0,0	822,7	-0,1	823,3	0,1		
	3	230	822,1	-0,1	821,6	-0,2	823,7	0,2		
	4	245	823,4	0,0	823,1	0,0	822,4	0,0		
	5	230	821,8	-0,2	822,5	-0,1	822,6	0,0		

Anlage 4

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 1 von 13

Hersteller		Met One Instruments							Schwebstaub PM2,5, Außenluft	
Gerätetyp		BAM-1020							Messwerte in µg/m³ i.B.	
Serien-Nr.		SN 17010 & SN 17011								
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 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
1	24.07.2008			32,9	32,0				Nullfilter	Teddington (Sommer)
2	25.07.2008	15,4	15,1	22,5	23,6	65,9	13,6	15,3		
3	26.07.2008			21,0	21,6		15,5	14,1	Ausreisser Ref. PM2,5	
4	27.07.2008	13,1	13,2	19,0	19,9	67,8	16,5	15,5		
5	28.07.2008	13,5	13,6	20,3	20,3	66,9	15,0	15,1		
6	29.07.2008	4,2	4,7	11,8	12,1	37,4	7,7	6,0		
7	30.07.2008	9,6	9,5	16,2	16,5	58,4	12,2	9,5		
8	31.07.2008	10,8	11,0	22,2	22,4	49,0	15,2	15,5		
9	01.08.2008	4,2	5,5	16,3	15,5	30,3	9,1	7,7		
10	02.08.2008	2,4	2,2				5,3	4,4	Ausreisser Ref. PM10	
11	03.08.2008	2,0	2,5	8,2	8,4	26,8	3,0	4,9		
12	04.08.2008	3,4	4,4	9,4	9,6	41,1	5,2	4,7		
13	05.08.2008	3,1	3,6	7,5	7,3	45,1	8,4	7,0		
14	06.08.2008								Stromausfall	
15	07.08.2008	5,4	6,2	11,9	11,4	50,2			Stromausfall	
16	08.08.2008	5,2	6,2	9,9	9,6	58,5	7,8	6,7		
17	09.08.2008	2,3	3,3	7,1	7,3	39,3	5,0	6,4		
18	10.08.2008	3,9	4,1	11,7	11,2	34,7	4,0	5,1		
19	11.08.2008	5,6	6,0	13,7	13,5	42,7	6,1	6,4		
20	12.08.2008	3,5	3,5	10,6	10,5	33,2	3,1	3,3		
21	13.08.2008	3,5	3,8	11,8	11,4	31,7	4,2	3,7		
22	14.08.2008	6,1	6,5	11,0	11,1	56,9	7,6	6,0		
23	15.08.2008	5,6	6,3	10,0	11,6	55,4	6,6	5,0		
24	16.08.2008	5,5	5,5				5,7	4,8	Ausreisser Ref. PM10	
25	17.08.2008	2,7	2,7	8,7	8,5	31,2	3,7	4,3		
26	18.08.2008								Nullfilter	
27	19.08.2008	4,6	4,7	12,5	13,0	36,6	5,2	7,0		
28	20.08.2008	3,9	4,1	10,2	10,1	39,6	6,4	6,2		
29	21.08.2008	6,5	6,8	13,2	13,5	50,2	8,9	7,5		
30	22.08.2008	5,2	4,9	9,5	9,3	53,6	6,3	5,0		

Anlage 4

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 2 von 13

Hersteller		Met One Instruments							Schwebstaub PM2,5, Außenluft	
Gerätetyp		BAM-1020							Messwerte in µg/m³ i.B.	
Serien-Nr.		SN 17010 & SN 17011								
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 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
31	23.08.2008	4,5	4,4	9,2	9,5	47,4	7,0	5,6	Ausreisser Ref. PM10 Referenzfolie 17011 klemmt, 4h Ausfall wg. Reparatur	Teddington (Sommer)
32	24.08.2008	3,5	3,5	8,6	8,7	40,3	5,7	4,3		
33	25.08.2008	6,5	6,5	12,9	13,0	50,0	10,2	9,9		
34	26.08.2008	4,8	4,9	10,7	9,5	47,9	8,3	7,0		
35	27.08.2008	7,4	7,0	13,4	13,6	53,2	10,7	10,4		
36	28.08.2008	9,6	9,3	14,1	14,2	66,8	12,1	12,4		
37	29.08.2008	13,7	12,8	20,1	19,1	67,8	16,8	19,3		
38	30.08.2008	31,6	30,5	43,8	43,2	71,4	38,3	39,2		
39	31.08.2008	13,3	12,1	22,0	21,6	58,5	18,7	16,8		
40	01.09.2008	2,9	2,6	8,1	8,1	33,9	5,5	4,6		
41	02.09.2008	3,0	2,4	11,8	12,4	22,3	4,1	5,0		
42	03.09.2008	3,6	3,3	14,2	14,3	24,2	5,5	6,0		
43	04.09.2008	4,1	3,7				6,5	4,4		
44	05.09.2008	2,6	2,7	7,5	7,6	35,0	2,7			
45	06.09.2008	3,4	3,6	8,0	7,6	44,9	4,1	4,8		
46	07.09.2008	3,1	2,7	8,4	8,2	34,8	5,8	4,9		
47	08.09.2008	6,4	6,6	14,7	14,2	45,0	9,0	7,5		
48	09.09.2008	6,0	5,2	14,4	14,2	39,1	8,3	6,4		
49	10.09.2008	4,3	4,1	11,0	10,6	38,6	10,1	6,1		
50	11.09.2008	6,5	5,4	17,2	17,5	34,2	9,2	7,0		
51	12.09.2008	5,5	5,1	9,4	9,1	57,3	8,0	6,4		
52	13.09.2008	15,5	15,4	20,4	20,7	75,5	18,8	16,2		
53	14.09.2008	10,9	10,3	18,1	17,4	60,0	13,0	11,2		
54	15.09.2008	11,8	12,3	17,5	17,5	68,6	12,5	11,3		
55	16.09.2008	17,7	17,4	24,6	24,2	72,0	18,5	17,1		
56	17.09.2008	19,4	19,2	26,9	28,1	70,3	20,0	18,6		
57	18.09.2008	17,0	17,2	24,5	23,6	71,3	17,9	16,9		
58	19.09.2008	20,7	20,9	29,3	29,4	70,9	22,9	21,3		
59	20.09.2008	21,7	21,4	26,9	26,6	80,6	23,2	22,4		
60	21.09.2008	21,6	22,0	28,6	28,1	76,9	23,8	21,3		

Anlage 4

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 3 von 13

<p>Hersteller Met One Instruments</p> <p>Gerätetyp BAM-1020</p> <p>Serien-Nr. SN 17010 & SN 17011</p> <p>Schwebstaub PM2,5, Außenluft Messwerte in µg/m³ i.B.</p>										
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 1 PM10 [µg/m ³]	Ref. 2. PM10 [µg/m ³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m ³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m ³]	Bemerkung	Standort
61	22.09.2008	14,8	15,0	22,3	22,6	66,3	17,4	15,3	Nullfilter Filtertape 17010 gerissen	Teddington (Sommer)
62	23.09.2008	6,3	6,1	18,0	17,8	34,5				
63	24.09.2008	11,4	11,4	18,8	19,7	59,1		13,5		
64	25.09.2008	16,1	16,5	26,7	26,4	61,2	19,0	17,9		
65	26.09.2008	17,5	17,4	29,9	29,7	58,5	21,1	19,4		
66	27.09.2008	27,2	27,2	35,7	35,6	76,4	29,9	28,4		
67	28.09.2008						20,4	17,8		
68	29.09.2008	4,3	4,4	7,4	8,5	54,9	5,3	3,6		
69	30.09.2008	3,2	3,3	6,9	6,7	48,3	3,9	3,7		
70	01.10.2008						3,5	2,4		
71	02.10.2008						5,4	3,9		
72	03.10.2008						7,3	5,7		
73	04.10.2008						3,0	1,4		
74	05.10.2008						5,7	3,7		
75	06.10.2008						7,5	6,4		
76	07.10.2008						5,5	5,4		
77	08.10.2008						14,0	11,3		
78	09.10.2008	8,9	10,1	18,4	18,0	52,2	11,2	9,8		
79	10.10.2008	10,5	10,6	19,5	19,6	54,1	12,4	10,8		
80	11.10.2008	15,6	15,8	22,6	22,6	69,5	20,7	17,8		
81	12.10.2008	20,4	21,1	25,9	25,9	80,1	23,4	21,5		
82	13.10.2008	8,3	8,4	14,6	14,4	57,6	10,5	9,5		
83	14.10.2008	6,1	6,4	11,4	12,2	52,7	10,2	7,1		
84	15.10.2008	3,9	3,8	8,2	8,6	46,0	5,7	3,1		
85	16.10.2008								Nullfilter Nicht in Betrieb Nicht in Betrieb Nicht in Betrieb Nicht in Betrieb	
86	17.10.2008									
87	18.10.2008									
88	19.10.2008									
89	20.10.2008									
90	21.10.2008						7,5	7,5		

Anlage 4

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 4 von 13

Hersteller		Met One Instruments						Schwebstaub PM2,5, Außenluft			
Gerätetyp		BAM-1020						Messwerte in µg/m³ i.B.			
Serien-Nr.		SN 17010 & SN 17011									
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 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
91	22.10.2008						8,2	7,7		Teddington (Sommer)	
92	23.10.2008						5,4	4,2			
93	24.10.2008						12,1	10,5			
94	25.10.2008						11,2	9,5			
95	26.10.2008						4,4	2,2			
96	27.10.2008						11,0	9,4			
97	28.10.2008						6,8	8,5			
98	29.10.2008						15,8	17,1			
99	30.10.2008						10,5	11,0			
100	31.10.2008	11,7	12,0	16,9	18,5	66,9	9,5	10,2			
101	01.11.2008	14,8	15,1	18,3	19,2	79,9	12,6	14,2			
102	02.11.2008	20,4	20,0	25,5	25,8	78,7	18,0	20,0			
103	03.11.2008	20,7	20,9	27,0	27,8	76,0	19,0	20,5			
104	04.11.2008	31,1	30,9	37,5	38,4	81,7	29,5	31,6			
105	05.11.2008	29,7	29,6	35,5	36,2	82,8	26,6	29,3			
106	06.11.2008	23,5	23,8	28,2	28,6	83,2	21,2	23,6			
107	07.11.2008	6,8	6,7	15,2	14,7	45,4	6,6	8,0			
108	08.11.2008	3,5	3,5	8,6	9,4	39,1	3,7	4,1			
109	09.11.2008	4,1	4,0	11,5	11,9	34,8	4,5	3,9			
110	04.12.2008						6,2	8,4		Köln (Winter)	
111	05.12.2008	9,1	9,2	12,5	13,0	71,6	7,5	9,9			
112	06.12.2008						13,8	18,0			
113	07.12.2008	17,4	17,2	22,6	22,8	76,1	16,7	18,4			
114	08.12.2008	15,2	15,8	18,2	18,3	84,8	14,1	16,7			
115	09.12.2008	22,7	22,2				20,7	24,9	Ausreisser Ref. PM10		
116	10.12.2008	19,9	18,8	24,1	23,9	80,6	18,8	20,4			
117	11.12.2008	24,0	24,0	28,3	29,3	83,2	22,4	25,1			
118	12.12.2008	17,3	16,6	19,1	19,5	87,8	15,5	18,1			
119	13.12.2008	17,9	18,5				16,9	19,1	Ausreisser Ref. PM10		
120	14.12.2008						36,6	42,1			

Anlage 4

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 5 von 13

Hersteller		Met One Instruments						Schwebstaub PM2,5, Außenluft		Messwerte in µg/m³ i.B.	
Gerätetyp		BAM-1020									
Serien-Nr.		SN 17010 & SN 17011									
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 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
121	15.12.2008	31,3	31,4	34,9	34,7	90,1	31,5	32,5		Köln (Winter)	
122	16.12.2008	16,8	16,4	19,6	20,4	83,1	17,6	20,2			
123	17.12.2008	20,1	20,1	32,3	33,2	61,5	22,5	25,1			
124	18.12.2008						12,1	14,5			
125	19.12.2008			20,3	21,6		10,5	12,1			
126	20.12.2008						7,4	8,9			
127	21.12.2008	7,1	8,5	11,1	11,1	70,5	8,6	8,7			
128	22.12.2008						15,4	15,9			
129	23.12.2008						21,2	22,6			
130	24.12.2008						24,1	25,4			
131	25.12.2008						8,2	7,4			
132	26.12.2008						12,0	12,3			
133	27.12.2008						19,7	20,9			
134	28.12.2008	27,9	27,9	33,7	33,9	82,6	27,0	30,3			
135	29.12.2008						33,5	37,0			
136	30.12.2008						45,7	48,9			
137	31.12.2008						98,2	111,5			
138	01.01.2009						82,0	88,9			
139	02.01.2009						46,3	47,5			
140	03.01.2009						32,9	36,9			
141	04.01.2009	30,0	30,4	35,1	36,7	84,1	28,7	32,1			
142	05.01.2009	14,7	15,4	17,0	16,3	90,3	14,1	16,8			
143	06.01.2009	34,6	34,8	49,7	48,6	70,7	39,4	43,0			
144	07.01.2009								Nullfilter		
145	08.01.2009						35,5	36,3			
146	09.01.2009	38,8	38,6	48,6	47,7	80,4	37,0	41,6			
147	10.01.2009	45,7	44,6	48,3	48,8	92,9	39,9	45,4			
148	11.01.2009						41,9	46,5			
149	12.01.2009	38,4	38,4	42,7	42,9	89,7	36,0	39,4			
150	13.01.2009	36,3	36,0	41,7	41,6	86,8	34,3	38,3			

Anlage 4

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 6 von 13

Hersteller		Met One Instruments							Schwebstaub PM2,5, Außenluft Messwerte in µg/m³ i.B.	
Gerätetyp		BAM-1020								
Serien-Nr.		SN 17010 & SN 17011								
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 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
151	14.01.2009	31,1	31,3	38,2	38,2	81,5	30,1	33,7	Ausreisser Ref. PM2,5	Köln (Winter)
152	15.01.2009	28,4	28,5	32,2	32,0	88,6	27,9	31,3		
153	16.01.2009	36,6	36,8	39,9	40,2	91,6	35,5	39,3		
154	17.01.2009						16,8	16,5		
155	18.01.2009	5,0	4,4	8,5	7,9	57,3	5,9	6,1		
156	19.01.2009	3,0	3,3	6,7	5,9	50,0	5,0	4,9		
157	20.01.2009			14,2	14,5		9,7	11,0		
158	21.01.2009	16,0	16,0	21,2	21,6	74,5	16,3	17,8		
159	22.01.2009	6,2	6,3	9,0	8,6	71,3	7,7	7,2		
160	23.01.2009	5,3	4,9	9,2	9,1	55,5	7,2	7,2		
161	24.01.2009						17,4	18,7		
162	25.01.2009	16,4	16,6	21,0	20,4	79,4	16,4	17,6		
163	26.01.2009	35,1	35,5	44,8	43,8	79,6	38,9	39,9		
164	27.01.2009	31,0	31,2	37,4	37,5	83,0	33,6	34,3		
165	28.01.2009	29,9	29,4	33,5	33,9	87,9	31,5	31,7		
166	29.01.2009						28,4	31,3		
167	30.01.2009	23,6	24,1	29,5	29,2	81,2	29,4	26,6		
168	31.01.2009						7,1	7,9		
169	01.02.2009	15,2	15,6	17,8	18,1	85,9	18,7	18,3		
170	02.02.2009									
171	03.02.2009			41,3	41,0		37,1	39,4		
172	04.02.2009	30,9	30,2	34,3	34,2	89,1	33,0	33,5		
173	05.02.2009	17,6	17,1	21,2	21,2	81,9	19,0	19,1		
174	06.02.2009	19,4	19,8	23,5	23,7	83,0	22,5	22,9		
175	07.02.2009						22,9	22,5		
176	08.02.2009	12,4	12,6	16,1	16,1	77,3	15,2	13,8		
177	09.02.2009	7,1	6,7	10,8	10,4	64,9	8,6	7,1		
178	10.02.2009						8,3	8,2		
179	11.02.2009	11,5	11,9	16,8	16,6	70,1	13,9	12,7		
180	12.02.2009	12,2	13,1	21,8	22,7	57,0	16,9	16,4		
									Nullfilter Ausreisser Ref. PM2,5	

Anlage 4

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 7 von 13

Hersteller		Met One Instruments							Schwebstaub PM2,5, Außenluft	
Gerätetyp		BAM-1020							Messwerte in µg/m ³ i.B.	
Serien-Nr.		SN 17010 & SN 17011								
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 1 PM10 [µg/m ³]	Ref. 2 PM10 [µg/m ³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m ³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m ³]	Bemerkung	Standort
181	13.02.2009	19,8	19,6	25,9	26,3	75,4	23,6	22,2	Ref.2 PM2,5 nicht gelaufen	Köln (Winter)
182	14.02.2009						28,9	28,7		
183	15.02.2009	19,5	19,9	24,7	25,1	79,0	24,8	22,2		
184	16.02.2009			17,7	18,2		15,8	16,3		
185	17.02.2009	10,7	10,5	12,7	13,1	82,0	10,3	11,0		
186	18.02.2009	15,0	14,5	21,0	21,6	69,2	14,9	16,2		
187	19.02.2009	30,9	31,0	38,8	38,8	79,7	30,2	31,7		
188	20.02.2009	12,9	13,1	18,3	18,3	70,8	14,7	16,0		
189	21.02.2009						23,1	24,7		
190	22.02.2009	13,5	13,9	20,2	20,8	66,7	15,0	14,0		
191	23.02.2009	6,6	6,0	14,6	15,0	42,4	6,6	8,5		
192	24.02.2009	19,1	18,9	29,9	30,5	63,0	20,3	21,9		
193	25.02.2009	26,9	27,3	36,3	35,5	75,4	28,6	28,4		
194	26.02.2009	20,0	19,6	30,7	30,7	64,6	19,8	20,4		
195	27.02.2009	21,1	21,2	28,3	28,2	74,9	24,0	22,4		
196	28.02.2009	25,0	25,0	31,4	31,5	79,6	26,5	27,1		
197	01.03.2009						31,5	33,1		
198	02.03.2009	28,0	27,8	36,9	37,1	75,3	28,0	28,7		
199	03.03.2009	20,8	21,2	25,9	25,7	81,4	19,6	21,4		
200	04.03.2009								Nullfilter	
201	05.03.2009	15,2	13,7	15,2	16,0	92,8	14,7	14,9		
202	06.03.2009	16,1	14,8	21,4	21,9	71,6	16,0	17,9		
203	07.03.2009	18,7	18,9	26,1	26,1	71,9	18,7	16,9		
204	08.03.2009						5,6	6,9		
205	09.03.2009						8,0	9,2		
206	10.03.2009						8,3	9,7		
207	11.03.2009	13,0	13,2	21,4	21,6	60,7	13,9	14,2		
208	12.03.2009	19,1	19,2	24,1	24,5	78,8	19,5	21,5		
209	13.03.2009	16,3	16,9	28,8	28,2	58,4	17,1	17,1		
210	14.03.2009	17,2	17,6	25,7	26,3	66,9	17,4	18,2		

Anlage 4

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 8 von 13

Hersteller		Met One Instruments						Schwebstaub PM2,5, Außenluft		Messwerte in µg/m³ i.B.	
Gerätetyp		BAM-1020									
Serien-Nr.		SN 17010 & SN 17011									
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 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
211	15.03.2009						8,6	10,5		Köln (Winter)	
212	16.03.2009	26,4	26,4	37,0	37,5	70,9	28,9	30,8			
213	17.03.2009	24,5	24,9	36,8	36,7	67,4	24,0	23,3			
214	18.03.2009	23,2	23,8	38,1	38,6	61,3	22,6	22,2			
215	19.03.2009	17,3	17,9	28,5	29,2	61,0	15,4	15,3			
216	20.03.2009	16,0	14,1	26,1	27,0	56,7	13,8	15,8			
217	21.03.2009						43,5	45,4			
218	22.03.2009	19,0	18,5	32,7	32,1	57,8	20,1	19,2			
219	23.03.2009	9,9	10,1	20,8	20,4	48,6	10,2	10,4			
220	24.03.2009	8,5	8,9	15,7	16,0	54,8	8,0	8,7			
221	25.03.2009	9,2	8,8	14,0	14,4	63,2	10,1	11,4			
222	26.03.2009	7,2	7,8	10,9	11,5	67,0	8,2	7,1			
223	27.03.2009	8,4	8,4	12,9	12,3	67,0	8,5	8,4			
224	28.03.2009	7,3	6,5	9,3	8,9	75,6	5,7	8,4			
225	29.03.2009						14,2	17,5			
226	30.03.2009						24,2	24,7			
227	31.03.2009						24,1	25,9			
228	01.04.2009						25,7	26,2			
229	02.04.2009								Nullfilter		
230	03.04.2009						63,6	66,4			
231	04.04.2009						90,4	92,0			
232	05.04.2009						78,4	77,4			
233	06.04.2009						31,7	29,9			
234	07.04.2009						22,2	21,4			
235	08.04.2009						7,0	4,8			
236	09.04.2009						9,2	8,3			
237	10.04.2009						17,3	17,4			
238	11.04.2009						35,5	38,5			
239	12.04.2009						124,1	126,7			
240	13.04.2009						110,7	105,1			

Anlage 4

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 9 von 13

<p>Hersteller Met One Instruments Gerätetyp BAM-1020 Serien-Nr. SN 17010 & SN 17011</p> <p style="text-align: right;">Schwebstaub PM2,5, Außenluft Messwerte in µg/m³ i.B.</p>										
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 1 PM10 [µg/m ³]	Ref. 2 PM10 [µg/m ³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m ³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m ³]	Bemerkung	Standort
241	09.08.2009	38,1	37,7					40,5	17010 zeigt Spitzen in	Bornheim (Sommer)
242	10.08.2009							29,4	Messwerten und	
243	11.08.2009	12,4	11,9					10,6	Stabilitätswerten	
244	12.08.2009	9,6	10,0						Austausch PMT für 17010	
245	13.08.2009								Nullfilter	
246	14.08.2009								Nullfilter	
247	15.08.2009						11,5	10,7		
248	16.08.2009	16,5	16,7	22,8	22,8	72,8	15,0	13,9		
249	17.08.2009	15,0	15,0	24,1	23,7	62,7	15,7	14,1		
250	18.08.2009	12,4	13,0	20,1	19,7	63,7	13,3	13,3		
251	19.08.2009	16,8	17,2	24,0	24,3	70,3	15,0	13,7		
252	20.08.2009	19,6	19,4	33,4	32,7	59,1	14,4	11,6		
253	21.08.2009	8,0	8,2	18,9	18,7	43,0	9,7	8,1		
254	22.08.2009						10,8	9,6		
255	23.08.2009	11,7	12,0	17,2	17,6	68,1	10,7	9,1		
256	24.08.2009	14,3	13,8	19,1	20,4	71,3	12,0	11,3		
257	25.08.2009			21,4	21,2		15,9	12,9	Ausreisser Ref. PM2,5	
258	26.08.2009						9,2	7,6		
259	27.08.2009	8,7	9,1	15,4	16,1	56,3	6,6	4,8		
260	28.08.2009	8,3	8,0	17,0	16,9	48,1	7,0	4,6		
261	29.08.2009						7,5	6,0		
262	30.08.2009	7,3	7,5	16,8	16,8	43,9	7,8	6,3		
263	31.08.2009	12,3	11,9	22,3	21,0	55,9	9,1	8,2		
264	01.09.2009	11,3	11,3	18,1	18,4	62,0	9,9	8,6		
265	02.09.2009	7,9	8,0	13,3	13,7	58,9		6,8	17010, Filterbandriss	
266	03.09.2009	5,3	5,3	8,0	7,2	69,1		4,4	17010, Filterbandriss	
267	04.09.2009	5,4	5,4	8,9	9,2	60,0	4,5	5,6		
268	05.09.2009						7,9	7,2		
269	06.09.2009	6,7	6,5	10,6	10,6	62,3	6,9	7,7		
270	07.09.2009	11,4	11,9	18,5	18,5	62,8	10,5	11,5		

Anlage 4

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 10 von 13

Hersteller		Met One Instruments							Schwebstaub PM2,5, Außenluft	
Gerätetyp		BAM-1020							Messwerte in µg/m³ i.B.	
Serien-Nr.		SN 17010 & SN 17011								
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 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
271	08.09.2009	17,0	16,9	25,2	25,0	67,5	15,2	16,5	Nullfilter	Bornheim (Sommer)
272	09.09.2009	19,4	19,2	38,2	37,5	51,0	20,0	20,1		
273	10.09.2009	10,2	9,6	22,3	21,9	44,7	12,4	14,8		
274	11.09.2009	9,1	9,4	21,0	20,7	44,4	9,2	11,6		
275	12.09.2009						11,4	11,6		
276	13.09.2009	5,4	5,6	12,9	13,8	41,5	6,3	6,2		
277	14.09.2009									
278	15.09.2009	12,6	13,0	17,2	16,8	75,0	15,0	16,2		
279	16.09.2009	25,6	25,9	34,5	33,3	76,0	27,2	30,8		
280	17.09.2009	13,6	13,8	20,8	20,2	66,8	14,3	17,2		
281	18.09.2009	18,7	19,0	24,8	25,6	74,8	19,7	19,9		
282	19.09.2009						23,1	24,7		
283	20.09.2009	36,7	37,1	45,0	45,2	81,8	39,6	41,3		
284	21.09.2009	18,2	19,0	28,7	29,1	64,3	23,0	25,3		
285	22.09.2009	14,9	15,0	27,2	28,1	54,1	17,2	17,9		
286	23.09.2009	12,9	12,7	26,8	27,0	47,5	13,2	16,4		
287	24.09.2009	14,9	14,5	23,0	22,8	64,0	14,7	16,7		
288	25.09.2009	16,3	16,1	28,6	27,4	57,9	15,6	16,9		
289	26.09.2009						14,8	15,3		
290	27.09.2009	26,0	25,7	34,9	35,8	73,0	24,0	24,3		
291	28.09.2009	28,8	29,5	44,4	45,3	65,1	29,0	30,8		
292	29.09.2009	18,0	18,3	28,0	27,8	65,1	18,5	20,0		
293	30.09.2009	19,1	19,7	25,1	25,3	77,2	19,2	21,1		
294	01.10.2009	9,6	8,9	18,5	18,8	49,5	9,7	9,8		
295	02.10.2009	12,0	12,0	25,9	26,1	46,0	10,3	11,1		
296	03.10.2009						5,9	7,7		
297	04.10.2009	5,4	6,0	10,6	11,0	52,6	5,5	4,3		
298	05.10.2009	8,2	8,4	12,5	14,0	62,7	7,4	9,3		
299	06.10.2009	12,8	12,9	17,5	18,8	70,7	13,1	13,9		
300	07.10.2009	8,7	8,5	14,0	14,3	60,9	9,1	8,7		

Anlage 4

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 11 von 13

Hersteller		Met One Instruments							Schwebstaub PM2,5, Außenluft	
Gerätetyp		BAM-1020							Messwerte in µg/m ³ i.B.	
Serien-Nr.		SN 17010 & SN 17011								
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 1 PM10 [µg/m ³]	Ref. 2 PM10 [µg/m ³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m ³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m ³]	Bemerkung	Standort
301	08.10.2009	11,2	10,7	16,1	16,7	66,9	12,9	12,8		Bornheim (Sommer)
302	09.10.2009	9,1	8,5	15,6	15,6	56,4	8,1	9,3		
303	10.10.2009						10,0	10,1		
304	11.10.2009	5,8	6,6	11,6	12,0	52,4	5,1	8,0		
305	12.10.2009	4,8	4,2	9,9	9,9	45,4	5,0	6,6		
306	13.10.2009	6,2	6,3	12,5	12,5	50,0	6,5	6,8		
307	14.10.2009	11,2	10,3	15,4	15,6	69,6	10,1	11,8		
308	15.10.2009	11,2	10,2	18,0	17,8	59,8	8,9	10,7		
309	16.10.2009	6,5	6,3	16,1	15,8	40,3	5,7	8,5		
310	17.10.2009						8,4	8,5		
311	18.10.2009	11,3	11,3	18,4	18,6	60,9	10,4	10,4		
312	19.10.2009	12,8	12,8	19,6	19,6	65,1	11,9	12,5		
313	20.10.2009	15,6	14,9				13,0	14,2	Ausreisser Ref. PM10	
314	21.10.2009	20,8	21,2	27,6	28,1	75,6	18,4	19,7		
315	22.10.2009			31,7	32,3		23,3	25,0	Ausreisser Ref. PM2,5	
316	09.12.2009	11,3	11,6	27,5	27,5	41,6	10,1	10,5		Teddington (Winter)
317	10.12.2009	16,4	16,2	25,4	25,4	64,2	16,1	17,4		
318	11.12.2009	11,8	11,7	20,3	20,2	57,9	10,4	11,4		
319	12.12.2009	6,4	6,5	13,5	13,6	47,6	6,2	6,9		
320	13.12.2009	8,6	9,1	13,4	13,9	65,1	8,4	8,3		
321	14.12.2009	27,9	28,3	35,3	35,3	79,6	26,9	27,4		
322	15.12.2009	39,8	38,8	47,6	47,4	82,8	39,9		17011 Filtertape Fehler	
323	16.12.2009	24,9	24,5	30,0	30,3	82,0	24,0		17011 Filtertape Fehler	
324	17.12.2009	5,7	5,6	10,2	10,1	55,7	6,3	6,4		
325	18.12.2009	11,6	11,9	16,9	17,0	69,3	10,1	11,3		
326	19.12.2009	10,3	11,0	15,4	14,9	70,4	11,3	12,0		
327	20.12.2009	6,2	6,4	11,1	11,0	56,9	6,6	7,9		
328	21.12.2009	17,7	17,7	20,2	20,4	87,2	17,6	17,9		
329	22.12.2009	29,4	28,9				31,7	31,9	Ausreisser Ref. PM10	
330	23.12.2009						14,7	15,9		

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5 Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21209919/A

Anlage 4

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 12 von 13

Hersteller		Met One Instruments						Schwebstaub PM2,5, Außenluft Messwerte in µg/m³ i.B.		
Gerätetyp		BAM-1020								
Serien-Nr.		SN 17010 & SN 17011								
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 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
331	24.12.2009						16,5	17,5		Teddington (Winter)
332	25.12.2009						9,5	9,7		
333	26.12.2009						3,3	3,2		
334	27.12.2009						4,6	5,7		
335	28.12.2009						17,8	19,2		
336	29.12.2009						8,7	9,9		
337	30.12.2009						8,8	9,3		
338	31.12.2009	6,0	6,5				6,5	6,7		
339	01.01.2010						13,8	13,7		
340	02.01.2010						11,6	12,5		
341	03.01.2010						16,4	17,7		
342	04.01.2010								Nullfilter	
343	05.01.2010	15,6	15,5				15,5	16,4		
344	06.01.2010			19,2	19,3		13,0	13,9	Ausreisser Ref. PM2,5	
345	07.01.2010	15,3	15,7	19,4	20,1	78,4	14,6	15,7		
346	08.01.2010	14,6	14,9	18,3	18,4	80,3	12,9	15,2		
347	09.01.2010	7,1	6,9	14,6	14,9	47,4	8,0	7,9		
348	10.01.2010	16,0	16,1	19,5	19,2	82,9	14,4	15,1		
349	11.01.2010	45,7	46,2	51,8	51,3	89,1	43,9	45,3		
350	12.01.2010	43,2	43,6	48,1	48,0	90,4	43,0	45,2		
351	13.01.2010	48,0	48,3	53,4	53,0	90,6	46,8	47,9		
352	14.01.2010	14,1	14,4	16,2	16,3	87,5	14,6	15,6		
353	15.01.2010	14,6	14,4	26,9	27,1	53,6	11,9	13,2		
354	16.01.2010	6,5	6,1	13,5	13,6	46,1	7,5	8,1		
355	17.01.2010	11,0	10,5	20,6	20,6	52,3	10,0	10,4		
356	18.01.2010	21,0	20,4	27,1	26,9	76,7	18,5	21,0		
357	19.01.2010	20,4	20,2	26,5	26,6	76,4	17,7	19,6		
358	20.01.2010	26,6	27,0	32,0	31,9	83,8	25,1	25,8		
359	21.01.2010	20,5	20,9	27,5	27,9	75,0	20,0	20,0		
360	22.01.2010	7,8	7,6	9,7	9,8	78,5	7,3	8,2		

Anlage 4

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 13 von 13

Hersteller		Met One Instruments					Schwebstaub PM2,5, Außenluft Messwerte in µg/m ³ i.B.			
Gerätetyp		BAM-1020								
Serien-Nr.		SN 17010 & SN 17011								
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m ³]	Ref. 1 PM10 [µg/m ³]	Ref. 2. PM10 [µg/m ³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m ³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m ³]	Bemerkung	Standort
361	23.01.2010	21,0	20,9	25,8	25,1	82,3	19,5	19,8		Teddington (Winter)
362	24.01.2010	16,2	15,9	20,7	20,3	78,4	14,0	16,5		
363	25.01.2010	36,1	35,8	42,0	42,4	85,1	35,6	38,9		
364	26.01.2010	50,7	51,1	60,4	60,4	84,2	47,4	50,8		
365	27.01.2010	27,1	27,3	38,9	39,1	69,7	24,0	26,4		
366	28.01.2010	8,3	8,0	13,9	14,1	58,3	8,2	9,2		
367	29.01.2010	5,7	6,0	9,4	9,6	61,5	6,3	6,8		
368	30.01.2010	12,4	12,5	17,6	17,6	70,7	11,5	13,7		
369	31.01.2010	12,2	13,0	17,3	16,9	73,5	11,7	14,2		
370	01.02.2010	8,4	8,3	14,7	14,4	57,5	8,1	9,6		
371	02.02.2010	8,3	8,3	12,0	11,7	70,0	7,7	10,1		
372	03.02.2010	9,4	9,3	19,2	19,2	48,6	9,0	11,3		
373	04.02.2010	12,0	12,4	19,7	19,8	61,7	11,5	13,4		

Anlage 5

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 1 von 13

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
1	24.07.2008	Teddington (Sommer)						
2	25.07.2008							
3	26.07.2008							
4	27.07.2008							
5	28.07.2008							
6	29.07.2008							
7	30.07.2008							
8	31.07.2008							
9	01.08.2008							
10	02.08.2008							
11	03.08.2008							
12	04.08.2008							
13	05.08.2008							
14	06.08.2008							
15	07.08.2008							
16	08.08.2008							
17	09.08.2008							
18	10.08.2008							
19	11.08.2008							
20	12.08.2008							
21	13.08.2008							
22	14.08.2008							
23	15.08.2008							
24	16.08.2008							
25	17.08.2008							
26	18.08.2008							
27	19.08.2008							
28	20.08.2008							
29	21.08.2008							
30	22.08.2008							

Keine Wetterdaten verfügbar

Anlage 5

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 2 von 13

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]	
31	23.08.2008	Teddington (Sommer)							
32	24.08.2008								
33	25.08.2008								
34	26.08.2008								
35	27.08.2008								
36	28.08.2008								
37	29.08.2008								
38	30.08.2008								
39	31.08.2008								
40	01.09.2008								
41	02.09.2008								
42	03.09.2008								
43	04.09.2008								
44	05.09.2008								
45	06.09.2008								
46	07.09.2008								
47	08.09.2008								
48	09.09.2008								
49	10.09.2008								
50	11.09.2008								
51	12.09.2008								
52	13.09.2008								
53	14.09.2008								
54	15.09.2008								
55	16.09.2008								
56	17.09.2008			14,5	1005	68,1	0,6	153	
57	18.09.2008			11,6	1007	72,0	0,5	195	
58	19.09.2008			12,8	1012	70,1	0,3	170	
59	20.09.2008			13,1	1011	70,5	0,5	116	
60	21.09.2008			13,2	1008	70,0	0,6	168	

Keine Wetterdaten verfügbar

Anlage 5

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 3 von 13

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
61	22.09.2008	Teddington	14,8	1006	76,5	1,1	211	
62	23.09.2008	(Sommer)	14,4	1006	76,0	1,8	228	
63	24.09.2008		14,8	1010	81,9	0,8	168	
64	25.09.2008		13,3	1016	74,7	0,7	89	
65	26.09.2008		13,4	1016	75,6	0,7	146	
66	27.09.2008		12,0	1011	80,6	0,1	206	
67	28.09.2008		13,9	1005	70,7	0,2	300	
68	29.09.2008		14,0	997	71,7	0,3	235	
69	30.09.2008		13,7	984	83,8	0,4	210	
70	01.10.2008		10,4	985	71,9	0,4	232	
71	02.10.2008		9,5	988	69,7	0,7	272	
72	03.10.2008		9,3	999	64,0	0,6	279	
73	04.10.2008		14,1	985	87,0	1,1	179	
74	05.10.2008		10,1	987	88,7	0,6	259	
75	06.10.2008		14,8	991	87,0	0,9	161	
76	07.10.2008		12,7	991	89,6	0,6	219	
77	08.10.2008		9,6	1008	80,6	0,2	276	
78	09.10.2008		13,3	1013	80,2	0,3	184	
79	10.10.2008		12,0	1009	84,4	0,4	210	
80	11.10.2008		12,8	1007	85,9	0,2	198	
81	12.10.2008		15,4	1001	86,5	0,3	206	
82	13.10.2008		12,5	1001	90,9	0,1	209	
83	14.10.2008		14,4	998	90,5	0,3	192	
84	15.10.2008		12,1	994	86,8	0,3	255	
85	16.10.2008		8,2	1001	78,7	0,4	241	
86	17.10.2008		9,0	1002	83,8	0,0	229	
87	18.10.2008		10,6	1001	83,3	0,1	213	
88	19.10.2008		14,0	995	76,3	0,8	192	
89	20.10.2008		11,2	989	90,2	0,4	203	
90	21.10.2008		6,7	999	80,5	0,2	214	

Anlage 5

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 4 von 13

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]	
91	22.10.2008	Teddington (Sommer)	9,4	1006	80,9	0,2	226		
92	23.10.2008		13,6	1000	79,8	1,0	195		
93	24.10.2008		6,5	1011	85,1	0,2	250		
94	25.10.2008		14,1	1002	81,8	0,9	194		
95	26.10.2008		9,2	995	95,0	0,0	227		
96	27.10.2008		4,2	994	85,6	0,1	285		
97	28.10.2008		4,3	994	81,7	0,5	253		
98	29.10.2008		4,3	984	77,8	0,4	153		
99	30.10.2008		5,3	985	79,6	1,1	161		
100	31.10.2008		5,7	992	80,1	0,9	245		
101	01.11.2008		8,8	989	91,5	1,2	233		
102	02.11.2008		10,1	997	88,9	0,8	224		
103	03.11.2008		10,6	998	93,6	0,9	151		
104	04.11.2008		11,4	1001	86,2	0,8	179		
105	05.11.2008		10,5	998	92,6	0,5	284		
106	06.11.2008		10,5	992	90,7	0,4	161		
107	07.11.2008		Keine Wetterdaten verfügbar						
108	08.11.2008		Keine Wetterdaten verfügbar						
109	09.11.2008		Keine Wetterdaten verfügbar						
110	04.12.2008	Köln (Winter)	4,4	980	77,0	3,7	61	4,5	
111	05.12.2008		5,6	988	76,4	1,7	109	12,1	
112	06.12.2008		5,1	1008	81,1	1,7	150	3,6	
113	07.12.2008		2,0	1021	82,1	0,1	150	0,3	
114	08.12.2008		0,3	1013	80,5	1,1	186	0,3	
115	09.12.2008		1,3	1006	82,4	0,3	124	6,5	
116	10.12.2008		1,3	1005	81,3	0,2	180	2,1	
117	11.12.2008		0,0	1007	81,6	0,5	244	0,0	
118	12.12.2008		-0,5	1009	74,3	4,4	108	0,0	
119	13.12.2008		0,7	994	69,9	5,3	194	0,0	
120	14.12.2008		-0,4	999	78,2	0,4	173	0,0	

Anlage 5

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 5 von 13

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
121	15.12.2008	Köln	1,6	1009	80,1	0,1	164	0,0
122	16.12.2008	(Winter)	-0,8	1006	81,8	0,3	93	0,0
123	17.12.2008		0,9	1009	84,6	0,4	117	4,2
124	18.12.2008		4,5	1012	81,3	2,1	108	3,9
125	19.12.2008		5,8	1016	74,9	3,1	106	8,3
126	20.12.2008		7,8	1018	81,5	2,2	139	17,1
127	21.12.2008		9,1	1023	77,9	4,2	136	1,5
128	22.12.2008		7,1	1026	80,4	1,6	144	0,3
129	23.12.2008		4,9	1028	82,8	0,1	163	0,0
130	24.12.2008		5,4	1023	79,4	1,2	176	0,0
131	25.12.2008		1,6	1028	68,0	0,6	271	0,0
132	26.12.2008		-1,3	1030	62,5	0,7	266	0,0
133	27.12.2008		-3,4	1027	69,9	0,7	268	0,0
134	28.12.2008		-4,7	1023	71,8	0,6	253	0,0
135	29.12.2008		-2,7	1024	67,3	0,4	258	0,0
136	30.12.2008		-3,3	1022	68,6	0,6	301	0,0
137	31.12.2008		-3,1	1020	75,1	0,8	126	0,0
138	01.01.2009		-2,9	1021	77,5	0,1	159	0,0
139	02.01.2009		Ausfall	1022	Ausfall	Ausfall	Ausfall	0,0
140	03.01.2009		-0,4	1017	68,8	1,5	188	0,0
141	04.01.2009		-0,6	1010	75,6	2,4	161	0,0
142	05.01.2009		-4,0	1015	70,6	0,0	253	1,2
143	06.01.2009		-14,0	1016	76,0	0,4	187	0,0
144	07.01.2009		-6,8	1019	76,6	0,3	161	0,0
145	08.01.2009		-8,5	1023	78,6	0,1	249	0,0
146	09.01.2009		-7,7	1022	71,6	0,3	209	0,3
147	10.01.2009		-5,1	1022	65,5	1,0	198	0,0
148	11.01.2009		-2,4	1021	61,9	2,1	234	0,0
149	12.01.2009		2,3	1011	58,8	4,7	182	0,3
150	13.01.2009		2,4	1006	67,3	2,4	74	3,0

Anlage 5

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 6 von 13

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
151	14.01.2009	Köln (Winter)	2,1	1011	81,4	0,0	147	0,3
152	15.01.2009		1,4	1014	69,4	3,0	209	0,0
153	16.01.2009		2,1	1013	73,2	4,0	171	0,0
154	17.01.2009		5,4	1004	72,4	4,2	117	0,9
155	18.01.2009		3,8	993	73,5	3,7	106	3,5
156	19.01.2009		5,7	983	72,2	5,1	76	5,6
157	20.01.2009		0,3	994	76,8	0,6	160	0,3
158	21.01.2009		2,0	1000	72,8	2,3	128	0,0
159	22.01.2009		4,1	983	72,4	6,9	123	14,5
160	23.01.2009		3,8	971	76,1	4,9	115	12,1
161	24.01.2009		1,9	988	77,2	0,8	158	0,0
162	25.01.2009		1,4	991	72,3	2,4	267	0,0
163	26.01.2009		0,3	999	71,8	0,9	192	0,0
164	27.01.2009		1,3	1009	65,9	0,4	225	0,0
165	28.01.2009		0,1	1013	69,6	0,6	226	0,0
166	29.01.2009		-0,2	1015	67,0	1,8	255	0,0
167	30.01.2009		-0,6	1014	67,2	2,8	237	0,0
168	31.01.2009		0,7	1009	56,2	3,3	284	0,0
169	01.02.2009	-0,3	999	59,4	3,6	289	0,0	
170	02.02.2009	3,0	992	62,3	2,2	270	0,0	
171	03.02.2009	0,9	992	78,8	0,0	74	0,6	
172	04.02.2009	3,1	989	76,5	0,8	138	0,0	
173	05.02.2009	Ausfall	987	Ausfall	Ausfall	Ausfall	0,0	
174	06.02.2009	2,0	983	83,1	0,0	250	0,3	
175	07.02.2009	2,1	988	78,4	2,4	156	0,6	
176	08.02.2009	1,8	998	72,0	2,0	131	0,0	
177	09.02.2009	4,2	987	74,6	5,4	131	15,3	
178	10.02.2009	2,7	994	76,1	6,5	138	16,8	
179	11.02.2009	0,9	1007	75,1	1,4	139	2,7	
180	12.02.2009	0,8	1012	77,0	0,4	175	0,0	

Anlage 5

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 7 von 13

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
181	13.02.2009	Köln (Winter)	0,2	1013	75,7	0,6	208	4,1
182	14.02.2009		-1,6	1021	71,9	0,8	206	0,0
183	15.02.2009		0,6	1017	78,2	0,9	136	10,6
184	16.02.2009		5,7	1011	83,4	3,8	150	21,5
185	17.02.2009		0,5	1017	71,6	1,8	269	0,6
186	18.02.2009		-0,7	1019	62,6	0,8	233	0,0
187	19.02.2009		3,1	1019	68,8	1,2	180	3,9
188	20.02.2009		4,5	1022	80,9	2,2	157	2,4
189	21.02.2009		5,3	1020	74,2	1,2	124	4,4
190	22.02.2009		5,8	1013	78,3	4,5	153	3,9
191	23.02.2009		5,1	1013	71,9	3,1	174	0,6
192	24.02.2009		2,2	1021	75,5	0,9	168	0,0
193	25.02.2009		6,3	1018	71,2	2,9	125	0,6
194	26.02.2009		7,1	1011	69,8	5,0	142	0,6
195	27.02.2009		7,8	1011	79,3	2,2	121	0,9
196	28.02.2009		7,6	1005	76,6	0,7	204	0,0
197	01.03.2009		9,5	1002	74,3	2,1	119	3,0
198	02.03.2009		5,1	1009	70,6	1,4	135	0,0
199	03.03.2009		6,8	996	58,0	5,0	126	0,0
200	04.03.2009		6,9	980	67,7	3,0	96	6,2
201	05.03.2009		4,2	985	81,2	4,0	176	26,9
202	06.03.2009	3,7	998	77,6	4,6	154	6,5	
203	07.03.2009	8,0	1003	69,7	1,3	89	0,6	
204	08.03.2009	6,2	998	68,3	3,7	121	5,0	
205	09.03.2009	5,9	1004	67,8	4,3	119	3,3	
206	10.03.2009	5,4	1004	75,7	4,5	124	7,7	
207	11.03.2009	5,4	1016	69,7	1,7	96	2,4	
208	12.03.2009	7,7	1012	81,9	2,1	158	11,0	
209	13.03.2009	8,1	1012	67,9	1,1	155	0,0	
210	14.03.2009	9,9	1012	70,3	3,9	177	1,5	

Anlage 5

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 8 von 13

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
211	15.03.2009	Köln (Winter)	8,0	1022,9	72,8	2,8	153,4	0,0
212	16.03.2009		7,0	1025,4	72,6	0,1	147,8	0,0
213	17.03.2009		6,1	1027,5	66,7	0,4	204,0	0,0
214	18.03.2009		4,6	1021,1	59,6	0,1	218,6	0,0
215	19.03.2009		5,4	1022,0	57,3	0,6	199,4	0,0
216	20.03.2009		4,6	1023,1	50,9	0,8	234,3	0,0
217	21.03.2009		5,6	1019,3	58,1	1,2	139,8	0,0
218	22.03.2009		8,5	1015,0	63,4	5,3	164,1	0,0
219	23.03.2009		5,3	998,8	71,5	6,5	144,3	9,2
220	24.03.2009		3,5	1001,0	67,4	3,2	114,1	9,2
221	25.03.2009		5,4	994,9	75,6	3,8	131,6	8,6
222	26.03.2009		7,3	993,8	74,3	3,6	95,2	14,5
223	27.03.2009		6,9	990,3	66,5	3,9	91,8	1,8
224	28.03.2009		6,5	994,7	70,8	3,3	122,3	3,9
225	29.03.2009		4,8	1007,7	70,0	0,9	185,6	0,3
226	30.03.2009		5,2	1015,9	65,9	0,7	161,6	0,0
227	31.03.2009		10,3	1013,7	50,7	0,9	210,0	0,0
228	01.04.2009		12,9	1011,2	48,2	1,5	247,4	0,0
229	02.04.2009		14,9	1008,3	55,0	1,2	203,4	0,0
230	03.04.2009		17,0	1008,8	58,6	1,5	116,0	0,0
231	04.04.2009		13,6	1014,1	64,4	0,9	170,3	0,0
232	05.04.2009		11,6	1012,5	68,2	0,6	207,5	0,0
233	06.04.2009		16,0	1002,3	54,5	1,5	226,7	0,0
234	07.04.2009		12,7	1004,8	70,5	1,9	94,5	6,5
235	08.04.2009	13,0	1007,1	66,5	2,5	136,7	0,9	
236	09.04.2009	15,5	1005,1	62,0	1,5	189,4	0,0	
237	10.04.2009	17,7	999,7	53,3	1,4	203,8	0,0	
238	11.04.2009	17,8	1001,1	56,5	0,5	148,4	0,0	
239	12.04.2009	15,1	1002,6	73,3	0,9	166,7	0,0	
240	13.04.2009	12,4	1002,0	76,5	0,1	184,0	0,0	

Anlage 5

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 9 von 13

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
241	09.08.2009	Bornheim (Sommer)	20,0	1008,6	72,3	0,0	defekt	0,0
242	10.08.2009		19,8	1007,4	66,0	0,2	defekt	0,3
243	11.08.2009		19,0	1010,6	70,5	0,5	defekt	0,6
244	12.08.2009		18,7	1009,0	73,5	0,0	defekt	20,0
245	13.08.2009		17,1	1008,7	77,3	0,1	defekt	1,8
246	14.08.2009		17,3	1010,0	70,2	0,0	defekt	0,0
247	15.08.2009		22,3	1007,1	56,2	0,0	defekt	0,0
248	16.08.2009		22,1	1006,5	64,5	0,0	defekt	0,0
249	17.08.2009		20,1	1007,5	64,9	0,4	defekt	0,0
250	18.08.2009		20,4	1012,2	57,7	0,0	defekt	0,0
251	19.08.2009		24,5	1010,2	53,9	0,2	defekt	0,0
252	20.08.2009		25,3	1008,2	61,5	0,5	defekt	17,1
253	21.08.2009		17,2	1013,3	65,4	0,0	defekt	0,3
254	22.08.2009		17,4	1015,6	60,6	0,0	defekt	0,0
255	23.08.2009		19,3	1009,3	55,6	0,4	defekt	0,0
256	24.08.2009		23,0	1000,2	55,5	0,8	defekt	1,5
257	25.08.2009		19,4	1004,1	74,1	0,1	defekt	5,0
258	26.08.2009		16,1	1006,9	74,6	0,0	defekt	0,0
259	27.08.2009		23,4	1005,8	56,4	0,0	defekt	0,0
260	28.08.2009		17,7	1006,0	57,9	0,6	defekt	0,0
261	29.08.2009		14,9	1012,1	57,6	1,1	defekt	0,0
262	30.08.2009		15,7	1012,1	59,6	0,3	defekt	0,0
263	31.08.2009		23,5	1005,5	44,4	0,8	defekt	0,0
264	01.09.2009		14,0	1004,3	80,3	0,0	defekt	12,4
265	02.09.2009		17,5	1001,8	65,9	0,0	defekt	2,4
266	03.09.2009		15,8	995,9	63,8	1,3	defekt	2,4
267	04.09.2009		14,1	1001,3	67,6	1,0	defekt	3,9
268	05.09.2009	13,1	1013,4	70,0	0,6	defekt	4,4	
269	06.09.2009	14,7	1015,2	68,4	0,0	defekt	0,0	
270	07.09.2009	18,1	1013,4	64,0	0,0	defekt	0,0	

Anlage 5

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 10 von 13

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
271	08.09.2009	Bornheim	20,6	1013,2	57,8	0,0	defekt	0,0
272	09.09.2009	(Sommer)	20,6	1016,5	63,6	0,5	defekt	0,0
273	10.09.2009		15,7	1022,1	68,9	0,3	defekt	0,0
274	11.09.2009		15,7	1021,5	63,1	0,2	defekt	0,0
275	12.09.2009		15,9	1016,8	64,1	0,1	defekt	0,0
276	13.09.2009		12,9	1011,7	77,1	0,8	defekt	1,2
277	14.09.2009		13,2	1009,2	76,8	0,7	defekt	6,8
278	15.09.2009		15,4	1008,4	76,4	0,0	defekt	0,0
279	16.09.2009		17,2	1007,2	71,9	0,2	defekt	0,0
280	17.09.2009		14,6	1010,2	70,1	0,0	defekt	0,0
281	18.09.2009		18,0	1008,2	68,1	0,0	defekt	0,0
282	19.09.2009		19,7	1007,3	70,0	0,0	defekt	0,0
283	20.09.2009		18,7	1012,3	72,3	0,0	defekt	0,0
284	21.09.2009		14,9	1016,8	71,4	0,0	defekt	0,0
285	22.09.2009		16,9	1016,5	64,3	0,0	defekt	0,0
286	23.09.2009		17,4	1016,4	70,9	0,0	defekt	0,0
287	24.09.2009		13,8	1015,9	79,1	0,0	defekt	0,6
288	25.09.2009		13,2	1017,9	69,2	0,0	defekt	0,0
289	26.09.2009		13,7	1017,5	65,9	0,0	defekt	0,0
290	27.09.2009		14,2	1017,1	66,9	0,0	defekt	0,0
291	28.09.2009		14,7	1014,5	69,6	0,0	defekt	0,0
292	29.09.2009		15,7	1011,3	72,6	0,0	defekt	0,3
293	30.09.2009		15,5	1007,7	77,0	0,0	defekt	1,2
294	01.10.2009		12,0	1007,4	74,9	0,1	defekt	2,1
295	02.10.2009		10,9	1008,6	66,9	0,0	defekt	0,0
296	03.10.2009		13,4	1002,1	63,9	0,5	defekt	0,0
297	04.10.2009		11,8	1005,3	75,4	0,4	defekt	3,3
298	05.10.2009		13,1	1003,9	80,0	0,8	defekt	6,5
299	06.10.2009		15,9	1003,5	82,3	0,0	defekt	10,3
300	07.10.2009		19,2	1000,6	75,9	0,1	defekt	8,6

Anlage 5

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 11 von 13

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
301	08.10.2009	Bornheim (Sommer)	10,7	1010	78,6	0,4	defekt	0,0
302	09.10.2009		12,1	1009	69,1	0,2	defekt	12,4
303	10.10.2009		13,2	1005	80,0	0,2	defekt	4,2
304	11.10.2009		11,9	1003	76,1	0,8	defekt	5,9
305	12.10.2009		9,8	1014	70,9	1,9	defekt	2,1
306	13.10.2009		7,4	1019	68,5	0,7	defekt	0,0
307	14.10.2009		3,3	1022	67,4	0,1	defekt	0,0
308	15.10.2009		5,4	1019	66,9	0,3	defekt	0,3
309	16.10.2009		8,8	1013	70,8	4,4	defekt	1,5
310	17.10.2009		7,2	1014	69,7	1,1	defekt	0,0
311	18.10.2009		5,5	1014	73,1	0,0	defekt	0,0
312	19.10.2009		5,6	1008	66,3	0,2	defekt	0,0
313	20.10.2009		7,8	999	61,4	4,2	defekt	0,0
314	21.10.2009		10,0	995	57,1	1,5	defekt	1,2
315	22.10.2009		8,7	996	73,5	0,0	defekt	0,0
316	09.12.2009	Teddington (Winter)	9,8	1017	94,1	0,1	221	0,3
317	10.12.2009		3,9	1028	90,9	0,2	244	0,3
318	11.12.2009		5,7	1029	93,8	0,4	231	0,0
319	12.12.2009		5,8	1026	83,9	0,8	200	0,0
320	13.12.2009		4,2	1022	87,7	0,5	234	0,3
321	14.12.2009		3,4	1017	88,8	0,2	201	0,0
322	15.12.2009		-0,6	1015	87,5	0,2	196	0,3
323	16.12.2009		1,5	1006	96,9	0,2	245	2,8
324	17.12.2009		1,3	1008	85,2	2,4	225	1,3
325	18.12.2009		-0,8	1013	86,6	0,9	281	0,0
326	19.12.2009		-0,1	1002	85,9	0,2	240	1,8
327	20.12.2009		-0,9	995	87,3	0,1	206	0,0
328	21.12.2009		1,1	984	97,3	0,3	187	8,6
329	22.12.2009		-2,1	988	98,3	0,0	218	0,3
330	23.12.2009		2,8	987	95,9	0,4	173	7,1

Anlage 5

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 12 von 13

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
331	24.12.2009	Teddington	4,1	985,9	94,1	0,3	217,3	0,5
332	25.12.2009	(Winter)	4,1	998	94,5	0,2	210	2,3
333	26.12.2009		5,9	995	90,2	0,3	200	0,8
334	27.12.2009		2,4	1000	86,2	0,3	240	0,0
335	28.12.2009		3,7	998	88,6	1,2	80	1,8
336	29.12.2009		4,8	988	95,9	1,7	94	11,7
337	30.12.2009		4,3	992	93,1	1,9	101	5,6
338	31.12.2009		2,3	998	81,8	1,1	207	0,0
339	01.01.2010		-0,1	1008	88,3	0,2	243	0,0
340	02.01.2010		1,6	1016	87,2	0,1	245	0,0
341	03.01.2010		-1,6	1021	88,3	0,3	205	0,0
342	04.01.2010		-3,7	1012	97,2	0,0	232	0,0
343	05.01.2010		0,8	998	89,9	0,7	129	4,8
344	06.01.2010		-2,3	1005	94,3	0,7	215	1,8
345	07.01.2010		-1,2	1013	91,1	0,5	240	0,0
346	08.01.2010		-1,6	1022	91,1	0,8	225	0,3
347	09.01.2010		0,9	1018	79,3	1,8	161	0,0
348	10.01.2010		1,4	1015	90,5	0,7	92	1,3
349	11.01.2010		1,5	1015	86,0	0,3	137	0,3
350	12.01.2010		1,4	1000	85,9	1,5	103	0,0
351	13.01.2010		1,5	998	94,8	0,1	151	8,6
352	14.01.2010		2,5	1008	97,0	0,1	229	0,3
353	15.01.2010		5,6	1011	90,0	1,8	151	1,8
354	16.01.2010		5,7	1003	96,3	0,4	202	9,1
355	17.01.2010		4,1	1019	93,9	0,1	219	0,0
356	18.01.2010		6,2	1021	97,8	0,1	199	0,0
357	19.01.2010		6,4	1012	83,7	1,4	111	1,0
358	20.01.2010		3,0	1012	92,1	0,2	227	3,8
359	21.01.2010		6,1	1015	85,2	1,1	154	0,3
360	22.01.2010		7,6	1014	95,0	0,5	209	7,4

Anlage 5

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 13 von 13

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
361	23.01.2010	Teddington	4,8	1018,4	87,0	0,2	262,2	0,0
362	24.01.2010	(Winter)	4,4	1022	91,1	0,1	241	1,3
363	25.01.2010		3,2	1033	80,0	0,9	161	0,5
364	26.01.2010		0,0	1037	83,2	0,5	167	0,0
365	27.01.2010		4,4	1018	85,5	0,3	247	1,0
366	28.01.2010		5,5	1000	86,4	0,5	247	8,1
367	29.01.2010		1,3	992	76,9	0,9	279	0,3
368	30.01.2010		-0,9	1001	84,4	0,2	240	0,0
369	31.01.2010		0,0	1005	91,2	0,1	241	0,0
370	01.02.2010		3,1	1010	83,9	0,4	222	0,3
371	02.02.2010		5,9	1002	89,6	0,3	229	1,0
372	03.02.2010		6,7	1004	91,0	0,2	180	2,0
373	04.02.2010		7,6	997	86,1	1,3	153	2,3

Anlage 6: Softwareversion



Anmerkung:

Die Prüfung wurde mit der Softwareversion 3236-07 5.01 durchgeführt (Stand Juli 2008).

Während der Prüfung wurde die Software beständig bis zur Version 3236-07 5.0.10 weiterentwickelt und optimiert. Dabei wurden die durchgeführten Änderungen bis zur Version 3236-07 5.0.5 schon per Mitteilung dem zuständigen Arbeitskreis „Prüfberichte“ vorgestellt und positiv bewertet. Die zusätzlichen Änderungen von Version 3236-07 5.0.5 bis zur Version 3236-07 5.0.10 zeigt Abbildung 64.

Es ist durch die durchgeführten Änderungen bis zur Version 3236-07 5.0.10 kein Einfluss auf die Geräteperformance zu erwarten.

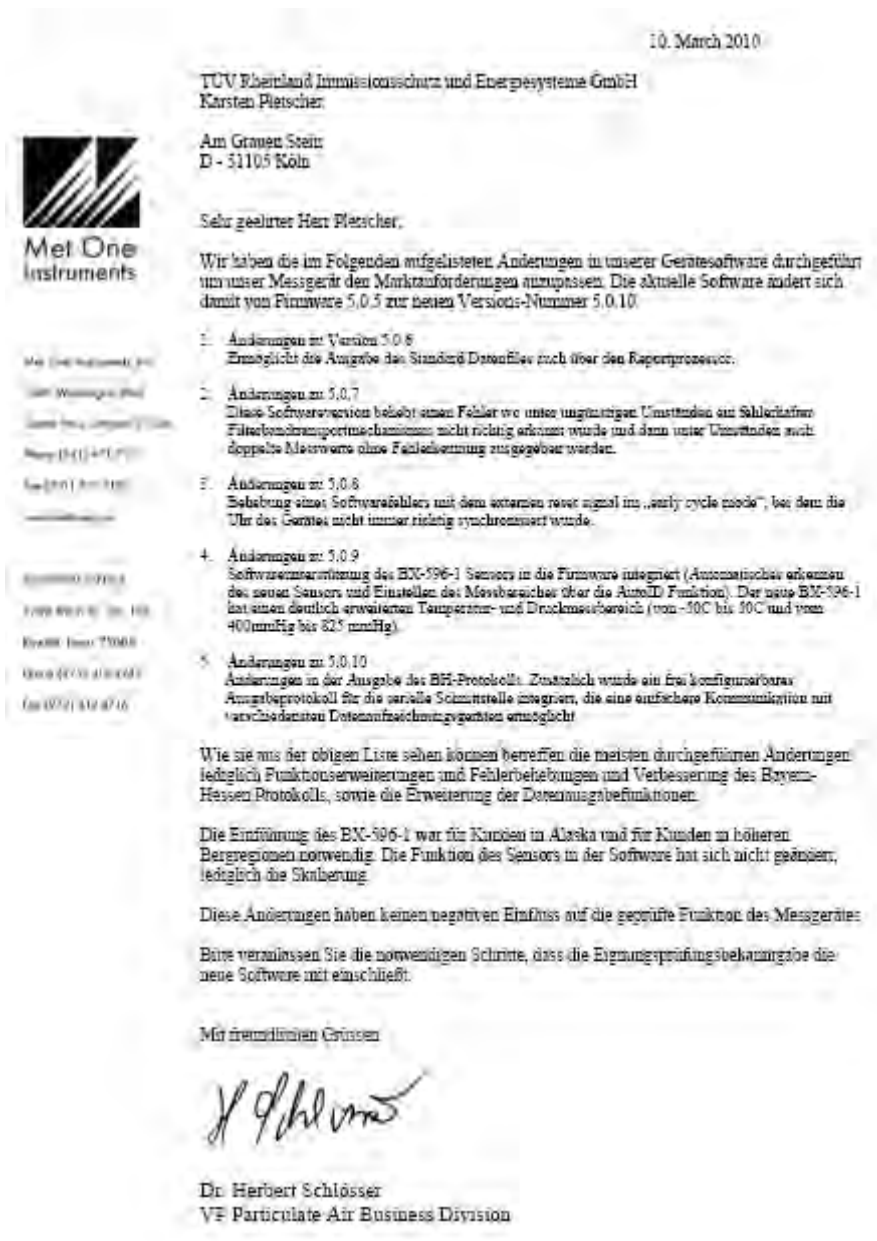


Abbildung 64: Softwareänderungen von Version 5.0.5 zu Version 5.0.10

Vorschlag zum Text der Mitteilung

Mitteilung zur Bekanntmachung im Bundesanzeiger:

BAnz.: 12.04.2007 Nr. 75, S. 4139 sowie BAnz.: 25.01.2010 Nr. 24, S. 555 (Mitteilung)

Die aktuelle Softwareversion der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 der Firma MetOne Instruments lautet:

Version 3236-07 V5.0.10

Anhang 2

Verfahren zur Filterwägung

A) Standorte in Deutschland (Köln und Bornheim)

A.1 Ausführung der Wägung

Die Wägungen werden im klimatisierten Wägeraum durchgeführt. Die Bedingungen sind 20 °C ±1 °C und 50 % ±5 % rel. Feuchte und entsprechen damit den Vorgaben der DIN EN 14907.

Die Filter für den Feldtest werden manuell gewogen. Für die Konditionierung werden die Filter einschließlich der Kontrollfilter auf Siebe gelegt, so dass keine Überlappung vorliegt. Die Bedingungen für die Hin und Rückwägung werden vorher festgelegt und entsprechen der Richtlinie.

Vor der Probenahme = Hinwägung	Nach der Probenahme = Rückwägung
Konditionierung 48 Stunden + 2 Stunden	Konditionierung 48 Stunden + 2 Stunden
Wiegen der Filter	Wiegen der Filter
nochmals Konditionierung 24 Stunden +2 Stunden	nochmals Konditionierung 24 Stunden + 2 Stunden
Wiegen der Filter und sofort verpacken	Wiegen der Filter

Die Waage steht immer betriebsbereit zur Verfügung. Vor jeder Wägeserie wird die interne Waagenkalibrierung gestartet. Ist alles in Ordnung, wird als Referenzgewicht das Eichgewicht von 200 mg gewogen und die Randbedingungen notiert. Die Abweichungen zur vorhergehenden Wägung entsprechen der Richtlinie und überschreiten die 20 µg nicht (siehe Abbildung 65). Dann werden die sechs Kontrollfilter gewogen. Die Kontrollfilter mit einer Abweichung von über 40 µg werden in der Auswerteseite mit einer Warnung angezeigt und nicht für die Rückwägung verwendet. Für die Rückwägung werden die ersten drei einwandfreien Kontrollfilter genommen, während die anderen sicher in ihren Döschen bleiben, um bei Beschädigungen und/oder größeren Abweichungen der ersten drei Kontrollfilter zum Einsatz zu kommen. Den exemplarischen Verlauf über einen Zeitraum von über vier Monate zeigt Abbildung 66.

Bei der Hinwägung der Filter werden die Filter, die zwischen der ersten und zweiten Wägung eine Differenz von über 40 µg aufweisen, ausgemustert. Bei der Rückwägung werden die Filter mit einer Differenz von über 60 µg normgerecht nicht zur Auswertung genommen.

Für den Transport von und zu der Messstelle und für die Lagerung werden die gewogenen Filter einzeln in Polystyrolöschen verpackt. Erst vor dem Einlegen in den Filterhalter wird das Döschen geöffnet. Die unbeladenen Filter können im Wägeraum bis zu 28 Tage vor der Probenahme gelagert werden. Sollte dieser Zeitraum einmal überschritten werden, so wird die Hinwägung der Filter wiederholt.

Die Lagerung der beaufschlagten Filter kann bei oder unterhalb von 23 °C max. 15 Tage erfolgen. Die Filter werden bei 7 °C im Kühlschrank gelagert.

A2 Auswertung der Filter

Die Auswertung der Filter erfolgt unter Verwendung eines Korrekturterms. Zweck dieser Korrekturrechnung ist es, die relative Masseänderung durch die Wägeraumbedingungen zu minimieren.

Formel :

$$\text{Staub} = M_{F_{\text{rück}}} - (M_{T_{\text{Tara}}} \times (M_{K_{\text{on}_{\text{rück}}}} / M_{K_{\text{on}_{\text{hin}}} })) \quad (F1)$$

$M_{K_{\text{on}_{\text{hin}}}}$ = mittlere Masse der 3 Kontrollfilter von 48 h und 72h Hinwägung

$M_{K_{\text{on}_{\text{rück}}}}$ = mittlere Masse der 3 Kontrollfilter von 48 h und 72 h Rückwägung

$M_{T_{\text{Tara}}}$ = mittlere Masse des Filters von 48 h und 72 h Hinwägung

$M_{F_{\text{rück}}}$ = mittlere Masse des bestaubten Filters von 48 h und 72 h Rückwägung

Staub = korrigierte Staubmasse auf dem Filter

Es zeigt sich, dass durch die Korrekturrechnung das Verfahren unabhängig von den Wägeraumkonditionen wird. Damit sind die Einflüsse des Wassergehaltes der Filtermasse zwischen beladenen und unbeladenen Filtern kontrollierbar und verändern nicht die Staubgehalte auf den beladenen Filtern. Damit ist der Punkt EN 14907 9.3.2.5 hinreichend erfüllt.

Der exemplarische Verlauf des Eichgewichtes für den Zeitraum von Nov. 2008 bis Feb. 2009 zeigt, dass die zulässige Differenz von 20 µg zur vorhergehenden Messung nicht überschritten wird.

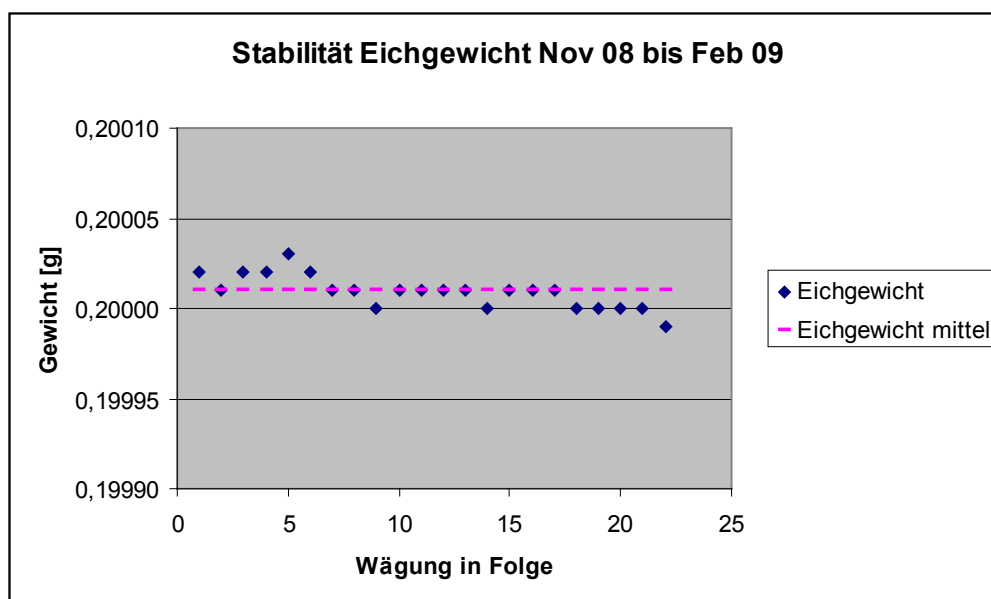


Abbildung 65: Stabilität Eichgewicht

Tabelle 36: Stabilität Eichgewicht

Datum	Wägung Nr.	Eichgewicht g	Differenz zur vorhergehenden Wägung µg
12.11.2008	1	0,20002	
13.11.2008	2	0,20001	-10
10.12.2008	3	0,20002	10
11.12.2008	4	0,20002	0
17.12.2008	5	0,20003	10
18.12.2008	6	0,20002	-10
07.01.2009	7	0,20001	-10
08.01.2009	8	0,20001	0
14.01.2009	9	0,20000	-10
15.01.2009	10	0,20001	10
21.01.2009	11	0,20001	0
22.01.2009	12	0,20001	0
29.01.2009	13	0,20001	0
30.01.2009	14	0,20000	-10
04.02.2008	15	0,20001	10
05.02.2009	16	0,20001	0
11.02.2009	17	0,20001	0
12.02.2009	18	0,20000	-10
18.02.2009	19	0,20000	0
19.02.2009	20	0,20000	0
26.02.2009	21	0,20000	0
27.02.2009	22	0,19999	-10

Gelb hinterlegt = Mittelwert

Grün hinterlegt = niedrigster Wert

Blau hinterlegt = höchster Wert

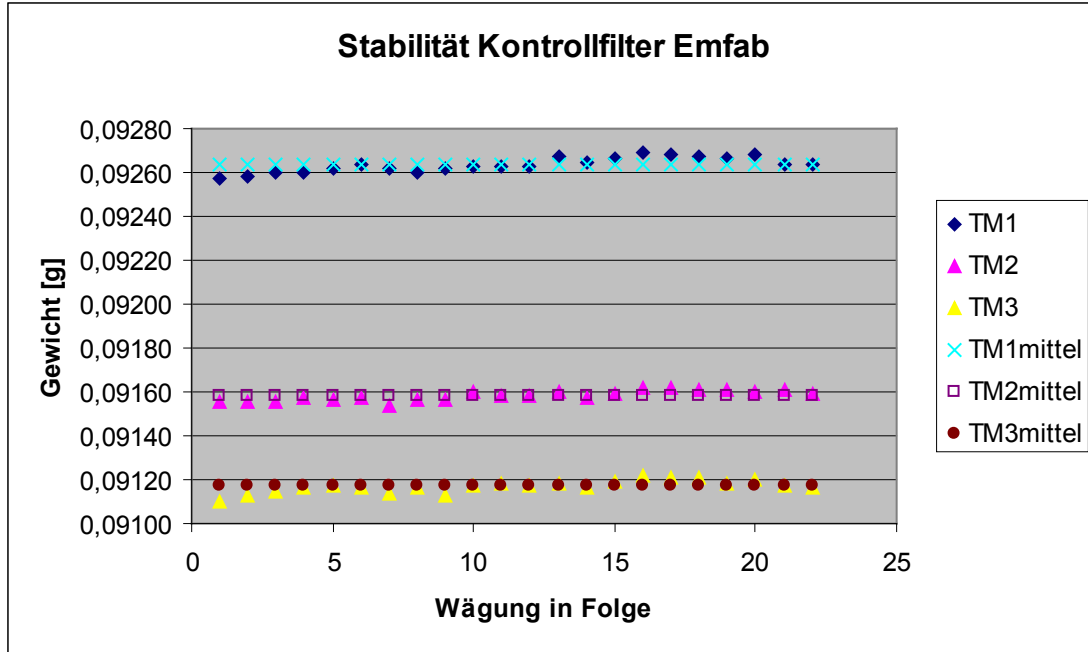


Abbildung 66: Stabilität der Kontrollfilter

Tabelle 37: Stabilität der Kontrollfilter

Wägung Nr.	Kontrollfilter Nr.		
	TM1	TM2	TM3
1	0,09257	0,09155	0,09110
2	0,09258	0,09155	0,09113
3	0,09260	0,09155	0,09115
4	0,09260	0,09157	0,09116
5	0,09262	0,09156	0,09117
6	0,09264	0,09157	0,09116
7	0,09262	0,09154	0,09114
8	0,09260	0,09156	0,09116
9	0,09262	0,09156	0,09113
10	0,09263	0,09160	0,09117
11	0,09263	0,09158	0,09118
12	0,09263	0,09158	0,09117
13	0,09267	0,09160	0,09118
14	0,09265	0,09157	0,09116
15	0,09266	0,09159	0,09119
16	0,09269	0,09162	0,09122
17	0,09268	0,09162	0,09121
18	0,09267	0,09161	0,09121
19	0,09266	0,09161	0,09118
20	0,09268	0,09160	0,09120
21	0,09264	0,09161	0,09117
22	0,09264	0,09159	0,09116
Mittelwert	0,09264	0,09158	0,09117
Standardabw.	3,2911E-05	2,4937E-05	2,8558E-05
rel. Standabw.	0,036	0,027	0,031
Median	0,09264	0,09158	0,09117
kleinster Wert	0,09257	0,09154	0,09110
höchster Wert	0,09269	0,09162	0,09122

Gelb hinterlegt = Mittelwert

Grün hinterlegt = niedrigster Wert

Blau hinterlegt = höchster Wert

B) Standort in Großbritannien (Teddington)

B.1 Umsetzung der Wägeprotokolle

NPL (National Physical Laboratory) wurde beauftragt, die Filter für den Feldtest manuell zu wiegen. Entsprechend der Richtlinie EN14907 wurden die Filter weniger als 28 Tage im Wägeraum gelagert; die Plexiglaskammer, in der der Wiegevorgang stattfand, wurde bei 20 ± 1 °C und 50 ± 5 % gehalten; die Filter wurden vor und nach Probenahme zweimal gewogen. Tabelle 38 fasst die Wägebedingungen und Wiegezeiten zusammen:

Tabelle 38: Wägebedingungen und Wiegezeiten

Anfang Probenahme	Ende Probenahme
Lagerung mindestens 48 Stunden	Lagerung 48 Stunden
Filterwägung	Filterwägung
Lagerung 24 Stunden	Lagerung 24 Stunden
Filterwägung	Filterwägung

Zu Beginn jeder Wägereihe wurde die Balkenwaage untersucht, um die mechanischen Steifigkeiten zu entfernen, danach wurde kalibriert. Zu Beginn und zum Ende jeder Filtercharge wurde je ein Prüfgewicht von 50 mg und 200 mg gewogen. Entsprechend der Anforderungen des UK PM Equivalence Report [8] wurden die Filter in Bezug auf ein 100 mg Prüfgewicht und nicht in Bezug auf einen Nullfilter gewogen, da dieser über die Zeit einen Gewichtsverlust hat. Je vier Filter wurden zwischen den Prüfgewichten gewogen, da über diese Zeit die Wägedrift klein ist.

Die **Masse des Prüfgewichts (CM)** für die Filter wurde für jede Wägereihe nach der Gleichung **E A.1** berechnet

$$CM = \frac{(m_{check,Beg} + m_{check,End})}{2} \quad \text{E A.1}$$

Mit:

$M_{check,Beg}$ = Masse des Prüfgewichts, gewogen direkt vor dem Probenfilter.

$M_{check,End}$ = Masse des Prüfgewichts, gewogen direkt nach dem Probenfilter.

Die **Relative Masse (RM)** der Filter wurde für jede Wägereihe nach Gleichung **E A.2** berechnet: $RM = m_{filter} - CM$ **E A.2**

Mit:

m_{filter} = Masse des Probenfilters

Die **Partikel Masse (PM)** wird wie in EN 14907 beschrieben nach der folgenden Gleichung berechnet.

$$PM = \left(\frac{RM_{End1} + RM_{End2}}{2} \right) - \left(\frac{RM_{Beg1} + RM_{Beg2}}{2} \right) \quad \text{E A.3}$$

Mit:

Beg1 kennzeichnet Wägereihe 1, vor Probenahme

Beg2 kennzeichnet Wägereihe 2, vor Probenahme

End1 kennzeichnet Wägereihe 1, nach Probenahme

End2 kennzeichnet Wägereihe 2, nach Probenahme

End Streubereich (S_{Pre}), Beg Streubereich (S_{Post}) und Prüfgewicht Streubereich (S_{Blank}) wurden nach den folgenden Gleichungen berechnet:

$$S_{Pre} = RM_{Anf1} - RM_{Anf2} \quad \text{E A.4}$$

$$S_{Post} = RM_{End1} - RM_{End2} \quad \text{E A.5}$$

$$S_{Blank} = \left(\frac{CM_{End2} + CM_{End1}}{2} \right) - \left(\frac{CM_{Anf2} + CM_{Anf1}}{2} \right) \quad \text{E A.6}$$

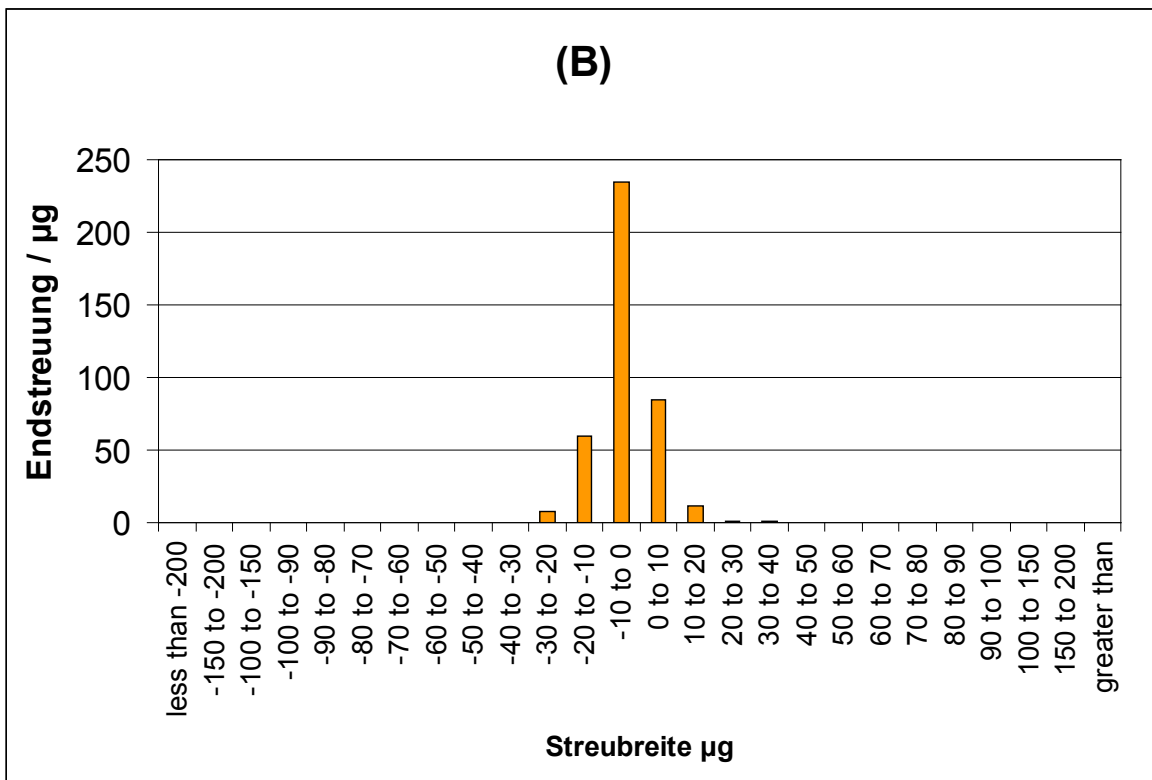
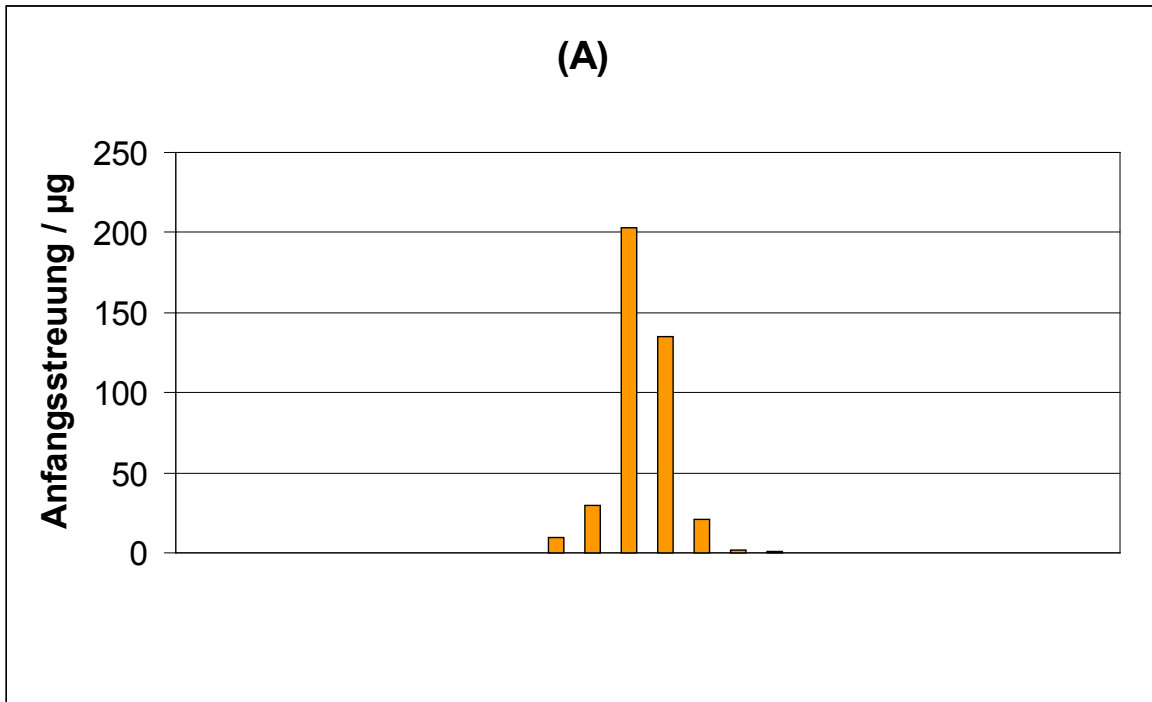
Wie im UK PM Equivalence Report [8] beschrieben war es nicht möglich, alle Filter wie in EN14907 beschrieben innerhalb des 15-tägigen Zeitfensters zu wiegen.

Allerdings wurden die Filter direkt aus dem Referenzprobenehmer entnommen und in den Kühlschrank gelegt, dadurch war es nicht notwendig zu bestimmen ob $T_{Umgebung}$ 23 °C überschreitet. 15 Tage erscheinen unpraktikabel für einen relativ kleinen Feldtest Rahmen, es ist wenig wahrscheinlich, dass diese Methode in nationalen und regionalen Netzwerken übernommen wird, die Methode die hier angewendet wurde, ist repräsentativ für den Betrieb der Referenzprobenehmer in der Praxis.

A.2 Analyse des verwendeten Wägeprotokolls

Das Streuverhalten der Anfangs- und Endwiegungen für alle gewogenen EMFAB Filter im Verhältnis zum Taragewicht und zum Prüfgewicht sind in Abbildung 67 dargestellt. Wenn alle Filter während der Messungen an relativer Masse verlieren, wird die Streuung nach rechts verschoben, im Gegenzug wird die Streuung nach links verschoben, wenn die relative Masse der Filter zunimmt. Die EN14907 schreibt vor, dass unbeladene Filter verworfen werden sollen, wenn die Differenz der Masse der zwei Anfangswägungen größer als 40 µg ist. Gleichmaßen schreibt die EN14907 vor, dass Filter, deren Massendifferenz der beiden Endwägungen größer als 60 µg ist, verworfen werden. Es wurden keine Filter auf Grund dieses Kriteriums verworfen. Es gilt als unwahrscheinlich, dass die festgestellten Streuungen der Wiederholungsbestimmungen der Masse einen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse zu haben.

Abbildung 67: Streuung der Emfab Filter für (A) Anfangswägung m Vergleich zum Prüfgewicht und (B) Endwägung im Vergleich zum Prüfgewicht



Anhang 3

Handbücher

Mitteilungen zu Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Fa. HORIBA Europe GmbH

Mitteilung 1

Mitteilung zur Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 12. Juli 2010 (BAnz. S. 2597, Kapitel II, Nummer 1.1, 7. Hinweis)

Für die Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{2,5} Vorabscheider der Firma Horiba Europe GmbH für die Messkomponente Schwebstaub PM_{2,5} werden die Anforderungen an die Dichtheit des Probenahmesystems nach einer Neubewertung eingehalten.

Die Messeinrichtung erfüllt ebenfalls die Anforderungen des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ in der Version vom Januar 2010.

Die Messeinrichtung kann optional mit der Pumpe BX-125 betrieben werden.

Die Messeinrichtung erhält eine neu designte Rückplatte um die erweiterten Schnittstellen u.a. des optionalen Reportprozessors BX-965 unterzubringen.

Die aktuelle Softwareversion der Messeinrichtung lautet:

3236-07 5.0.15

Bekanntgegeben mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 06. Juli 2012 (BAnz AT 20.07.2012 B11, Kapitel IV, 2. Mitteilung), Stellungnahme vom 22. März 2012

Mitteilung 2

Mitteilung zur Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 12. Juli 2010 (BAnz. S. 2597, Kapitel II, Nummer 1.1, 7. Hinweis) und zur Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 06. Juli 2012 (BAnz AT 20.07.2012 B11, Kapitel IV, 2. Mitteilung)

Die aktuelle Softwareversion der Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{2,5} Vorabscheider der Firma HORIBA Europe GmbH für die Messkomponente Schwebstaub PM_{2,5} lautet:

3236-07 5.1.1

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 18. März 2013

TÜV RHEINLAND ENERGY GMBH



Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung APDA-371 der Fa. Horiba Europe GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM_{2,5} zum TÜV-Bericht 936/21221789/B vom 19. März 2013

TÜV-Bericht Nr.: 936/21246946/B
Köln, 7. September 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 HORIBA Europe GmbH führte die TÜV Rheinland Energy GmbH die Eignungsprüfung der Immissionsmeseinrichtung APDA-371 für die Komponenten Schwebstaub PM_{2,5} gemäß den folgenden Richtlinien und Anforderungen durch.

- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmeseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, September 2010 bzw. Juni 2002
- VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, September 2010 bzw. August 2004
- Europäische Norm EN 14907, „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM_{2,5}-Massenfraktion des Schwebstaubs; Deutsche Fassung EN 14907:2005 (zurückgezogen)
- Europäische Norm EN 12341, „Außenluft – Gravimetrischen Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM₁₀- oder PM_{2,5}-Massenkonzentration des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 12341:2014
- Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“, Englische Fassung vom Januar 2010

Bei der Betrachtung der Richtlinien EN 14907 und EN 12341 muss beachtet werden, dass zum Zeitpunkt der ursprünglichen Eignungsprüfung die Richtlinie EN 14907:2005 noch gültig war und entsprechend Beachtung fand. Deshalb ist diese Richtlinie hier der Vollständigkeit halber aufgeführt, ergänzt um die Nachfolgerichtlinie EN 12341:2014.

Die Messeinrichtung APDA-371 ermittelt die Staubkonzentrationen mittels eines Radiometer-Messprinzips. Mit Hilfe einer Pumpe wird Umgebungsluft über einen PM_{2,5}-Probenahmekopf angesaugt. Die staubbeladene Probenahmeluft wird anschließend auf ein Filterband gesaugt. Die Bestimmung der abgeschiedenen Staubmasse auf dem Filterband erfolgt nach der jeweiligen Probenahme durch das radiometrische Messprinzip der Beta-Absorption.

Der geprüfte Zertifizierungsbereich betrug:

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

Die Messeinrichtungen APDA-371 ist bis auf eine neu designte Frontplatte absolut baugleich mit den Messeinrichtungen BAM-1020 und wurden von der Fa. Met One Instruments, Inc. entwickelt und wird dort komplett gefertigt. Die Produktion erfolgt parallel zu den Messeinrichtungen BAM-1020 unter den exakt gleichen Randbedingungen mit dem gleichen Personal und Material. Kontrollen der relevanten Zeichnungen und die Auditierung des Produktionsstandorts in Grants Pass zeigten, dass die beiden Messeinrichtungen exakt baugleich sind.

Auf Grund der Baugleichheit erfolgten daher zur erstmaligen Bekanntgabe der Messeinrichtungen APDA-371 keinerlei eigene praktische Prüfungen. Alle Prüfungen wurden mit den Messeinrichtungen BAM-1020 des OEM-Gebers Met One durchgeführt. Es wurde lediglich eine Dokumentenprüfung durchgeführt und der Produktionsstandort wird auditiert.

Die Bekanntgabehistorie für die Messeinrichtungen APDA-371 für die Komponenten Schwebstaub PM_{2,5} der Fa. HORIBA Europe GmbH stellt sich demnach wie folgt dar:

- APDA-371 für Schwebstaub PM_{2,5} mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 03. Juli 2013 (BANz. AT 23.07.2013 B4, Kapitel III Nummer 2.1) – Erstbekanntgabe
- APDA-371 für Schwebstaub PM_{2,5} mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 22. Juli 2015 (BANz AT 26.08.2015 B4, Kapitel V Mitteilung 43) – Mitteilung zu neuer Vakuumpumpe
- APDA-371 für Schwebstaub PM₁₀ mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 13. Juli 2017 (BANz AT 31.07.2017 B12, Kapitel II Mitteilung 32) – Mitteilung zu neuer Softwareversion (3236-7 V 5.5.0)

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

Das vorliegende Addendum enthält eine Beurteilung der Messeinrichtungen vom Typ APDA-371 im Hinblick auf die Einhaltung der Anforderungen gemäß der Richtlinie DIN EN 16450 (Juli 2017). Auf Grund der Baugleichheit zur Messeinrichtung BAM-1020 erfolgten zur Beurteilung der Messeinrichtung APDA-371 im Hinblick auf die Einhaltung der Anforderungen gemäß der Richtlinie DIN EN 16450 keinerlei eigene praktische Prüfungen. Alle notwendigen Untersuchungen (Neuauswertungen und Neuprüfungen) werden direkt aus der Prüfung der Messeinrichtung BAM-1020 des OEM-Gebers der Firma Met One Instrument Inc. übernommen. Die Darstellung dieser Untersuchungen erfolgte dabei in einem „Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmeseinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5}“, TÜV-Bericht 936/21243375/A vom 21. September 2018. Dieses Basis-Addendum dient neben dem Prüfbericht zur Erstzulassung (TÜV-Bericht 936/21221789/B vom 19. März 2013) als Anlage zu dem vorliegenden Bericht.

Es konnte der Nachweis erbracht werden, dass alle Anforderungen der Richtlinie DIN EN 16450: 2017 für die Messeinrichtungen vom Typ APDA-371 eingehalten werden.

Das Addendum ist nach seiner Veröffentlichung fester Bestandteil des TÜV Rheinland Prüfberichtes der Nummer 936/21221789/B vom 13. März 2013 und wird im Internet unter www.qal1.de einsehbar sein.

Immissionsschutz / Luftreinhaltung

Köln, 7. September 2019

Dipl.-Ing. Fritz Hausberg

936/21246946/B

1383359_2019_936_21246946B_Addendum.doc

Dipl.-Ing. Guido Baum

2 Schwebstaub (PM_{2,5}-Fraktion)

2.1 APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider

Hersteller:

HORIBA Europe GmbH, Oberursel

Eignung:

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

Messbereich in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
PM _{2,5}	0 – 1 000	µg/m ³

Softwareversion: Version 3236-07 5.1.1

Einschränkungen:

Keine

Hinweise:

1. Die Anforderungen gemäß des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ in der Version vom Januar 2010 werden für die Messkomponente PM_{2,5} eingehalten.
2. Das Gerät ist zur Erfassung von PM_{2,5} mit folgenden Optionen auszustatten: Probenahmeheizung (BX-830), PM₁₀-Probenahmekopf (BX-802), PM_{2,5} Sharp Cut Cyclone SCC (BX-807), kombinierter Druck- und Temperatursensor (BX-596) bzw. alternativ Umgebungstemperatursensor (BX-592).
3. Die Zykluszeit während der Eignungsprüfung betrug 1 h, d. h. jede Stunde wurde ein automatischer Filterwechsel durchgeführt. Jeder Filterleck wurde nur einmal beprobt.
4. Die Probenahmezeit innerhalb der Zykluszeit beträgt 42 min.
5. Die Messeinrichtung ist in einem verschließbaren Messcontainer zu betreiben.
6. Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM_{2,5}-Referenzverfahren nach DIN EN 14907 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
7. Die Messeinrichtung kann optional mit der Pumpe BX-125 betrieben werden.
8. Die Messeinrichtung wird seit Januar 2012 mit einer neu designten Rückplatte vertrieben, um die erweiterten Schnittstellen, u. a. des optionalen Reportprozessors BX-965, unterzubringen.
9. Die Erstbekanntgabe der Messeinrichtung erfolgte mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 12. Juli 2010 (BANz. S. 2597, Kapitel II Nummer 1.1 Hinweis 7). Die letzte Mitteilung zur Messeinrichtung erfolgte mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 6. Juli 2012 (BANz AT 20.07.2012 B11, Kapitel IV 2. Mitteilung).
10. Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung ist im Internet unter www.qal1.de einsehbar.

Prüfinstitut: TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, Köln

Bericht-Nr.: 936/21221789/B vom 19. März 2013

Abbildung 1: Erstbekanntgabe BANz. AT 23.07.2013 B4, Kapitel III Nummer 2.1

43 Mitteilung zu den Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 3. Juli 2013 (BANz AT 23.07.2013 B4, Kapitel III Nummer 2.1) und vom 25. Februar 2015 (BANz AT 02.04.2015 B5, Kapitel IV 10. Mitteilung)

Die Immissionsmesseinrichtung APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma HORIBA Europe GmbH kann auch mit der Vakuumpumpe vom Typ BECKER VT 4.4 betrieben werden.

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 23. März 2015.

Abbildung 2: Bekanntgabe Mitteilung BANz AT 26.08.2015 B4, Kapitel V Mitteilung 43

32 Mitteilung zu den Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 3. Juli 2013 (BANz AT 23.07.2013 B4, Kapitel III Nummer 2.1) und vom 22. Juli 2015 (BANz AT 26.08.2015 B4, Kapitel V 43. Mitteilung)

Die aktuelle Softwareversion für die Immissionsmesseinrichtung APDA-371 mit PM_{2,5}-Vorabscheider für Schwebstaub PM_{2,5} der Firma HORIBA Europe GmbH lautet:

3236-7 V 5.5.0.

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energy GmbH vom 8. März 2017

Abbildung 3: Bekanntgabe Mitteilung BANz AT 31.07.2017 B12, Kapitel II Mitteilung 32

Anlagen:

- Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung APDA-371 der Firma HORIBA Europe GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM_{2,5}, TÜV-Bericht Nr.: 936/21221789/B vom 19. März 2013
- Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, TÜV-Bericht Nr.: 936/21243375/A vom 21. September 2018

Anhang

TÜV RHEINLAND ENERGY GMBH



ADDENDUM

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010

TÜV-Bericht: 936/21243375/A
Köln, 21. September 2018

www.umwelt-tuv.de



tre-service@de.tuv.com

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

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

nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

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

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

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

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Leerseite

Inhaltsverzeichnis

1.	KURZFASSUNG	7
1.1	Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse 11	
2.	AUFGABENSTELLUNG	16
2.1	Art der Prüfung 16	
2.2	Zielsetzung 16	
3.	BESCHREIBUNG DER GEPRÜFTEN MESSEINRICHTUNG.....	18
3.1	Messprinzip 18	
3.2	Funktionsweise der Messeinrichtung 19	
3.3	Umfang und Aufbau der Messeinrichtung 21	
4.	PRÜFPROGRAMM.....	38
4.1	Allgemeines 38	
4.2	Laborprüfung 39	
4.3	Feldtest 40	
5.	REFERENZMESSVERFAHREN.....	49
6.	PRÜFERGEBNISSE	50
6.1	1 Messbereiche.....	50
6.1	2 Negative Signale.....	51
6.1	3 Nullniveau und Nachweisgrenze (7.4.3).....	52
6.1	4 Genauigkeit des Volumenstroms (7.4.4)	54
6.1	5 Konstanz des Probenvolumenstroms (7.4.5).....	56
6.1	6 Dichtheit des Probenahmesystems (7.4.6).....	60
6.1	7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur (7.4.7.)	63
6.1	8 Abhängigkeit der Empfindlichkeit des Messgerätes (Span) von der Umgebungstemperatur (7.4.7)	65
6.1	9 Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung (7.4.8)	67
6.1	10 Auswirkung des Ausfalls der Stromversorgung	69
6.1	11 Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration (7.4.9)	70
6.1	12 Nullpunktprüfungen (7.5.3).....	72
6.1	13 Aufzeichnung der Betriebsparameter (7.5.4).....	75
6.1	14 Tagesmittelwerte (7.5.5).....	77
6.1	15 Verfügbarkeit (7.5.6)	78
6.1	Methodik der Äquivalenzprüfung (7.5.8.4 & 7.5.8.8).....	80
6.1	16 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den AMS $u_{bs,AMS}$ (7.5.8.4)	81
6.1	17 Erweiterte Messunsicherheit der Ergebnisse der AMS (7.5.8.5 – 7.5.8.8)	87
6.1	17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (7.5.8.5 – 7.5.8.8)	100
6.1	18 Wartungsintervall (7.5.7)	106
6.1	19 Automatische Überprüfung (7.5.4)	108
6.1	20 Prüfungen der Sensoren für Temperatur, Druck und/oder Luftfeuchte	110
7.	EMPFEHLUNGEN ZUM PRAXISEINSATZ.....	111
8.	LITERATURVERZEICHNIS	113
9.	ANLAGEN.....	117



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Beschreibung der Messstellen	10
Tabelle 2:	Ergebnisse des Äquivalenztests (Rohdaten)	10
Tabelle 3:	Gerätetechnische Daten BAM-1020 (Herstellerangaben).....	36
Tabelle 4:	Feldteststandorte	41
Tabelle 5:	Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten, als Tagesmittelwerte	46
Tabelle 6:	Ergebnisse Grubbs-Ausreißertest – Referenz PM _{2,5}	47
Tabelle 7:	Entfernte Wertepaare Referenz PM _{2,5} nach Grubbs	48
Tabelle 8:	Eingesetzte Filtermaterialien	48
Tabelle 9:	Nullniveau und Nachweisgrenze PM _{2,5}	53
Tabelle 10:	Genauigkeit des Volumenstroms bei +5 °C und +40 °C	55
Tabelle 11:	Ergebnisse Kontrolle Durchflussrate	57
Tabelle 12:	Kenngrößen für die Gesamtdurchflussmessung (24h-Mittel), SN 17010 & SN 17011 58	58
Tabelle 13:	Ergebnisse der Dichtigkeitsprüfungen im Feldtest.....	62
Tabelle 14:	Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, BAM-1020, Abweichung in µg/m ³ , Mittelwert aus drei Messungen, SN 17010 & SN 17011	64
Tabelle 15:	Abhängigkeit der Empfindlichkeit (Interne Referenzfolie) von der Umgebungstemperatur, BAM-1020, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, SN 17010 & SN 17011.....	66
Tabelle 16:	Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in %, SN X14465 & SN X14499	68
Tabelle 17:	Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration, Abweichung in µg/m ³ , SN X14465 & SN X14499	71
Tabelle 18:	Nullpunktprüfungen SN 17010 & SN 17011, PM _{2,5} , mit Nullfilter.....	73
Tabelle 19:	Ermittlung der Verfügbarkeit.....	79
Tabelle 20:	Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs,AMS}$ für die Testgeräte SN 17010 und SN 17011, Messkomponente PM _{2,5}	82
Tabelle 21:	Übersicht Äquivalenzprüfung BAM-1020 für PM _{2,5}	90
Tabelle 22:	Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten $u_{bs,RM}$ für PM _{2,5}	93
Tabelle 23:	Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 17010 & SN 17011, Messkomponente PM _{2,5} nach Korrektur Achsabschnitt.....	104
Tabelle 24:	Stabilität Eichgewicht	161
Tabelle 25:	Stabilität der Kontrollfilter	163
Tabelle 26:	Wägebedingungen und Wiegezeiten.....	164

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	BAM-1020 – Übersicht Probenahme- und Messteil.....	20
Abbildung 2:	Überblick Gesamtsystem BAM-1020 (hier anstelle von PM _{2,5} SCC BX-807 mit PM _{2,5} VSCC BX-808 dargestellt(Konfiguration für US-EPA Zulassung)).....	21
Abbildung 3:	US-EPA PM ₁₀ -Probenahmekopf BX-802 für BAM-1020	22
Abbildung 4:	Sharp Cut Cyclone SCC BX-807 für BAM-1020.....	23
Abbildung 5:	Probenahmekopf BX-802 + SCC BX-807	23
Abbildung 6:	Probenahmeheizung BX-830.....	24
Abbildung 7:	Messgerät BAM-1020	25
Abbildung 8:	Messgeräte BAM-1020 in Messstation (2 Prüflinge aus Eignungsprüfung + 1 Prüfling zu Versuchszwecken (Heizungskonfiguration)).....	25
Abbildung 9:	Vakuumpumpe BX-127.....	26
Abbildung 10:	Vorderansicht BAM-1020, Frontklappe geöffnet.....	26
Abbildung 11:	Darstellung Display (Hauptfenster der Benutzeranzeige) + Folientastatur des BAM-1020	27
Abbildung 12:	Menü „SETUP“.....	28
Abbildung 13:	Menü „OPERATION“.....	29
Abbildung 14:	Bildschirmdarstellung „NORMAL“	29
Abbildung 15:	Menü „TEST“.....	30
Abbildung 16:	Menü „TAPE/SELF TEST“.....	30
Abbildung 17:	Kommunikation über serielle Schnittstelle #1 - Systemmenü.....	31
Abbildung 18:	Typischer Ausdruck eines Parametersatzes BAM-1020	34
Abbildung 19:	Nullfilter BX-302 im Feldeinsatz	35
Abbildung 20:	Verlauf der PM _{2,5} -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“	42
Abbildung 21:	Verlauf der PM _{2,5} -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Winter“ ..	42
Abbildung 22:	Verlauf der PM _{2,5} -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Sommer“ ..	43
Abbildung 23:	Verlauf der PM _{2,5} -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“ ..	43
Abbildung 24:	Feldteststandort Teddington.....	44
Abbildung 25:	Feldteststandort Köln, Parkplatzgelände	44
Abbildung 26:	Feldteststandort Bornheim, Autobahnparkplatz.....	45
Abbildung 27:	Durchfluss am Testgerät SN 17010.....	58
Abbildung 28:	Durchfluss am Testgerät SN 17011.....	59
Abbildung 29:	Darstellung des Vakuums unter Betriebsbedingungen am Beispiel SN 17011, Standort Köln, Winter	62
Abbildung 30:	Nullpunktdrift SN 17010, Messkomponente PM _{2,5}	74
Abbildung 31:	Nullpunktdrift SN 17011, Messkomponente PM _{2,5}	74
Abbildung 32:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Messkomponente PM _{2,5} , alle Standorte	83
Abbildung 33:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Messkomponente PM _{2,5} , Standort Teddington, Sommer	83
Abbildung 34:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Messkomponente PM _{2,5} , Standort Köln, Winter.....	84
Abbildung 35:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Messkomponente PM _{2,5} , Standort Bornheim, Sommer	84
Abbildung 36:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Messkomponente PM _{2,5} , Standort Teddington, Winter	85



Abbildung 37: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Messkomponente PM _{2,5} , alle Standorte, Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	85
Abbildung 38: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Messkomponente PM _{2,5} , alle Standorte, Werte $< 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	86
Abbildung 39: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Messkomponente PM _{2,5} , alle Standorte	94
Abbildung 40: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Messkomponente PM _{2,5} , alle Standorte	94
Abbildung 41: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Messkomponente PM _{2,5} , Teddington, Sommer	95
Abbildung 42: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Messkomponente PM _{2,5} , Teddington, Sommer	95
Abbildung 43: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Messkomponente PM _{2,5} , Köln, Winter ..	96
Abbildung 44: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Messkomponente PM _{2,5} , Köln, Winter ..	96
Abbildung 45: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Messkomponente PM _{2,5} , Bornheim, Sommer	97
Abbildung 46: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Messkomponente PM _{2,5} , Bornheim, Sommer	97
Abbildung 47: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Messkomponente PM _{2,5} , Teddington, Winter	98
Abbildung 48: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Messkomponente PM _{2,5} , Teddington, Winter	98
Abbildung 49: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Messkomponente PM _{2,5} , Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	99
Abbildung 50: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Messkomponente PM _{2,5} , Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	99
Abbildung 51: Erstbekanntgabe BAnz. vom 28. Juli 2010, S. 2597, Kapitel II Nummer 1.1	114
Abbildung 52: Bekanntgabe Mitteilung BAnz. vom 26. Januar 2011, S. 294, Kapitel IV 18. Mitteilung	115
Abbildung 53: Bekanntgabe Mitteilung BAnz. vom 29. Juli 2011, S. 2725, Kapitel III 11. Mitteilung	115
Abbildung 54: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 20.07.2012 B11, Kapitel IV 5. Mitteilung	115
Abbildung 55: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 23.07.2013 B4, Kapitel V 4. Mitteilung ..	115
Abbildung 56: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 02.04.2015 B5, Kapitel IV 12. Mitteilung	116
Abbildung 57: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 26.03.2018 B8, Kapitel V 9. Mitteilung ..	116
Abbildung 58: Stabilität Eichgewicht	160
Abbildung 59: Stabilität der Kontrollfilter	162
Abbildung 60: Streuung der Emfab Filter für (A) Anfangswägung m Vergleich zum Prüfgewicht und (B) Endwägung im Vergleich zum Prüfgewicht	167

1. Kurzfassung

Im Auftrag der Firma Met One Instruments, Inc. führte die TÜV Rheinland Energy GmbH die Eignungsprüfung der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} gemäß den folgenden Richtlinien durch.

- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmessenrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, Juni 2002
- VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, August 2004
- Europäische Norm EN 14907, „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM_{2,5}-Massenfraktion des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 14907: 2005
- Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung von Juli 2009 bzw. Januar 2010

Auf Basis der aufgeführten Prüfgrundlagen wurden die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} bereits eignungsgeprüft und wie folgt bekanntgegeben:

- BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider für Schwebstaub PM_{2,5} mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 12. Juli 2010 (BAnz. S. 2597, Kapitel II Nummer 1.1) – Erstbekanntgabe
- BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider für Schwebstaub PM_{2,5} mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 10. Januar 2011 (BAnz. S. 294, Kapitel IV 18. Mitteilung) – Mitteilung zu Neubewertung Dichtigkeitsprüfung, Erfüllung der Anforderungen des Leitfadens “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung von Januar 2010
- BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider für Schwebstaub PM_{2,5} mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 15. Juli 2011 (BAnz. S. 2725, Kapitel III 11. Mitteilung) – Mitteilung zu Geräteänderung (alternative Pumpe, Option Touch-Screen-Display) und neue Softwareversion



- BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider für Schwebstaub PM_{2,5} mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 6. Juli 2012 (BANz AT 20.07.2012 B11, Kapitel IV 5. Mitteilung) – Mitteilung zu Geräteänderung (neues Design Rückplatte) und neue Softwareversion
- BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider für Schwebstaub PM_{2,5} mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 3. Juli 2013 (BANz AT 23.07.2013 B4, Kapitel V 4. Mitteilung) – Mitteilung zu neuer Softwareversion
- BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider für Schwebstaub PM_{2,5} mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 25. Februar 2015 (BANz AT 02.04.2015 B5, Kapitel IV 12. Mitteilung) – Mitteilung zu neuem Drucksensor wegen Bauteilabkündigung
- BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider für Schwebstaub PM_{2,5} mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 21. Februar 2018 (BANz AT 26.03.2018 B8, Kapitel V 9. Mitteilung) – Mitteilung zu neuer Softwareversion

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

Das vorliegende Addendum enthält nun eine Beurteilung der Messeinrichtungen vom Typ BAM-1020 mit PM_{2,5} Vorabscheider im Hinblick auf die Einhaltung der Anforderungen gemäß der Richtlinie DIN EN 16450 (Juli 2017). Ausgenommen von der Beurteilung ist bislang die Messeinrichtung in der Version mit Touch Screen Display (Option BX-970), da für diese Geräteversion die notwendigen Anpassungen in der Firmware noch nicht erfolgt sind.

Da die in Kapitel 7 der Richtlinie DIN EN 16450 (Juli 2017) formulierten Leistungskenngrößen und Leistungskriterien zum überwiegenden Teil schon im Rahmen der bereits vorliegenden Eignungsprüfung überprüft bzw. ermittelt wurden, kann der Großteil der Ergebnisse komplett aus dem ursprünglichen Eignungsprüfbericht entnommen werden. Einige Prüfpunkte können anhand von Daten aus dem ursprünglichen Eignungsprüfbericht neu ausgewertet werden. Lediglich für die Prüfpunkte 7.4.4 „Genauigkeit des Volumenstroms“, 7.4.8 „Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung“ und 7.4.9 „Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration“ wurden im Sommer 2018 komplett neue Prüfungen durchgeführt. Zusätzlich wurde der Prüfpunkt 7.4.3 „Nullniveau und Nachweisgrenze“ ebenfalls erneut durchgeführt, um diesen Prüfpunkt explizit mit dem seit dem Jahr 2013 von Met One Instruments, Inc. qualifizierten Filterband des Herstellers Whatman (Typ GF0.009) durchzuführen. Dieses Filterband hat das im Rahmen der Erstprüfung verwendete Filterband des Herstellers Sibata (Typ 460130) mittlerweile komplett ersetzt.

Das Addendum ist nach seiner Veröffentlichung fester Bestandteil des TÜV Rheinland Prüfberichtes der Nummer 936/21209919/A vom 26. März 2010 und wird im Internet unter www.qal1.de einsehbar sein.

Die Messeinrichtung BAM-1020 ermittelt die Staubkonzentrationen mittels eines Radiometer-Messprinzips. Mit Hilfe einer Pumpe wird Umgebungsluft über einen PM_{2,5} Vorabscheider (bestehend aus PM₁₀-Probenahmekopf und PM_{2,5} Sharp Cut Cyclone) angesaugt. Die staubbeladene Probenahmeluft wird anschließend auf ein Filterband gesaugt. Die Bestimmung der abgeschiedenen Staubmasse auf dem Filterband erfolgt nach der jeweiligen Probenahme durch das radiometrische Messprinzip der Beta-Absorption.

Die Untersuchungen erfolgten im Labor und während eines mehrmonatigen Feldtests.

Der mehrmonatige Feldtest erfolgte an den Standorten gemäß Tabelle 1.

Tabelle 1: Beschreibung der Messstellen

	Teddington (UK), Sommer	Köln, Parkplatzgelände, Winter	Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer	Teddington (UK), Winter
Zeitraum	07/2008 – 11/2008	12/2008 – 04/2009	08/2009 – 10/2009	12/2009 – 02/2010
Anzahl der Messwertpaare: Prüflinge	83	77	60	46
Charakterisierung	Städtischer Hinter- grund	Städtischer Hinter- grund	Ländliche Struktur + Autobahn	Städtischer Hinter- grund
Einstufung der Im- missionsbelastung	niedrig bis durchschnittlich	durchschnittlich bis hoch	niedrig bis durchschnittlich	durchschnittlich

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

Tabelle 2: Ergebnisse des Äquivalenztests (Rohdaten)

PM _x	Steigung	Achs- abschnitt	Alle Datensätze W _{CM} <25 % Rohdaten	Kalibrierung ja/nein	Alle Datensätze W _{CM} <25 % kal. Daten
PM _{2,5}	1,000	0,764	12,7	ja	11,7

* Kalibrierung notwendig wegen Signifikanz von Steigung und/oder Achsabschnitt

1.1 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Ergebniszusammenstellung Prüfung gemäß Richtlinie DIN EN 16450 (Juli 2017)

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
1 Messbereiche	0 µg/m ³ bis 1000 µg/m ³ als ein 24-Stunden-Mittelwert 0 µg/m ³ bis 10000 µg/m ³ als ein 1-Stunden-Mittelwert, falls zutreffend	Es ist standardmäßig ein Messbereich von 0 – 1.000 µg/m ³ eingestellt. Andere Messbereiche bis zu 0 – 10.000 µg/m ³ sind möglich.	ja	50
2 Negative Signale	Dürfen nicht unterdrückt werden.	Negative Messsignale werden von der Messeinrichtung direkt angezeigt und über die entsprechenden Messsignalausgänge korrekt ausgegeben.	ja	51
3 Nullniveau und Nachweisgrenze (7.4.3)	Nullniveau: ≤ 2,0 µg/m ³ Nachweisgrenze: ≤ 2,0 µg/m ³	Das Nullniveau ermittelte sich aus den Untersuchungen für beide Geräte zu maximal 0,27 µg/m ³ und die Nachweisgrenze zu maximal 1,75 µg/m ³ .	ja	52
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 bei maximal -1,93 %.	ja	54
5 Konstanz des Probenvolumenstroms (7.4.5)	≤ 2,0 % des gemittelten Proben durchflusses ≤ 5 % des momentanen Proben durchflusses	Alle ermittelten Tagesmittelwerte weichen weniger als ± 2,0 %, alle Momentanwerte weniger als ± 5 % vom Sollwert ab.	ja	56
6 Dichtheit des Probenahme-systems (7.4.6)	≤ 2,0 % des gemittelten Proben-volumenstroms	Die maximal ermittelte Leckrate von 0,23 l/min ist kleiner als 2 % von der nominalen Durchflussrate von 16,67 l/min. Das vom Gerätehersteller vorgegebene Kriterium zum Bestehen der Dichtigkeitsprüfung – Durchfluss maximal 1,0 l/min - erweist sich in der Praxis als geeignete Kenngröße zur Überwachung der Gerätedichtheit. Mögliche Undichtigkeiten im System (z.B. Verschmutzungen im Bereich der Eintrittsdüse am Filterband durch Filterabrieb) können mit der beschriebenen Methode sicher erkannt werden.	ja	60



Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmeseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur (7.4.7.)	$\leq 2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Der geprüfte Umgebungstemperaturbereich am Aufstellungsort der Messeinrichtung beträgt +5 °C bis +40 °C. Bei Betrachtung der vom Gerät ausgegebenen Werte konnte ein maximaler Einfluss der Umgebungstemperatur auf den Nullpunkt von -1,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ festgestellt werden.	ja	63
8 Abhängigkeit der Empfindlichkeit des Messgerätes (Span) von der Umgebungstemperatur (7.4.7)	$\leq 5 \%$ vom Wert bei der Nennprüftemperatur	Der geprüfte Umgebungstemperaturbereich am Aufstellungsort der Messeinrichtung beträgt +5°C bis +40°C. Am Referenzpunkt konnten keine Abweichungen > 0,3 % ermittelt werden.	ja	65
9 Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung (7.4.8)	$\leq 5 \%$ vom Wert bei der Nennprüfspannung	Durch Netzspannungsänderungen konnten keine Abweichungen > -0,4 %, bezogen auf den Startwert von 230 V, festgestellt werden.	ja	67
10 Auswirkung des Ausfalls der Stromversorgung	Geräteparameter müssen gegen Verlust gesichert sein. Bei Rückkehr der Netzspannung muss das Gerät automatisch die Funktion wieder aufnehmen.	Alle Geräteparameter sind gegen Verlust durch Pufferung geschützt. Die Messeinrichtung befindet sich bei Spannungswiederkehr in störungsfreier Betriebsbereitschaft und führt selbstständig mit Erreichen der nächsten vollen Stunde den Messbetrieb fort.	ja	69

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
11 Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration (7.4.9)	$\leq 2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Nullluft	Alle ermittelten Differenzen zwischen den Messwerten bei 40 % und bei 90 % relativer Feuchte sind $\leq 2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Es konnte kein signifikanter Einfluss auf die Nullmesswerte durch verschiedene Wasserdampfkonzentrationen ermittelt werden.	ja	70
12 Nullpunktprüfungen (7.5.3)	Absoluter Wert $\leq 3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Der maximal ermittelte absolute Messwert am Nullpunkt lag für PM2,5 bei $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.	ja	72
13 Aufzeichnung der Betriebsparameter (7.5.4)	Messeinrichtungen müssen in der Lage sein, Daten von Betriebszuständen zur telemetrischen Übermittlung – zumindest – der folgenden Parameter bereitzustellen: Volumenstrom Druckabfall über dem Probenahmefilter (falls zutreffend) Probenahmedauer Probenvolumen (falls zutreffend) Massenkonzentration der betroffenen Staubfraktion(en) Außenlufttemperatur Außenluftdruck Lufttemperatur in der Messeinheit Temperatur des Probeneinlasses, wenn ein beheizter Probeneinlass eingesetzt wird	Die Messeinrichtung ermöglicht eine umfassende telemetrische Kontrolle und Steuerung der Messeinrichtung über verschiedene Wege (z.B. RS232). Betriebszustände und relevante Parameter werden bereitgestellt.	ja	75
14 Tagesmittelwerte (7.5.5)	Die AMS muss die Bildung von Tagesmittelwerten oder tageswerten ermöglichen.	Mit der beschriebenen Gerätekonfiguration und einem Messzyklus von 60 min ist die Bildung von validen Tagesmittelwerten auf Basis der 24 Einzelmessungen möglich.	ja	77



Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
15 Verfügbarkeit (7.5.6)	Mindestens 90 %	Die Verfügbarkeit betrug für SN 17010 94,8 % und für SN 17011 95,9 %.	ja	78
16 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den AMS u_{bs} ,AMS (7.5.8.4)	$\leq 2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Die Unsicherheit zwischen den Prüfungen u_{bs} liegt mit maximal $1,57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM _{2,5} unterhalb des geforderten Wertes von $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.	ja	81
17 Erweiterte Messunsicherheit der Ergebnisse der AMS (7.5.8.5 – 7.5.8.8)	$\leq 25 \%$ bei der Konzentration des betreffenden Grenzwertes bezogen auf die Ergebnisse für den 24-h-Mittelwert für die Rohdaten, sonst Kalibrierung erforderlich.	Die ermittelten Unsicherheiten WCM liegen ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit W_{d,q_0} von 25 % für Feinstaub.	ja	87
17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (7.5.8.5 – 7.5.8.8)	Nach der Kalibrierung: $\leq 25 \%$ bei der Konzentration des betreffenden Grenzwertes bezogen auf die Ergebnisse für den 24-h-Mittelwert.	Die Prüflinge erfüllen während der Prüfung die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen schon ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren. Eine Korrektur des Achsabschnitts führt dennoch zu einer leichten Verbesserung der erweiterten Messunsicherheiten für den Gesamtdatensatz.	ja	100

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 15 von 168

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
18 Wartungsintervall (7.5.7)	Mindestens 14 d	Das Wartungsintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt und beträgt 4 Wochen.	ja	106
19 Automatische Überprüfung (7.5.4)	Muss bei der AMS möglich sein	Alle im Bedienungshandbuch aufgeführten Gerätefunktionen sind vorhanden oder aktivierbar. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und Probleme über eine Reihe von verschiedenen Warnmeldungen angezeigt. Eine automatische Überprüfung des Nullpunktes und der Empfindlichkeit ist möglich und wird aufgezeichnet.	ja	108
20 Prüfungen der Sensoren für Temperatur, Druck und/oder Luftfeuchte	Müssen bei der Prüfung der AMS innerhalb der folgenden Kriterien liegen ± 2 °C ± 1 kPa ± 5 % RH	Die Sensoren zur Erfassung der Außentemperatur, des Luftdrucks und der relativen Luftfeuchte (Bereich Filterband) sind vor Ort überprüfbar und justierbar.	ja	110

2. Aufgabenstellung

2.1 Art der Prüfung

Im Auftrag der Met One Instruments, Inc. wurde von der TÜV Rheinland Energy GmbH eine Eignungsprüfung für die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider vorgenommen.

Die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} ist bereits eignungsgeprüft und im Bundesanzeiger bekanntgegeben.

Das vorliegende Addendum enthält nun eine Beurteilung der Messeinrichtungen BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider im Hinblick auf die Einhaltung der Anforderungen an automatische Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration gemäß der neuen Richtlinie DIN EN 16450 (Juli 2017). Ausgenommen von der Beurteilung ist bislang die Messeinrichtung in der Version mit Touch Screen Display (Option BX-970), da für diese Geräteversion die notwendigen Anpassungen in der Firmware noch nicht erfolgt sind.

2.2 Zielsetzung

Die Messeinrichtungen sollen den Gehalt an PM_{2,5} Feinstaub in der Umgebungsluft im Konzentrationsbereich 0 bis 1.000 µg/m³ bestimmen.

Die bereits bestehende Eignungsprüfung war anhand der zum Zeitpunkt der Prüfung aktuellen Richtlinien unter Berücksichtigung der neuesten Entwicklungen durchgeführt wurden.

Die Prüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Richtlinien:

- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, Juni 2002 [1]
- VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, August 2004 [2]
- Europäische Norm EN 14907, „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM_{2,5}-Massenfraktion des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 14907: 2005 [3]
- Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“, Englische Fassung von Juli 2009 bzw. Januar 2010 [4]

Seit Juli 2017 liegt nun die Europäische Richtlinie

- DIN EN 16450 „Außenluft - Automatische Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration (PM₁₀; PM_{2,5})“, Deutsche Fassung EN 16450:2017 [8]

vor. Diese enthält erstmalig auf europäischer Ebene einheitliche Anforderungen an die Eignungsprüfung von automatischen Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration (PM₁₀; PM_{2,5}) und dient zukünftig als Basis für die Zulassung von automatischen Schwebstaubmesseinrichtungen.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 17 von 168

Das vorliegende Addendum enthält nun eine Beurteilung der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5} Vorabscheider im Hinblick auf die Einhaltung der Anforderungen gemäß der Richtlinie DIN EN 16450 (Juli 2017). Ausgenommen von der Beurteilung ist bislang die Messeinrichtung in der Version mit Touch Screen Display (Option BX-970), da für diese Geräteversion die notwendigen Anpassungen in der Firmware noch nicht erfolgt sind.

Da die in Kapitel 7 der Richtlinie DIN EN 16450 (Juli 2017) formulierten Leistungskenngrößen und Leistungskriterien zum überwiegenden Teil schon im Rahmen der bereits vorliegenden Eignungsprüfung überprüft bzw. ermittelt wurden, kann der Großteil der Ergebnisse komplett aus dem ursprünglichen Eignungsprüfbericht entnommen werden. Einige Prüfpunkte können anhand von Daten aus dem ursprünglichen Eignungsprüfbericht neu ausgewertet werden. Lediglich für die Prüfpunkte 7.4.4 „Genauigkeit des Volumenstroms“, 7.4.8 „Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung“ und 7.4.9 „Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration“ wurden im Sommer 2018 komplett neue Prüfungen durchgeführt. Zusätzlich wurde der Prüfpunkt 7.4.3 „Nullniveau und Nachweisgrenze“ ebenfalls erneut durchgeführt, um diesen Prüfpunkt explizit mit dem seit dem Jahr 2013 von Met One Instruments, Inc. qualifizierten Filterband des Herstellers Whatman (Typ GF0.009) durchzuführen. Dieses Filterband hat das im Rahmen der Erstprüfung verwendete Filterband des Herstellers Sibata (Typ 460130) mittlerweile komplett ersetzt.

Das Addendum ist nach seiner Veröffentlichung fester Bestandteil des TÜV Rheinland Prüfberichtes der Nummer 936/21209919/A vom 26. März 2010 und wird im Internet unter www.qal1.de einsehbar sein.



3. Beschreibung der geprüften Messeinrichtung

3.1 Messprinzip

Die Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 basiert auf dem Messprinzip der Beta-Abschwächung.

Das Prinzip der radiometrischen Massenbestimmung basiert auf dem physikalischen Gesetz der Abschwächung von Beta-Strahlen beim Durchgang durch eine dünne Schicht an Material. Es gilt folgende Beziehung:

$$c\left(\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3}\right) = \frac{10^6 A(\text{cm}^2)}{Q\left(\frac{\text{l}}{\text{min}}\right)\Delta t(\text{min})\mu\left(\frac{\text{cm}^2}{\text{g}}\right)} \ln\left(\frac{I_0}{I}\right)$$

Hierin sind:

C	Partikel-Massenkonzentration	A	Sammelfläche für Partikel (Filterfleck)
Q	Probenahmedurchflussrate	Δt	Probenahmezeit
μ	Massenabsorptionskoeffizient	I_0	Betazählrate am Anfang (Tara)
I	Betazählrate am Ende		

Die radiometrische Massenbestimmung wird im Werk kalibriert und im laufenden Betrieb im Rahmen der geräteinternen Qualitätssicherung stündlich an Nullpunkt (unbelegter Filterfleck) und Referenzpunkt (eingebaute Interne Referenzfolie) überprüft. Aus den erzeugten Daten lassen sich auf einfachem Wege Messwerte an Null- und Referenzpunkt herleiten. Diese können mit den Stabilitätsanforderungen (Drift) bzw. mit dem Sollwert für die Referenz (Werkseinstellung) verglichen werden.

3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung

Die Partikelprobe passiert mit einer Durchflussrate von 1 m³/h den PM_{2,5} Vorabscheider, bestehend aus PM₁₀-Probenahmekopf und PM_{2,5} Sharp Cut Cyclone SCC, und gelangt über das Probenahmerohr zum eigentlichen Messgerät BAM-1020.

Im Rahmen der Eignungsprüfung wurde die Messeinrichtung mit der Probenahmeheizung BX-830 (Smart Inlet Heater) betrieben.

Die Steuerung der Heizung erfolgt über die folgende Regelgröße:

1. Die relative Feuchte RH am Filterband (Werkseinstellung: 45 %)

Sobald die relative Feuchte RH 1 % unter dem Sollwert liegt, wird die Heizung ausgeschaltet.

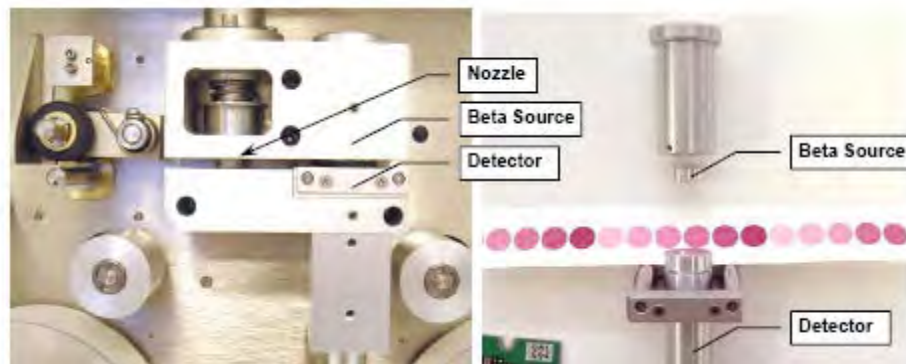
Die Partikel erreichen das Messgerät und werden auf dem Glasfilterband der radiometrischen Messung abgeschieden.

Ein Messzyklus (inkl. automatischer Überprüfung der radiometrischen Messung) läuft dabei folgendermaßen ab (Einstellung für PM_{2,5}: Messzeit für Radiometrie 8 min):

1. Die Anfangs- oder Leermessung auf dem sauberen Filterband I_0 findet am Anfang des Zyklus statt. Sie dauert 8 min.
2. Das Filterband wird über eine Strecke von 4 Bestäubungsflecken vorwärts transportiert und unter die Probenahmestelle geschoben. Die Probenahme erfolgt auf dem Filterfleck, auf dem I_0 vorher bestimmt wurde. Durch diesen Filterfleck wird nun für eine Probenahmedauer von 42 min die Partikel beladene Luft gesaugt.
3. Gleichzeitig wird 4 Bestäubungsflächen zurück auf dem Filterband eine radiometrischen Messung I_1 für die Dauer von 8 Minuten vorgenommen. Die Messung erfolgt zur Verifizierung etwaiger Drifteffekte durch sich ändernde äußere Einflüsse wie Temperatur und relative Feuchte. Eine dritte radiometrische Messung I_2 erfolgt an gleicher Stelle mit eingeschobener Interner Referenzfolie. Acht Minuten vor Ende der Sammelzeit erfolgt an derselben Stelle des Filterbandes noch mal eine Messung auf dem Filterband I_{1x} , mit deren Hilfe aus I_1 und I_{1x} die Stabilität am Nullpunkt überwacht werden kann.

4. Das Filterband wird nach beendeter Probenahme um 4 Bestäubungsflächen zurück gefahren und der belegte Filterfleck wird radiometrisch vermessen (I_3). Die Berechnung der Konzentration bildet den Abschluss des Messzyklus.
5. Der nächste Zyklus beginnt mit Schritt 1

Abbildung 1 zeigt eine Übersicht über den Probenahme- und Messteil des BAM-1020.



Legende: Nozzle = Bestäubungskammer Beta Source = Beta-Quelle
Detector = Detektor

Abbildung 1: BAM-1020 – Übersicht Probenahme- und Messteil

Im Rahmen der Eignungsprüfung war eine Zykluszeit von 60 min eingestellt mit einem Zeitbedarf für die radiometrische Messung von 8 min.

Die Zykluszeit setzt sich daher zusammen aus 2 x 8 min für die radiometrische Messung (I_0 & I_3) sowie ca. 1-2 min für Filterbandbewegungen. Damit liegt die effektive Probenahmezeit bei 42 min.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 21 von 168

3.3 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung

Das Schwebstaubimmissionsmessgerät BAM-1020 basiert auf dem Messprinzip der Beta-Abschwächung.

Die geprüfte Messeinrichtung besteht aus dem PM₁₀-Probenahmekopf BX-802, dem PM_{2,5} Sharp Cut Cyclone SCC BX-807, dem Probenahmerohr, der Probenahmeheizung BX-830, dem kombinierten Druck- und Temperatursensor BX-596 (inkl. Strahlungsschutzschild, alternativ aus dem Umgebungstemperatursensor BX-592), der Vakuumpumpe BX-127 (alternativ BX-125), dem Messgerät BAM-1020 (inkl. Glasfaserfilterband), den jeweils zugehörigen Anschlussleitungen und -kabeln sowie Adaptern, der Dachdurchführung inkl. Flansch sowie dem Handbuch in deutscher Sprache.

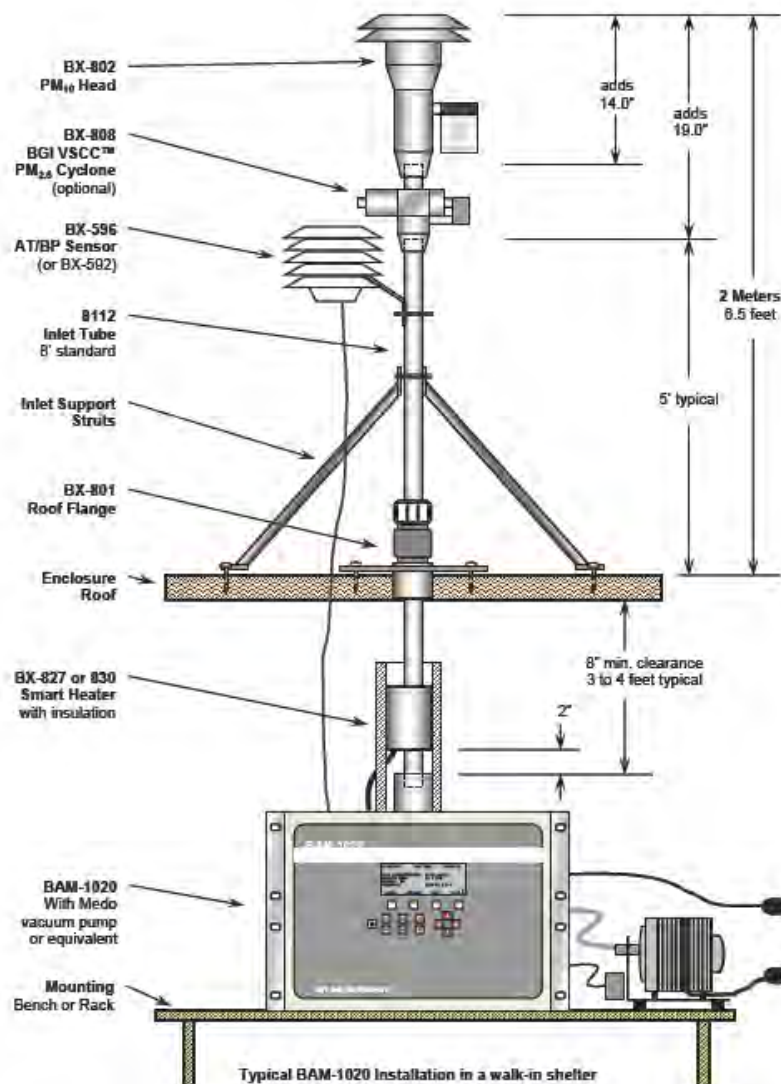


Abbildung 2: Überblick Gesamtsystem BAM-1020
(hier anstelle von PM_{2,5} SCC BX-807 mit PM_{2,5} VSCC BX-808 dargestellt (Konfiguration für US-EPA Zulassung))

Das Messgerät BAM-1020 bietet insgesamt die Möglichkeit, bis zu 6 verschiedene Sensoren an die vorhandenen Analogeingänge anzuschließen. Beispielsweise ist neben dem kombinierten Druck- und Temperatursensor BX-596 (inkl. Strahlungsschutzschild) bzw. dem Umgebungstemperatursensor BX-592 auch ein Anschluss des zusätzlichen Luftdrucksensor BX-594 sowie ein Anschluss von Sensoren für die Windrichtung (BX-590), für die Windgeschwindigkeit (BX-591), für die Luftfeuchte (BX-593) sowie für die Sonneneinstrahlung (BX-595) denkbar.

Als Probenahmekopf steht ein US-EPA-PM₁₀ Probeneinlass (Typ: BX-802, in Eignungsprüfung eingesetzt) zur Verfügung. Der Probenahmekopf fungiert als Vorabscheider für den aus der Außenluft angesaugten Schwebstaub in der Fraktion PM₁₀. Unmittelbar hinter dem PM₁₀ Probeneinlass wird zur Abscheidung der Partikel im Bereich 2,5 µm bis 10 µm der Sharp Cut Cyclone SCC (BX-807) eingesetzt. Dabei werden die Geräte mit einem konstanten, geregelten Volumenstrom von 16,67 l/min = 1,0 m³/h betrieben.

Alternativ ist auch ein Einsatz von TSP-Probeneinlässen oder PM₁₀ Probeneinlass ohne SCC möglich.



Abbildung 3: US-EPA PM₁₀-Probenahmekopf BX-802 für BAM-1020

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 23 von 168



Abbildung 4: Sharp Cut Cyclone SCC BX-807 für BAM-1020



Abbildung 5: Probenahmekopf BX-802 + SCC BX-807

Das Probenahmerohr bildet die Verbindung zwischen dem Probenahmekopf und dem eigentlichen Messgerät. Die Länge des Probenahmerohres betrug in der Prüfung 1,65 m, abweichende Längen können je nach örtlicher Gegebenheit angefertigt werden.

Die Probenahmeheizung BX-830 wird am unteren Ende des Probenahmerohres (ca. 50 mm über dem Geräteeingang des BAM-1020) montiert. Die Regelung des Heizsystems erfolgt wie unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung beschrieben.



Abbildung 6: Probenahmeheizung BX-830

Die Vakuumpumpe BX-127 (alternativ BX-125) ist am Ende des Probenweges über einen Schlauch mit dem eigentlichen Messgerät verbunden. Die Steuerung und Regelung der Pumpe erfolgt dabei vom Messgerät auf Betriebsvolumen in Bezug auf die Umgebungsbedingungen (Betriebsart ACTUAL).

Das eigentliche Messgerät BAM-1020 enthält, neben dem radiometrischen Messteil, das Glasfilterband inkl. Transportsystem, große Teile des pneumatischen Systems (Durchflussmessung über Massenflusssensor), die Regelung der Probenahmeheizung sowie alle notwendigen elektronischen Einrichtungen und Mikroprozessoren zur Steuerung und Kontrolle des Messeinrichtung sowie zur Kommunikation mit dem System.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 25 von 168



Abbildung 7: Messgerät BAM-1020



Abbildung 8: Messgeräte BAM-1020 in Messstation
(2 Prüflinge aus Eignungsprüfung + 1 Prüfling zu Versuchszwecken (Heizungskonfiguration))



Abbildung 9: Vakuumpumpe BX-127



Abbildung 10: Vorderansicht BAM-1020, Frontklappe geöffnet

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 27 von 168

Die Bedienung des Messgerätes erfolgt über eine Folientastatur in Kombination mit einem Display an der Frontseite des Gerätes.

Der Benutzer kann gespeicherte Daten abrufen, Parameter ändern sowie verschiedene Tests zur Kontrolle der Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung durchführen. Auf der obersten Ebene liegt das Hauptfenster der Benutzeranzeige – hier sind die aktuelle Zeit, das aktuelle Datum, der letzte 1h-Konzentrationswert, der aktuelle Durchfluss, die Softwareversion sowie der Status des Gerätes angezeigt.

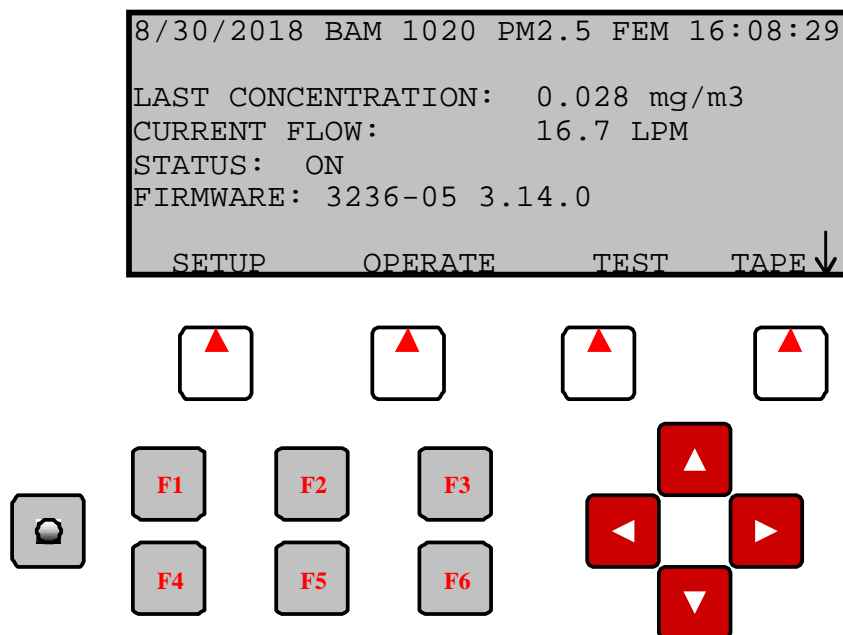
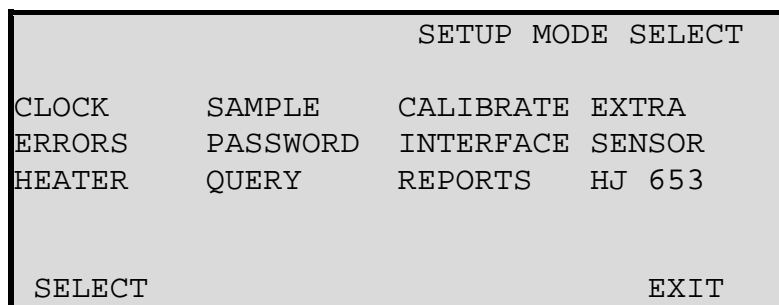


Abbildung 11: Darstellung Display (Hauptfenster der Benutzeranzeige) + Folientastatur des BAM-1020

Über die Funktionstasten F1 bis F6 lassen sich auf der obersten Ebene verschiedene Funktionen leicht aufrufen. Hier kann z.B. auf aktuelle Informationen über die letzten Konzentrationswerte sowie Messwerte von anderen Sensoren (Umgebungstemperatur...), Fehlermeldungen sowie über gespeicherte Daten zu den Messungen der letzten 10 Tage auf dem Display zugegriffen werden.

Von der obersten Ebene kann darüber hinaus auf die folgenden Untermenüs per Softkey zugegriffen werden:

1. Menü „SETUP“ (Softkey „SETUP“ drücken): Im Menü „SETUP“ erfolgt die Konfiguration und Parametrierung der Messeinrichtung. Der Benutzer kann hier Einstellungen für Parameter wie z.B. Datum/Uhrzeit, Probenahmedauer, Messbereich, Durchflussrate, Ausgabe Messwert in Betriebs- oder Normbedingungen, Passwortänderung, Schnittstellen, externe Sensoren sowie für die Probenahmeheizung vornehmen.



The SETUP Menu

Abbildung 12: Menü „SETUP“

2. Menü „OPERATION“ (Softkey „OPERATION“ drücken): Im Menü „OPERATION“ können Informationen während des laufenden Betriebs der Messeinrichtung aufgerufen werden. Solange der Betriebsmodus auf „ON“ geschaltet ist, wird die Messeinrichtung kontinuierlich gemäß den Vorgaben in Betrieb sein. Ein Abbruch der laufenden Messung erfolgt entweder durch Umschalten des Betriebsmodus auf „OFF“, durch Aufrufen der Menüs „SETUP“, „TEST“ oder „TAPE“ im laufenden Betrieb oder im Falle einer schwerwiegenden Störung (z.B. Filterbandriss).

```
11/15/2006   OPERATE MODE   14:13:07

      ↑ = ON
      ↓ = OFF
Operation Mode: ON
      Status: ON

NORMAL      INST      AVERAGE      EXIT
```

The OPERATE Menu

Abbildung 13: Menü „OPERATION“

In den Untermenüs NORMAL, INST und AVERAGE lassen sich die aktuellen Messwerte des Systems in verschiedener Art und Weise darstellen. Die gebräuchlichste Art der Darstellung ist der „NORMAL“ Bildschirm. Hier kann sich der Benutzer die wichtigsten für den Betrieb relevanten Parameter anzeigen lassen.

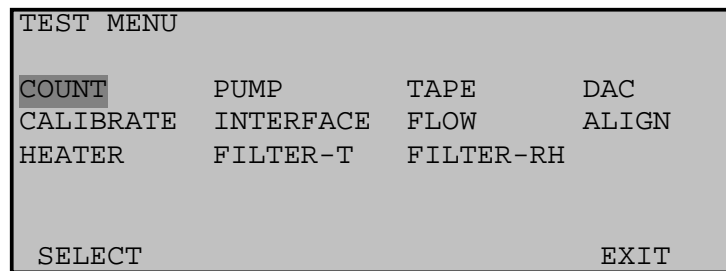
```
11/15/2006   Normal Mode   11:27:54

                                Flow(STD): 16.7 LPM
                                Flow(ACTUAL): 16.7 LPM
LAST C: 0.061 mg/m3             Press: 764 mmHg
LAST m: 0.806 mg/cm2           RH: 37 %
                                Heater: OFF
                                Delta-T: 4.2 C
STATUS: SAMPLING               EXIT
```

The NORMAL Menu

Abbildung 14: Bildschirmdarstellung „NORMAL“

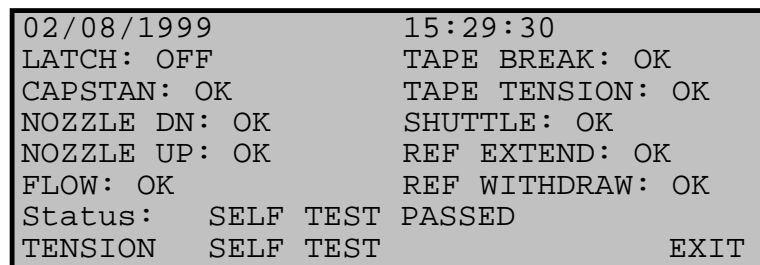
3. Menü „TEST“ (Softkey „TEST“ drücken): Im Menü „TEST“ kann der Bediener verschiedene Hardware- und Komponententests durchführen, u.a. kann die radiometrische Messung (Interne Referenzfolientest) oder die Durchflussrate überprüft oder eine Kalibrierung der Temperatur-, Drucksensoren sowie der Durchflussrate vorgenommen werden.



The TEST Menu

Abbildung 15: Menü „TEST“

4. Menü „TAPE“ (Softkey „TAPE“ drücken): Im Menü „TAPE“ kann zu jedem Zeitpunkt (=Abbruch der laufenden Messung) ein umfangreicher Selbsttest der Messeinrichtung gestartet werden. In diesem Selbsttest, der in etwa 4 Minuten in Anspruch nimmt, werden verschiedene mechanische Bauteile (z.B. des Filtertransportsystems) auf Funktionstüchtigkeit, die Durchflussrate sowie der Zustand des Filterbandes (Spannung, Filterbandriss) geprüft. Im Falle von unregelmäßigen oder unzulässigen Abweichungen erscheint die Fehlermeldung „FAIL“ und eine gezielte Suche nach dem Problem kann erfolgen. Verläuft der Selbsttest ohne Probleme, erscheint der Status „SELFTEST PASSED“ und der Messbetrieb kann aufgenommen werden. Die Durchführung dieses Tests empfiehlt sich grundsätzlich nach jedem Neubeginn einer Messung nach Abbruch, in jedem Fall aber nach einem Filterbandwechsel.



Self-Test Status Screen

Abbildung 16: Menü „TAPE/SELF TEST“

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 31 von 168

Neben der direkten Kommunikation via Bedientasten/Display bestehen umfangreiche Möglichkeiten, über verschiedene Analogausgänge, Relais (Status und Alarmmeldungen) sowie über die RS232-Schnittstellen zu kommunizieren. Die RS232-Schnittstellen erlauben den Anschluss von Drucker, PC und Modem. Die Kommunikation mit dem Gerät kann z.B. über die Software Hyperterminal erfolgen.

Die serielle Schnittstelle #1 dient zum Datentransfer und zur Übermittlung des Gerätestatus. Diese Schnittstelle wird häufig mit Hilfe eines Modems zur Fernsteuerung benutzt.

Es steht folgendes Systemmenü zur Verfügung:

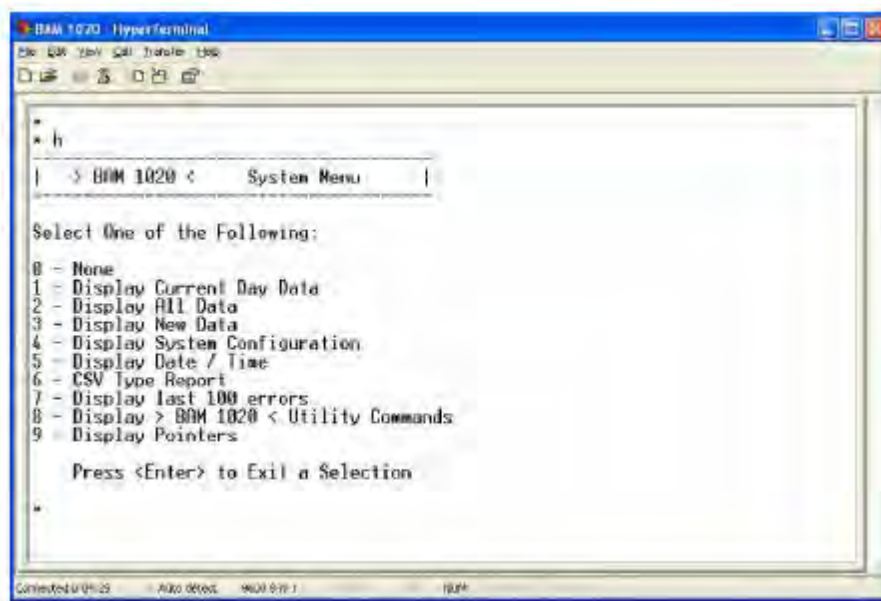


Abbildung 17: Kommunikation über serielle Schnittstelle #1 - Systemmenü



Die Messdaten wurden im Rahmen der Eignungsprüfung in der Regel einmal pro Woche ausgelesen und aufgezeichnet und eignen sich für eine spätere Datenverdichtung zu Tagesmittelwerten in einer externen Tabellenkalkulation. Nachfolgend erfolgt eine beispielhafte Darstellung der auf diesem Wege aufgezeichneten Daten.

Station	10																					
Time	Conc(ug/m3)	Qtot(m3)	BP(mmHg)	WS(MPS)	WS(MPS)	RH(%)	Delta(C)	AT(C)	Stab(ug)	Ref(ug)	E	U	M	I	L	R	N	F	P	D	C	T
2/9/2009 8:00	16	0.701	749.4	5.9	0.7	16	22.3	1.9	-0.8	827.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 9:00	18	0.701	749.7	5.9	0.7	17	21.8	2.5	-1.9	830.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 10:00	9	0.701	749.5	5.9	0.7	18	20.7	3	-3.5	830.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 11:00	9	0.701	749.8	5.9	0.7	18	19.4	3.5	-2.9	828	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 12:00	8	0.701	749.9	5.9	0.7	19	17.7	4.5	-0.7	828.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 13:00	7	0.701	749.6	5.9	0.7	20	16.3	5.9	-1.2	828.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 14:00	11	0.7	749.5	5.9	0.7	20	16.1	6.3	-3	828.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 15:00	12	0.7	749.2	5.9	0.7	20	16.5	5.9	0	826.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 16:00	11	0.7	748.8	5.9	0.7	20	16.5	5.9	-3.8	824.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 17:00	13	0.701	748.1	5.8	0.7	20	17.1	4.9	1.9	829.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 18:00	15	0.701	747.3	5.8	0.7	21	17.3	4.2	-0.2	828	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 19:00	20	0.701	746.8	5.8	0.7	22	17	3.9	0.7	831.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 20:00	18	0.7	745.9	5.8	0.7	24	17.1	3.1	-3.2	827.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 21:00	17	0.701	744.2	5.7	0.7	25	17	2.5	-0.4	828.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Conc(µg/m³): Staubkonzentrationsmesswert in µg/m³, Umgebungsbedingungen
- Qtot(m³): Durchgesetztes Volumen in m³ (hier bei 42 min Probenahmezeit)
- BP(mm-Hg): Luftdruck in mm-Hg
- WS (MPS): Windgeschwindigkeit, in diesem Fall nicht belegt
- RH(%): relative Feuchte unter dem Filterband in % - zur Heizungsregelung
- Delta(C): Differenz Außentemperatur – Temperatur am Filterband – zur Heizungsregelung, in diesem Fall deaktiviert, ab Firmware 3236-05 3.14.0 nicht mehr verfügbar
- AT(C): Umgebungstemperatur in °C
- Stab(µg): Ergebnis der internen Nullmessung in µg aus I₁ und I_{1x} (siehe Kapitel 3.2 dieses Berichtes)
- Ref(µg): Ergebnis der internen Interne Referenzfolienmessung in µg/cm² aus I₂ (siehe Kapitel 3.2 dieses Berichtes)
- E, U, M, I, L, R,
- N, F, P, D, C, T: Statusmeldungen (Relais), siehe Handbuch Kapitel 6.5

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 33 von 168

Über das Systemmenü (Punkt 4 – Display System Configuration) lässt sich außerdem zu Informations- und Diagnosezwecken die aktuelle Parametrierung des BAM-1020 darstellen und ausdrucken (siehe Abbildung 18):

BAM 1020 Settings Report
07/02/2018 12:38:52

Station ID, 1
Serial Number, X14465

Firmware, 3236-05 V3.14.1

K, 00.979
BKGD, -0.0056
usw, 00.299
ABS, 00.815
Range, 1.000
Offset, -0.015
Clamp, -0.015
Conc Units, mg/m3
Conc Type, ACTUAL
Count Time, 8
Conc Error, FULL SCALE VALUE
Inlet Type, PM2.5

Cv, 00.970
Qo, 00.000
Flow Type, ACTUAL
Flow Setpt, 0016.7
Std Temp, 25

Heat Mode, AUTO
FRH Ctrl, YES
FRH SetPt, 45
Low Power, 6
FRH Log, YES
FT Log, YES

BAM Sample, 42
MET Sample, 60
Cycle Mode, STANDARD
Fault Polarity, NORM
Reset Polarity, NORM
Maintenance, OFF

HJ 653, NO

EUMILRNFPDCT
111111111111

AP, 000150
Baud Rate, 9600
Printer Report, 2
e3, 00.000
e4, 15.000

Channel,	1,	2,	3,	4,	5,	6,
Sensor ID,	4,	2,	2,	255,	255,	35,
Channel ID,	254,	254,	254,	255,	255,	254,
Name,	WS,	WS,	WS,	FRH,	FT,	AT,
Units,	KPH,	MPS,	MPS,	%,	C,	C,
Prec,	1,	1,	1,	0,	1,	1,
FS Volts,	1.000,	1.000,	1.000,	0.500,	2.500,	2.500,
Mult,	160.9,	44.7,	44.7,	32,	-147.1,	95.0,

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Offset, 0.0, 0.0, 0.0, -26, 95.8, -40.0,
Vect/Scalar, S, S, S, S, S, S,
Inv Slope, N, N, N, N, N, N,

Calibration, Offset, Slope,
Flow, 0.384, 0.980,
AT, 0.391,
BP, -1.000,
FRH, 0.000,
FT, 0.000,

QUERY, 1, CONC_A,
Daily Range, 01:00 - 24:00
Dynamic Range, STANDARD
Span Check, 24 HR
Log BP, NONE
Log Membrane, NONE
X3043

Abbildung 18: Typischer Ausdruck eines Parametersatzes BAM-1020

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 35 von 168

Die serielle Schnittstelle #2 dient lediglich als Druckausgang und kann an einen Drucker oder PC angeschlossen werden. Hier können z.B. aktuelle Informationen zum Messbetrieb kontinuierlich aufgezeichnet werden.

Zur externen Nullpunktsüberprüfung der Messeinrichtung und zur Bestimmung des Backgroundwertes BKGD (Korrekturoffset für die Konzentrationswerte) gemäß Handbuch Kapitel 7.7, wird ein Nullfilter (BX-302 Zero Filter Calibration Kit) am Geräteinlass montiert. Der Einsatz dieses Filters ermöglicht die Bereitstellung von schwebstaubfreier Luft.



Abbildung 19: Nullfilter BX-302 im Feldeinsatz

Mittels des vorhandenen Absperrventils lässt sich zudem mit dem Nullfilter BX-302 auch eine Überprüfung der Dichtigkeit des Messsystems gemäß Handbuch 5.4ff durchführen

Für die Überprüfung der Durchflussrate am Inlet gemäß Kapitel 5.7 des Handbuchs steht ein Adapter BX-305 (Flow Inlet Adapter Kit) zur Verfügung. Da dieses bis auf den eigentlichen HEPA-Filter baulich dem Nullfilter Kit BX-302 entspricht, kann auch hier mittels des vorhandenen Absperrventils eine Überprüfung der Dichtigkeit des Messsystems gemäß Handbuch Kapitel 5.4ff durchgeführt werden.



Tabelle 3 enthält eine Auflistung wichtiger gerätetechnischer Kenndaten des Schwebstaubimmissionsmessgerätes BAM-1020.

Tabelle 3: Gerätetechnische Daten BAM-1020 (Herstellerangaben)

Abmessungen / Gewicht		BAM-1020
Messgerät	310 x 430 x 400 mm / 24,5 kg (ohne Pumpe)	
Probenahmerohr	1,65 m (andere Längen lieferbar)	
Probenahmekopf	BX-802 (US-EPA)	
Energieversorgung	100/115/230 V, 50/60 Hz	
Leistungsaufnahme	75 W, Zentraleinheit	
Umgebungsbedingungen		
Temperatur	-30 - +60 °C (Herstellerangabe) +5 - +40 °C in Eignungsprüfung	
Feuchte	nicht kondensierend	
Probenflussrate	16,67 l/min = 1 m³/h	
Radiometrie	Strahler	¹⁴ C, <2,2 MBq (< 60 µCi)
	Detektor	Szintillationszähler
	Überprüfung	Stündliche, interne Null- und Referenzpunktüberprüfung (Interne Referenzfolie), Abweichungen vom Soll werden aufgezeichnet
Parameter Filterwechsel		
	Messzyklus (Zykluszeit)	1 min – 200 min Default: 60 min
	Messzeit Radiometrie	einstellbar 4,6 oder 8 min für PM _{2,5} : 8 min
	Probenahmezeit	je nach Messzeit Radiometrie 50, 46 oder 42 min: für PM _{2,5} : 42 min
Parameter Heizung Probenahme BX-830		
	Sollwert für relative Luftfeuchte am Filterband	Default: 45 % (aktiv in Eignungsprüfung)

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 37 von 168

Speicherkapazität Daten (intern)	ca. 180 Tage bei 1h-Messwerten
Analogausgang	0 – 1 (10) V oder 0 – 16 mA / 4 – 20 mA – parametrierbar auf 0-0.100, 0.200, 0.250, 0.500, 1.000, 2.000, 5.000 oder 10.000 mg/m ³
Digitalausgang	2 x RS 232 – Schnittstelle zur Datenübertragung und Fernsteuerung, mit BX-965 Report Prozessor Option (nicht Bestandteil der Prüfung) zusätzliche RS 232 und USB - Schnittstellen
Statussignale / Fehlermeldungen	vorhanden, Übersicht siehe Kapitel 7.2 & 9.9 im Bedienungshandbuch



4. Prüfprogramm

4.1 Allgemeines

Die ursprüngliche Eignungsprüfung [9] erfolgte an zwei identischen Geräten vom Typ BAM-1020 mit den Seriennummern SN 17010 und SN 17011 gemäß den Mindestanforderungen aus [1; 2; 3; 4].

Die Prüfung wurde mit der Softwareversion 3236-07 5.01 bzw. 3236-07 5.0.10 durchgeführt.

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

Die neuen Untersuchungen für die Prüfpunkte 6.1 4 Genauigkeit des Volumenstroms (7.4.4) 6.1 9 Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung (7.4.8) und 6.1 11 Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration (7.4.9) sowie 6.1 3 Nullniveau und Nachweisgrenze (7.4.3) erfolgten mit zwei identischen Geräten der Version BAM-1020 mit den Seriennummern SN X14465 und SN X14499.

Die zuletzt bekanntgegebene Softwareversion für die Messeinrichtung lautet 3236-07 5.5.0. Während der Zusatzuntersuchungen war auf den Prüflingen die neue Softwareversion 3236-05 3.14.1 installiert. Diese neue Softwareversion beinhaltet Erweiterungen im Hinblick auf chinesische Mindestanforderungen, Funktionserweiterungen sowie Erweiterungen nzw. Anpassungen der bereitgestellten Betriebsparameter an die Anforderungen der DIN EN 16450 [8].

Im Laufe der Zusatzuntersuchungen im Sommer 2018 erfolgte eine weitere Modifizierung der Software zur aktuellen Version 3236-05 3.14.2. Es wurden Anpassungen im Bereich der Skalierung der Sensoraufzeichnung für den Außendruck sowie im Datenformat für die „Report Processor Option BX-965“ vorgenommen.

Die Änderungen wurden gemäß dem Prozedere der Richtlinie DIN EN 15267-2 korrekt dokumentiert und bewertet. Es kann kein Einfluss auf die Performance der zertifizierten Messeinrichtung festgestellt werden. Der Sachverhalt wird der zuständigen Stelle gesondert per Mitteilung übermittelt.

Alle ermittelten Konzentrationen werden in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Betriebsbedingungen) angegeben.

Das vorliegende Addendum enthält nun eine Beurteilung der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5} Vorabscheider im Hinblick auf die Anforderungen gemäß der Richtlinie DIN EN 16450 [8].

Im folgenden Bericht wird in der Überschrift zu jedem Prüfpunkt die Mindestanforderung gemäß [8] mit Nummer und Wortlaut angeführt.

4.2 Laborprüfung

Die Laborprüfung erfolgte größtenteils in der bereits vorliegenden Eignungsprüfung [9]. Die Prüfergebnisse konnten für den vorliegenden Bericht entweder direkt oder nach Neuauswertung übernommen werden.

Für folgende Prüfpunkte musste in 2018 zusätzlich eine neue Prüfung durchgeführt werden:

- Nullniveau und Nachweisgrenze
- Genauigkeit des Volumenstroms
- Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung
- Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration

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

- Klimakammer (Temperaturbereich von -20 °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-Kit BX-302 zur externen Nullpunktsüberprüfung
- Interne Referenzfolien

Die Aufzeichnung der Messwerte erfolgte geräteintern. Die gespeicherten Messwerte wurden via RS232-Schnittstelle mittels Hyperterminal ausgelesen.

Die Ergebnisse der Laborprüfungen sind unter Punkt 6 zusammengestellt.

4.3 Feldtest

Der Feldtest erfolgte im Rahmen der bereits vorliegenden Eignungsprüfung [9] und wurde mit 2 baugleichen Messeinrichtungen durchgeführt. Dies waren:

Gerät 1: SN 17010

Gerät 2: SN 17011

Die Prüfergebnisse konnten für den vorliegenden Bericht entweder direkt oder nach Neuauswertung übernommen werden. Es musste keine neuen Prüfungen durchgeführt werden.

Für den Feldtest wurden folgende Geräte eingesetzt:

- Messcontainer des TÜV Rheinland, klimatisiert auf ca. 20 °C
- Wetterstation (WS 500 der Fa. ELV Elektronik AG) zur Erfassung meteorologischer Kenngrößen wie Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung sowie der Regenmenge
- 2 Referenzmessgeräte LVS3 für PM_{2,5} gemäß Punkt 5
- 1 Gasuhr, trockene Bauart
- 1 Massendurchflussmesser Model 4043 (Hersteller: TSI)
- Messgerät zur Erfassung der Leistungsaufnahme Metratester 5 (Hersteller: Fa. Gosson Metrawatt)
- Nullfilter-Kit BX-302 zur externen Nullpunktsüberprüfung
- Interne Referenzfolien

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 41 von 168

Im Feldtest liefen jeweils für 24 h zeitgleich zwei BAM-1020 -Systeme und zwei Referenzgeräte für PM_{2,5}. Das Referenzgerät arbeitet diskontinuierlich, d. h. nach erfolgter Probenahme muss der Filter manuell gewechselt werden.

Die Impaktionsplatten der PM_{2,5} Probenahmeköpfe der Referenzgeräte wurden in der Prüfung ca. alle 2 Wochen gereinigt und mit Silikonfett eingefettet, um eine sichere Trennung und Abscheidung der Partikel zu gewährleisten. Die PM₁₀ Probenahmeköpfe BX-802 und die PM_{2,5} Zyklone BX-807 der Prüflinge wurden ca. alle 4 Wochen gereinigt. Der Probenahmekopf muss prinzipiell nach den Anweisungen des Herstellers gesäubert werden, wobei die örtlichen Schwebstaubkonzentrationen in Betracht zu ziehen sind.

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

Messstandorte und Messgerätestandorte

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

Der Feldtest wurde an folgenden Messstandorten durchgeführt:

Tabelle 4: Feldteststandorte

Nr.	Messstandort	Zeitraum	Charakterisierung
1	Teddington (UK), Sommer	07/2008 – 11/2008	Städtischer Hintergrund
2	Köln, Parkplatzge- lände, Winter	12/2008 – 04/2009	Städtischer Hintergrund
3	Bornheim, Auto- bahnparkplatz, Sommer	08/2009 – 10/2009	Ländliche Struktur + Verkehrseinfluss
4	Teddington (UK), Winter	12/2009 – 02/2010	Städtischer Hintergrund

Abbildung 11 bis Abbildung 14 zeigen den Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen an den Feldteststandorten, die mit den Referenzmesseinrichtungen aufgenommen wurden.

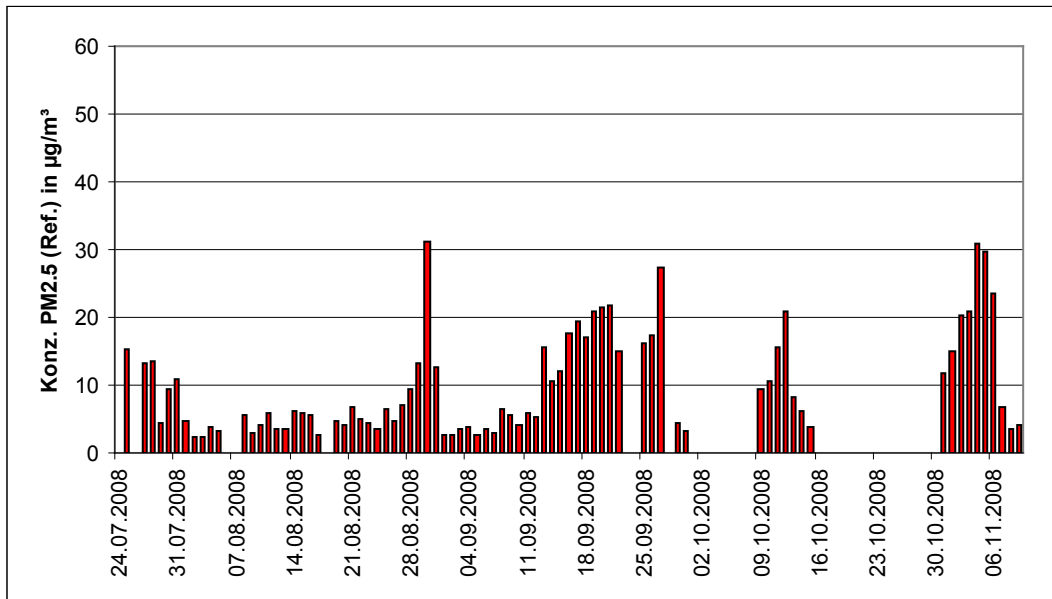


Abbildung 20: Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“

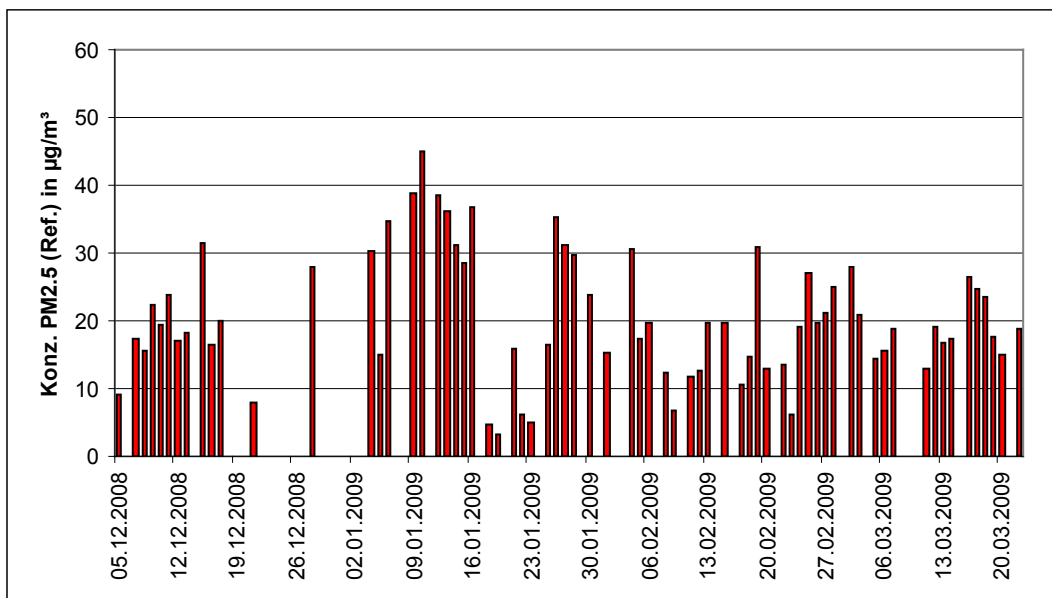


Abbildung 21: Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Winter“

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

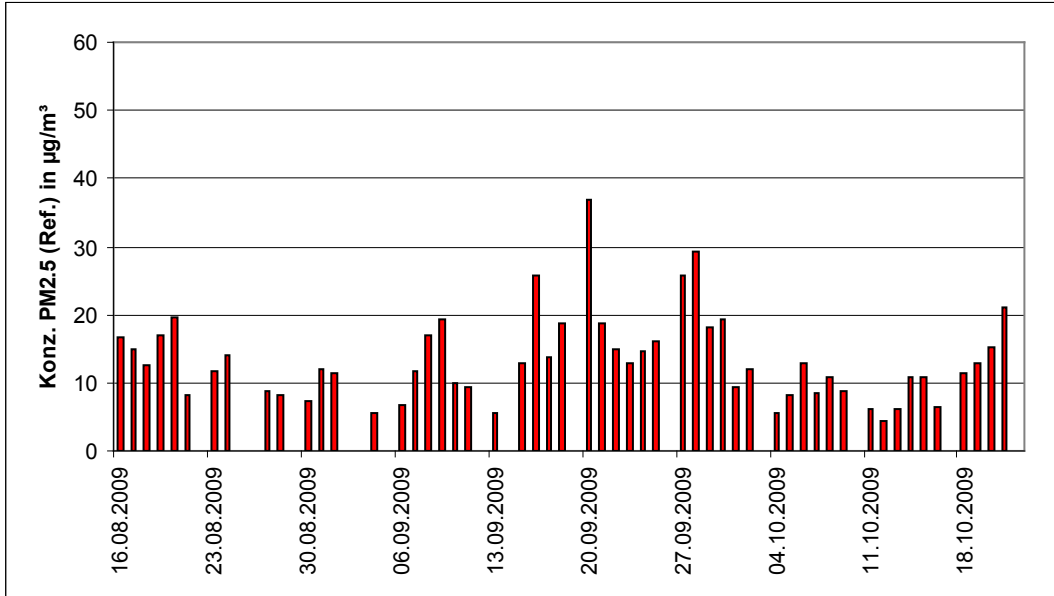


Abbildung 22: Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Sommer“

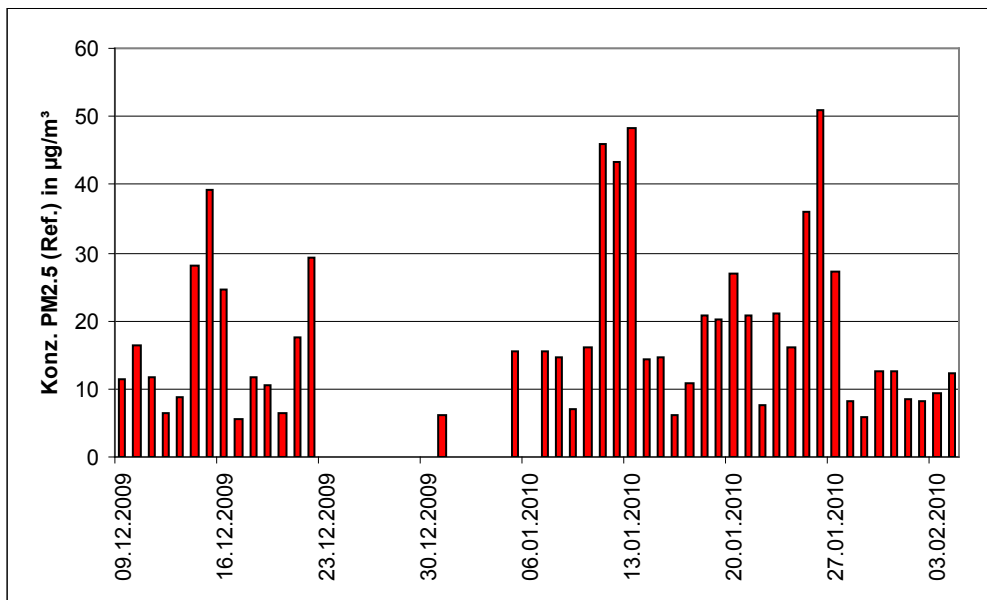


Abbildung 23: Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“

Die folgenden Abbildungen zeigen den Messcontainer an den Feldteststandorten Teddington, Köln (Parkplatzgelände) und Bornheim (Autobahnparkplatz).



Abbildung 24: Feldteststandort Teddington



Abbildung 25: Feldteststandort Köln, Parkplatzgelände

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 45 von 168



Abbildung 26: Feldteststandort Bornheim, Autobahnparkplatz

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

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

- Höhe Containerdach: 2,50 m
- Höhe der Probenahme für Test-/Referenzgerät: 1,13 m / 0,51 m über Containerdach
- Referenzgerät: 3,63 / 3,01 m über Grund
- Höhe der Windfahne: 4,5 m über Grund

Die nachfolgende Tabelle 5 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. Am Standort Teddington waren meteorologische Daten erst ab dem 17.09.2008 verfügbar. Alle Einzelwerte sind in den Anhängen 5 und 6 zu finden.

Tabelle 5: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten, als Tagesmittelwerte

	Teddington (UK), Sommer*	Köln, Parkplatzgelände Winter	Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer	Teddington (UK), Winter
Anzahl Wertepaare Referenz	81	75	58	45
Anteil PM_{2,5} an PM₁₀ [%]				
Bereich	22,3 – 83,2	42,4 – 92,9	40,3 – 81,8	41,6 – 90,6
Mittelwert	53,9	73,8	60,5	70,3
Lufttemperatur [°C]				
Bereich	4,2 – 15,4	-14 – 17,8	3,3 – 25,3	-3,7 – 9,8
Mittelwert	11,2	3,9	15,4	2,7
Luftdruck [hPa]				
Bereich	984 – 1016	971 – 1030	995 – 1022	984 – 1037
Mittelwert	1000	1008	1010	1008
Rel. Luftfeuchte [%]				
Bereich	64 – 95	48 – 85	44 – 82	77 – 98
Mittelwert	81,4	71,4	68,1	89,6
Windgeschwindigkeit [m/s]				
Bereich	0,0 – 1,8	0,0 – 6,9	0,0 – 4,4	0,0 – 2,4
Mittelwert	0,5	2,0	0,4	0,6
Niederschlagsmenge [mm/d]				
Bereich	nicht verfügbar	0,0 – 26,9	0,0 – 20,0	0,0 – 11,7
Mittelwert		2,5	1,9	1,8

* Wetterdaten erst ab 17.09.2008 verfügbar

Dauer der Probenahmen

DIN EN 14907 [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 (Köln, Teddington) und von 7:00 – 7:00 Uhr (Bornheim)).

Handhabung der Daten

Die ermittelten Messwertpaare der Referenzwerte aus den Felduntersuchungen wurden vor den jeweiligen Auswertungen für jeden Standort einem statistischen Ausreißertest nach Grubbs (99 %) unterzogen, um Auswirkungen von offensichtlich unplausiblen Daten auf das Messergebnis vorzubeugen. Als signifikante Ausreißer erkannte Messwertpaare dürfen dabei solange aus dem Wertepool entfernt werden, bis der kritische Wert der Prüfgröße unterschritten wurde. Die Version des Leitfadens [4] vom Januar 2010 verlangt, dass nur 2,5 % der Datenpaare als Ausreißer ermittelt und entfernt werden dürfen.

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

Tabelle 6 zeigt eine Übersicht über die für jeden Einzelstandort als signifikante Ausreißer erkannte und entfernte Anzahl an Messwertpaaren (Referenz).

Tabelle 6: Ergebnisse Grubbs-Ausreißertest – Referenz PM_{2,5}

Nummer	Standort	Sammler	Anzahl Datenpaare	Maximale Anzahl Werte, die gelöscht werden dürfen	Gefundene Anzahl	Gelöschte Anzahl	Anzahl der verbliebenen Datenpaare
A	Teddington (Sommer)	PM _{2,5} Leckel	83	2	2	2	81
B	Köln (Winter)	PM _{2,5} Leckel	77	2	3	2	75
C	Bornheim (Sommer)	PM _{2,5} Leckel	60	2	2	2	58
D	Teddington (Winter)	PM _{2,5} Leckel	46	1	2	1	45



Es wurden folgende Wertepaare entfernt:

Tabelle 7: Entfernte Wertepaare Referenz PM2,5 nach Grubbs

Standort	Datum	Referenz 1 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Referenz 2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Teddington, Sommer	24.07.2008	32,5	27,8
Teddington, Sommer	26.07.2008	16,1	13,8
Köln, Winter	20.01.2009	11,2	8,4
Köln, Winter	03.02.2009	34,0	37,4
Bornheim, Sommer	25.08.2009	13,8	20,3
Bornheim, Sommer	22.10.2009	27,0	24,3
Teddington, Winter	06.01.2010	13,5	16,0

Filterhandling - Massenbestimmung

Folgende Filter wurden in der Eignungsprüfung verwendet:

Tabelle 8: Eingesetzte Filtermaterialien

Messgerät	Filtermaterial, Typ	Hersteller
Referenzgeräte LVS3	Emfab™, \varnothing 47 mm	Pall

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

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

5. Referenzmessverfahren

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

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

Während der Prüfung wurden parallel jeweils zwei Referenzgeräte für PM_{2,5} mit einem geregelten Durchsatz von 2,3 m³/h betrieben. Die Volumenstromregelgenauigkeit beträgt unter realen Einsatzbedingungen < 1 % des Nennvolumenstroms.

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

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

Die PM_{2,5} Konzentration wurde ermittelt, in dem die im Labor gravimetrisch bestimmte Schwebstaubmenge auf dem jeweiligen Filter durch das zugehörige durchgesetzte Probeluftvolumen in Betriebs-m³ dividiert wurde.



6. Prüfergebnisse

6.1 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 können die folgenden Messbereiche eingestellt werden: 0 – 0,100, 0 – 0,200, 0 – 0,250, 0 – 0,500, 0 – 1,000, 0 – 2,000, 0 – 5,000 sowie 0 – 10,000 mg/m³.

Während der Eignungsprüfung war der Messbereich 0 – 1,000 mg/m³ = 0 – 1.000 µg/m³ eingestellt.

Messbereich: 0 – 1.000 µg/m³ (Standard)

6.5 Bewertung

Es ist standardmäßig ein Messbereich von 0 – 1.000 µg/m³ eingestellt. Andere Messbereiche bis zu 0 – 10.000 µg/m³ sind möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 51 von 168

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 werden von der Messeinrichtung direkt angezeigt und über die entsprechenden Messsignalausgänge korrekt ausgegeben.

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 SN X14465 und SN X14499 durch den Betrieb der Messeinrichtung mit jeweils an beiden Messgeräteeinlässen installiertem Null-Filtern. Die Aufgabe von schwebstaubfreier Probenluft erfolgte über 15 Tage für die Dauer von jeweils 24 h.

6.4 Auswertung

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

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

6.5 Bewertung

Das Nullniveau ermittelte sich aus den Untersuchungen für beide Geräte zu maximal $0,27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und die Nachweisgrenze zu maximal $1,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 9: Nullniveau und Nachweisgrenze PM_{2,5}

		Gerät SN X14465	Gerät SN X14499
Anzahl der Werte n		15	15
Mittelwert der Leerwerte (Nullniveau) \bar{x}_0	µg/m ³	0,27	0,23
Standardabweichung der Werte s_{x_0}	µg/m ³	0,42	0,53
Nachweisgrenze x	µg/m ³	1,37	1,75

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



6.1 4 Genauigkeit des Volumenstroms (7.4.4)

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

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

$\leq 2,0$ %

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Klimakammer für den Temperaturbereich +5 bis +40 °C ein Referenzdurchflussmesser gemäß Punkt 4 bereitgestellt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtungen vom Typ BAM-1020 arbeiten mit einer Durchflussrate von 16,67 l/min (1 m³/h).

Mit Hilfe eines Referenzdurchflussmessers wurde bei je +5°C und +40 °C für beide Messeinrichtungen 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 bei maximal -1,93 %.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Ergebnisse der Durchflussmessungen bei den zulässigen Umgebungstemperaturen sind in Tabelle 10 dargestellt.

Tabelle 10: Genauigkeit des Volumenstroms bei +5 °C und +40 °C

		Gerät SN X14465	Gerät SN X14499
Sollwert Durchflussrate	l/min	16,67	16,67
Mittelwert bei 5°C	l/min	16,41	16,35
Abw. vom Sollwert	%	-1,54	-1,93
Mittelwert bei 40°C	l/min	16,87	16,88
Abw. vom Sollwert	%	1,18	1,24

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



6.1 5 Konstanz des Probenvolumenstroms (7.4.5)

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

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

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

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

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtungen vom Typ BAM-1020 arbeiten mit einer Durchflussrate von 16,67 l/min (1 m³/h).

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

Um die Konstanz des Probenahmestroms zu ermitteln, wurde die Durchflussrate über 24 h (= 24 Messzyklen) 5-Sekunden-Werte für den Durchfluss mit Hilfe eines Massendurchflussmessers aufgezeichnet und ausgewertet.

6.4 Auswertung

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

6.5 Bewertung

Die Ergebnisse der vor den Feldteststandorten durchgeführten Überprüfungen der Durchflussrate sind in Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11: Ergebnisse Kontrolle Durchflussrate

Durchflussüberprüfung vor Standort:	SN 17010		SN 17011	
	[l/min]	Abw. vom Soll [%]	[l/min]	Abw. vom Soll [%]
Teddington, Sommer	16,3	-2,4	16,5	-1,2
Köln, Winter	16,8	0,6	16,7	0,0
Bornheim, Sommer	16,7	0,0	16,9	1,2
Teddington, Winter	16,5	-1,2	16,6	-0,6

Die grafischen Darstellungen der Konstanz des Durchflusses zeigen, dass alle während der Probenahme ermittelten Messwerte weniger als ± 5 % vom jeweiligen Sollwert abweichen. Die Abweichung der 24h-Mittelwerte für den Gesamtdurchfluss von 16,67 l/min sind ebenfalls kleiner als die geforderten $\pm 2,0$ % vom Sollwert.

Alle ermittelten Tagesmittelwerte weichen weniger als $\pm 2,0$ %, alle Momentanwerte weniger als ± 5 % vom Sollwert ab.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 12 sind die ermittelten Kenngrößen für den Durchfluss aufgeführt. Abbildung 27 bis Abbildung 28 zeigen eine grafische Darstellung der Durchflussmessungen an den beiden Testgeräten SN 17010 und SN 17011.

Tabelle 12: Kenngrößen für die Gesamtdurchflussmessung (24h-Mittel), SN 17010 & SN 17011

		Gerät SN 17010	Gerät SN 17011
Mittelwert	l/min	16,49	16,63
Abw. vom Sollwert	%	-1,07	-0,26
Standardabweichung	l/min	0,09	0,10
Minimalwert	l/min	16,20	16,30
Maximalwert	l/min	16,85	16,85

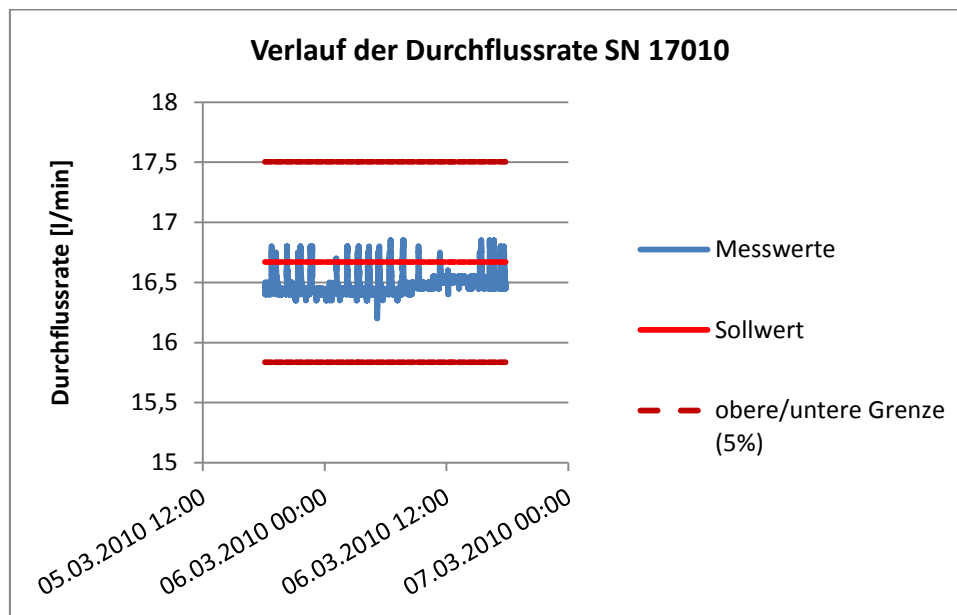


Abbildung 27: Durchfluss am Testgerät SN 17010

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

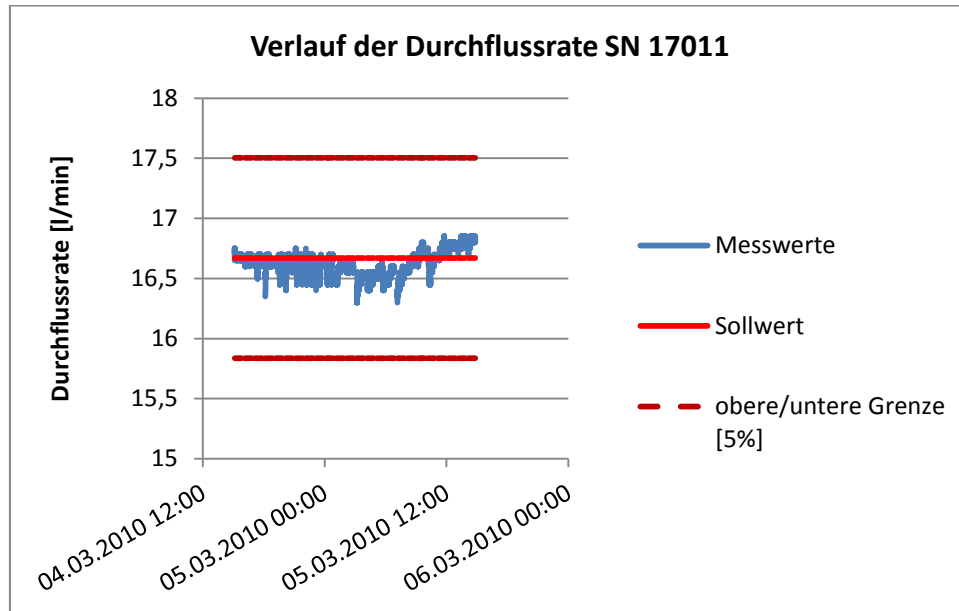


Abbildung 28: Durchfluss am Testgerät SN 17011



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

Nullfilter-Kit BX-302 respektive Inletadapter BX-305.

6.3 Durchführung der Prüfung

Um die Leckrate zu bestimmen, wurde der Inletadapter BX-305 am Eingang des Probenahmerohres aufgesetzt und der Kugelhahn des Adapters langsam geschlossen. Die Leckrate wurde aus der Differenz zwischen der im Gerät gemessenen Durchflussrate bei ausgeschalteter Pumpe (Nullpunkt der Durchflussmessung) und der gemessenen Durchflussrate bei geschlossenem Geräteeingang ermittelt.

Diese Prozedur wurde dreimal während des Feldtestes in Köln durchgeführt.

Es wird empfohlen, die Dichtigkeit der Messeinrichtung mit Hilfe der beschriebenen Prozedur einmal pro Monat zu überprüfen.

6.4 Auswertung

Die Leckrate wurde aus der Differenz zwischen der im Gerät gemessenen Durchflussrate bei ausgeschalteter Pumpe (Nullpunkt der Durchflussmessung) und der gemessenen Durchflussrate bei geschlossenem Geräteeingang ermittelt.

Der Maximalwert der drei ermittelten Leckraten wurde bestimmt.

Unter den beschriebenen Testbedingungen ist gemäß Gerätehersteller eine maximale Leckage bis zu 1 l/min noch zulässig, da bei komplett verschlossenem Geräteeingang ein sehr hohes Vakuum im System erzeugt wird, welches signifikant größer ist als während des Normalbetriebes durch Filterbeladung erzeugt werden könnte.

Der Maximalwert kann jedoch auf einen Wert umgerechnet werden kann, wie er maximal im normalen Betrieb auftreten kann. Zur Bewertung der Messeinrichtung sollte die dabei ermittelte umgerechnete Leckrate herangezogen werden.

Für laminar strömende Flüssigkeiten und Gase in einer Röhre gilt das Hagen-Poiseuille-Gesetz. Es beschreibt die pro Zeiteinheit durch eine Röhre (mit der Länge l und dem Radius r) durchgeströmte Menge des Mediums wie folgt:

$$\dot{V} = \frac{dV}{dt} = \frac{\pi r^4}{8\eta} \frac{\Delta p}{l}$$

Für den vorliegenden Fall kann daraus folgendes abgeleitet werden:

1. Die durchströmte Länge l , der Radius r und die dynamische Viskosität η (für Gase keine Druckabhängigkeit im Bereich bis 10bar) bleiben konstant.
2. Die Leckrate \dot{V} ist damit direkt proportional abhängig vom Differenzdruck Δp .
3. Der Differenzdruck während der Dichtigkeitsprüfung liegt bei Einsatz der Pumpe BX-127 (MEDO, 230V, 50Hz) liegt bei nominal 438 mbar.
4. Der Differenzdruck im Normalbetrieb liegt bei ca. 200-250 mbar (siehe Beispielauswertung für SN 17011 aus der Eignungsprüfung, Standort Köln, Winter – siehe Abbildung 29).
5. Die angezeigte Leckrate ist dementsprechend um wenigstens einen Faktor $438/250 = 1,75$ zu groß.
6. Bei Anwendung des Faktors auf die vorgefundenen Ergebnisse ergibt sich folgendes Bild für die Undichtigkeit bezogen auf den Nominaldurchfluss von 16,67 l/min:

Gerät1: 1,0 %

Gerät 2: 1,4 %

6.5 Bewertung

Die maximal ermittelte Leckrate von 0,23 l/min ist kleiner als 2 % von der nominalen Durchflussrate von 16,67 l/min.

Das vom Gerätehersteller vorgegebene Kriterium zum Bestehen der Dichtigkeitsprüfung – Durchfluss maximal 1,0 l/min - erweist sich in der Praxis als geeignete Kenngröße zur Überwachung der Gerätedichtigkeit. Mögliche Undichtigkeiten im System (z.B. Verschmutzungen im Bereich der Eintrittsdüse am Filterband durch Filterabrieb) können mit der beschriebenen Methode sicher erkannt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 13 enthält die ermittelten Werte aus der Dichtigkeitsprüfung.

Tabelle 13: Ergebnisse der Dichtigkeitsprüfungen im Feldtest

	Durchfluss (Pumpe aus)	Durchfluss (Pumpe ein, Eingang verschlossen)			Max-wert	Max.wert dividiert durch 1,75	Anteil vom Sollwert	Maximal zulässige Leckrate lt. Hersteller
		1	2	3				
		(01.12.08)	(26.01.09)	(16.02.09)				
	l/min	l/min	l/min	l/min	l/min	%	l/min	
SN 17010	0	0,1	0,3	0	0,3	0,17	1,03	1,0
SN 17011	0	0,1	0,4	0,3	0,4	0,23	1,37	1,0

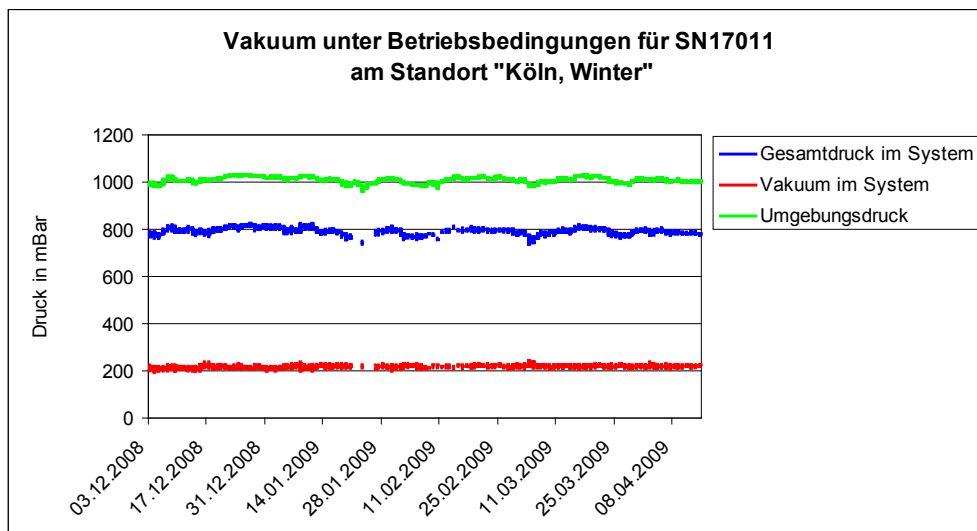


Abbildung 29: Darstellung des Vakuums unter Betriebsbedingungen am Standort Köln, Winter Beispiel SN 17011,

Das mittlere Vakuum beträgt 218 mbar, das maximale Vakuum beträgt 245 mbar und das minimale Vakuum beträgt 196 mbar.

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-Kit BX-802 zur Nullpunktüberprüfung.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Abhängigkeit des Anzeigewertes am Nullpunkt von der Umgebungstemperatur wurde bei den folgenden Temperaturen (innerhalb der Herstellerangaben) bestimmt:

- a) bei einer Nenntemperatur $T_{S,n} = 20 \text{ °C}$;
- b) bei einer Mindesttemperatur $T_{S,1} = 5 \text{ °C}$
- 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.

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 ca. 24 h pro Temperaturstufe erfolgte die Aufnahme der Messwerte am Nullpunkt (3 Messwerte pro Temperaturstufe).

6.4 Auswertung

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

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

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

6.5 Bewertung

Der geprüfte Umgebungstemperaturbereich am Aufstellungsort der Messeinrichtung beträgt +5 °C bis +40 °C. Bei Betrachtung der vom Gerät ausgegebenen Werte konnte ein maximaler Einfluss der Umgebungstemperatur auf den Nullpunkt von -1,8 µg/m³ festgestellt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 14: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, BAM-1020, Abweichung in µg/m³, Mittelwert aus drei Messungen, SN 17010 & SN 17011

Temperatur °C	SN 17010		SN 17011	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
20	0,2	-0,9	-1,0	0,1
5	1,6	0,5	-0,3	0,8
20	0,6	-0,5	-1,1	0,0
40	0,3	-0,8	-2,9	-1,8
20	2,5	1,4	-1,3	-0,2
Mittelwert bei 20°C	1,1	-	-1,1	-

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

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

Die ermittelten Differenzen müssen die folgenden Leistungskriterien erfüllen:

Empfindlichkeit des Messgerätes (Span):

≤ 5 % vom Wert bei der Nennprüftemperatur

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Klimakammer für den Temperaturbereich +5°C bis +40 °C, interne Referenzfolie zur Referenzpunktsüberprüfung.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Abhängigkeit der Empfindlichkeit des Messgerätes (Span) von der Umgebungstemperatur wurde bei den folgenden Temperaturen (innerhalb der Herstellerangaben) bestimmt:

a) bei einer Nenntemperatur $T_{S,n} = 20 \text{ °C}$;

b) bei einer Mindesttemperatur $T_{S,1} = 5 \text{ °C}$;

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

Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Empfindlichkeit des Messgerätes (Span) von der Umgebungstemperatur wurden die vollständigen Messeinrichtungen in der Klimakammer betrieben.

Für die Referenzpunktuntersuchungen wurde bei den Testgeräten SN 17010 und SN 17011 zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit der interne Referenzfolienmesswert überprüft.

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 (3 Messwerte pro Temperaturstufe).

6.4 Auswertung

Es wurden die Messwerte für die internen Referenzfolien bei den verschiedenen Temperaturstufen ermittelt und ausgewertet.

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

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

6.5 Bewertung

Der geprüfte Umgebungstemperaturbereich am Aufstellungsort der Messeinrichtung beträgt +5°C bis +40°C. Am Referenzpunkt konnten keine Abweichungen > 0,3 % ermittelt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 15: Abhängigkeit der Empfindlichkeit (Interne Referenzfolie) von der Umgebungstemperatur, BAM-1020, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, SN 17010 & SN 17011

Temperatur	SN 17010		SN 17011	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C
°C	[µg/cm ³]	%	[µg/cm ³]	%
20	829,7	0,0	822,5	-0,1
5	829,3	0,0	822,5	-0,1
20	829,5	0,0	822,8	0,0
40	831,1	0,2	825,2	0,3
20	829,5	0,0	823,6	0,1
Mittelwert bei 20°C	829,6	-	823,0	-

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

6.1 9 Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung (7.4.8)

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Trennstelltrafo, Interne Referenzfolie zur Referenzpunktsüberprüfung.

6.3 Durchführung der Prüfung

Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung wurde die Netzspannung ausgehend von 230 V auf 195 V reduziert und anschließend über die Zwischenstufe 230 V auf 253 V erhöht.

Für die Referenzpunktsuntersuchungen wurde bei den Testgeräten SN X14465 und SN X14499 zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit der interne Referenzfolienmesswert überprüft.

6.4 Auswertung

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

6.5 Bewertung

Durch Netzspannungsänderungen konnten keine Abweichungen > -0,4 %, bezogen auf den Startwert von 230 V, festgestellt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 16 zeigt eine zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse.

Tabelle 16: Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in %, SN X14465 & SN X14499

Netzspannung	SN X14465		SN X14499	
	Messwert	Abweichung zu Startwert bei 230 V	Messwert	Abweichung zu Startwert bei 230 V
V	[mg]	%	[mg]	%
230	0,815	-	0,826	-
195	0,816	0,2	0,828	0,3
230	0,817	0,3	0,822	-0,4
253	0,816	0,2	0,827	0,1
230	0,815	0,0	0,824	-0,2

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.

6.4 Auswertung

Im Falle eines Netzausfalles startet die Messeinrichtung mit Erreichen der nächsten vollen Stunde selbstständig den nächsten Messzyklus und somit wieder den Messbetrieb.

6.5 Bewertung

Alle Geräteparameter sind gegen Verlust durch Pufferung geschützt. Die Messeinrichtung befindet sich bei Spannungswiederkehr in störungsfreier Betriebsbereitschaft und führt selbstständig mit Erreichen der nächsten vollen Stunde den Messbetrieb fort.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.



6.1 11 Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration (7.4.9)

*Die größte Differenz zwischen den Messwerten im Bereich von 40 % bis 90 % relativer Feuchte muss das folgende Leistungskriterium erfüllen:
≤ 2,0 µg/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 SN X14465 und SN X14499 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 mit einer konstanten Geschwindigkeit auf 90 % erhöht. Die Zeit bis zur Einstellung des Gleichgewichts (Rampe) und der Anzeigewert über einen Mittelungszeitraum von 24 h bei 90 % relative Feuchte wurden aufgezeichnet. Anschließend wurde die Feuchte dann mit einer konstanten Geschwindigkeit zurück auf 40 % verringert. Erneut wurden die Zeit bis zur Einstellung des Gleichgewichts (Rampe) und der Anzeigewert über einen Mittelungszeitraum von 24 h bei 40 % relative Feuchte 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 ermittelten Differenzen zwischen den Messwerten bei 40 % und bei 90 % relativer Feuchte sind ≤ 2,0 µg/m³. Es konnte kein signifikanter Einfluss auf die Nullmesswerte durch verschiedene Wasserdampfkonzentrationen ermittelt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 17: Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration, Abweichung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, SN X14465 & SN X14499

rel. Luftfeuchte	SN X14465		SN X14499	
	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	0,4	-	-0,1	-
90	-1,6	-2,0	-1,8	-1,7
40	-0,5	1,2	-1,2	0,6
Maximale Abweichung	-2,0		-1,7	



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

Die Prüfung erfolgte im Rahmen des Feldtestes über einen Gesamtzeitraum von insgesamt ca. 20 Monaten.

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

6.4 Auswertung

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

6.5 Bewertung

Der maximal ermittelte absolute Messwert am Nullpunkt lag für PM_{2,5} bei $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 18 enthält die ermittelten Messwerte für den Nullpunkt in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Abbildung 30 bis Abbildung 31 zeigen eine grafische Darstellung der Nullpunktsdrift über den Untersuchungszeitraum.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 73 von 168

Tabelle 18: Nullpunktprüfungen SN 17010 & SN 17011, PM_{2,5}, mit Nullfilter

Datum	SN 17010		Datum	SN 17011	
	Messwert	Messwert (absolut) > 3,0 µg/m ³		Messwert	Messwert (absolut) > 3,0 µg/m ³
	µg/m ³			µg/m ³	
24.07.2008	1,4	ok	24.07.2008	-1,3	ok
18.08.2008	-0,8	ok	18.08.2008	-1,1	ok
23.09.2008	1,0	ok	23.09.2008	-0,6	ok
16.10.2008	1,8	ok	16.10.2008	-0,8	ok
10.11.2008	-0,1	ok	10.11.2008	-0,2	ok
03.12.2008	-1,2	ok	03.12.2008	-0,3	ok
07.01.2009	0,4	ok	07.01.2009	0,7	ok
02.02.2009	-0,7	ok	02.02.2009	-0,4	ok
04.03.2009	-1,5	ok	04.03.2009	-1,1	ok
02.04.2009	0,2	ok	02.04.2009	0,4	ok
13/14.08.2009	0,1	ok	13/14.08.2009	-1,3	ok
14.09.2009	-0,1	ok	14.09.2009	0,3	ok
23.10.2009	-0,1	ok	23.10.2009	-0,2	ok
07.12.2009	0,9	ok	07.12.2009	0,5	ok
04.01.2010	0,4	ok	04.01.2010	0,8	ok
05.02.2010	-0,3	ok	05.02.2010	1,6	ok

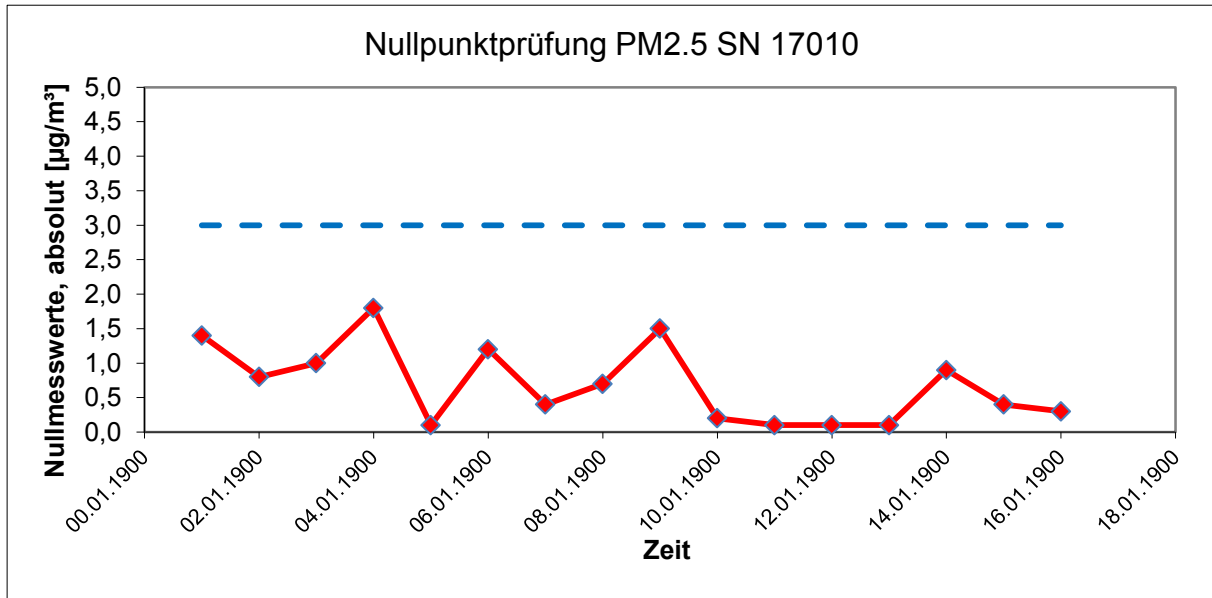


Abbildung 30: Nullpunkt drift SN 17010, Messkomponente PM_{2,5}

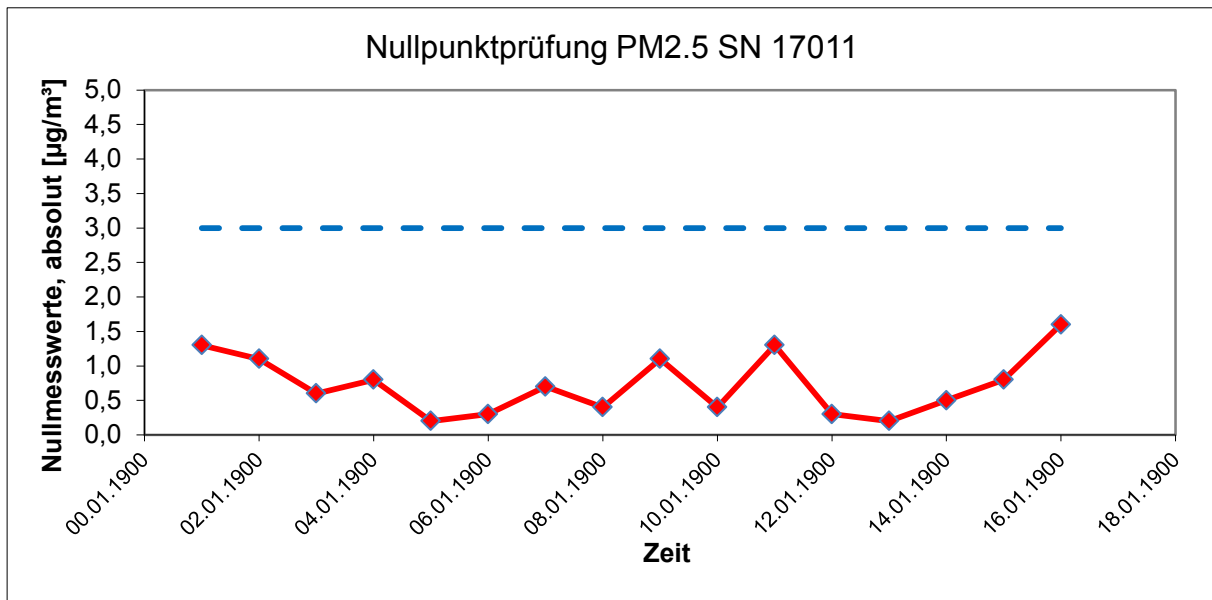


Abbildung 31: Nullpunkt drift SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}

6.1 13 Aufzeichnung der Betriebsparameter (7.5.4)

Messeinrichtungen müssen in der Lage sein, Daten von Betriebszuständen zur telemetrischen Übermittlung – zumindest- der folgenden Parameter bereitzustellen:

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

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Modem, PC zur Datenerfassung (RS 232-Host-Gerät).

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung ermöglicht eine umfassende telemetrische Kontrolle und Steuerung der Messeinrichtung u.a. über RS232-Schnittstelle und kann Messwerte bzw. Statusinformationen z.B. über Bayern-Hessen-Protokoll kommunizieren.

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

- Konzentrationsmesswert aus dem letzten Zyklus,
- Gesammeltes Volumen,
- Durchflussrate
- Außenlufttemperatur und druck,
- Interne Messung Nullpunkt (STAB) und Referenzpunkt (REF)
- Druckabfall über das Filterband (5min-Flowfile),
- Konfigurierbar auch relative Feuchte im Bereich Filterband (Überwachung / Steuerung der Heizung) oder andere meteorologische Parameter
-

sind möglich.

Die Parameter „Probenahmedauer“ (festgelegt über Zykluszeit), und „Temperatur des Probeneinlasses“ sind nicht relevant für die Messeinrichtung.

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

Im Rahmen der Eignungsprüfung erfolgte der Zugriff auf das Gerät bzw. der Datentransfer über ein Terminalprogramm.

6.4 Auswertung

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

6.5 Bewertung

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

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 14 Tagesmittelwerte (7.5.5)

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für die Prüfung wurde zusätzlich eine Uhr bereitgestellt.

6.3 Durchführung der Prüfung

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

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung arbeitet standardmäßig mit einem Messzyklus von 60 min. Nach jedem Messzyklus wird das Filterband um eine Position weiter geschoben. Die Daten jedes Messzyklus werden gespeichert und stehen dem Anwender zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung. Darüber hinaus ermöglicht die Messeinrichtung die Bildung eines 24-h-Mittelwertes, der über die serielle Schnittstelle im Tagesprotokoll ausgegeben wird.

Im Rahmen der Eignungsprüfung war eine Zykluszeit von 60 min eingestellt mit einem Zeitbedarf für die radiometrische Messung von jeweils 8 min.

Die Zykluszeit setzt sich daher zusammen aus 2 x 8 min für die radiometrische Messung (I_0 & I_3) sowie ca. 1 bis 2 min für Filterbandbewegungen. Die Sammelzeit beträgt damit pro Stunde ca. 42 min.

Die verfügbare Probenahmezeit pro Messzyklus liegt damit bei ca. 70 % der Gesamtzykluszeit. Die Ergebnisse aus den Felduntersuchungen gemäß Punkt 6.1 17 Erweiterte Messunsicherheit der Ergebnisse der AMS (7.5.8.5 – 7.5.8.8) aus diesem Bericht zeigen, dass bei dieser Gerätekonfiguration die Vergleichbarkeit der Prüflinge mit dem Referenzverfahren sicher nachgewiesen werden konnte und die Bildung von Tagesmittelwerten damit gesichert möglich ist.

6.5 Bewertung

Mit der beschriebenen Gerätekonfiguration und einem Messzyklus von 60 min ist die Bildung von validen Tagesmittelwerten auf Basis der 24 Einzelmessungen möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.



6.1 15 Verfügbarkeit (7.5.6)

Die Verfügbarkeit der Messeinrichtung muss mindestens 90 % betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Start- und Endzeitpunkt der Verfügbarkeitsuntersuchungen werden durch den Start- bzw. Endzeitpunkt an jedem der vier Feldteststandorte aus der Erstprüfung 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. 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 19 zeigt eine Aufstellung der Betriebs-, Wartungs- und Störungszeiten. Die Messeinrichtungen wurden im Feldtest über einen Zeitraum von insgesamt 373 Messtagen betrieben (siehe Anlage 5). Dieser Zeitraum beinhaltet insgesamt 12 Tage mit Nullfilterbetrieb, Audits sowie Tage, die durch den Wechsel auf Nullfilter verworfen werden mussten (siehe auch Anlage 5).

Ausfälle durch externe Einflüsse, die nicht dem Gerät angelastet werden können, wurden am 06.08.2008 und am 07.08.2008 (48 h wegen Stromausfall) registriert. Darüber hinaus waren alle Messeinrichtungen vom 17.10.2008 bis 20.10.2008 außer Betrieb genommen (bei SN 17011 zusätzlich 12.08.2009 (Reparatur SN 17010)). Dadurch reduziert sich die Gesamtbetriebszeit auf 367 (SN 17010) bzw. 366 (SN 17011) Messtage.

Es wurden folgende Gerätestörungen beobachtet:

Bei SN 17010 kam es zu 3 Tagen Ausfall auf Grund eines gerissenen Filterbandes. Zudem wurden zu Beginn des Standortes Bornheim Unregelmäßigkeiten (Spikes) in den Konzentrations- und den Stabilitätswerten (interne Nullmessung) registriert. Es stellte sich heraus, dass der Detektor (PMT) des Gerätes aus unbekanntem Gründen für diese Spikes verantwortlich war. Der Detektor wurde am 12.08.2009 vor Ort getauscht. Die im Gerät implementierten Parameter zur Gerätekalibrierung blieben unangetastet. Die Probleme mit dem Detektor führten summa summarum zu einem Geräteausfall von 4 Tagen.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 79 von 168

Bei SN 17011 kam es zu einem Tag Ausfall durch eine klemmende Referenzfolie sowie zu 2 Tagen Ausfall durch ein gerissenes Filterband.

Ansonsten wurden keine weiteren Gerätestörungen beobachtet.

Die regelmäßige Pflege der Probenahmeköpfe im Wartungsintervall, der Wechsel des Filterbandes (ca. alle 2 Monate) sowie die regelmäßige Überprüfung der Durchflussraten bzw. der Dichtigkeit führten jeweils zu Ausfällen von weniger als 1 h pro Gerät (Ausfallzeit = 1 Zyklus). Die Durchführung dieser Tätigkeiten führte pro Gerät zu Ausfällen von weniger als 1 h pro Check (insgesamt 16 x im Test) und führen nicht zum Verwerfen des betroffenen Tagesmittelwertes.

6.5 Bewertung

Die Verfügbarkeit betrug für SN 17010 94,8 % und für SN 17011 95,9 %.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 19: Ermittlung der Verfügbarkeit

		Gerät 1 (SN 17010)	Gerät 2 (SN 17011)
Einsatzzeit (t_{field})	d	367	366
Ausfallzeit	d	7	3
Wartungszeit inkl. Nullfilter ($t_{\text{cal,maint}}$)	d	12	12
Tatsächliche Betriebszeit (t_{valid})	d	348	351
Verfügbarkeit	%	94,8	95,9



6.1 Methodik der Äquivalenzprüfung (7.5.8.4 & 7.5.8.8)

Gemäß der Version des Leitfadens vom Januar 2010 [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 die in 2008/50/EG [7] festgelegte obere Beurteilungsschwelle für Jahresgrenzwerte, d.h. 28 µg/m³ für PM₁₀ und 17 µg/m³ für PM_{2,5}. Wenn dies auf Grund niedriger Konzentrationslevel nicht gewährleistet werden kann, wird eine Mindestanzahl von 32 Wertepaaren als ausreichend erachtet.
2. Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen muss kleiner sein als 2,5 µg/m³ für alle Daten sowie für einen Datensatz mit Daten größer/gleich 30 µg/m³ für PM₁₀ und 18 µg/m³ für PM_{2,5}.
3. Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten muss kleiner sein als 2,0 µg/m³.
4. Die erweiterte Unsicherheit (W_{CM}) wird berechnet bei 50 µg/m³ für PM₁₀ und bei 30 µg/m³ für PM_{2,5} für jeden einzelnen Prüfling gegen den Mittelwert der Referenzmethode. Für jeden der folgenden Fälle muss die erweiterte Unsicherheit kleiner 25 % sein:
 - Gesamtdatensatz;
 - Datensatz mit PM-Konzentrationen größer/gleich 30 µg/m³ für PM₁₀ oder größer/gleich 18 µg/m³ für PM_{2,5}, vorausgesetzt der Datensatz enthält 40 oder mehr gültige Datenpaare;
 - Datensätze für jeden einzelnen Standort.
5. Voraussetzung für die Akzeptanz des Komplettdatensatzes ist, dass die Steigung b insignifikant verschieden ist von 1: $|b - 1| \leq 2 \cdot u(b)$ und der Achsabschnitt a insignifikant verschieden ist von 0: $|a| \leq 2 \cdot u(a)$. Wenn diese Voraussetzungen nicht erfüllt werden, dann können die Prüflinge mit den Werten des Gesamtdatensatzes für die Steigung und/oder für den Achsabschnitt kalibriert werden.

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

Unter Punkt 6.1 16 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den AMS $u_{bs,AMS}$ (7.5.8.4) werden die Kriterien 1 und 2 geprüft.

Unter Punkt 6.1 17 Erweiterte Messunsicherheit der Ergebnisse der AMS (7.5.8.5 – 7.5.8.8) werden die Kriterien 3, 4 und 5 geprüft.

Unter Punkt 6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (7.5.8.5 – 7.5.8.8) erfolgt eine Auswertung für den Fall, dass Kriterium 5 nicht ohne Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen erfüllt werden kann.

6.1 16 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den AMS $u_{bs,AMS}$ (7.5.8.4)

Die Unsicherheit zwischen den AMS muss $\leq 2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest in vier verschiedenen Vergleichskampagnen durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten sowie unterschiedlich hohe PM_{2,5} Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG [7]. Für PM_{2,5} liegt die obere Beurteilungsschwelle bei $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Es wurden für jede Vergleichskampagne mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (4 Vergleiche, 251 valide Messwertpaare für SN 17010, 253 valide Messwertpaare für SN 17011) liegen insgesamt 33,1 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{2,5}. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

6.4 Auswertung

Gemäß Punkt 7.5.8.4 der Richtlinie DIN EN 16450 gilt:

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

Die Unsicherheit wird dabei ermittelt für:

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

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

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



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

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

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

6.5 Bewertung

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} liegt mit maximal $1,57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für $\text{PM}_{2,5}$ unterhalb des geforderten Wertes von $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 20 führt die berechneten Werte für die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} auf. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 32 bis Abbildung 38.

Tabelle 20: Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs,AMS}$ für die Testgeräte SN 17010 und SN 17011, Messkomponente $\text{PM}_{2,5}$

Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit u_{bs}
SN			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
17010 / 17011	Alle Standorte	345	1,38
Einzelstandorte			
17010 / 17011	Teddington, Sommer	97	1,13
17010 / 17011	Köln, Winter	127	1,76
17010 / 17011	Bornheim, Sommer	66	1,13
17010 / 17011	Teddington, Winter	55	1,01
Klassierung über Referenzwerte			
17010 / 17011	Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	174	1,57
17010 / 17011	Werte $< 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	74	1,05

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 83 von 168

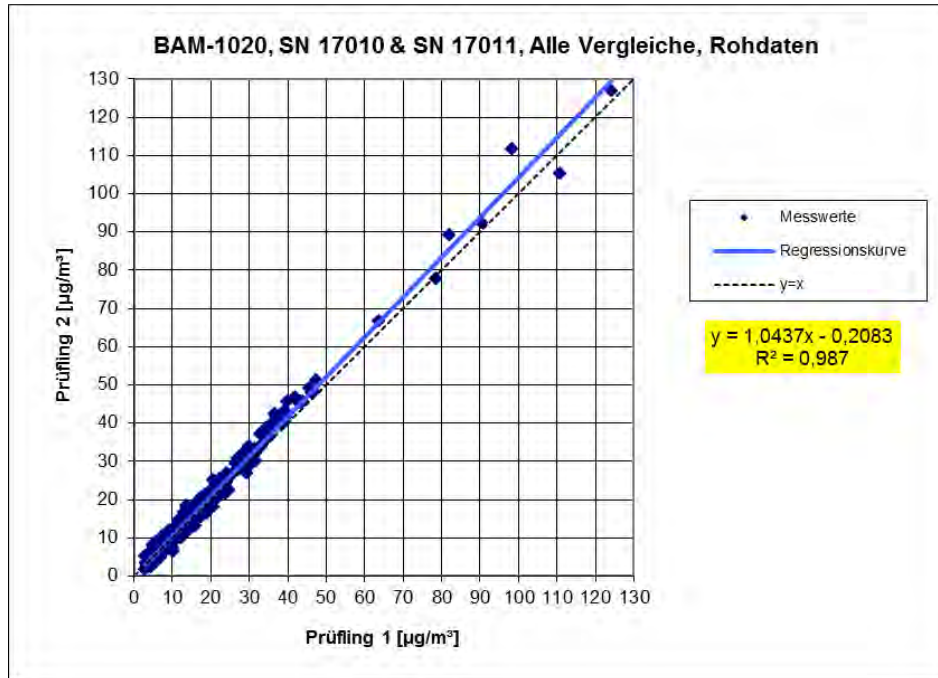


Abbildung 32: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte

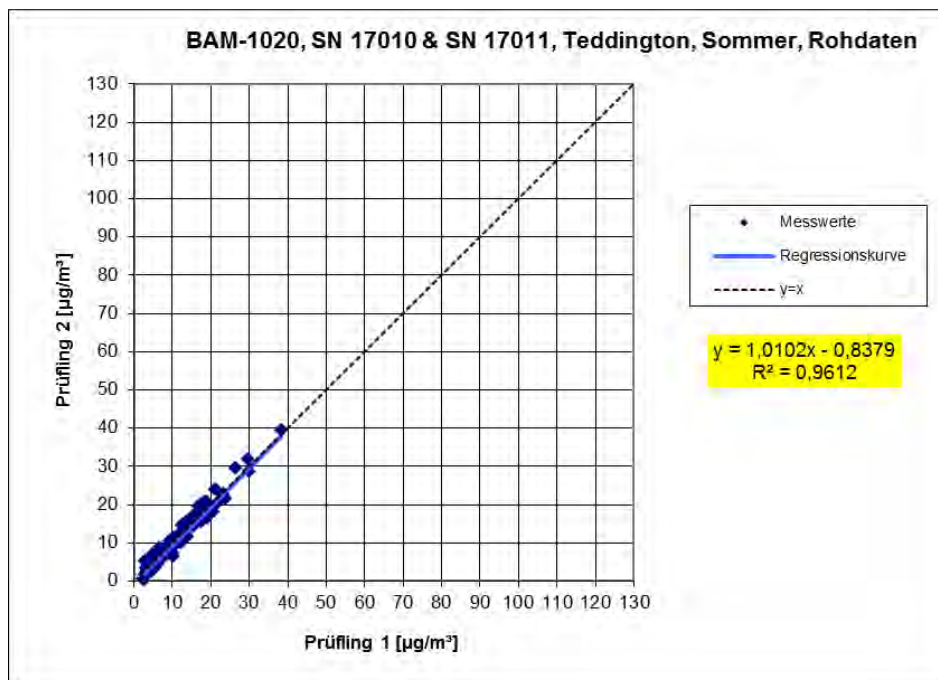


Abbildung 33: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, Standort Teddington, Sommer

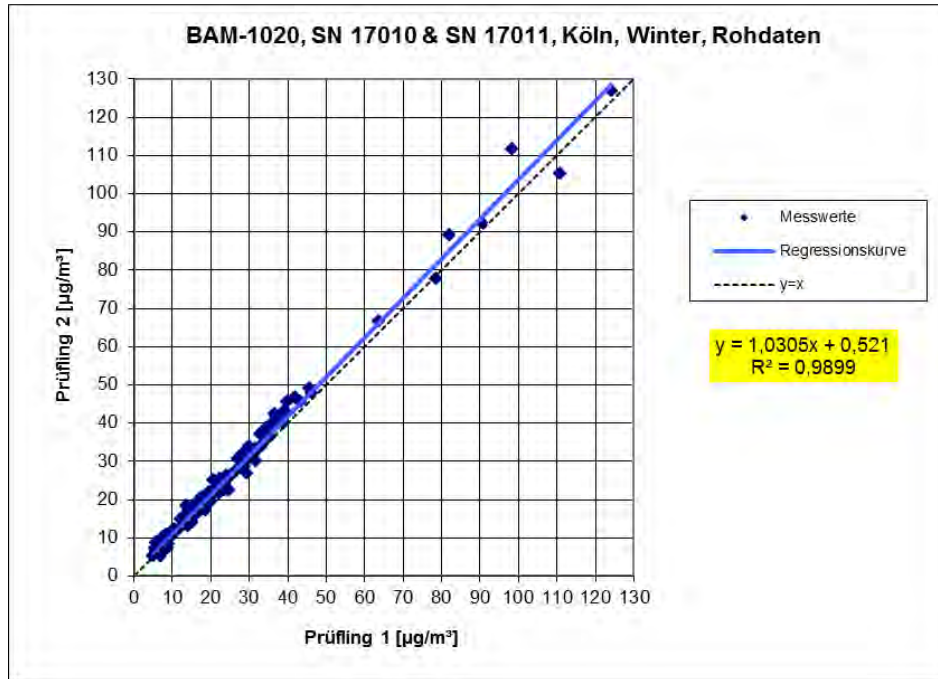


Abbildung 34: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, Standort Köln, Winter

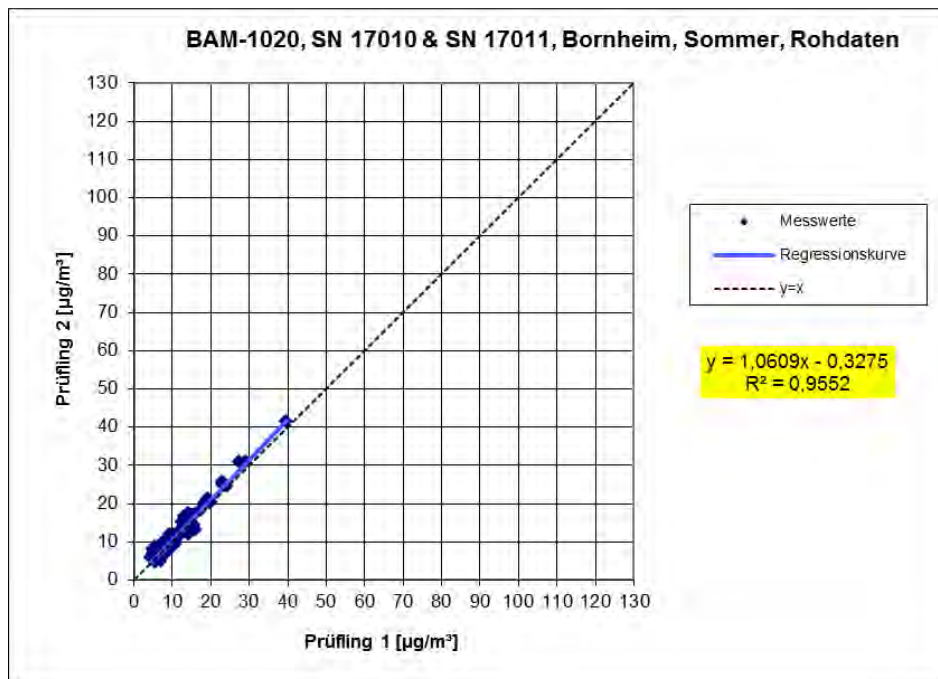


Abbildung 35: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, Standort Bornheim, Sommer

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

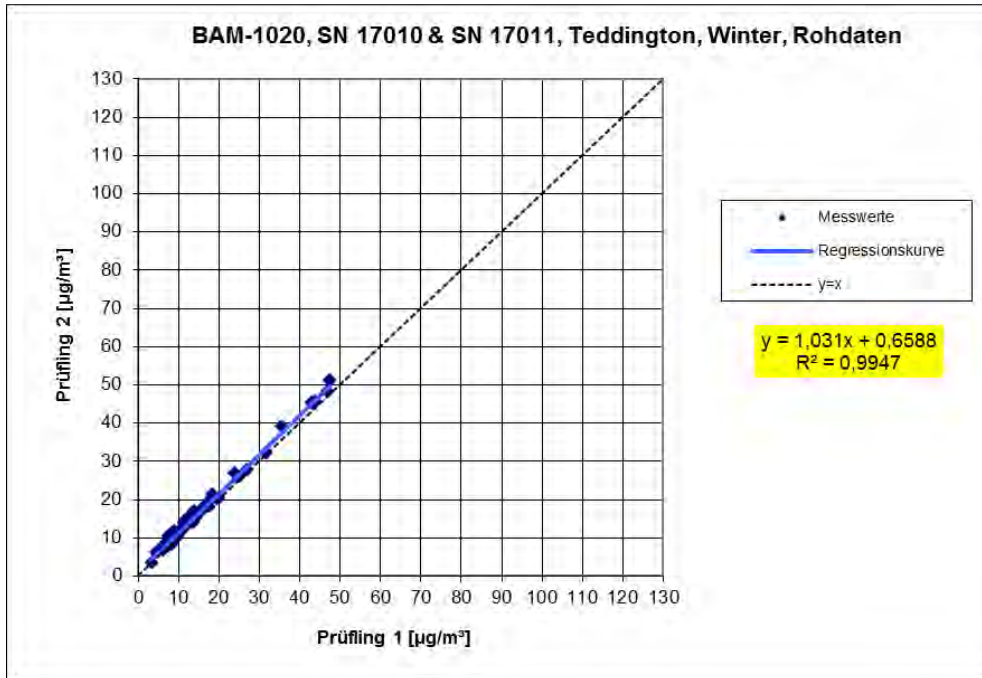


Abbildung 36: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, Standort Teddington, Winter

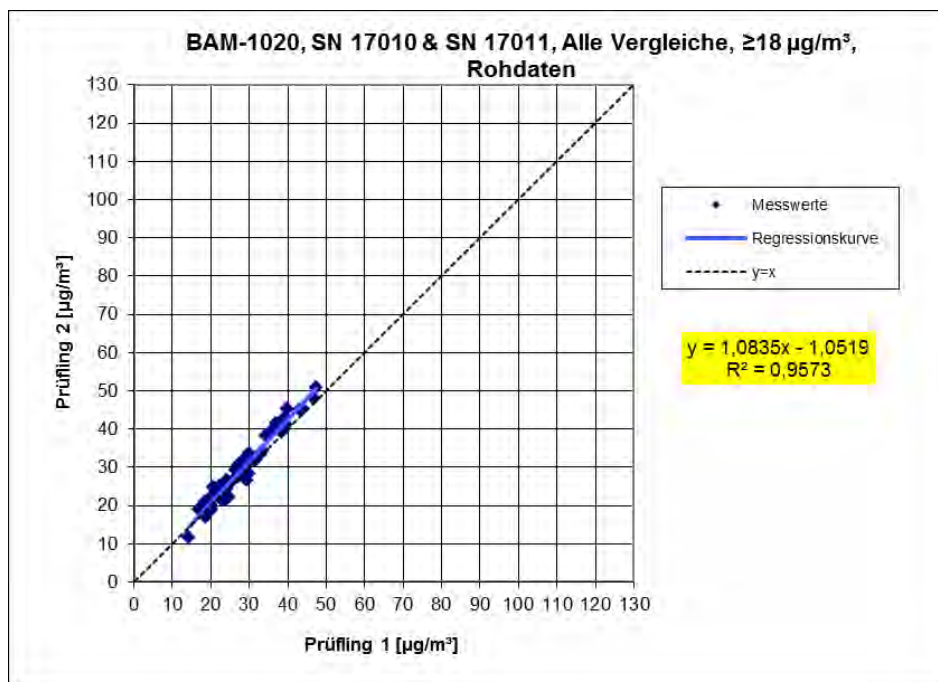


Abbildung 37: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte, Werte ≥ 18 µg/m³

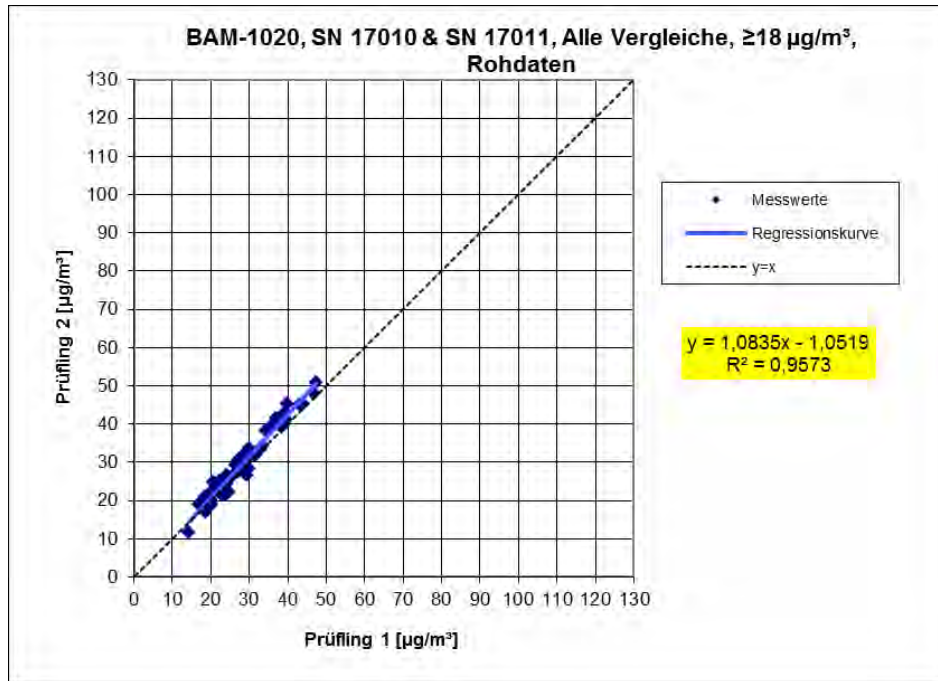


Abbildung 38: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte, Werte $< 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$

6.1 17 Erweiterte Messunsicherheit der Ergebnisse der AMS (7.5.8.5 – 7.5.8.8)

Die erweiterte Messunsicherheit muss $\leq 25\%$ bei der Konzentration des betreffenden Grenzwertes bezogen auf die Ergebnisse für den 24-h-Mittelwert sein – falls erforderlich nach der Kalibrierung

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

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

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest in vier verschiedenen Vergleichskampagnen durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten sowie unterschiedlich hohe PM_{2,5} Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG [7]. Für PM_{2,5} liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 17 µg/m³.

Es wurden für jede Vergleichskampagne mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (4 Vergleiche, 251 valide Messwertpaare für SN 17010, 253 valide Messwertpaare für SN 17011) liegen insgesamt 33,1 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 17 µg/m³ für PM_{2,5}. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

6.4 Auswertung

[DIN EN 16450 Punkt 7.5.8.3]

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

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

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

[DIN EN 16450 Punkt 7.5.8.5 & 7.5.8.6]

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



Die Regression wird berechnet für:

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

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

$$u_{yi}^2 = \frac{RSS}{(n-2)} - u_{RM}^2 + [a + (b-1)L]^2$$

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

u_{RM} = zufällige Unsicherheit des Referenzverfahrens; u_{RM} wird berechnet als $u_{bs,RM}/\sqrt{2}$, wobei $u_{bs,RM}$ die Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten ist.

Algorithmen zur Berechnung des Achsabschnitts a sowie der Steigung b und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [8] ausführlich beschrieben.

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

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

Die Unsicherheit u_{CR} wird berechnet für:

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

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: $|a| \leq 2 \cdot u(a)$

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 89 von 168

Wobei $u(b)$ und $u(a)$ die Standardunsicherheiten der Steigung und des Achsabschnitts beschreiben, berechnet als Wurzel der Varianz. Wenn diese Vorbedingungen nicht erfüllt sind, dann können die Prüflinge gemäß Punkt 9.7 des Leitfadens kalibriert werden (siehe auch 6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen). Die Kalibrierung darf nur für den Gesamtdatensatz durchgeführt werden.

[DIN EN 16450 Punkt 7.5.8.7] Für alle Datensätze wird die kombinierte Unsicherheit der Prüflinge $w_{c,CM}$ durch Kombination der Beiträge aus 9.5.3.1 und 9.5.3.2 gemäß der folgenden Gleichung berechnet:

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

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

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

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

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

[Punkt 9.6]

Die größte resultierende Unsicherheit W_{AMS} wird mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] verglichen und bewertet. Es sind zwei Fälle möglich:

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

Die festgelegte erweiterte relative Unsicherheit W_{dqo} beträgt für Feinstaub 25 % [7].

7.5 Bewertung

Die ermittelten Unsicherheiten W_{CM} liegen ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit W_{dqo} von 25 % für Feinstaub.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Auf Grund der Signifikanz des Achsabschnitts für den Gesamtdatensatz erfolgt eine Anwendung von Korrekturfaktoren gemäß Kapitel 6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen. Eine Korrektur der Steigung ist trotz der festgestellten Signifikanz in den Gesamtdatensätzen der Einzelgeräte nicht sinnvoll, da die für die Korrektur heranzuziehende Steigung des gemeinsamen Gesamtdatensatzes bei 1,000 liegt.

Nachfolgende Tabelle 21 zeigt einen Überblick über alle Ergebnisse der Äquivalenzprüfung für den Prüfling BAM-1020 für PM_{2,5}. Für den Fall, dass ein Kriterium nicht erfüllt wird, ist die entsprechende Zelle mit roter Farbe hinterlegt.

Tabelle 21: Übersicht Äquivalenzprüfung BAM-1020 für PM_{2,5}

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfling	BAM-1020	SN	SN 17010 & SN 17011	
Status Messwerte	Rohdaten	Grenzwert	30	µg/m ³
		erlaubte Unsicherheit	25	%
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,33	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,38	µg/m ³		
SN 17010 & SN 17011				
Anzahl Wertepaare	248			
Steigung b	1,000	nicht signifikant		
Unsicherheit von b	0,012			
Achsabschnitt a	0,764	signifikant		
Unsicherheit von a	0,204			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	12,70	%		
Alle Vergleiche, ≥18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,30	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,57	µg/m ³		
SN 17010 & SN 17011				
Anzahl Wertepaare	74			
Steigung b	1,031			
Unsicherheit von b	0,033			
Achsabschnitt a	-0,068			
Unsicherheit von a	0,919			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	15,96	%		
Alle Vergleiche, <18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,34	µg/m ³		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,05	µg/m ³		
SN 17010 & SN 17011				
Anzahl Wertepaare	174			
Steigung b	0,971			
Unsicherheit von b	0,025			
Achsabschnitt a	1,066			
Unsicherheit von a	0,267			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	9,93	%		

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 91 von 168

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfung	BAM-1020	SN Grenzwert	SN 17010 & SN 17011	
Status Messwerte	Rohdaten	erlaubte Unsicherheit	30	µg/m³
			25	%
Teddington, Sommer				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,33			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,13			µg/m³
	SN 17010		SN 17011	
Anzahl Wertepaare	78		78	
Steigung b	0,994		1,016	
Unsicherheit von b	0,030		0,025	
Achsabschnitt a	1,822		1,018	
Unsicherheit von a	0,372		0,308	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	17,18	%	14,74	%
Köln, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,39			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,76			µg/m³
	SN 17010		SN 17011	
Anzahl Wertepaare	75		75	
Steigung b	0,980		1,061	
Unsicherheit von b	0,024		0,019	
Achsabschnitt a	0,960		0,430	
Unsicherheit von a	0,512		0,405	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	12,92	%	18,01	%
Bornheim, Sommer				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,30			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,13			µg/m³
	SN 17010		SN 17011	
Anzahl Wertepaare	53		57	
Steigung b	1,052		1,134	
Unsicherheit von b	0,036		0,048	
Achsabschnitt a	-0,962		-1,498	
Unsicherheit von a	0,527		0,727	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	11,69	%	23,95	%
Teddington, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,27			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,01			µg/m³
	SN 17010		SN 17011	
Anzahl Wertepaare	45		43	
Steigung b	0,970		0,991	
Unsicherheit von b	0,014		0,014	
Achsabschnitt a	-0,182		0,630	
Unsicherheit von a	0,300		0,293	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	10,35	%	7,51	%
Alle Vergleiche, ≥18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,30			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,57			µg/m³
	SN 17010		SN 17011	
Anzahl Wertepaare	76		75	
Steigung b	0,984		1,092	
Unsicherheit von b	0,035		0,034	
Achsabschnitt a	0,584		-1,108	
Unsicherheit von a	0,975		0,95	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	16,08	%	19,09	%
Alle Vergleiche, <18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,34			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,05			µg/m³
	SN 17010		SN 17011	
Anzahl Wertepaare	175		178	
Steigung b	0,955		1,021	
Unsicherheit von b	0,028		0,026	
Achsabschnitt a	1,137		0,634	
Unsicherheit von a	0,306		0,286	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	11,57	%	13,54	%
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,33			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,38			µg/m³
	SN 17010		SN 17011	
Anzahl Wertepaare	251		253	
Steigung b	0,969	signifikant	1,041	signifikant
Unsicherheit von b	0,013		0,012	
Achsabschnitt a	0,989	signifikant	0,377	nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,226		0,214	
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	12,99	%	16,35	%



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

- Kriterium 1: Mehr als 20 % der Daten sind größer als 17 µg/m³.
 - Kriterium 2: Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ist kleiner als 2,5 µg/m³.
 - Kriterium 3: Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten ist kleiner als 2,0 µg/m³.
 - Kriterium 4: Alle erweiterten Unsicherheiten liegen unter 25%.
 - Kriterium 5: Die Steigung und der Achsabschnitt bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes für SN 17010 sind signifikant. Die Steigung bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes für SN 17011 ist signifikant.
- Weitere: Die Auswertung des Gesamtdatensatzes für beide Prüflinge gemeinsam zeigt, dass die Messeinrichtung eine sehr gute Korrelation mit der Referenzmethode aufweist mit einer Steigung von 1,000 und einem Achsabschnitt von 0,764 bei einer erweiterten Gesamtunsicherheit von 12,70 %

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

Gemäß der Tabelle 21 muss daher aufgrund der ermittelten Signifikanz eine Korrektur des Achsabschnitts für PM_{2,5} erfolgen. Eine Korrektur der Steigung ist trotz der festgestellten Signifikanz in den Gesamtdatensätzen der Einzelgeräte nicht sinnvoll, da die für die Korrektur heranzuziehende Steigung des gemeinsamen Gesamtdatensatzes bei 1,000 liegt.

Es ist an dieser Stelle zu beachten, dass die ermittelten Unsicherheiten W_{AMS} für PM_{2,5} auch ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit W_{dqo} von 25 % für Feinstaub liegen.

Die überarbeitete Fassung des Leitfadens von Januar 2010 sowie die DIN EN 16450 enthalten die Forderung, dass für eine richtlinienkonforme Überwachung fortlaufend stichprobenweise Überprüfungen bei einer gewissen Anzahl von Geräten in einem Messnetz durchgeführt werden müssen und dass die Anzahl der betroffenen Messorte abhängig ist von der erweiterten Messunsicherheit des Gerätes. Die entsprechende Umsetzung liegt in der Verantwortung des Messnetzbetreibers oder der zuständigen Behörde des Mitgliedstaates. Allerdings empfiehlt der TÜV Rheinland, dass die erweiterte Unsicherheit des Gesamtdatensatzes (hier: unkorrigierte Rohdaten) hierzu herangezogen wird, nämlich 12,7 % für PM_{2,5}, was wiederum eine jährliche Überprüfung an 3 Messorten erfordern würde (Leitfaden [4], Kapitel 9.9.2, Tabelle 6 bzw. DIN EN 16450 [8], Kapitel 8.6.2, Tabelle 5). Auf Grund der notwendigen Anwendung der entsprechenden Kalibrierfaktoren, sollte diese Bewertung jedoch auf Basis der Auswertung der korrigierten Datensätze erfolgen (siehe Kapitel 6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen).

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 22 zeigt einen Überblick über die Unsicherheiten zwischen den Referenzgeräten $u_{bs, RM}$ aus den Felduntersuchungen.

Tabelle 22: Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten $u_{bs, RM}$ für PM_{2,5}

Referenz-Geräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{bs, RM}$
Nr.			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 / 2	Teddington, Sommer	77	0,33
1 / 2	Köln, Winter	75	0,39
1 / 2	Bornheim, Sommer	53	0,30
1 / 2	Teddington, Winter	43	0,27
1 / 2	Alle Standorte	248	0,33

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

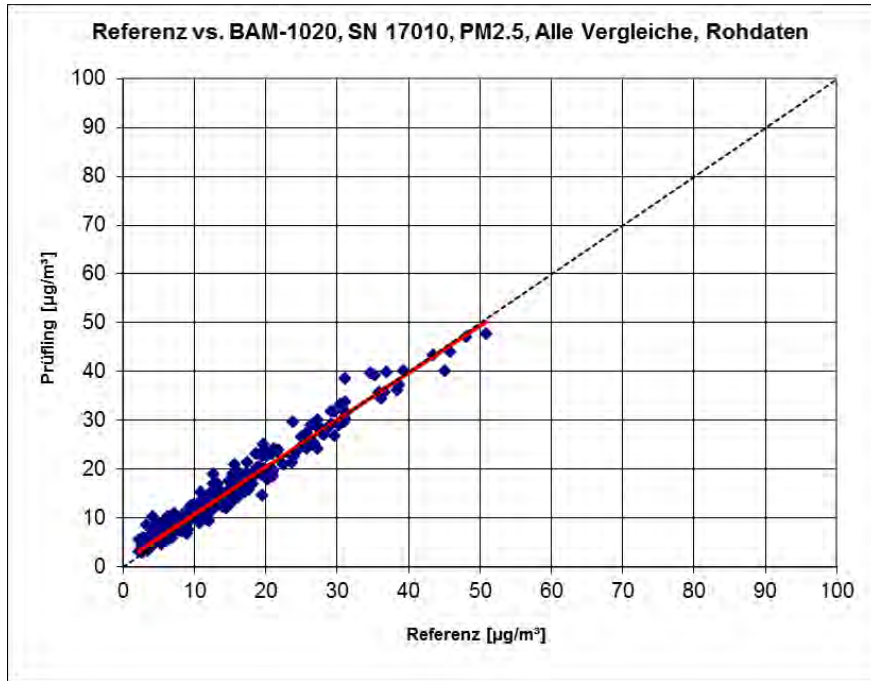


Abbildung 39: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte

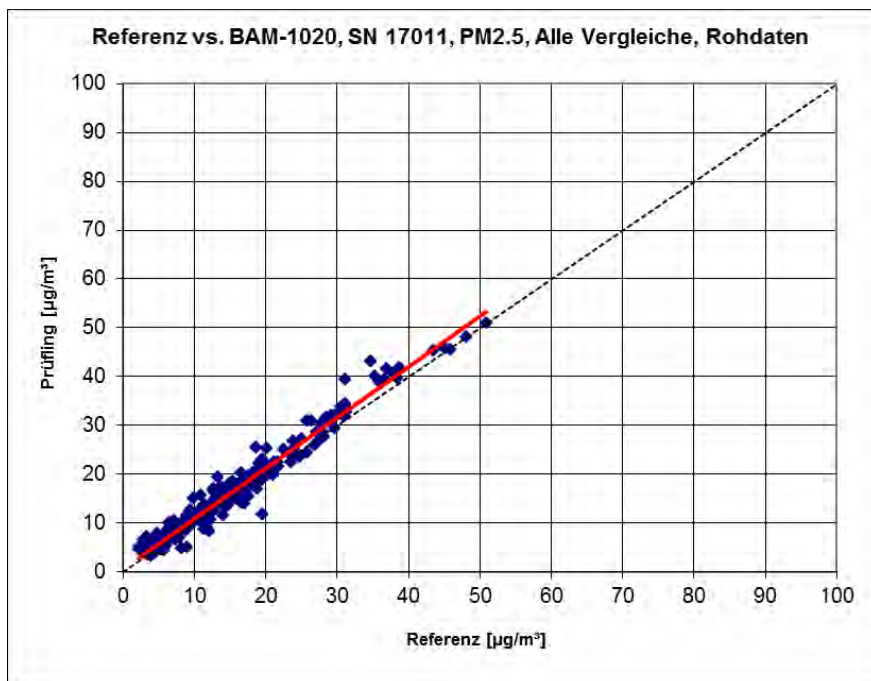


Abbildung 40: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 95 von 168

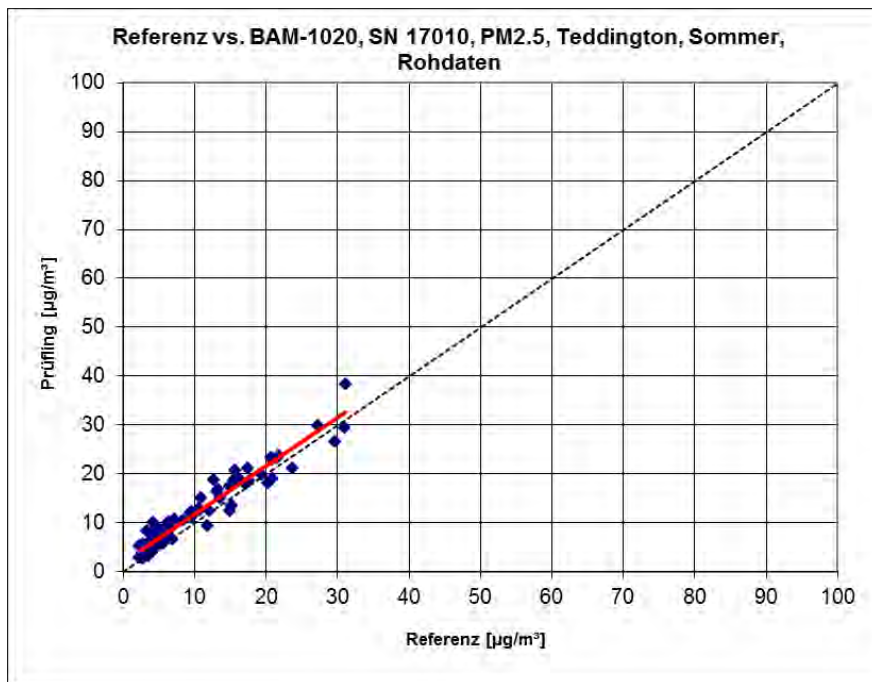


Abbildung 41: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Messkomponente PM_{2,5}, Teddington, Sommer

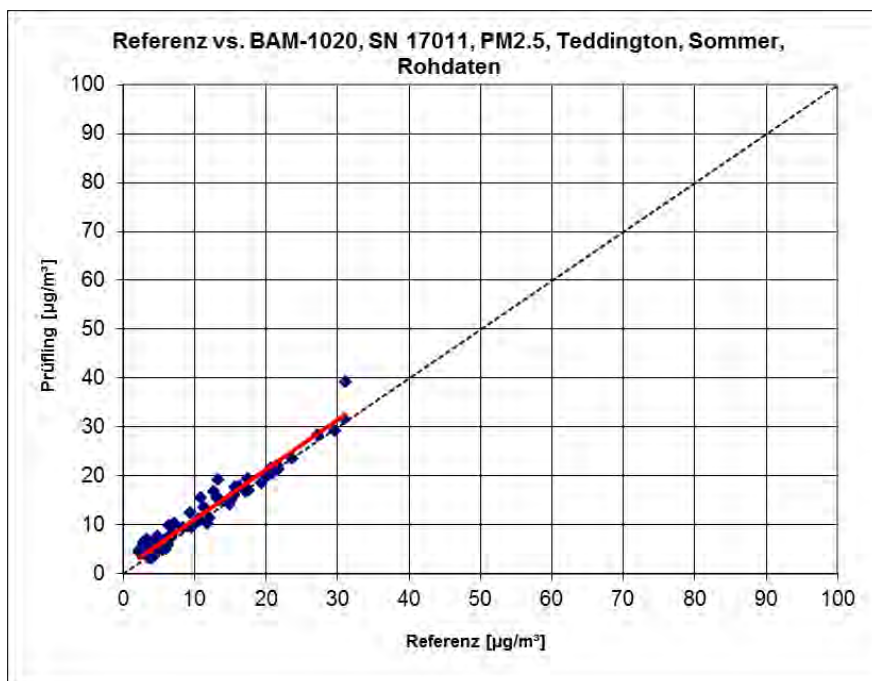


Abbildung 42: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, Teddington, Sommer

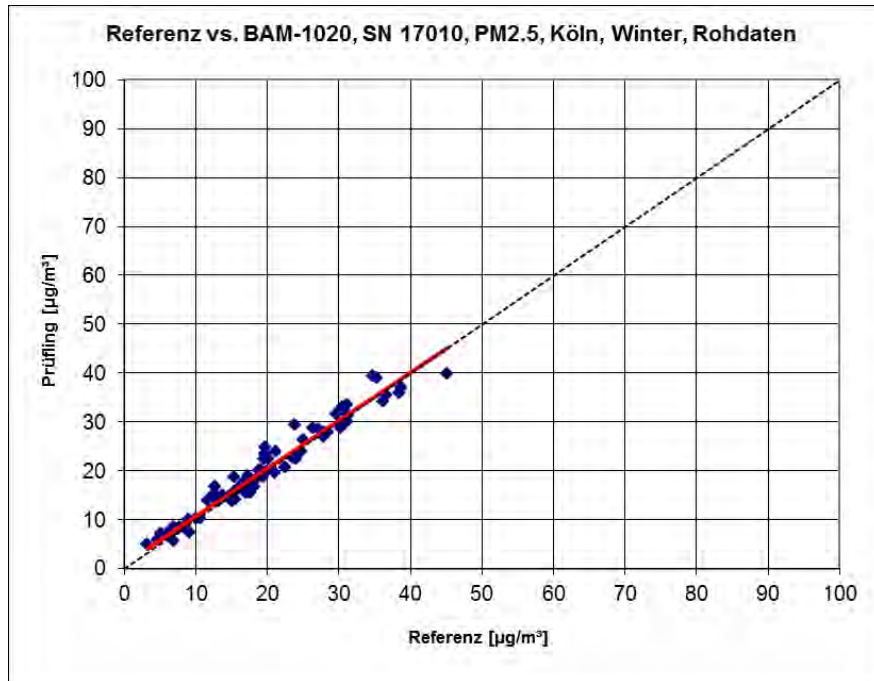


Abbildung 43: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Messkomponente PM_{2,5}, Köln, Winter

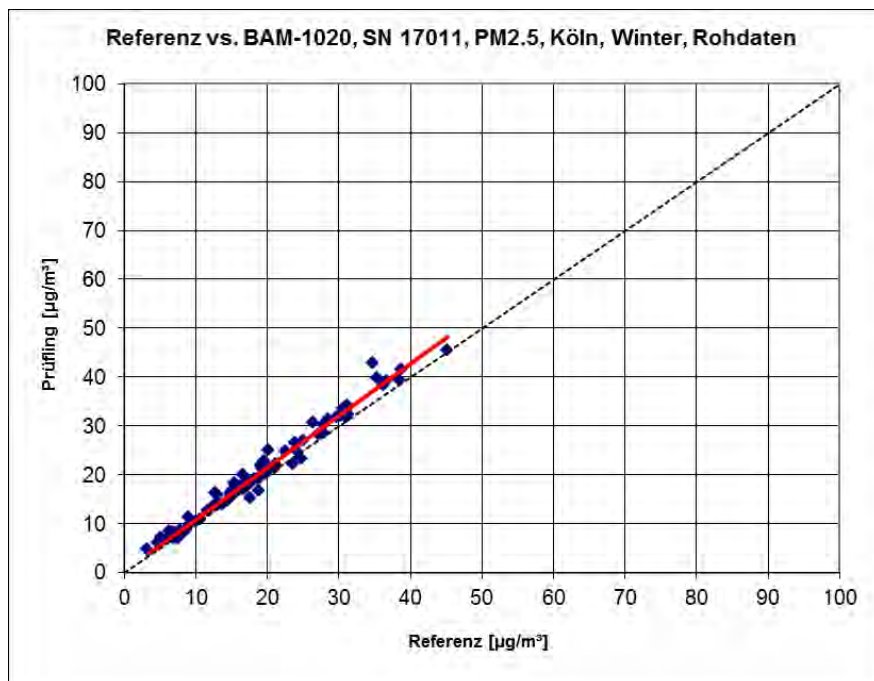


Abbildung 44: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, Köln, Winter

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

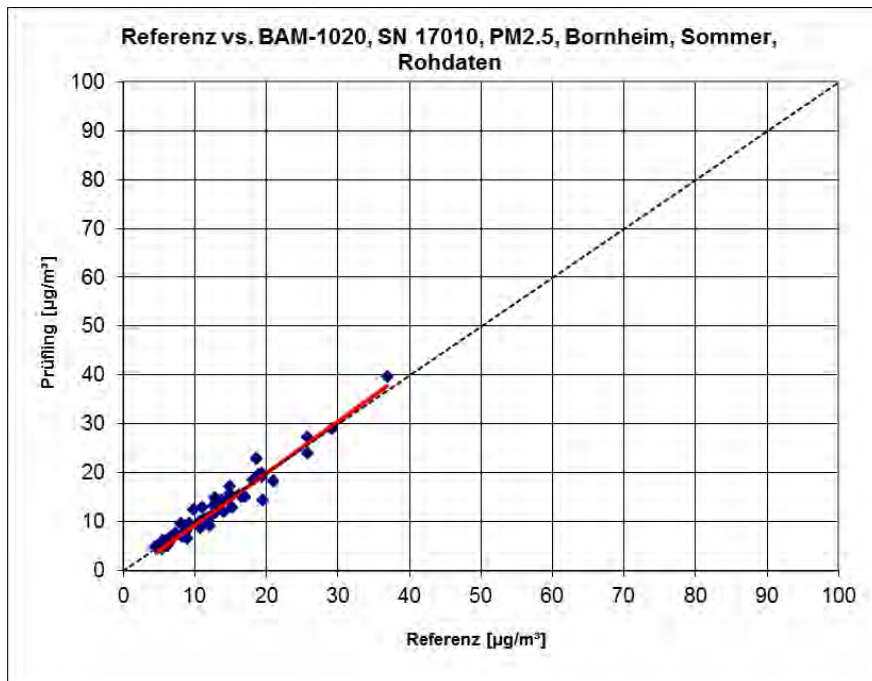


Abbildung 45: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Messkomponente PM_{2,5}, Bornheim, Sommer

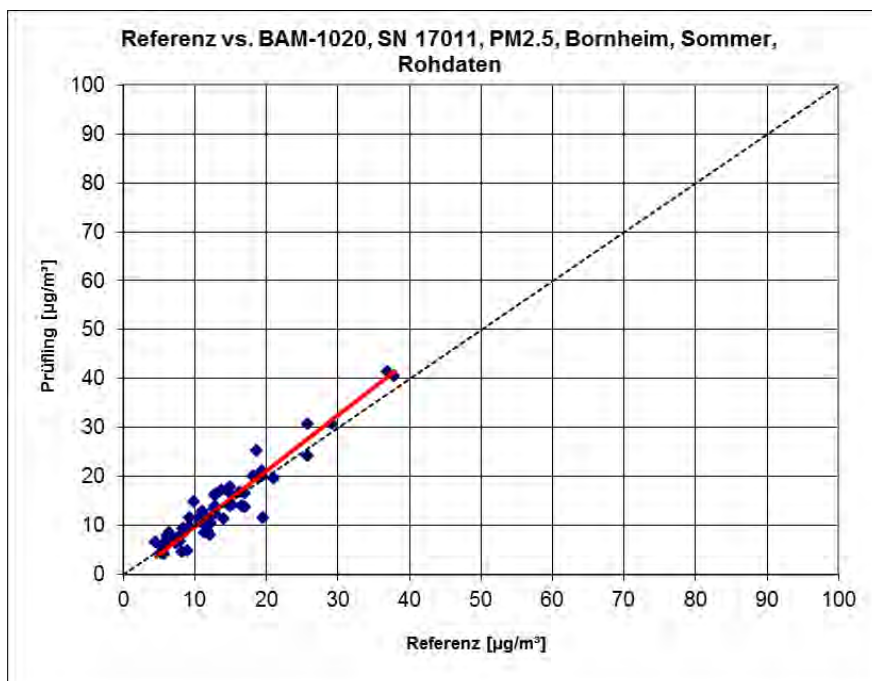


Abbildung 46: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, Bornheim, Sommer

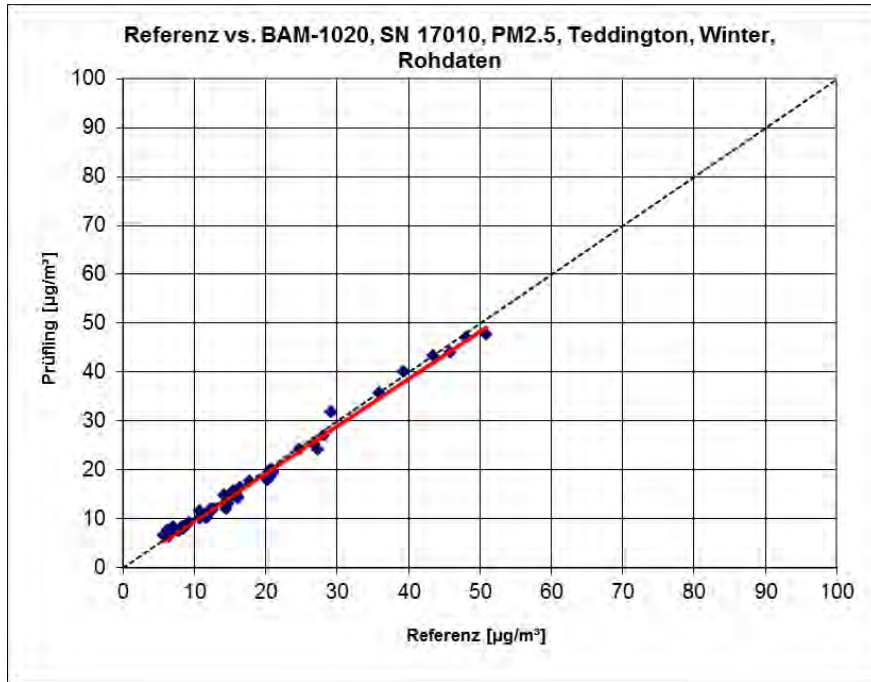


Abbildung 47: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Messkomponente PM_{2,5}, Teddington, Winter

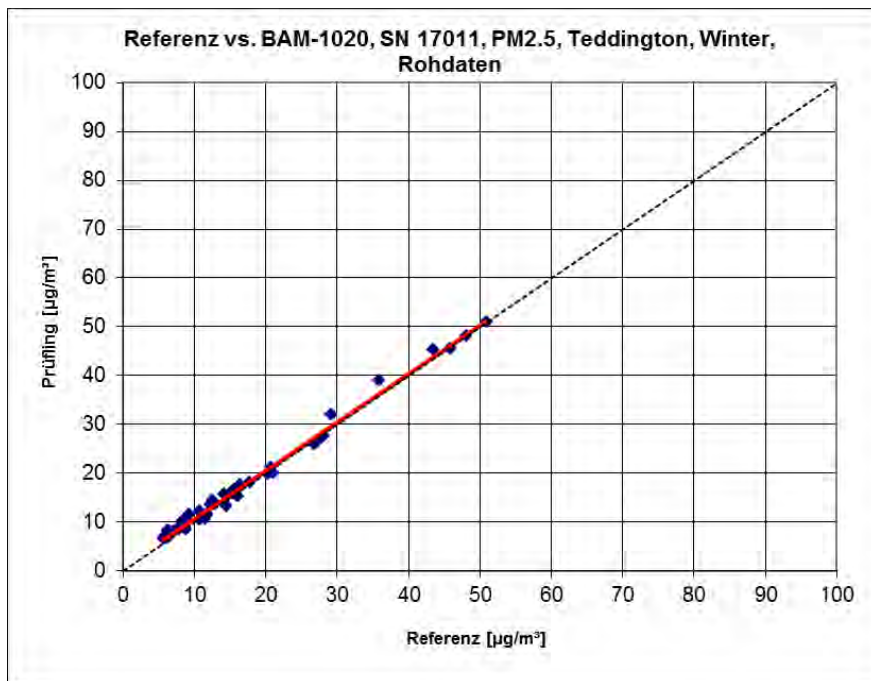


Abbildung 48: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, Teddington, Winter

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

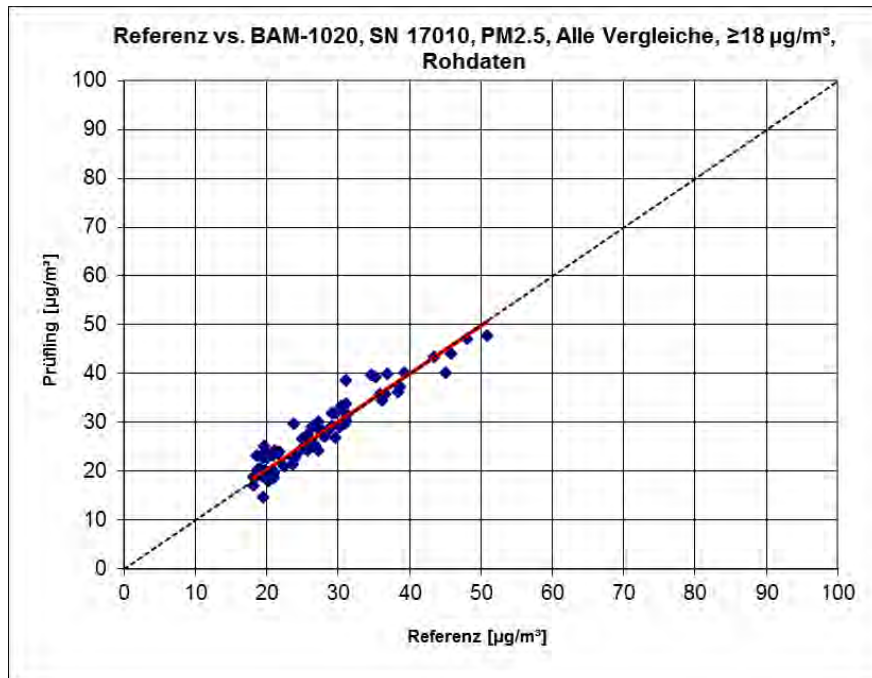


Abbildung 49: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Messkomponente PM_{2,5}, Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$

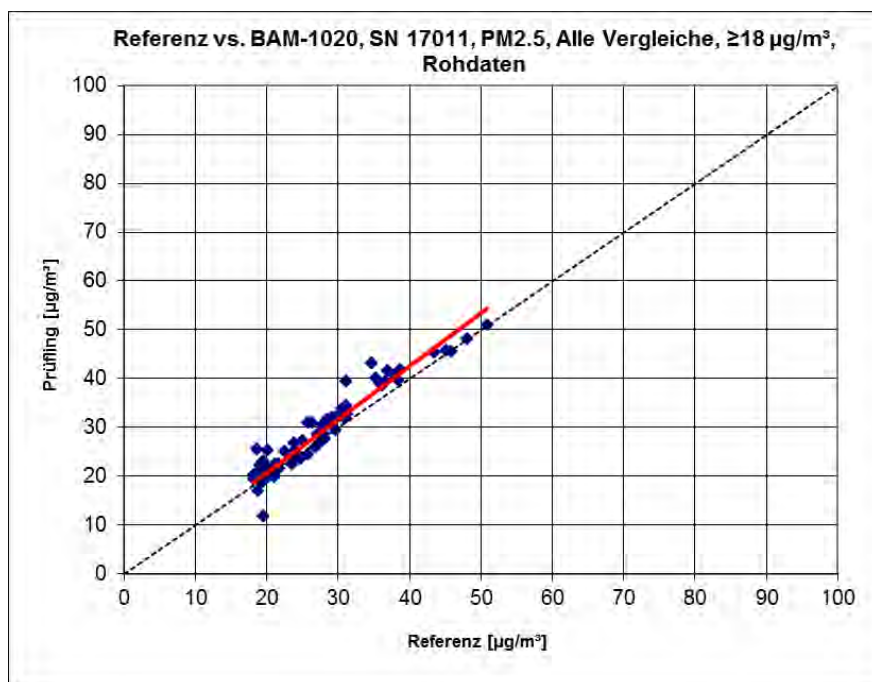


Abbildung 50: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$



6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (7.5.8.5 – 7.5.8.8)

Die Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (=Kalibrierung) muss erfolgen, wenn die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge größer als die in den Anforderungen an die Datenqualität festgelegte erweiterte relative Unsicherheit ist bzw. sofern die Prüfung zeigt, dass die die Steigung signifikant von 1 und/oder der Achsenabschnitt signifikant von 0 abweicht.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Siehe Punkt 6.1 17 Erweiterte Messunsicherheit der Ergebnisse der AMS (7.5.8.5 – 7.5.8.8)

6.4 Auswertung

Tritt bei der Auswertung der Rohwerte gemäß 6.1 17 Erweiterte Messunsicherheit der Ergebnisse der AMS (7.5.8.5 – 7.5.8.8) der Fall $W_{AMS} > W_{dqo}$ auf, d.h. Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet, dann ist es zulässig, einen Korrekturfaktor oder -term anzuwenden, der aus der Regressionsgleichung für den gesamten Datensatz resultiert. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen für alle Datensätze oder Teildatensätze erfüllen. Darüber hinaus kann eine Korrektur auch für den Fall, dass $W_{AMS} \leq W_{dqo}$ ist, genutzt werden, um die Genauigkeit der Prüflinge zu verbessern.

Es können drei verschiedene Fälle auftreten:

- a) Steigung b nicht signifikant von 1 verschieden: $|b - 1| \leq 2u(b)$,
Achsenabschnitt a signifikant von 0 verschieden: $|a| > 2u(a)$
- b) Steigung b signifikant von 1 verschieden: $|b - 1| > 2u(b)$,
Achsenabschnitt a nicht signifikant von 0 verschieden: $|a| \leq 2u(a)$
- c) Steigung b signifikant von 1 verschieden: $|b - 1| > 2u(b)$
Achsenabschnitt a signifikant von 0 verschieden: $|a| > 2u(a)$

zu a)

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

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

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 101 von 168

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 [8] 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 [8] ausführlich beschrieben.

zu c)

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

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

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

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



und

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

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

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [8] ausführlich beschrieben.

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

$$W_{AMS,corr}^2 = \frac{u_{corr,y_i=L}^2}{L^2}$$

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

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

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

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

Die größte resultierende Unsicherheit $W_{AMS,corr}$ wird mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] 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 % [7].

6.5 Bewertung

Die Prüflinge erfüllen während der Prüfung die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen schon ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren. Eine Korrektur des Achsabschnitts führt dennoch zu einer leichten Verbesserung der erweiterten Messunsicherheiten für den Gesamtdatensatz.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Die Auswertung des Gesamtdatensatzes für beide Prüflinge ergibt für die Messkomponente PM_{2,5} einen signifikanten Achsabschnitt.

Die Steigung für den Gesamtdatensatz liegt bei 1,000. Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei 0,764. (siehe Tabelle 21).

Eine Korrektur der Steigung ist trotz der festgestellten Signifikanz in den Gesamtdatensätzen der Einzelgeräte nicht sinnvoll, da die für die Korrektur heranzuziehende Steigung des gemeinsamen Gesamtdatensatzes bei 1,000 liegt.

Daher wurde für die Messkomponente PM_{2,5} lediglich eine Achsabschnittskorrektur des gesamten Datensatzes durchgeführt und mit den korrigierten Werten alle Datensätze neu ausgewertet.

Alle Datensätze erfüllen nach der Korrektur die Anforderungen an die Datenqualität. Die Anwendung eines Korrekturfaktors für den BAM-1020 für PM_{2,5} verbessert die erweiterten Messunsicherheiten nur leicht, bringt aber keinen entscheidenden Vorteil..

Die Version des Leitfadens vom Januar 2010 sowie die Richtlinie DIN EN 16450 verlangen für den Fall des Betriebs der Messeinrichtung in einem Messnetz, dass die Geräte jährlich an einer Anzahl von Messstellen, die wiederum abhängig ist von der höchsten erweiterten Unsicherheit in der Äquivalenzprüfung, überprüft werden. Das entsprechende Kriterium zur Festlegung der Anzahl der Messstellen ist in 5 % Schritte unterteilt (Leitfaden [4], Kapitel 9.9.2, Tabelle 6 bzw. DIN EN 16450 [8], Kapitel 8.6.2, Tabelle 5). Es bleibt festzustellen, dass die höchste ermittelte erweiterte Unsicherheit für PM_{2,5} nach Korrektur im Bereich 20 % bis 25 % lag.

Die entsprechende Umsetzung der oben genannten Anforderung zur regelmäßigen Überprüfung in den Messnetzen liegt in der Verantwortung des Messnetzbetreibers oder der zuständigen Behörde des Mitgliedstaates. Allerdings empfiehlt der TÜV Rheinland, dass die erweiterte Unsicherheit des Gesamtdatensatzes des Datensatzes hierzu herangezogen wird, nämlich 12,7 % (PM_{2,5}, unkorrigierter Datensatz) respektive 11,7 % (PM_{2,5}, Datensatz nach Offset-Korrektur), was wiederum eine jährliche Überprüfung an 3 Messorten (unkorrigiert und korrigiert) erfordern würde.



6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 23 zeigt die Ergebnisse der Auswertungen der Äquivalenzprüfung nach Anwendung der Korrekturfaktoren auf den Gesamtdatensatz.

Tabelle 23: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 17010 & SN 17011, Messkomponente PM_{2,5} nach Korrektur Achsabschnitt

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfung	BAM-1020	SN	SN 17010 & SN 17011	
Status Messwerte	Korrektur Offset	Grenzwert	30	µg/m³
		erlaubte Unsicherheit	25	%
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,33			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,38			µg/m³
SN 17010 & SN 17011				
Anzahl Wertepaare	248			
Steigung b	1,000			nicht signifikant
Unsicherheit von b	0,012			
Achsabschnitt a	0,000			nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,204			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	11,67			%
Alle Vergleiche, ≥18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,30			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,57			µg/m³
SN 17010 & SN 17011				
Anzahl Wertepaare	74			
Steigung b	1,031			
Unsicherheit von b	0,033			
Achsabschnitt a	-0,832			
Unsicherheit von a	0,919			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	15,00			%
Alle Vergleiche, <18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,34			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,05			µg/m³
SN 17010 & SN 17011				
Anzahl Wertepaare	174			
Steigung b	0,971			
Unsicherheit von b	0,025			
Achsabschnitt a	0,302			
Unsicherheit von a	0,267			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	10,64			%

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 105 von 168

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfung	BAM-1020	SN	SN 17010 & SN 17011	
Status	Messwerte	Korrektur	Offset	erlaubte Unsicherheit
				30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
				25 %
Teddington, Sommer				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,33			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,13			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
		SN 17010	SN 17011	
Anzahl Wertepaare	78			78
Steigung b	0,994			1,016
Unsicherheit von b	0,030			0,025
Achsabschnitt a	1,058			0,254
Unsicherheit von a	0,372			0,308
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	14,54	%		11,95 %
Köln, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,39			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,76			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
		SN 17010	SN 17011	
Anzahl Wertepaare	75			75
Steigung b	0,980			1,061
Unsicherheit von b	0,024			0,019
Achsabschnitt a	0,196			-0,334
Unsicherheit von a	0,512			0,405
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	13,08	%		14,12 %
Bornheim, Sommer				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,30			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,13			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
		SN 17010	SN 17011	
Anzahl Wertepaare	53			57
Steigung b	1,052			1,134
Unsicherheit von b	0,036			0,048
Achsabschnitt a	-1,726			-2,262
Unsicherheit von a	0,527			0,727
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	11,17	%		20,77 %
Teddington, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,27			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,01			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
		SN 17010	SN 17011	
Anzahl Wertepaare	45			43
Steigung b	0,970			0,991
Unsicherheit von b	0,014			0,014
Achsabschnitt a	-0,946			-0,134
Unsicherheit von a	0,300			0,293
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	14,46	%		7,70 %
Alle Vergleiche, $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,30			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,57			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
		SN 17010	SN 17011	
Anzahl Wertepaare	76			75
Steigung b	0,984			1,092
Unsicherheit von b	0,035			0,034
Achsabschnitt a	-0,180			-1,872
Unsicherheit von a	0,975			0,95
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	16,73	%		16,73 %
Alle Vergleiche, $< 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,34			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,05			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
		SN 17010	SN 17011	
Anzahl Wertepaare	175			178
Steigung b	0,955			1,021
Unsicherheit von b	0,028			0,026
Achsabschnitt a	0,373			-0,130
Unsicherheit von a	0,306			0,286
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	13,31	%		11,22 %
Alle Vergleiche				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,33			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,38			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
		SN 17010	SN 17011	
Anzahl Wertepaare	251			253
Steigung b	0,969	signifikant		1,041
Unsicherheit von b	0,013			0,012
Achsabschnitt a	0,225	nicht signifikant		-0,387
Unsicherheit von a	0,226			0,214
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	13,87	%		13,61 %



6.1 18 Wartungsintervall (7.5.7)

Das Wartungsintervall muss mindestens zwei Wochen betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Bei dieser Mindestanforderung wurde untersucht, welche Wartungsarbeiten in welchen Zeitabständen für eine einwandfreie Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung erforderlich sind.

Weiterhin wurden die Ergebnisse der Driftbestimmung für den Nullpunkt gemäß 6.1 12 Nullpunktprüfungen (7.5.3) zur Ermittlung des Wartungsintervalls berücksichtigt.

6.4 Auswertung

Es konnten für die Messeinrichtungen über den gesamten Feldtestzeitraum keine unzulässigen Driften festgestellt werden.

Das Wartungsintervall wird daher durch die anfallenden Wartungsarbeiten bestimmt:

1. Überprüfung des Gerätestatus
Der Gerätestatus kann durch Kontrolle der Messeinrichtung selbst oder auch on-line überwacht und kontrolliert werden.
2. Der Probenahmekopf muss prinzipiell nach den Anweisungen des Herstellers gesäubert werden, wobei die örtlichen Schwebstaubkonzentrationen in Betracht zu ziehen sind (in der Eignungsprüfung alle 4 Wochen).
3. Monatliche Reinigung des Gerätes. Dies beinhaltet auch die Reinigung des Bereichs der Eintrittsdüse über dem Filterband. In jedem Fall ist die Messeinrichtung nach jedem Messeinsatz zu reinigen.
4. Kontrolle des Filterbandvorrates – ein 21 m-Filterband reicht dabei für ca. 60 Tage bei einem Messzyklus von 60 min. Es wird empfohlen, eine routinemäßige Überprüfung des Filterbandvorrates bei jedem Besuch der Messstelle vorzunehmen.
5. Eine Überprüfung der Dichtigkeit sowie der Durchflussrate soll gemäß den Angaben des Herstellers alle 4 Wochen erfolgen. Weiterhin empfiehlt sich in diesem Zusammenhang eine Plausibilitätskontrolle der Umgebungstemperatur- und Luftdruckmessung. Die Arbeiten können zusammen mit den Arbeiten gemäß Punkt 4 durchgeführt werden.
6. Austausch des Filterbandes nach ca. 2 Monaten (Messzyklus: 60 min). Nach dem Austausch sollte in jedem Fall ein Geräteselbsttest gemäß Kapitel 3.5 des Handbuchs durchgeführt werden
7. Die Kalibrierung der Durchflussrate soll gemäß den Angaben des Herstellers alle 3 Monate erfolgen.
8. Der Abluftschalldämpfer an der Pumpe sollte halbjährlich getauscht werden.
9. Die Sensoren für die Umgebungstemperatur, Luftdruck, Filter-Temperatur und Filter-rH sind alle 6 Monate gemäß Bedienungshandbuch zu überprüfen.
10. Die Probenahmeheizung ist alle 6 Monate gemäß Bedienungshandbuch zu überprüfen.
11. Jährlich sollte ein 72-stündiger BKGD-Test mit Hilfe des Nullfilter-Kits BX-302 gemäß Handbuch Punkt 7.7 durchgeführt werden.

12. Einmal im Jahr sind zusätzlich im Rahmen einer jährlichen Grundwartung die Kohleschieber der Vakuumpumpe (nur Drehschieberpumpe) zu kontrollieren und ggf. auszutauschen.
13. Während der jährlichen Grundwartung ist auch auf die Reinigung des Probenahme-rohres zu achten.

Zur Durchführung der Wartungsarbeiten sind die Anweisungen im Handbuch (Kapitel 7) zu beachten. Alle Arbeiten lassen sich grundsätzlich mit üblichen Werkzeugen durchführen. Innerhalb der Betriebszeit kann die Wartung auf die Kontrolle von Verschmutzungen, Plausibilitätschecks und etwaigen Status-/Fehlermeldungen beschränkt werden.

6.5 Bewertung

Das Wartungsintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt und beträgt 4 Wochen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die notwendigen Wartungsarbeiten können dem Kapitel 7 des Bedienhandbuchs entnommen werden.



6.1 19 Automatische Überprüfung (7.5.4)

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

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

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

Die Messeinrichtung bietet die Möglichkeit einer internen Überprüfung des Nullpunktes und der Empfindlichkeit:

Zur geräteinternen Überprüfung des Nullpunktes der radiometrischen Messung wird auf die bei jedem Messzyklus auf einem sauberen Filterbandfleck ermittelten Zählraten I_1 bzw. I_{1X} zurückgegriffen (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Der Nullpunkt der radiometrischen Messung wird dabei nach folgender Formel ermittelt:

$$C_0 [mg/m^3] = \frac{A}{Q} * \frac{K}{\mu 2} * \ln\left(\frac{I_1}{I_{1X}}\right)$$

mit

C_0	Partikel-Massenkonzentration am NP	A	Sammelfläche für Partikel (Filterfleck)
Q	Probenahmedurchflussrate	K, $\mu 2$	Koeffizienten Betamessung
I_1	Betazählrate am Anfang	I_{1X}	Betazählrate am Ende

Zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit der radiometrischen Messung wird auf die bei jedem Messzyklus ermittelten Zählraten I_1 (sauberer Filterfleck) bzw. I_2 (sauberer Filterfleck + eingefahrene Referenzfolie) zurückgegriffen (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Aus den ermittelten Zählraten wird geräteintern die Massedichte m [$\mu g/cm^2$] der Referenzfolie berechnet. Der Wert wird kontinuierlich mit dem im Werk ermittelten Sollwert ABS verglichen und im Falle einer Abweichung vom Soll von >5 % eine Fehlermeldung generiert.

Das Gerät bietet somit die Möglichkeit, den Nullpunkt sowie den Referenzwert für jeden Messzyklus (hier 1-mal pro Stunde) geräteintern zu ermitteln. Die erhaltenen stündlichen Werte am Nullpunkt und Referenzpunkt werden über die serielle Schnittstelle ausgegeben und stehen problemlos für eine Auswertung mit einem Tabellenkalkulationsprogramm zur Verfügung.

6.4 Auswertung

Alle im Bedienungshandbuch aufgeführten Gerätefunktionen sind vorhanden oder aktivierbar. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und Probleme über eine Reihe von verschiedenen Warnmeldungen angezeigt. Eine automatische Überprüfung des Nullpunktes und der Empfindlichkeit ist möglich und wird aufgezeichnet.

6.5 Bewertung

Alle im Bedienungshandbuch aufgeführten Gerätefunktionen sind vorhanden oder aktivierbar. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und Probleme über eine Reihe von verschiedenen Warnmeldungen angezeigt. Eine automatische Überprüfung des Nullpunktes und der Empfindlichkeit ist möglich und wird aufgezeichnet.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die verfügbaren Statuswerte können dem Kapitel 6 des Bedienhandbuchs entnommen werden.



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

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

$T \pm 2 \text{ °C}$

$p \pm 1 \text{ kPa}$

$rF \pm 5 \%$

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

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

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtungen vom Typ BAM-1020 verwenden u.a. zur Durchflussregelung meteorologische Sensoren zur Erfassung der Außentemperatur und des Luftdrucks (BX-596 bzw. BX-592). Des Weiteren wird die rel. Feuchte im Bereich des Filterbands (Regelung der Probenahmeheizung) gemessen.

Die Genauigkeit der Sensoren werden vom Hersteller mit $\pm 1,5 \text{ °K}$ (Lufttemperatur), $\pm 4 \%$ (rel. Luftfeuchte) und $\pm 0,25 \text{ mmHg}$ entspricht $0,03 \text{ kPa}$ (Luftdruck) angegeben.

Es ist jederzeit leicht möglich mittels Transferstandards vor Ort Vergleichsmessungen durchzuführen und die Sensoren entsprechend bei Abweichungen zu justieren.

6.5 Bewertung

Die Sensoren zur Erfassung der Außentemperatur, des Luftdrucks und der relativen Luftfeuchte (Bereich Filterband) sind vor Ort überprüfbar und justierbar.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

7. Empfehlungen zum Praxiseinsatz

7.1 Arbeiten im Wartungsintervall (4 Wochen)

Folgende regelmäßige Arbeiten sind an der geprüften Messeinrichtung erforderlich:

- Regelmäßige Sichtkontrolle / Telemetrische Überwachung
- Gerätestatus in Ordnung
- Keine Fehlermeldungen
- Keine Verschmutzungen
- Überprüfung der Gerätefunktionen nach Anweisung des Herstellers
- Kontrolle des Filterbandvorrates
- Wartung des Probenahmekopfes gemäß Herstellerangaben
- Alle 4 Wochen: Plausibilitätskontrolle Temperatur-, Drucksensoren, ggf. Nachkalibrierung
- Alle 4 Wochen: Überprüfung der Dichtigkeit und der Durchflussrate

Im Übrigen sind die Anweisungen des Herstellers zu beachten.

Die Messeinrichtung führt bei jedem Messzyklus standardmäßig eine interne Überprüfung des Nullpunktes (Leermessung) sowie der Empfindlichkeit (Messung mit Referenzfolie) durch. Die Ergebnisse dieser Überprüfungen können zur kontinuierlichen Überprüfung der Stabilität der radiometrischen Messung verwendet werden.



7.2 Weitergehende Wartungsarbeiten

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

- Austausch des Filterbandes nach ca. 2 Monaten (Messzyklus: 60 min). Nach dem Austausch sollte in jedem Fall ein Geräteselbsttest gemäß Kapitel 3.5 des Handbuchs durchgeführt werden
- Die Kalibrierung der Durchflussrate soll gemäß den Angaben des Herstellers alle 3 Monate erfolgen.
- Der Abluftschalldämpfer an der Pumpe sollte halbjährlich getauscht werden.
- Die Sensoren für die Umgebungstemperatur, Luftdruck, Filter-Temperatur und Filter-rH sind alle 6 Monate gemäß Bedienungshandbuch zu überprüfen.
- Die Probenahmeheizung ist alle 6 Monate gemäß Bedienungshandbuch zu überprüfen.
- Jährlich sollte ein 72-stündiger BKGD-Test mit Hilfe des Nullfilter-Kits BX-302 gemäß Handbuch Punkt 7.7 durchgeführt werden.
- Einmal im Jahr sind zusätzlich im Rahmen einer jährlichen Grundwartung die Kohleschieber der Vakuumpumpe (nur Drehschieberpumpe) zu kontrollieren und ggf. auszutauschen.
- Während der jährlichen Grundwartung ist auch auf die Reinigung des Probenahmerohres zu achten.

Weitere Einzelheiten können der Bedienungsanleitung entnommen werden.

Immissionsschutz / Luftreinhaltung

Dipl.-Ing. Guido Baum

Dipl.-Ing. Karsten Pletscher

Köln, 21. September 2018
936/21243375/A

8. Literaturverzeichnis

- [1] VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmeseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, Juni 2002
- [2] VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, August 2004
- [3] Europäische Norm EN 14907, „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM_{2,5}-Massenfraktion des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 14907: 2005
- [4] Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“, Englische Fassung vom Juli 2009 bzw. vom Januar 2010
- [5] Bedienungshandbuch BAM-1020, Stand Revision W
- [6] Bedienungshandbuch LVS3, Stand 2000
- [7] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa
- [8] Europäische Norm EN 16450, „Außenluft – Automatische Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration (PM₁₀; PM_{2,5}); Deutsche Fassung EN 16450 vom Juli 2017
- [9] TÜV Rheinland Bericht Nr. 936/21209919/A vom 26. März 2010; Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmeseinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5}
- [10] Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 25. September 2010
- [11] Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 24. März 2011
- [12] Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 21. März 2012
- [13] Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 18. März 2013
- [14] Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 20. September 2014
- [15] Stellungnahme der TÜV Rheinland Energy GmbH vom 18. August 2017



Hersteller:

Met One Instruments, Inc., Grants Pass, USA

Eignung:

Zur kontinuierlichen Immissionsmessung der PM2,5-Fraktion im Schwebstaub im stationären Einsatz

Messbereich in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungs- bereich	zusätzlicher Messbereich	Einheit
PM 2,5	0 - 1000	-	µg/m ³

Softwareversion: Version 3236-07 5.0.10

Einschränkung:

Bei der Überprüfung der Dichtheit des Probenahmesystems wurden in der Eignungsprüfung die Werte 1,8% und 2,4% ermittelt. In der Mindestanforderung darf die Undichtigkeit nicht mehr als 1% vom durchgesaugten Probevolumen betragen.

Hinweise:

1. Die Anforderungen gemäß des Leitfadens Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods werden für die Messkomponente PM2,5 eingehalten.
2. Das Gerät ist zur Erfassung von PM2,5 mit folgenden Optionen auszustatten:
Probenahmeheizung (BX-830), PM10-Probenahmekopf (BX-802), PM2,5 Sharp Cut Cyclone SCC (BX-807), kombinierter Druck- und Temperatursensor (BX-596) bzw. alternativ Umgebungstemperatursensor (BX-592).
3. Die Zykluszeit während der Eignungsprüfung betrug 1 h, d.h. jede Stunde wurde ein automatischer Filterwechsel durchgeführt. Jeder Filterleck wurde nur einmal beprobt.
4. Die Probenahmezeit innerhalb der Zykluszeit beträgt 42 min.
5. Die Messeinrichtung ist in einem verschließbaren Messcontainer zu betreiben.
6. Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM2,5-Referenzverfahren nach DIN EN 14907 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
7. Die Messeinrichtung wird baugleich von der Firma Horiba -Europe GmbH, 61440 Oberursel unter dem Namen APDA-371 mit PM2,5-Vorabscheider vertrieben.

Prüfinstitut:

TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH, Köln
Bericht-Nr.: 936/21209919/A vom 26. März 2010

Abbildung 51: Erstbekanntgabe BAnz. vom 28. Juli 2010, S. 2597, Kapitel II Nummer 1.1

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 115 von 168

18 Mitteilung zur Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 12. Juli 2010 (BANz. S. 2597, Kapitel II Nummer 1.1)

Für die Messeinrichtung BAM 1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Fa. Met One Instruments werden die Anforderungen an die Dichtheit des Probenahmesystems nach einer Neubewertung eingehalten. Die Messeinrichtung erfüllt ebenfalls die Anforderungen des Leitfadens Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods in der Version vom Januar 2010.
Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 25. September 2010

Abbildung 52: Bekanntgabe Mitteilung BANz. vom 26. Januar 2011, S. 294, Kapitel IV 18. Mitteilung

11. Mitteilung zu Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 12. Juli 2010 (BANz. S. 2597, Kapitel II Nummer 1.1) und vom 10. Januar 2011 (BANz. S. 294, Kapitel IV 18. Mitteilung)

Die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Messkomponente Schwebstaub PM_{2,5} kann optional mit der Pumpe BX-125 betrieben werden. Die Messeinrichtung kann optional mit einem Touch Screen Display (Option BX-970) ausgerüstet werden. Die aktuelle Softwareversion lautet:
3236-77 V5.1.0

Die Softwareversion für die Messeinrichtung ohne Option BX-970 Touch Screen Display lautet weiterhin 3236-07 5.0.10.

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 24. März 2011

Abbildung 53: Bekanntgabe Mitteilung BANz. vom 29. Juli 2011, S. 2725, Kapitel III 11. Mitteilung

5 Mitteilung zu Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 12. Juli 2010 (BANz. S. 2597, Kapitel II Nummer 1.1) und vom 15. Juli 2011 (BANz. S. 2725, Kapitel III 11. Mitteilung)

Die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Messkomponente Schwebstaub PM_{2,5} erhält eine neu designte Rückplatte um die erweiterten Schnittstellen u. a. des optionalen Reportprozessors BX-965 unterzubringen.

Die aktuelle Softwareversion der Messeinrichtung lautet:

3236-07 5.0.15

Die aktuelle Softwareversion der Messeinrichtung mit Touch Screen Display (Option BX-970) lautet:

3236-77 V5.1.2

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 21. März 2012

Abbildung 54: Bekanntgabe Mitteilung BANz AT 20.07.2012 B11, Kapitel IV 5. Mitteilung

4 Mitteilung zu den Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 12. Juli 2010 (BANz. S. 2597, Kapitel II Nummer 1.1) und vom 6. Juli 2012 (BANz AT 20.07.2012 B11, Kapitel IV 5. Mitteilung)

Die aktuelle Softwareversion der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Messkomponente Schwebstaub PM_{2,5} lautet:

3236-07 5.1.1

Die aktuelle Softwareversion der Messeinrichtung mit Touch Screen Display (Option BX-970) lautet:

3236-77 V5.2.0

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 18. März 2013

Abbildung 55: Bekanntgabe Mitteilung BANz AT 23.07.2013 B4, Kapitel V 4. Mitteilung



12 Mitteilung zu den Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 12. Juli 2010 (BAnz. S. 2597, Kapitel II Nummer 1.1) und vom 3. Juli 2013 (BAnz AT 23.07.2013 B4, Kapitel V 4. Mitteilung)

Der Drucksensor 970603 (MICROSWITCH #185PC15AT) in der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Fa. Met One Instruments, Inc. wurde abgekündigt und durch den Drucksensor 970595 (HONEYWELL SSCDANN015PAAA5) ersetzt.

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 20. September 2014

Abbildung 56: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 02.04.2015 B5, Kapitel IV 12. Mitteilung

9 Mitteilung zu den Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 12. Juli 2010 (BAnz. S. 2597, Kapitel II Nummer 1.1) und vom 25. Februar 2015 (BAnz AT 02.04.2015 B5, Kapitel IV 12. Mitteilung)

Die aktuelle Softwareversion der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. lautet:

3236-07 5.5.0

Die aktuelle Softwareversion der Messeinrichtung mit Touch Screen Display (Option BX-970) lautet:

3236-77 V5.2.0

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energy GmbH vom 18. August 2017

Abbildung 57: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 26.03.2018 B8, Kapitel V 9. Mitteilung

9. Anlagen

Anhang 1 Mess- und Rechenwerte

- Anlage 1: Nullniveau und Nachweisgrenze
- Anlage 2: Genauigkeit des Volumenstroms
- Anlage 3: Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes und der Empfindlichkeit
- Anlage 4: Netzspannungsabhängigkeit
- Anlage 5: Messwerte aus den Feldteststandorten
- Anlage 6: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Anhang 2 Verfahren zur Filterwägung

Anhang 3 Handbücher

Anlage 1

Nullniveau und Nachweisgrenze

Blatt 1 von 1

Hersteller Met One Instruments					
Gerätetyp BAM-1020				Standards	NP
Serien-Nr. SN X14465 / SN X14499				Messwerte mit Nullfilter	

Nr.	Datum	Messwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] SN X14465	Datum	Messwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] SN X14499	
1	22.07.2018	-0,2	22.07.2018	0,1	
2	23.07.2018	0,0	23.07.2018	-0,4	
3	24.07.2018	0,0	24.07.2018	0,0	
4	25.07.2018	0,5	25.07.2018	0,0	
5	26.07.2018	0,2	26.07.2018	0,1	
6	27.07.2018	0,6	27.07.2018	0,0	
7	28.07.2018	-0,1	28.07.2018	0,3	
8	29.07.2018	-0,3	29.07.2018	-0,4	
9	30.07.2018	0,0	30.07.2018	-0,6	
10	31.07.2018	0,5	31.07.2018	0,7	
11	01.08.2018	0,0	01.08.2018	1,3	
12	02.08.2018	1,3	02.08.2018	0,4	
13	03.08.2018	0,7	03.08.2018	0,8	
14	04.08.2018	0,3	04.08.2018	1,1	
15	05.08.2018	0,4	05.08.2018	0,2	
	Anzahl Werte	15	Anzahl Werte	15	
	Mittelwert (Nullniveau)	0,27	Mittelwert (Nullniveau)	0,23	
	Standardabweichung s_{x0}	0,42	Standardabweichung s_{x0}	0,53	
	Nachweisgrenze X	1,37	Nachweisgrenze X	1,75	

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

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Anlage 2

Genauigkeit des Volumenstroms

Blatt 1 von 1

Hersteller	Met One Instruments						Solldurchflussrate [l/min]	16,67
Gerätetyp	BAM-1020							
Serien-Nr.	SN X14465 / SN X14499							
Temperatur 1	5°C	SN X14465			SN X14499			
		Nr.	Datum/Uhrzeit	Messwert [l/pm]	Nr.	Datum/Uhrzeit	Messwert [l/pm]	
		1	15.08.2018 06:11	16,46	1	15.08.2018 06:13	16,36	
		2	15.08.2018 06:15	16,44	2	15.08.2018 06:17	16,34	
		3	15.08.2018 06:19	16,43	3	15.08.2018 06:21	16,36	
		4	15.08.2018 06:23	16,42	4	15.08.2018 06:25	16,35	
		5	15.08.2018 06:27	16,42	5	15.08.2018 06:29	16,36	
		6	15.08.2018 06:31	16,42	6	15.08.2018 06:33	16,35	
		7	15.08.2018 06:35	16,39	7	15.08.2018 06:37	16,34	
		8	15.08.2018 06:39	16,40	8	15.08.2018 06:41	16,33	
		9	15.08.2018 06:43	16,40	9	15.08.2018 06:45	16,35	
		10	15.08.2018 06:47	16,33	10	15.08.2018 06:49	16,34	
		Mittelwert	16,41	Mittelwert	16,35			
Temperatur 2	40°C	SN X14465			SN X14499			
		Nr.	Datum/Uhrzeit	Messwert [l/pm]	Nr.	Datum/Uhrzeit	Messwert [l/pm]	
		1	16.08.2018 06:12	16,80	1	16.08.2018 06:14	16,84	
		2	16.08.2018 06:16	16,86	2	16.08.2018 06:18	16,90	
		3	16.08.2018 06:20	16,84	3	16.08.2018 06:22	16,86	
		4	16.08.2018 06:24	16,91	4	16.08.2018 06:26	16,91	
		5	16.08.2018 06:28	16,87	5	16.08.2018 06:30	16,87	
		6	16.08.2018 06:32	16,87	6	16.08.2018 06:34	16,87	
		7	16.08.2018 06:36	16,88	7	16.08.2018 06:38	16,86	
		8	16.08.2018 06:40	16,86	8	16.08.2018 06:42	16,91	
		9	16.08.2018 06:44	16,90	9	16.08.2018 06:46	16,88	
		10	16.08.2018 06:48	16,87	10	16.08.2018 06:50	16,86	
		Mittelwert	16,87	Mittelwert	16,88			

Anlage 3 Umgebungstemperaturabhängigkeit am Nullpunkt

Blatt 1 von 2

Hersteller		Met One Instruments					
Gerätetyp		BAM-1020					
Serien-Nr.		SN 17010 / SN 17011					
Prüfzeitraum:		30.05.2009 - 17.06.2009					
			Messung 1	Messung 2	Messung 3		
SN 17010	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	1,4	-1,0	0,1	0,2	1,1
	2	5	1,6	1,7	1,5	1,6	
	3	20	0,1	0,7	1,1	0,6	
	4	40	-1,3	2,1	0,2	0,3	
	5	20	2,4	0,7	4,5	2,5	
SN 17011	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	-0,7	-0,7	-1,6	-1,0	-1,1
	2	5	-0,4	-0,5	-0,1	-0,3	
	3	20	-1,6	-1,0	-0,7	-1,1	
	4	40	-2,5	-3,0	-3,2	-2,9	
	5	20	-1,7	-1,0	-1,2	-1,3	

Anlage 3

Umgebungstemperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit (Span)

Blatt 2 von 2

Hersteller		Met One Instruments		Verwendeter Prüfstandard interne Referenzfolie			
Gerätetyp		BAM-1020					
Serien-Nr.		SN 17010 / SN 17011					
Prüfzeitraum: 30.05.2009 - 17.06.2009			Messung 1	Messung 2	Messung 3		
SN 17010	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/cm ³]	Messwert [µg/cm ³]	Messwert [µg/cm ³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/cm ³]	Mittelwert bei 20°C [µg/cm ³]
RP	1	20	829,8	829,7	829,6	829,7	829,6
	2	5	829,4	829,3	829,3	829,3	
	3	20	829,6	829,7	829,3	829,5	
	4	40	830,8	830,7	831,8	831,1	
	5	20	829,3	829,6	829,6	829,5	
SN 17011	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/cm ³]	Messwert [µg/cm ³]	Messwert [µg/cm ³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/cm ³]	Mittelwert bei 20°C [µg/cm ³]
RP	1	20	822,9	822,6	821,9	822,5	823,0
	2	5	821,8	822,4	823,3	822,5	
	3	20	821,9	823,3	823,3	822,8	
	4	40	823,8	825,4	826,4	825,2	
	5	20	823,3	823,7	823,8	823,6	

Anlage 4

Netzspannungsabhängigkeit der Empfindlichkeit (Span)

Blatt 1 von 1

Hersteller		Met One Instruments		Verwendeter Prüfstandard Interne Referenzfolie			
Gerätetyp		BAM-1020					
Serien-Nr.		SN X14465 / SN X14499					
			Messung 1	Messung 2	Messung 3		
SN X14465	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert [mg]	Messwert [mg]	Messwert [mg]	Mittelwert aus 3 Messungen [mg]	
RP	1	230	0,813	0,815	0,816	0,815	
	2	195	0,811	0,819	0,818	0,816	
	3	230	0,815	0,817	0,819	0,817	
	4	253	0,813	0,818	0,818	0,816	
	5	230	0,815	0,815	0,815	0,815	
SN X14499	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert [mg]	Messwert [mg]	Messwert [mg]	Mittelwert aus 3 Messungen [mg]	
RP	1	230	0,824	0,827	0,826	0,826	
	2	195	0,827	0,827	0,830	0,828	
	3	230	0,822	0,820	0,824	0,822	
	4	253	0,824	0,830	0,826	0,827	
	5	230	0,822	0,824	0,826	0,824	

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 1 von 13

Hersteller		Met One Instruments							Schwebstaub PM2,5		Messwerte in µg/m³ i.B.
Gerätetyp		BAM-1020									
Serien-Nr.		SN 17010 / SN 17011									
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 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
1	24.07.2008			32,9	32,0				Nullfilter	Teddington, Sommer	
2	25.07.2008	15,4	15,1	22,5	23,6	65,9	13,6	15,3			
3	26.07.2008			21,0	21,6		15,5	14,1	Ausreisser Ref. PM2,5		
4	27.07.2008	13,1	13,2	19,0	19,9	67,8	16,5	15,5			
5	28.07.2008	13,5	13,6	20,3	20,3	66,9	15,0	15,1			
6	29.07.2008	4,2	4,7	11,8	12,1	37,4	7,7	6,0			
7	30.07.2008	9,6	9,5	16,2	16,5	58,4	12,2	9,5			
8	31.07.2008	10,8	11,0	22,2	22,4	49,0	15,2	15,5			
9	01.08.2008	4,2	5,5	16,3	15,5	30,3	9,1	7,7			
10	02.08.2008	2,4	2,2				5,3	4,4	Ausreisser Ref. PM10		
11	03.08.2008	2,0	2,5	8,2	8,4	26,8	3,0	4,9			
12	04.08.2008	3,4	4,4	9,4	9,6	41,1	5,2	4,7			
13	05.08.2008	3,1	3,6	7,5	7,3	45,1	8,4	7,0			
14	06.08.2008								Stromausfall		
15	07.08.2008	5,4	6,2	11,9	11,4	50,2			Stromausfall		
16	08.08.2008	5,2	6,2	9,9	9,6	58,5	7,8	6,7			
17	09.08.2008	2,3	3,3	7,1	7,3	39,3	5,0	6,4			
18	10.08.2008	3,9	4,1	11,7	11,2	34,7	4,0	5,1			
19	11.08.2008	5,6	6,0	13,7	13,5	42,7	6,1	6,4			
20	12.08.2008	3,5	3,5	10,6	10,5	33,2	3,1	3,3			
21	13.08.2008	3,5	3,8	11,8	11,4	31,7	4,2	3,7			
22	14.08.2008	6,1	6,5	11,0	11,1	56,9	7,6	6,0			
23	15.08.2008	5,6	6,3	10,0	11,6	55,4	6,6	5,0			
24	16.08.2008	5,5	5,5				5,7	4,8	Ausreisser Ref. PM10		
25	17.08.2008	2,7	2,7	8,7	8,5	31,2	3,7	4,3			
26	18.08.2008								Nullfilter		
27	19.08.2008	4,6	4,7	12,5	13,0	36,6	5,2	7,0			
28	20.08.2008	3,9	4,1	10,2	10,1	39,6	6,4	6,2			
29	21.08.2008	6,5	6,8	13,2	13,5	50,2	8,9	7,5			
30	22.08.2008	5,2	4,9	9,5	9,3	53,6	6,3	5,0			

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 2 von 13

Hersteller Met One Instruments										Schwebstaub PM2,5 Messwerte in µg/m³ i.B.	
Gerätetyp BAM-1020											
Serien-Nr. SN 17010 / SN 17011											
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 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
31	23.08.2008	4,5	4,4	9,2	9,5	47,4	7,0	5,6		Teddington, Sommer	
32	24.08.2008	3,5	3,5	8,6	8,7	40,3	5,7	4,3			
33	25.08.2008	6,5	6,5	12,9	13,0	50,0	10,2	9,9			
34	26.08.2008	4,8	4,9	10,7	9,5	47,9	8,3	7,0			
35	27.08.2008	7,4	7,0	13,4	13,6	53,2	10,7	10,4			
36	28.08.2008	9,6	9,3	14,1	14,2	66,8	12,1	12,4			
37	29.08.2008	13,7	12,8	20,1	19,1	67,8	16,8	19,3			
38	30.08.2008	31,6	30,5	43,8	43,2	71,4	38,3	39,2			
39	31.08.2008	13,3	12,1	22,0	21,6	58,5	18,7	16,8			
40	01.09.2008	2,9	2,6	8,1	8,1	33,9	5,5	4,6			
41	02.09.2008	3,0	2,4	11,8	12,4	22,3	4,1	5,0			
42	03.09.2008	3,6	3,3	14,2	14,3	24,2	5,5	6,0			
43	04.09.2008	4,1	3,7				6,5	4,4			
44	05.09.2008	2,6	2,7	7,5	7,6	35,0	2,7		Ausreisser Ref. PM10 Referenzfolie SN 17011 klemmt, 4 h Ausfall Reparatur		
45	06.09.2008	3,4	3,6	8,0	7,6	44,9	4,1	4,8			
46	07.09.2008	3,1	2,7	8,4	8,2	34,8	5,8	4,9			
47	08.09.2008	6,4	6,6	14,7	14,2	45,0	9,0	7,5			
48	09.09.2008	6,0	5,2	14,4	14,2	39,1	8,3	6,4			
49	10.09.2008	4,3	4,1	11,0	10,6	38,6	10,1	6,1			
50	11.09.2008	6,5	5,4	17,2	17,5	34,2	9,2	7,0			
51	12.09.2008	5,5	5,1	9,4	9,1	57,3	8,0	6,4			
52	13.09.2008	15,5	15,4	20,4	20,7	75,5	18,8	16,2			
53	14.09.2008	10,9	10,3	18,1	17,4	60,0	13,0	11,2			
54	15.09.2008	11,8	12,3	17,5	17,5	68,6	12,5	11,3			
55	16.09.2008	17,7	17,4	24,6	24,2	72,0	18,5	17,1			
56	17.09.2008	19,4	19,2	26,9	28,1	70,3	20,0	18,6			
57	18.09.2008	17,0	17,2	24,5	23,6	71,3	17,9	16,9			
58	19.09.2008	20,7	20,9	29,3	29,4	70,9	22,9	21,3			
59	20.09.2008	21,7	21,4	26,9	26,6	80,6	23,2	22,4			
60	21.09.2008	21,6	22,0	28,6	28,1	76,9	23,8	21,3			

TÜV Rheinland Energy GmbH
Luftreinhaltung

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A



Seite 125 von 168

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 3 von 13

Hersteller		Met One Instruments							Schwebstaub PM2,5		Messwerte in µg/m³ i.B.
Gerätetyp		BAM-1020									
Serien-Nr.		SN 17010 / SN 17011									
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 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
61	22.09.2008	14,8	15,0	22,3	22,6	66,3	17,4	15,3	Nullfilter Filtertape SN 17010 gerissen	Teddington, Sommer	
62	23.09.2008	6,3	6,1	18,0	17,8	34,5					
63	24.09.2008	11,4	11,4	18,8	19,7	59,1		13,5			
64	25.09.2008	16,1	16,5	26,7	26,4	61,2	19,0	17,9			
65	26.09.2008	17,5	17,4	29,9	29,7	58,5	21,1	19,4			
66	27.09.2008	27,2	27,2	35,7	35,6	76,4	29,9	28,4			
67	28.09.2008						20,4	17,8			
68	29.09.2008	4,3	4,4	7,4	8,5	54,9	5,3	3,6			
69	30.09.2008	3,2	3,3	6,9	6,7	48,3	3,9	3,7			
70	01.10.2008						3,5	2,4			
71	02.10.2008						5,4	3,9			
72	03.10.2008						7,3	5,7			
73	04.10.2008						3,0	1,4			
74	05.10.2008						5,7	3,7			
75	06.10.2008						7,5	6,4			
76	07.10.2008						5,5	5,4			
77	08.10.2008						14,0	11,3			
78	09.10.2008	8,9	10,1	18,4	18,0	52,2	11,2	9,8			
79	10.10.2008	10,5	10,6	19,5	19,6	54,1	12,4	10,8			
80	11.10.2008	15,6	15,8	22,6	22,6	69,5	20,7	17,8			
81	12.10.2008	20,4	21,1	25,9	25,9	80,1	23,4	21,5			
82	13.10.2008	8,3	8,4	14,6	14,4	57,6	10,5	9,5			
83	14.10.2008	6,1	6,4	11,4	12,2	52,7	10,2	7,1			
84	15.10.2008	3,9	3,8	8,2	8,6	46,0	5,7	3,1			
85	16.10.2008								Nullfilter Nicht in Betrieb Nicht in Betrieb Nicht in Betrieb Nicht in Betrieb		
86	17.10.2008										
87	18.10.2008										
88	19.10.2008										
89	20.10.2008										
90	21.10.2008						7,5	7,5			

TÜV Rheinland Energy GmbH
Luftreinhaltung

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A



Seite 127 von 168

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 4 von 13

Hersteller Met One Instruments										
Gerätetyp BAM-1020										
Serien-Nr. SN 17010 / SN 17011										
Schwebstaub PM2,5 Messwerte in µg/m³ i.B.										
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
91	22.10.2008						8,2	7,7		Teddington, Sommer
92	23.10.2008						5,4	4,2		
93	24.10.2008						12,1	10,5		
94	25.10.2008						11,2	9,5		
95	26.10.2008						4,4	2,2		
96	27.10.2008						11,0	9,4		
97	28.10.2008						6,8	8,5		
98	29.10.2008						15,8	17,1		
99	30.10.2008						10,5	11,0		
100	31.10.2008	11,7	12,0	16,9	18,5	66,9	9,5	10,2		
101	01.11.2008	14,8	15,1	18,3	19,2	79,9	12,6	14,2		
102	02.11.2008	20,4	20,0	25,5	25,8	78,7	18,0	20,0		
103	03.11.2008	20,7	20,9	27,0	27,8	76,0	19,0	20,5		
104	04.11.2008	31,1	30,9	37,5	38,4	81,7	29,5	31,6		
105	05.11.2008	29,7	29,6	35,5	36,2	82,8	26,6	29,3		
106	06.11.2008	23,5	23,8	28,2	28,6	83,2	21,2	23,6		
107	07.11.2008	6,8	6,7	15,2	14,7	45,4	6,6	8,0		
108	08.11.2008	3,5	3,5	8,6	9,4	39,1	3,7	4,1		
109	09.11.2008	4,1	4,0	11,5	11,9	34,8	4,5	3,9		
110	04.12.2008						6,2	8,4		Köln, Winter
111	05.12.2008	9,1	9,2	12,5	13,0	71,6	7,5	9,9		
112	06.12.2008						13,8	18,0		
113	07.12.2008	17,4	17,2	22,6	22,8	76,1	16,7	18,4		
114	08.12.2008	15,2	15,8	18,2	18,3	84,8	14,1	16,7		
115	09.12.2008	22,7	22,2				20,7	24,9		
116	10.12.2008	19,9	18,8	24,1	23,9	80,6	18,8	20,4	Ausreisser Ref. PM10	
117	11.12.2008	24,0	24,0	28,3	29,3	83,2	22,4	25,1		
118	12.12.2008	17,3	16,6	19,1	19,5	87,8	15,5	18,1		
119	13.12.2008	17,9	18,5				16,9	19,1	Ausreisser Ref. PM10	
120	14.12.2008						36,6	42,1		

TÜV Rheinland Energy GmbH
Luftreinhaltung

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A



Seite 129 von 168

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 5 von 13

Hersteller Met One Instruments Gerätetyp BAM-1020 Serien-Nr. SN 17010 / SN 17011 Schwebstaub PM2,5 Messwerte in µg/m³ i.B.										
Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
121	15.12.2008	31,3	31,4	34,9	34,7	90,1	31,5	32,5		Köln, Winter
122	16.12.2008	16,8	16,4	19,6	20,4	83,1	17,6	20,2		
123	17.12.2008	20,1	20,1	32,3	33,2	61,5	22,5	25,1		
124	18.12.2008						12,1	14,5		
125	19.12.2008			20,3	21,6		10,5	12,1		
126	20.12.2008						7,4	8,9		
127	21.12.2008	7,1	8,5	11,1	11,1	70,5	8,6	8,7		
128	22.12.2008						15,4	15,9		
129	23.12.2008						21,2	22,6		
130	24.12.2008						24,1	25,4		
131	25.12.2008						8,2	7,4		
132	26.12.2008						12,0	12,3		
133	27.12.2008						19,7	20,9		
134	28.12.2008	27,9	27,9	33,7	33,9	82,6	27,0	30,3		
135	29.12.2008						33,5	37,0		
136	30.12.2008						45,7	48,9		
137	31.12.2008						98,2	111,5		
138	01.01.2009						82,0	88,9		
139	02.01.2009						46,3	47,5		
140	03.01.2009						32,9	36,9		
141	04.01.2009	30,0	30,4	35,1	36,7	84,1	28,7	32,1		
142	05.01.2009	14,7	15,4	17,0	16,3	90,3	14,1	16,8		
143	06.01.2009	34,6	34,8	49,7	48,6	70,7	39,4	43,0		
144	07.01.2009								Nullfilter	
145	08.01.2009						35,5	36,3		
146	09.01.2009	38,8	38,6	48,6	47,7	80,4	37,0	41,6		
147	10.01.2009	45,7	44,6	48,3	48,8	92,9	39,9	45,4		
148	11.01.2009						41,9	46,5		
149	12.01.2009	38,4	38,4	42,7	42,9	89,7	36,0	39,4		
150	13.01.2009	36,3	36,0	41,7	41,6	86,8	34,3	38,3		

TÜV Rheinland Energy GmbH
Luftreinhaltung

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A



Seite 131 von 168

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 6 von 13

Hersteller Met One Instruments										Schwebstaub PM2,5 Messwerte in µg/m³ i.B.	
Gerätetyp BAM-1020											
Serien-Nr. SN 17010 / SN 17011											
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 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
151	14.01.2009	31,1	31,3	38,2	38,2	81,5	30,1	33,7	Ausreisser Ref. PM2,5	Köln, Winter	
152	15.01.2009	28,4	28,5	32,2	32,0	88,6	27,9	31,3			
153	16.01.2009	36,6	36,8	39,9	40,2	91,6	35,5	39,3			
154	17.01.2009						16,8	16,5			
155	18.01.2009	5,0	4,4	8,5	7,9	57,3	5,9	6,1			
156	19.01.2009	3,0	3,3	6,7	5,9	50,0	5,0	4,9			
157	20.01.2009			14,2	14,5		9,7	11,0			
158	21.01.2009	16,0	16,0	21,2	21,6	74,5	16,3	17,8			
159	22.01.2009	6,2	6,3	9,0	8,6	71,3	7,7	7,2			
160	23.01.2009	5,3	4,9	9,2	9,1	55,5	7,2	7,2			
161	24.01.2009						17,4	18,7			
162	25.01.2009	16,4	16,6	21,0	20,4	79,4	16,4	17,6			
163	26.01.2009	35,1	35,5	44,8	43,8	79,6	38,9	39,9			
164	27.01.2009	31,0	31,2	37,4	37,5	83,0	33,6	34,3			
165	28.01.2009	29,9	29,4	33,5	33,9	87,9	31,5	31,7			
166	29.01.2009						28,4	31,3			
167	30.01.2009	23,6	24,1	29,5	29,2	81,2	29,4	26,6			
168	31.01.2009						7,1	7,9			
169	01.02.2009	15,2	15,6	17,8	18,1	85,9	18,7	18,3			
170	02.02.2009								Nullfilter Ausreisser Ref. PM2,5		
171	03.02.2009			41,3	41,0		37,1	39,4			
172	04.02.2009	30,9	30,2	34,3	34,2	89,1	33,0	33,5			
173	05.02.2009	17,6	17,1	21,2	21,2	81,9	19,0	19,1			
174	06.02.2009	19,4	19,8	23,5	23,7	83,0	22,5	22,9			
175	07.02.2009						22,9	22,5			
176	08.02.2009	12,4	12,6	16,1	16,1	77,3	15,2	13,8			
177	09.02.2009	7,1	6,7	10,8	10,4	64,9	8,6	7,1			
178	10.02.2009						8,3	8,2			
179	11.02.2009	11,5	11,9	16,8	16,6	70,1	13,9	12,7			
180	12.02.2009	12,2	13,1	21,8	22,7	57,0	16,9	16,4			

TÜV Rheinland Energy GmbH
Luftreinhaltung

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A



Seite 133 von 168

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 7 von 13

Hersteller		Met One Instruments							Schwebstaub PM2,5		Messwerte in µg/m³ i.B.
Gerätetyp		BAM-1020									
Serien-Nr.		SN 17010 / SN 17011									
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 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
181	13.02.2009	19,8	19,6	25,9	26,3	75,4	23,6	22,2	Ref. 2 PM2,5 nicht gelaufen	Köln, Winter	
182	14.02.2009						28,9	28,7			
183	15.02.2009	19,5	19,9	24,7	25,1	79,0	24,8	22,2			
184	16.02.2009			17,7	18,2		15,8	16,3			
185	17.02.2009	10,7	10,5	12,7	13,1	82,0	10,3	11,0			
186	18.02.2009	15,0	14,5	21,0	21,6	69,2	14,9	16,2			
187	19.02.2009	30,9	31,0	38,8	38,8	79,7	30,2	31,7			
188	20.02.2009	12,9	13,1	18,3	18,3	70,8	14,7	16,0			
189	21.02.2009						23,1	24,7			
190	22.02.2009	13,5	13,9	20,2	20,8	66,7	15,0	14,0			
191	23.02.2009	6,6	6,0	14,6	15,0	42,4	6,6	8,5			
192	24.02.2009	19,1	18,9	29,9	30,5	63,0	20,3	21,9			
193	25.02.2009	26,9	27,3	36,3	35,5	75,4	28,6	28,4			
194	26.02.2009	20,0	19,6	30,7	30,7	64,6	19,8	20,4			
195	27.02.2009	21,1	21,2	28,3	28,2	74,9	24,0	22,4			
196	28.02.2009	25,0	25,0	31,4	31,5	79,6	26,5	27,1			
197	01.03.2009						31,5	33,1			
198	02.03.2009	28,0	27,8	36,9	37,1	75,3	28,0	28,7			
199	03.03.2009	20,8	21,2	25,9	25,7	81,4	19,6	21,4			
200	04.03.2009								Nullfilter		
201	05.03.2009	15,2	13,7	15,2	16,0	92,8	14,7	14,9			
202	06.03.2009	16,1	14,8	21,4	21,9	71,6	16,0	17,9			
203	07.03.2009	18,7	18,9	26,1	26,1	71,9	18,7	16,9			
204	08.03.2009						5,6	6,9			
205	09.03.2009						8,0	9,2			
206	10.03.2009						8,3	9,7			
207	11.03.2009	13,0	13,2	21,4	21,6	60,7	13,9	14,2			
208	12.03.2009	19,1	19,2	24,1	24,5	78,8	19,5	21,5			
209	13.03.2009	16,3	16,9	28,8	28,2	58,4	17,1	17,1			
210	14.03.2009	17,2	17,6	25,7	26,3	66,9	17,4	18,2			

TÜV Rheinland Energy GmbH
Luftreinhaltung

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A



Seite 135 von 168

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 8 von 13

Hersteller		Met One Instruments							Schwebstaub PM2,5		
Gerätetyp		BAM-1020							Messwerte in µg/m³ i.B.		
Serien-Nr.		SN 17010 / SN 17011									
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 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
211	15.03.2009						8,6	10,5		Köln, Winter	
212	16.03.2009	26,4	26,4	37,0	37,5	70,9	28,9	30,8			
213	17.03.2009	24,5	24,9	36,8	36,7	67,4	24,0	23,3			
214	18.03.2009	23,2	23,8	38,1	38,6	61,3	22,6	22,2			
215	19.03.2009	17,3	17,9	28,5	29,2	61,0	15,4	15,3			
216	20.03.2009	16,0	14,1	26,1	27,0	56,7	13,8	15,8			
217	21.03.2009						43,5	45,4			
218	22.03.2009	19,0	18,5	32,7	32,1	57,8	20,1	19,2			
219	23.03.2009	9,9	10,1	20,8	20,4	48,6	10,2	10,4			
220	24.03.2009	8,5	8,9	15,7	16,0	54,8	8,0	8,7			
221	25.03.2009	9,2	8,8	14,0	14,4	63,2	10,1	11,4			
222	26.03.2009	7,2	7,8	10,9	11,5	67,0	8,2	7,1			
223	27.03.2009	8,4	8,4	12,9	12,3	67,0	8,5	8,4			
224	28.03.2009	7,3	6,5	9,3	8,9	75,6	5,7	8,4			
225	29.03.2009						14,2	17,5			
226	30.03.2009						24,2	24,7			
227	31.03.2009						24,1	25,9			
228	01.04.2009						25,7	26,2			
229	02.04.2009								Nullfilter		
230	03.04.2009						63,6	66,4			
231	04.04.2009						90,4	92,0			
232	05.04.2009						78,4	77,4			
233	06.04.2009						31,7	29,9			
234	07.04.2009						22,2	21,4			
235	08.04.2009						7,0	4,8			
236	09.04.2009						9,2	8,3			
237	10.04.2009						17,3	17,4			
238	11.04.2009						35,5	38,5			
239	12.04.2009						124,1	126,7			
240	13.04.2009						110,7	105,1			

TÜV Rheinland Energy GmbH
Luftreinhaltung

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A



Seite 137 von 168

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 9 von 13

Hersteller		Met One Instruments							Schwebstaub PM2,5		
Gerätetyp		BAM-1020							Messwerte in µg/m³ i.B.		
Serien-Nr.		SN 17010 / SN 17011									
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 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
241	09.08.2009	38,1	37,7					40,5	17010 zeigt Spitzen in	Bornheim, Sommer	
242	10.08.2009							29,4	Messwerten und		
243	11.08.2009	12,4	11,9					10,6	Stabilitätswerten		
244	12.08.2009	9,6	10,0						Austausch PMT für 17010		
245	13.08.2009								Nullfilter		
246	14.08.2009								Nullfilter		
247	15.08.2009						11,5	10,7			
248	16.08.2009	16,5	16,7	22,8	22,8	72,8	15,0	13,9			
249	17.08.2009	15,0	15,0	24,1	23,7	62,7	15,7	14,1			
250	18.08.2009	12,4	13,0	20,1	19,7	63,7	13,3	13,3			
251	19.08.2009	16,8	17,2	24,0	24,3	70,3	15,0	13,7			
252	20.08.2009	19,6	19,4	33,4	32,7	59,1	14,4	11,6			
253	21.08.2009	8,0	8,2	18,9	18,7	43,0	9,7	8,1			
254	22.08.2009						10,8	9,6			
255	23.08.2009	11,7	12,0	17,2	17,6	68,1	10,7	9,1			
256	24.08.2009	14,3	13,8	19,1	20,4	71,3	12,0	11,3			
257	25.08.2009			21,4	21,2		15,9	12,9	Ausreisser Ref. PM2,5		
258	26.08.2009						9,2	7,6			
259	27.08.2009	8,7	9,1	15,4	16,1	56,3	6,6	4,8			
260	28.08.2009	8,3	8,0	17,0	16,9	48,1	7,0	4,6			
261	29.08.2009						7,5	6,0			
262	30.08.2009	7,3	7,5	16,8	16,8	43,9	7,8	6,3			
263	31.08.2009	12,3	11,9	22,3	21,0	55,9	9,1	8,2			
264	01.09.2009	11,3	11,3	18,1	18,4	62,0	9,9	8,6			
265	02.09.2009	7,9	8,0	13,3	13,7	58,9		6,8	SN 17010, Filterbandriss		
266	03.09.2009	5,3	5,3	8,0	7,2	69,1		4,4	SN 17010, Filterbandriss		
267	04.09.2009	5,4	5,4	8,9	9,2	60,0	4,5	5,6			
268	05.09.2009						7,9	7,2			
269	06.09.2009	6,7	6,5	10,6	10,6	62,3	6,9	7,7			
270	07.09.2009	11,4	11,9	18,5	18,5	62,8	10,5	11,5			

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 10 von 13

Hersteller		Met One Instruments							Schwebstaub PM2,5		Messwerte in µg/m³ i.B.
Gerätetyp		BAM-1020									
Serien-Nr.		SN 17010 / SN 17011									
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 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
271	08.09.2009	17,0	16,9	25,2	25,0	67,5	15,2	16,5	Nullfilter	Bomheim, Sommer	
272	09.09.2009	19,4	19,2	38,2	37,5	51,0	20,0	20,1			
273	10.09.2009	10,2	9,6	22,3	21,9	44,7	12,4	14,8			
274	11.09.2009	9,1	9,4	21,0	20,7	44,4	9,2	11,6			
275	12.09.2009						11,4	11,6			
276	13.09.2009	5,4	5,6	12,9	13,8	41,5	6,3	6,2			
277	14.09.2009										
278	15.09.2009	12,6	13,0	17,2	16,8	75,0	15,0	16,2			
279	16.09.2009	25,6	25,9	34,5	33,3	76,0	27,2	30,8			
280	17.09.2009	13,6	13,8	20,8	20,2	66,8	14,3	17,2			
281	18.09.2009	18,7	19,0	24,8	25,6	74,8	19,7	19,9			
282	19.09.2009						23,1	24,7			
283	20.09.2009	36,7	37,1	45,0	45,2	81,8	39,6	41,3			
284	21.09.2009	18,2	19,0	28,7	29,1	64,3	23,0	25,3			
285	22.09.2009	14,9	15,0	27,2	28,1	54,1	17,2	17,9			
286	23.09.2009	12,9	12,7	26,8	27,0	47,5	13,2	16,4			
287	24.09.2009	14,9	14,5	23,0	22,8	64,0	14,7	16,7			
288	25.09.2009	16,3	16,1	28,6	27,4	57,9	15,6	16,9			
289	26.09.2009						14,8	15,3			
290	27.09.2009	26,0	25,7	34,9	35,8	73,0	24,0	24,3			
291	28.09.2009	28,8	29,5	44,4	45,3	65,1	29,0	30,8			
292	29.09.2009	18,0	18,3	28,0	27,8	65,1	18,5	20,0			
293	30.09.2009	19,1	19,7	25,1	25,3	77,2	19,2	21,1			
294	01.10.2009	9,6	8,9	18,5	18,8	49,5	9,7	9,8			
295	02.10.2009	12,0	12,0	25,9	26,1	46,0	10,3	11,1			
296	03.10.2009						5,9	7,7			
297	04.10.2009	5,4	6,0	10,6	11,0	52,6	5,5	4,3			
298	05.10.2009	8,2	8,4	12,5	14,0	62,7	7,4	9,3			
299	06.10.2009	12,8	12,9	17,5	18,8	70,7	13,1	13,9			
300	07.10.2009	8,7	8,5	14,0	14,3	60,9	9,1	8,7			

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 11 von 13

Hersteller		Met One Instruments							Schwebstaub PM2,5		
Gerätetyp		BAM-1020							Messwerte in µg/m³ i.B.		
Serien-Nr.		SN 17010 / SN 17011									
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 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
301	08.10.2009	11,2	10,7	16,1	16,7	66,9	12,9	12,8		Bornheim, Sommer	
302	09.10.2009	9,1	8,5	15,6	15,6	56,4	8,1	9,3			
303	10.10.2009						10,0	10,1			
304	11.10.2009	5,8	6,6	11,6	12,0	52,4	5,1	8,0			
305	12.10.2009	4,8	4,2	9,9	9,9	45,4	5,0	6,6			
306	13.10.2009	6,2	6,3	12,5	12,5	50,0	6,5	6,8			
307	14.10.2009	11,2	10,3	15,4	15,6	69,6	10,1	11,8			
308	15.10.2009	11,2	10,2	18,0	17,8	59,8	8,9	10,7			
309	16.10.2009	6,5	6,3	16,1	15,8	40,3	5,7	8,5			
310	17.10.2009						8,4	8,5			
311	18.10.2009	11,3	11,3	18,4	18,6	60,9	10,4	10,4			
312	19.10.2009	12,8	12,8	19,6	19,6	65,1	11,9	12,5			
313	20.10.2009	15,6	14,9				13,0	14,2			Ausreisser Ref. PM10
314	21.10.2009	20,8	21,2	27,6	28,1	75,6	18,4	19,7			
315	22.10.2009			31,7	32,3		23,3	25,0			Ausreisser Ref. PM2,5
316	09.12.2009	11,3	11,6	27,5	27,5	41,6	10,1	10,5		Teddington, Winter	
317	10.12.2009	16,4	16,2	25,4	25,4	64,2	16,1	17,4			
318	11.12.2009	11,8	11,7	20,3	20,2	57,9	10,4	11,4			
319	12.12.2009	6,4	6,5	13,5	13,6	47,6	6,2	6,9			
320	13.12.2009	8,6	9,1	13,4	13,9	65,1	8,4	8,3			
321	14.12.2009	27,9	28,3	35,3	35,3	79,6	26,9	27,4			
322	15.12.2009	39,8	38,8	47,6	47,4	82,8	39,9				
323	16.12.2009	24,9	24,5	30,0	30,3	82,0	24,0				
324	17.12.2009	5,7	5,6	10,2	10,1	55,7	6,3	6,4			
325	18.12.2009	11,6	11,9	16,9	17,0	69,3	10,1	11,3			
326	19.12.2009	10,3	11,0	15,4	14,9	70,4	11,3	12,0			
327	20.12.2009	6,2	6,4	11,1	11,0	56,9	6,6	7,9			
328	21.12.2009	17,7	17,7	20,2	20,4	87,2	17,6	17,9			
329	22.12.2009	29,4	28,9				31,7	31,9			
330	23.12.2009						14,7	15,9			Ausreisser Ref. PM10

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 12 von 13

Hersteller Met One Instruments		Schwebstaub PM2,5 Messwerte in µg/m³ i.B.								
Gerätetyp BAM-1020										
Serien-Nr. SN 17010 / SN 17011										
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 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
331	24.12.2009						16,5	17,5		Teddington, Winter
332	25.12.2009						9,5	9,7		
333	26.12.2009						3,3	3,2		
334	27.12.2009						4,6	5,7		
335	28.12.2009						17,8	19,2		
336	29.12.2009						8,7	9,9		
337	30.12.2009						8,8	9,3		
338	31.12.2009	6,0	6,5				6,5	6,7		
339	01.01.2010						13,8	13,7		
340	02.01.2010						11,6	12,5		
341	03.01.2010						16,4	17,7		
342	04.01.2010								Nullfilter	
343	05.01.2010	15,6	15,5				15,5	16,4		
344	06.01.2010			19,2	19,3		13,0	13,9	Ausreisser Ref. PM2,5	
345	07.01.2010	15,3	15,7	19,4	20,1	78,4	14,6	15,7		
346	08.01.2010	14,6	14,9	18,3	18,4	80,3	12,9	15,2		
347	09.01.2010	7,1	6,9	14,6	14,9	47,4	8,0	7,9		
348	10.01.2010	16,0	16,1	19,5	19,2	82,9	14,4	15,1		
349	11.01.2010	45,7	46,2	51,8	51,3	89,1	43,9	45,3		
350	12.01.2010	43,2	43,6	48,1	48,0	90,4	43,0	45,2		
351	13.01.2010	48,0	48,3	53,4	53,0	90,6	46,8	47,9		
352	14.01.2010	14,1	14,4	16,2	16,3	87,5	14,6	15,6		
353	15.01.2010	14,6	14,4	26,9	27,1	53,6	11,9	13,2		
354	16.01.2010	6,5	6,1	13,5	13,6	46,1	7,5	8,1		
355	17.01.2010	11,0	10,5	20,6	20,6	52,3	10,0	10,4		
356	18.01.2010	21,0	20,4	27,1	26,9	76,7	18,5	21,0		
357	19.01.2010	20,4	20,2	26,5	26,6	76,4	17,7	19,6		
358	20.01.2010	26,6	27,0	32,0	31,9	83,8	25,1	25,8		
359	21.01.2010	20,5	20,9	27,5	27,9	75,0	20,0	20,0		
360	22.01.2010	7,8	7,6	9,7	9,8	78,5	7,3	8,2		

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 13 von 13

Hersteller Met One Instruments										Schwebstaub PM2,5 Messwerte in µg/m³ i.B.	
Gerätetyp BAM-1020											
Serien-Nr. SN 17010 / SN 17011											
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 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
361	23.01.2010	21,0	20,9	25,8	25,1	82,3	19,5	19,8		Teddington, Winter	
362	24.01.2010	16,2	15,9	20,7	20,3	78,4	14,0	16,5			
363	25.01.2010	36,1	35,8	42,0	42,4	85,1	35,6	38,9			
364	26.01.2010	50,7	51,1	60,4	60,4	84,2	47,4	50,8			
365	27.01.2010	27,1	27,3	38,9	39,1	69,7	24,0	26,4			
366	28.01.2010	8,3	8,0	13,9	14,1	58,3	8,2	9,2			
367	29.01.2010	5,7	6,0	9,4	9,6	61,5	6,3	6,8			
368	30.01.2010	12,4	12,5	17,6	17,6	70,7	11,5	13,7			
369	31.01.2010	12,2	13,0	17,3	16,9	73,5	11,7	14,2			
370	01.02.2010	8,4	8,3	14,7	14,4	57,5	8,1	9,6			
371	02.02.2010	8,3	8,3	12,0	11,7	70,0	7,7	10,1			
372	03.02.2010	9,4	9,3	19,2	19,2	48,6	9,0	11,3			
373	04.02.2010	12,0	12,4	19,7	19,8	61,7	11,5	13,4			

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Anlage 6

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 1 von 13

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
1	24.07.2008	Teddington, Sommer						
2	25.07.2008							
3	26.07.2008							
4	27.07.2008							
5	28.07.2008							
6	29.07.2008							
7	30.07.2008							
8	31.07.2008							
9	01.08.2008							
10	02.08.2008							
11	03.08.2008							
12	04.08.2008							
13	05.08.2008							
14	06.08.2008							
15	07.08.2008							
16	08.08.2008							
17	09.08.2008							
18	10.08.2008							
19	11.08.2008							
20	12.08.2008							
21	13.08.2008							
22	14.08.2008							
23	15.08.2008							
24	16.08.2008							
25	17.08.2008							
26	18.08.2008							
27	19.08.2008							
28	20.08.2008							
29	21.08.2008							
30	22.08.2008							

Keine Wetterdaten verfügbar

Anlage 6

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 2 von 13

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]	
31	23.08.2008	Teddington, Sommer							
32	24.08.2008								
34	25.08.2008								
34	26.08.2008								
35	27.08.2008								
36	28.08.2008								
37	29.08.2008								
38	30.08.2008								
39	31.08.2008								
40	01.09.2008								
41	02.09.2008								
42	03.09.2008								
43	04.09.2008								
44	05.09.2008								
45	06.09.2008								
46	07.09.2008								
47	08.09.2008								
48	09.09.2008								
49	10.09.2008								
50	11.09.2008								
51	12.09.2008								
52	13.09.2008								
53	14.09.2008								
54	15.09.2008								
55	16.09.2008								
56	17.09.2008			14,5	1005	68,1	0,6	153	
57	18.09.2008			11,6	1007	72,0	0,5	195	
58	19.09.2008			12,8	1012	70,1	0,3	170	
59	20.09.2008			13,1	1011	70,5	0,5	116	
60	21.09.2008			13,2	1008	70,0	0,6	168	

Keine Wetterdaten verfügbar

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Anlage 6

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 3 von 13

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
61	22.09.2008	Teddington, Sommer	14,8	1006	76,5	1,1	211	
62	23.09.2008		14,4	1006	76,0	1,8	228	
63	24.09.2008		14,8	1010	81,9	0,8	168	
64	25.09.2008		13,3	1016	74,7	0,7	89	
65	26.09.2008		13,4	1016	75,6	0,7	146	
66	27.09.2008		12,0	1011	80,6	0,1	206	
67	28.09.2008		13,9	1005	70,7	0,2	300	
68	29.09.2008		14,0	997	71,7	0,3	235	
69	30.09.2008		13,7	984	83,8	0,4	210	
70	01.10.2008		10,4	985	71,9	0,4	232	
71	02.10.2008		9,5	988	69,7	0,7	272	
72	03.10.2008		9,3	999	64,0	0,6	279	
73	04.10.2008		14,1	985	87,0	1,1	179	
74	05.10.2008		10,1	987	88,7	0,6	259	
75	06.10.2008		14,8	991	87,0	0,9	161	
76	07.10.2008		12,7	991	89,6	0,6	219	
77	08.10.2008		9,6	1008	80,6	0,2	276	
78	09.10.2008		13,3	1013	80,2	0,3	184	
79	10.10.2008		12,0	1009	84,4	0,4	210	
80	11.10.2008		12,8	1007	85,9	0,2	198	
81	12.10.2008		15,4	1001	86,5	0,3	206	
82	13.10.2008		12,5	1001	90,9	0,1	209	
83	14.10.2008		14,4	998	90,5	0,3	192	
84	15.10.2008		12,1	994	86,8	0,3	255	
85	16.10.2008		8,2	1001	78,7	0,4	241	
86	17.10.2008		9,0	1002	83,8	0,0	229	
87	18.10.2008		10,6	1001	83,3	0,1	213	
88	19.10.2008		14,0	995	76,3	0,8	192	
89	20.10.2008		11,2	989	90,2	0,4	203	
90	21.10.2008		6,7	999	80,5	0,2	214	

Anlage 6
Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten
Blatt 4 von 13

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]	
91	22.10.2008	Teddington, Sommer	9,4	1006	80,9	0,2	226		
92	23.10.2008		13,6	1000	79,8	1,0	195		
93	24.10.2008		6,5	1011	85,1	0,2	250		
94	25.10.2008		14,1	1002	81,8	0,9	194		
95	26.10.2008		9,2	995	95,0	0,0	227		
96	27.10.2008		4,2	994	85,6	0,1	285		
97	28.10.2008		4,3	994	81,7	0,5	253		
98	29.10.2008		4,3	984	77,8	0,4	153		
99	30.10.2008		5,3	985	79,6	1,1	161		
100	31.10.2008		5,7	992	80,1	0,9	245		
101	01.11.2008		8,8	989	91,5	1,2	233		
102	02.11.2008		10,1	997	88,9	0,8	224		
103	03.11.2008		10,6	998	93,6	0,9	151		
104	04.11.2008		11,4	1001	86,2	0,8	179		
105	05.11.2008		10,5	998	92,6	0,5	284		
106	06.11.2008		10,5	992	90,7	0,4	161		
107	07.11.2008								
108	08.11.2008								
109	09.11.2008								
Keine Wetterdaten verfügbar									
110	04.12.2008	Köln, Winter	4,4	980	77,0	3,7	61	4,5	
111	05.12.2008		5,6	988	76,4	1,7	109	12,1	
112	06.12.2008		5,1	1008	81,1	1,7	150	3,6	
113	07.12.2008		2,0	1021	82,1	0,1	150	0,3	
114	08.12.2008		0,3	1013	80,5	1,1	186	0,3	
115	09.12.2008		1,3	1006	82,4	0,3	124	6,5	
116	10.12.2008		1,3	1005	81,3	0,2	180	2,1	
117	11.12.2008		0,0	1007	81,6	0,5	244	0,0	
118	12.12.2008		-0,5	1009	74,3	4,4	108	0,0	
119	13.12.2008		0,7	994	69,9	5,3	194	0,0	
120	14.12.2008		-0,4	999	78,2	0,4	173	0,0	

Anlage 6

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 5 von 13

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
121	15.12.2008	Köln, Winter	1,6	1009	80,1	0,1	164	0,0
122	16.12.2008		-0,8	1006	81,8	0,3	93	0,0
123	17.12.2008		0,9	1009	84,6	0,4	117	4,2
124	18.12.2008		4,5	1012	81,3	2,1	108	3,9
125	19.12.2008		5,8	1016	74,9	3,1	106	8,3
126	20.12.2008		7,8	1018	81,5	2,2	139	17,1
127	21.12.2008		9,1	1023	77,9	4,2	136	1,5
128	22.12.2008		7,1	1026	80,4	1,6	144	0,3
129	23.12.2008		4,9	1028	82,8	0,1	163	0,0
130	24.12.2008		5,4	1023	79,4	1,2	176	0,0
131	25.12.2008		1,6	1028	68,0	0,6	271	0,0
132	26.12.2008		-1,3	1030	62,5	0,7	266	0,0
134	27.12.2008		-3,4	1027	69,9	0,7	268	0,0
134	28.12.2008		-4,7	1023	71,8	0,6	253	0,0
135	29.12.2008		-2,7	1024	67,3	0,4	258	0,0
136	30.12.2008		-3,3	1022	68,6	0,6	301	0,0
137	31.12.2008		-3,1	1020	75,1	0,8	126	0,0
138	01.01.2009		-2,9	1021	77,5	0,1	159	0,0
139	02.01.2009		Ausfall	1022	Ausfall	Ausfall	Ausfall	0,0
140	03.01.2009		-0,4	1017	68,8	1,5	188	0,0
141	04.01.2009		-0,6	1010	75,6	2,4	161	0,0
142	05.01.2009		-4,0	1015	70,6	0,0	253	1,2
143	06.01.2009		-14,0	1016	76,0	0,4	187	0,0
144	07.01.2009		-6,8	1019	76,6	0,3	161	0,0
145	08.01.2009		-8,5	1023	78,6	0,1	249	0,0
146	09.01.2009		-7,7	1022	71,6	0,3	209	0,3
147	10.01.2009		-5,1	1022	65,5	1,0	198	0,0
148	11.01.2009		-2,4	1021	61,9	2,1	234	0,0
149	12.01.2009		2,3	1011	58,8	4,7	182	0,3
150	13.01.2009		2,4	1006	67,3	2,4	74	3,0

Anlage 6

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 6 von 13

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
151	14.01.2009	Köln, Winter	2,1	1011	81,4	0,0	147	0,3
152	15.01.2009		1,4	1014	69,4	3,0	209	0,0
153	16.01.2009		2,1	1013	73,2	4,0	171	0,0
154	17.01.2009		5,4	1004	72,4	4,2	117	0,9
155	18.01.2009		3,8	993	73,5	3,7	106	3,5
156	19.01.2009		5,7	983	72,2	5,1	76	5,6
157	20.01.2009		0,3	994	76,8	0,6	160	0,3
158	21.01.2009		2,0	1000	72,8	2,3	128	0,0
159	22.01.2009		4,1	983	72,4	6,9	123	14,5
160	23.01.2009		3,8	971	76,1	4,9	115	12,1
161	24.01.2009		1,9	988	77,2	0,8	158	0,0
162	25.01.2009		1,4	991	72,3	2,4	267	0,0
163	26.01.2009		0,3	999	71,8	0,9	192	0,0
164	27.01.2009		1,3	1009	65,9	0,4	225	0,0
165	28.01.2009		0,1	1013	69,6	0,6	226	0,0
166	29.01.2009		-0,2	1015	67,0	1,8	255	0,0
167	30.01.2009		-0,6	1014	67,2	2,8	237	0,0
168	31.01.2009		0,7	1009	56,2	3,3	284	0,0
169	01.02.2009		-0,3	999	59,4	3,6	289	0,0
170	02.02.2009		3,0	992	62,3	2,2	270	0,0
171	03.02.2009		0,9	992	78,8	0,0	74	0,6
172	04.02.2009		3,1	989	76,5	0,8	138	0,0
173	05.02.2009		Ausfall	987	Ausfall	Ausfall	Ausfall	0,0
174	06.02.2009		2,0	983	83,1	0,0	250	0,3
175	07.02.2009		2,1	988	78,4	2,4	156	0,6
176	08.02.2009		1,8	998	72,0	2,0	131	0,0
177	09.02.2009		4,2	987	74,6	5,4	131	15,3
178	10.02.2009		2,7	994	76,1	6,5	138	16,8
179	11.02.2009		0,9	1007	75,1	1,4	139	2,7
180	12.02.2009		0,8	1012	77,0	0,4	175	0,0

Anlage 6

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 7 von 13

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
181	13.02.2009	Köln, Winter	0,2	1013	75,7	0,6	208	4,1
182	14.02.2009		-1,6	1021	71,9	0,8	206	0,0
183	15.02.2009		0,6	1017	78,2	0,9	136	10,6
184	16.02.2009		5,7	1011	83,4	3,8	150	21,5
185	17.02.2009		0,5	1017	71,6	1,8	269	0,6
186	18.02.2009		-0,7	1019	62,6	0,8	233	0,0
187	19.02.2009		3,1	1019	68,8	1,2	180	3,9
188	20.02.2009		4,5	1022	80,9	2,2	157	2,4
189	21.02.2009		5,3	1020	74,2	1,2	124	4,4
190	22.02.2009		5,8	1013	78,3	4,5	153	3,9
191	23.02.2009		5,1	1013	71,9	3,1	174	0,6
192	24.02.2009		2,2	1021	75,5	0,9	168	0,0
193	25.02.2009		6,3	1018	71,2	2,9	125	0,6
194	26.02.2009		7,1	1011	69,8	5,0	142	0,6
195	27.02.2009		7,8	1011	79,3	2,2	121	0,9
196	28.02.2009		7,6	1005	76,6	0,7	204	0,0
197	01.03.2009		9,5	1002	74,3	2,1	119	3,0
198	02.03.2009		5,1	1009	70,6	1,4	135	0,0
199	03.03.2009		6,8	996	58,0	5,0	126	0,0
200	04.03.2009		6,9	980	67,7	3,0	96	6,2
201	05.03.2009		4,2	985	81,2	4,0	176	26,9
202	06.03.2009		3,7	998	77,6	4,6	154	6,5
203	07.03.2009		8,0	1003	69,7	1,3	89	0,6
204	08.03.2009		6,2	998	68,3	3,7	121	5,0
205	09.03.2009		5,9	1004	67,8	4,3	119	3,3
206	10.03.2009		5,4	1004	75,7	4,5	124	7,7
207	11.03.2009		5,4	1016	69,7	1,7	96	2,4
208	12.03.2009		7,7	1012	81,9	2,1	158	11,0
209	13.03.2009		8,1	1012	67,9	1,1	155	0,0
210	14.03.2009		9,9	1012	70,3	3,9	177	1,5

Anlage 6

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 8 von 13

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
211	15.03.2009	Köln, Winter	8,0	1022,9	72,8	2,8	153,4	0,0
212	16.03.2009	Köln, Winter	7,0	1025,4	72,6	0,1	147,8	0,0
213	17.03.2009	Köln, Winter	6,1	1027,5	66,7	0,4	204,0	0,0
214	18.03.2009	Köln, Winter	4,6	1021,1	59,6	0,1	218,6	0,0
215	19.03.2009	Köln, Winter	5,4	1022,0	57,3	0,6	199,4	0,0
216	20.03.2009	Köln, Winter	4,6	1023,1	50,9	0,8	234,3	0,0
217	21.03.2009	Köln, Winter	5,6	1019,3	58,1	1,2	139,8	0,0
218	22.03.2009	Köln, Winter	8,5	1015,0	63,4	5,3	164,1	0,0
219	02.04.2009	Köln, Winter	5,3	998,8	71,5	6,5	144,3	9,2
220	03.04.2009	Köln, Winter	3,5	1001,0	67,4	3,2	114,1	9,2
221	04.04.2009	Köln, Winter	5,4	994,9	75,6	3,8	131,6	8,6
222	05.04.2009	Köln, Winter	7,3	993,8	74,3	3,6	95,2	14,5
223	06.04.2009	Köln, Winter	6,9	990,3	66,5	3,9	91,8	1,8
224	07.04.2009	Köln, Winter	6,5	994,7	70,8	3,3	122,3	3,9
225	08.04.2009	Köln, Winter	4,8	1007,7	70,0	0,9	185,6	0,3
226	09.04.2009	Köln, Winter	5,2	1015,9	65,9	0,7	161,6	0,0
227	10.04.2009	Köln, Winter	10,3	1013,7	50,7	0,9	210,0	0,0
228	11.04.2009	Köln, Winter	12,9	1011,2	48,2	1,5	247,4	0,0
229	02.04.2009	Köln, Winter	14,9	1008,3	55,0	1,2	203,4	0,0
230	03.04.2009	Köln, Winter	17,0	1008,8	58,6	1,5	116,0	0,0
231	04.04.2009	Köln, Winter	13,6	1014,1	64,4	0,9	170,3	0,0
232	05.04.2009	Köln, Winter	11,6	1012,5	68,2	0,6	207,5	0,0
234	06.04.2009	Köln, Winter	16,0	1002,3	54,5	1,5	226,7	0,0
234	07.04.2009	Köln, Winter	12,7	1004,8	70,5	1,9	94,5	6,5
235	08.04.2009	Köln, Winter	13,0	1007,1	66,5	2,5	136,7	0,9
236	09.04.2009	Köln, Winter	15,5	1005,1	62,0	1,5	189,4	0,0
237	10.04.2009	Köln, Winter	17,7	999,7	53,3	1,4	203,8	0,0
238	11.04.2009	Köln, Winter	17,8	1001,1	56,5	0,5	148,4	0,0
239	12.04.2009	Köln, Winter	15,1	1002,6	73,3	0,9	166,7	0,0
240	13.04.2009	Köln, Winter	12,4	1002,0	76,5	0,1	184,0	0,0

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Anlage 6

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 9 von 13

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
241	09.08.2009	Bornheim, Sommer	20,0	1008,6	72,3	0,0	defekt	0,0
242	10.08.2009		19,8	1007,4	66,0	0,2	defekt	0,3
243	11.08.2009		19,0	1010,6	70,5	0,5	defekt	0,6
244	12.08.2009		18,7	1009,0	73,5	0,0	defekt	20,0
245	13.08.2009		17,1	1008,7	77,3	0,1	defekt	1,8
246	14.08.2009		17,3	1010,0	70,2	0,0	defekt	0,0
247	15.08.2009		22,3	1007,1	56,2	0,0	defekt	0,0
248	16.08.2009		22,1	1006,5	64,5	0,0	defekt	0,0
249	17.08.2009		20,1	1007,5	64,9	0,4	defekt	0,0
250	18.08.2009		20,4	1012,2	57,7	0,0	defekt	0,0
251	19.08.2009		24,5	1010,2	53,9	0,2	defekt	0,0
252	20.08.2009		25,3	1008,2	61,5	0,5	defekt	17,1
253	21.08.2009		17,2	1013,3	65,4	0,0	defekt	0,3
254	22.08.2009		17,4	1015,6	60,6	0,0	defekt	0,0
255	23.08.2009		19,3	1009,3	55,6	0,4	defekt	0,0
256	24.08.2009		23,0	1000,2	55,5	0,8	defekt	1,5
257	25.08.2009		19,4	1004,1	74,1	0,1	defekt	5,0
258	26.08.2009		16,1	1006,9	74,6	0,0	defekt	0,0
259	27.08.2009		23,4	1005,8	56,4	0,0	defekt	0,0
260	28.08.2009		17,7	1006,0	57,9	0,6	defekt	0,0
261	29.08.2009		14,9	1012,1	57,6	1,1	defekt	0,0
262	30.08.2009		15,7	1012,1	59,6	0,3	defekt	0,0
263	31.08.2009		23,5	1005,5	44,4	0,8	defekt	0,0
264	01.09.2009		14,0	1004,3	80,3	0,0	defekt	12,4
265	02.09.2009		17,5	1001,8	65,9	0,0	defekt	2,4
266	03.09.2009		15,8	995,9	63,8	1,3	defekt	2,4
267	04.09.2009		14,1	1001,3	67,6	1,0	defekt	3,9
268	05.09.2009		13,1	1013,4	70,0	0,6	defekt	4,4
269	06.09.2009		14,7	1015,2	68,4	0,0	defekt	0,0
270	07.09.2009		18,1	1013,4	64,0	0,0	defekt	0,0

Anlage 6

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 10 von 13

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
271	08.09.2009	Bornheim, Sommer	20,6	1013,2	57,8	0,0	defekt	0,0
272	09.09.2009		20,6	1016,5	63,6	0,5	defekt	0,0
273	10.09.2009		15,7	1022,1	68,9	0,3	defekt	0,0
274	11.09.2009		15,7	1021,5	63,1	0,2	defekt	0,0
275	12.09.2009		15,9	1016,8	64,1	0,1	defekt	0,0
276	13.09.2009		12,9	1011,7	77,1	0,8	defekt	1,2
277	14.09.2009		13,2	1009,2	76,8	0,7	defekt	6,8
278	15.09.2009		15,4	1008,4	76,4	0,0	defekt	0,0
279	16.09.2009		17,2	1007,2	71,9	0,2	defekt	0,0
280	17.09.2009		14,6	1010,2	70,1	0,0	defekt	0,0
281	18.09.2009		18,0	1008,2	68,1	0,0	defekt	0,0
282	19.09.2009		19,7	1007,3	70,0	0,0	defekt	0,0
283	20.09.2009		18,7	1012,3	72,3	0,0	defekt	0,0
284	21.09.2009		14,9	1016,8	71,4	0,0	defekt	0,0
285	22.09.2009		16,9	1016,5	64,3	0,0	defekt	0,0
286	23.09.2009		17,4	1016,4	70,9	0,0	defekt	0,0
287	24.09.2009		13,8	1015,9	79,1	0,0	defekt	0,6
288	25.09.2009		13,2	1017,9	69,2	0,0	defekt	0,0
289	26.09.2009		13,7	1017,5	65,9	0,0	defekt	0,0
290	27.09.2009		14,2	1017,1	66,9	0,0	defekt	0,0
291	28.09.2009		14,7	1014,5	69,6	0,0	defekt	0,0
292	29.09.2009		15,7	1011,3	72,6	0,0	defekt	0,3
293	30.09.2009		15,5	1007,7	77,0	0,0	defekt	1,2
294	01.10.2009		12,0	1007,4	74,9	0,1	defekt	2,1
295	02.10.2009		10,9	1008,6	66,9	0,0	defekt	0,0
296	03.10.2009		13,4	1002,1	63,9	0,5	defekt	0,0
297	04.10.2009		11,8	1005,3	75,4	0,4	defekt	3,3
298	05.10.2009		13,1	1003,9	80,0	0,8	defekt	6,5
299	06.10.2009		15,9	1003,5	82,3	0,0	defekt	10,3
300	07.10.2009		19,2	1000,6	75,9	0,1	defekt	8,6

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 155 von 168

Anlage 6

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 11 von 13

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
301	08.10.2009	Bornheim, Sommer	10,7	1010	78,6	0,4	defekt	0,0
302	09.10.2009		12,1	1009	69,1	0,2	defekt	12,4
303	10.10.2009		13,2	1005	80,0	0,2	defekt	4,2
304	11.10.2009		11,9	1003	76,1	0,8	defekt	5,9
305	12.10.2009		9,8	1014	70,9	1,9	defekt	2,1
306	13.10.2009		7,4	1019	68,5	0,7	defekt	0,0
307	14.10.2009		3,3	1022	67,4	0,1	defekt	0,0
308	15.10.2009		5,4	1019	66,9	0,3	defekt	0,3
309	16.10.2009		8,8	1013	70,8	4,4	defekt	1,5
310	17.10.2009		7,2	1014	69,7	1,1	defekt	0,0
311	18.10.2009		5,5	1014	73,1	0,0	defekt	0,0
312	19.10.2009		5,6	1008	66,3	0,2	defekt	0,0
313	20.10.2009		7,8	999	61,4	4,2	defekt	0,0
314	21.10.2009		10,0	995	57,1	1,5	defekt	1,2
315	22.10.2009		8,7	996	73,5	0,0	defekt	0,0
316	09.12.2009	Teddington, Winter	9,8	1017	94,1	0,1	221	0,3
317	10.12.2009		3,9	1028	90,9	0,2	244	0,3
318	11.12.2009		5,7	1029	93,8	0,4	231	0,0
319	12.12.2009		5,8	1026	83,9	0,8	200	0,0
320	13.12.2009		4,2	1022	87,7	0,5	234	0,3
321	14.12.2009		3,4	1017	88,8	0,2	201	0,0
322	15.12.2009		-0,6	1015	87,5	0,2	196	0,3
323	16.12.2009		1,5	1006	96,9	0,2	245	2,8
324	17.12.2009		1,3	1008	85,2	2,4	225	1,3
325	18.12.2009		-0,8	1013	86,6	0,9	281	0,0
326	19.12.2009		-0,1	1002	85,9	0,2	240	1,8
327	20.12.2009		-0,9	995	87,3	0,1	206	0,0
328	21.12.2009		1,1	984	97,3	0,3	187	8,6
329	22.12.2009		-2,1	988	98,3	0,0	218	0,3
330	23.12.2009		2,8	987	95,9	0,4	173	7,1

Anlage 6

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 12 von 13

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
331	24.12.2009	Teddington, Winter	4,1	985,9	94,1	0,3	217,3	0,5
332	25.12.2009		4,1	998	94,5	0,2	210	2,3
333	26.12.2009		5,9	995	90,2	0,3	200	0,8
334	27.12.2009		2,4	1000	86,2	0,3	240	0,0
335	28.12.2009		3,7	998	88,6	1,2	80	1,8
336	29.12.2009		4,8	988	95,9	1,7	94	11,7
337	30.12.2009		4,3	992	93,1	1,9	101	5,6
338	31.12.2009		2,3	998	81,8	1,1	207	0,0
339	01.01.2010		-0,1	1008	88,3	0,2	243	0,0
340	02.01.2010		1,6	1016	87,2	0,1	245	0,0
341	03.01.2010		-1,6	1021	88,3	0,3	205	0,0
342	04.01.2010		-3,7	1012	97,2	0,0	232	0,0
343	05.01.2010		0,8	998	89,9	0,7	129	4,8
344	06.01.2010		-2,3	1005	94,3	0,7	215	1,8
345	07.01.2010		-1,2	1013	91,1	0,5	240	0,0
346	08.01.2010		-1,6	1022	91,1	0,8	225	0,3
347	09.01.2010		0,9	1018	79,3	1,8	161	0,0
348	10.01.2010		1,4	1015	90,5	0,7	92	1,3
349	11.01.2010		1,5	1015	86,0	0,3	137	0,3
350	12.01.2010		1,4	1000	85,9	1,5	103	0,0
351	13.01.2010		1,5	998	94,8	0,1	151	8,6
352	14.01.2010		2,5	1008	97,0	0,1	229	0,3
353	15.01.2010		5,6	1011	90,0	1,8	151	1,8
354	16.01.2010		5,7	1003	96,3	0,4	202	9,1
355	17.01.2010		4,1	1019	93,9	0,1	219	0,0
356	18.01.2010		6,2	1021	97,8	0,1	199	0,0
357	19.01.2010		6,4	1012	83,7	1,4	111	1,0
358	20.01.2010		3,0	1012	92,1	0,2	227	3,8
359	21.01.2010		6,1	1015	85,2	1,1	154	0,3
360	22.01.2010		7,6	1014	95,0	0,5	209	7,4

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Anlage 6

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 13 von 13

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
361	23.01.2010	Teddington, Winter	4,8	1018,4	87,0	0,2	262,2	0,0
362	24.01.2010		4,4	1022	91,1	0,1	241	1,3
363	25.01.2010		3,2	1033	80,0	0,9	161	0,5
364	26.01.2010		0,0	1037	83,2	0,5	167	0,0
365	27.01.2010		4,4	1018	85,5	0,3	247	1,0
366	28.01.2010		5,5	1000	86,4	0,5	247	8,1
367	29.01.2010		1,3	992	76,9	0,9	279	0,3
368	30.01.2010		-0,9	1001	84,4	0,2	240	0,0
369	31.01.2010		0,0	1005	91,2	0,1	241	0,0
370	01.02.2010		3,1	1010	83,9	0,4	222	0,3
371	02.02.2010		5,9	1002	89,6	0,3	229	1,0
372	03.02.2010		6,7	1004	91,0	0,2	180	2,0
373	04.02.2010		7,6	997	86,1	1,3	153	2,3

Anhang 2

Verfahren zur Filterwägung

A) Standorte in Deutschland (Köln und Bornheim)

A.1 Ausführung der Wägung

Die Wägungen werden im klimatisierten Wägeraum durchgeführt. Die Bedingungen sind 20 °C ±1 °C und 50 % ±5 % rel. Feuchte und entsprechen damit den Vorgaben der DIN EN 14907.

Die Filter für den Feldtest werden manuell gewogen. Für die Konditionierung werden die Filter einschließlich der Kontrollfilter auf Siebe gelegt, so dass keine Überlappung vorliegt. Die Bedingungen für die Hin und Rückwägung werden vorher festgelegt und entsprechen der Richtlinie.

Vor der Probenahme = Hinwägung	Nach der Probenahme = Rückwägung
Konditionierung 48 Stunden + 2 Stunden	Konditionierung 48 Stunden + 2 Stunden
Wiegen der Filter	Wiegen der Filter
nochmals Konditionierung 24 Stunden + 2 Stunden	nochmals Konditionierung 24 Stunden + 2 Stunden
Wiegen der Filter und sofort verpacken	Wiegen der Filter

Die Waage steht immer betriebsbereit zur Verfügung. Vor jeder Wägeserie wird die interne Waagenkalibrierung gestartet. Ist alles in Ordnung, wird als Referenzgewicht das Eichgewicht von 200 mg gewogen und die Randbedingungen notiert. Die Abweichungen zur vorhergehenden Wägung entsprechen der Richtlinie und überschreiten die 20 µg nicht (siehe Abbildung 58). Dann werden die sechs Kontrollfilter gewogen. Die Kontrollfilter mit einer Abweichung von über 40 µg werden in der Auswerteseite mit einer Warnung angezeigt und nicht für die Rückwägung verwendet. Für die Rückwägung werden die ersten drei einwandfreien Kontrollfilter genommen, während die anderen sicher in ihren Döschen bleiben, um bei Beschädigungen und/oder größeren Abweichungen der ersten drei Kontrollfilter zum Einsatz zu kommen. Den exemplarischen Verlauf über einen Zeitraum von über vier Monate zeigt Abbildung 59.

Bei der Hinwägung der Filter werden die Filter, die zwischen der ersten und zweiten Wägung eine Differenz von über 40 µg aufweisen, ausgemustert. Bei der Rückwägung werden die Filter mit einer Differenz von über 60 µg normgerecht nicht zur Auswertung genommen.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Seite 159 von 168

Für den Transport von und zu der Messstelle und für die Lagerung werden die gewogenen Filter einzeln in Polystyrol-Döschen verpackt. Erst vor dem Einlegen in den Filterhalter wird das Döschen geöffnet. Die unbeladenen Filter können im Wägeraum bis zu 28 Tage vor der Probenahme gelagert werden. Sollte dieser Zeitraum einmal überschritten werden, so wird die Hinwägung der Filter wiederholt.

Die Lagerung der beaufschlagten Filter kann bei oder unterhalb von 23 °C max. 15 Tage erfolgen. Die Filter werden bei 7 °C im Kühlschrank gelagert.

A2 Auswertung der Filter

Die Auswertung der Filter erfolgt unter Verwendung eines Korrekturterms. Zweck dieser Korrekturrechnung ist es, die relative Masseänderung durch die Wägeraumbedingungen zu minimieren.

Formel :

$$\text{Staub} = M_{F_{\text{rück}}} - (M_{T_{\text{Tara}}} \times (M_{K_{\text{on}_{\text{rück}}}} / M_{K_{\text{on}_{\text{hin}}} })) \quad (F1)$$

$M_{K_{\text{on}_{\text{hin}}}}$ = mittlere Masse der 3 Kontrollfilter von 48 h und 72h Hinwägung

$M_{K_{\text{on}_{\text{rück}}}}$ = mittlere Masse der 3 Kontrollfilter von 48 h und 72 h Rückwägung

$M_{T_{\text{Tara}}}$ = mittlere Masse des Filters von 48 h und 72 h Hinwägung

$M_{F_{\text{rück}}}$ = mittlere Masse des bestaubten Filters von 48 h und 72 h Rückwägung

Staub = korrigierte Staubmasse auf dem Filter

Es zeigt sich, dass durch die Korrekturrechnung das Verfahren unabhängig von den Wägeraumbedingungen wird. Damit sind die Einflüsse des Wassergehaltes der Filtermasse zwischen beladenen und unbeladenen Filtern kontrollierbar und verändern nicht die Staubgehalte auf den beladenen Filtern. Damit ist der Punkt EN 14907 9.3.2.5 hinreichend erfüllt.

Der exemplarische Verlauf des Eichgewichtes für den Zeitraum von Nov. 2008 bis Feb. 2009 zeigt, dass die zulässige Differenz von 20 µg zur vorhergehenden Messung nicht überschritten wird.

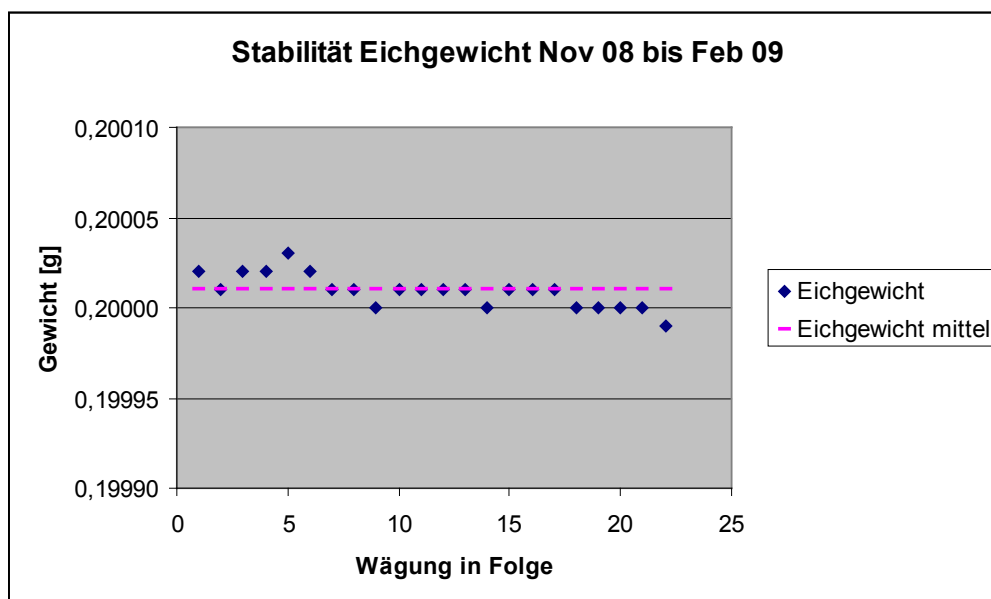


Abbildung 58: Stabilität Eichgewicht

Tabelle 24: Stabilität Eichgewicht

Datum	Wägung Nr.	Eichgewicht g	Differenz zur vorhergehenden Wägung µg
12.11.2008	1	0,20002	
13.11.2008	2	0,20001	-10
10.12.2008	3	0,20002	10
11.12.2008	4	0,20002	0
17.12.2008	5	0,20003	10
18.12.2008	6	0,20002	-10
07.01.2009	7	0,20001	-10
08.01.2009	8	0,20001	0
14.01.2009	9	0,20000	-10
15.01.2009	10	0,20001	10
21.01.2009	11	0,20001	0
22.01.2009	12	0,20001	0
29.01.2009	13	0,20001	0
30.01.2009	14	0,20000	-10
04.02.2008	15	0,20001	10
05.02.2009	16	0,20001	0
11.02.2009	17	0,20001	0
12.02.2009	18	0,20000	-10
18.02.2009	19	0,20000	0
19.02.2009	20	0,20000	0
26.02.2009	21	0,20000	0
27.02.2009	22	0,19999	-10

Gelb hinterlegt = Mittelwert

Grün hinterlegt = niedrigster Wert

Blau hinterlegt = höchster Wert

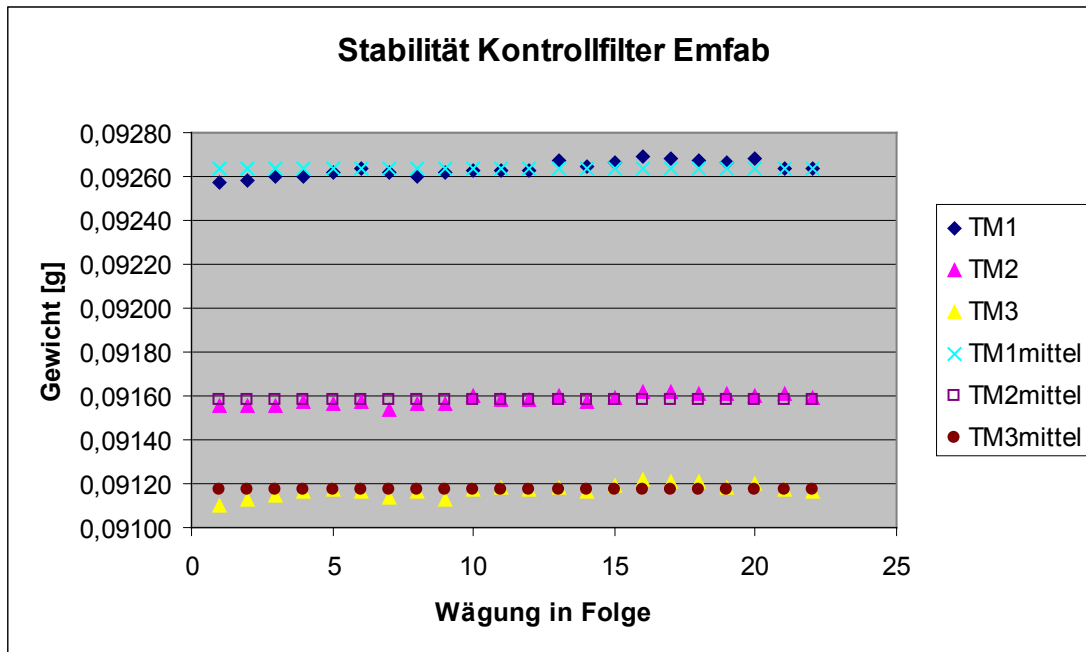


Abbildung 59: Stabilität der Kontrollfilter

Tabelle 25: Stabilität der Kontrollfilter

Wägung Nr.	Kontrollfilter Nr.		
	TM1	TM2	TM3
1	0,09257	0,09155	0,09110
2	0,09258	0,09155	0,09113
3	0,09260	0,09155	0,09115
4	0,09260	0,09157	0,09116
5	0,09262	0,09156	0,09117
6	0,09264	0,09157	0,09116
7	0,09262	0,09154	0,09114
8	0,09260	0,09156	0,09116
9	0,09262	0,09156	0,09113
10	0,09263	0,09160	0,09117
11	0,09263	0,09158	0,09118
12	0,09263	0,09158	0,09117
13	0,09267	0,09160	0,09118
14	0,09265	0,09157	0,09116
15	0,09266	0,09159	0,09119
16	0,09269	0,09162	0,09122
17	0,09268	0,09162	0,09121
18	0,09267	0,09161	0,09121
19	0,09266	0,09161	0,09118
20	0,09268	0,09160	0,09120
21	0,09264	0,09161	0,09117
22	0,09264	0,09159	0,09116
Mittelwert	0,09264	0,09158	0,09117
Standardabw.	3,2911E-05	2,4937E-05	2,8558E-05
rel. Standabw.	0,036	0,027	0,031
Median	0,09264	0,09158	0,09117
kleinster Wert	0,09257	0,09154	0,09110
höchster Wert	0,09269	0,09162	0,09122

Gelb hinterlegt = Mittelwert
 Grün hinterlegt = niedrigster Wert
 Blau hinterlegt = höchster Wert

B) Standort in Großbritannien (Teddington)

B.1 Umsetzung der Wägeprotokolle

NPL (National Physical Laboratory) wurde beauftragt, die Filter für den Feldtest manuell zu wiegen. Entsprechend der Richtlinie EN14907 wurden die Filter weniger als 28 Tage im Wägeraum gelagert; die Plexiglaskammer, in der der Wiegevorgang stattfand, wurde bei 20 ± 1 °C und 50 ± 5 % gehalten; die Filter wurden vor und nach Probenahme zweimal gewogen. Tabelle 26 fasst die Wägebedingungen und Wiegezeiten zusammen:

Tabelle 26: Wägebedingungen und Wiegezeiten

Anfang Probenahme	Ende Probenahme
Lagerung mindestens 48 Stunden	Lagerung 48 Stunden
Filterwägung	Filterwägung
Lagerung 24 Stunden	Lagerung 24 Stunden
Filterwägung	Filterwägung

Zu Beginn jeder Wägereihe wurde die Balkenwaage untersucht, um die mechanischen Steifigkeiten zu entfernen, danach wurde kalibriert. Zu Beginn und zum Ende jeder Filtercharge wurde je ein Prüfgewicht von 50 mg und 200 mg gewogen. Entsprechend der Anforderungen des UK PM Equivalence Report [8] wurden die Filter in Bezug auf ein 100 mg Prüfgewicht und nicht in Bezug auf einen Nullfilter gewogen, da dieser über die Zeit einen Gewichtsverlust hat. Je vier Filter wurden zwischen den Prüfgewichten gewogen, da über diese Zeit die Wägedrift klein ist.

Die **Masse des Prüfgewichts (CM)** für die Filter wurde für jede Wägereihe nach der Gleichung **E A.1** berechnet

$$CM = \frac{(m_{check,Beg} + m_{check,End})}{2} \quad \text{E A.1}$$

Mit:

$M_{check,Beg}$ = Masse des Prüfgewichts, gewogen direkt vor dem Probenfilter.

$M_{check,End}$ = Masse des Prüfgewichts, gewogen direkt nach dem Probenfilter.

Die **Relative Masse (RM)** der Filter wurde für jede Wägereihe nach Gleichung **E A.2** berechnet: $RM = m_{filter} - CM$ **E A.2**

Mit:

m_{filter} = Masse des Probenfilters

Die **Partikel Masse (PM)** wird wie in EN 14907 beschrieben nach der folgenden Gleichung berechnet.

$$PM = \left(\frac{RM_{End1} + RM_{End2}}{2} \right) - \left(\frac{RM_{Beg1} + RM_{Beg2}}{2} \right) \quad \text{E A.3}$$

Mit:

Beg1 kennzeichnet Wägereihe 1, vor Probenahme

Beg2 kennzeichnet Wägereihe 2, vor Probenahme

End1 kennzeichnet Wägereihe 1, nach Probenahme

End2 kennzeichnet Wägereihe 2, nach Probenahme



End Streubereich (S_{Pre}), Beg Streubereich (S_{Post}) und Prüfgewicht Streubereich (S_{Blank}) wurden nach den folgenden Gleichungen berechnet:

$$S_{Pre} = RM_{Anf1} - RM_{Anf2} \quad \text{E A.4}$$

$$S_{Post} = RM_{End1} - RM_{End2} \quad \text{E A.5}$$

$$S_{Blank} = \left(\frac{CM_{End2} + CM_{End1}}{2} \right) - \left(\frac{CM_{Anf2} + CM_{Anf1}}{2} \right) \quad \text{E A.6}$$

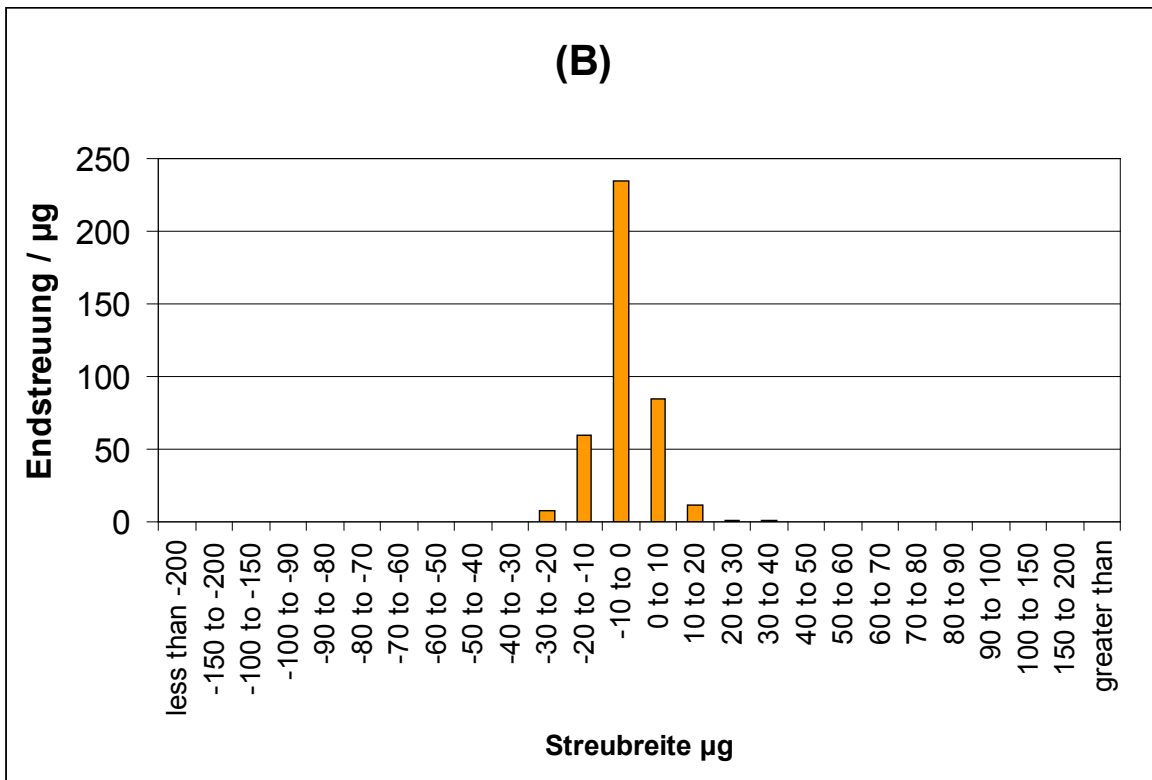
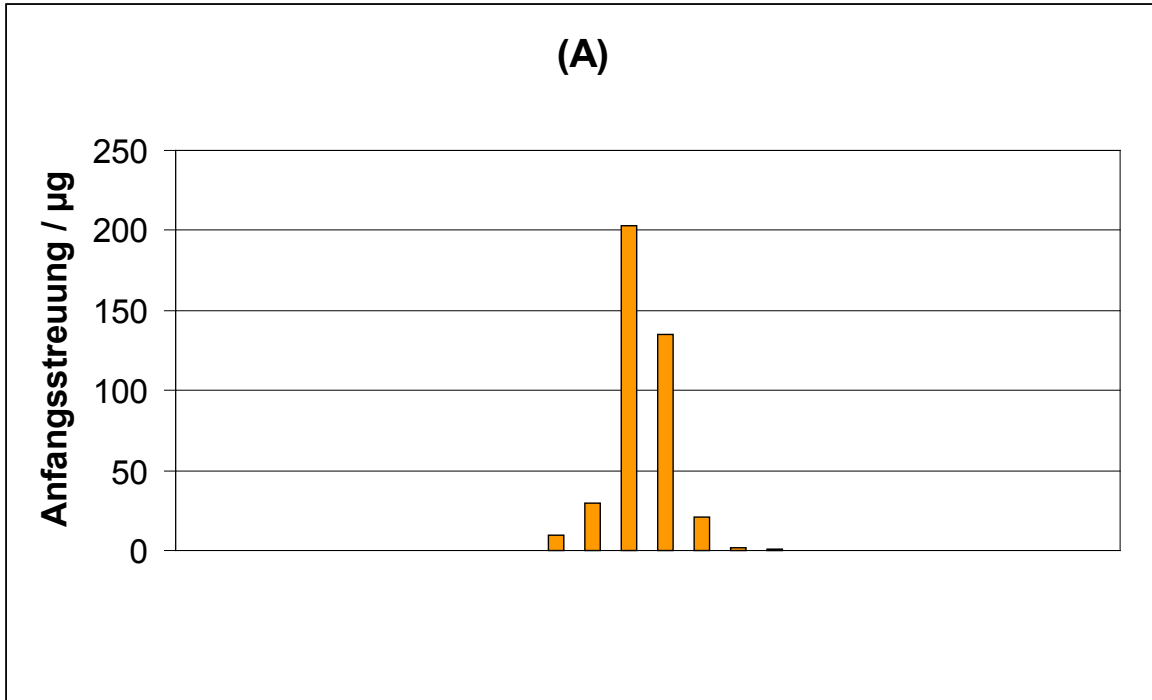
Wie im UK PM Equivalence Report [8] beschrieben war es nicht möglich, alle Filter wie in EN14907 beschrieben innerhalb des 15-tägigen Zeitfensters zu wiegen.

Allerdings wurden die Filter direkt aus dem Referenzprobenehmer entnommen und in den Kühlschrank gelegt, dadurch war es nicht notwendig zu bestimmen ob $T_{Umgebung}$ 23 °C überschreitet. 15 Tage erscheinen unpraktikabel für einen relativ kleinen Feldtest Rahmen, es ist wenig wahrscheinlich, dass diese Methode in nationalen und regionalen Netzwerken übernommen wird, die Methode die hier angewendet wurde, ist repräsentativ für den Betrieb der Referenzprobenehmer in der Praxis.

A.2 Analyse des verwendeten Wägeprotokolls

Das Streuverhalten der Anfangs- und Endwiegungen für alle gewogenen EMFAB Filter im Verhältnis zum Taragewicht und zum Prüfgewicht sind in Abbildung 60 dargestellt. Wenn alle Filter während der Messungen an relativer Masse verlieren, wird die Streuung nach rechts verschoben, im Gegenzug wird die Streuung nach links verschoben, wenn die relative Masse der Filter zunimmt. Die EN14907 schreibt vor, dass unbeladene Filter verworfen werden sollen, wenn die Differenz der Masse der zwei Anfangswägungen größer als 40 µg ist. Gleichmaßen schreibt die EN14907 vor, dass Filter, deren Massendifferenz der beiden Endwägungen größer als 60 µg ist, verworfen werden. Es wurden keine Filter auf Grund dieses Kriteriums verworfen. Es gilt als unwahrscheinlich, dass die festgestellten Streuungen der Wiederholungsbestimmungen der Masse einen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse zu haben.

Abbildung 60: Streuung der Emfab Filter für (A) Anfangswägung m Vergleich zum Prüfgewicht und (B) Endwägung im Vergleich zum Prüfgewicht



Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5 zum TÜV-Bericht 936/21209919/A vom 26. März 2010, Berichts-Nr.: 936/21243375/A

Anhang 3

Handbuch

BEDIENUNGSANLEITUNG

HORIBA APDA-371

**SCHWEBSTAUB-
IMMISSIONS-MESSGERÄT**



HORIBA APDA-371 Schwebstaub-Immissions-Messgerät Bedienungsanleitung-

©Copyright 2019 HORIBA Europe GmbH.

Alle Rechte vorbehalten weltweit. Kein Teil dieser Publikation darf in einem Dateninformations- oder -abfragesystem reproduziert werden, übertragen werden, gespeichert werden, oder in irgendeine andere Sprache in irgendeiner Form mit irgendwelchen Mitteln ohne die ausdrückliche schriftliche Erlaubnis von HORIBA.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung	5
1.1 Über dieses Handbuch	5
1.2 Technischer Service	5
1.3 HORIBA APDA-371 / Beta Absorptions- Monitor.....	5
1.4 Sicherheitsinformationen - Beta Strahlung	6
1.5 Modell HORIBA APDA-371 PM ₁₀ US-EPA Äquivalent Methode	6
1.6 Modell HORIBA APDA-371 PM _{2.5} US-EPA Äquivalent-Methode.....	7
1.7 HORIBA APDA-371 Gerätespezifikationen	8
2 Standortauswahl und Installation	9
2.1 Auspacken und Installation.....	9
2.2 Aufstellung.....	9
2.3 Aufstellungsort.....	10
2.4 Aufstellung in einem begehbaren Container.....	11
2.5 Einbauhinweise	13
2.6 Elektrischer Anschluss	22
3 Inbetriebnahme Ihres HORIBA APDA-371	24
3.1 Einschalten	24
3.2 Warmlauf.....	25
3.3 Bedienung der Tastatur und des Display.....	25
3.4 Einlegen des Filterbandes	27
3.5 Selbsttest.....	29
3.6 SETUP Einstellungen für das erste Einschalten.....	30
3.7 Dichtheits- und Durchflusskontrolle	30
3.8 Messzyklus starten	30
3.9 Die Durchfluss-Statistik (FLOW STATISTICS)	31
3.10 Das Menü OPERATE	32
3.11 Anzeige NORMAL	32
3.12 Das Momentanwert-Menü (Instantaneous)	33
3.13 Die Mittelwert-Anzeige (Average)	33
4 Der Messzyklus	34
4.1 Der Ein-Stunden-Zyklus	34
4.2 Automatischer Referenzpunktcheck während des Zyklus	36
4.3 Beschreibung der Probenahme	36
4.4 Filterbandverwendung	37
5 Durchfluss und Durchfluss-Kalibrierung	38
5.1 Das Durchflussdiagramm	38
5.2 Durchflussmessungen	39
5.3 Flow-Control- und Flow-Reporting-Arten - standardisierter- oder tatsächlicher Durchfluss.....	39
5.4 Umrechnungen von Gesamtfluss (Q _{GESAMT}) und Flussraten (LPM).....	40

5.5	Über Dichtigkeitsprüfung, Bestaubungskammerreinigung und Durchflusskontrollen.....	40
5.6	Dichtigkeitsprüfverfahren.....	41
5.7	Reinigung der Bestaubungskammer und des Stützkreuzes	42
5.8	Feldkalibrierung der Durchflussmessung (FLOW TYPE: ACTUAL)	44
5.9	Feldkalibrierung Durchflussmessung (FLOW TYPE: STD).....	46
6	Das SETUP Menü	47
6.1	Menüpunkt Uhr (CLOCK)	48
6.2	Menüpunkt SAMPLE – Wichtige Informationen.....	48
6.3	Menüpunkt - CALIBRATE - Wichtige Information	51
6.4	Menüpunkt EXTRA1	54
6.5	Menüpunkt ERRORS	55
6.6	Menüpunkt PASSWORD	57
6.7	Menüpunkt INTERFACE	57
6.8	Menüpunkt SENSOR.....	58
6.9	Menüpunkt HEATER	60
6.10	Menüpunkt QUERY – Custom Data Array Setup	62
6.11	Menüpunkt REPORTS - Tägliche Daten und dynamische Bereiche	63
6.12	Menüpunkt HJ 653 Setup - Chinesische Datenformatierung.....	65
7	Wartung, Diagnose und Fehlerbehebung	66
7.1	Von HORIBA empfohlene Wartungsintervalle	66
7.2	Fehler- und Alarmbeschreibungen	67
7.3	Vergleich von APDA-371-Daten mit integrierten Filter-Sampler-Daten	70
7.4	Prüfprotokoll und Testreport	71
7.5	Selbsttest-Funktion.....	71
7.6	Probleme beim Einschalten.....	71
7.7	Tabelle der Fehler und Ursachen / Lösungen.....	73
7.8	Service der Bestaubungskammer und O-Ring Ersatz	77
7.9	Test der Nullwert-Konzentration BKGD (Zero Background Test)	80
7.10	Menüpunkt TEST.....	82
7.11	Testmenü COUNT	82
7.12	Testmenü PUMP	83
7.13	Testmenü TAPE	84
7.14	Testmenü DAC – Test des Analogausgangs.....	84
7.15	Testmenü CALIBRATE.....	84
7.16	Testmenü INTERFACE	85
7.17	Testmenü FLOW	85
7.18	Testmenü ALIGN.....	86
7.19	Testmenü HEATER.....	87
7.20	Testmenü FILTER-T– Test des Filtertemperatursensors	88
7.21	Testmenü RH – Test des Feuchtesensors des Filterbandes.....	88
8	Das Interface zum externen Aufzeichnungsgerät	90
8.1	Analoges Konzentrationsausgangssignal.....	90
8.2	Der Early Cycle Modus.....	91
8.3	Telemetrie Fehler Relais.....	92


8.4	Digitales Interface zwischen Aufzeichnungsgerät und HORIBA APDA-371	95
9	RS-232 Serielles Interface – Datenabfrage	96
9.1	Anschlüsse und Einstellungen direkte serielle Schnittstelle	96
9.2	Verwenden von Kommunikations Software	97
9.3	Daten herunterladen - Verwenden von einfachen Terminalprogrammen	98
9.4	Verwendung eines Terminalprogramms: Systemmenü und Beschreibung der Dateien.....	99
9.5	Druckerausgabeprot-Funktionen	108
9.6	Option Modem	108
9.7	APDA-371 Firmware-Upgrades	109
9.8	Zurücksetzen des Datenzeigers für die neue Datensammlung	110
9.9	Datenerhebung über die Query-Ausgabe oder das Bayern-Hessen-Protokoll .	111
10	Zubehör und Ersatzteile	114
10.1	Verbrauchsmaterial, Ersatzteile und Zubehör.....	114

1 Einleitung



1.1 Über dieses Handbuch

Dieses Handbuch ist nach den wichtigsten benötigten Informationen wie Auswahl des Einsatzortes, Installation, Setup und Kalibrierung im Feld gegliedert.

Die Kapitel und Unterkapitel, die mit dem Symbol  gekennzeichnet sind, enthalten wichtige Informationen, die alle Eigentümer und Benutzer eines HORIBA APDA-371 lesen und verstehen sollten. Die Kapitel gegen Ende dieses Handbuches enthalten weiterführende Informationen zu Themen wie Theorie der Diagnostik, Zubehör und alternative Einstellungen. Diese Kapitel enthalten wertvolle Informationen, die bei Bedarf gelesen werden sollten. Elektronische Versionen dieses Handbuchs sind ebenfalls erhältlich.

1.2 Technischer Service

Dieses Handbuch ist mit der Hilfe von Kundenrückmeldungen so strukturiert, dass die benötigten Informationen für Setup, Betrieb, Testen, Wartung und Fehlerbehebung des HORIBA APDA-371 schnell verfügbar sind. Falls Sie nach dem Lesen des Handbuches trotzdem Unterstützung benötigen, wenden Sie sich während unserer normalen Büroöffnungszeiten, Montag bis Freitag zwischen 8:00 und 16:00, an unser technisches Servicepersonal.

Telefon: +49 (0)2175 – 8978-0
Fax: +49 (0)2175 – 8978-50
E-Mail: info@HORIBA.com

Postadresse: HORIBA Europe GmbH
Julius-Kronenberg-Str. 9
D-42799 LEICHLINGEN

1.3 HORIBA APDA-371 / *Beta Absorptions-Monitor*

Der Schwebstaub Monitor HORIBA APDA-371 misst die Staubkonzentration in der Luft und speichert sie automatisch in einem eingebauten Datenspeicher. Er verwendet als Messprinzip die Abschwächung von Beta-Teilchen beim Durchgang durch ein Filterband. Mit dieser Methode können Partikel-Konzentrationen im Bereich von Milligramm oder Mikrogramm pro Kubikmeter Luft einfach bestimmt werden. Eine kleine ^{14}C ($< 60 \mu\text{Ci}$) Strahlenquelle sendet eine extrem konstante Anzahl von Elektronen, auch als Betateilchen bezeichnet, aus. Diese Betateilchen werden mit einem hochempfindlichen Szintillationszähler gemessen. Eine externe Pumpe zieht eine definierte Luftmenge durch das Filterband. Die Staubpartikel, die sich in der Luft befinden, werden auf dem Filterband abgeschieden. Das bestaubte Filter wird zwischen Strahlenquelle und Detektor positioniert. Die durch die gesammelten Staubpartikel hervorgerufene Abschwächung der Betateilchen wird gemessen. Die Stärke der Abschwächung ist proportional der auf dem Filter abgeschiedenen Staubmasse. Mit Hilfe der gemessenen Luftmenge kann aus der Staubmasse die gewünschte Staubpartikelkonzentration der Umgebungsluft bestimmt werden. Die genaue Beschreibung des Messzyklus ist in Kapitel 4 beschrieben. Zusätzlich sind die wissenschaftliche Grundlage der Theorie und die verbundenen Gleichungen am Ende dieses Handbuchs dargestellt.

1.4 Sicherheitsinformationen - Beta Strahlung

Das HORIBA APDA-371 Messgerät enthält eine kleine ^{14}C (Kohlenstoff -14) Beta Strahlenquelle. Die Aktivität dieser Quelle ist $60 \mu\text{Ci} \pm 15 \mu\text{Ci}$ (Mikro Curie) oder $2.22\text{E}+6 \text{ Bq}$. Diese Aktivität liegt unter der Freigrenze für ^{14}C von $1.0\text{E}+7 \text{ Bq}$, wie Sie in der Strahlenschutzverordnung (Anlage III Tabelle 1 Spalte 2) festgelegt wurde. Der Umgang mit dem Gerät ist demnach genehmigungs- und anzeigefrei. Als Benutzer oder Eigentümer des Messgerätes haben Sie die Wahl, die Strahlenquelle zu HORIBA Europe GmbH zur fachgerechten Entsorgung/Recycling zurückzugeben, wenn das Gerät das Ende seiner Betriebszeit erreicht hat oder Sie können das gesamte Gerät selbst entsorgen.

Nur HORIBA-Techniker dürfen die Strahlungsquelle austauschen. Die Betastrahlen-Quelle hat eine Halbwertszeit von etwa 5730 Jahren und braucht nie ersetzt zu werden. Weder die ^{14}C Strahlenquelle, noch der Detektor sind im Feld zu reparieren. Wenn diese Komponenten ersetzt oder repariert werden müssen, dann muss das Messgerät zu einer unserer Servicestellen eingesandt werden.

1.5 Modell HORIBA APDA-371 PM₁₀ US-EPA Äquivalent Methode

Das Messgerät HORIBA APDA-371 ist am 3. August 1998 als äquivalente Methode zur PM₁₀ Überwachung von der United States Environmental Protection Agency zugelassen worden.

Die EPA Zulassung umfasst die Versionen G, -1, G-1 und die späteren Modelle HORIBA APDA-371 PM₁₀ Beta Absorptions-Monitor, wenn sie in Übereinstimmung mit den folgenden Anforderungen betrieben werden. Der Nutzer ist darüber informiert, dass Konfigurationen, die von diesen Anforderungen abweichen, nicht mit den zutreffenden Anforderungen aus CFR 40 Teile 50 und 53 übereinstimmen.

- Das HORIBA APDA-371 wird eingesetzt zur Bestimmung des Tagesdurchschnitts bei stündlicher Messung mit einem Filterwechsel pro Stunde.
- Der Einlass muss mit einem Standard BX-802 EPA PM₁₀- Lufteinlass ausgestattet sein.
- Das Gerät wird mit einem Standard Glasfiber-Filter verwendet.
- Das Gerät kann mit oder ohne die folgenden Optionen eingesetzt werden: Probenahmerohr Verlängerung BX-823, Probenahmeheizung BX-825, Probenahmeheizung BX-826 230V, BX-828 Dreibein zur Abstützung des Probenahmerohrs, BX-902 Außenaufstellungsgehäuse, BX-903 Außenaufstellungsgehäuse, klimatisiert, BX-961 Automatische Durchflussregelung, BX-967 integrierte Kalibrierung.

1.6 Modell HORIBA APDA-371 PM_{2.5} US-EPA Äquivalent-Methode

Das Messgerät HORIBA APDA-371 Beta Absorptions-Massendetektor - PM_{2.5} FEM Konfiguration ist am 12. März 2008 als äquivalente Methode zur PM_{2.5} Überwachung in Übereinstimmung mit CFR 40 Teil 53 von der United States Environmental Protection Agency zugelassen worden.

Die folgenden Parameter und Bedingungen müssen eingehalten werden, Wenn das HORIBA APDA-371 zur Überwachung der Partikel-Konzentration nach PM_{2.5} FEM eingesetzt wird:

- Der Einlass muss mit einem EPA-zugelassenen PM_{2.5} Very Sharp Cut Cyclone (VSCC™-A by BGI, Inc.) ausgestattet sein. Die Artikel-Nr. lautet BX-808.
- Der Einlass muss mit einem Standard EPA PM₁₀-Lufteinlass (BX-802) ausgestattet sein.
- Das Gerät ermittelt stündlich den Mittelwert. Die PM_{2.5} Konzentration wird (außerhalb des APDA) als täglicher Mittelwert aus dem stündlich vom HORIBA APDA-371 ermittelten Wert berechnet.
- Das Gerät ist mit Firmware 3.2.4 oder höher ausgestattet.
- Das HORIBA APDA-371 muss wie in dieser Bedienungsanleitung (Version F oder höher) beschrieben eingesetzt werden. Die ergänzend gelieferte Anleitung der Firma BGI Inc. für das VSCC™ ist ebenfalls zu beachten.
- Das Gerät muss mit einem Kombinationssensor für Umgebungstemperatur und Luftdruck (BX-596) ausgestattet sein. Dieser wird für die Durchflusskontrolle und -statistik genutzt.
- Das Gerät muss mit der automatischen Durchflussregelung BX-961 ausgestattet sein und muss im Betriebsmodus „Echtzeit (volumetrische) Durchflussüberwachung“ arbeiten.
- Das Gerät muss mit der Probenahmeheizung Smarttyp 110V (BX-827) oder 230V (BX-830) ausgestattet sein. Die Heizungsüberwachung muss auf 35% Luftfeuchtigkeit eingestellt sein, die Delta-T Überwachung darf nicht gesetzt sein.
- Das Gerät muss mit der Filtertransport-Überwachung (8470-1, Version D oder höher) mit geschlossener Beta-Quelle ausgestattet sein. Alle Geräte, die nach März 2007 hergestellt wurden, sind standardmäßig damit ausgerüstet. Ältere Geräte können im Werk mit der Option ausgestattet und recalibriert werden.
- Das Gerät muss mit dem Standard Glasfiber-Filterband arbeiten.
- Die Intervallzeit (COUNT TIME) muss auf 8 Minuten gesetzt werden.
- Die Messzeit (SAMPLE TIME) muss auf 42 Minuten gesetzt sein.
- Die Nullluft Kalibriereinheit BX-320 ist ein notwendiges Zubehör. Diese Kalibriereinheit wird für eine Überwachung des BKGD (Hintergrund) Wertes in Bezug auf die Entwicklung der Einheit und der Periodizität benötigt (siehe Handbuch für das BX-302).
- Das Gerät kann mit oder ohne die folgenden Optionen eingesetzt werden: Probenahmerohr Verlängerung BX-823 und mit oder ohne Aussenaufstellungsgehäuse BX-902 oder BX-903 betrieben werden.

1.7 HORIBA APDA-371 Gerätespezifikationen

PARAMETER	Spezifikation
Messprinzip:	Partikelkonzentration durch Beta-Abschwächung.
US-EPA Zulassungen:	PM ₁₀ : EPA EQPM-0798-122 PM _{2.5} : Class III EPA EQPM-0308-170
EN Zulassungen (QAL1)	PM ₁₀ : Zertifikat Nr.: 0000039317 (TÜV Rheinland / Umweltbundesamt) PM _{2.5} : Zertifikat Nr.: 0000027277 (TÜV Rheinland / Umweltbundesamt)
Standard Messbereich	0 - 1.000 mg/m ³ (0 - 1000 µg/m ³)
Optionale Messbereiche:	0 - 0.100, 0.200, 0.250, 0.500, 2.000, 5.000, 10.000 mg/m ³ (Sonderanwendungen)
Genauigkeit:	Übertrifft US-EPA Class III PM _{2.5} FEM-Standards für additive und multiplikative Verzerrungen.
Auflösung:	± 0.1 µg/m ³
Nachweisgrenze: (2σ) (1 Stunde)	<4.8 µg / m ³ (<4.0 µg / m ³ typisch) (8-Minuten-Zählzeit)
Nachweisgrenze: (2σ) (24 Stunden)	<1,0 µg / m ³
Messzyklus:	1 Stunde
Durchflussrate:	16.7 Liter/Minute. Einstellbar von 0-20 LPM. Momentanwert oder Standardwert
Filterband:	Glasfaserfilterband, 30mm breit und 25 Meter lang. Eine Rolle reicht für ca. 60 Tage im 1 Stunden Messzyklus
Messbereichs-überwachung:	Automatisch 800ug (typisch) Messbereich wird stündlich geprüft
Beta-Quelle:	¹⁴ C Strahlenquelle, 60 µCi ±15 µCi (< 2.22 X 10 ⁶ Beq), Halbwertszeit 5730 Jahre.
Beta Detektor:	Photomultiplier mit Plastiksintillationszähler.
Betriebstemperatur:	0 bis +50°C (+5°C bis +40°C gemäß EN-Zulassung)
Umgebungstemperatur:	-30° bis +60°C
Relative Feuchte:	0 bis 90% RH, nicht kondensierend.
Feuchteüberwachung:	Aktiv geregeltes Heizmodul, 10 - 99% RH einstellbar.
Zulassungen:	US-EPA, CE, NRC, TUV, CARB, ISO-9001
Nutzer-Schnittstelle:	Menügesteuerte Benutzeroberfläche mit 8x40 Zeichen LCD-Display und dynamischer Tastatur.
Analogausgang:	0-1 oder 0-10 VDC, per Schalter einstellbar (galvanisch getrennt) 4-20 oder 0-16 mA, per Schalter einstellbar (galvanisch getrennt)
Serielle Schnittstelle:	RS-232 2-Wege serielle Schnittstelle für PC oder Modem-Kommunikation
Drucker:	Nur serieller Ausgang, Datenausgabe an einen PC oder seriellen Drucker
Fernsteuersignale (Telemeter):	Zeitumschaltung (Spannung oder Kontaktschluss), Fehler Telemeter (Kontaktschluss).
Alarmrelais:	Datenfehler, Bandfehler, Durchflussfehler, Stromausfall, Wartung.
Kompatible Software:	Luft Plus™, Comet™, MicroMet Plus®, HyperTerminal®, ProComm Plus®.
Fehlermeldungen:	Benutzer konfigurierbar. Verfügbar über serielle Schnittstelle, Display und Relaisausgänge.
Speicher:	4369 Datensätze (182 Tage @ 1 Datensatz/Stunde).
Spannungsversorgung:	100 - 230 VAC, 50/60 Hz. 0.4 kW 3.4 A max.
Gewicht:	24.5 kg ohne angebautes Zubehör
Abmessungen:	H x B x T = 31 cm x 43 cm x 40 cm

*Technische Änderungen vorbehalten.

2 Standortauswahl und Installation



2.1 Auspacken und Installation

Wenn Sie irgendwelche Beschädigungen an der Verpackung des Gerätes **vor** dem Auspacken bemerken, sollten Sie unverzüglich den Spediteur benachrichtigen. Sollten Sie Beschädigungen an dem Gerät feststellen, benachrichtigen Sie bitte nach dem Spediteur auch HORIBA.

Nehmen Sie das Messgerät aus der Verpackung und prüfen Sie anhand des Lieferscheins/der Packliste die Vollständigkeit. Stellen Sie sicher, dass alle notwendigen Teile für Ihre Installation vorhanden sind.

Öffnen Sie die Tür mit der Anzeigeeinheit und dann entfernen Sie vorsichtig die zwei weißen Plastikringe im inneren des Gerätes von den Filterbandtransportrollen. Entfernen Sie Ringe allerdings erst wenn Sie das Messgerät wirklich installieren. Diese Ringe müssen installiert sein, wenn das Gerät bewegt oder transportiert wird, um eine Beschädigung des Filterbands-Mechanismus zu vermeiden.

Bitte heben Sie die Ringe und das Verpackungsmaterial auf, für den Fall, das Sie das Gerät zur Fabrik zurück senden müssen. HORIBA übernimmt keine Haftung für Schäden, wenn das Gerät nicht in der Originalverpackung inklusive der Sicherungsringe transportiert wird. Wenden Sie sich an HORIBA, wenn Sie Ersatzverpackungen benötigen.

2.2 Aufstellung

Das HORIBA APDA-371 ist nicht wettergeschützt oder wasserdicht und ist für den Betrieb in einer wetterfesten, ebenen, vibrationsfreien und staubfreien Umgebung vorgesehen. Die Temperaturen müssen im Bereich zwischen 0 °C und +50 °C liegen (+5°C bis +40°C gemäß EN-Zulassung). Die relative Luftfeuchte darf 90% nicht überschreiten, auf keinen Fall darf Kondensation auftreten. Die unten beschriebenen Standardkonfigurationen für eine wetterfeste Aufstellung stehen zur Verfügung. Bitte kontaktieren Sie HORIBA, wenn Sie eine andere Aufstellungsweise benötigen.

1. **Begehbarer Raum oder mobiler Container mit Flachdach:** Dies kann ein vorgefertigter Container, ein LKW-Aufbau oder ein Raum in einem Gebäude sein. Das APDA wird auf einer Tischplatte oder in einem Geräteschrank, häufig mit anderen Geräten gemeinsam, installiert. Das Probenahmerohr muss in geeigneter Weise aus dem Dach herausragen. Eine Wechselspannungsversorgung muss vorhanden sein. Die Anweisungen für diese Art der Installation sind in dieser Anleitung enthalten.
2. **BX-902/903 klimatisierte Mini-Container:** Diese kleinen vorgefertigten Gehäuse sind gerade groß genug für das APDA-372 und das entsprechende Zubehör und werden auf dem Boden oder auf dem Dach eines größeren Gebäudes installiert. Sie sind mit einer Heizung (BX-902) oder mit einer Heizung und Klimaanlage (BX-903) erhältlich. Die Gehäuse werden kundenspezifisch angefertigt und werden mit einem separaten Installationshandbuch ausgeliefert.

HINWEIS zur Temperaturregelung im Container: Die Lufttemperatur innerhalb der Umgebung, in der das HORIBA APDA-371 installiert wird, sollte so konstant wie möglich auf einen bestimmten engen Bereich oder Sollwert (z. B. 25° C) eingestellt werden, vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen:

1. Die Containertemperatur muss im Inneren immer zwischen 0 und 50 ° C (+5 - +40°C EN-Zulassung) liegen, sonst können Alarmer und Störungen auftreten. Denken Sie daran, dass die Vakuumpumpe und die Einlassheizung erheblich zur Beheizung beitragen können.
2. Die genaue Containertemperatur im Bereich von 0-50° C (+5 - +40°C EN-Zulassung) ist nicht kritisch. Temperaturänderungen während des Messzyklus können jedoch zu Messartefakten führen. Ggf.. tendieren diese Artefakte dazu, nur während stündlicher Messungen zu erscheinen und sind im Allgemeinen unbedeutend, wenn tägliche Mittelwerte berechnet werden.
3. HORIBA empfiehlt, die Temperatur in nicht klimatisierten Mini-Gehäusen wie dem Modell BX-902 zu protokollieren.
4. Benutzer des HORIBA APDA-371 in heißen Klimazonen, in denen die Umgebungstemperatur 40° C übersteigt, sollten den luftgekühlten Minibehälter Modell BX-903 oder einen klimatisierten begehbaren Unterstand verwenden, um eine Überhitzung des HORIBA APDA-371 zu vermeiden.
5. Der Teil des Einlassrohrs innerhalb des Containers oder Gebäudes sollte immer ausreichend isoliert sein. Dies ist besonders wichtig, wenn das Gerät unter Bedingungen mit hohem Umgebungstemperatur-Taupunkt betrieben wird. Andernfalls könnte Kondensation in der Probenahmeröhre und / oder Messartefakte auftreten. Wenn dies ein Problem darstellt, kann der Benutzer erwägen, die Temperatur im Inneren des Containers auf einen Punkt zu erhöhen, der näher an der Umgebungstemperatur liegt. Das HORIBA APDA-371 sollte nicht direkt in den Bereich von Klimaanlage-Lüftungsdüsen platziert werden.

2.3 Aufstellungsort

Die Genauigkeit der Messungen hängt von der Wahl des richtigen Aufstellungsortes ab. In vielen Fällen müssen die Bedingungen am Aufstellungsort genau festgelegt sein, um die Messungen für behördliche Zwecke verwenden zu können. In jedem Fall haben behördliche Anforderungen Vorrang. Eine solche Anleitung und solch ein Reglement können Informationen liefern über:

1. Einlasshöhe
2. Abstand und lichte Höhe
3. Nähe zu mobilen und stationären Partikelquellen
4. Zusätzliche Standortkriterien oder -überlegungen

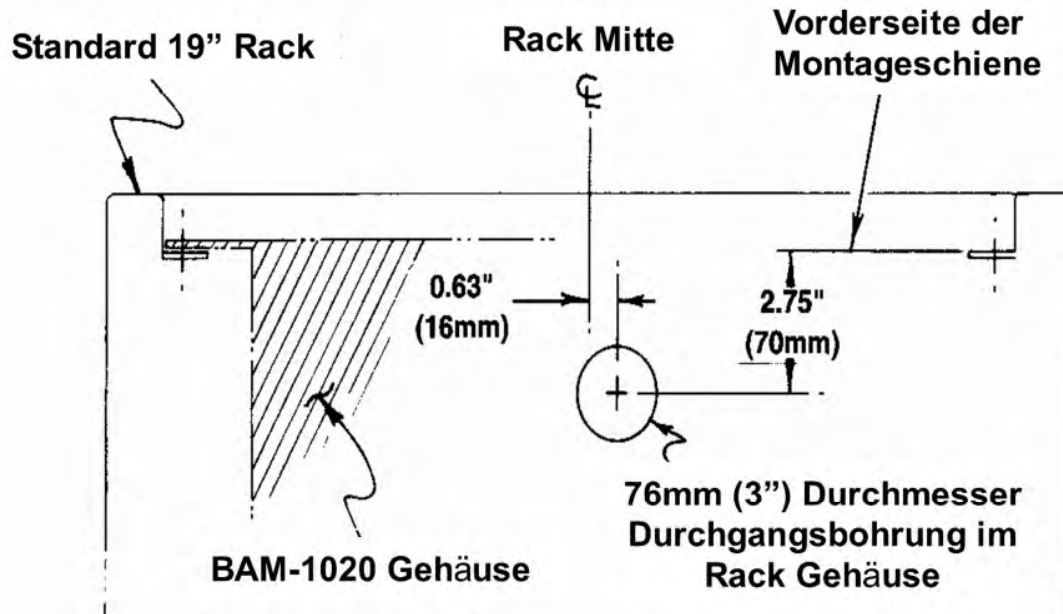
Diese Details sollten vor der Auswahl eines Standorts berücksichtigt werden.

2.4 Aufstellung in einem begehbaren Container

Wenn das HORIBA APDA-371 in einem begehbaren Container installiert wird, wird das APDA entweder in einem Geräte-Rack oder auf einer Tischplatte montiert. HORIBA empfiehlt die Installation in einem Rack, da das eine bessere und stabilere waagerechte Aufstellung ermöglicht. In einem Rack ist außerdem eine saubere und platzsparendere Installation möglich. Trotzdem sind beide Arten der Installation möglich, solange das Gerät waagrecht aufgestellt wird und das Probenahmerohr perfekt lotrecht installiert wird. HORIBA liefert die Einbaumaterialien für die Montage in einem Geräterack mit jedem Gerät. Beachten Sie die folgenden Punkte bei der Planung der Installation:

- **Zugang zur Rückseite:** Das Gerät muss mit genügendem Abstand zur Rückseite installiert werden, um einen Zugang für Verdrahtung und Wartung zu gewährleisten. Es sind mindestens 15 cm erforderlich. Der Zugang zur Rückseite sollte, wenn immer möglich, komplett freigelassen werden. Es muss ein angemessener Zugang zum Netzschalter auf der Rückseite des Geräts vorhanden sein.
- **Zugang von oben:**
Zwischen APDA-Oberseite und Decke müssen mindestens 20 cm Platz vorhanden sein, um die Probenahmeheizung einbauen zu können, die auf dem Probenahmerohr direkt über dem Gerät installiert wird.
- **Mobile Container:**
Wenn das HORIBA APDA-371 in einem Geräterack in einem fahrbaren Container oder auf einem Fahrzeug installiert wird, **muss** das Gerät wegen der Erschütterungen von unten **zusätzlich** zu den Montageschienen unterstützt werden. Die Plastik-Transportsicherungen müssen während der Fahrt/des Transportes ebenfalls eingesetzt werden.
- **Rack-Anpassungen:**
In die Oberseite des Geräteracks muss häufig eine Öffnung geschnitten werden, um das Probenahmerohr durch das Dach zu verlängern. Die Abmessungen für die Öffnung entnehmen Sie bitte der Zeichnung unten.

HINWEIS: Die Probenahmeheizung ist ein Zylinder, der auf das Probenahmerohr ca. 5 cm oberhalb des Gerätes montiert wird. Wenn das APDA weit oben im Rack montiert wird, muss die Öffnung ggf. vergrößert werden, um die Heizung einsetzen zu können. Die Heizung ist mit einem Isolierrohr ausgestattet, das an die Verhältnisse angepasst werden kann. Stellen Sie sicher, dass die Teile zusammenpassen, bevor Sie das APDA installieren.



(19" Rack Ansicht von oben)

Modifikation des 19" Rack Gehäuses zur Installation des Probenahmerohrs

2.5 Einbauhinweise

Das HORIBA APDA-371 sollte nur von Personal installiert werden, das mit Umwelt-Messgeräten vertraut ist. Es sind keine besonderen Vorsichtsmaßnahmen zu treffen, außer denen des sorgfältigen Umgangs bei der Handhabung wissenschaftlicher Geräte. Beachten Sie die Zeichnungen auf den folgenden Seiten.

1. Arbeiten am Dach:

Bestimmen Sie Stelle, an der das Probenahmerohr durch die Decke des Messcontainers oder des Gehäuses nach außen soll. Bohren Sie ein 2 1/4" (58 mm) Durchmesser Loch an dieser Stelle durch das Dach. Stellen Sie sicher, dass sich das Loch direkt über dem APDA-Geräteeinlass befindet, da das Probenahmerohr perfekt lotrecht stehen muss.

HINWEIS: Der Geräteeinlass ist leicht links versetzt (0,6 in / 15 mm) zur Gerätemitte, siehe Zeichnung.

2. Wasserdichter Flansch:

Bringen Sie Silikondichtmasse um das Loch auf und platzieren Sie den Dachdurchführungsflansch BX-801 über dem Loch. Normalerweise ist die beste Einbaulage für den Flansch, wenn das Gewindestück nach unten zeigt. Schrauben Sie den Flansch mit den vier Ankerschrauben oder mit selbstschneidenden Schrauben (nicht im Lieferumfang enthalten) auf dem Dach fest. Bringen Sie weitere Silikondichtmasse um den Flansch herum auf, um ein Eindringen von Wasser zu verhindern. Drehen Sie Teflon-Band um die Gewinde der Schrauben der grauen Kunststoffdichtung und schrauben Sie sie in den Dachflansch.

HINWEIS: Aufgrund von Faktoren wie hoher Schneelast oder einem schrägen Dach ziehen es einige Benutzer ziehen vor, ihren eigenen Dachflansch herzustellen, anstatt den von HORIBA gelieferten zu verwenden. Geräteschäden durch ein undichtes Dach sind nicht von der Garantie abgedeckt.

3. Installation und Ausrichtung Probenahmerohr:

Entfernen Sie die weiße Kappe und die Gummidichtung von der Dachdurchführung. Das erleichtert den Einbau des Probenahmerohrs, da die Dichtung sehr eng um das Probenahmerohr liegt. Führen Sie das Probenahmerohr durch die Dachdurchführung in den Rohranschluss des APDA. Stellen Sie sicher, dass das Rohr fest sitzt.

Es ist sehr wichtig, dass das Einlassrohr senkrecht zur Oberseite des HORIBA APDA-371 steht. Die Bestäubungskammer kann sich verklemmen, wenn der Einlass falsch ausgerichtet ist. Eine einfache Kontrolle besteht darin, das Einlassrohr von Hand vor und zurück zu drehen, bevor die Dachflanschdichtung oder die APDA-371 Einlass-Einstellschrauben angezogen werden. Wenn das Einlassrohr gerade ist, sollte sich das Rohr beim Einsetzen in das APDA-371 relativ leicht drehen lassen. Wenn es sich nicht dreht, überprüfen Sie das Einlassrohr auf vertikale Ausrichtung oder bewegen Sie das APDA-371 leicht.

Es wird immer empfohlen, den freiliegenden Teil des Einlassrohrs im Inneren des Containers zu isolieren.

4. **Montage der Probenahmeheizung:**

Vor der Befestigung des Probenahmerohrs muss die smarte Probenahmeheizung vom Typ BX-827 oder BX-830 auf dem Rohr installiert werden. Heben Sie dazu das Probenahmerohr aus dem Geräteanschluss heraus und führen Sie das Rohr durch die Heizung (das Kabelende zeigt nach unten). Dann stecken Sie das Rohr wieder in den Geräteanschluss. Positionieren Sie die Heizung 2" (5 cm) oberhalb des Geräteanschlusses und fixieren Sie die Heizung mit den beiden Klemmschrauben fest am Rohr.

Die Heizung beinhaltet ein ca. 30 cm langes Stück Isoliermaterial. Das Isoliermaterial ist zur einfachen Montage der Länge nach geschlitzt. Wickeln Sie die Isolierung um die Heizung und entfernen Sie den Klebestreifen zur Fixierung. Die Isolierung kann bei Bedarf zugeschnitten werden. Die Isolierhülse sorgt für eine gleichmäßigere Erwärmung und verhindert außerdem, dass Gegenstände mit dem heißen Heizkörper in Berührung kommen.

5. **Probenahmeheizung - Elektrische Anschlüsse:**

Alle Generationen des BX-827/830 Smart Heaters haben denselben grünen Metall-Stromanschluss. Abhängig von der Position des Heizungssteuerrelais gibt es jedoch zwei verschiedene Konfigurationen für die Art und Weise, in der das Heizelement in das APDA-371 eingesteckt wird. Stellen Sie sicher, dass Sie erkennen, welche der folgenden Konfigurationen Sie haben.

Die meisten Einheiten, die zwischen 2008 und 2012 gebaut wurden, wurden mit einem externen grauen Relaismodul geliefert, das in einen passenden **schwarzen Kunststoffstecker auf der Rückseite des APDA-372** gesteckt wird. Der Smart Heater-Anschluss wird an den grünen Anschluss an der Oberseite dieses Relaismoduls angeschlossen, wie auf dem linken Foto unten gezeigt. Diese externen Relaismodule haben ein eigenes Netzkabel, um die Heizung mit Strom zu versorgen, und haben eine 3A-Sicherung im Inneren.

In der anderen möglichen Konfiguration des Bausatzes wird der grüne Metall-Smart-Heater-Stecker einfach direkt in den passenden **grünen Metallstecker auf der Rückseite des APDA-371** gesteckt. Das Heizungsrelais befindet sich im Inneren des APDA-371, und die Heizleistung kommt von der BAM-Wechselstromversorgung bei Netzspannung und -frequenz und ist durch die 3.1A-Hauptsicherungen im Stromeingangsmodul abgesichert.



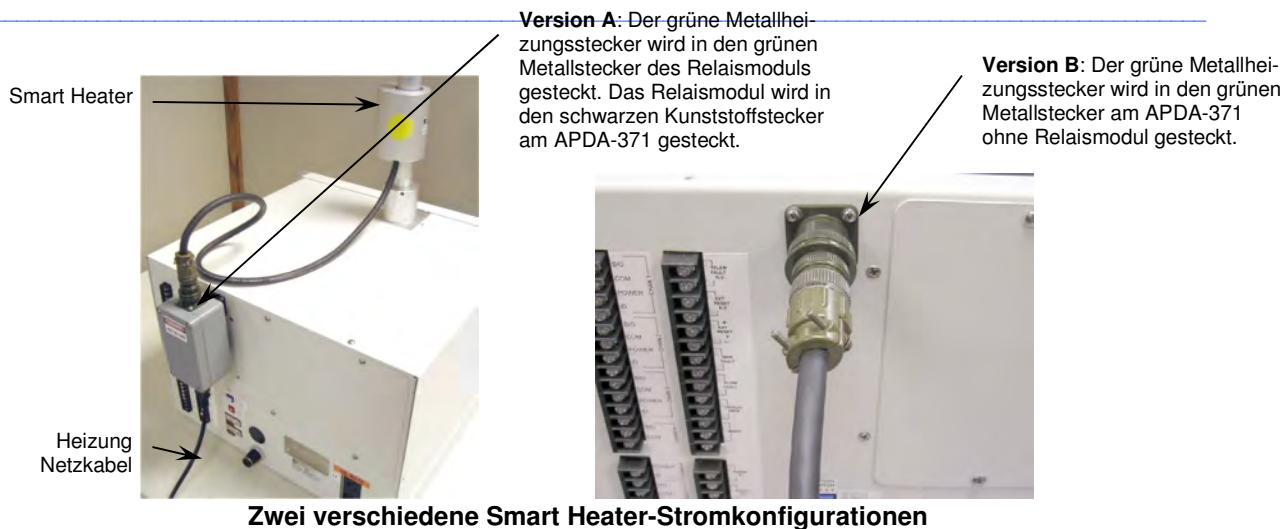
WARNUNG! Es ist möglich, den grünen Metallheizungsstecker falsch in den schwarzen Plastikstecker eines APDA-371 zu drücken, der so konfiguriert ist, dass er das externe Relais verwendet, obwohl beide Stecker Stifte haben. Wenn dies geschieht, wird das APDA-371 nicht beschädigt, aber die Heizung funktioniert nicht und es findet keine RH-Kontrolle der Probe statt!



WARNUNG! Das Heizungsrelais steuert in jeder Version die AC-Netzspannung zur grünen Steckdose. Behandeln Sie beim Anschalten die grüne Steckdose stets wie eine unter Strom stehende Steckdose. Öffnen oder warten Sie das Relaismodul oder das Heizmodul nicht, wenn Spannung anliegt.



WARNUNG! Der Smart Heater verfügt über dreifach redundante Sicherheitsfunktionen, um eine Überhitzung zu vermeiden. Die Oberflächentemperatur des Heizelements kann jedoch bei hoher Luftfeuchtigkeit über 70° C liegen. Verwenden Sie die weiße Isolierhülse, um während des Betriebs Kontakt mit der Heizung zu vermeiden.



6. Anziehen des Einlasses / Abdichtung:

Nachdem das Einlassrohr ausgerichtet und der Heizer installiert wurde, schieben Sie die schwarze Gummidichtung und die weiße Kappe über die Oberseite des Einlassrohrs und in den Dachflansch. Es ist einfacher, wenn Sie zuerst die Gummidichtung mit Wasser benetzen. Ziehen Sie die weiße Kunststoffkappe fest. Ziehen Sie die zwei Stellschrauben an der Oberseite des Einlassbehälters APDA-371 fest.

7. Rohrabstützung:

Der BX-801 Montagesatz enthält in der Regel zwei Aluminium-Stützen zur Befestigung und Abstützung des Rohres auf dem Dach, damit sich das Rohr nicht im Wind bewegt. Die Winkel werden üblicherweise (in einem Winkel von 90°) mit Schellen am Rohr befestigt. Das andere Ende der Stütze wird auf dem Dach mit Ankerschrauben (nicht im Lieferumfang enthalten) befestigt.

HINWEIS: Einige Installationen erfordern andere Methoden oder andere Befestigungsmittel zur Unterstützung des Probenahmerohrs. Befestigen Sie das Rohr mit den geeignetsten Mitteln, die Ihnen zur Verfügung stehen.

8. Temperatursensor:

Die meisten APDA sind mit einem BX-592 (Temperatursensor) oder einem BX-596 (Temperatur- und Drucksensor) ausgestattet, der am Probenahmerohr auf dem Dach angebracht wird. Das Sensorkabel muss in den Messcontainer geführt werden und am APDA angeschlossen werden. In den meisten Fällen ist es am einfachsten, ein 3/8" (10 mm) Loch in einem Abstand von etwa 15 cm vom Probenahmerohr in das Dach zu bohren, das Kabel durch das Loch zu führen und das Loch anschließend mit Dichtmasse zu verschließen. In einigen Fällen gibt es evtl. eine bessere Möglichkeit, das Kabel in den Messcontainer zu führen. Führen Sie das Kabel auf die günstigste Weise in den Messcontainer. Der BX-596-Sensor wird direkt am Probenahmerohr mit einem U-Halter befestigt. Befestigen Sie beim BX-592 den Aluminium-Halter am Probenahmerohr und rasten Sie den Sensor am Halter ein.

Schließen Sie das Kabel wie folgt an die Anschlüsse auf der Rückseite des APDA-371 an. Zum Protokollieren weiterer meteorologischer Parameter lassen sich zusätzliche optionale Met-Auto-ID-Sensoren an die Kanäle 1 bis 5 anschließen. Details zu diesen optionalen Sensoranschlüssen finden Sie im Abschnitt 10.2 dieses Handbuchs.

Sensor BX-596 AT / BP	
Drahtfarbe	Name des Terminals
Gelb (AT)	Kanal 6 SIG
Schwarz / Schild	Kanal 6 COM
rot	Kanal 6 POWER
Grün	Kanal 6 ID
Weiß (BP)	Kanal 7 SIG

Sensor BX-592 AT	
Drahtfarbe	Name des Terminals
Gelb oder Weiß (AT)	Kanal 6 SIG
Schwarz / Schild	Kanal 6 COM
rot	Kanal 6 POWER
Grün	Kanal 6 ID

9. Lufteinlässe:

Für die PM₁₀ Überwachung wird der gröbselektive BX-802-Einlass direkt auf das Einlassrohr ohne Zyklon installiert. Um das APDA-371 für das PM_{2.5} Überwachung zu konfigurieren, installieren Sie die PM_{2.5} Größenfraktionierer (EN-Zulassung: Sharp Cut Cyclone SCC BX-807) und den PM₁₀ Kopf wie unten gezeigt. Verwenden Sie bei Bedarf O-Ring-Schmiermittel.

10. Erdung des Probenahmerohrs:

Fixieren Sie die beiden ¼-20 Klemmschrauben am Geräteeinlass des APDA, um das Probenahmerohr zu befestigen. Dadurch wird gleichzeitig eine Erdung des Probenahmerohrs hergestellt, da sich sonst bei gewissen atmosphärischen Bedingungen statische Ladung auf dem Probenahmerohr entwickeln kann, die die Messungen beeinträchtigt. Dies ist besonders wichtig in der Nähe von elektromagnetischen Feldern, Hochspannungsleitungen oder RF-Antennen. Prüfen Sie den Kontakt, indem Sie etwas Lack am Boden des Probenahmerohrs abkratzen und mit einem Multimeter den Widerstand zwischen dieser Stelle und dem Gerätechassis am Erdungsbolzen auf der Geräterückseite messen. Der Widerstand sollte nur wenige Ohm betragen, wenn die Verbindung mit den Schrauben hergestellt wurde. Falls das nicht der Fall ist, lösen Sie die ¼-20 Schrauben und schneiden Sie die Löcher mit einem entsprechenden Gewindebohrer nach. Drehen Sie die Schrauben wieder hinein und prüfen Sie den Widerstand erneut.

HINWEIS: *Eloxierte Aluminiumoberflächen sind nicht leitfähig.*

11. Standort und Installation der Pumpe:

Der beste Platz für die Vakuumpumpe befindet sich oft auf dem Boden unter dem Gestell oder der Bank, aber er kann sich, falls gewünscht, bis zu 25 Fuß entfernt befinden. Steht das APDA-371 in einem Bereich mit Personal, ist die Pumpe möglichst geräuschkämmend zu montieren. Soll die Pumpe eingekapselt werden, stellen Sie sicher, dass sie nicht überhitzt wird. Die Gast-Pumpen haben eine thermische Abschaltung, die bei Überhitzung auslösen kann. Verlegen Sie den durchsichtigen 10-mm-Luftschlauch von der Pumpe zur Rückseite des APDA-371 und führen Sie ihn an beiden Enden fest in die Klemmverschraubungen ein. Der Schlauch sollte auf die richtige Länge geschnitten und der überschüssige Schlauch gespart werden.

Die Pumpe wird mit einem 2-adrigen Signalkabel geliefert, mit dem das APDA-371 die Pumpe ein- und ausschaltet. Schließen Sie dieses Kabel an die Anschlüsse auf der Rückseite des APDA-371 an, die mit "PUMP CONTROL" gekennzeichnet sind. Das Ende des Kabels mit dem schwarzen Ferritfilter geht zum APDA. Das Kabel hat keine Polarität, daher kann entweder das rote oder das schwarze Kabel zu einem der Anschlüsse gehen. Verbinden Sie das andere Ende des Kabels mit den zwei Anschlüssen an der Pumpe.

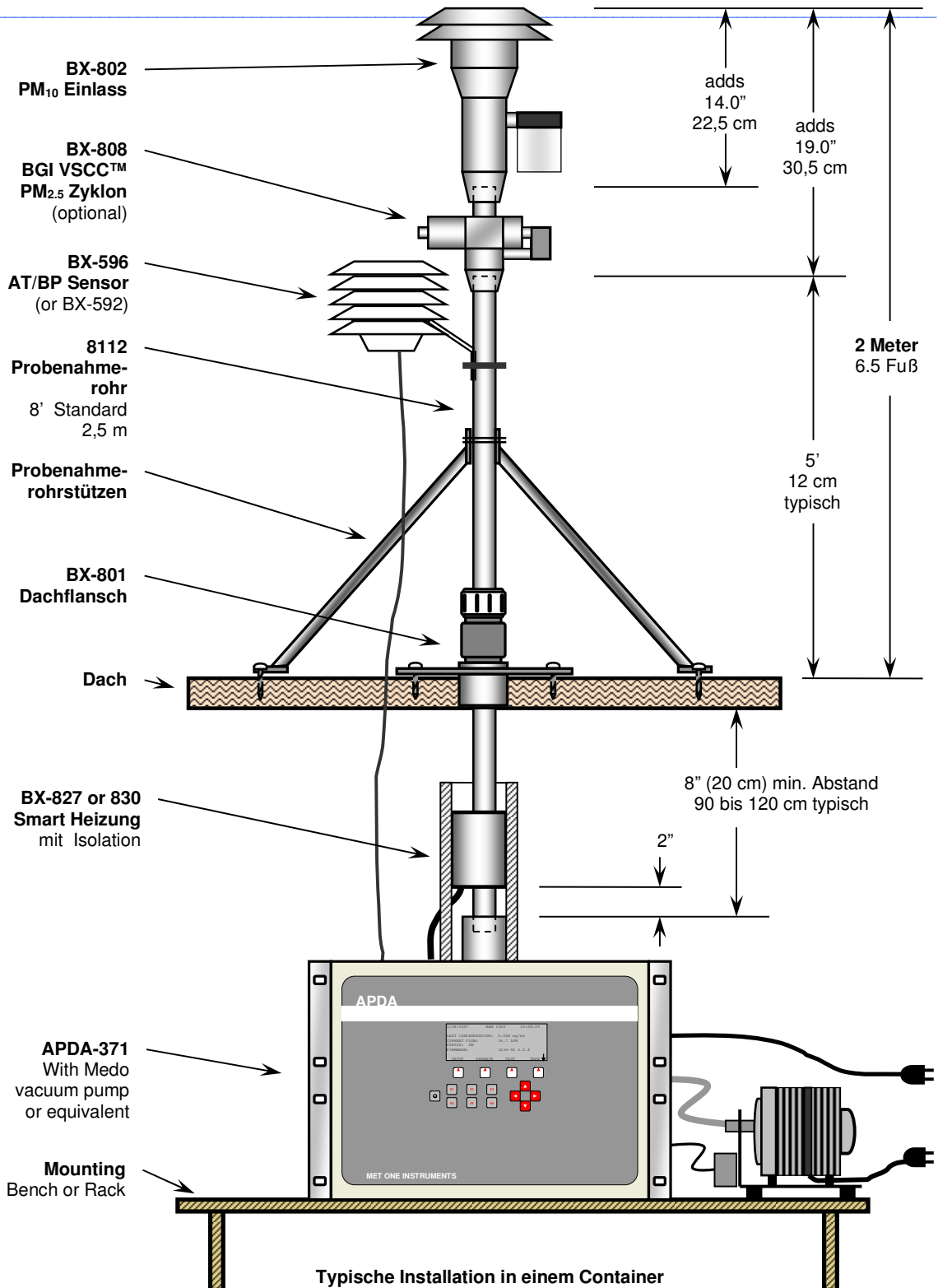
Für das APDA-371 stehen zwei Pumpentypen zur Verfügung. Die Gast-Drehschieberpumpen sind lauter und ziehen deutlich mehr Strom als die Medo-Linearkolbenpumpen, haben aber eine bessere Saugleistung, insbesondere in größerer Höhe oder bei 50 Hz-Anwendungen. Die Medo-Pumpen sind kleiner, leiser und effizienter, werden jedoch nicht für 50-Hz-Anwendungen empfohlen.

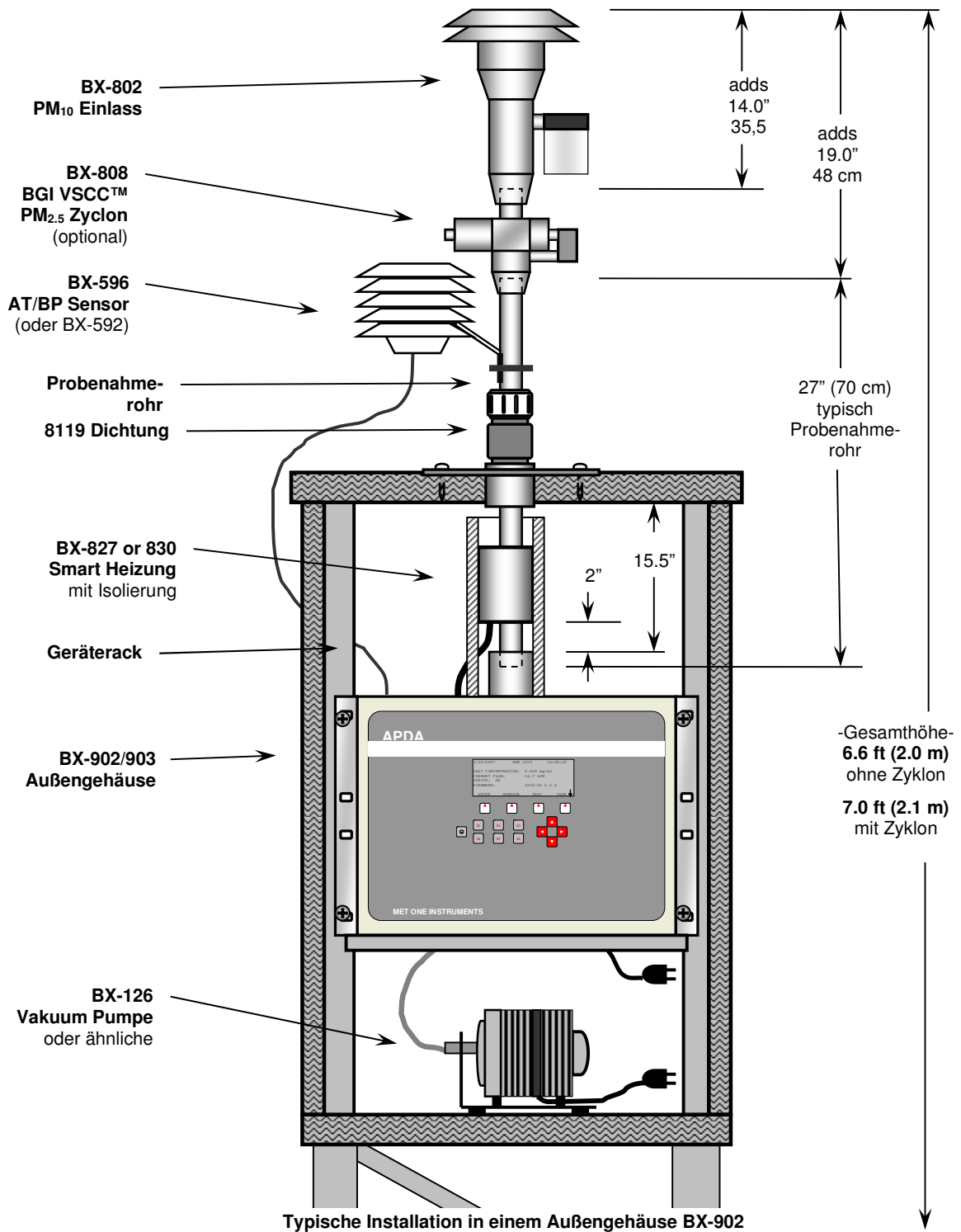
12. Optionale externe Datenlogger-Verbindungen:

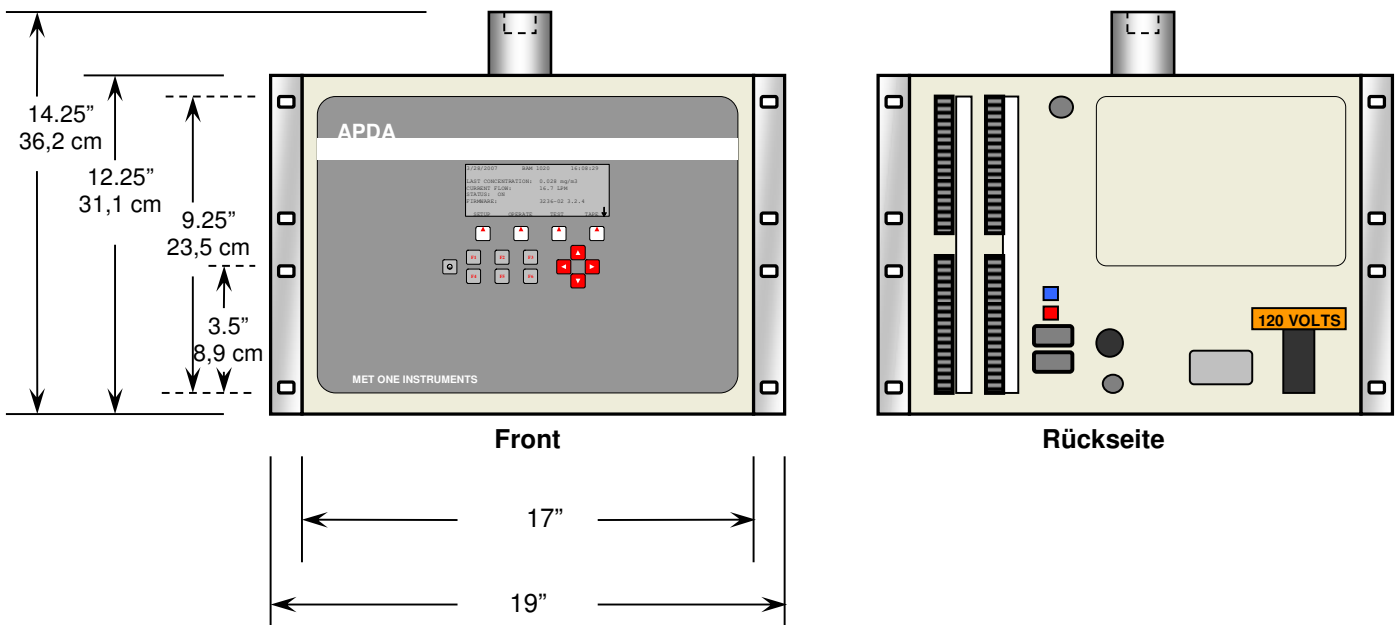
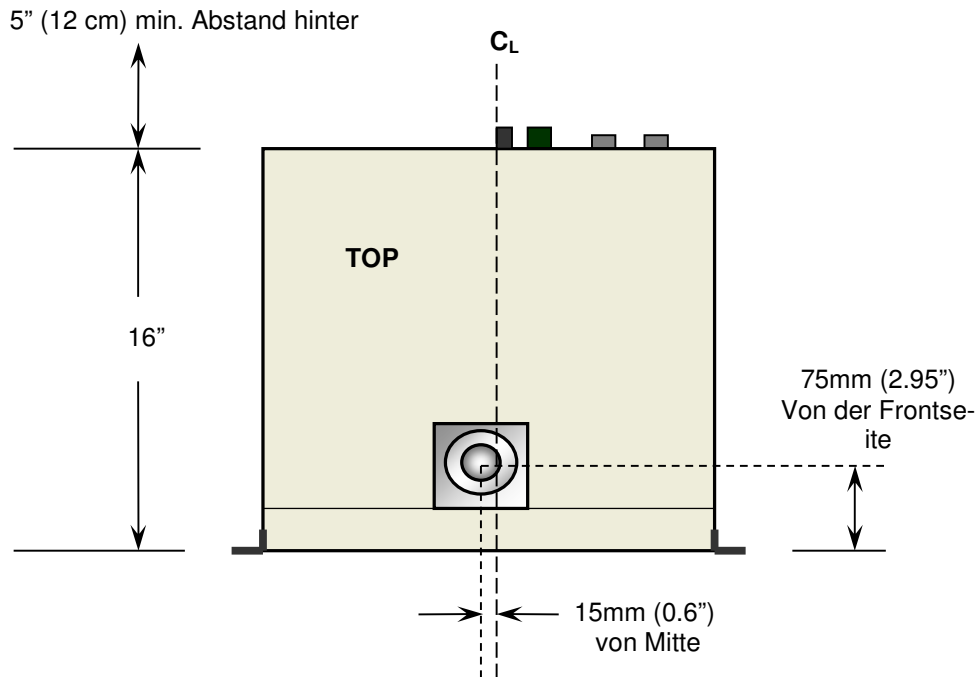
Das APDA-371 verfügt über einen analogen Ausgang, der bei Bedarf von einem separaten Datenlogger aufgezeichnet werden kann. Verbinden Sie die Klemmen auf der Rückseite des APDA mit der Bezeichnung "VOLT OUT +, -" mit dem Datenlogger mit dem 2-adrigen abgeschirmten Kabel (nicht mitgeliefert). Polarität beachten. Der Logger Eingang muss korrekt skaliert werden, um die Spannung genau zu protokollieren! Informationen zur Konfiguration dieses Analogausgangs finden Sie im Abschnitt 8 dieses Handbuchs. Ein Stromschleifenausgang ist ebenfalls verfügbar.

Neuere Datenlogger sind oft mit dem APDA-371 verbunden und verwenden die digitalen seriellen Anschlüsse für eine bessere Genauigkeit. Informationen dazu finden Sie auch in Abschnitt 8.

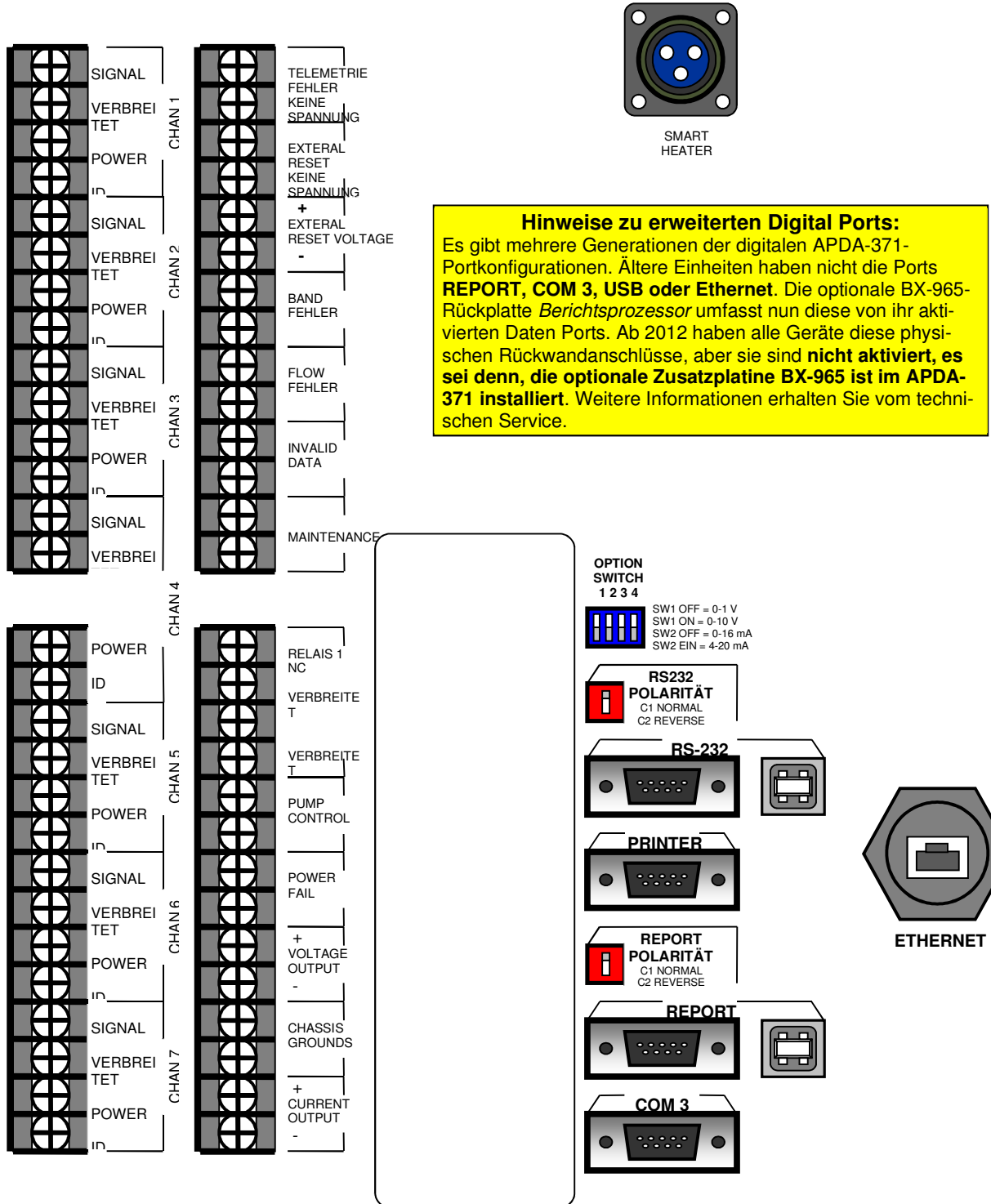
Das APDA-371 verfügt über eine Reihe weiterer Telemetrie-E / A-Relais, Fehlerrelais und serielle Datenanschlüsse auf der Rückseite des APDA-371 (siehe unten). Diese Elemente werden im Abschnitt 8 und Abschnitt 9 dieses Handbuchs beschrieben.







HORIBA APDA-371 Abmessungen



Hinweise zu erweiterten Digital Ports:
Es gibt mehrere Generationen der digitalen APDA-371-Portkonfigurationen. Ältere Einheiten haben nicht die Ports **REPORT, COM 3, USB oder Ethernet**. Die optionale BX-965-Rückplatte *Berichtsprozessor* umfasst nun diese von ihr aktivierten Daten Ports. Ab 2012 haben alle Geräte diese physischen Rückwandanschlüsse, aber sie sind **nicht aktiviert, es sei denn, die optionale Zusatzplatine BX-965 ist im APDA-371 installiert**. Weitere Informationen erhalten Sie vom technischen Service.

HORIBA APDA-371 Anschlüsse auf der Rückplatte

2.6 Elektrischer Anschluss

Das APDA-371 verwendet interne 120 V AC-Motoren für das Bandsteuersystem. Das Netzteil ist werkseitig für einen Betrieb mit **entweder 110-120 V oder 220-240 V sowie entweder 50 Hz oder 60 Hz** verdrahtet. Die externe Vakuumpumpe und die Eingangsheizung sind ebenfalls AC-gespeist und spannungsabhängig und sollten der Spannungseinstellung des APDA-371 entsprechen. HINWEIS: Das Stromkabel der Pumpe ist fest verdrahtet und muss möglicherweise ausgetauscht oder angepasst werden, damit es zu den lokalen Anschlussarten außerhalb von Nordamerika passt.



WARNUNG! Ihr Container und/oder der elektrische Service müssen entsprechend den örtlichen Vorschriften für die richtige Spannung und Frequenz verkabelt sein. Werden das APDA-371, die Vakuumpumpe oder die Eingangsheizung mit falscher Netzspannung oder Netzfrequenz betrieben, führt dies zu einem fehlerhaften Betrieb.

Abhängig vom optionalen Zubehör und den Umgebungsbedingungen variiert die Stromaufnahme des Systems erheblich. Sofern sich nicht eine große Klimaanlage in derselben Schaltung befindet, reicht ein dedizierter 15-Ampere-Stromkreis im Allgemeinen zum Betreiben eines einzelnen kompletten APDA-371-Systems aus. Wenden Sie sich im Zweifelsfall an einen qualifizierten Elektriker. Nachstehend eine Zusammenfassung einiger der ungünstigsten Lasten:

Modell	Beschreibung	Ampere	Wattleistung
APDA-371	Nur APDA-371, 120 V, im ungünstigsten Fall bei laufenden Bandtransportmotoren.	0,17 A	20 W
BX-126	Medo Linearkolbenpumpe, 120 V, 60 Hz, bei 16,70 l/min durch unbelegtes Filterband.	1,25 A	150 W
BX-121	Gast Drehschieberpumpe, 120 V, 60 Hz, bei 16,70 l/min durch unbelegtes Filterband.	4,44 A	530 W
BX-122	Gast Drehschieberpumpe, 230 V, 50 Hz, bei 16,70 l/min durch unbelegtes Filterband.	2,30 A	530 W
BX-827	Smart Inlet Heater, 120 V, 60 Hz, läuft mit 100 % RH-Betrieb	0,85 A	100 W
BX-830	Smart Inlet Heater, 230 V, 50 Hz, läuft bei 100 % RH Betrieb.	0,76 A	175 W
BX-902B	Shelter One Mini Shelter, 120 V, im ungünstigsten Fall mit Containerheizung ON	4,2 A	500 W
BX-903	Ekto Mini Shelter, 120 V, 2000 BTU Klimaanlage.	7,4 A	586 W
BX-904/906	Ekto Mini Shelter, 120V, 4000 BTU Klimaanlage.	13,5 A	1172 W

Anmerkungen:

- Die APDA-371-Transportmotoren laufen jeweils nur wenige Sekunden pro Stunde. Der APDA-371-Ruhestrom beträgt 0,1 A.
- Die Vakuumpumpe läuft entweder 42 oder 50 Minuten pro Stunde. Einschaltstrom ist höher.
- Liegt die Filter-RH unter 35 %, sinkt die Leistung des Smart Heater bei 20 % (120 V) oder 6 % (230 V) auf Leerlauf.
- Liegt die Temperatur im Container über 40° F, ist die Containerheizung BX-902B in der Regel ausgeschaltet und kann deaktiviert werden.
- Die Werte basieren auf Messungen oder den besten verfügbaren Informationen. Zusätzliche Informationen erhalten Sie über den Kundenservice.

Sicherungen:

Im APDA-371 Netzschaltermodul auf der Rückseite des APDA-371 befinden sich zwei 5x20 mm, 3,15 A, 250 V Sicherungen. Sie können durch Öffnen der Oberseite der kleinen Abdeckung, die den Schalter umgibt, zugänglich gemacht werden. Zum Öffnen dieser Abdeckung muss das Netzkabel entfernt werden.

Stromausfälle und Batterie-Backup:

Alle kurzzeitigen Netzausfälle setzen die APDA-371 CPU zurück und verhindern die Datenerfassung für die Probenstunde. Um dies zu verhindern, kann das APDA-371 in eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) für PC-Batterien eingesteckt werden. Eine USV von mindestens 300 Watt ist in der Regel ausreichend. Die Vakuumpumpe muss nicht an die USV angeschlossen werden, da das APDA-371 kurzzeitige Pumpenausfälle von weniger als 1 Minute ausgleichen kann. Wenn die Pumpe gesichert werden soll, ist eine viel größere USV-Wattzahl erforderlich.

Erdung des Gehäuses:

Verbinden Sie einen der Anschlüsse mit der Aufschrift "CHASSIS" auf der Rückseite des APDA-371 über den grün / gelben Erdungsdraht, der dem APDA-371 beiliegt, mit einem Erdungspunkt. Wir empfehlen einen Erdungsstab. Die Gehäusemasse ist hauptsächlich für zusätzliche RFI/EMI-Störfestigkeit ausgelegt. Das Netzkabel verwendet außerdem die standardmäßige elektrische Sicherheitserdung.

3 Inbetriebnahme Ihres HORIBA APDA-371

Dieses Kapitel beschreibt die Vorgehensweise beim Setup und bei der Konfiguration Ihres HORIBA APDA-371 und die notwendigen ersten Schritte zur Inbetriebnahme.



In einigen Abschnitten wird auf andere Abschnitte dieses Handbuchs verwiesen, die detailliertere Informationen enthalten. Es wird vorausgesetzt, dass das Gerät, bereits wie in Kapitel 2 beschrieben, installiert und aufgestellt ist. In einigen Fällen ist es sinnvoll, das APDA-371 zuerst in einer Testumgebung zu installieren, bevor es endgültig aufgestellt und installiert wird, um die Funktionen kennenzulernen und Setups zu konfigurieren. Die folgenden Schritte zur Inbetriebnahme des Gerätes werden in diesem Kapitel beschrieben.

1. **Einschalten und aufwärmen.**
2. **Machen Sie sich mit der Benutzeroberfläche vertraut.**
3. **Legen Sie eine Rolle Filterband ein.**
4. **Führen Sie einen Selbsttest durch.**
5. **Stellen Sie die Echtzeituhr ein und überprüfen Sie Ihre SETUP-Parameter.**
6. **Führen Sie eine Dichtheits- und eine Durchflussprüfung durch.**
7. **Rückkehr zum Hauptmenü und Ausführen des automatischen Starts am Beginn der vollen Stunde.**
8. **Rufen Sie die OPERATE-Menüs während des Zyklus auf.**

3.1 Einschalten

Der Netzschalter befindet sich auf der Rückseite des APDA-371 über dem Netzkabel. Vergewissern Sie sich vor dem Einschalten, dass das APDA-371 an die korrekte AC-Spannung angeschlossen ist und dass alle elektrischen Zubehörteile korrekt verkabelt sind. (Abschnitt 2.6) Nach Einschalten des Geräts sollte der Hauptbildschirm nach einigen Sekunden erscheinen (siehe unten). Ggf. erscheint auf dem Bildschirm eine Störungsmeldung, die darauf hinweist, dass kein Filterband installiert ist.

HINWEIS: Geräte mit Firmwareversion 3.1 oder früher werden einen etwas anderen Hauptmenübildschirm anzeigen

```
3/28/2007      BAM 1020      16:08:29
LAST CONCENTRATION: 0.028 mg/m3
CURRENT FLOW:      16.7 LPM
STATUS: FILTER TAPE ERROR!
FIRMWARE:          3236-02 3.2.4
SETUP      OPERATE      TEST      TAPE
```

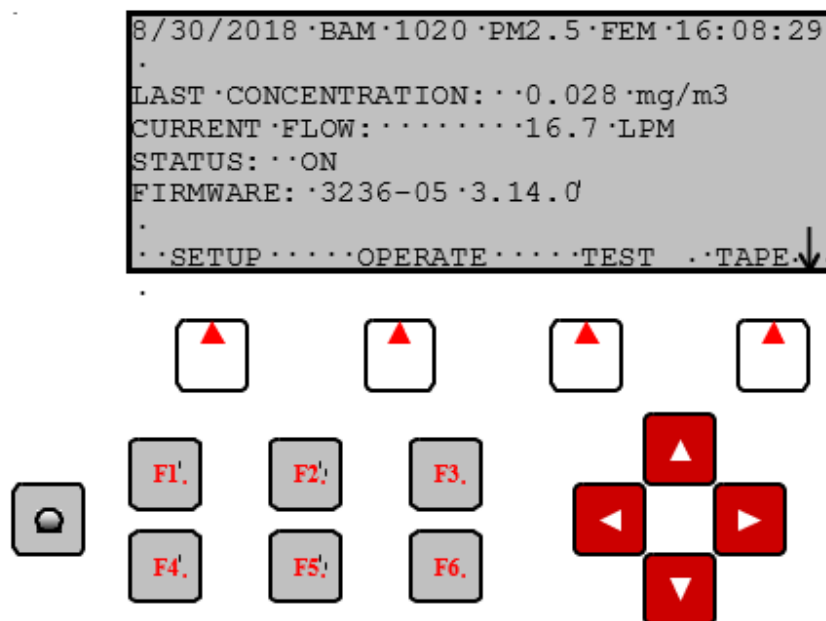
Das Hauptmenü

3.2 Warmlauf

Das APDA-371 muss sich mindestens eine Stunde lang aufwärmen, bevor gültige Konzentrationsdaten möglich sind. Dies liegt daran, dass der Beta-Detektor eine Vakuumröhre enthält, die sich stabilisieren muss. Dies ermöglicht auch eine Stabilisierung der Elektronik für einen optimalen Betrieb. Dies gilt immer dann, wenn das APDA-371 selbst nach kurzem Ausschalten wieder angeschaltet wird. Während dieser Aufwärmzeit können die Instrumenteneinstellungen und Filterbandinstallationen durchgeführt werden. Die Daten der ersten Stunden nach Anschalten des Geräts sind nicht als zuverlässig zu betrachten. Die meisten Nutzer verwerfen daher die ersten Stunden der Konzentrationsmessungen nach dem Einschalten des Gerätes.

3.3 Bedienung der Tastatur und des Display

Nach dem Einschalten erscheint das Hauptmenü auf dem LCD-Bildschirm. Dieses Menü ist der Ausgangspunkt für alle Funktionen des HORIBA APDA-371.



HORIBA APDA-371 Standard-Benutzerschnittstelle und Tastatur

Soft-Tasten (Soft-Keys):

Direkt unterhalb des Displays befinden sich die sogenannten „Soft-Tasten“. Dies sind dynamische Tasten, deren Funktion sich in Abhängigkeit der angezeigten Optionen oberhalb der Taste in der unteren Zeile des Displays anzeigen. Die Funktion, die oberhalb der Taste angezeigt wird, ist diejenige, die im jeweiligen Menü ausgeführt wird. Diese Tasten werden in allen Menüs mit den unterschiedlichsten Funktionen belegt. Z.B. werden die Änderungen in einem Menü erst gespeichert, wenn der Soft-Key SAVE gedrückt wird. EXIT ist eine weitere gemeinsame Funktion.

Pfeil-Tasten (Cursor):

Die vier roten Pfeiltasten werden zum Blättern nach oben, unten, rechts und links, zum navigieren im Menü und zur Auswahl von Menüpunkten oder zur Änderung von Feldern benutzt. Die Pfeiltasten werden auch häufig zum Ändern von Parametern oder Erhöhen/Vermindern von Werten verwendet.

Kontrast-Taste:

Mit der Taste mit dem Kreis wird der hell/dunkel Kontrast des LCD-Displays eingestellt. Halten Sie die Taste gedrückt, bis der gewünschte Kontrast erreicht ist. Es ist möglich, das Display vollkommen dunkel oder vollkommen hell einzustellen. Stellen Sie den Kontrast also so ein, dass das Display gut sichtbar ist. Ansonsten könnte der Eindruck entstehen, dass das APDA nicht funktioniert.

Funktionstasten F1 bis F6:

Die Funktionstasten erlauben einen schnellen Zugriff auf häufig benutzte Menüs und können zu fast jedem Zeitpunkt gedrückt werden, ohne den Messzyklus zu unterbrechen. Die Funktionstasten sind im Hauptmenü oder zur Eingabe von Passwörtern aktiv. Das werkseitige Passwort lautet F1, F2, F3, F4.

- F1** **Current (Aktuell):** Diese Taste ruft das Menü OPERATE > INST auf, um die vom HORIBA APDA-371 gemessenen Momentanwerte anzuzeigen, siehe Kapitel 3.12. Drücken der Taste F1 unterbricht den Messzyklus nicht.
- F2** **Average (Mittelwert):** Diese Taste ruft das Menü OPERATE > AVERAGE auf, das den letzten aufgezeichneten Mittelwert anzeigt, siehe Kapitel 3.13. Drücken der Taste F2 unterbricht den Messzyklus nicht.
- F3** **Error Recall (Fehler anzeigen):** Diese Taste zeigt die Fehler an, die vom HORIBA APDA-371 aufgezeichnet wurden. Die Fehler sind nach Datum sortiert. Die letzten 12 Tage, an denen Fehler aufgetreten sind, können abgerufen werden. Bis zu 100 Fehler werden angezeigt. Drücken der Taste F3 unterbricht den Messzyklus nicht.
- F4** **Data Recall (Daten anzeigen):** Mit dieser Taste können die gespeicherten Daten einschließlich der Konzentrationen, des Durchflusses und aller sechs externen Kanäle angezeigt werden. Die Daten sind nach Datum sortiert. Der Bediener kann die Daten mit den Soft-Tasten Stunde für Stunde durchblättern. Nur die letzten 12 Tage, an denen Daten aufgezeichnet wurden, sind verfügbar. Drücken der Taste F4 unterbricht den Messzyklus nicht.
- F5** **Transfer Module:** Mit dieser Taste wird der Speicherinhalt zu einem optionalen Speichermedium übertragen, um diese auf einem Computer zu sichern. Diese Funktion ist veraltet und wird nicht mehr verwendet. HORIBA empfiehlt, die Daten mit einem Laptop, Computer oder über eine Modem-Verbindung herunterzuladen.
- F6** **(Frei):** Diese Taste hat keine Funktion.

3.4 Einlegen des Filterbandes

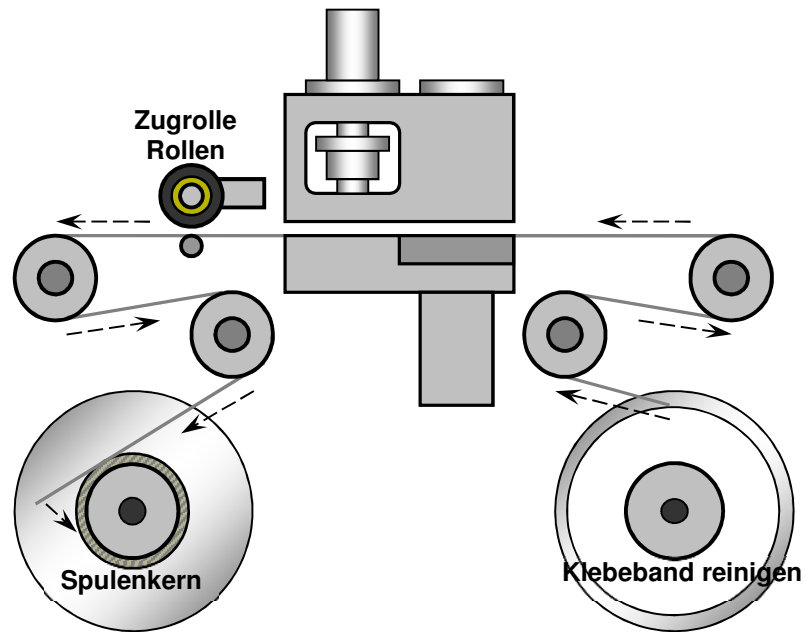
Die Rolle mit dem Filterband muss für die Messung in das HORIBA APDA-371 eingelegt werden. Unter normalen Bedingungen sollte eine Rolle für mehr als 60 Tage reichen. Sie sollten immer einige Rollen auf Lager haben, um Aufzeichnungslücken zu vermeiden. HORIBA empfiehlt beim Einlegen des Filterbandes das Tragen von fusselreifen Baumwollhandschuhen. Einige Behörden bewahren die benutzten Rollen für eine Nachkontrolle auf, obwohl es keine Garantie gibt, dass die Probenahmeorte nicht kontaminiert wurden. Gebrauchte Filterbänder sollten nicht von der Rückseite oder noch einmal verwendet werden! Das führt unweigerlich zu Messproblemen. Das Einlegen des Filterbandes ist mit den folgenden Schritten einfach durchzuführen:

1. Schalten Sie das HORIBA APDA-371 ein und rufen Sie das Menü TAPE (HINWEIS: Es handelt sich nicht um das TEST > TAPE Menü). Wenn die Bestäubungskammer (nozzle) geschlossen ist (nicht in UP-Position), drücken Sie die Soft-Taste TENSION.
2. Drücken Sie die Gummitransportrollen nach oben und rasten Sie sie in der UP-Position ein. Entfernen Sie die beiden durchsichtigen Spulenabdeckungen, indem sie die beiden Halteschrauben lösen.
3. Ein leerer Spulenkern muss auf der Aufwickelseite installiert sein. Das bietet dem Filterband eine Fläche, auf die es aufgewickelt wird. HORIBA liefert eine Plastikspule für die erste Rolle Filterband mit. Danach können Sie die leere Spule der letzten Rolle zum Aufspulen verwenden. Fixieren Sie das Filterband niemals auf dem Aluminiumkörper.
4. Stecken Sie die frische Filterbandrolle auf die Vorratsrolle (rechts) und fädeln Sie das Band durch die Transportrollen wie in der Abbildung gezeigt. Fixieren Sie das lose Ende des Filterbandes auf der leeren Plastikspule mit Klebeband oder Ähnlichem.
5. Spannen Sie das Filterband vorsichtig von Hand. Montieren Sie die durchsichtigen Spulenabdeckungen. Die Abdeckungen klemmen die Rollen und verhindern ein Durchrutschen.
6. Justieren Sie das Filterband, so dass es auf allen Rollen in der Mitte liegt. Neue Geräte haben Markierungen auf den Rollen, um die Zentrierung zu vereinfachen.
7. Lösen Sie Gummitransportrollen und senken Sie sie auf das Band ab.

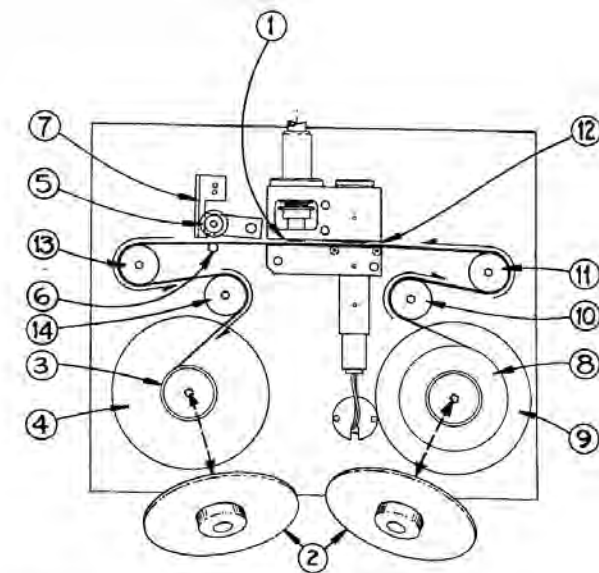


Das APDA-371 funktioniert nicht, wenn die Transportrollen eingerastet sind und es gibt keine automatische Funktion, um die Rollen abzusenken!

8. Drücken Sie die TENSION Taste im Menü TAPE. Das HORIBA APDA-371 spannt das Filterband auf die korrekte Spannung und gibt einen Alarm aus, wenn ein Fehler auftritt. Verlassen Sie das Menü.



Filterband Ladediagramm



- | | |
|---------------------------------|------------------------------|
| 1---NOZZLE IN "UP" POSITION | 8---FILTER TAPE |
| 2---CLEAR SPOOL COVER WITH KNOB | 9---SUPPLY SPOOL |
| 3---EMPTY CORE TUBE | 10---SUPPLY TENSION ROLLER |
| 4---TAKE-UP SPOOL | 11---RIGHT END ROLLER |
| 5---PINCH ROLLERS | 12---SAMPLING/MEASURING AREA |
| 6---CAPSTAN SHAFT | 13---LEFT END ROLLER |
| 7---LATCH | 14---TAKE-UP TENSION ROLLER |

Abbildung zum Einlegen des Filterbandes

3.5 Selbsttest

Das HORIBA APDA-371 hat eine eingebaute Selbsttest-Funktion, die automatisch die meisten Band- und Durchflusskontrollen durchführt. Der Selbsttest sollte nach jedem Wechsel des Filterbandes gestartet werden. Er kann auch ausgeführt werden, wenn der Benutzer ein Problem mit der Einheit vermutet. Weitere detaillierte Diagnose-Menüs sind ebenfalls vorhanden. Sie sind im Kapitel zur Fehlerbehebung beschrieben.

Der Selbsttest befindet sich im Menü TAPE. Drücken Sie die Soft-Taste SELF TEST, um den Test zu starten. Die Durchführung benötigt einige Minuten. Das HORIBA APDA-371 zeigt das Ergebnis jedes Schrittes mit **OK** oder **FAIL** an. Wenn alle Schritte mit **OK** getestet sind, zeigt der Status SELF TEST PASSED an (siehe folgende Abbildung). Wenn ein Test nicht bestanden wurde, wird ERROR OCCURRED angezeigt.

```
02/08/1999      15:29:30
LATCH: OFF      TAPE BREAK: OK
CAPSTAN: OK     TAPE TENSION: OK
NOZZLE DN: OK   SHUTTLE: OK
NOZZLE UP: OK   REF EXTEND: OK
FLOW: OK        REF WITHDRAW: OK
Status: SELF TEST PASSED
TENSION SELF TEST EXIT
```

Statusanzeige Selbsttest

LATCH:

Wird OFF angezeigt, hat der Sensor festgestellt, dass die Andruckrollen abgesenkt sind und sich in der normalen Position befinden. Wenn ON angezeigt wird, sind die Andruckrollen eingerastet. Das Filterband kann nicht befördert werden, wenn die Rollen eingerastet sind!

CAPSTAN:

Die Funktion der Transportwalze wird durch ein Hin- und Herbewegen getestet. Gleichzeitig prüft der Fotosensor, ob sich das Filterband bewegt. Die Transportwalze bewegt das Filterband vor und zurück.

NOZZLE DN:

Es wird getestet, ob das Schließen der Bestäubungskammer funktioniert. Der Fotosensor prüft, ob sich der Motor in der unteren Position befindet. Es kann vorkommen, dass das Stützkreuz in der oberen Position festklemmt, selbst wenn sich der Motor erfolgreich in der Position „geschlossen“ befindet. Aus diesem Grund sind einwandfreie Justage des Probenahmerohres und die Wartung wichtig.

NOZZLE UP:

Es wird getestet, ob das Öffnen der Bestäubungskammer funktioniert. Der Fotosensor prüft, ob sich der Motor in der korrekten Position befindet.

FLOW:

Die Pumpe wird eingeschaltet und der Volumenstrom wird gemessen. Dieser Test dauert einige Minuten und schlägt fehl, wenn die Pumpe nicht angeschlossen ist.

TAPE BREAK:

Die Motoren spannen und entspannen das Filterband. Das dadurch erzeugte Signal der Fotosensoren zur Überwachung der Filterspannung wird geprüft.

TAPE TENSION:

Das Filterband wird gespannt und die Funktion der Überwachungssensoren getestet.

SHUTTLE:

Das Filterband wird in die Sammel- und Messposition gefahren. Die Funktion wird mit dem zugehörigen Fotosensor überprüft.

REF EXTEND:

Die Filtermembran wird ausgefahren. Die einwandfreie Funktion wird mit einem Fotosensor geprüft.

REF WITHDRAW:

Die Filtermembran wird eingefahren. Die einwandfreie Funktion wird mit einem Fotosensor geprüft.

3.6 SETUP Einstellungen für das erste Einschalten

Das HORIBA APDA-371 wird mit einer Reihe von vorprogrammierten Default-Werten für Messung und Kalibrierung ausgeliefert. Viele dieser Werte müssen nicht geändert werden, da die Default-Werte für eine Vielzahl von Anwendungen genau genug sind. Folgen Sie dem Setup-Menü in Kapitel 6, um zu entscheiden, welche Werte angepasst werden müssen. Kontrollieren Sie zum Schluss die folgenden Parameter:

1. Stellen Sie die Uhrzeit im Menü SETUP > CLOCK ein. Die Uhr des HORIBA APDA-371 kann pro Monat um einige Minuten abweichen. Kontrollieren Sie die Uhr mindestens einmal pro Monat, damit die Messungen zur richtigen Zeit durchgeführt werden.
2. Kontrollieren Sie die Einstellungen für BAM SAMPLE, COUNT TIME, MET SAMPLE, RANGE, und OFFSET im Menü SETUP > SAMPLE.
3. Kontrollieren Sie die Einstellungen für FLOW RATE, FLOW TYPE, CONC TYPE, und HEATER CONTROL im Menü SETUP > CALIBRATE.
4. Kontrollieren Sie die Skalierung aller externen Sensoren im Menü SETUP > SENSORS.
5. Kontrollieren Sie Einstellungen für die Heizung im Menü SETUP > HEATER.

3.7 Dichtheits- und Durchflusskontrolle

Das APDA-371 verfügt über werksseitig voreingestellte Durchflusskalibrierungsparameter, mit denen das APDA-371 das Probenfluss-System mit 16,70 l / min direkt nach dem Auspacken präzise steuern kann. Aufgrund geringfügiger Unterschiede zwischen den verschiedenen Arten von Transferstandards zur Durchflussüberprüfung ist es jedoch am besten, das APDA-Durchflusssystem mit Ihrem eigenen rückführbaren Durchflussüberprüfungsstandard zu kalibrieren. Führen Sie einen Lecktest und einen Durchflusstest, wie im Kapitel 5 beschrieben, durch. Machen Sie sich mit diesen Prozessen vertraut, da sie häufig durchgeführt werden.

3.8 Messzyklus starten

Wenn Sie die vorbereitenden Schritte aus Kapitel 3 durchgeführt haben, rufen Sie das Hauptmenü auf. Die Statuszeile sollte „ON“ anzeigen (keine Fehler). In diesem Fall startet die Messung am Beginn der nächsten Stunde und wird solange wiederholt, bis ein Stopp-Befehl erfolgt.

Der Messzyklus wird beendet, wenn der Bediener den Betriebsmodus auf OFF setzt oder ein SETUP oder TEST Menü aufruft. Das HORIBA APDA-371 bricht auch ab, wenn ein nicht-korrigierbarer Fehler auftritt, wie z.B. ein gerissenes Filterband oder fehlender Durchfluss.

3.9 Die Durchfluss-Statistik (FLOW STATISTICS)

In der rechten unteren Ecke im Hauptmenü HORIBA APDA-371 befindet sich ein kleiner Pfeil. Wenn die Taste DOWN gedrückt wird, wird der unten abgebildete Bildschirm für die Durchflussstatistik (FLOW STATISTICS) angezeigt. Hier werden der Verlauf des Durchflusses, der Temperatur und der Druck während des laufenden Messzyklus angezeigt. Mit der DOWN Taste können Sie die weiteren Parameter durchblättern. Die Anzeige dieses Bildschirms unterbricht nicht die Messung. Diese Funktion ist ab Firmware Version 3.2 verfügbar.

```
03/28/2007  FLOW STATISTICS  16:26:30
SAMPLE START: 2007/03/28 16:08:30
      ELAPSED: 00:18:00
      FLOW RATE: 16.7 LPM
AVERAGE FLOW: 16.7 LPM
      FLOW CV: 0.2%
      VOLUME: 0.834m3
↓
EXIT
```

```
FLOW FLAG: OFF
      AT: 23.0
      MAX AT: 23.5
AVERAGE AT: 23.0
      MIN AT: 22.5
      BP: 760
      MAX BP: 765
AVERAGE BP: 760
      MIN BP: 755
```

Die Anzeige der Durchfluss-Statistik

3.10 Das Menü OPERATE

Drücken Sie die Soft-Taste OPERATE, um das Menü, wie unten dargestellt, zu öffnen. Eine laufende Messung wird nicht unterbrochen.

```
11/15/2006   OPERATE MODE   14:13:07

      ↑ = ON
      ↓ = OFF
Operation Mode: ON
      Status: ON

NORMAL      INST      AVERAGE      EXIT
```

Das OPERATE Menü

Mit der DOWN-Taste wird der Betriebsmodus ein- oder ausgeschaltet. Das unterbricht den Messzyklus, schaltet das APDA aber nicht aus.

HINWEIS: Wenn der Bediener den Betriebsmodus auf OFF setzt oder wenn das Gerät die Messung selbst auf Grund eines Fehlers unterbricht, wird der Modus am Beginn der Stunde wieder auf ON gesetzt und ein Versuch für einen neuen Messzyklus wird gestartet.

Die einzige Möglichkeit, den automatischen Start des Messzyklus zu verhindern, ist das Gerät auszuschalten, in einem TEST oder SETUP Menü zu belassen oder die Transportrollen in der oberen Position festzuklemmen. Das OPERATE Menü hat drei Soft-Keys, um den Betriebsstatus und die Messwerte der Sensoren anzuzeigen: NORMAL, INST, und AVERAGE.

3.11 Anzeige NORMAL

Diese Anzeige ist die Standard-Betriebsanzeige, die die wichtigsten Parameter während eines Messzyklus anzeigt. Viele Benutzer lassen das APDA in dieser Ansicht stehen, wenn das Gerät arbeitet.

```
11/15/2006   Normal Mode   11:27:54

                        Flow(STD) : 16.7 LPM
                        Flow(ACTUAL) : 16.7 LPM
LAST C: 0.061 mg/m3      Press: 764 mmHg
LAST m: 0.806 mg/cm2    RH: 37 %
                        Heater: OFF
                        Delta-T: 4.2 C
STATUS: SAMPLING       EXIT
```

Das Menü NORMAL

Der Wert LAST C zeigt die letzte gemessene Konzentration an. Der Wert wird am Ende des Messzyklus aktualisiert. Der Wert LAST m zeigt den letzten gemessenen Wert der Referenzmembran an. Der Wert sollte möglichst genau dem erwarteten Wert (ABS) entsprechen. Die anderen Werte sind Momentanwerte.

3.12 Das Momentanwert-Menü (Instantaneous)

Das Menü INST (Momentanwerte) zeigt die momentanen Messwerte während der Messung an. Diese Anzeige ist hilfreich, um die aktuellen Messwerte der optional angeschlossenen Sensoren anzuzeigen. Alle Werte außer **Conc** (Konzentration) und **Qtot** (Gesamtdurchfluss) sind Momentanwerte. **Conc** repräsentiert die Konzentration der letzten Periode. **Qtot** repräsentiert die gesamte Durchflussmenge während der letzten Periode.

11/15/2009				11:27:54
	Eng Units			Eng Units
1 Conc	0.010 mg	2 Qtot		.834 m3
3 WS	0.000	4 WD		0.000
5 BP	0.000	6 RH		0.000
7 SR	0.000	8 AT		0.000
		VOLT/ENG		EXIT

Das Momentanwert-Menü

Der Softkey VOLT / ENG schaltet die angezeigten Werte zwischen Einheiten und Spannungen um, was für die Diagnose von externen Sensoren nützlich ist.

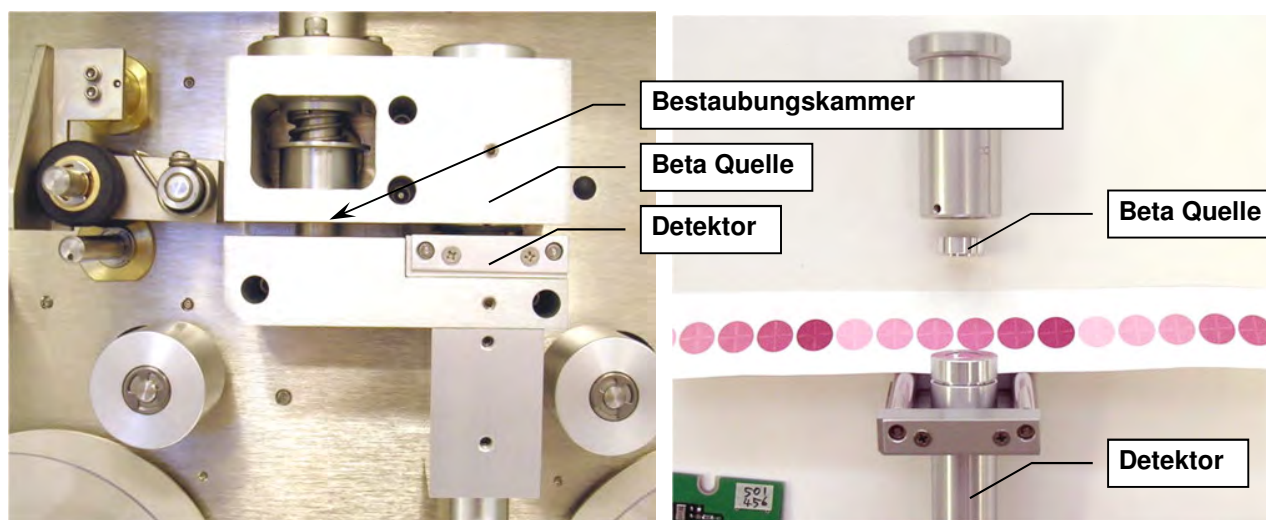
3.13 Die Mittelwert-Anzeige (Average)

Die Mittelwert-Anzeige ist ähnlich aufgebaut wie die Momentanwert-Anzeige. Allerdings zeigen Konzentration und Durchfluss die Mittelwerte der vorigen Stunde an und die sechs externen Datenkanäle zeigen die Mittelwerte gemessen über die mittlere Messzeit an. (Die Einstellungen werden mit den Parametern MET SAMPLE im Menü SETUP > SAMPLE gesetzt, normalerweise 60 Minuten.)

4 Der Messzyklus



Dieses Kapitel beschreibt die Messung und die Zeitabläufe des HORIBA APDA-371. Das Verständnis für die Messabläufe ist hilfreich für die effiziente Bedienung und Wartung des Gerätes. Weitergehende Informationen und die hinter der Messung stehende Theorie und Mathematik finden Sie im Kapitel „Theorie der Messung“, Kapitel 11.



HORIBA APDA-371 Probenahme- und Messstation

4.1 Der Ein-Stunden-Zyklus

Das HORIBA APDA-371 ist fast immer im Ein-Stunden-Messzyklus programmiert. Im Gerät integriert ist eine Echtzeit-Uhr, die den Messzyklus steuert.

APDA-371-Monitore, die mit Firmware 3236-5 Version 3.7.1 oder höher arbeiten, können für PM₁₀- bzw. PM_{2.5}-Betrieb konfiguriert werden.

Bei der Konfiguration als Methode für PM_{2.5}, die den US-EPA- und EU-Bestimmungen entspricht, muss die COUNT TIME auf 8 Minuten eingestellt sein. Wenn Sie das APDA-371 unabhängig der Bestimmungen nach einer Methode für PM_{2.5} -Überwachung betreiben möchten, können Sie die COUNT TIME auf 4, 6 oder 10 Minuten einstellen.

Betreiben Sie das APDA-371 nach einer Methode für PM₁₀, gemäß den US-EPA-Bestimmungen, können Sie die COUNT TIME auf 4, 6, 8 oder 10 Minuten einstellen. Bei der Konfiguration als Methode für PM₁₀, die den EU-Bestimmungen entspricht, muss die COUNT TIME auf 4 Minuten eingestellt sein.



Die COUNT TIME auf dem APDA-371 ist vom Benutzer wählbar, ist gemäß EU – Eignungsprüfung aber auf 4 Minuten für die PM₁₀ – Messung bzw. auf 8 Minuten für die PM_{2.5} Messung einzustellen.

Der gesamte Messzyklus beträgt 1 Stunde. Die eigentliche Probenahmezeit kann berechnet werden, indem die COUNT TIME von 60 Minuten abgezogen wird und dann weitere 2 Minuten subtrahiert werden, um die notwendigen Band- und Bestaubungskammerbewegungen zu ermöglichen. Daher würde eine COUNT TIME von 4 Minuten eine Probenahmezeit von 50 Minuten ($60 - (4 + 4 + 2)$) bereitstellen, für eine COUNT TIME von 8 Minuten entsprechend 42 Minuten ($60 - (8 + 8 + 2)$).

HINWEIS: *Dieser Zyklus wird geringfügig verändert, wenn das APDA-371 im speziellen Frühzyklustakt mit einem externen Datenlogger betrieben wird. Siehe Kapitel 8.2.*

Das Beispiel zeigt den Zeitablauf des Gerätes für ein Messintervall (COUNT TIME) von 8 Minuten (benötigt für die PM_{2.5} Messung).

- 1. Minute 00:** Der Beginn einer Stunde. Das APDA-371 schiebt das Filterband um ein "Fenster" zum nächsten frischen, unbenutzten Fleck auf dem Band vor. Dies dauert ein paar Sekunden. Der neue Messfleck befindet sich zwischen der Beta-Quelle und dem Detektor und das APDA beginnt genau acht Minuten damit, Beta-Partikel durch diesen sauberen Punkt zu zählen. (I₀)
- 2. ~ Minute 08:** Das APDA-371 zählt die Beta-Teilchen nicht mehr durch die saubere Stelle (I₀), und bewegt das Band genau vier Fenster nach vorne und positioniert den gleichen Punkt direkt unter der Bestaubungskammer. Dies dauert ein paar Sekunden. Das APDA-371 senkt dann die Bestaubungskammer auf das Filterband und schaltet die Vakuumpumpe ein, wobei partikelbeladene Luft durch das Filterband gezogen wird, auf dem I₀ wurde gerade gemessen, für 42 Minuten bei 16,70 Litern pro Minute.
- 3. ~ Minute 50:** Das APDA-371 schaltet die Vakuumpumpe ab, hebt die Bestaubungskammer an und verschiebt das Filterband genau vier Fenster nach hinten. Dies dauert ein paar Sekunden und bringt den Punkt, der gerade mit Partikeln beladen wurde, zwischen die Beta-Quelle und den Detektor zurück. Das APDA beginnt genau acht Minuten damit, Beta-Teilchen durch den jetzt schmutzigen Fleck des Bandes zu zählen (I₃).
- 4. ~ Minute 58:** Das APDA-371 zählt die Beta-Teilchen nicht mehr durch den schmutzigen Fleck (I₃). Der APDA-371 verwendet die I₀ und I₃ Zählungen, um die Masse der abgelagerten Partikel auf der Stelle zu berechnen, und verwendet das Gesamtvolumen der gesammelten Luft, um die Konzentration der Partikel in Milligramm oder Mikrogramm pro Kubikmeter Luft zu berechnen. Dann ist das APDA bis zum Beginn der nächsten Stunde untätig.
- 5. Minute 60:** Der Beginn der nächsten Stunde. Das APDA-371 zeichnet den gerade berechneten Konzentrationswert im Speicher auf und stellt die analoge Ausgangsspannung so ein, dass sie die Konzentration der vorherigen Stunde darstellt. Das APDA-371 bringt eine neue, frische Stelle des Bandes Tape-Spots in den Beta-Messbereich und der Messzyklus beginnt erneut.

4.2 Automatischer Referenzpunktcheck während des Zyklus

Während die Vakuumpumpe eingeschaltet ist und wie oben beschrieben Luft durch das Filterband zieht, führt das APDA-371 einen Referenzpunktcheck durch. Der Benutzer kann das APDA-371 so einrichten, dass er die Leistungsüberprüfung stündlich, einmal pro Tag oder gar nicht durchführt. Das APDA-371 führt auch einen Stabilitätstest durch:

- Minute 08:** Das APDA-371 hat gerade die saubere Stelle Fleck zur Bestäubungskammer bewegt und die Pumpe eingeschaltet. Vor den vier Fenstern, zwischen der Beta-Quelle und dem Detektor, befindet sich eine weitere saubere Stelle des Filterbands. Dieselbe Stelle verbleibt dort über die gesamte Zeit hinweg, in der die Pumpe läuft. Das APDA-371 beginnt die Betateilchen genau acht Minuten lang durch diesen Punkt zu zählen. Der gemessene Wert wird als aufgezeichnet I_1 .
- Minute 16:** Das APDA-371 stoppt das Zählen von Betateilchen und dehnt die Referenzmembran zwischen der Beta-Quelle und dem Detektor direkt über der gerade gemessenen Stelle des Filterbandes aus. Die Referenzmembran ist ein extrem dünner Film aus klarem Mylar, der in einer Metallzunge gehalten wird. Die Membran hat eine bekannte Massendichte (mg / cm^2). Das APDA-371 beginnt erneut, acht Minuten lang Betateilchen zu zählen, diesmal gleichzeitig durch die Membran *und* den Filterbandfleck. Dieser Wert wird als I_2 aufgezeichnet.
- Minute 24:** Das APDA-371 stoppt das Zählen von Betateilchen durch die Membran, zieht die Membrananordnung zurück und berechnet die Massendichte der Membran.
- Minute 42:** (Acht Minuten bevor die Pumpe stoppt) Das APDA-371 zählt die Betateilchen noch einmal acht Minuten lang durch den gleichen Fleck (ohne die Membran). Dieser Wert wird als I_1' aufgezeichnet.

Die Massendichte " m " (mg/cm^2) der während dieses automatischen Prozesses berechneten Referenzmembran wird mit der bekannten Masse der Membran verglichen; der "**ABS**"-Wert. Während der Werkskalibrierung wird die tatsächliche Masse jeder einzelnen Spannungsfolie ermittelt und als der **Abs**-Wert des APDA-371 gespeichert, in dem es installiert wurde. Jede Messung von m muss dem **Abs**-Wert innerhalb von $\pm 5\%$ entsprechen. Wenn nicht, zeichnet das APDA-371 einen "D" -Alarm für die Daten dieser Stunde auf. In der Regel liegt der Wert von m innerhalb weniger mg / cm^2 des erwarteten Wertes. Der **Abs**-Wert ist für jedes APDA-371 einzigartig und kann auf dem Kalibrierungsblatt gefunden werden. Die meisten Membranalarme werden durch eine schmutzige Membranfolie verursacht.

Die Stabilitätsmessungen I_1 und I_1' kann verglichen werden, um zu bestimmen, ob sich die Beta-Zählungen während des Messzyklus merklich verändert haben. Schnelle Veränderungen der Temperatur, der relativen Luftfeuchtigkeit oder anderer Faktoren können dazu führen.

4.3 Beschreibung der Probenahme

Die Probenahmezeit ist die Zeit, in der die Vakuum-Pumpe die staubbeladene Luft durch das HORIBA APDA-371 zieht. Wenn die Luft in den Einlass eintritt, wird sie zuerst durch einen externen PM10 Probenahmeeinlass geleitet, der Insekten und große Stücke abhält sowie Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von $> 10 \mu\text{m}$ abscheidet. Für die Messung von PM2.5 wird die Luft anschließend durch einen Sharp Cut Cyclone SCC (BX-807), der zusätzlich Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von $> 2.5 \mu\text{m}$ abscheidet..

Die Luft strömt dann durch den Geräte-Einlass und durch das Filterband, wo die verbleibenden Partikel gesammelt werden. Einige Partikel mit einer Größe unter $0,2 \mu\text{m}$ gelangen unter Umständen durch das Filterband und werden mit ausgeblasen. Nachdem die Probenahmezeit abgelaufen ist und der Filterbereich vermessen wurde, ist auf dem Filterband normalerweise ein deutlicher Fleck zu erkennen, auf dem sich die Partikel niedergeschlagen haben. Die Messfenster befinden sich sehr nahe nebeneinander auf dem Filterband.

4.4 Filterbandverwendung

Um ein Verschwinden von Filterband zu vermeiden positioniert das APDA-371 die Filterpunkte sehr nahe beieinander. Einmal jeden Tag um Mitternacht wird das APDA-371 einen Flecken überspringen (eine Stelle fehlt da, wo man sie erwartet hätte). Dies wird gemacht, um es dem Benutzer leichter zu machen, ggf. den Punkt auf der Aufwickelrolle mit der Stunde und dem Tag, an dem der Punkt erzeugt wurde, abzustimmen.

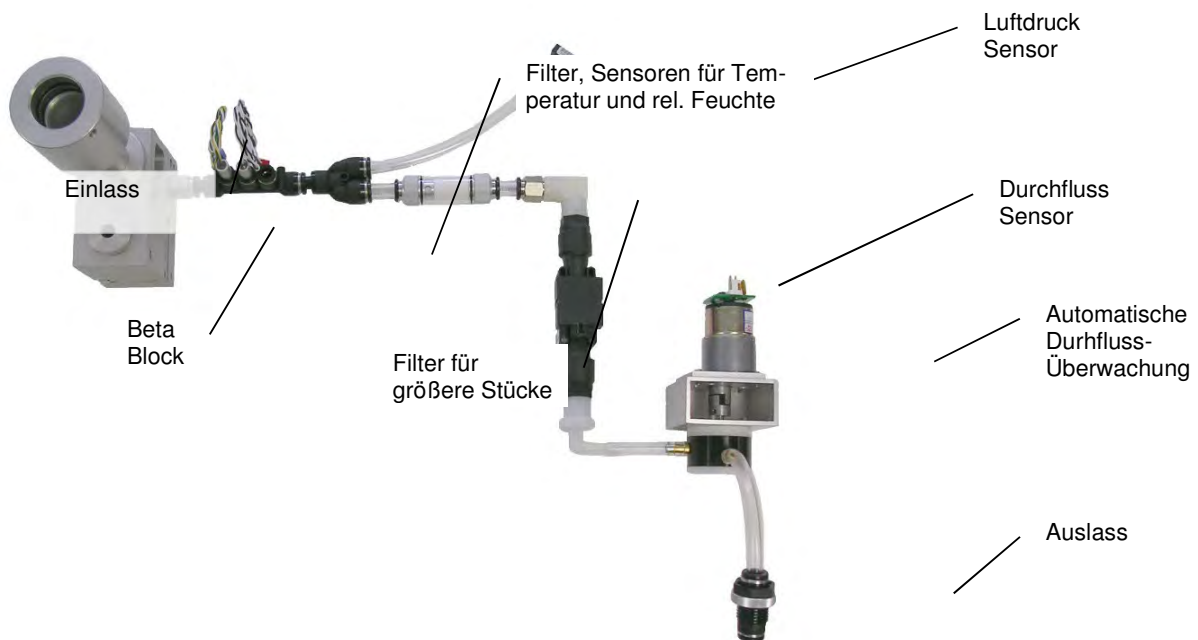
5 Durchfluss und Durchfluss-Kalibrierung



5.1 Das Durchflussdiagramm

Das HORIBA APDA-371 Durchfluss-Kontrollsystem ist einfach und effektiv. Es besteht nur aus ein paar robusten Komponenten.

Die einwandfreie Funktion des Durchflusses ist wichtig für die genaue Ermittlung der Konzentration. Die Hauptaspekte für die Wartung des Durchfluss-Systems sind **Dichtigkeitstests**, **Durchflusstests** und **Reinigung der Bestaubungskammer**. Die Abläufe werden in diesem Kapitel beschrieben. HORIBA empfiehlt, den Lecktest und die Reinigung der Bestaubungskammer vor einer Durchfluss-Kalibrierung vorzunehmen, da Lecks den Durchfluss beeinflussen. Durchfluss-Kalibrierungen erfordern einen Referenz-Durchflussmesser und einen Referenz-Standard für die Umgebungstemperatur und den Luftdruck. In vielen Anwendungen sind rückgeführte Standards (z.B. DAkkS, NIST). HORIBA empfiehlt ein BGI DeltaCal® Gerät (Option BX-307). Es enthält Durchfluss-, Temperatur- und Drucknormale in einem Gerät.



HORIBA APDA-371 Durchflusssystem

5.2 Durchflussmessungen

Das APDA-371 ist für einen Luftdurchsatz von 16,70 l / min (L / min oder LPM) ausgelegt. Die Durchflussrate muss auf diesem Wert gehalten werden, damit die gewöhnlich verwendeten US-EPA PM₁₀ Probenahmeköpfe (BX-802) und PM_{2.5} Zykclone (BX-807 gemäß EU-Zulassung, alternativ BX-806, BX-808 oder BX-809) wirksam funktionieren können. Alle diese Separatoren nutzen die Trägheit der Partikel wenn sie durch den Einlass strömen, um diejenigen oberhalb einer bestimmten Größe auszusortieren, so dass diese nicht im Gerät gemessen werden. Wenn die Durchflussrate um mehr als $\pm 5\%$ vom Sollwert von 16,7 lpm abweicht, können Partikel der falschen Größe die Durchlässe entweder passieren oder werden ausgesondert. Die Durchflussrate muss in regelmäßigen Abständen überprüft und ggf. kalibriert werden, um den Wert innerhalb der von der EPA oder der EU (Richtlinie EN 16450) spezifizierten Grenzen zu halten.

5.3 Flow-Control- und Flow-Reporting-Arten - standardisierter- oder tatsächlicher Durchfluss

APDA-371-Monitore mit Firmware-Neufassung 3.0 oder höher (nach 2006) haben sowohl eine FLOW TYPE- als auch eine CONC TYPE-Einstellung. Beide können auf STD oder ACTUAL gesetzt werden (siehe Abschnitt 6.3). Das APDA-371 ist in der Lage, den Durchfluss unter Verwendung von Standard- oder tatsächlichen Temperatur- / Druckbedingungen zu steuern und kann die Partikelkonzentrationen basierend auf einem Standard- oder tatsächlichen Volumen der Probenluft unabhängig voneinander aufzeichnen.

ACTUAL Flow Control:

Für Firmware-Version 3.0 oder höher sollte der FLOW TYPE (Durchflusstyp) immer auf ACTUAL eingestellt werden. Bei der tatsächlichen Durchflussregelung werden Messungen der Umgebungstemperatur und des Luftdrucks verwendet, um den gemessenen Massenstrom in den Volumenstrom (LPM) umzuwandeln. Wenn sich die gemessene Temperatur und der barometrische Druck ändern, stellt der Massendurchflussregler seine Leistung so ein, dass der Volumenstrom konstant bleibt. CONC TYPE kann auf ACTUAL gesetzt werden. In diesem Fall wird das abgetastete Volumen in der (aktuellen) LPM-Stichprobe angegeben. CONC TYPE kann auch auf STD eingestellt werden. In diesem Fall werden die Probenvolumina unter Standardbedingungen (25° C, 1 atm.) angepasst und aufgezeichnet.

STANDARD Flow Control:

Dieser Betriebsmodus wird nicht empfohlen, da die fraktionierenden PM₁₀ / PM_{2.5} Einlässe für ihren Cut-Point einen konstanten tatsächlichen Durchfluss von 16,70 Liter pro Minute benötigen. Alle seit 2008 hergestellten APDA-371-Monitore enthalten serienmäßig einen Massendurchflussregler. Externe Temperatursensoren (entweder BX-592 oder BX-596) sind für die Massendurchflussregelung erforderlich.

ACTUAL Flow Reporting

Zur Aufzeichnung der Massenkonzentrationen unter tatsächlichen Bedingungen **CONC-TYPE** auf **ACTUAL** umstellen. Diese Konfiguration wird fast immer für die Konzentrationsaufzeichnung des PM_{2.5} und PM₁₀ eingesetzt.

STD Flow Reporting

Zum Aufzeichnen von Massenkonzentrationen unter Standardbedingungen **CONC TYP** auf **STD** umstellen. Das APDA-371 wandelt dann das während des Messzyklus abgetastete tatsächliche Volumen in das entsprechende Standardvolumen um und meldet die Massenkonzentration unter Standardbedingungen.

5.4 Umrechnungen von Gesamtfluss (Q_{GESAMT}) und Flussraten (LPM)

Die Messung von Q_{GESAMT} lässt sich durch Multiplizieren des Wertes Q_{GESAMT} mit 1000 und anschließendes Dividieren durch die BAM-Samplezeit in LPM umrechnen. Um zum Beispiel zu bestimmen, wie die Durchflussrate einer 42-Minuten-Probe mit einem Wert Q_{GESAMT} von 0,700 war führen Sie die folgende Berechnung durch:

$$(Q_{\text{GESAMT}} * 1000) / \text{Abtastzeit} = (0,700 * 1000) / 42 = 16,67 \text{ LPM}$$

5.5 Über Dichtigkeitsprüfung, Bestaubungskammerreinigung und Durchflusskontrollen

HORIBA empfiehlt, dass der Benutzer mindestens einmal pro Monat Dichtheitsprüfungen, Reinigung von Bestaubungskammern- und Strömungsteiler (falls erforderlich) sowie eine Durchflusskontrolle oder Kalibrierung (falls erforderlich) durchführt. Die Wartung des Gesamtstromsystems dauert in der Regel weniger als 10 Minuten.

Die beste Reihenfolge für die monatlichen Prüfungen des Durchflusssystems ist:

1. **Dichtigkeitsprüfung zu Beginn.**
2. **Bestaubungskammern- und Stützkreuzreinigung.**
3. **Dichtigkeitsprüfung zum Ende.** (Wenn ein Leck korrigiert wurde)
4. **Dreipunkt-Durchflussüberprüfung und Kalibrierung bei Bedarf.**

Infolge von Schmutzablagerungen befinden sich entdeckte Luftlecks fast immer an der Grenzfläche zwischen der Bestaubungskammer und dem Filterband. Normalerweise gibt es an der Bandgrenzfläche nur eine unbedeutende Menge an Leckage, aber ein zu großes Leck lässt am Leckagepunkt anstelle des Einlasses einen unbekanntem Teil des Probenflusses von 16,70 l / min in das System eintreten. Infolge dessen kann das durch den Einlass eintretende Gesamtvolumen der Luftprobe inkorrekt ist, und die resultierenden Konzentrationsdaten könnten unvorhersehbar verfälscht sein.



Da sich der Luftstromsensor hinter dem Filterband befindet, kann das APDA-371 ein Leck an der Filterband/Bestaubungskammer-Grenzfläche nicht automatisch erkennen, Wird ein zu großes Leck nicht behoben, können Konzentrationsdaten ungültig werden!

Regelmäßige Dichtigkeitsprüfungen und Bestaubungskammerreinigungen verhindern die Bildung zu großer Leckagen. Vor Reinigung der Bestaubungskammer oder Durchführung einer Wartung ist eine Überprüfung der Leckage erforderlich, um die seit der letzten erfolgreichen Leck- und Durchflusskontrolle gesammelten Daten zu validieren.

Selbst wenn sich der Leckprüfungswert innerhalb annehmbarer Grenzen befindet, sollten beim Auftreten von Schmutz und Ablagerungen die Bestaubungskammer und die Leitschaufel dennoch gereinigt werden.

5.6 Dichtigkeitsprüfverfahren

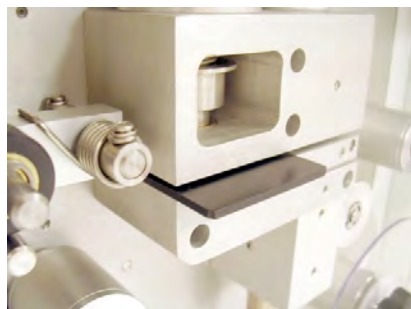
Führen Sie zur Überprüfung der Dichtigkeit im APDA-371-System die folgenden Schritte aus:

1. Rufen Sie das Menü TEST> TAPE auf. Dies stoppt den Betriebszyklus des APDA-371. Drücken Sie den Softkey FWD, um das "1" -Fenster des Bands 1 an eine saubere, unbenutzte Stelle zu bewegen.
2. **(Wahlweise)** Vor der Durchführung weiterer Servicetätigkeiten nehmen einige Benutzer einen Anfangs-Durchflusstest/-prüfung vor. Wenn dies der Fall ist, installieren Sie Ihre Durchflussreferenz am Einlass und überprüfen Sie den 16.70-Fließpunkt im Bildschirm TEST> FLOW. Notieren Sie die anfängliche Durchflussrate, kalibrieren Sie jedoch keine der Durchflussparameter, bis die Dichtheitsprüfungen und die Bestäubungskammerreinigung abgeschlossen sind.
3. Entfernen Sie den PM₁₀-Kopf aus dem Einlassrohr und installieren Sie ein BX-305 oder gleichwertiges Dichtheitsprüfventil auf das Einlassrohr. Installieren Sie bei Verwendung eines PM_{2.5}-Zyklon das Leckabsperrventil oben auf dem Zyklon, da der Zyklon eine mögliche Quelle für Undichtigkeiten ist und getestet werden sollte. Stellen Sie das Ventil auf ON.
4. Rufen Sie das Menü TEST> PUMP auf und schalten Sie die Pumpe ein. Lassen Sie die Durchflussrate stabilisieren und drücken Sie dann die LEAK-Taste, um den Dichtigkeitstestmodus einzuschalten. Dies verhindert, dass sich der Durchflussregler während des Tests dreht.
5. Drehen Sie das Ventil am Einlass in die Position OFF, um zu verhindern, dass Luft in das Einlassrohr gelangt. Die auf dem APDA-Display angezeigte Standardflussrate sollte sich in etwa 20 Sekunden auf weniger als **1,0 l/min** stabilisieren. Zeichnen Sie die gefundenen Ergebnisse auf. Wenn der Leckagedurchflusswert größer als 1,0 l / min ist, kann ein Leck im Durchflusssystem vorliegen. Ist der Leckagewert größer als 1,5 l/min, liegt möglicherweise ein erhebliches Leck vor.
6. Wenn ein Leck angezeigt wird, beheben Sie es. Versuchen Sie zunächst erneut, die Dichtheitskontrolle erneut mit einem entfernten PM_{2.5} Zyklon durchzuführen (falls verwendet). Reinigen Sie dann Bestäubungskammer und Stützkreuz wie unten beschrieben und führen Sie die Prüfung erneut durch. Wenn das Leck behoben ist und der Leckageprüfwert kleiner als 1,0 l / min ist, notieren Sie den End-Leckagewert.
7. Schalten Sie den Dichtigkeitstestmodus und die Pumpe aus.
8. Öffnen Sie das Dichtheitsprüfventil *langsam* und entfernen Sie es dann. Fahren Sie mit der Bestäubungskammer- und Stützkreuzreinigung und den Fließprüfungen wie unten beschrieben fort.

Ergebnisse des Lecktests interpretieren:

- a. Ein ordnungsgemäß funktionierendes APDA-372 mit einer sauberen Bestäubungskammer und Stützkreuzrad hat oft einen Leckagewert deutlich unter der Grenze von 1,0 l / min. Es ist typischerweise etwa 0,5 l/min. Der genaue "Best Case" -Deckwert für eine bestimmte Einheit variiert in Abhängigkeit von dem verwendeten Pumpentyp und der lokalen Höhe.
- b. Der Grund für die Leckrate von 1,0 l / min liegt an den Testbedingungen. Bei geschlossenem Einlass ist das Vakuum im System um ein Vielfaches größer als bei der normalen Probenahme. Wenn der Leckfluss während dieses Tests weniger als 1,0 l / min beträgt, sollte während des normalen Betriebs keine signifikante Leckage auftreten.
- c. Bei Verwendung eines Einlassrohres von über 8 Fuß Länge kann die Stabilisierung des Leckflusswertes eine oder zwei Minuten dauern.

Erweiterte Leckagetests: Wenn ein Leck gefunden wird, das nach der Reinigung der Bestaubungskammer und der Leitschaukel bestehen bleibt, kann die Leckagequelle mit einer Gummischeibe, z. B. Teil 7440, die im optionalen Werkzeugsatz BX-308 enthalten ist, weiter isoliert werden. Das Filterband kann entfernt werden, und die Scheibe kann mit dem Loch zentriert unter der Bestaubungskammer eingesetzt werden, um die Auswirkungen der Leckage durch das Filterband während der Dichtigkeitsprüfung zu beseitigen. Die Scheibe kann auch umgedreht werden und die feste Seite unter der Bestaubungskammer positioniert werden, um Lecks stromabwärts vom Stützkreuz zu isolieren. Problembehandlung Abschnitt 7.7 enthält zusätzliche Tipps zum Auflösen von Lecks im Strömungssystem.

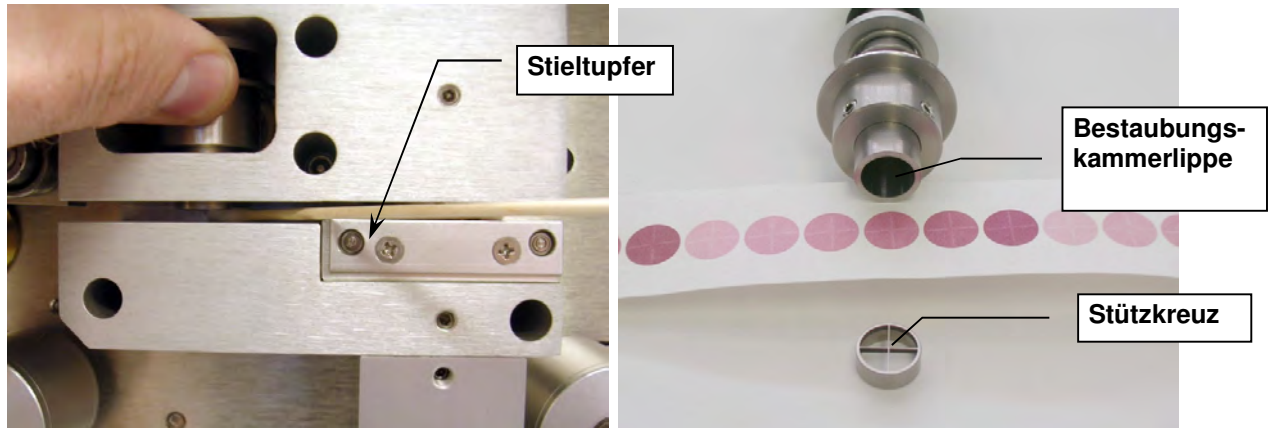


7440 Leckagetrennscheibe

5.7 Reinigung der Bestaubungskammer und des Stützkreuzes

Die Bestaubungskammer und das Bandstützkreuz (unter der Bestaubungskammer) müssen regelmäßig überprüft und bei Bedarf gereinigt werden, um Undichtigkeiten an der Schnittstelle zwischen diesen Teilen und dem Filterband zu vermeiden. Wir empfehlen, die Bestaubungskammer und das Stützkreuz monatlich auf Bandtrieb zu überprüfen. APDA-371-Monitore, die in heißen, feuchten Bereichen betrieben werden, erfordern möglicherweise eine häufigere Bestaubungskammer- und Stützkreuzreinigung. Wenn die Bestaubungskammer und das Stützkreuz nicht regelmäßig gereinigt werden, können sich Filterbandrückstände ansammeln. Dies kann dazu führen, dass Nadellöcher durch das Filterband gestoßen werden, was wiederum zu Undichtigkeiten des Durchflusses und einer fehlerhaften Betastrahlungsmessung führen kann. Befolgen Sie zur Reinigung der Bestaubungskammer- und des Stützkreuzes die folgenden Schritte:

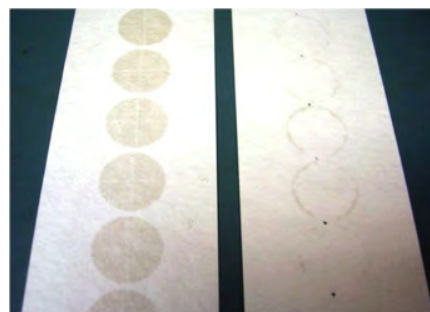
1. Verriegeln Sie die Band-Andruckrollen und heben Sie die Bestaubungskammer im Menü TEST> PUMPEN an. Schieben Sie das Filterband aus dem Schlitz im Beta-Block-BestBestaubungskammerbereich. Das Filterband muss nicht vollständig vom APDA-371 entfernt werden.
2. Bei nach oben zeigender Bestaubungskammer, Schieber mit kleiner Taschenlampe überprüfen. Jeglicher Schmutz müsste normalerweise sichtbar sein. Reinigen Sie die Schieberoberfläche mit einem Wattestäbchen und deionisiertem Wasser oder Isopropylalkohol. Gehärtete Ablagerungen müssen vorsichtig mit dem Holzende des Applikators abgekratzt werden. Achten Sie darauf, den Schieber nicht zu beschädigen!
3. Senken Sie die Bestaubungskammer im Menü TEST> PUMP. Heben Sie die Bestaubungskammer mit dem Finger an und setzen Sie einen weiteren nassen Stieltupfer zwischen die Bestaubungskammer und das Stützkreuz. Lassen Sie die Bestaubungskammer mit dem Federdruck auf den Tupfer drücken. Drehen Sie die Bestaubungskammer mithilfe Ihres Daumens, während Sie den Tupfer in Position halten. Ein paar Umdrehungen sollten die Bestaubungskammerlippe reinigen.
4. Wiederholen Sie die Bestaubungskammerreinigung, bis die Tupfer sauber sind, und überprüfen Sie dann die Bestaubungskammerlippe und den Schieber erneut, und suchen Sie nach Graten, die zu einem Bandschaden führen können.



Bestaubungskammer- und Stützkreuzreinigung und zerlegte Ansicht

Die folgende Abbildung zeigt den Unterschied zwischen guten und schlechten Filterbandstellen. Das Band auf der linken Seite stammt von einem ordnungsgemäß betriebenen APDA-371 mit einer sauberen Bestaubungskammer /Stützkreuz. Die Staubflecken haben scharfe Kanten, sind perfekt rund und gleichmäßig verteilt.

Das Band auf der rechten Seite stammt von einer Einheit, die undicht ist. Eine Schmutzstelle hat sich auf dem Stützkreuz gebildet und stanz ein Loch am Rand jeder Stelle. Diese Löcher können Betateilchen ungehindert passieren lassen, was zu fehlerhaften Konzentrationsmessungen führen kann. Die Flecken zeigen auch einen "Halo" -Effekt aufgrund von Luft, die um die Kante herum eindringt, weil die Bestaubungskammer nicht richtig abdichtet. Diese Fehler werden leicht korrigiert und verhindert, indem die Bestaubungskammer und das Stützkreuz sauber gehalten werden.



APDA-371 stündliche Filterbandstellen

5.8 Feldkalibrierung der Durchflussmessung (FLOW TYPE: ACTUAL)

Durchflusskalibrierungen, -tests oder -prüfungen an jedem APDA-371 für die tatsächliche Durchflussregelung sind sehr schnell und einfach. Ein Umgebungstemperatursensor muss an den Eingangskanal 6 angeschlossen werden. Die Einstellung FLOW TYPE muss im SETUP> CALIBRATE-Menü auf ACTUAL gesetzt werden, sonst erscheint der Flow-Kalibrierungsbildschirm nicht einmal als eine Option im TEST-Menü. Führen Sie vor jeder Durchflusskalibrierung eine Dichtheitsprüfung und Bestäubungskammerreinigung durch.

Der Bildschirm TEST> FLOW-Kalibrierung wird unten angezeigt. In der Spalte "BAM" wird angezeigt, was das APDA-371 für jeden Parameter misst. In der Spalte "STD" können Sie die korrekten Werte Ihres Geräts der rückgeführten Bezugsnormale eingeben. Das Symbol <CAL> erscheint links neben der Zeile des aktiven ausgewählten Parameters. Der ausgewählte Parameter kann durch Drücken der Taste NEXT geändert werden. Solange die Taste CAL oder DEFAULT nicht gedrückt wird, werden keine Kalibrierungsänderungen am ausgewählten Parameter vorgenommen.



Die Umgebungstemperatur und der Druck werden immer vor dem Durchfluss kalibriert, da das APDA-371 diese Parameter zur Berechnung des Luftdurchflusses im Actual Modus verwendet.

```
MULTIPOINT FLOW CALIBRATION
TARGET BAM STD
  AT:    23.8 23.8 C
  BP:    760 760 mmHg
<CAL> FLOW 1: 15.0 15.03 15.00 LPM
  FLOW 2: 18,4 18,41 18,40 LPM
  FLOW 3: 16,7 16,67 16,70 LPM
CAL NEXT DEFAULT EXIT
```

Bildschirm Actual Flow Calibration

1. Rufen Sie das Menü TEST> FLOW wie oben gezeigt auf. Bei Aufrufen dieses Bildschirms senkt sich die Bestäubungskammer automatisch.
2. (Nur optionale Prüfung) Um einen einfachen Test - oder Prüfvorgang durchzuführen, bei dem keine Kalibrierung geändert werden muss, verwenden Sie einfach den Softkey NEXT, um AT (Temperatur), BP (Druck) und FLOW 3 (16.7) Parameter nacheinander auszuwählen. Vergleichen Sie für jeden Parameter die Messwerte der BAM-Spalten mit Ihrem Standardgerät und notieren Sie die Ergebnisse. Die Kalibrierungen werden nur nach Drücken der Tasten CAL oder DEFAULT abgeändert. Wenn eine Kalibrierung erforderlich ist, fahren Sie mit Schritt 3 fort.
3. Wählen Sie den AT-Parameter aus, falls dies noch nicht geschehen ist. Messen Sie mit Ihrer in der Nähe des APDA-371-Außentemperaturfühlers platzierten Bezugsnormalmesseinrichtung die Umgebungstemperatur. Geben Sie den Wert Ihres Referenzstandards mit den Pfeiltasten in das Feld STD ein. Drücken Sie den Softkey CAL, um den BAM-Wert zu kalibrieren. Das BAM und STD Temperaturwerte sollten jetzt gleich sein.
4. Drücken Sie die Taste NEXT Taste, um das BP-Feld auszuwählen. Geben Sie den Luftdruckwert von Ihrem Referenzstandard in das Feld STD ein und drücken Sie den Softkey CAL, um den BAM-Wert zu kalibrieren. Das BAM und STD-Druckwerte sollten jetzt gleich sein.

5. Nachdem sowohl die Temperatur- als auch die Druckwerte korrekt sind, entfernen Sie die PM₁₀ Kopf aus dem Einlassrohr und installieren Sie Ihren Referenzflussmesser auf das Einlassrohr. Drücken Sie die Taste NEXT, um den ersten Durchflusspunkt von 15,0 l / min auszuwählen. Die Pumpe schaltet sich automatisch ein.

Lassen Sie das APDA-371 den Fluss so lange regulieren, bis sich das BAM-Messwert mit der Zielflussrate stabilisiert.

Geben Sie den Durchflusswert von Ihrem Standardgerät mit den Pfeiltasten in das Feld STD ein und drücken Sie den Softkey CAL.

HINWEIS: *Der Messwert des BAM-Durchflusses ändert sich erst dann, um mit den STD überein zu stimmen, nachdem Sie alle drei Durchflussskalibrierungspunkte eingegeben haben, da dies an einer Schräge erfolgt.*

6. Drücken Sie die Taste NEXT, um den zweiten Durchflusspunkt von 18,4 l/min auszuwählen. Lassen Sie den Durchfluss wieder stabilisieren, geben Sie dann den Wert von Ihrem Standardgerät ein und drücken Sie die CAL-Taste. **HINWEIS:** Wenn das APDA-371 keine Durchflussregelung bei 18,4 l / min erreichen kann, könnte dies ein Hinweis darauf sein, dass die Vakuumpumpe gewartet werden muss.
7. Drücken Sie die Taste NEXT, um den dritten Durchflusspunkt von 16,70 l/min auszuwählen. Lassen Sie den Durchfluss wieder stabilisieren, geben Sie dann den Wert von Ihrem Standardgerät ein und drücken Sie die CAL-Taste.
8. Nachdem dieser dritte Durchflusspunkt kalibriert wurde, ändert sich der BAM-Durchflusswert, um den korrigierten Durchfluss anzuzeigen, dann regelt sich das APDA-371 basierend auf der neuen Kalibrierung den Fluss schnell auf 16,70 L / min um. Der Durchflussmesswert des APDA-371 sollte jetzt zu Ihrem Durchfluss-Standardgerät bei $16,70 \pm 0,1$ l / min passen.
9. Verlassen Sie das Kalibrierungsmenü.

Durchfluss-Kalibrierungen zurücksetzen:

Wenn die Durchfluss-, Temperatur- oder Druckmesswerte des APDA-371 während des obigen Kalibrierungsvorgangs nicht korrekt an Ihr Standardgerät angepasst werden oder wenn mehrere Kalibrierungen erforderlich sind, um eine gute Übereinstimmung zu erzielen, müssen die BAM-Durchflussskalibrierungen möglicherweise zurückgesetzt werden. Dieser Fall wurde manchmal während der ersten Durchflussskalibrierung nach einem APDA-371 Firmware-Update beobachtet.

Wählen Sie einen Parameter und drücken Sie den Softkey DEFAULT, um alle vorherigen Kalibrierungsfaktoren von diesem Parameter zu löschen und sie durch den ursprünglichen Werkskalibrierungsfaktor zu ersetzen. Setzen Sie alle AT-, BP- und Flow-Parameter als Standardwerte ein. Versuchen Sie dann erneut, sie nach Ihren Standards zu kalibrieren. Möglicherweise müssen Sie auch die Kalibrierung der Filter-RH und -Filter-Temperatur Sensoren zurücksetzen. Die werkseitigen Standardkalibrierungsfaktoren sollten sehr nahe an den korrekten Werten liegen.

Tatsächliche Durchflussskalibrierungen in Geräten mit älterer Firmware:

Geräte mit Firmware-Versionen 2.58 und früher hatten einen anderen TEST> FLOW-Bildschirm, wie unten gezeigt. Diese Geräte werden wie oben beschrieben kalibriert, allerdings wird die Durchflussskalibrierung nur an einem einzigen Punkt von 16,70 l/min durchgeführt. Mit der Taste NEXT wird der zu kalibrierende AT- oder BP-Parameter ausgewählt, mit der Taste PUMP ON der Fließpunkt für die Kalibrierung ausgewählt. Die Taste ADJUST / SAVE kalibriert den ausgewählten Parameter auf den Referenzwert.

ACTUAL FLOW CALIBRATION MODE			
F1= RESTORE DEFAULT			
	BAM	REFERENCE	
AMBIENT TEMPERATURE:	23.8 C	23.4 C	
BAROMETRIC PRESSURE:	741 mmHg	742 mmHg	
VOLUMETRIC FLOWRATE:	16.7 lpm	16.9 lpm	
ADJUST/SAVE	NEXT	PUMP ON	EXIT

Altes Format des Durchflusskalibrierungsbildschirms

5.9 Feldkalibrierung Durchflussmessung (FLOW TYPE: STD)

Alle gemäß EU-Zulassung konfigurierten APDA-371-Monitore sind mit einem FLOW TYPE von ACTUAL parametrisiert und müssen wie oben in Abschnitt 5.8 beschrieben kalibriert werden. Wenn das APDA-371 im Standard-Durchflussmodus STD betrieben werden muss, siehe unten.

FLOW TYPE: STD mit einem Temperatursensor:

Wenn das APDA-371 ein älteres PM₁₀-Gerät ist ohne eine separate CONC TYPE Einstellung, oder wenn der operationelle FLOW TYPE aus bestimmten Gründen auf STD gesetzt werden muss, dann besteht der einfachste Weg zur Kalibrierung des Durchflusses im vorübergehenden Ändern des FLOW TYPE von STD zu ACTUAL im Menü SETUP> CALIBRATE, um dann wie oben beschrieben einen normalen Flow-Audit oder eine Kalibrierung durchzuführen. Wenn diese Methode verwendet wird, stellen Sie sicher, dass das APDA-371 nach Abschluss auf den STD-Datenstromtyp zurückgesetzt wird. Dies funktioniert, solange das APDA-371 am Eingangskanal sechs mit einem Umgebungstemperatursensor ausgestattet ist.

6 Das SETUP Menü

Das HORIBA APDA-371 hat eine Reihe von Systemeinstellungen in Setup-Menüs, die alle Einstellungen für benötigte Parameter enthalten, die für die Messung und den Betrieb des Gerätes benötigt werden. Einige dieser Einstellungen sind werkseitig auf Default-Werte eingestellt, die für die meisten Anwendungen gültig sind, können aber durch den Bediener geändert werden, um das Gerät auf Ihre speziellen Anforderungen anzupassen. Dieses Kapitel beschreibt das SETUP Menü im Detail und sollte gelesen werden, wenn das Gerät in Betrieb genommen wird, um einen einwandfreien Betrieb zu gewährleisten. Wenn die Parameter im Setup-Menü gesetzt sind, brauchen sie vor Ort in der Regel nicht mehr geändert zu werden. Die SETUP Einstellungen gehen nicht verloren, wenn das Gerät ausgeschaltet oder vom Netz genommen wird.

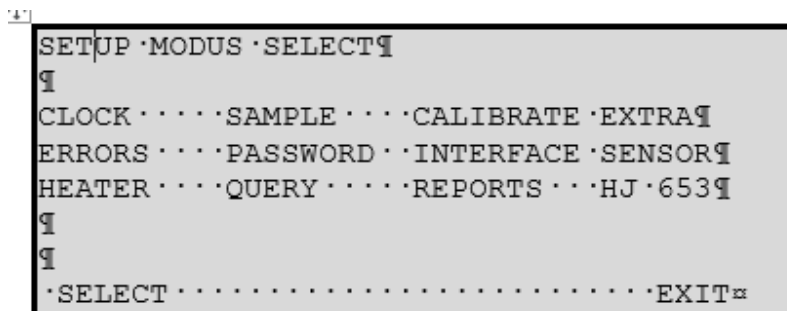


WARNUNG! Einige Einstellung in den SETUP Menüs sind gerätespezifische Kalibrierkonstanten, die bei einer Änderung die Genauigkeit und den Betrieb beeinflussen.



WARNUNG! Der Aufruf des SETUP Menüs unterbricht den Messzyklus. Geräte mit älterer Firmware warnen Sie nicht vor dem Abbruch der Messung!

Drücken die die Soft-Taste SETUP, um das unten dargestellte SETUP Menü zu öffnen. Das Setup Menü zeigt eine Auswahl von Operationen an. Wählen Sie mit den Pfeiltasten das gewünschte Feld aus und drücken Sie die Soft-Taste SELECT.



Das SETUP Menü

Eine kurze Erklärung zu jedem Menü finden Sie in der folgenden Tabelle. Ausführliche Informationen finden Sie in den folgenden Unterkapiteln.

Menü	Einstellungen
CLOCK	APDA-371 Echtzeituhr - Datum und Uhrzeit Einstellungen.
SAMPLE	Messbereich, Offset, Probenahmezeit, Zählzeit, Konz-Einheiten, Mittelwert, Geräte-ID und RS-232-Einstellungen.
CALIBRATE	Werkskalibrierwerte, (C _v , Q ₀ , ABS, μsw, K, BKGD) Durchflussmenge, Durchflussart, Konz. Typ.
EXTRA1	Klammer für niedrige Konzentration, e1 - e4, Selten verwendet.
ERRORS	Auswahl analoger Fehler, Durchflussgrenzen, Druckabfallgrenze.
PASSWORD	Passwort ändern Bildschirm.
INTERFACE	Zyklusmodus früh/Standard, Alarmrelaispolarität.
SENSOR	Bildschirme für meteorologische Sensorskalierung und Konfiguration, Kanäle 1 - 6.
HEATER	RH-Sollwert für Smart Heater.
QUERY	Konfiguration für die benutzerdefinierte Abfragedaten-Ausgabedatei und das europäische Bayern-Hessen-Protokoll.
REPORTS	Tägliche Datenaufzeichnungsstunden, BP und Referenz-Protokollierungsoptionen
HJ 653	Übereinstimmung des Datenformats mit dem chinesischen Standard HJ 653-2013

6.1 Menüpunkt Uhr (CLOCK)

Im Menü SETUP > CLOCK werden die Uhrzeit und das Datum eingestellt. Für die Zeit steht nur das 24-Stunden Format zur Verfügung. Wählen Sie mit den Pfeiltasten das Feld aus und erhöhen/vermindern Sie den Wert. Drücken Sie dann die Soft-Taste SAVE, um den Wert zu speichern. Die Uhr des HORIBA APDA-371 weicht pro Monat um etwa ein bis zwei Minuten ab. HORIBA empfiehlt, die Uhrzeit einmal pro Monat einzustellen, um eine korrekte Messzeit einzuhalten.

6.2 Menüpunkt SAMPLE – Wichtige Informationen

Der Bildschirm SETUP> SAMPLE dient zum Einstellen der APDA-371- Probenahme- und Mittelungsperioden und einiger anderer wichtiger Einstellungen. Der SAMPLE-Bildschirm wird unten angezeigt. Die Felder können mit den Pfeiltasten bearbeitet und mit dem Softkey SAVE gespeichert werden.

SETUP SAMPLE	
RS232 9600 8N1	BAM SAMPLE 050 MIN
INLET TYPE PM10	
STATION # 001	MET SAMPLE 60 MIN
RANGE 1.000 mg	OFFSET -0.015 mg
CONC UNITS mg/m3	COUNT TIME 4 MIN
SAVE	EXIT

Menü SETUP / SAMPLE

RS-232:

Damit können Sie die Baudrate des seriellen RS-232-Anschlusses einstellen. Die verfügbaren Werte sind 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 und 38400 Baud. Die Standardeinstellung ist 9600 Baud. Das APDA-371 muss während Flash-Firmware-Upgrades auf 9600 Baud eingestellt sein, kann jedoch für die Datenerfassung schneller eingestellt werden. Die Handshake-Einstellungen "8N1" bedeuten 8 Datenbits, keine Parität, 1 Stopbit. Diese können nicht bearbeitet werden.

BAM SAMPLE:

Dieser Wert legt die Anzahl der Minuten pro Probenstunde fest, in der die Pumpe eingeschaltet ist. Siehe Kapitel 4.1 für eine Beschreibung des stündlichen Zyklus. Die BAM SAMPLE-Zeit muss als Reaktion auf den COUNT TIME-Wert eingestellt werden, da aktuelle Versionen des APDA-371 die Möglichkeit bieten, die Zählzeit auf 4 oder 8 Minuten zu setzen.

Einstellung gemäß EU-Zulassung:

COUNT TIME	BAM SAMPLE	Benutzt für
4 Min.	50 Min.	PM ₁₀ Überwachung
8 Min.	42 Min.	PM _{2.5} Überwachung

Das BAM SAMPLE-Einstellung hat einen Bereich von 0-200 Minuten für benutzerdefinierte Anwendungen. Wenn die Pumpe für einen kürzeren Zeitraum (z. B. 15 Minuten) eingestellt ist, wird die Pumpe nur 15 Minuten lang Proben nehmen und dann bis zum Ende der Stunde warten, bevor ein neuer Zyklus beginnt. Dies lässt möglicherweise keine Zeit für die Überprüfung der Membranspanne. Es ist nur ein Pumpzyklus pro Stunde erlaubt, unabhängig von der Dauer. Wenn das BAM SAMPLE-Wert zu lang eingestellt wird, kann sich der gesamte Messzyklus in die nächste Stunde überschneiden, so dass das APDA-371 die Konzentration nur jede zweite Stunde erfasst.

INLET TYPE:

Mit dieser Einstellung kann der Benutzer feststellen, ob das APDA-371 TSP, PM₁₀ oder PM_{2.5} Daten sammelt. Welche Option auch immer ausgewählt wird, legt das entsprechende Label fest, das oben im Hauptmenü angezeigt wird. Diese Einstellung dient nur zur Anzeige auf dem Display und hat keinen Einfluss auf die tatsächliche Datenerfassung oder Berichte.

STATION #:

Dies ist eine Stationsidentifikationsnummer. Diese Nummer hat einen Bereich von 001-254 und wird in den Datenberichten enthalten sein. Der Standardwert ist 01.

MET SAMPLE:

Dieser Wert ist die Mittelungsdauer für den integrierten Met-Sensor-Datenlogger. Er legt fest, wie oft das Datenfeld gemittelt und in den Speicher geschrieben wird, und kann auf 1,5,15 oder 60 Minuten eingestellt werden. Wenn beispielsweise ein optionaler Windgeschwindigkeitssensor am APDA-371 angebracht ist, könnte die MET SAMPLE-Periode auf 1 oder 5 Minuten eingestellt werden. Dieser Wert gilt für alle Parameter und Sensoren, die an das APDA-371 angeschlossen sind, mit Ausnahme der Staubkonzentrationsdaten, die unabhängig von dieser Einstellung immer im Stundenmittelwert liegen.



WARNUNG! Diese Einstellung beeinflusst, wie lange der Speicher reicht, bevor er voll ist!

Es sind **4369 Datensätze** im Speicher verfügbar. Die standardmäßige MET SAMPLE-Periode von 60 Minuten (1 Datensatz pro Stunde) führt zu 182 Tagen Speicherkapazität, aber ein durchschnittlicher Zeitraum von 1 Minute würde diese Speicherdatensätze in nur 3 Tagen füllen. Wenn der Speicher voll ist, überschreibt das APDA-371 die ältesten Daten. Es wird empfohlen, dass die MET SAMPLE-Periode auf den Standardwert von 60 Minuten eingestellt wird, es sei denn, für eine bestimmte Met-Sensor-Anwendung ist ein schnellerer Durchschnitt erforderlich.

MET SAMPLE	Datenkapazität
60 Minuten	182 Tage
15 Minuten	45 Tage
5 Minuten	15 Tage
1 Minute	3 Tage

RANGE:

Die RANGE-Einstellung legt das obere Ende des APDA-371-Konzentrationsbereichs für den analogen Spannungsausgang fest. Der interne digitale Datenloggerbereich des APDA-371 hängt von der DYNAMIC RANGE-Einstellung ab (siehe Abschnitt 6.11.2). Der RANGE-Wert wird normalerweise auf der Standardeinstellung von 1.000 mg gehalten, mit einem Standard-OFFSET (untere Grenze des Bereichs) von -0.015 mg. Dies bedeutet, dass das APDA-371 standardmäßig einen maximalen Full-Scale-Bereich von -0,015 mg + 1,000 mg = 0,985 mg misst. Die folgende Tabelle zeigt einige Beispiele, wie die Einstellungen für RANGE und OFFSET zur Erzeugung der Konzentrationsdatenausgänge zusammenwirken.

OFFSET Setting	RANGE Setting	Dynamic Range Setting	Resultierender digitaler Datenbereich	Resultierende Analog Ausgabebereich
-0,015 mg	1,000 mg	STANDARD	-0,015 bis 0,985 mg	0-1 V = -0,015 bis 0,985 mg
-0,005 mg	1,000 mg	EXTENDED	-0,005 bis 9,995 mg	0-1 V = -0,005 bis 0,995 mg
-0,015 mg	0,200 mg	EXTENDED	-0,015 bis 9,985 mg	0-1 V = -0,015 bis 0,185 mg
0,000 mg	1,000 mg	STANDARD	0,000 bis 1,000 mg	0-1 V = 0,000 bis 1,000 mg
-0,015 mg	2,000 mg	STANDARD	-0,015 bis 1,985 mg	0-1 V = -0,015 bis 1,985 mg

Der RANGE-Wert kann auf 0,100, 0,200, 0,250, 0,500, 2,000, 5,000 oder 10,000 mg eingestellt werden.



Es ist wichtig, diese Einstellung zu verstehen, wenn ein externer Datenlogger zum Protokollieren des APDA-371 Analogausgangs verwendet wird, da der Datenlogger so eingestellt werden muss, dass die Analogspannung korrekt skaliert wird. Siehe Abschnitt 8.

HINWEIS: Das Ändern der Bereichseinstellung wirkt sich auf bereits im Speicher gespeicherte Daten aus. Laden Sie immer alle alten Daten herunter, bevor Sie die Einstellungen ändern, und löschen Sie dann den Speicher. Bei Firmwareversion 3.2.4 oder höher müssen Sie den Speicher löschen, bevor Sie diese Einstellung ändern können.

OFFSET:

Der OFFSET-Wert wird verwendet, um das untere Ende des APDA-371-Konzentrationsbereichs sowohl für den Analogausgang als auch für den internen Digitalbereich festzulegen. Der werkseitige Standardwert für OFFSET ist -0,015 mg, was die empfohlene Einstellung ist. Bei dieser Einstellung kann das APDA-371 von -015 mg (0,0 V) bis zu 0,985 mg (1,0 V) berichten.

HINWEIS: Das Ändern der Offset-Einstellung wirkt sich auf bereits im Speicher gespeicherte Daten aus. Laden Sie immer alle alten Daten herunter, bevor Sie die Einstellungen ändern, und löschen Sie dann den Speicher. Bei Firmwareversion 3.2.4 oder höher müssen Sie den Speicher löschen, bevor Sie diese Einstellung ändern können.

CONC UNITS:

Diese Einstellung bestimmt die Konzentrationseinheiten, die das APDA-371 anzeigt und speichert. Dies kann auf $\mu\text{g} / \text{m}^3$ eingestellt werden³ (Mikrogramm) oder mg / m^3 (Milligramm) pro Kubikmeter. Ältere Versionen der Firmware wurden nur auf mg / m^3 festgelegt³, und das ist immer noch die Standardeinstellung.

HINWEIS: $1.000 \text{ mg} = 1000 \mu\text{g}$.

COUNT TIME:

Dies ist die Zeit, die das APDA-371 benötigt, um zu Beginn und am Ende der Probestunde die Zählungen von I_0 und I_3 durchzuführen.

Einstellung gemäß EU-Zulassung:

COUNT TIME	BAM SAMPLE	Benutzt für
4 Min.	50 Min.	PM ₁₀ Überwachung
8 Min.	42 Min.	PM _{2.5} Überwachung

Siehe obige Beschreibung der BAM SAMPLE-Einstellung und Abschnitt 4.1. Das APDA-371 fordert Sie auf, die BAM SAMPLE-Zeiteinstellung zu ändern, wenn Sie die COUNT TIME auf einen inkompatiblen Wert ändern.

6.3 Menüpunkt - CALIBRATE - Wichtige Information



Auf dem Bildschirm SETUP > CALIBRATE werden die meisten werkseitig festgelegten Kalibrierungsparameter für das APDA-371 gespeichert. Diese Werte sind gerätespezifisch und können auch dem Kalibrierzertifikat für das APDA-371 entnommen werden. Die meisten dieser Einstellungen werden niemals ohne spezifische Informationen von HORIBA geändert. Es empfiehlt sich, die Kalibrierwerte regelmäßig zu überprüfen, um sicherzustellen, dass sie nicht verändert wurden. Der CALIBRATE-Bildschirm wird unten angezeigt.

```
CALIBRATE SETUP
SPAN CHECK: 24HR   FLOW RATE: 16.7
CONC TYPE: ACTUAL  FLOW TYPE: ACTUAL
  Cv: 1.047        Qo: 0.000
  ABS: 0.822       μsw: 0.306
  K: 1.005         BKGD: -0.0030
STD TEMP: 25C
SAVE                               EXIT
```

Menü SETUP / CALIBRATE

SPAN CHECK:

Diese Einstellung legt fest, wie oft das APDA-371 die automatische Überprüfung der Referenzmembran durchführt. Ist der Wert auf 1 HR eingestellt, misst und zeigt das BAM den Bereich jede Stunde an. Wenn dieser Wert auf 24 HR eingestellt ist, führt das BAM die Spanprüfung nur einmal täglich während der Probenstunde ab Mitternacht und während einer beliebigen Probenstunde nach einem Stromausfall durch. Der resultierende Wert wird während des gesamten restlichen Tages angezeigt. Wenn dieser Wert auf OFF gesetzt ist, wird die Bereichsüberprüfung vollständig deaktiviert.

HINWEIS: Diese Einstellung erscheint in keiner Firmware vor V3.7.0. Die Einstellung ist nicht sichtbar und wird stündlich festgelegt.

FLOW RATE:

Damit wird der Luftdurchsatz für das APDA-371 eingestellt, und das APDA-371 regelt den Durchfluss während der Probenahme kontinuierlich auf diesen Wert. Die FLOW RATE ist immer auf **16,70 Liter pro Minute** eingestellt, wie dies für alle PM_{2.5} und PM₁₀ Überwachungen erforderlich ist. Dies kann nur vorübergehend geändert werden, wenn ein Bediener vor Ort die Fähigkeit der Pumpe und des Durchflussreglers testet, den Durchfluss zur Fehlerbehebung auf verschiedenen Ebenen zu regeln. Der Einstellbereich beträgt 10 bis 20 l/min.

CONC TYPE:

Dies legt fest, wie die Konzentrationswerte gemeldet werden.



Der CONC TYPE muss für alle PM_{2.5} Überwachungen sowie die PM₁₀ Überwachung in Europa auf ACTUAL gesetzt sein und ist fast immer auf STD für PM₁₀ Überwachung eingestellt.

Wenn sie auf ACTUAL eingestellt ist, wird die Konzentration basierend auf dem Luftvolumen bei lokalen Umgebungsbedingungen berechnet und angezeigt. Ein Umgebungstemperatursensor ist erforderlich. Bei Einstellung auf STD wird die Konzentration auf der Grundlage der Standardwerte für Temperatur und Druck (760 mm Hg und üblicherweise 25°C) berechnet und angezeigt, auch wenn ein Temperatursensor vorhanden ist. Siehe Kapitel 5.3.

HINWEIS: Bei Geräten mit Firmware vor Version 3.0 steht diese Einstellung nicht zur Verfügung, und die Konzentrationsmeldung wird durch die Einstellung DURCHFLUSSART festgelegt.

FLOW TYPE:

Diese Einstellung wählt das vom APDA-371 verwendete Ablaufsteuerungsschema aus. Die Optionen sind ACTUAL oder STD. Kapitel 5.3 enthält eine detaillierte Beschreibung jeder dieser Durchflussarten, und sollte untersucht werden, um den ordnungsgemäßen Betrieb des APDA-371 zu gewährleisten.



Der FLOW TYPE sollte bei allen APDA-371-Monitoren, die mit einem externen Temperatursensor (BX-592, BX-596 oder BX-597) ausgestattet sind, auf ACTUAL eingestellt sein. FLOW TYPE sollte nur dann auf STD gesetzt werden, wenn kein externer Temperatursensor verfügbar ist.

Cv:

Dieser Wert ist ein werksseitig eingestellter Steigungsfaktor für den internen Massenstromsensor. Der Wert von Cv wird niemals geändert, außer wenn eine Durchflusskalibrierung an alten Einheiten ohne automatischen Durchflussregler durchgeführt wird. Bei allen neueren Geräten mit Durchflussreglern und Umgebungstemperatursensoren muss dieser Wert nie geändert werden, da die Durchflusskalibrierungen im Bildschirm TEST> FLOW durchgeführt werden.

Qo:

Dieser Wert ist der werksseitig eingestellte Nullpunktkorrekturoffset für den internen Massenstromsensor und ist fast immer Null. Qo wird in der Regel niemals vom Benutzer geändert, außer bei der Fehlersuche bei einer Undichtigkeit, wenn die BAM-Durchflussanzeige nicht auf 0,0 L/min absinkt, sobald der Pumpenschlauch vom APDA-371 getrennt ist.

ABS:

Der ABS-Wert ist die werksseitig festgelegte erwartete Masse der Referenzmembranfolie, die bei der automatischen Überprüfung der stündlichen Messspanne verwendet wird. Dieser Erwartungswert wird stündlich mit dem gemessenen Wert verglichen (siehe Abschnitt 4.2). Der ABS-Wert jedes Geräts ist unterschiedlich, liegt jedoch typischerweise nahe 0,800 mg/cm².



Der ABS-Wert wird vom Bediener niemals geändert, es sei denn, die Membran wird aufgrund von Beschädigungen ausgetauscht.

µsw:

Dies wird als µ-Switch-Wert bezeichnet und ist der werksseitig eingestellte Massenabsorptionskoeffizient, der vom APDA-371 bei den Konzentrationsberechnungen verwendet wird. Der Wert liegt typischerweise bei etwa 0,3 und kann geringfügig von einem APDA-371 zum nächsten variieren. Ältere Einheiten, die vor 2007 gebaut wurden, hatten einen usw.-Wert nahe 0,285.

K:

K ist der werksseitige, gerätespezifische Kalibrierungsfaktor für die APDA-371 Konzentrationen. K wird bestimmt, indem das APDA-371 gegen einen Kalibrierungsstandard gefahren wird, während beide Proben aus einer Rauchkammer über eine große Vielzahl von Konzentrationen entnommen werden. K reicht typischerweise von 0,9 bis 1,1.

BKGD:

BKGD wird verwendet, um die gemessene Massenkonzentrationsausgabe bei Abwesenheit von PM zu kompensieren. Es wird bestimmt, indem ein APDA-371 mehrere Tage (48-72 Stunden) in Abwesenheit von PM betrieben wird (erreicht durch Ausrüsten des APDA-371-Einlasses mit einem Hepa-Filter). Die durchschnittliche Massenkonzentration der 48 oder 72 1-Stunden-Messwerte, multipliziert mit -1, ist der berechnete BKGD. Bei einem richtig eingestellten BKGD sollte ein APDA-371, der mehrere Messungen von Luft mit null PM macht, im Durchschnitt 0 µg / m anzeigen³.

STD TEMP:

Dies ist der Wert der Standardlufttemperatur, der nur für Standard-Durchflussregelungen oder Standardkonzentrationsberechnungen verwendet wird. STD TEMP ist im Allgemeinen auf 25C eingestellt. Je nach örtlichen Vorschriften kann es jedoch unterschiedliche Werte haben.

6.4 Menüpunkt EXTRA1

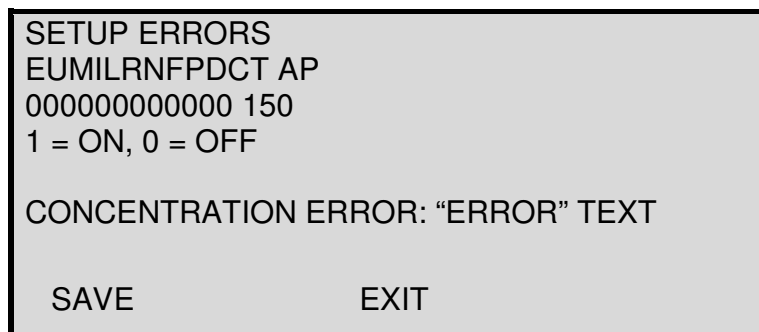
Die Einstellungen im Bildschirm EXTRA1 sind spezielle Einstellungen für bestimmte ungewöhnliche Anwendungen und dürfen unter normalen Probenahmebedingungen nicht geändert werden. Im Folgenden finden Sie eine kurze Erläuterung dieser Einstellungen und der werkseitig eingestellten Werte. Diese Einstellungen sollten niemals geändert werden, ohne vorher HORIBA um Rat zu fragen.

- e1** Niedrige Konzentrationsgrenze: Dies ist der niedrigste Konzentrationswert, den das APDA-371 speichern oder anzeigen darf. Er muss immer so eingestellt werden, dass er mit dem OFFSET-Wert im Menü SETUP> SAMPLE übereinstimmt. Der Standardwert ist -0,015 mg.
- e2** Nicht benutzt: Der Standardwert ist 0,500.
- e3** Membran-AUS-Verzögerung: Der Standardwert ist 0,000.
- e4** Membran Time Out: Die Zeit, die das APDA-371 der Membranbaugruppe erlaubt, sich zu bewegen, bevor ein Fehler erzeugt wird. Der Standardwert ist 15,00 Sekunden.

6.5 Menüpunkt **ERRORS**

Der Bildschirm SETUP> FEHLER ermöglicht die Kodierung von APDA-371-Fehlern auf das analoge Ausgangssignal, wenn er mit einem externen analogen Datenlogger verwendet wird. Mit dieser Methode stellt das APDA-371 die analoge Ausgangsspannung auf den vollen Skalenwert (1.000 Volt) ein, wenn einer der aktivierten Fehlertypen auftritt. Wenn keine Alarmbedingungen vorliegen, stellt die Spannung das letzte gültige Konzentrationsniveau dar. Siehe Kapitel 8 für externe Datenlogger-Setup-Informationen.

Der Bediener kann auswählen, welche Fehler diese vollständige Antwort verursachen, indem er (1) oder (0) jede der 12 Fehlertypen aktiviert, wie im folgenden Bildschirm gezeigt.



Menü SETUP / ERRORS

HINWEIS: Einige geringfügige Alarmer wie E, U, R, P oder D können auftreten, wenn der stündliche Konzentrationswert dennoch korrekt sein könnte. Diese Alarmer sind jedoch normalerweise weiterhin aktiviert, um den Analogausgang auf den vollen Wert einzustellen, um das Datensystem über ihre Anwesenheit aufmerksam zu machen. In diesem Fall kann der Konzentrationswert noch digital vom BAM heruntergeladen werden.



Unabhängig davon, welche Fehlertypen für den Analogausgang aktiviert sind, werden Alle Alarmer und Fehler immer im digitalen Alarmprotokoll und Datenprotokoll des APDA-371 gespeichert, und können durch Herunterladen der Daten angezeigt werden.

Die folgende Tabelle beschreibt kurz, welcher Alarmtyp bei jedem Buchstaben angezeigt wird. Vollständige Fehler- und Alarmbeschreibungen finden Sie im Abschnitt 7.2.

Code	Fehler / Alarmtyp	Grundlegende Beschreibung
E	External Reset	Fehlgeschlagener BAM-Takt zurückgesetzt.
U	Telemetry Fault	Externer Datenloggerfehler.
M	Maintenance Alarm	Aufrufen der SETUP- oder TEST-Menüs oder Einstellen der Wartung
I	Internal CPU Error	Interner Prozessorfehler
L	Power Failure	Stromausfall verhinderte die Fertigstellung der Probe.
R	Reference Membrane	Referenzmembrane nicht richtig aus- oder eingefahren.
N	Nozzle Error	Bestäubungskammermotor Fehlfunktion.
F	Flow Error	Ausfall des Durchflusssystems oder Ausfall des Temperatur- / Drucksensors.
P	Pressure Drop Alarm	Filterband durch übermäßige Staubbelastung blockiert.
D	Deviant Span Density	Span Check stimmt nicht mit dem erwarteten ABS-Wert überein.
C	Count Error	Betastrahlen-Detektorfehler.
T	Tape System Error	Beschädigtes Filterband oder ein Fehler im Bandsteuersystem.

Die folgenden Einstellungen für die Alarmer finden Sie im Bildschirm SETUP> ERRORS:

AP Druckabfallgrenze.

Dies ist der maximale Anstieg des Druckabfalls, der aufgrund starker Staubbelastung über das Filterband auftreten kann, bevor der "P" -Alarm ausgelöst wird. Wenn der AP höher eingestellt wird, kann sich mehr Staub ansammeln, bevor die Probe beendet wird, aber es können Probleme bei der Durchflussregulierung auftreten. Siehe die Beschreibung des Druckabfallalarms im Kapitel 7.2. Die Standardeinstellung von **150 mm Hg** ist korrekt für die meisten Anwendungen mit den Standard-Medo- oder Gast-Pumpen. Größere Pumpen können eine höhere AP-Einstellung und höhere Staubbelastungen aufnehmen und gleichzeitig den Probenfluss regulieren. Der Einstellbereich ist 0-500 mm Hg.

Das **CONCENTRATION ERROR** Feld bestimmt, was protokolliert, angezeigt und gemeldet wird, wenn einer der Hauptalarmtypen, die die Konzentrationsberechnung beeinflussen, vorhanden ist. Minor-Alarmer wie E, U, R, P oder D lösen dieses Verhalten nicht aus und zeichnen trotzdem den tatsächlichen Konzentrationswert auf. Es gibt drei Möglichkeiten: FULL SCALE WERT, MIN SCALE WERT und "ERROR" TEXT.

FULL SCALE VALUE

Der Gesamtkonzentrationswert (normalerweise 0,985 mg) wird auf dem APDA-371-Frontblende-Bildschirm angezeigt, in der Datendatei gespeichert, in allen Datenberichten enthalten und an den analogen Ausgangsanschlüssen ausgegeben.

MIN SCALE VALUE

Der minimale Konzentrationswert (normalerweise -0,015 mg) wird auf dem Display des APDA-371 angezeigt, in der Datendatei gespeichert und in allen Datenberichten enthalten. Der volle Skalenwert wird weiterhin an den analogen Ausgangsklemmen ausgegeben.

"ERROR" TEXT

Der volle Konzentrationswert (typischerweise 0,985 mg) wird an den analogen Ausgangsklemmen ausgegeben. Das Wort FEHLER wird anstelle des Konzentrationswerts auf den Bildschirmen Hauptmenü, Normal, Momentan und Durchschnitt angezeigt. Siehe Kapitel 3 für mehr Informationen über diese Bildschirme. Das Wort FEHLER wird auch in der Datendatei gespeichert und anstelle des Konzentrationswerts in den Tages- und CSV-Berichten gedruckt.

6.6 Menüpunkt **PASSWORD**

Im Menü SETUP > PASSWORD kann der Administrator das Passwort für den Zugang zu den SETUP Menüs ändern. Das Passwort verhindert das unbeabsichtigte Ändern der Setup-Einstellungen durch nicht eingewiesene Personen. Das Passwort ist eine 4-stellige Kombination der Reihenfolge der sechs Funktionstasten F1 bis F6. Das Default-Passwort ist **F1, F2, F3, F4**. HORIBA empfiehlt, dieses Passwort nicht zu ändern solange es nicht zwingend notwendig ist. Setzen Sie sich mit HORIBA in Verbindung, wenn Sie das Passwort vergessen oder verloren haben.

6.7 Menüpunkt **INTERFACE**

Das Menü SETUP > INTERFACE ist unten dargestellt. Diese Einstellungen werden zur Konfiguration des APDA mit einem externen Aufzeichnungsgerät, das den Analogausgang aufzeichnet, verwendet. Die meisten Einstellungen werden selten benutzt, aber der Cycle Mode muss kontrolliert werden, wenn der Analogausgang benutzt wird.

```
Interface Setup
Cycle Mode: STANDARD Force Maint: OFF
Fault Polarity: NORM Split DELTAP: 00300
Reset Polarity: NORM
SAVE                               EXIT
```

Menü SETUP / INTERFACE

Cycle Mode:

Der Zyklusmodus kann auf STANDARD oder EARLY eingestellt werden. Wenn Sie die analoge Ausgangsspannung des APDA-371 nicht verwenden, belassen Sie diese Einstellung auf STANDARD. Siehe Kapitel 8.2.

Maintenance:

Dies kann verwendet werden, um die digitale Wartungskennzeichnung "M" und das Wartungsrelais auf der Rückseite des APDA-371 manuell ein- oder auszuschalten. Dies kann nützlich sein, um Daten zu kennzeichnen, wenn der Null-Filter-Test oder -Test durchgeführt wird, der sich auf die Datenintegrität auswirkt. Es werden auch die Wörter MAINTENANCE MODE auf dem Hauptmenü-Bildschirm angezeigt. Die Wartungskennzeichnung kann mit dem seriellen Befehl <ESC> MN ferngesteuert ein- und ausgeschaltet werden.

Fault Polarity:

Dies stellt die Polarität des Telemetrie-Fehlerrelais ein. NORM ist normalerweise offen, INV ist normalerweise geschlossen. Fast nie benutzt.

Split DELTAP:

Nicht benutzt.

Reset Polarity:

Dies teilt dem APDA-371 die eingehende Polarität eines externen Taktrücksetzsignals mit, falls verwendet. Dieses Signal wird verwendet, um die Uhr des APDA-371 mit einem externen Datenlogger zu synchronisieren. NORM ist normalerweise offen, INV ist normalerweise geschlossen. Fast alle Datenlogger verwenden eine normale offene Polarität für das Signal.

6.8 Menüpunkt *SENSOR*

Im Menü SETUP > SENSOR werden die Einstellungen für die Setup-Parameter für die sechs analogen Eingangskanäle vorgenommen, an denen die externen Sensoren für die meteorologischen Daten angeschlossen werden. Jeder Kanal muss konfiguriert werden, bevor die Daten erzeugt werden können. Die Parameter sind unten beschrieben. Jeder Kanal hat ein eigenes Konfigurationsmenü für die sechs externen Sensoren im Menü SETUP > SENSOR. Es gibt außerdem zwei interner Kanäle (für die Konzentration I1 und die Durchflussrate I2), die eingesehen aber nicht geändert werden können.

Die meteorologischen Sensoren der Baureihe BX-500 haben eine automatische Identifizierung, die eine automatische Erkennung des Sensors erlaubt. Die Setup-Parameter werden für jeden Kanal, an den der Sensor angeschlossen wird, ebenfalls automatisch gesetzt. Jeder Kanal kann aber auch manuell durch den Nutzer konfiguriert werden.

SETUP CHAN PARAMS					
CH	TYPE	UNITS	PREC	MULT	OFFSET
06	AT	C	1	0100.0	-050.0
SENSOR FS VOLT:			1.000		
INV SLOPE:N	VECT/SCALAR:S	MODE:AUTO	ID		
SAVE	ID MODE	EXIT			

Menü **SETUP SENSOR**

CH:

In diesem Feld wählen Sie den Kanal aus, der angezeigt und geändert werden soll. Wählen Sie den Kanal mit den Up/Down Tasten aus.

TYPE:

Dies ist der Name des Kanals. Geben Sie einen beliebigen Namen ein, in dem Sie mit Hilfe der Pfeiltasten durch die Buchstaben und anderen Zeichen blättern.

UNITS:

setzt die Einheit für den Kanal. Geben Sie einen Wert ein, in dem Sie mit Hilfe der Pfeiltasten durch die Buchstaben und anderen Zeichen blättern.

PREC:

Hier wird die Anzahl der Dezimalstellen für die Korrektur- und Offset-Parameter festgelegt.

MULT:

Dies ist wirklich der Messbereich oder die Messspanne des Sensors. Wenn ein Baro-Sensor einen Bereich von 525 bis 825 mmHg aufweist, wäre der MULT 300 (mmHg). Wenn ein RH-Sensor einen Bereich von 0 bis 100 % aufweist, wäre der MULT einfach 100 (%).

OFFSET:

Dies ist der Bereichsoffsetwert oder der Messwert, den der Sensor bei 0,000 V ausgegeben hat. In dem oben gezeigten Bildschirm hat der AT-Sensor einen 0-1V-Ausgang, der -50 bis +50 ° C darstellt. Der MULT-Bereich ist also 100 (C) und der Offset ist -50, da 0,000V vom Sensor -50 ° C darstellen.

FS VOLT:

Dies ist der volle Spannungsausgang des Sensors. Der maximale Spannungsbereich, der vom Sensor geliefert werden kann. Dieser Wert wird normalerweise entweder 1,000 oder 2,500 Volt betragen. 2,500 ist die maximale Einstellung für dieses Feld.

INV SLOPE:

Mit dieser Einstellung erkennt der Kanal einen Sensor mit inverser Steigung. Dies ist immer auf eingestellt **N** (nein), außer zur Verwendung mit Thermistor-Temperatursensoren mit Nur-Widerstand-Ausgängen.

VECT/SCALAR:

Dieser Wert legt die Mittelungsart fest. **S** (Skalar) wird für alle Messungen außer der Windrichtung verwendet, die verwendet **V** (Vektor).

MODE:

Dieses Feld wird durch Drücken des ID MODE-Softkeys umgeschaltet. Der Wert kann entweder auf MANUAL oder AUTO ID gesetzt werden. Im MANUAL-Modus kann der Benutzer seine eigenen Setup-Parameter für den Kanal eingeben. Der AUTO ID-Modus wird bei Sensoren der Serie BX-500 verwendet und muss ausgewählt werden, damit das APDA-371 den Sensor automatisch erkennt.



HINWEIS: *Alle manuell eingestellten Parameter für diesen Kanal gehen beim Wechsel in den AUTO ID-Modus verloren.*

Kanal 6 muss für alle APDA-371 Monitore, die mit einem Umgebungstemperatursensor ausgestattet sind, auf AUTO ID eingestellt sein.

6.9 Menüpunkt HEATER

Der Bildschirm SETUP> HEATER ist nur sichtbar, wenn der HEATER CONTROL-Modus im Menü SETUP> CALIBRATE auf AUTO eingestellt ist. In diesem Menü werden die Einstellungen konfiguriert, die das APDA-371 zur Steuerung des Smart Inlet Heaters verwendet. Das APDA-371 verwendet einen RH- und Temperatursensor, der sich unter dem Filterband im Probenluftstrom befindet, um den Zustand der Luft während der Probenahme zu überwachen. Wenn die gemessene relative Feuchtigkeit des Probenluftstroms höher als etwa 50 % ist, könnten die PM-Messungen höher als jene sein, die von einem kollozierten Referenzprobennehmer erzeugt werden. Der Smart Heater kann diesen Effekt reduzieren, indem er das Einlassrohr durch Erwärmen des Probenluftstroms immer dann erwärmt, wenn der hinter dem Filterband gemessene RH-Wert einen vom Benutzer wählbaren Wert überschreitet.

Es sollte beachtet werden, dass die relative Feuchtigkeit hinter dem Filterband nicht notwendigerweise die gleiche ist wie die relative Luftfeuchtigkeit in der Umgebung. Die relative Luftfeuchtigkeit ist ein Maß dafür, wie viel Feuchtigkeit die Luft im Vergleich zu der Luftfeuchtigkeit hält (Taupunkt) und stark temperaturabhängig ist. Wenn zum Beispiel die relative Luftfeuchtigkeit der Umgebung 50 % und die Umgebungstemperatur 3° C beträgt, würde die relative Feuchtigkeit hinter dem Filterband etwa 22 % betragen, wenn die Filtertemperatur 15° C beträgt, was bedeutet, dass der Smart Heater keine zusätzliche Wärme zuzuführen bräuchte, sollte das APDA-371, der innerhalb eines temperaturgesteuerten Gehäusesystems betrieben werden, das so eingestellt ist, um eine Instrumententemperatur von ungefähr 20° C aufrechterhalten, um den RH-Wert der Filtertemperatur von 35 % beizubehalten.

```
HEATER SETUP
HEATER MODE: AUTO
FRH CONTROL: YES
FRH SETPOINT: 35 %
LOW POWER: 20 % ( 06)
LOG FILTER-RH: YES (CHAN 4)
LOG FILTER-T: YES (CHAN 5)
SAVE                               EXIT
```

Menü SETUP / HEATER

Heizmodus:

Diese Einstellung wählt aus, welcher Betriebsmodus der Smart Inlet Heater zur Steuerung der relativen Luftfeuchtigkeit verwendet.



Dieser Wert muss für alle PM_{2,5} und PM₁₀-Überwachungen auf AUTO gesetzt werden.

Bei Einstellung auf AUTO verwendet der Smart Heater die RH-Sensoren des Filters, um die Erwärmung des Einlassrohrs zu steuern. Bei den meisten Probenahmebedingungen sollte HEATER MODE nicht auf MANUAL gestellt sein.

Datum: August, 2019
Seite: 61

FRH Control:

Wenn JA ausgewählt ist, wird der Smart Heater automatisch eingeschaltet, sobald die relative Feuchte des Probenstroms den RH-Sollwert überschreitet. Wenn die relative Feuchte wieder unter den Sollwert fällt, schaltet die Heizung auf einen Niedrigenergie-Heizmodus um, der nur eine geringe Erwärmung anwendet. Wenn dies auf NEIN eingestellt ist, bleibt der Smart Heater im Energiesparmodus und es wird keine zusätzliche RH-Steuerung durchgeführt.

FRH Set point:

Dies ist der relative Feuchtigkeitsgrad, auf oder unter den der Filter durch die Einlassheizung geregelt wird.

Der RH-Sollwert muss für europäische (EU) PM_{2.5} und PM₁₀ Einheiten auf 45% gesetzt werden.

Der RH-Sollwert muss für die Version des APDA-371 auf 35 % eingestellt werden, wenn der Smart-Heizkörper verwendet wird, wenn er als PM_{2.5} US-EPA-konformes US-EPA-Verfahren des US-EPA betrieben wird. . Ansonsten kann er entweder 35 % oder 45 % für PM₁₀ Einheiten sein

Der RH-Sollwert ist ansonsten von 10 % bis 99 % einstellbar.

Low Power:

Dies ist der Leistungspegel des Smart Heaters, wenn der Filter-RH-Wert unter dem FRH-Sollwert liegt.

Log Filter-RH:

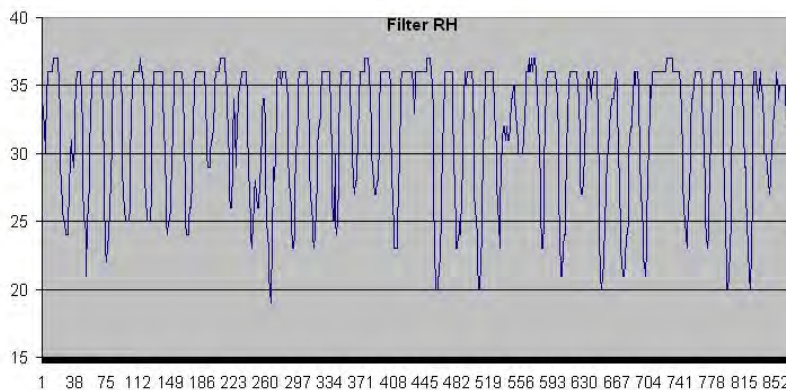
Schaltet die Protokollierung des Filter-RH-Werts ein und aus. Bei Einstellung auf ON wird der Filter-RH-Wert am analogen Eingangskanal 4 protokolliert.

F Log Filter-T:

Schaltet die Protokollierung der Filtertemperatur ein und aus. Bei Einstellung auf ON wird der Filter-T-Wert am Analogeingangskanal 5 protokolliert.

Datalog RH:

Wenn YES ausgewählt ist, werden die Filter-RH-Werte auf Kanal 4 des APDA-371 protokolliert. Wählen Sie JA, wenn an Kanal 4 keine externen Sensoren angeschlossen sind.



Grafische Darstellung Ausgabe Kanal 4 für eine korrekt geregelte Filter RH

6.10 Menüpunkt QUERY – Custom Data Array Setup

Auf dem Bildschirm SETUP> QUERY kann der Benutzer ein benutzerdefiniertes digitales Datenfeld für die neue Query-Ausgabe oder für das europäische BH Bayern-Hessen-Protokoll konfigurieren. Der Benutzer kann genau auswählen, welche Datenparameter in dem Array erscheinen und in welcher Reihenfolge sie erscheinen. Das benutzerdefinierte Array kann so einfach wie ein einzelner Konzentrationswert sein, oder es kann sehr umfassend sein, einschließlich einiger Parameter, die nicht einmal in einer der Standarddatendateien verfügbar sind, wie z. B. der stündliche Membranprüfwert. Die Einrichtung dieses benutzerdefinierten Arrays wirkt sich nicht auf die Standard-APDA-371-Datenarrays aus.

Die Abfrageausgabe ist in den Firmwareversionen 3.6.3 und höher verfügbar und erfordert den Berichtprozessor. Das BH-Protokoll ist in der europäischen Firmware-Version 5 verfügbar. Ein separates technisches Dokument für die Bayern-Hessen-Protokollfunktionen ist ebenfalls verfügbar. Siehe Kapitel 9.9 Anweisungen zum Abrufen der Abfrageausgabedateien.

N:08	DATA QUERY FIELDS	
01 TIME	02 CONC_A	03 FLOW
04 AT	05 BP	06 RH
07 REF	08 ERRORS	09
10 11 12		
13 14 15		
16 17		
SAVE	EXIT	

Menüpunkt SETUP> QUERY

Das **N**: Feld legt fest, wie viele Werte im Array enthalten sein sollen. Bis zu 17 Parameter können enthalten sein. Erhöhen Sie den N-Wert mit den Pfeiltasten auf/ab. Für jedes Inkrement des N-Wertes wird eine andere Position im Array aktiviert, beginnend mit Position 01.

Jede Position im Array kann mit den Links- / Rechtstasten zur Auswahl der Position und mit den Auf- / Ab-Tasten durch die gesamte Liste der Parameter geändert werden. Im obigen Beispiel sind acht Parameter enthalten und die angezeigten Parameter wurden für jede der acht Positionen im Array ausgewählt. Die verfügbaren Parameter sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Parameter	Beschreibung
CONC_A	Konzentrationswert für den letzten Probenahmezyklus
Q_STD	Probenvolumen in Kubikmetern bei Standardbedingungen.
Q_ACT	Probenvolumen in Kubikmetern bei tatsächlichen AT / BP-Bedingungen.
STAB	Stabilitätsmessung. Ausschließlich für Diagnose. Nur EU-Firmware.
REF	Referenz-Membranmassenmessung in mg/cm ² .
FLOW	Echtzeitdurchfluss oder gemittelter Durchfluss für den letzten Probenahmezyklus.
CV	Durchflusskoeffizient der Variabilität für den letzten Probenahmezyklus (Standardabweichung geteilt durch den Mittelwert).
AT	Durchschnittliche Umgebungstemperatur für den Probenahmezeitraum
BP	Durchschnittlicher barometrischer Druck für den Probenahmezeitraum.
ANALOG 1	Durchschnitt des analogen Met-Sensor-Kanals 1 (benutzerdefinierter Kanal).

ANALOG 2	Durchschnitt des analogen Met-Sensor-Kanals 2 (benutzerdefinierter Kanal).
ANALOG 3	Durchschnitt des analogen Met-Sensor-Kanals 3 (benutzerdefinierter Kanal).
ANALOG 4	Mittelwert des analogen Sensorkanals 4 (normalerweise Filter RH).
ANALOG 5	Mittelwert des analogen Sensorkanals 5 (normalerweise Delta T).
ANALOG 6	Mittelwert von analogem Sensorkanal 6 (fast immer AT).
CONC_S	PM10 Konzentration unter Standardbedingungen.
PM2.5	PM2,5 Konzentration von der Slave-Einheit in einem PM-Grobstaubfilter. Dieser Parameter ist nur in der Master-Einheit eines Grobsatzes verfügbar – für APDA-371 nicht relevant
PMc	PM-grober (PM10 - PM2,5) Konzentrationswert. Dieser Parameter ist nur in der Master-Einheit eines Grobsatzes verfügbar – für APDA-371 nicht relevant
TIME	Datum und Zeitstempel für den Beispielzeitraum. Nicht relevant für das BH-Protokoll.
ERRORS	Dezimalfehlercodes der 12 Hauptfehlerkategorien.

6.11 Menüpunkt **REPORTS** - Tägliche Daten und dynamische Bereiche

Der Bildschirm SETUP> Reports bietet Optionen zum Einstellen der Stunden des täglichen Datendurchschnittszeitraums und des Typs des verwendeten Dynamikbereichs.

```

Report Setup

      DAILY RANGE: 01 :00 - 24:00
      DYNAMIC RANGE: EXTENDED
      LOG BP: CHAN 1
      LOG MEMBRANE: CHAN 2

SAVE                                     EXIT
    
```

Menüpunkt **SETUP / REPORT**

6.11.1 Daily Data Range

Das Feld DAILY RANGE wird verwendet, um auszuwählen, welche Stunden in die täglichen APDA-371 Datendateiberichten aufgenommen werden. Die zwei möglichen Möglichkeiten sind:

00:00 bis 23:00 Uhr (alte Standardeinstellung) oder **01:00 bis 24:00 Uhr** (korrekte neuere Einstellung)

Das APDA-371 Zeitstempel ist das Ende der Sample-Stunde, nicht der Anfang, somit ist der 01:00 Datenpunkt für Luftproben zwischen Mitternacht und 1:00 morgens. Wählen Sie immer 01:00 bis 24:00 Uhr, es sei denn, der Monitor wird in einer speziellen Anwendung zwischen 00:00 und 23:00 Uhr verwendet.

6.11.2 Dynamikbereich

Das Feld DYNAMIC RANGE wird verwendet, um den Bereich des Konzentrationswerts zu wählen, der in den Daten gespeichert wird Logger. Die zwei möglichen Möglichkeiten sind **STANDARD** oder **EXTENDED**.

Beide Einstellungen verwenden denselben OFFSET-Wert, der im Bildschirm SETUP> SAMPLE konfiguriert wurde. Siehe Abschnitt 6.2 Einzelheiten zum Einstellen des OFFSET-Wertes.

Im STANDARD-Bereich wird die Logger-Skalierung so eingestellt, dass sie dem analogen Ausgangsbereich entspricht, der mit der Einstellung RANGE im Bildschirm SETUP> SAMPLE ermittelt wurde. Siehe Abschnitt 6.2 Einzelheiten zum Einstellen des RANGE-Werts.

Wählen der EXTENDED-Bereichs erzwingt eine Skalierung des Loggers von 10 mg, unabhängig von der Einstellung des Analogausgangs RANGE. Der Bereich EXTENDED wird automatisch ausgewählt, wenn die Option HJ 653 wird (siehe Abschnitt 6.12) auf JA gesetzt wird.

Die meisten Standorte verwenden den STANDARD-Bereich. Bereiche mit starken Konzentrationen (oder wo lokale Vorschriften dies erfordern) sollten jedoch die Option EXTENDED verwenden.

HINWEIS: Wenn Sie diese Einstellung ändern, werden alle im Speicher gespeicherten Daten gelöscht. Achten Sie darauf, vor Ändern des Bereichs alle gesammelten Daten herunterzuladen und abzuspeichern.

6.11.3 Protokoll BP

Die Messung des Umgebungsluftdrucks am analogen Eingangskanal 7 kann auf Kanal 1, 2 oder 3 protokolliert werden. Soll der Umgebungsluftdruck nicht protokolliert werden, kann diese Einstellung auch auf NONE gesetzt werden.

6.11.4 Log-Membran

Die Ergebnisse der Referenzmembranmessung lassen sich auf Kanal 1, 2 oder 3 protokollieren. Sollen diese Testergebnisse nicht protokolliert werden, kann diese Einstellung auch auf NONE gesetzt werden.

6.12 Menüpunkt HJ 653 Setup - Chinesische Datenformatierung

Der Bildschirm SETUP> HJ 653 wird verwendet, um die Datenformatierung so einzustellen, dass sie dem chinesischen nationalen Standard zum Umweltschutzdokument HJ 653-2013 entspricht. Bei der Einstellung YES zeigt die Konzentrationsanzeige auf allen Bildschirmen Mikrogramm bis zur Zehntelposition an. Es wird im Format "xx ug / m3" angezeigt.

Der Datenbericht wird je nach ausgewähltem Konzentrationstyp in zwei Formaten vorliegen (siehe Abschnitt 6.3). Der Durchfluss muss in beiden Fällen auf ACTUAL eingestellt sein.

Wenn die Konzentration ebenfalls auf ACTUAL gesetzt ist, wird sie folgendermaßen formatiert:

Zeit, ConcA (ug / m3), QtotA (m3), XXXXX (XXX), XXXXX (XXX), XXXXX (XXX), RH (%), XXXXX (XXX), AT (C), Conc (ug / m3) , QtotS (m3), BP (kPa), Durchfluss (LPM), E, U, M, I, L, R, N, F, P, D, C, T

2017-10-15 16:40, 123,4, 0,700, 0, 0, 0, 39, 0, 24,3, 139,1, 0,621, 100,2, 16,69, 0,0,0,0,0,0,0,0, 0,0,0

Wenn die Konzentration auf STANDARD eingestellt ist, wird sie folgendermaßen formatiert:

Zeit, Konz (ug / m3), QtotA (m3), XXXXX (XXX), XXXXX (XXX), XXXXX (XXX), RH (%), XXXXX (XXX), AT (C), ConcA (ug / m3) , QtotS (m3), BP (kPa), Durchfluss (LPM), E, U, M, I, L, R, N, F, P, D, C, T

2017-10-15 16:40, 139,1, 0,700, 0, 0, 0, 39, 0, 24,3, 123,4, 0,621, 100,2, 16,69, 0,0,0,0,0,0,0,0, 0,0,0

Wenn Sie YES wählen, wird auch die Einstellung DYNAMIC RANGE erzwungen (siehe Abschnitt 6.11.2) zu EXTENDED.

Wenn die HJ 653-Option auf OFF gesetzt ist, wird der Datenbericht wie im Abschnitt angezeigt 9.4.

7 Wartung, Diagnose und Fehlerbehebung

Dieses Kapitel enthält Informationen zur Wartung des HORIBA APDA-371 und zur Durchführung von Diagnostests, wenn ein Problem auftritt. Wenn Fehler auf dem Display angezeigt werden oder wenn Datensätze fehlerhaft sind, identifizieren Sie den Fehler wie in Kapitel 6.5 beschrieben. In vielen Fällen gibt es eine einfache Lösung. Wiederkehrende Fehler weisen auf einen Gerätefehler oder auf einen sich anbahnenden Fehler hin, der ein Eingreifen erfordert.

7.1 Von HORIBA empfohlene Wartungsintervalle

Wartungsgegenstand	Empfohlenes Intervall
Bestäubungskammer und Stützkreuz reinigen*	monatlich
Dichtigkeitsprüfung*	monatlich
Kontrolle der Durchflussrate	monatlich
Reinigung der Welle der Andruckrolle und der Gummis der Transportrollen*	monatlich
Reinigung des PM ₁₀ Lufteinlasskopfes	monatlich
Reinigung des PM _{2.5} Zyklons	monatlich
Fehlerhistorie kontrollieren*	monatlich
Laden Sie das digitale Datenprotokoll und das Fehlerprotokoll herunter und speichern Sie es.	monatlich
Vergleichen Sie APDA-371 digitale Daten mit externen analogen Datenloggerdaten, falls verwendet.	monatlich
Filterband austauschen	2 Monate
Führen Sie die SELF-TEST-Funktion im TAPE-Menü aus.	2 Monate
Kontrolle der APDA-371 Einstellungen	2 Monate
Echtzeituhr einstellen	2 Monate
Komplette Überprüfung des Durchflusssystems und Kalibrierung	2 Monate (3 Monate gemäß EN 16450)
Ersetzen oder Reinigen des Pumpen-Schalldämpfers (falls verwendet)	6 Monate
Überprüfung der Pumpenkapazität	6 Monate
Überprüfung der Sensoren für rel. Feuchte des Filterbandes und der Temperatur	6 Monate
Heizung (Smart Heater) testen	6 Monate
72 Stunden BKGD (BX-302 Null-Luft-Filter) Test durchführen	12 Monate
Filter für grobe Partikel reinigen	12 Monate
Kontrolle der Referenz-Membran und des Bereiches	12 Monate
Zählrate des Beta Detektors und Dunkel-Zählrate testen	12 Monate
Probenahmerohr reinigen	12 Monate
Analogausgang testen (falls verwendet)	12 Monate
Vakuum-Pumpe überholen*	24 Monate
O-Ring der Bestäubungskammer wechseln (Spezialwerkzeug erforderlich)	24 Monate
Verschlauchung der Pumpe ersetzen	24 Monate
Eine werkseitige Neukalibrierung der Fabrik ist nicht erforderlich, mit Ausnahme von Geräten, die für größere Reparaturen eingesandt werden.	---

*Diese Arbeiten können bei Bedarf öfter durchgeführt werden.

7.2 Fehler- und Alarmbeschreibungen

Die folgende Tabelle beschreibt die Fehler- und Alarmcodes des APDA-371. Fehler sind in zwölf Kategorien unterteilt. Wenn ein Fehler oder ein Alarm auftreten, erscheint er am Ende des stündlichen digitalen Datenfeldes als einfaches "1" -Bit in einer der zwölf Fehlerbitpositionen. Dies ermöglicht Datenerfassungssystemen, Fehler leicht zu identifizieren. Siehe Kapitel 9 für Datenbeispiele. Fehler und Alarme werden auch in der separaten digitalen Fehlerprotokolldatei des BAM gespeichert, die mehr Details über die spezifische Unterkategorie der Ursache des Alarms enthält.

HINWEIS: Im Allgemeinen führt jeder Fehler, der das APDA-371 daran hindert, eine gültige stündliche Konzentrationsmessung durchzuführen, auch dazu, dass der digitale Konzentrationswert zur Anzeige ungültiger Daten als Wert des oberen Ende des Messbereichs (in der Regel 0,985 mg) gespeichert wird.

In den meisten Fällen zwingen kritische Fehler auch den Analogausgang zur Vollaussteuerung (1,00 V). Die Regeln, nach denen Fehler zu ungültigen Daten und Vollwerten führen, haben sich bei älteren Versionen der Firmware geringfügig geändert. Die folgenden Beschreibungen erläutern diese Bedingungen so detailliert wie möglich. Wenn in Ihrem Gerät ein Fehler auftritt, der nicht mit dieser Beschreibung übereinstimmt, notieren Sie sich bitte Ihre Firmware-Version und wenden Sie sich an den technischen Service.

Code	Fehler / Alarmtyp	Fehler / Alarm Beschreibung
E	External Reset oder Interface Reset	Dieser Alarm zeigt an, dass ein externer Datenlogger ein Synchronisationssignal für die Uhr an das BAM am Eingang EXT RESET gesendet hat, jedoch konnte das BAM seine Uhr nicht zurücksetzen, da es außerhalb des zulässigen Zeitfensters stattfand. Stündliche Uhr-Resetsignale werden von das BAM von Minuten 5-54 (Standard-Zyklus) oder Minuten 0-49 (Frühmodus) ignoriert. Siehe Abschnitt 8.2. Der Alarm wird auch dann ausgelöst, wenn das Synchronsignal innerhalb des akzeptablen Fensters gegen Ende der Stunde, aber vor Abschluss der vorherigen Konzentrationsberechnung durch das BAM erfolgt. Das digitale Fehlerprotokoll zeigt an, welcher dieser beiden Zustände aufgetreten ist. Wenn ein externes Taktrücksetzereignis erfolgreich ist, wird kein Alarm protokolliert. Diese Alarme verhindern nicht, dass das BAM für die Probenstunde einen gültigen Datensatz speichert. Stellen Sie das APDA-371-Uhr manuell so ein, dass sie von Anfang an mit der Datenlogger-Uhr übereinstimmt. Dies sollte dazu führen, dass nachfolgende Taktsynchronisationsereignisse erfolgreich sind. Stellen Sie sicher, dass das BAM-Lithiumbatterie funktioniert.
U	Telemetry Fault oder Interface Fault	Dieser Alarm zeigt an, dass ein externer Datenlogger das BAM über den Eingang TELEM FAULT ein Fehlersignal an das APDA-371 gesendet hat, um anzuzeigen, dass die Loggereinheit ein Problem festgestellt hat. Diese Funktion wird fast nie verwendet. Diese Alarme verhindern nicht, dass das BAM für die Probenstunde einen gültigen Datensatz speichert.
M	Maintenance Alarm	Dieser Alarm zeigt fast immer an, dass der Probenzyklus gestoppt wurde, weil jemand zu Kalibrierungs- oder Testzwecken ein SETUP- oder TEST-Menü aufgerufen hat. Wartungs-Flags bewirken immer, dass der digitale Konzentrationswert für diese Stunde voll ausschlägt, da der Probenzyklus nicht beendet wurde.
I	Internal Error oder Coarse Link Down	Der Fehler "I" ist selten und zeigt an, dass ein Fehler in der Berechnung des BAM-Konzentration, der Masse, der Spanne oder der Stabilität aufgetreten ist und die Erzeugung eines gültigen Konzentrationswerts verhindert hat. Das digitale Fehlerprotokoll zeigt an, welche dieser Berechnungen fehlgeschlagen ist. Aufgrund ungültiger

		Daten wird der Konzentrationswert auf den Endwert eingestellt. Dies kann auf ein Problem in der digitalen Schaltung hinweisen.
L	Power Failure oder Processor Reset	<p>Dieser Fehler tritt auf, wenn die Netzstromversorgung vorübergehend unterbrochen wird oder der Netzschalter ausgeschaltet wird. Häufige "L" -Fehler weisen normalerweise auf schlechte Wechselstromleistung hin. Wenn auch beim Anschluss das APDA-371 an ein USV-Backup-System häufige Stromfehler auftreten, wenden Sie sich an HORIBA, um Anweisungen für mögliche Upgrades der Stromversorgung zu erhalten.</p> <p>Alles, was ein Zurücksetzen des Mikroprozessors verursacht, führt auch zu einem "L" -Fehler, wie etwa einer niedrigen Spannung am 5,25 V Vcc-Bus, schlechten Verbindungen am internen Gleichstromkabel oder in seltenen Fällen zu elektrischen Störungen. Alle Stromausfallfehler führen dazu, dass der digitale Konzentrationswert voll ausfällt.</p>
R	Reference Error oder Membrane Timeout	Dieser Fehler zeigt an, dass sich die Referenz-Membranbaugruppe möglicherweise nicht ordnungsgemäß mechanisch ein- und ausfährt. Der Fehler wird ausgelöst, wenn die Fotosensoren S2 und S3 trotz Antriebsbefehle an den Membranmotor den Zustand nach 15 Sekunden niemals ändern. Das digitale Fehlerprotokoll zeigt an, welcher Fotosensor abgelaufen ist. Es kann sich um ein einfaches Sensor- / Flag-Ausrichtungsproblem handeln, das mithilfe des Menüs TEST> ALIGN identifiziert und korrigiert werden kann. Ist jedoch das Referenzfolienaggregat in teilweise ausgefahrener Position blockiert, könnte es das Betasignal blockieren und eine gültige Datensammlung verhindern.
N	Nozzle Error	<p>Dieser Fehler zeigt an, dass der Bestäubungskammermotor nicht ordnungsgemäß funktioniert. Der Fehler wird ausgelöst, wenn die Fotosensoren S4 und S5 trotz Antriebsbefehlen zum Bestäubungskammermotor ihren Zustand innerhalb von 12 Sekunden nicht ändern. Bei Ausfall des Bestäubungskammermotors oder der Sensoren wird der Konzentrationswert auf den vollen Maßstab eingestellt. Das digitale Fehlerprotokoll zeigt an, welcher Fotosensor abgelaufen ist.</p> <p>Wichtige Anmerkung: Die Bestäubungskammersensoren überwachen die Drehung der Motornocke und nicht die tatsächliche Wirkung der Bestäubungskammer selbst, so dass es technisch möglich ist, dass die Bestäubungskammer in der UP-Position stecken bleibt, selbst wenn der Motor und die Sensoren keinen Fehler anzeigen. Dies könnte zu einem massiven Durchflussleck und nutzlosen Daten führen, ohne dass Fehler oder Alarme generiert werden! Die richtige Wartung des Bestäubungskammer-O-Rings und die richtige Ausrichtung des Einlasses verhindern dies.</p>
F	Flow Error	<p>Durchflussfehler können aufgrund einer Störung des Durchflussreglers, des Durchflusssensors oder der Vakuumpumpe auftreten. Siehe Abschnitt 7.7 für Vorschläge zur Fehlerbehebung. Das digitale Fehlerprotokoll enthält die genaue Unterkategorie, die den Alarm ausgelöst hat.</p> <p>Die folgenden geringfügigen Durchflussalarme treten auf, wenn ein Parameter außerhalb der Grenzen lag, aber die Stichprobe wurde nicht gestoppt. Konzentrationsdaten werden weiterhin normal gespeichert</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5% out-of-Regulation - Flow > 5% außerhalb der Regulierung für mehr als 5 Minuten. • AT Failure - Ein Minutenmittelwert des AT-Sensors lag innerhalb von 1 Grad des minimalen oder maximalen Bereichs des Sensors. Kann in extrem kalten oder heißen Umgebungen auftreten.

		<ul style="list-style-type: none"> • Internal or external BP-Failure - Ein Minuten-Mittelwert des Luftdrucksensors hat den Min- oder Max-Bereich des BP-Sensors überschritten. • Self-Test - Selbsttest Durchflussrate weniger als 10 l/min. <p>Die folgenden kritischen Durchflussfehler führen dazu, dass die Probenahme beendet wird und die Konzentrationsdaten auf den vollen Maßstab eingestellt werden oder wie im Menü SETUP> ERRORS konfiguriert (siehe Abschnitt 6.5).</p> <ul style="list-style-type: none"> • AT Disconnected - Fehlender oder falsch angeschlossener AT-Sensor. • Pump Off Failure - Der Durchflusssensor zeigt bei ausgeschalteter Pumpe> 5 l/min an. <p>Dieser kritische Durchflussfehler führt dazu, dass die Probenahme vorzeitig beendet und die Konzentration mit einem kleineren Probenvolumen von Luft berechnet wird.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durchflussfehler - Durchfluss>10 % außerhalb der Regelung für mehr als 1 Minute.
<p style="text-align: center;">P</p>	<p style="text-align: center;">Pressure Drop Alarm oder Delta-Pressure Alarm</p>	<p>Dieser Fehler zeigt an, dass der Druckabfall über dem Filterband den durch den "AP" -Wert festgelegten Grenzwert überschritten hat und häufig auf eine starke Partikelbelastung zurückzuführen ist. Die aktuelle Firmware stoppt die Probe frühzeitig, wenn dies eintritt, und berechnet die Konzentration auf der Grundlage des Teilvolumens und wartet dann auf die nächste Stunde. Diese Funktion dient dazu, die Probe frühzeitig zu stoppen, wenn die Vakuumpkapazität der Pumpe überschritten wird, bevor Strömungsfehler auftreten. Firmware vor Version 3.6.3 würde das Sample für den "P"-Alarm nicht stoppen, und nachfolgende Durchflussfehler könnten aufgrund sehr hoher Staubkonzentration auftreten. Der Pumpzyklus muss mindestens 5 Minuten lang laufen, bevor ein Druckabfallalarm ausgelöst werden kann. Siehe Kapitel 6.5.</p>
<p style="text-align: center;">D</p>	<p style="text-align: center;">Alarm für abweichende Membrandichte oder BAM CAL Alarm</p>	<p>Dieser Fehler zeigt an, dass die Messung der Referenzmembran (m) für diese Stunde um mehr als $\pm 5\%$ außerhalb der Übereinstimmung mit dem erwarteten Wert (ABS) lag. Diese Alarme werden oft durch eine verschmutzte oder beschädigte Membranfolie verursacht. Wenn die Folie sauber und unbeschädigt ist, könnte der Alarm darauf hinweisen, dass das Beta-Detektorrohr selbst verrauscht ist oder zu verschleifen beginnt, oder dass der Membranhalter nicht vollständig aus- und ausgefahren ist. Diese Alarme hindern das BAM nicht daran, eine gültige Konzentration für die Probenstunde zu speichern, da die Staubmasse eine völlig separate Messung ist, aber der Alarm sollte untersucht und gelöst werden, um einen ordnungsgemäßen Betrieb des Betadetektors zu gewährleisten.</p>
<p style="text-align: center;">C</p>	<p style="text-align: center;">Count Error oder Datenfehler</p>	<p>Dieser Fehler weist darauf hin, dass das Beta-Partikelzählsystem nicht ordnungsgemäß funktioniert und aktiviert wird, wenn die Betazählrate während einer der Massen-, Membran- oder Stabilitätsmessungen unter 10.000 Zählungen fällt. Die 4-Minuten-Betazählrate durch sauberes Filterband beträgt üblicherweise mehr als 800.000 Zählungen. Dieser seltene Fehler tritt auf, wenn der Beta-Detektor, der Hochspannungs- oder Digitalzähler ausgefallen ist oder das Betasignal physikalisch blockiert ist. Dieser Alarm setzt den Konzentrationswert auf den vollen Bereich.</p> <p>Die Unterkategorie "count, failed" tritt auf, wenn der Betazähler immer noch 10 Sekunden nach dem geplanten Ende einer Zählperiode zählt, was auf einen digitalen Fehler hinweist.</p>
<p style="text-align: center;">T</p>	<p style="text-align: center;">Tape System Error oder Filter Tape Error</p>	<p>Der Bandfehler zeigt normalerweise an, dass das Filterband aufgebraucht oder defekt ist. Er tritt auf, wenn der rechte, federbelastete Spanner (Bandrolle, die dem Detektor am nächsten ist) sich ganz links auf seinem Weg befindet. In diesem Fall ist</p>

	<p>der Bandabriss-Fotosensor S6 trotz der Antriebsbefehle zu den Bandspulenmotoren und dem Transportwalzen-Motor durchgehend eingeschaltet. Der Bandfehler wird auch erzeugt, wenn die Andruckrollen in der oberen Position verriegelt werden, wenn eine neue Probenstunde beginnt, wodurch der Zyklus verhindert wird.</p> <p>HINWEIS: Bei der Firmware-Version 3.6 und höher wird der Konzentrationswert aufgrund eines Bandfehlers auf den vollen Wert gesetzt, da der Zyklus nicht mit einem defekten Band durchgeführt werden kann. Bei allen vorherigen Firmware-Revisionen wurde die Konzentration nicht auf den vollen Maßstab eingestellt, sondern stattdessen der letzte gültige Konzentrationswert wiederholt, bis das Band ersetzt wurde.</p> <p>In selteneren Fällen kann auch ein Bandfehler aufgrund eines Fehlers in dem elektromechanischen Bandsteuerungssystem erzeugt werden. In der aktuellen Firmware gibt es mehrere mögliche Unterkategorien für diesen Fehler, die im digitalen Fehlerprotokoll erscheinen:</p> <ul style="list-style-type: none">• Tape, Latch - Beim Zyklusstart eingerastete Klemmrollen.• Tape, Shuttle - Der Shuttle-Photosensor reagiert nicht auf die Shuttle-Bewegung.• Band vorwärts / rückwärts - Bandspeise- oder Aufwickelmotor reagiert nicht.• Band, Spannung/Entspannung - Der Fotosensor des Spanners reagiert nicht.• Band, Transportwalze – Transportwalzen-Motor oder Transportwalzen-Photosensoren reagieren nicht.• Band, Selbsttest - Shuttle-Beam hat während des Selbsttests nicht reagiert.• Band, Riss – Gerissenes oder leeres Band. <p>Bandfehler, die durch andere Fehler als gebrochenes Filterband oder eingerastete Klemmrollen verursacht werden, können normalerweise mithilfe des TEST> ALIGN-Menüs erkannt werden, um die Motoren und Photosensoren manuell zu bedienen. Siehe Kapitel 7.18. Bandfehler können durch Grobstaub im Schlitten des Shuttle-Beam-Balls verursacht werden. Wenden Sie sich an den technischen Service, wenn die linke/rechte Shuttle-Schlittenbewegung nicht reibungslos ist.</p>
--	---

7.3 Vergleich von APDA-371-Daten mit integrierten Filter-Sampler-Daten

Jedes neue APDA-371 wurde gegen ein Referenz-Beta-Messgerät kalibriert, dessen Kalibrierung auf einen gravimetrischen Standard rückführbar ist. Diese Kalibrierungsinformationen sind im Kalibrierzertifikat, das jedem APDA-371 beiliegt, als K und μsw Wert enthalten. Da die Empfindlichkeit des APDA-371-Bereichs praktisch unempfindlich für die chemische Zusammensetzung der Probe ist, sollte eine ausgezeichnete Übereinstimmung zwischen der von einem manuellen Filter-basierten Probenehmer bestimmten Massendichte und der von einem zusammengestellten APDA-371 bestimmten Massendichte erwartet werden.

Die meisten PM-Referenzmethoden basieren auf manuellen, integrierten Probenahmetechniken, bei denen PM auf vorab gewogene Filter gesammelt wird. Die beprobten Filter werden dann konditioniert und anschließend neu gewogen. Die Nettogewichtszunahme wird zusammen mit dem Volumen der durchgesetzten Luft verwendet, um die Massendichte von PM in dem durchgesetzten Volumen zu bestimmen. Die PM-Referenzmethoden können sich von einem Land zum anderen unterscheiden. Darüber hinaus kann das APDA-371 von einem Land zum anderen unterschiedlich betrieben werden, je nach Zulassungs- oder lokalen Bestimmungen.

Der Benutzer kann einen PM₁₀ oder einen PM_{2.5} Referenzsammler mit einem neu eingesetzten APDA-371 zusammenstellen und eine zeitlang Daten auf beiden Geräten sammeln, um eine angemessene Korrelation und akzeptable Werte der multiplikativen (Steigung) und additiven (Schnittpunkt) Abweichungen zwischen den beiden Verfahren nachzuweisen. Die Durchführung eines solchen Feldtests ist vorteilhaft, da dadurch ein unbemerktes Leistungs- oder Datenmeldungsproblem aufgedeckt werden kann. Häufige Probleme umfassen

eine falsche Skalierung des Datenloggers, falsche Hintergrundwerte (BKGD) oder eine falsche Durchflusskalibrierung aufgrund eines falsch kalibrierten Durchflusststands sein. Ein Streudiagramm zwischen den Referenzstandardergebnissen (aufgetragen entlang der x-Achse) und das APDA-371-Ergebnissen (aufgetragen entlang der y-Achse) kann diese Probleme aufzeigen.

Damit eine solche Analyse jedoch nützlich ist, ist es notwendig, eine geeignete Anzahl von Datenpunkten, ein akzeptables Maß an Dispersion (Bereich) in den gemessenen Werten und ein annehmbares Korrelationsniveau (r^2) in einer Regression zwischen den Referenzergebnissen und das APDA-371 Messungen.

Folgende Punkte sind ebenfalls zu berücksichtigen:

- Bestäubungskammerleckagen können zu einer schlechten Korrelation zwischen dem APDA-371 und dem Referenzstandard führen.
- Eine unsachgemäße Isolierung des Einlassrohrs oder das direkte Verlegen des APDA-371 in den Luftauslass einer Klimaanlage während des Betriebs unter heißen, feuchten Bedingungen kann zu einer schlechten Korrelation mit dem Referenzstandard und zu unvorhersehbaren multiplikativen und additiven Abweichungen führen.
- Die Probenahme-Einlässe sollten sich während des Vergleichstests in etwa auf gleicher Höhe und innerhalb von mehreren Metern voneinander befinden.
- Die Startzeit und die Stoppzeit der filterbasierten Methode sollten den stündlichen APDA-371-Messzyklen entsprechen.

7.4 Prüfprotokoll und Testreport

Am Ende dieses Handbuchs finden Sie das Beispiel eines Protokolls. Dieses Protokoll können Sie für die Aufzeichnung von Kalibrierungen, Überprüfungen oder Test verwenden. Bitte machen Sie Kopien dieses Protokolls. HORIBA stellt Ihnen auch gerne das Originaldokument als Microsoft Word® Datei zur Verfügung, das Sie nach Ihren Bedürfnissen ändern können. Die Aufzeichnung der Kalibrierungen und Wartungen sind wichtig, wenn das APDA zu Überwachungszwecken eingesetzt wird. Die meisten Behörden entwickeln eigene Wartungs- und Prüfprotokolle.

7.5 Selbsttest-Funktion

Eine wichtige Möglichkeit, Hardwarefehler im HORIBA APDA-371 zu identifizieren, ist die Selbsttest-Funktion im Menü TAPE. Damit können eine Reihe von mechanischen Fehlern im Gerät identifiziert werden. Der Selbsttest ist eine gute Möglichkeit, um mit der Fehlersuche zu beginnen, wenn Probleme auftauchen oder häufig Fehler aufgezeichnet werden. Im Kapitel 3.5 ist der Selbsttest beschrieben.

7.6 Probleme beim Einschalten

Das APDA-371 muss sich in einem Zustand befinden, in dem es eingeschaltet werden kann, bevor andere Tests oder Diagnosen durchgeführt werden können:

- Stellen Sie sicher, dass das APDA-371 an die richtige Wechselspannung angeschlossen ist. Das APDA-371 ist intern für 110/120 V oder 220/240 V verdrahtet. Die Digital-, Analog- und Benutzerschnittstellensysteme werden von einem Universaleingangs-Netzteil gespeist, so dass diese auch funktionieren sollten, wenn die Netzspannung nicht korrekt ist. Die Filterband-, Bestäubungskammer- und Spannenprüfmotoren laufen alle mit Wechselspannung und funktionieren nicht korrekt, wenn die Netzspannung nicht stimmt.

- Überprüfen Sie die beiden Sicherungen (3,15 A, 250 V) im Gehäuse des Netzschalters. Das Netzkabel MUSS entfernt werden, bevor die Sicherungstür geöffnet werden kann, andernfalls wird es beschädigt. Um auf die Sicherungen zuzugreifen, öffnen Sie die obere Kante der Abdeckung des Netzschalters. Siehe Kapitel 2.6.
- Der Anzeigenkontrast kann so schwach eingestellt werden, dass es aussieht, als wäre die Anzeige ausgeschaltet, wenn es wirklich eingeschaltet ist. Halten Sie die Kontrasttaste an der Vordertür einige Sekunden lang gedrückt, während das APDA-371 durch die Kontrasteinstellungen scrollt. In seltenen Fällen kann die Anzeige komplett ausfallen. Wenn das APDA-371 beim Drücken der Tasten piept, ist er eingeschaltet.
- Wenn die obigen Überprüfungen das Problem des Hochfahrens nicht beheben, kann es zu einem Stromausfall oder anderen schwerwiegenden Problemen innerhalb des APDA-371 kommen. Kontaktieren Sie HORIBA für weitere Anweisungen. Versuchen Sie nicht, das Netzteil zu öffnen oder zu reparieren, es sei denn, Sie sind dazu qualifiziert.



WARNUNG! Das APDA-371 verwendet gefährliche Spannungen, die zu Stromschlägen führen können, wenn die elektrischen Sicherheitsvorkehrungen während der Wartung oder Reparatur der Maschine nicht genau befolgt werden. Das APDA-371 bietet Schutz vor gefährlichen Spannungen im Normalbetrieb. Wenn das Gerät in einer nicht vom Hersteller angegebenen Weise modifiziert oder verwendet wird, kann der vom Gerät gebotene Schutz beeinträchtigt werden.

Gefährliche Spannungen sind in folgenden Bereichen vorhanden:

- **AC-Netzteil:** Die Hauptstromversorgung befindet sich innerhalb des APDA-371 im Netzteilgehäuse mit der Aufschrift "DANGER HIGH VOLTAGE". Das Netzteilgehäuse enthält den AC-zu-DC-Hauptkonverter und die Motortreiberplatine für die Transportmotoren, die beim Einschalten des APDA-371 spannungsführende AC-Netzspannung enthalten. Öffnen Sie den Deckel des Netzteilgehäuses nicht, ohne das APDA-371-Netzkabel zu entfernen.
- **Detektor negative DC-Hochspannung:** Die 3150-Platine befindet sich innerhalb des APDA-371, ist vertikal an der Außenseite des Netzteil-Untergehäuses angebracht und mit einem durchsichtigen Kunststoffschutz abgedeckt. Diese Leiterplatte erzeugt eine gefährliche negative Gleichvorspannung für den Beta-Detektor zwischen -800 und -1200 Volt. Entfernen Sie nicht die durchsichtige Abdeckung oder berühren Sie die Platine, ohne das APDA-371 abzuziehen. Berühren Sie nicht den großen grünen Kondensator oder die Detektor-Vorverstärkerplatine bei eingeschaltetem APDA-371.
- **Pumpe AC:** Die Vakuumpumpe wird mit Netzspannung betrieben und hat ein eigenes Netzkabel. Öffnen Sie nicht die elektrische Anschlussdose an der Seite der Pumpe, noch berühren Sie das beiliegende Halbleiterrelais, ohne vorher das Stromkabel der Pumpe zu lösen.
- **Einlassheizung AC:** Die Einlassheizung wird mit Netzspannung betrieben. Der Heizer wird entweder in ein externes graues Kunststoff-Relaisgehäuse auf der Rückseite des APDA-371 (mit eigenem Netzkabel) eingesteckt oder er wird direkt in die Rückseite des APDA-371 eingesteckt und versorgt sich mit Strom aus dem Netzteil, wobei sich das Relais unter einer transparenten Kunststoffabdeckung auf dem Innenboden des APDA-371-Gehäuses befindet. Siehe Kapitel 2.5. Öffnen Sie nicht die Relaisabdeckung, noch berühren Sie das Relais, während das APDA-371 und/oder die Relaisbox eingesteckt ist. Entfernen Sie nicht die zylinderförmige Metallhülle vom intelligenten Heizmodul, noch berühren Sie die inneren Teile, während das Heizgerät eingesteckt ist. Das Heizmodul enthält im Metallgehäuse keine zu wartenden Teile.

7.7 Tabelle der Fehler und Ursachen / Lösungen

Die folgende Tabelle enthält Informationen über einige der häufigsten HORIBA APDA-371 Probleme, die auftreten können, sowie Schritte um die Ursache zu finden und den Fehler zu beheben. HORIBA nimmt Ihre Anregungen für weitere Einträge in späteren Handbüchern gerne auf! Wenn die Lösung in der folgenden Tabelle nicht aufgeführt ist, setzen Sie sich mit einem unserer Servicetechniker in Verbindung, um das Problem zu lösen.

Problem:	Der Messzyklus wird nicht gestartet.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> • Das Messgerät ist so programmiert, dass der Messzyklus am Beginn einer vollen Stunde startet. Stellen Sie sicher, dass die Uhr richtig eingestellt ist. • Das Gerät wartet bis zum Beginn der nächsten Stunde, selbst wenn der Betriebsmodus auf ON gesetzt ist. • Die Pumpe startet erst, wenn der Zählvorgang mit dem sauberen Filterband abgeschlossen ist, also erst 4 oder 8 Minuten nach der vollen Stunde. • Das Gerät kann die Messung nicht starten, wenn die Andruckrollen in der oberen Position eingerastet sind. Das Gerät kann die Rollen nicht automatisch absenken. • Stellen Sie sicher, dass das Filterband korrekt eingelegt ist. • Das Gerät beginnt die Messung nie, solange das Display nicht das Hauptmenü oder das Menü OPERATE anzeigt. • Das Gerät zeigt normalerweise einen Fehler an und gibt ein akustisches Signal ab, wenn der Messzyklus nicht gestartet werden kann.
Problem:	Die analoge Ausgangsspannung oder der digitale Messwert zeigen den Maximalwert an.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> • Das Gerät erzwingt die analogen und digitalen Konzentrationswerte auf den Endwert des Messbereiches (normalerweise 0,985 mg), um anzuzeigen, dass ein Fehler das Sammeln eines gültigen stündlichen Datenpunkts verhindert hat oder dass der stündliche Zyklus unterbrochen wurde. Laden Sie das digitale Fehlerprotokoll herunter, um die Ursache zu ermitteln. Die aktuelle stündliche Aufzeichnung nach dem Einschalten wird ebenfalls in vollem Umfang angezeigt.
Problem:	Die Konzentration weist negative Werte auf.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> • Es ist möglich, dass das APDA-371 gelegentlich negative Werte anzeigt, wenn die tatsächliche Konzentration der umgebenden Partikel unter der Nachweisgrenze des APDA-371 liegt, z.B. unter 3 Mikrogramm. Dies liegt daran, dass das APDA-371 eine Rauschbandbreite von einigen Mikrogramm aufweist. Dies sollte nicht oft passieren. • Wenn das APDA-371 Stunde um Stunde negative Zahlen liest, stanz er möglicherweise Löcher in das Filterband. Diese Löcher können sehr klein sein. Dies wird fast immer durch Schmutz an der Bestaubungskammer oder des Stützkreuzes verursacht. Reinigen Sie die Teile. • Der BKGD-Nullkorrekturkorrekturwert wurde möglicherweise falsch eingegeben oder muss möglicherweise geprüft werden. HORIBA liefert das BX-302 Nullfilter-Kit zur Überprüfung des Nulldurchgangs und des Grundrauschens des APDA-371. Setzen Sie den BKGD-Wert während des Tests auf 0,000. • Achten Sie auf elektrische Störquellen wie schlechte Erdung. Jede Störquelle wird im Null-Filter-Test angezeigt. • Stellen Sie sicher, dass das Einlassrohr am Gehäuse des APDA-371 geerdet ist..

Problem:	Die Durchflussrate ist zu klein und regelt sich nicht auf 16,7 lpm ein.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> Die grauen Kunststoffpumpendämpfer an den Medo-Pumpen können nach einigen Monaten verstopfen. Ersetzen Sie es oder bohren Sie ein Loch in das Ende als Übergangslösung. Die Messing-Schalldämpfer an Gast-Pumpen können in den meisten Fällen gereinigt werden. Einige Benutzer ersetzen den Pumpenschalldämpfer durch einen 30 Zoll langen Luftschlauch. Dieser verstopft nicht und reduziert das Pumpengeräusch sowie die Schalldämpfer. Die Vakuumpumpe muss nach ca. 2 Jahren eventuell neu aufgebaut werden. Auf Grund Verschleiß verlieren Medo-Pumpen langsam ihre Durchflusskapazität. Schließlich fällt die Durchflusskapazität unter 16,70 l/min, und muss dann neu aufgebaut werden. Die Überprüfung des 18,4 l / min-Punktes während der regelmäßigen 3-Punkt-Flow-Audits bestätigt die Pumpenkapazität. Überprüfen Sie die Einlass- und PM-Köpfe auf Verstopfungen/Blockaden.
Problem:	Der Durchfluss steht auf einem bestimmten Wert und ändert sich nicht.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> Bei einigen älteren Geräten kann der Durchflussregler hängen bleiben. Wenn Ihr Durchflussregler keine kleine Platine hat, die direkt am Motor montiert ist, muss er aktualisiert werden. Wenden Sie sich bitte an die Serviceabteilung. Führen Sie das 3-Punkt-Flow-Audit im Bildschirm TEST> FLOW durch. Das BAM sollte versuchen, diese Durchflusswerte zu regulieren. Wenn sich der Durchfluss nicht ändert, arbeitet der Durchflussregler möglicherweise nicht. Trennen Sie die Pumpenleistung, während Sie eine 3-Punkt-Durchflusskontrolle durchführen. Wenn die Pumpe ausgeschaltet ist, sollten Sie in der Lage sein, den Durchflussreglerimpuls in 1-Sekunden-Intervallen deutlich zu hören, wenn er sich dreht und versucht, den Durchfluss zu regeln. Wenn nicht, funktioniert der Durchflussregler nicht oder der Leiterplattenausgang funktioniert nicht. Wenn der Durchfluss niedriger, aber nicht höher als 16,70 lpm ist, ist die Pumpe wahrscheinlich abgenutzt oder es liegt ein Leck vor.
Problem:	Die Bestaubungskammer klemmt in der oberen Position fest oder wird nicht vollständig auf das Filterband abgesenkt.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> Mit Bestaubungskammer in der unteren Position, heben Sie die Bestaubungskammer mit dem Daumen auf und ab und stellen Sie fest, ob es sich klebrig oder verschmutzt anfühlt. Der O-Ring der Bestaubungskammer bricht schließlich und muss ersetzt werden. Siehe Abschnitt 7.8 für Anweisungen. Grobstaub kann sich in den Messing Bestaubungskammerbuchsen angesammelt haben. Siehe Kapitel 7.8. Entfernen Sie die Bestaubungskammer und reinigen Sie die Teile. Ein Satz Ausgleichsscheiben wird für die Bestaubungskammermontage benötigt. Eine festsitzende Bestaubungskammer wird manchmal durch ein falsch ausgerichtetes Einlassrohr verursacht. Stellen Sie sicher, dass es senkrecht und aufrecht zur Oberseite des APDA-371 steht.
Problem:	Es bestehen Lecks auch nach dem Reinigen der Bestaubungskammer und des Stützgitters
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> Die Bestaubungskammer kann wie oben beschrieben stecken bleiben. Stellen Sie sicher, dass die Auf-/Ab-Bewegung der Bestaubungskammer leichtgängig und vollständig ist. Wenn sich die Bestaubungskammer klebrig oder verschmutzt anfühlt, dichtet sie nicht ordnungsgemäß.

	<ul style="list-style-type: none"> • Überprüfen Sie die O-Ringe am Sharp Cut Cyclone (falls verwendet). Diese können häufiger undicht sein. • Überprüfen Sie den Nullpunkt des Durchflusssensors im APDA-371: Führen Sie eine weitere Dichtigkeitskontrolle durch, entfernen Sie jedoch die Schläuche zwischen der Pumpe und dem APDA, so dass kein Luftstrom durch das APDA-371 fließen kann. Stellen Sie sicher, dass der Durchflussmesswert auf dem APDA weniger als 0,2 l/min. anzeigt. Andernfalls muss der Nullpunkt-Offset des Durchflusssensor Q_0- möglicherweise im Menü SETUP > CALIBRATE angepasst werden. Die Q_0-Einstellung ist normalerweise sehr nahe bei null. • Auf schlechte O-Ringe an der APDA-Einlassrohr-Aufnahme überprüfen. • Entfernen Sie den Gehäusedeckel und prüfen Sie alle Luftanschlüsse im APDA. Dies sind Klemmverschraubungen, die vollständig eingesetzt werden müssen, um Undichtigkeiten zu vermeiden. • Überprüfen Sie das interne und externe Durchflusssystem auf gerissene Luftschläuche.
<p>Problem:</p>	<p>Das Gerät misst zu hohe oder zu niedrige Konzentrationen im Vergleich zu einer Messung mit FRM Filter.</p>
<p>Ursache/Lösung:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Der häufigste Grund ist Feuchtigkeit, die entweder vom Filterband oder von den Partikeln absorbiert wird. Prüfen Sie die Einstellungen des Smart Heaters. • Prüfen Sie die Kalibrierung des Filterband-Feuchtesensors und zeichnen Sie, falls möglich, die relative Feuchte über Kanal 4 auf. Die relative Feuchte sollte gemäß EU-Zulassung auf 45% geregelt werden. • Prüfen Sie die Kalibrierung für Durchflussrate, Temperatur und Druck. • Stellen Sie sicher, dass die Einstellungen für den K-Faktor nicht verändert wurden. Das macht sich als Steigungsfehler in den Konzentrationsdaten bemerkbar. • Stellen Sie sicher, dass der Wert für BKGD korrekt ist und führen Sie einen 72-Stunden Null-Filter Test (mit Option BX-302) durch. Wenn der BKGD Wert nicht korrekt eingestellt ist, führt das zu einem Offset von einigen Mikrogramm. • Prüfen Sie die Bestaubungskammer auf Lecks. Ein Leck kann zu einer positiven oder negativen Verschiebung führen, je nachdem ob die an der Bestaubungskammer eingezogene Luft sauberer oder belasteter ist, als die Umgebungsluft. • Prüfen Sie die begleitenden Installationsanforderungen, stellen Sie insbesondere sicher, dass die Abstände der Einlässe den richtigen Abstand haben und auf gleicher Höhe liegen. • Wenn der Analogwert des APDA mit einem externen Gerät aufgezeichnet wird, <u>stellen Sie sicher</u>, dass die Skalierung des externen Gerätes mit der des APDA übereinstimmt! In den meisten Fällen entspricht die Ausgabe von 0,000 V des APDA <u>nicht</u> einer Konzentration von 0,000 mg, sondern von - 0,015 oder 0,005 mg, siehe Kapitel 6.2 und 8. Prüfen Sie regelmäßig, dass die gespeicherten digitalen Daten des APDA mit den Daten des externen Gerätes übereinstimmen. • Der 24-Stunden-Mittelwert des APDA aus den stündlichen Messungen wird außerhalb des APDA bestimmt. Dabei ist wichtig, dass die 24-Stunden Datenbasis der APDA Daten auf der gleichen 24-Stunden-Periode der FRM Probe beruht. Wenn z.B. die Probenahme beim FRM für den Filterwechsel täglich um 9:00 Uhr unterbrochen wird, die APDA-Daten aber von Mitternacht bis Mitternacht aufgezeichnet werden, kann daraus eine Verschiebung resultieren.

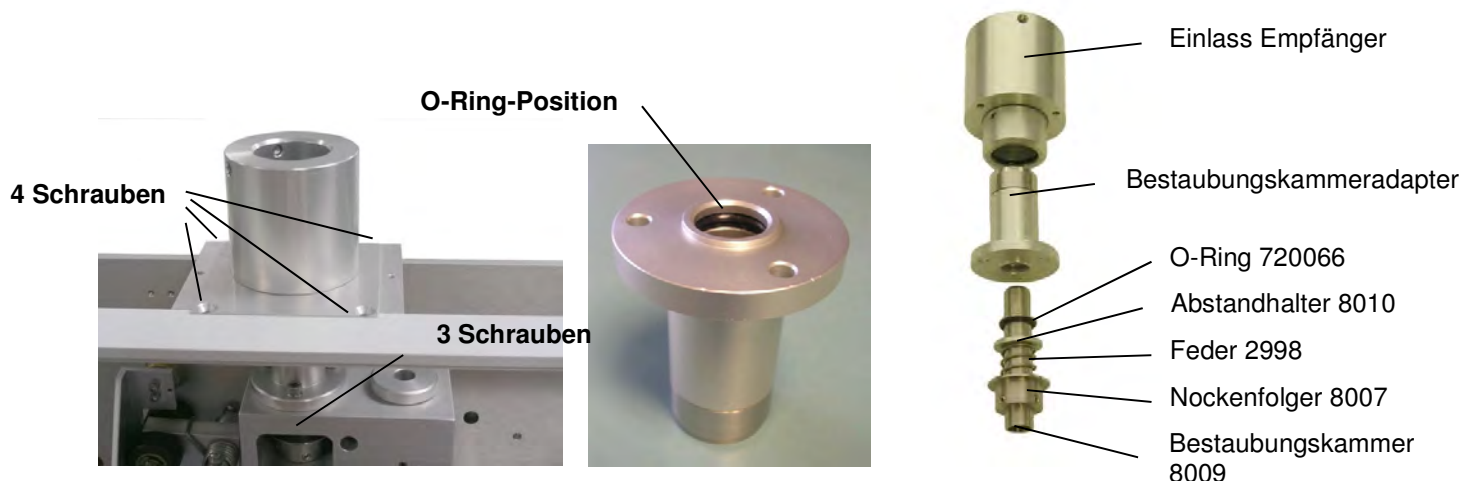
Problem:	Das Gerät zeichnet häufig „L“ Netzfehler auf.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> Die Ausgangsspannung des 5 V DC Netzteils muss 5,25 V betragen. Setzen Der 5-Volt-Gleichstromausgang muss auf 5,25 Volt eingestellt werden. Wenden Sie sich an den Kundendienst, um Anweisungen zur Überprüfung oder Einstellung zu erhalten. Das CHASSIS-Terminal muss mit einer guten Erdung verbunden sein. Versuchen Sie, das APDA-371 in eine Computer-USV zu stecken. Selbst ein Stromausfall von Sekundenbruchteilen führt zu einem "L" -Fehler. Dies unterbricht den Probenzyklus bis zum Beginn der nächsten Stunde. Lokale HF-Hochfrequenzfelder müssen nach Möglichkeit vermieden werden. Einige der im APDA-371 verwendeten DC-Netzteil-Baujahre können anfällig für Oxidation an den Kabelbaumanschlüssen sein, was dazu führen kann, dass das APDA-371 häufig zurückgesetzt wird. Upgrade-Teile sind möglicherweise für bestimmte Einheiten verfügbar. Bei aktuellen Stromversorgungen sind die Ausgangskabeldrähte mit der Versorgung verlötet. Wenden Sie sich an die Serviceabteilung. In seltenen Fällen können bei einigen älteren 220-Volt-Geräten Rücksetzvorgänge auftreten, die durch die Verdrahtung des Smart Heater-Steuergeräts in das APDA-371 verursacht werden. Wenden Sie sich an die Serviceabteilung.
Problem:	Das APDA zeigt wiederholt die gleiche Konzentration für jede Stunde an.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> Bestimmte Fehlermarkierungen, wie z. B. das Flag "T" (Band gerissen), bewirken, dass das APDA-371 den letzten bekannten guten Konzentrationswert wiederholt, bis der Fehler behoben ist. Überprüfen Sie das Fehlerprotokoll, um Fehler für diese Stunden zu identifizieren. Dies geschieht nur bei Firmware vor R3.6. Wenn die RANGE-Einstellung am APDA-371 auf höher als 2,000 mg eingestellt ist, wird die Auflösung des A / D-Systems auf 2 Mikrogramm reduziert. Wenn sich die Umgebungsluftkonzentrationen über mehrere Stunden nicht stark unterscheiden, können das BAM-Daten aufgrund der verlorenen Auflösung wiederholte Werte anzeigen. Belassen Sie den RANGE auf 1,000 mg, es sei denn, es werden sehr hohe Konzentrationen erwartet.
Problem:	Häufige „D“ Fehler (Membrandichte) werden aufgezeichnet.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> Dies weist normalerweise darauf hin, dass die Membranfolienoberfläche verschmutzt oder beschädigt ist. Sie kann mit Wasser abgespült werden. Beschädigte Membranen müssen ersetzt werden. Die Membrananordnung kann nicht vollständig ausfahren oder zurückziehen, was dazu führt, dass der Metallteil der Anordnung die Betateilchen teilweise oder vollständig blockiert. Überprüfen Sie die Membranbewegung. Sicherstellen, dass die ABS-erwartete Membranmasse mit dem Kalibrierungszertifikat übereinstimmt.
Problem:	Die Einstellungen der Uhrzeit gehen beim Ausschalten des Gerätes verloren.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> Es ist normal, dass die Uhr bis zu 1 Minute pro Monat schwankt. Die Lithiumbatterie BR2032 auf der 3230-Platine muss möglicherweise alle 1 bis 2 Jahre ausgetauscht werden.

Problem:	Das Filterband reißt während des normalen Betriebes.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> Die Fotosensoren, die die Bandtransportbewegung beobachten, sind möglicherweise nicht ausgerichtet. Überprüfen Sie die Fotosensoren wie in Abschnitt 7.18 beschrieben. Dies wird manchmal durch Fehlausrichtung des Fotosensors "SHUTTLE" oder der Unterbrechermarkierung am Ende des Shuttle-Balkens im APDA verursacht.
Problem:	Das Display zeigt die Meldung "MISSING TEMP PROBE" an.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> Das Gerät benötigt einen Umgebungstempersensoren BX-596 oder BX-592 wenn entweder CONC TYPE oder FLOW TYPE auf ACTUAL gesetzt sind. Die Meldung wird angezeigt, wenn an Kanal 6 kein Sensor angeschlossen ist. Wenn die Auto ID Ader des Temperatursensors nicht in Ordnung ist, kann das APDA den Sensor nicht identifizieren und der Alarm wird angezeigt.

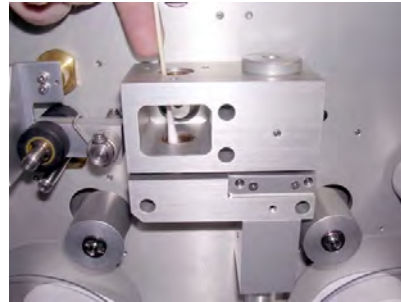
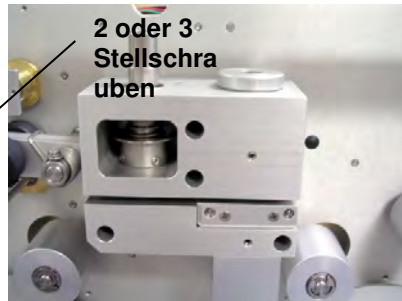
7.8 Service der Bestäubungskammer und O-Ring Ersatz

Das Probenahmesystem des APDA-371 muss regelmäßig überprüft und gewartet werden, um Leckagen zu vermeiden. Der Hauptindikator dafür ist, ob sich die Bestäubungskammerbewegung nach oben oder unten klebrig oder verschmutzt anfühlt, wenn die normale monatliche Bestäubungskammerreinigung durchgeführt wird, oder wenn die Bestäubungskammer beim Absenken nicht vollständig gegen das Band abdichtet, was zu Undichtigkeiten führt. Der Bestäubungskammer-O-Ring muss im Dauerbetrieb möglicherweise alle zwei Jahre ausgetauscht werden. Dies ist eine einfache Angelegenheit und es sind keine speziellen Werkzeuge erforderlich. Anweisungen für den O-Ring-Ersatz finden Sie unten.

Die Probenahme kann auch leicht vom APDA-371 zur weiteren Reinigung oder zum Wiederaufbau entfernt werden. Dies erfordert einen Satz Messing-Einstellscheiben, um die Federspannung während der Wiedermontage einzustellen. Das Standardwerkzeug BX-308 BAM enthält alle erforderlichen Werkzeuge und Anweisungen. Das BX-310 Kit enthält nur die beiden Ausgleichscheiben.



1. Entfernen Sie das Filterband und die Hauptabdeckung des APDA-371. Die Bestaubungskammer muss in der unteren Position sein. Senken Sie die Kammer bei Bedarf über das Menü TEST> PUMP ab. Heben Sie die Bestaubungskammer mit dem Daumen nach oben und unten gegen die Feder und stellen Sie fest, ob Maßnahmen notwendig sind.
2. Entfernen Sie die vier Schrauben (zwei Flachkopf-Inbus, zwei 9/64 "Sechskant), mit denen die vier-eckige Einlass-Empfängerhalterung am APDA-Gehäuse befestigt wird. Heben Sie die Baugruppe von dem APDA ab. Es ist nicht erforderlich, die Halterung vom Einlasszylinder zu entfernen.
3. Entfernen Sie die drei 9/64 "Sechskantschrauben, mit denen der Bestaubungskammeradapter an der Oberseite des Betablocks befestigt ist. Ein T-Griff-Inbusschlüssel ist am einfachsten. Der Bestaubungskammeradapter kann nun von der Oberseite der Bestaubungskammer abgehoben werden, wodurch die Position des O-Rings sichtbar wird. Reinigen Sie die Oberseite der Bestaubungskammer.
4. Entfernen Sie den O-Ring aus der Nut. Reinigen Sie die O-Ring-Nut und die Innenseite des Bestaubungskammeradapters gründlich mit Bestaubungskammer Alkohol- und Wattestäbchen, dann installieren Sie den neuen O-Ring und schmieren Sie ihn mit Silikonfett.
5. Überprüfen Sie die Auf-/Ab Bewegung der Bestaubungskammer vor dem erneuten Zusammenbau. Wenn sich die Bestaubungskammerbewegung glatt anfühlt, installieren Sie die Bestaubungskammeradapter- und Einlass-Empfängeranordnungen erneut. Überprüfen Sie die Bestaubungskammerbewegung nach jedem Schritt des Zusammenbaus, um eine Bindung oder ein Festkleben festzustellen. Führen Sie eine normale Leck Prüfung durch, wenn Sie fertig sind.
6. **Optionale weitere Demontage (Ausgleichscheibenset erforderlich):** Wenn sich die Bestaubungskammerbewegung bei entferntem Bestaubungskammeradapter klebrig oder verschmutzt anfühlt, muss die Bestaubungskammer entfernt und die Bestaubungskammer und die Buchsen gereinigt werden. Lösen Sie die zwei (oder drei) Feststellschrauben im Nockenstößel mit einem 5/64"-Sechskantschlüssel. Die Bestaubungskammer kann nun aus den Buchsen herausgehoben werden. Der Nockenstößel, die Feder und der Abstandshalter können von der Vorderseite des Blocks entfernt werden.
7. Reinigen Sie die Bestaubungskammer innen und außen und prüfen Sie die Bestaubungskammerfläche auf Grate oder Defekte. Reinigen Sie die beiden Messingbuchsenbohrungen mit einem Wattestäbchen. Dies ist auch der rechte Augenblick, um das Stützkreuz zu reinigen und zu inspizieren, da die Bestaubungskammer nicht im Weg ist. Die Buchsen müssen nicht geschmiert werden. Setzen Sie den Nockenstößel, die Feder und das Distanzstück wieder ein und richten Sie sie auf die Buchsen Bohrungen aus.
8. Senken Sie die Bestaubungskammer durch die Bohrung ab. Die beiden Messingscheiben müssen wie gezeigt positioniert werden, bevor die Stellschrauben festgezogen werden, um die Bestaubungskammer zu halten. Die quadratische Ausgleichscheibe muss unter der Bestaubungskammerfläche sein. Die geschlitzte Ausgleichscheibe passt unter den Nockenstößel. Ziehen Sie die Stellschrauben gleichmäßig an, jeweils nur ein wenig, um die Bestaubungskammer nicht zu verbiegen oder zu verklemmen.
9. Entfernen Sie die Unterlegscheiben und überprüfen Sie die Auf- / Abwärtsbewegung der Bestaubungskammer, bevor Sie den Bestaubungskammeradapter und den Einlassbehälter wieder zusammenbauen. Es muss sich glatt und gleichmäßig nach jedem Schritt der Wiederaussetzung fühlen. Wenn die Bestaubungskammer noch klemmt oder klebt, wenden Sie sich an den technischen Kundendienst.



Bestäubungskammerentfernung

Reinigen der Buchsen

Verwenden von Ausgleichs-
scheiben für den Zusammenbau

7.9 Test der Nullwert-Konzentration BKGD (Zero Background Test)

Bei allen APDA-371-Monitoren sollte vor dem ersten Einsatz des Geräts ein Nullfilter-Test durchgeführt werden, damit bei Bedarf eine anfängliche BKGD-Einstellung vorgenommen werden kann. Wir empfehlen, diesen Test regelmäßig im Rahmen eines QA / QC-Programms zu wiederholen, dessen Häufigkeit dem Benutzer überlassen bleibt.

Wenn das APDA-371 zum ersten Mal eingerichtet wird, empfehlen wir, mindestens 48-72 gültige 1-Stunden-Datenpunkte zu sammeln, um den BKGD-Wert genau zu bestimmen. Der anfängliche Null-Test ermöglicht es dem Benutzer, das Instrumentenrauschen (σ) zu bestimmen und zu bestätigen, dass die untere Nachweisgrenze (LLD), die 2σ ist, innerhalb der Spezifikationen liegt. Für einen 8-minütigen Zählzyklus ist die LLD für einen 1-stündigen Messzyklus auf $<4,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und für einen 4-minütigen Zählzyklus auf $<7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ festgelegt. Wir empfehlen, den Nullabgleich und die anschließenden Nullabgleiche mit einem 8-Minuten-Zählzyklus durchzuführen, wenn das APDA-371 mit einem 8-Minuten-Zählzyklus betrieben wird und der Nullabgleich und anschließende Nullabgleich mit einem 4-Minuten-Zählzyklus, wenn das APDA-371 mit einem Zählzyklus von 4 Minuten betrieben wird.

Wenn das APDA-371 mit einem "Smart Heater" (BX-826 oder BX-827) betrieben werden soll, empfehlen wir, den Nullfilter zuerst auf einem Labortisch oder am Überwachungsort bei eingeschaltetem Smart-Heater durchzuführen, jedoch nur solange der Test dauert im "Low-Power-Modus" zu betreiben. Der „Low-Power-Modus“ Modus wird beibehalten, indem sichergestellt wird, dass der RH-Sollwert auf dem intelligenten Heizgerät immer die relative Luftfeuchtigkeit der erfassten Luft übersteigt nachdem die Probenluft auf die Filtertemperatur erwärmt oder abgekühlt ist. Man sollte sicherstellen, dass die Umgebungstemperatursensoren (BX-592, BX-596 oder BX-597) in derselben Umgebung angeordnet sind, aus der die Luftproben entnommen werden.

Wenn es das Wetter schwierig macht (Regen, Nebel, sehr hohe Luftfeuchtigkeit, hoher Taupunkt, etc.), um den Nullfiltertest an der Überwachungsstelle mit eingeschaltetem Smart-Heater (und Betrieb im "Low-Power-Modus") und mit der Nullfilteranordnung BX-302 außerhalb des Containers auf der Oberseite des Standardeinlassrohrs durchzuführen, dann empfehlen wir, den Nullfiltertest an der Überwachungsstelle mit eingeschaltetem Smart-Heater (und Betrieb im "Low-Power-Modus") auf dem kürzeren Einlassrohr (1,5 Fuß langes Einlassrohr, dass jedem APDA-371 zum Sampeln von Raumluft beiliegt) und mit der Nullfilteranordnung BX-302 auf der Oberseite dieses kürzeren Rohrs im Container durchzuführen.

Stellen Sie sicher, dass sich die Umgebungstemperatursensoren (BX-592, BX-596 oder BX-597) in derselben Umgebung befinden, aus der die Luftproben entnommen werden.

Der Benutzer kann entscheiden, nachfolgende periodische Null-Tests mit weniger 1-Stunden-Werten durchzuführen. Eine Durchschnittsbildung von weniger 1-Stunden-Werten führt jedoch zu einer weniger genauen BKGD-Berechnung.

Es wird empfohlen, das APDA-371 mindestens 24 Stunden vor Beginn des Null-Filter-Tests zu betreiben. Bevor Sie mit den folgenden Schritten für den Null-Test fortfahren, sollten Sie eine Dichtigkeits Prüfung und eine Durchflusskontrolle durchführen. Obwohl es nicht notwendig ist, den existierenden BKGD-Wert auf 0 zurückzusetzen, um den Null-Test durchzuführen, könnte der Benutzer dies wünschen, um die Möglichkeit einer Fehlberechnung zu minimieren.

1. Rufen Sie das Menü SETUP > CALIBRATE auf.
 - a. Notieren Sie den vorhandenen BKG-D-Wert und ändern Sie ihn auf 0,0000 (optional).
 - b. Notieren Sie den Conc-Typ, und legen Sie ihn auf Actual fest, wenn dies nicht der Fall ist.
 - c. Notieren Sie den Flow-Typ und setzen Sie ihn auf "Actual", wenn dies nicht der Fall ist.
 - d. Speichern und zurück zum Hauptmenü.

2. Installieren Sie die Nullfilterbaugruppe BX-302 auf der Oberseite des Einlassrohrs.



HINWEIS: Vergessen Sie bei Bedarf nicht, die Nullfiltereinheit BX-302 im Container zu installieren, um das Eindringen von Wasser durch den Nullfilter zu vermeiden.

3. Lassen Sie das APDA-371 für 48-72 Stunden ununterbrochen Proben nehmen, wobei die Aufwärmphase für den anfänglichen Null-Test nicht berücksichtigt wird. Damit der Null-Test gültig ist, sollten keine Fehler während der Aufwärmphase oder während der 48-72-stündigen Probenahme protokolliert werden. Bei nachfolgenden Null-Tests kann der Benutzer entscheiden, weniger gültige Datenpunkte zu verwenden (beispielsweise 24).
4. Berechnen Sie den Durchschnitt der stündlichen APDA-371 Konzentrationen auf $0,1 \mu\text{g} / \text{m}^3$ genau. **Der neue BKG-D-Wert ist der negative Gegenwert dieses Durchschnitts.** Der Durchschnitt der folgenden Datenstichprobe beträgt beispielsweise $0,0021 \text{ mg}$ ($2,1 \mu\text{g}$). Der korrekte BKG-D-Wert ist somit $-0,0021$. Notieren Sie den neuen BKG-D-Wert.

HINWEIS: Wenn das APDA-371 zum ersten Mal eingesetzt wird, ersetzen Sie den werkseitigen BKG-D durch den neuen BKG-D-Wert. Wenn HORIBA den ersten Nullpunkttest durchführt, ohne dass die intelligente Heizung eingeschaltet ist, kann der anfängliche Null-Test des Endbenutzers von diesem Wert abweichen, wenn der Endbenutzer während des Tests eine intelligente Heizung verwendet.

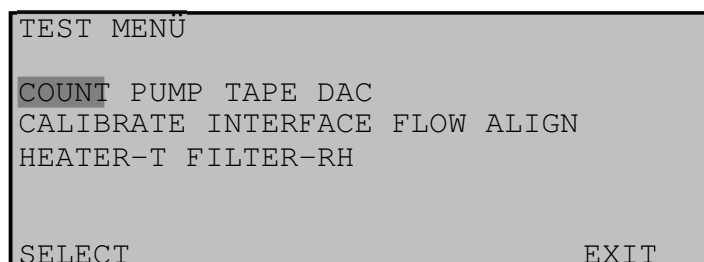
5. Berechnen Sie die Standardabweichung der Nullmesswerte (STDEV in MS Excel) auf $0,1 \mu\text{g} / \text{m}^3$ genau. Vergewissern Sie sich, dass der LLD des APDA-371 den werkseitig festgelegten Wert erreicht.

HINWEIS: Ältere Nicht-FEM-kompatible Geräte erfüllen diese Geräuschespezifikationen möglicherweise nicht.

6. Wenn die Ergebnisse des Null-Tests anzeigen, dass das Instrument LLD höher als der werkseitig festgelegte Wert ist oder dass sich der BKG-D-Wert um mehr als $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ geändert hat seit dem letzten Feld-Null-Filter-Test (nicht werkseitig), sollte der Benutzer eventuell den Null-Filter-Test wiederholen. Wenn das Problem weiterhin besteht, wenden Sie sich an den Hersteller.
7. Geben Sie den neuen BKG-D-Wert in das Menü SETUP>CALIBRATE des APDA-371 ein. Stellen Sie die CONC- und FLOW-Typeinstellungen gegebenenfalls auf ihre Pre-Test-Konfiguration zurück. Speichern und zurück zum Hauptmenü.

7.10 Menüpunkt TEST

Die folgenden Unterabschnitte enthalten Informationen zur Durchführung von Diagnoseprüfungen an den APDA-371-Subsystemen unter Verwendung der TEST-Menüs. Die meisten dieser Tests werden nur zur Fehlersuche verwendet und sind bei ordnungsgemäß funktionierenden Geräten nicht erforderlich. Das TEST-Menüsystem wird über den TEST-Softkey aus dem Hauptmenü aufgerufen und ist unten abgebildet. Diese Bildschirme werden verwendet, um Kalibrierungen und Audits verschiedener Sensoren durchzuführen, sowie einige erweiterte Diagnosen zur Behebung von Störungen und Fehlern.



Menü TEST

7.11 Testmenü COUNT

Auf dem Bildschirm TEST> COUNT kann der Benutzer die Funktion des Betadetektors und der Betaquelle getrennt von den übrigen mechanischen oder Durchflussoperationen überprüfen. Jeder Count-Test dauert 4 Minuten und zeigt die Anzahl der Beta-Partikel, die gezählt werden, wenn sie sich ansammeln. Die endgültige Zählsumme bleibt nach dem Ende der Zählung auf dem Display und es können bis zu sechs Zählversuche gleichzeitig auf dem Bildschirm angezeigt werden. Zählertests werden normalerweise mit einem sauberen Filterbandabschnitt zwischen der Quelle und dem Detektor durchgeführt, wie im normalen Betrieb.

Der GO-Softkey wird gedrückt, um einen neuen vierminütigen statischen Zählungstest zu starten. Der COUNT-Wert auf dem Bildschirm beginnt sofort schnell zu zählen, wenn der Detektor betriebsbereit und hindernisfrei ist. Typische vier Minuten Gesamtzählungen durch sauberes Filterband liegen zwischen 600.000 und 1.100.000 Zählungen. Die Gesamtzahl wird niedriger sein, wenn die Referenz-Membran ausgefahren ist. Nach vier Minuten stoppt die Zählung und wartet darauf, dass der Bediener eine weitere Zählung oder EXIT einleitet.

Der M-Wert auf dem Bildschirm zeigt an, ob die Membran während der Zählzeit ausgefahren (Y) oder zurückgezogen (N) war. Die Softkeys MEMBRN und NO MEMBRN können verwendet werden, um die Membran vor einem Zähltest nach Belieben einzufahren oder nicht einzufahren.

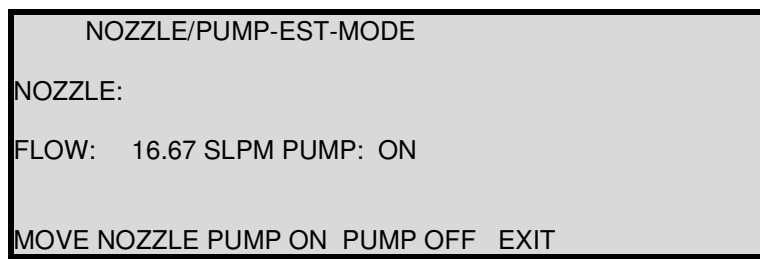
Dunkelzahltests: Eine Stahlausgleichsscheibe wie 7438 kann zwischen der Beta-Quelle und dem Detektor angeordnet werden, um einen Dunkel-Zählungstest durchzuführen. Die Ausgleichsscheibe blockiert alle Beta-Teilchen, und nur die durch Rauschen oder kosmische Strahlung erzeugten Zählimpulse erscheinen. Der gesamte Vier-Minuten-Dunkelzählwert sollte weniger als 10 Zählungen betragen. Beträgt die Gesamtsumme mehr als 50 Zählungen, wenden Sie sich an den technischen Kundendienst.

7.12 Testmenü PUMP

Der Bildschirm TEST> PUMP wird zur Durchführung von Dichtigkeitsüberprüfungen verwendet. Er kann auch verwendet werden, um die Pumpe manuell ein- und auszuschalten oder die Bestaubungskammer manuell zu bewegen.

HINWEIS: Das BAM regelt den Durchfluss auf den Sollwert von 16,70 l / min, aber die auf diesem Bildschirm angezeigte Flussrate ist nicht korrigiert und immer unter Standardbedingungen, selbst wenn das BAM im tatsächlichen Durchflussmodus arbeitet.

Aus diesem Grund sollten auf diesem Bildschirm keine Durchflusstests oder -prüfungen durchgeführt werden! Obsolete APDA-371-Geräte mit einem manuellen Durchflussventil wurden mit diesem Bildschirm kalibriert.



Der Bildschirm PUMP-Test

Der NOZZLE-Statuswert zeigt an, ob die Bestaubungskammer gerade UP (↑) oder DOWN (↓) ist. Der PUMP-Status zeigt an, ob die Pumpe ein- oder ausgeschaltet ist. Der FLOW-Wert ist die aktuelle Durchflussrate, die nur in Standardlitern pro Minute (25° C) angezeigt wird.

Mit dem Softkey MOVE NOZZLE kann die Bestaubungskammer zu Testzwecken nach oben oder unten gedrückt werden. Die abgelaufene Zeit beträgt ca. 5 Sekunden. Wenn die Pumpe eingeschaltet ist, ist dieser Vorgang deaktiviert.

Mit den Softkeys PUMP ON und PUMP OFF kann die Vakuumpumpe ein- oder ausgeschaltet werden. Die Bestaubungskammer wird automatisch abgesenkt, wenn PUMP ON gedrückt wird.

7.13 Testmenü TAPE

Mit dem Menü TEST> TAPE kann der Benutzer das Filterband manuell in Schritten von 12,5 mm "Fenstern" vorwärts oder rückwärts bewegen. Dies ist nützlich, um die ersten paar Umdrehungen einer neuen Bandrolle aufzuspulen, den Bandtransportmechanismus zu testen oder Bandpunkte für Fließ- oder Zähltests zu wechseln. Die Bestaubungskammer wird bei Bedarf automatisch angehoben, und das Band braucht einige Sekunden, um jedes Fenster zu bewegen.

Der Wert "X:" ist die Anzahl der Fenster, die in der letzten Bewegung bewegt wurden. Diese Zahl ist negativ, wenn die letzte Bewegung rückwärts war.

Der FEED-Wert ist die Anzahl der Bandfenster, die Sie verschieben möchten. Verwenden Sie die Pfeiltasten, um bis zu 10 Fenster gleichzeitig auszuwählen.

Die Softkeys FWD und BKWD bewegen das Band um den aktuellen Wert des FEED-Werts vorwärts oder rückwärts.

7.14 Testmenü DAC – Test des Analogausgangs

Der TEST> DAC-Bildschirm wird verwendet, um die Funktion der analogen Ausgangsspannung und der DAC-Elektronik (Digital / Analog-Wandler) zu testen. Verwenden Sie die Pfeiltasten auf / ab, um die Spannung auf einen Wert zwischen 0,000 und 1,000 Volt (0,100 V-Schritten) zu bringen. Die entsprechende Spannung an den Klemmen VOLT OUT +/- auf der Rückseite des APDA-371 sollte immer innerhalb von $\pm 0,001$ Volt liegen. Verwenden Sie für diese Tests ein hochwertiges Voltmeter. Wenn die tatsächliche Spannung nicht mit dem Wert auf dem Bildschirm TEST> DAC übereinstimmt, wenden Sie sich bitte an die Serviceabteilung.

HINWEIS: Diese Funktion ist für alle Benutzer von externen analogen Datenloggern kritisch. Messen Sie die Spannung bis zum Eingang Ihres Datenloggers. Jeder Millivolt-Fehler ist ein Mikrogramm-Fehler! Stellen Sie sicher, dass der Logger die Spannung korrekt skaliert. In den meisten Fällen sollte 0,000 V als -0,015 mg skaliert werden und 1,000 V sollten als 0,985 mg skaliert werden. Siehe Kapitel 6.2.

7.15 Testmenü CALIBRATE

Der Bildschirm TEST> CALIBRATE wird verwendet, um die Überprüfung der Referenzmembran durchzuführen, die automatisch bei jedem Probenzyklus erfolgt. Dieser Test kann ausgeführt werden, wenn das APDA-371 **D** Fehler protokolliert hat. Jedes APDA-371 hat eine individuell gewichtete Membran und diese Masse (**m**) wird während dieses Tests gemessen und angezeigt. Vergleichen Sie den Wert dieses Tests mit dem ABS-Wert auf dem Kalibrierungsblatt für Ihr Gerät. Die Werte müssen innerhalb von 5 % übereinstimmen und werden typischerweise innerhalb weniger Mikrogramm übereinstimmen. Wenn nicht, ist die häufigste Ursache eine schmutzige Membran, die vorsichtig mit Spülluft oder Klarspülwasser gereinigt werden kann. Alkohol wird nicht verwendet, da er einen Film hinterlässt. CD-Reiniger funktioniert gut für stark verschmutzte Membranen.



WARNUNG! Die Membran ist eine dünne Polyesterfolie und zerreißt leicht.

Bei Beschädigung muss sie ersetzt werden. Bitte wenden Sie sich an den Kundendienst, um Anweisungen zum Austausch zu erhalten.

CALIBRATION MODE		
REF MBRN:	<	
COUNT (I ₀):		634000
COUNT (I):		556234
CAL MASS M:		0,801 mg/cm ²
START	STOPT	EXIT

Menü TEST / CALIBRATE

Der REF-MBRN-Wert zeigt an, ob die Referenzmembran gegenwärtig in die Messposition eingefahren (>) oder ausgefahren (<) ist.

Der COUNT (I₀) Wert ist die gesamte 4-Minuten-Betanzahl ausschließlich durch das Filterband.

Der COUNT (I) -Wert ist die gesamte 4-Minuten-Beta-Zählung durch den Filter und die Membran und ist immer abzüglich der I₀-Anzahl.

Der CAL MASS M-Wert ist die gemessene Masse der Folie, die aus den beiden Zählwerten abgeleitet wird.

Der Softkey START startet den Testzyklus. Das Zählen beginnt sofort. Nach 4 Minuten stoppt die I₀-Zählung, die Membran wird eingefahren aus und die Zählung beginnt. Am Ende des Tests hört die Zählung auf und die Masse der Membran wird berechnet. Die gesamte verstrichene Zeit beträgt etwa 8,1 Minuten pro Test.

7.16 Testmenü INTERFACE

Der Bildschirm TEST> INTERFACE dient zum Testen der Relaisgänge und -ausgänge auf der Rückseite des APDA-371. Die beiden Eingänge TELEM FAULT und EXT RESET werden getestet, indem das entsprechende Signal an die Klemmen des APDA angelegt und dann überprüft wird, ob sich der Wert auf diesem Bildschirm als Reaktion ändert.

Die Relaisausgänge TAPE FAULT, FLOW FAULT, INVALID DATA, MAINTENANCE, RELAY 1 und RELAY 2 werden geprüft, indem sie mit den Pfeiltasten auf ON- oder OFF geschaltet werden und anschließend überprüft wird, ob die Kontaktschließausgänge an den Rückwandterminals entsprechend mit einem Ohmmeter reagieren. Der alte RANGE-Relaisausgang wird nicht mehr unterstützt.

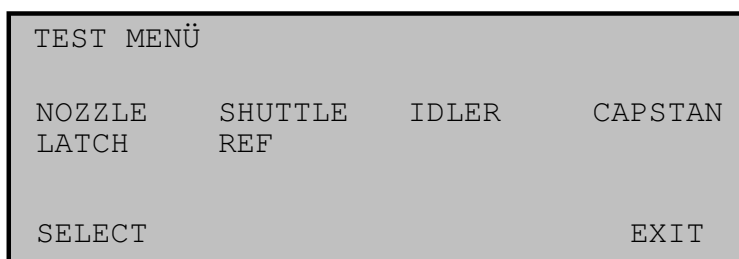
7.17 Testmenü FLOW

Im Bildschirm TEST> FLOW werden die wichtigen Durchflusstests, Prüfungen und Kalibrierungen am APDA-371 durchgeführt. Siehe Abschnitte 5.5 und 5.6. Dieser Bildschirm ist auch nützlich für die Überprüfung der Sensoren für die Umgebungstemperatur und den Luftdruck sowie für Tests der Pumpenleistung und des Durchflussreglers.

7.18 Testmenü ALIGN

Das TEST > ALIGN-Menüsystem wird hauptsächlich zum Testen der neun Photosensoren verwendet, die alle mechanischen Bewegungen in der APDA-371 Bandtransporteinheit überwachen. Dies ist nützlich, wenn das APDA-371 einige der Selbsttest-Parameter nicht bestanden hat. Die Funktion der sechs ALIGN-Untermenüs wird in diesem Abschnitt beschrieben.

HINWEIS: Das Filterband sollte während dieser Tests entfernt werden, da viele dieser Funktionen das Band beschädigen.



Menü TEST > ALIGN

NOZZLE:

In diesem Bildschirm werden die beiden Fotosensoren und der Bestäubungskammermotor getestet. Verwenden Sie die UP- und DOWN-Softkeys, um die Bestäubungskammer zu bewegen und den Status der S4- und S5-Fotosensoren auf dem Bildschirm zu überwachen.

SHUTTLE:

Dieser Bildschirm testet den Fotosensor, der die Position des Shuttle-Balkens überwacht (die zwei äußeren Bandrollen, die sich zusammen bewegen). Der Status des Fotosensors S7 sollte nur dann auf ON wechseln, wenn der Strahl vollständig nach rechts bewegt wird. Der Schieber muss für diesen Test von Hand bewegt werden. Er sitzt reitet auf einem Kugelschieber und ist nicht motorgetrieben.

IDLER:

Dieser Bildschirm testet die Fotosensoren, die die Position des rechten federgespannten Bandspanners überwachen. Der Spanner muss von Hand bewegt werden. Wenn sich der Spanner unter dem Federdruck in der äußersten linken Position befindet, sollten beide Fotosensoren S6 und S1 ausgeschaltet sein. Wenn der Spanner in die Mitte seiner Bewegung bewegt wird, sollte der Fotosensor S1 eingeschaltet und S6 ausgeschaltet sein. Wenn sich der Spanner in der äußersten rechten Position befindet, sollten sowohl S1 als auch S6 eingeschaltet sein. Dies sind die Sensoren, die Bandbruch und Bandspannung überwachen. Die linke Spannerbaugruppe hat keine Fotosensoren.

CAPSTAN:

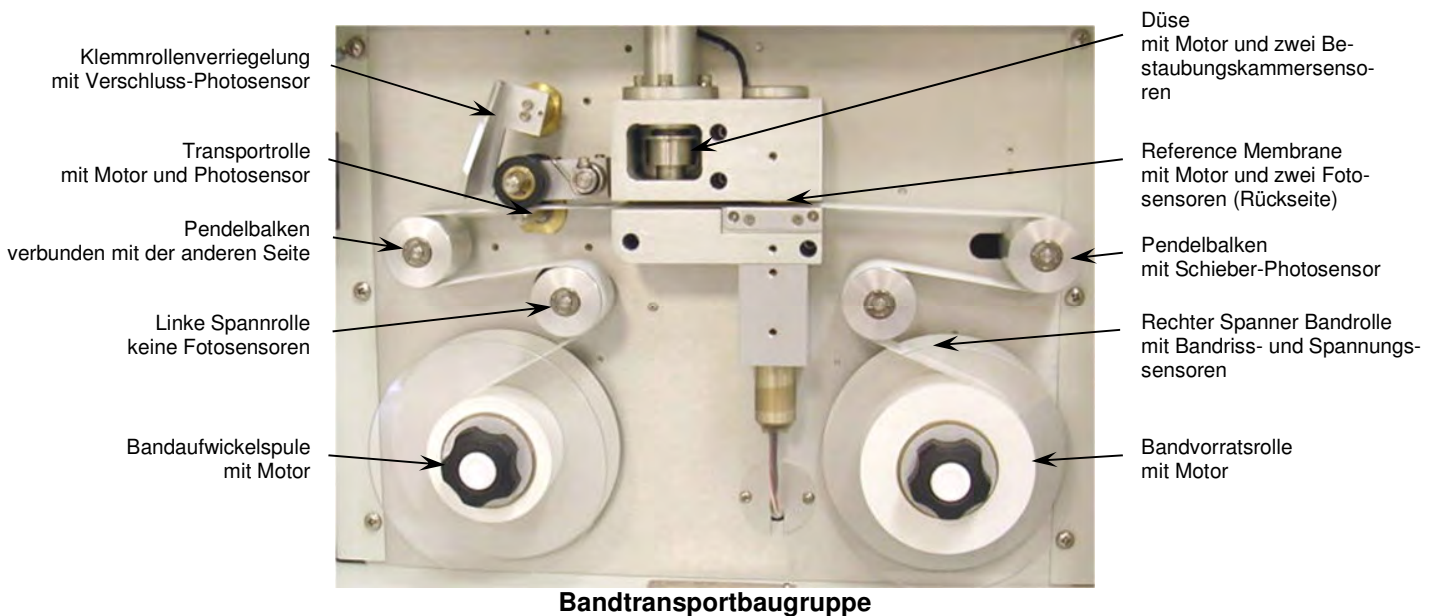
Dieser Bildschirm prüft den Fotosensor, der die Drehung des Motors der Transportwalze überwacht. Dies ist die Welle unter den Gummi-Klemmrollen, die das Filterband vorwärts und rückwärts antreibt. Drücken Sie den ADVANCE-Softkey, um die Transportwalze gegen den Uhrzeigersinn zu drehen, und den BACKUP-Softkey, um ihn im Uhrzeigersinn zu drehen. Die Welle sollte jedes Mal um eine halbe Umdrehung gedreht werden. Der Fotosensor S8 sollte auf ON gestellt werden, um die Welle bei jeder halben Umdrehung anzuhalten, und wird ausgeschaltet, während sich die Welle dreht. Es ist hilfreich, eine Farbmarkierung am Ende der Welle anzubringen, um die Drehung zu sehen.

LATCH:

Dieser Bildschirm zeigt den Status der Klemmrollenverriegelung an. Wenn die Rollen in der oberen Position verriegelt sind, sollte S9 eingeschaltet sein. S9 sollte auf OFF schalten, wenn die Verriegelung gelöst ist.

REF:

Dieser Bildschirm testet die zwei Fotosensoren, die die Position der Referenzmembrananordnung überwachen. Wenn der Softkey EXTEND gedrückt wird, sollte sich die Membran ausdehnen und der S2-Fotosensor sollte EIN und S3 AUS sein. Wenn der WITHDRAW-Softkey gedrückt wird, sollte sich die Membran zurückziehen und der S2-Fotosensor sollte AUS und S3 EIN sein. Es dauert ein paar Sekunden, bis sich die Membran bewegt.



7.19 Testmenü HEATER

Im Menü TEST > HEATER kann die Heizung zu Testzwecken ein- und ausgeschaltet werden. Die Heizung benötigt einige Minuten, um aufzuheizen bzw. abzukühlen. Beim Verlassen des Menüs schaltet sich die Heizung automatisch aus.

7.20 Testmenü FILTER-T– Test des Filtertemperatursensors

Der Bildschirm TEST> FILTER-T wird verwendet, um den Filtertemperatursensor im Luftstrom unter dem Filterband zu überprüfen oder zu kalibrieren. Wenn dieser Bildschirm aufgerufen wird, hebt das APDA-371 automatisch die Bestaubungskammer an und schaltet die Pumpe ein. Dies ermöglicht, dass Umgebungsraumluft den Filtertemperatursensor ausgleicht. Lassen Sie die Pumpe mindestens 5 Minuten lang laufen, damit sich der Sensor äquilibrieren kann. Wenn sie vollständig äquilibriert ist, sollte die Filtertemperatur mit der Umgebungstemperatur innerhalb von ± 1 ° C übereinstimmen. Um sie zu kalibrieren, geben Sie die Umgebungstemperatur von Ihrem Referenzstandard in das Feld REFERENCE ein und drücken Sie den Softkey CALIBRATE. Der RESET-Softkey kann verwendet werden, um zu den Standardkalibrierungen zurückzukehren und von neuem anzufangen, wenn Schwierigkeiten auftreten.

HINWEIS: Kalibrieren Sie diesen Sensor niemals, wenn das BAM-Eingangsheizvorrichtung in letzter Zeit in Betrieb war. Die Heizung bewirkt, dass dieser Sensor höhere Werte als die der Umgebungstemperatur misst. Beachten Sie die Hinweise zum Ausbalancieren oder Entfernen des RH-Sensors für den Filter für die nachstehenden Kalibrierungen.

```
FILTER TEMPERATURE CALIBRATION

      BAM:    26.1 C
REFERENCE:   26.1 C

CALIBRATE   RESET                               Exit
```

Testmenü FILTER-T

7.21 Testmenü RH – Test des Feuchtesensors des Filterbandes

Der Bildschirm TEST> FILTER-RH dient zum Überprüfen oder Kalibrieren des Sensors für die relative Luftfeuchtigkeit, der sich im Luftstrom unter dem Filterband befindet. Der Sensor misst die relative Luftfeuchtigkeit der Probenluft, um das intelligente Einlassheizsystem zu steuern, das je nach Bedarf nach oben oder unten dreht, um die Probe nahe oder unter dem Sollwert für die relative Luftfeuchtigkeit zu halten. Siehe Abschnitt 6.9. Der Filter-RH-Sensor (Teil 9278) sollte bei ordnungsgemäßer Ausbalancierung der Umgebungfeuchte innerhalb von ± 4 % entsprechen. Wenn der Sensor ausfällt, liest er normalerweise etwas Unmögliches wie -25 % oder 135 % RH.

```
FILTER RH CALIBRATION

      BAM:    32.5 %
REFERENCE:   33.1 %

CALIBRATE   RESET                               Exit
```

Testmenü FILTER RH

Wichtige Äquilibrierungshinweise:

Es ist schwierig, eine Umgebungs-RH-Messung mit der Filter-RH-Messung effektiv zu korrelieren, da das APDA-371 eine gewisse Eigenerwärmung vom Smart Heater Element aufweist, was bewirkt, dass der Filtersensor einen signifikant niedrigeren Wert misst als die Umgebungs-RH. Aus diesem Grund ist es normalerweise am besten, die werkseitige Standardkalibrierung nicht zu verändern, es sei denn, Sie haben eindeutige Beweise, dass eine Kalibrierung erforderlich ist.



WARNUNG! Wird der Filter-RH-Sensor ohne zu vorige vollständige Einstellung auf die Umgebungsbedingungen kalibriert, führt dies zu einem großen künstlichen Versatz.

Beispielsweise: Die Umgebungs-RH beträgt 50 %, aber der Filter-RH-Sensor zeigt aufgrund der Eintrittswärme 20 % an. Wenn die Filtersensorkalibrierung so eingestellt ist, dass sie mit 50 % übereinstimmt, wird allen RH-Messungen ein Offset von + 30 % hinzugefügt. Jetzt sind die Filter-RH-Datenwerte alle 30 % zu hoch und es sieht so aus, als ob die Einlassheizung nicht funktioniert und die Proben-RH nicht regelt, wenn sie dies tatsächlich tut. Zusätzlich kann die Einlassheizung mit voller Leistung laufen, um eine Regulierung auf den Sollwert zu erreichen.

Um den Sensor anzupassen, ohne ihn aus dem Probenstrom zu entfernen:

Gehen Sie zum Menü TEST> FILTER RH. Das APDA-371 hebt die Bestäubungskammer an und schaltet die Pumpe ein, um Raumluft am RH-Sensor vorbei zu ziehen. Ziehen Sie die Einlassheizung heraus und lassen Sie das APDA-371 vollständig auf Raumbedingungen abkühlen. Dies kann eine Stunde oder länger dauern. Positionieren Sie Ihr RH-Prüfgerät während der Kalibrierung so nah wie möglich an der APDA-Proben-Bestäubungskammer.

Um den Sensor für die Kalibrierung aus dem Strömungssystem zu entfernen:

Ziehen Sie die Einlassheizung heraus und entfernen Sie das APDA-Gehäuseabdeckung. Entfernen Sie den schwarzen 3-Port-Kompressionsverteiler vom Durchflusweg. Es befindet sich unter dem Bestäubungskammernmotor und hält die beiden Filtersensoren. Dies ist am einfachsten mit dem Werkzeug 9627 aus dem BX-308-Werkzeugsatz. Belassen Sie die Sensoren in der Platine. Berühren Sie das RH-Sensorelement nicht, da es ESD-empfindlich ist. Bewegen Sie den Sensorverteiler vom APDA weg, um einen genauen Umgebungs-RH-Wert zu erhalten. Rufen Sie das Menü TEST> FILTER-RH auf und lassen Sie den Sensor mindestens fünf Minuten lang sich anpassen. Vergleichen Sie dann das BAM RH-Wert auf dem Display mit dem Referenz-RH-Gerät. Um den Sensor zu kalibrieren, geben Sie den Referenzwert in das BAM-Display ein und drücken Sie CAL, um das BAM-Wert entsprechend anzupassen.



Mit der RESET-Taste können alle vorherigen Feldkalibrierungen vom Sensor entfernt und die werkseitige Standardkalibrierung wiederhergestellt werden.

Drücken Sie nach RESET nicht die Taste CAL, sonst wird der Wert kalibriert, der sich gerade im Feld REFERENCE befindet.

8 Das Interface zum externen Aufzeichnungsgerät

Dieser Abschnitt beschreibt die Konfiguration des APDA-371 für den Betrieb mit einem separaten, externen Datenlogger. Das APDA-371 bietet eine analoge Ausgangskonzentrationsspannung sowie eine Uhrzeitsynchronisations-Eingangsfunktion, mit der die Einheit mit vielen analogen Datenloggern arbeiten kann. Die digitalen Datenausgänge des APDA-371 können auch mit digitalen Datenloggern oder automatischen digitalen Datenerfassungssystemen erfasst werden. In jedem Fall speichert das interne digitale Datenerfassungssystem APDA-371 immer noch das komplette Datenfeld, das periodisch gesammelt werden kann.

In diesem Abschnitt werden die APDA-371-Konfigurationen beschrieben, die für externe Datenlogger erforderlich sind. Informationen zu den spezifischen Setup-Anforderungen für Ihr Modell finden Sie in der Dokumentation zu Ihrem Datenlogger.

8.1 Analoges Konzentrationsausgangssignal

Der analoge Ausgangstyp des APDA-371 ist wählbar zwischen Spannungsausgang (0-1 oder 0-10 Volt DC) oder isoliertem Stromausgang (4-20 oder 0-16 mA). Die DIP-Schalter auf der Rückseite dienen zur Auswahl des gewünschten Ausganges, wie in der Tabelle unten gezeigt. Der 1-Volt-Spannungsausgang wird fast ausschließlich für analoge Datenprotokollierungsanwendungen verwendet.

SWITCH	ON	OFF
SW1	0-10 vdc	0-1 vdc
SW2	4-20 mA	0-16mA
SW3	Nicht benutzt	Nicht benutzt
SW4	Nicht benutzt	Nicht benutzt

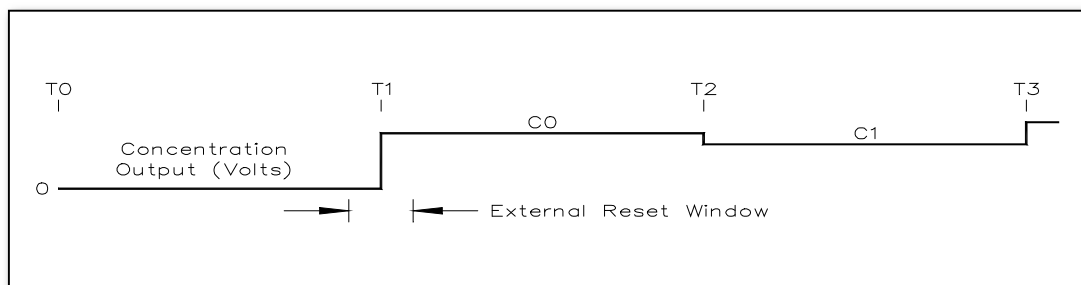
HINWEIS: Die Größe der Ausgangsspannung des APDA-371 wird durch die Einstellung RANGE und OFFSET bestimmt. Siehe Kapitel 6.2.

In den meisten Anwendungen, in denen der OFFSET auf -0.015 und der RANGE auf 1.000 mg eingestellt ist, wird der analoge Ausgang des APDA-371 als skaliert **0,000 V bis 1,000 V entspricht -0,015 mg bis 0,985 mg**. Es ist wichtig, dass der Eingang Ihres analogen Datenloggers so programmiert ist, dass er diese Spannung korrekt skaliert, sonst tritt ein signifikanter Datenoffsetfehler auf! Die digitalen BAM-Daten sollten regelmäßig mit den analogen Loggerdaten verglichen werden, um eine korrekte Logger-Skalierung sicherzustellen. Außerdem sollte das BAM-Ausgangsspannungs-DAC wie in Abschnitt 7.12 beschrieben getestet werden, um sicherzustellen, dass die tatsächliche Ausgangsspannung des APDA der erwarteten Spannung entspricht.

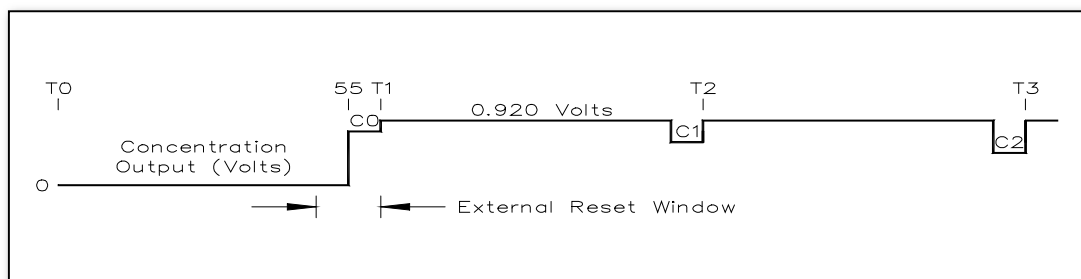
Analoge Fehlercodierung: Der Analogausgang ist der einzige verfügbare Spannungskanal zwischen dem APDA-371 und dem Datenlogger, so dass alle vom APDA erzeugten Fehler mit dem gleichen Spannungssignal gemeldet werden. Das APDA-371 setzt den Analogausgang immer dann auf den vollen Wert, wenn ein kritischer Fehler verhindert, dass eine gültige Konzentration gemessen wird. Optional kann die Spannung als Reaktion auf andere nicht kritische Alarmer wie im Abschnitt 6.5 beschrieben eingestellt werden. Der externe Datenlogger sollte so programmiert sein, dass er eine vollständige Messung als Fehler und nicht als gültige Konzentration erkennt. Diese Methode wird verwendet, da ein tatsächlicher Konzentrationswert selten den Bereich des APDA-371 überschreitet, und wenn dies der Fall ist, sollte er trotzdem als ungültiger Datenpunkt gemeldet werden. Die digitalen Datenwerte, die im APDA gespeichert sind, sind immer unbeeinflusst und verfügbar, wenn der Alarm nicht kritisch war und die stündliche Konzentrationsmessung nicht verhindert wurde.

8.2 Der Early Cycle Modus

Während eines Standard-Messzyklus wartet das APDA-371 auf den Beginn der neuen Stunde, bevor er den analogen Ausgang auf die gerade beendete Stundenkonzentration stellt. Bei einigen Arten von Datenloggern muss jedoch der Konzentrationswert verfügbar sein **bevor** die neue Stunde beginnt, sonst werden die Daten bei der falschen Stunde gespeichert. Das APDA-371 verfügt über einen speziellen EARLY-Zyklusmodus (im Menü SETUP> INTERFACE), der das APDA-371 veranlasst, die Messung einige Minuten früher zu starten und zu beenden, um die Konzentrationsspannung für die letzten fünf Minuten der soeben geprüften Stunde auszugeben. Der Datenlogger muss programmiert werden, um diesen Wert während des Fensters zu lesen. Aufgrund des kritischen Timings muss die Uhr des APDA-371 mit den unten beschriebenen EXT RESET-Eingängen mit dem Datenlogger-Takt synchronisiert werden. Im Folgenden wird das Timing der Modi STANDARD und EARLY beschrieben.



STANDARD Zyklus Beispiel



EARLY Zyklus Beispiel

Analoge Ausgangspegel

C_0 stellt den Konzentrationsausgangspegel dar, gemessen von der Zeit T_0 zu T_1 , wobei die T-Beschriftungen den Anfang einer Stunde darstellen (z. B. 12:00:00). Wie Sie sehen können, liegt die Konzentrationsspannung C_0 für den Standard-Zyklus für die gesamte nächste Stunde nach der Messung an. Im Frühmodus ist die C_0 -Spannung für die aktuelle Stunde nur für die letzten 5 Minuten der Stunde vorhanden, die gerade abgetastet wurden (Minute 55 bis 60), und alle anderen Male ist die Konzentrationsausgangsspannung auf 0,920 Volt festgelegt.

Externe Fenster-Nullstellung

Ein externes Reset-Signal kann verwendet werden, um die Uhr des APDA-371 mit dem Datenlogger zu synchronisieren. Im Standardmodus ist das externe Reset-Fenster plus oder minus 5 Minuten um den Beginn der Stunde, aber im Frühmodus ist das externe Reset-Fenster nur zwischen den Minuten 50 und 60. Die APDA-371-Uhr wird nicht zurückgesetzt, wenn der vorherige Zyklus die I_3 -Zählung nicht beendet hat und ein "E" -Alarm wird protokolliert. Siehe Sektion 7.2.

Standardmodus-Uhr-Rückstellungen:

- Minute 0 bis 5: Ein externes Reset-Signal ändert die APDA-Zeit zurück auf 00:00 der aktuellen Stunde. Wenn ein Zyklus bereits begonnen hat, wird er fortgesetzt. Es tritt kein Fehler auf, da ausreichend Zeit zur Verfügung steht, um den Zyklus zu beenden.
- Minute 5 bis 55: Ein externes Reset-Signal hat keine Wirkung. Das Fehlerprotokoll enthält das Datum und die Uhrzeit des Alarmrücksetzversuchs "E".
- Minute 55 bis 60: Wenn nach einem abgeschlossenen Zyklus (Ruhezustand) ein externer Reset auftritt, tritt kein Fehler auf. Die Uhr wird auf 00:00 Uhr der nächsten Stunde eingestellt und ein neuer Messzyklus beginnt.

EARLY-Modus-Uhr-Rückstellungen:

- Minute 55 bis 60: Das externe Reset-Signal ändert die APDA-Zeit zurück auf Minute 55:00 der aktuellen Stunde. Zu diesem Zeitpunkt beginnt ein neuer Messzyklus. Wenn ein Zyklus bereits begonnen hat, wird er fortgesetzt. Es tritt kein Fehler auf, da ausreichend Zeit zur Verfügung steht, um den Zyklus zu beenden.
- Minute 0 bis 50: Das externe Reset-Signal hat keine Wirkung. Das Fehlerprotokoll enthält das Datum und die Uhrzeit des Alarmrücksetzversuchs "E".
- Minute 50 bis 55: Wenn nach einem abgeschlossenen Zyklus (Ruhezustand) ein externer Reset auftritt, tritt kein Fehler auf. Die Uhr wird auf Minute 55:00 der aktuellen Stunde vorgeückt und ein neuer Messzyklus beginnt.

8.3 Telemetrie Fehler Relais

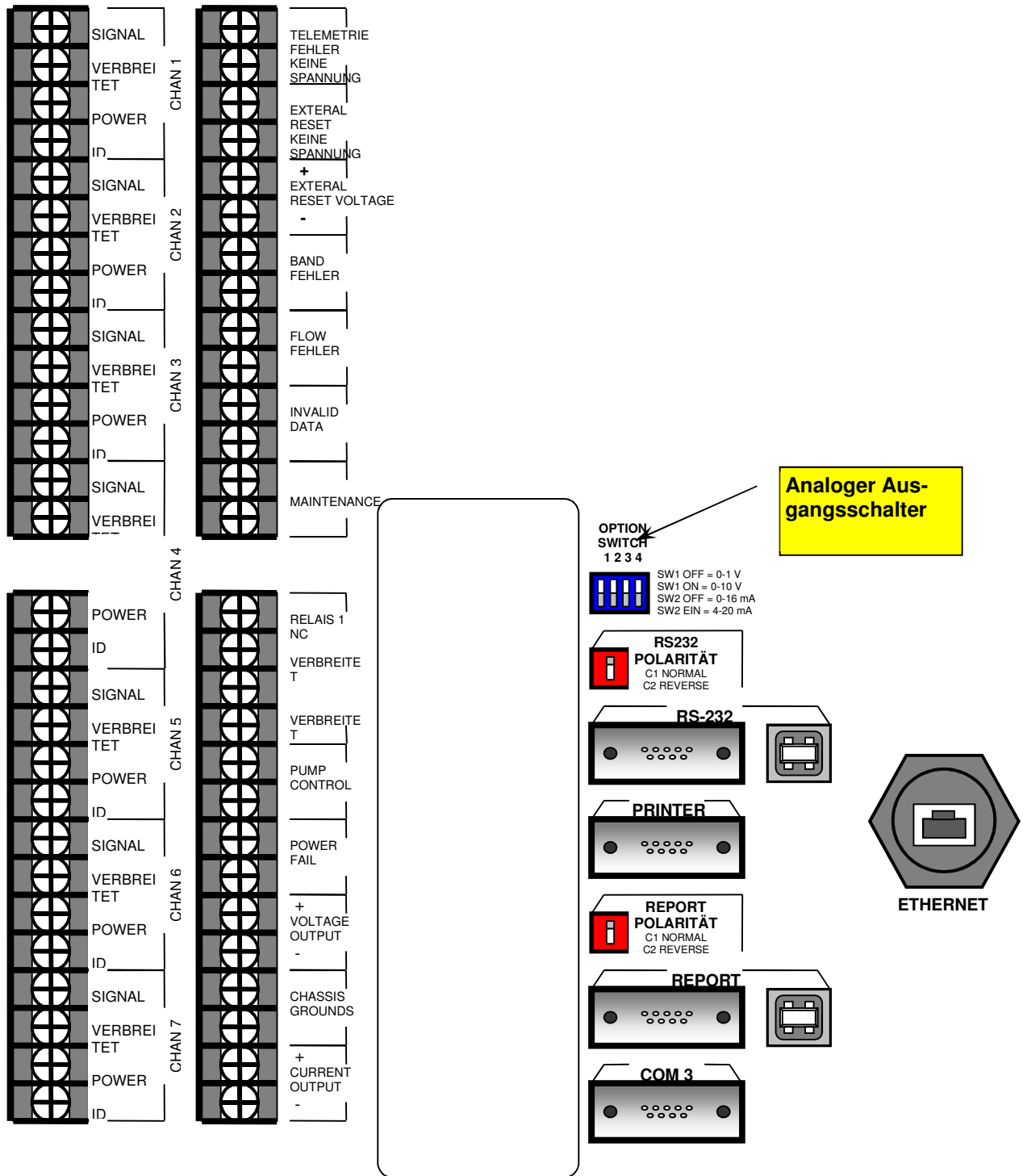
Zusätzlich zur analogen Ausgangsspannung sind auf der Rückseite des APDA-371 mehrere Ein- und Ausgangsrelaisanschlüsse vorhanden. Diese können als zweite Methode zur Anzeige von Alarmen zwischen dem APDA und dem Logger mit einem externen Datenlogger verbunden werden, aber in der Praxis werden die meisten dieser Relay-Telemetrie Verbindungen selten verwendet. Die Funktion jedes Ein- und Ausgangs wird im Folgenden beschrieben.

HINWEIS: *Ein Kontaktschließeingang zum APDA-371 wird erzielt, indem Sie die beiden Klemmen an diesem Eingang gemeinsam kurzschließen, normalerweise mit einem Relais am externen Datenlogger. Der Datenlogger sollte keine Spannung an die Klemmen anlegen.*

Kontaktschließende Ausgänge vom APDA-371 werden vom APDA-371 bereit gestellt; hierfür werden die beiden Klemmen zusammen mit einem internen Relais kurzgeschlossen, ohne dass eine Spannung oder ein Strom an sie angelegt wird. Der externe Datenlogger muss dann die Schließung erfassen. Die Kontakte sind für 100 VDC, max. 0,5 A ausgelegt.

Normalerweise geöffnet bedeutet, dass die Relaiskontakte nicht kurzgeschlossen werden, außer wenn eine bestimmte Bedingung auftritt.

Normalerweise geschlossen bedeutet, dass die Relaiskontakte kurzgeschlossen sind, bis der Zustand eintritt, dann öffnen sie sich.



APDA-371 Rückplatten- und Relaisanschlüsse
(Zusätzliche digitale Ausgänge des Berichtsprozessors angezeigt)

1. TELEMETRY FAULT NO VOLTAGE

Dieser Eingang kann verwendet werden, um dem APDA-371 zu signalisieren, dass das externe Telemetrie System (Datenlogger) nicht betriebsbereit ist. Dieser Kontaktschließeingang muss für mindestens 2 Sekunden aktiviert werden. Wenn aktiviert, bleibt das APDA funktionsfähig und protokolliert einen "U" -Fehler (siehe Abschnitt 7.2) und aktiviert auch den Relaisausgang INVALID DATA. Dieser Eingang kann im Menü SETUP> SCHNITTSTELLEN auf Normal- oder Öffner-Modus eingestellt werden. Kaum benutzt.

2. EXTERNAL RESET NO VOLTAGE

Dieser Eingang kann verwendet werden, um die Uhr des APDA-371 zu der vollen Stunde auf den externen Datenlogger zu synchronisieren, und wird oft im EARLY-Zyklusmodus verwendet. Dies ist ein Kontaktschließeingang, der für mindestens 2 Sekunden aktiviert werden muss. Der Eingang kann im Menü SETUP> INTERFACE auf normal offen oder normal geschlossen eingestellt werden.

3. EXTERNAL RESET VOLTAGE

Dieser Eingang ist derselbe wie oben, außer dass der Eingang durch einen TTL-Logikspannungspegel anstelle eines Kontaktschlusses aktiviert wird. Max 15mA bei 15 V oder 5 mA bei 5 V DC. Für diesen Eingang wird typischerweise eine Fünf-Volt-Logik verwendet.

4. TAPE FAULT

Dies ist ein Kontaktschluss-Ausgang, der immer dann aktiviert wird, wenn ein "T" -Bandfehler vom APDA erzeugt wird (siehe Abschnitt 7.2). Die Polarität ist normalerweise offen.

5. FLOW FAULT

Dies ist ein Kontaktschließausgang, der immer dann aktiviert wird, wenn vom APDA ein "F" -Durchflussfehler generiert wird (siehe Abschnitt 7.2). Die Polarität ist normalerweise offen.

6. INVALID DATA

Dies ist ein Kontaktschließausgang, der immer dann aktiviert wird, wenn ein C-, P-, N-, R-, L-, I-, M- oder U-Fehler von dem APDA erzeugt wird (siehe Abschnitt 7.2). Die Polarität ist normalerweise offen.

7. MAINTENANCE

Dies ist ein Kontaktschließausgang, der immer dann aktiviert wird, wenn ein Wartungs-M-Flag vom APDA generiert wird (siehe Abschnitt 7.2). Die Polarität ist normalerweise offen.

8. RELAY 1 NC / NO

Dieser Relaisausgang wird nur in Grobkonfigurationen mit zwei Einheiten verwendet. Der Master-BAM gibt über diesen Ausgang ein Clock-Sync-Signal an den externen Reset-Eingang der Slave-Einheit aus (nicht relevant für EU-zugelassenen APDA-371).

9. PUMP CONTROL

Dies ist der Niederspannungsausgang, der der Vakuumpumpe signalisiert, ein- oder auszuschalten. Dieser Ausgang hat keine Polarität, da der Pumpenregler über einen Diodenbrückeneingang verfügt. Verbinden Sie das zweiadrige Steuerkabel von der Pumpe mit diesen Ausgangsklemmen.

10. POWER FAIL

Dies ist ein Kontaktschließausgang, der immer dann aktiviert (geschlossen) wird, wenn ein Stromausfall oder ein "L" -Fehler im APDA auftritt (siehe Abschnitt 7.2).

11. VOLTAGE OUTPUT

Dies ist der Ausgang der APDA-371-Analog-Ausgangsspannung. Siehe Sektion 8.1. Die Polarität muss an diesem Ausgang beobachtet werden.

12. CHASSIS GROUNDS

Dies sind die Erdungsanschlüsse. Für einen optimalen Betrieb des APDA-371 sollten sie an einem Erdungsstab befestigt werden.

13. CURRENT OUTPUT

Dies wird verwendet, wenn der Analogausgang in Stromschleife anstelle von Spannung benötigt wird. Wird normalerweise nur verwendet, wenn der Abstand zwischen dem APDA und dem Datenlogger groß ist. Der Ausgang ist zwischen 4-20 mA oder 0-16 mA wählbar.

8.4 **Digitales Interface zwischen Aufzeichnungsgerät und HORIBA APDA-371**

Viele APDA-371-Benutzer konfigurieren einen externen digitalen Datenlogger, um Daten vom APDA-371 abzurufen. Dies erfordert typischerweise einige Programmiererfahrungen mit dem bestimmten Typ des zu verwendenden digitalen Loggers. Mehrere Hersteller von Umweltdatenloggern liefern vorgefertigte APDA-371-Treiber für grundlegende Datenerfassungsanwendungen. Alle digitalen Dateien vom APDA-371 müssen über den RS-232-Anschluss oder den neueren seriellen REPORT-Anschluss oder in einigen Fällen vom PRINTER-Anschluss abgerufen werden. Die digitalen Dateien des APDA-371 werden im Abschnitt 9 beschrieben.

Die gängigste Methode besteht darin, den digitalen Logger so zu programmieren, dass er das letzte stündlich durch Komma getrennte Datensatzarray des APDA-371 einmal pro Stunde über den RS-232- oder REPORT-Port anfordert. In diesem Fall muss der Logger eine Verbindung mit dem APDA herstellen, indem er drei Zeilenumbrüche (ENTER-Taste) sendet, und dann den **6 (CSV-Bericht), 4 (letzte Daten)** Befehlsstring sendet, genauso, wie Sie dies vielleicht beim Herunterladen der Daten mit einem Computer und einem Terminalprogramm, wie in Abschnitt 9.4 beschrieben tun. Der Logger muss das APDA-Menüantworten ignorieren, dann die stündliche Datenfeldantwort empfangen und die gewünschten Datenparameter auslesen und sie entsprechend speichern. Der letzte Konzentrationswert, das Qtot-Durchflussvolumen, die Umgebungstemperatur, der Druck, die Filter-RH und die Alarmbits werden häufig auf diese Weise gesammelt.

CPU-Unterbrechungen: Vorsicht ist geboten, wenn Daten vom klassischen APDA-371 RS-232-Port gesammelt werden. Die Haupt-CPU kann keine Multitasking-Vorgänge durchführen, d.h. wenn das APDA-371 einen der Filterband- oder Spannenmembranmotoren bewegt (besonders zu Beginn jeder Stunde), ignoriert er alle seriellen RS-232-Portbefehle und unterbricht alle seriellen Datendownloads solange, bis die mechanische Bewegung ist abgeschlossen. Siehe Kapitel 4. Die beste Lösung bei der Verwendung des klassischen RS-232-Anschlusses besteht darin, den digitalen Logger so zu programmieren, dass er etwa zur Mitte jeder Stunde eine stündliche Datenanforderung an das APDA sendet, z.B. zwischen der Minute 25 und der Minute 50. Kleine Dateien, wie der letzte stündliche Datensatz, können jedoch sehr schnell heruntergeladen werden und können, solange das Timing sorgfältig gesteuert wird, zu fast jeder Zeit während der Stunde durchgeführt werden. Wenn Ihr Datenlogger so programmiert ist, dass er kontinuierlich Daten von das APDA-371 RS-232-Schnittstelle während der ganzen Stunde (z. B. jede Minute) anfordert, wird eine bestimmte Anzahl der Datenanforderungen vom APDA aufgrund mechanischer Unterbrechungen ignoriert.

Die Rückplatte des BX-965 Report Processor wurde für eine einfachere digitale Datenverbindung mit dem APDA-371 entwickelt. Der serielle REPORT-Port funktioniert genau wie der klassische RS-232-Port und greift auf dieselben Dateien zu, außer dass er über eine eigene CPU und einen eigenen Speicher verfügt und nicht unterbrochen oder ignoriert werden kann. Der REPORT-Port hat auch viel mehr Datenspeicherkapazität. Der klassische RS-232-Anschluss und seine Legacy-Funktionalität werden auch weiterhin auf den Rückplatten des Berichtsprozessors als Sicherung unterstützt.

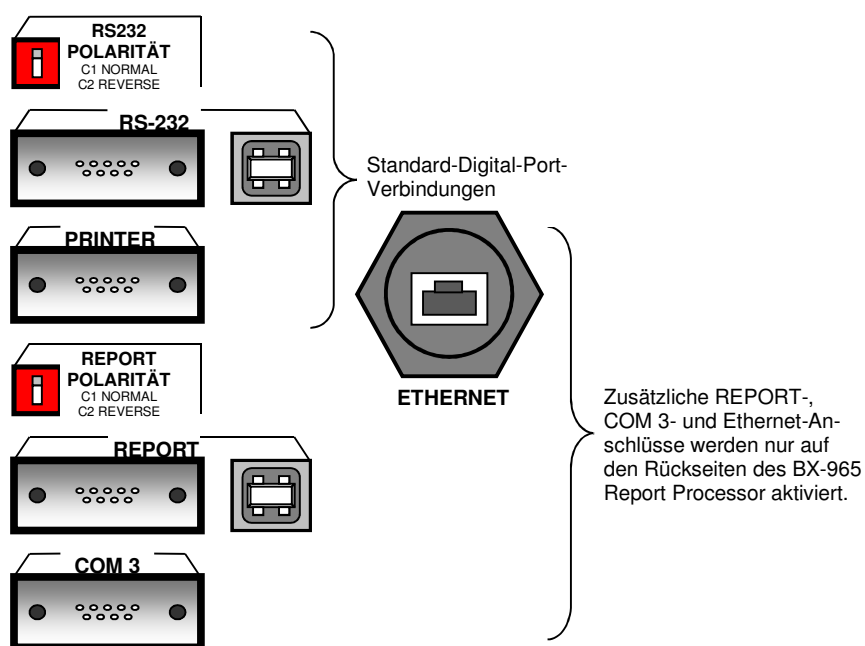
Uhr-Zeiteinstellung mit digitalen Loggern: Das Timing muss auch berücksichtigt werden, wenn APDA-371-Daten mit einem digitalen System gesammelt werden. Wenn das APDA-371 im Standardzyklusmodus arbeitet, werden die digitalen Konzentrationsdatenwerte genau zur vollen Stunde aktualisiert. Wenn der digitale Logger so eingestellt ist, dass das APDA-371-Konzentrationswert erfasst wird, sobald er verfügbar ist, sollten die Uhren synchronisiert werden, um zu verhindern, dass der falsche Stundensatz erfasst wird.

Wenn der Logger das APDA-371-Konzentration vor der vollen Stunde haben muss, kann das APDA-371 für den Frühzyklusmodus eingestellt werden, und das APDA-371-Uhr muss mit dem Logger synchronisiert werden. Einige APDA-371-Benutzer verlassen das APDA-371 im Standardzyklusmodus und stellen ihren digitalen Logger so ein, dass das APDA-371-Takt zur Minute 59 der Stunde synchronisiert wird. Dies bewirkt, dass das APDA-371 dem Logger eine Minute voraus ist, so dass die Konzentration zu Beginn der Loggerstunde verfügbar ist. Diese Methode ähnelt der Ausführung im Early-Cycle-Modus, außer dass der Zeitplan viel einfacher zu verstehen ist.

9 RS-232 Serielles Interface – Datenabfrage



Dieses Kapitel beschreibt die Methoden, um Daten aus dem APDA über die serielle Schnittstelle abzurufen. Das Gerät verfügt über eine 2-Wege Schnittstelle, die mit einem Computer, Laptop, Modem oder digitalen Datenlogger genutzt werden kann. Außerdem steht eine konfigurierbare Druckerschnittstelle zur Verfügung, über die die Daten nur ausgegeben werden können. Der Zugriff auf die Daten über das serielle Interface ist einfach.



APDA-371 Digitale Anschlüsse Rückplatte

9.1 Anschlüsse und Einstellungen direkte serielle Schnittstelle

Die serielle Schnittstelle "RS-232" auf der Rückplatte des APDA-371 ermöglicht die Datenübertragung direkt von der APDA-CPU und kann für weniger intensive digitale Sammelsysteme verwendet werden. Geräte mit der neueren Rückplatte des Berichtsprozessors haben auch einen zweiten seriellen REPORT-Anschluss und serielle USB-Konverter. Der REPORT-Port verfügt über ein eigenes Dateiservicesystem, das vom APDA-Messzyklus nicht unterbrochen oder ignoriert werden kann. Wann immer verfügbar, sollte es verwendet werden. Sowohl die RS-232- als auch die REPORT-Ports enthalten dieselben Datendateien und werden auf dieselbe Weise aufgerufen. Der PRINTER-Port dient nur zur Ausgabe und wird selten verwendet. Der COM3-Port dient nur zum Verbinden von zwei APDAs z.B. in PM-Coarseystemen.

RS-232-Verbindungen:

Die meisten älteren Desktop- und Laptop-Computer verfügen für die Kommunikation über einen seriellen Standard-9-Pin-Anschluss. Unter diesen Umständen kann der RS-232- oder REPORT-Port des APDA-371 direkt an den seriellen Port angeschlossen werden. Verbinden Sie den Anschluss auf der Rückseite des APDA-371 über das mitgelieferte serielle Kabel (Teil 400658, 9 pol. Buchse auf Buchse) mit dem COM-Anschluss des Computers.

WARNUNG! *Verwechseln Sie den parallelen Druckeranschluss oder den Videoadapteranschluss Ihres Computers nicht mit einem seriellen Anschluss.*

USB-Verbindungen:

Die meisten neueren Computer verfügen nicht mehr über den seriellen 9-Pin-Kommunikationsport. In solchen Fällen können APDA-371-Monitore möglicherweise weiterhin über einen USB-Seriell-Konverter an die Computer angeschlossen werden. Unter allen Konvertern, die üblicherweise in lokalen Elektronik- und Bürobedarfsgeschäften erhältlich sind, hat HORIBA die zuverlässigste Leistung bei den von Belkin hergestellten festgestellt.

Neuere APDA-371-Monitore (oder ältere Modelle mit dem optionalen installierten Berichtsprozessor) verfügen über einen aktiven USB-Anschluss auf der Rückplatte. Wenden Sie sich an die Serviceabteilung von HORIBA, um die erforderlichen Treiber für den Computer zu erhalten, damit dieser auf diese Weise mit dem APDA kommunizieren kann.

Kommunikationseinstellungen:

Das APDA-371 kommuniziert bei 9600 Baud, 8 Datenbit, keine Parität, ein Stoppbit und keine Flusssteuerung. Die Standard-Baudrate von 9600 kann zu einer schnelleren Einstellung für das Herunterladen großer APDA-Datendateien geändert werden, aber in jedem Fall muss die Baudrate des Terminalprogramms mit der APDA-Baud-Einstellung übereinstimmen. Wenn keine Verbindung hergestellt werden kann, versuchen Sie, den RS-232-Polaritätsschalter (oder den Berichtspolaritätsschalter, wenn Sie die REPORT-Verbindung verwenden) auf der Rückseite des APDA-371 zu ändern. Dies vertauscht die Polarität der TX- und RX-Leitungen (Pins 2 und 3) und funktioniert wie ein Nullmodem.

HINWEIS: *Bevor eine Kommunikation über die RS-232-Schnittstelle hergestellt werden kann, muss sich die APDA-371-Benutzerschnittstelle im Hauptmenü der obersten Ebene oder im Menü OPERATE befinden. Erfolgt eine RS-232-Kommunikation mit der CPU, sind die LCD-Anzeige und die Tastatur des APDA-371 deaktiviert. Der optionale REPORT-Port hat diese Einschränkungen nicht.*

9.2 Verwenden von Kommunikations Software

Das HORIBA APDA-371 ist mit vielen Kommunikationsprogrammen von HORIBA kompatibel.

MicroMet® Plus:

Ein leistungsfähiges Datenerfassungsprogramm für meteorologische Anwendungen, das konfigurierbar ist, so dass alle Daten vom HORIBA APDA-371 gesammelt und verarbeitet werden können.

Comet™:

Ein einfach zu bedienendes Kommunikationsterminal, das Daten von HORIBA Dataloggern, HORIBA APDA-371 eingeschlossen, abrufen kann. Dieses Programm ersetzt die ältere TUS (Terminal Utility Software).

9.3 **Daten herunterladen - Verwenden von einfachen Terminalprogrammen**

Die APDA-371-Daten können einfach über die seriellen Anschlüsse mit HyperTerminal[®] oder anderen einfachen Terminalprogrammen heruntergeladen werden. Fast alle PCs haben das HyperTerminal-Programm bereits enthalten. Im Folgenden wird beschrieben, wie Sie das Programm mit dem APDA-371 einrichten:

1. Verbinden Sie den RS-232- oder REPORT-Anschluss auf der Rückseite des APDA mit dem entsprechenden Kabel mit Ihrem Computer oder Laptop. Stellen Sie eine Verbindung zum seriellen COM1-Port her, falls verfügbar.
2. Öffnen Sie HyperTerminal. (In der Regel im Verzeichnis Programme \ Accessories \ Communications). Das Programm fordert Sie auf, einen Namen für die Verbindung einzugeben. Geben Sie "APDA-371" oder einen Namen Ihrer Wahl ein und klicken Sie auf "OK".
3. Das Fenster "Verbinden mit" wird geöffnet. Wählen Sie COM1 (oder einen anderen Port, wenn verwendet) aus dem Dropdown-Menü im Feld "Connect Using". „OK“ klicken. HINWEIS: Sie können das Programm auch so einrichten, dass das BAM über ein Modem in diesem Fenster gewählt wird.
4. Das Fenster "COM1-Eigenschaften" wird geöffnet. Legen Sie die folgenden Werte in den Dropdown-Menüs fest und klicken Sie auf "Anwenden" und "OK".

Bits pro Sekunde:	9600
Daten Bits:	8
Parität:	Keine
Stopp-Bits:	1
Durchflusssteuerung:	Keine

5. Das HyperTerminal-Hauptverbindungsfenster sollte jetzt geöffnet sein. Drücken Sie dreimal die EINGABETASTE. Das Fenster sollte mit einem Stern (*) antworten, der anzeigt, dass das Programm eine Verbindung mit dem APDA-371 hergestellt hat.
6. Sobald die Kommunikation hergestellt ist, drücken Sie die Taste **h**. Dies sollte dazu führen, dass das APDA-371 Systemmenü wie unten gezeigt im Fenster erscheint. Zum Abrufen der gewünschten Daten können jetzt jegliches ASCII-Zeichen im Menü senden. Die Menüoptionen werden im folgenden Abschnitt beschrieben.
7. HyperTerminal zeigt nur 100 Datenzeilen im Fenster an. Um größere Dateien (z. B. Alle Daten) zu erfassen, wählen Sie zunächst im Drop-down-Menü Übertragung> Text erfassen. Wählen Sie einen Speicherort für die Datei und klicken Sie auf "Start". Rufen Sie die gewünschten Dateien ab, und HyperTerminal speichert sie automatisch in der Textdatei. Alles, was durch das Terminalfenster kommt, wird in der Datei gespeichert. Klicken Sie auf die Schaltfläche "Stop", um die Erfassung des Textes zu beenden.
8. Wenn Sie HyperTerminal beenden, werden Sie gefragt, ob Sie Ihre Verbindung speichern möchten. Klicken Sie auf "Ja" und eine Datei namens APDA-371.ht wird im Ordner HyperTerminal erstellt, in dem alle Einstellungen gespeichert werden. Verwenden Sie dies für die zukünftige Kommunikation mit dem APDA.

Dateien 1, 2 und 3: **Display Current Day Data (Aktuelle Tageswerte), Display All Data (alle Daten), Display New Data (neue Daten):**

Diese Dateien sind einfache Textansichten und dienen zur einfachen visuellen Überprüfung der Daten, da es schwierig ist, diese zur Analyse in eine Tabelle zu importieren. Ein Beispiel für das Datenformat ist unten gezeigt.

Datei 1 Aktuelle Daten sind nur Daten vom aktuellen Tag.

Datei 2 Alle Daten bedeutet die gesamten Daten sind im APDA, in täglichen Blöcken aufgeteilt.

Datei 3 Neue Daten sind alle Daten seit dem letzten Download, auch in täglichen Blöcken.

Ein Datenzeiger wird in dem APDA gesetzt, der anzeigt, wo der letzte Download gestoppt wurde. Siehe Kapitel 9.8.

Die erste Datenspalte ist die Zeit, gefolgt von einer Reihe von Bindestrichen, die Fehler- oder Alarmbits darstellen. Wenn ein Fehler aufgetreten ist, wird in diesem Feld ein Buchstabe angezeigt, der den Fehler darstellt. In diesem Beispiel um 7:00 Uhr morgens "L" Fehler (Stromausfall) aufgetreten. Dann um 8:00 Uhr wurde ein "M"-Fehler protokolliert, der anzeigt, dass der Bediener zu dieser Stunde Wartungsarbeiten durchgeführt hat. Die nächste Spalte ist die Konzentration. Die Qtot-Spalte ist das Gesamtvolumen für die Stunde. Bei einer Durchflussrate von 16,70 l/ min und einer Probenahmezeit von 50 Minuten beträgt dieser Wert etwa 834 m³ pro Stunde. Bei einer Probenahmezeit von 42 Minuten beträgt dieser Wert etwa 0,701 m³ pro Stunde. Die verbleibenden sechs Spalten sind die sechs Datenloggereingänge auf dem APDA. In diesem Beispiel wurde RH auf Kanal 4 protokolliert, und die Umgebungstemperatur wurde auf Kanal 6 protokolliert. Die anderen vier Kanäle hatten nichts angehängt, erscheinen aber trotzdem im Datenfeld. Die auf den unbenutzten Kanälen gezeigten Daten sind nur Rauschen.

```
Bericht für den 22.04.2005 - Tag 112> BAM-1020 <Station-ID: 1

Kanal 01 02 03 04 05 06
Sensor Conc Qtot WS nein WS RH WS AT
Einheiten mg/m3 m3 KPH V MPS% KPH C
=====
01:00 ----- 0,010 0,834 019,6 0,012 000,3 00017 132,2 008,7
02:00 ----- 0,009 0,834 019,9 0,012 000,3 00018 132,1 007,4
03:00 ----- 0,011 0,834 019,8 0,012 000,3 00018 132,1 006,5
04:00 ----- 0,011 0,833 020,0 0,012 000,3 00018 132,1 006,1
05:00 ----- 0,012 0,833 019,8 0,012 000,3 00018 132,1 005,3
06:00 ----- 0,011 0,834 020,1 0,012 000,3 00018 132,0 005,6
07:00 --- L ----- 0,995 0,000 020,3 0,012 000,3 00018 132,0 007,4
08:00 -- M ----- 0,995 0,000 019,8 0,012 000,3 00017 132,1 009,4
09:00 ----- 0,008 0,833 019,9 0,012 000,3 00015 132,2 012,5
10:00 ----- 0,003 0,834 019,5 0,012 000,3 00014 132,2 016,2
11:00 ----- 0,007 0,833 019,5 0,012 000,3 00013 132,2 019,7
12:00 ----- 0,011 0,833 019,5 0,012 000,3 00012 132,0 020,7
13:00 ----- 0,008 0,833 019,1 0,011 000,3 00010 132,0 021,9
14:00 ----- 0,010 0,833 019,2 0,011 000,3 00010 131,9 022,3
15:00 ----- 0,020 0,833 019,1 0,011 000,3 00011 132,0 020,9
16:00 ----- 0,011 0,834 019,3 0,011 000,3 00012 132,1 018,7
17:00 ----- 0,010 0,833 019,5 0,012 000,3 00012 132,2 017,9
18:00 ----- 0,010 0,833 019,4 0,012 000,3 00012 132,1 017,1
19:00 ----- 0,010 0,834 019,4 0,012 000,3 00014 132,2 015,3
20:00 ----- 0,007 0,833 019,6 0,012 000,3 00015 132,1 014,4
21:00 ----- 0,006 0,834 019,5 0,012 000,3 00017 132,1 013,3
22:00 ----- 0,006 0,834 019,7 0,012 000,3 00021 132,0 011,2
23:00 ----- 0,005 0,833 019,6 0,012 000,3 00023 132,0 010,0
00:00 ----- 0,011 0,834 019,9 0,012 000,3 00017 132,2 009,5

Savg 0,009 0,833 019,7 0,012 000,3 00015 132,1 013,2
Vavg 0,000 0,000 000,0 0,000 000,0 00000 000,0 000,0
Datenwiederherstellung 100,0 %
```

Beispiel Datei 1 „Aktuelle Tagesdaten“

Datei 4: Display System Configuration (Systemkonfiguration anzeigen):

Diese Datei enthält eine Liste der APDA-371-Einstellungen und Kalibrierwerte. Dies ist nützlich für die Überprüfung der Setup-Parameter und wird höchstwahrscheinlich vom Werk angefordert, wenn ein Service benötigt wird. Im Folgenden finden Sie ein Beispiel für den Bericht zu den Datei-4-Einstellungen. Ältere Versionen der APDA-Firmware zeigen möglicherweise ein etwas anderes Berichtsformat als das auf der nächsten Seite gezeigte.

```

BAM 1020 Settings Report
08/21/2018 09:00:12

Station ID, 1
Serial Number, F10558

Firmware, 3236-05 V3.14.2
80350 Firmware, 80353-03 R2.8.0

K, 01.000
BKGD, 0.0000
usw, 00.285
ABS, 00.890
Range, 1.000
Offset, -0.005
Clamp, -0.005
Conc Units, mg/m3
Conc Type, ACTUAL
Count Time, 4
Conc Error, FULL SCALE VALUE
Inlet Type, PM10

Cv, 01.000
Qo, 00.000
Flow Type, ACTUAL
Flow Setpt, 0016.7
Std Temp, 25

Heat Mode, AUTO
FRH Ctrl, YES
FRH SetPt, 35
Low Power, 20
FRH Log, YES
FT Log, NO

BAM Sample, 50
MET Sample, 1
Cycle Mode, STANDARD
Fault Polarity, NORM
Reset Polarity, NORM
Maintenance, OFF

HJ 653, NO

EUMILRNFFDCT
111111111111

AP, 000150
Baud Rate, 9600
Printer Report, 2
e3, 00.000
e4, 15.000

Channel, 1, 2, 3, 4, 5, 6,
Sensor ID, 255, 255, 255, 255, 255, 41,
Channel ID, 255, 255, 255, 255, 255, 254,
Name, BP, XXXXX, Memb, FRH, XXXXX, AT,
Units, mHG, XXX, mg, %, XXX, C,
Prec, 1, 0, 3, 0, 0, 1,
FS Volts, 2.500, 1.000, 2.500, 0.500, 1.000, 2.500,
Mult, 300.0, 1, 4.095, 32, 1, 100.0,
Offset, 525.0, 0, 0.000, -25, 0, -50.0,
Vect/Scalar, S, S, S, S, S, S,
Inv Slope, N, N, N, N, N, N,

Calibration, Offset, Slope,
Flow, 0.000, 1.000,
AT, 80.000,
BP, 0.000,
FRH, 50.000,
FT, 0.000,

QUERY, 1, CONC_A,
Daily Range, 01:00 - 24:00
Dynamic Range, EXTENDED
Span Check, 1 HR
Log BP, CHAN 1
Log Membrane, CHAN 3
    
```

Beispiel Datei 4 Systemkonfiguration

Datei 5: Display Date / Time (Datum / Uhrzeit anzeigen):

Dieser Dateibefehl zeigt das Datum und die Uhrzeit der APDA-371 Echtzeituhr an.

Datei 6: CSV Type Report (Datei vom CSV-Typ):

Das CSV-Datenmenü wird häufig für das Abrufen von APDA-Daten über Terminalprogramme verwendet. Der Befehl 6 antwortet mit den unten gezeigten Unterbefehlen. Die Datenwerte in jeder Datei sind durch Kommata getrennt. Dadurch kann die Textdatei direkt in Tabellen geöffnet werden. Dies ist die empfohlene Datenabrufmethode. Stellen Sie sicher, dass Sie, wenn Sie HyperTerminal verwenden, beim Herunterladen großer Dateien Text aufzeichnen. Die CSV-Berichte werden auch häufig verwendet, wenn BAM-Daten von einem externen digitalen Datenlogger heruntergeladen werden. Im Folgenden finden Sie eine Liste der im CSV-Format verfügbaren Unterdateien. Die Unterdateien 5, 6, 7 und 8 sind Diagnosedateien für den Durchfluss und werden selten verwendet.

- 2 – Display All Data**
- 3 – Display New Data**
- 4 – Display Last Data**
- 5 – Display All Flow Stats
- 6 – Display New Flow Stats
- 7 – Display All 5 Min Flow
- 8 – Display New 5-Min Flow

9 – Display Error Log

- (Alle Datensätze in das BAM)**
- (Datensätze seit dem letzten Download)**
- (Nur die Daten der vorherigen Stunde)**
- (Alle Durchfluss-Stats-Dateien)
- (Durchflussstatistiken seit dem letzten Download)
- (5 Minuten Durchschnitt aller Durchflussstatistiken)
- (5 min Durchschnittswerte der Durchflussstatistiken seit dem letzten Download)
- (Fehler/Alarmprotokoll zeigt Unterkategorien an)**

Beispiel für einen CSV-Bericht des Datensatzes "Display Last Data" (Datei 6 Teildatei 4):

Das folgende Beispiel zeigt einen typischen CSV-Download der Datei 6,4 des letzten Datensatzes aus dem APDA-371, wie er von einem externen digitalen Datenlogger stündlich abgerufen werden kann. Dieser Datei-Download setzt den Datenzeiger nicht zurück.

1. Eine Reihe von drei Zeilenumbrüchen wird über die serielle Schnittstelle an das APDA gesendet. Das APDA antwortet mit einem einzelnen Sternchen (*), der anzeigt, dass die Kommunikation hergestellt ist.
2. Ein ASCII-Zeichen "6" wird an das APDA gesendet, um das CSV-Menü der Datei 6 anzufordern. Das APDA antwortet mit den CSV-Menüoptionen wie unten gezeigt und endet mit ">".
3. Ein ASCII-Zeichen "4" wird an das APDA gesendet, wobei die Datei 4 "Letzte Daten anzeigen" angefordert wird. Das APDA antwortet mit der Stations-ID-Nummer, dann mit der Kopfinformation und dann mit dem Datensatz.

Die Daten umfassen Datum/Zeitstempel, Konzentration für die letzte Stunde (CONC), Durchflussmenge für die letzte Stunde (Qtot), dann alle sechs einzelnen Met-Sensor-Kanäle. Die Bezeichnungen für diese Kanäle variieren, werden aber immer im Datenfeld angezeigt, unabhängig davon, ob sie verwendet werden oder nicht. In diesem Beispiel beginnen die sechs Kanäle mit "WS" und enden mit "AT". Am Ende des Datenfeldes befinden sich zwölf Fehlerbits, von denen jedes einen anderen möglichen Fehler darstellt. "0" zeigt keinen Fehler dieses Typs an und "1" zeigt einen Fehler an.

```
* 6
CSV Type Reports

2 - Display All Data
3 - Display New Data
4 - Display Last Data

5 - Display All Flow Stats
6 - Display New Flow Stats

7 - Display All 5-Min Flow
8 - Display New 5-Min Flow

>4 - Display CSV Data
Station: 5
Time,Conc(mg/m3),Qtot(m3),WS(MPS),WD(DEG),BP(mm),RH(%),Delta(C),AT(C),E,U,M,I,L,R,N,F,P,D,C,T
01/30/08 16:00, 0.084, 0.834, 0.0,0.0,30.57,0.27,1,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,1
```

Beispiel für einen CSV-Datenbericht (4-Display Last Data)

Beispiel für einen CSV-Bericht des Datensatzes "Display New Data" (Datei 6 Unterdatei 3):

Das folgende Beispiel zeigt einen typischen CSV-Download der Datei 6,3 neue Datensätze vom APDA-371, wie sie für die routinemäßige Datenerfassung mit einem lokalen Computer oder Modem verwendet werden können. Die Datei enthält den gesamten Datensatz seit dem letzten Download und setzt die Datenzeiger zurück. Siehe Kapitel 9.8.

1. Eine Reihe von drei Zeilenumbrüchen wird über die serielle Schnittstelle an das APDA gesendet. Das APDA antwortet mit einem einzelnen Sternchen (*), der anzeigt, dass die Kommunikation hergestellt ist.
2. Ein ASCII-Zeichen "6" wird an das APDA gesendet, um das CSV-Menü der Datei 6 anzufordern. Das APDA antwortet mit den CSV-Menüoptionen wie unten gezeigt und endet mit ">".
3. Ein ASCII-Zeichen "3" wird an das APDA gesendet, wobei die Datei 3 "Anzeige neuer Daten" angefordert wird. Das APDA antwortet mit der Stations-ID-Nummer, dann mit der Kopfinformation und dann mit den Datensätzen.

Die Daten beginnen beim ersten Datensatz seit dem letzten Abruf. In diesem Beispiel wurde MET SAMPLE so eingestellt, dass das Array alle 15 Minuten protokolliert wird.

AT Max	Maximale Umgebungstemperatur für die Probenahmezeit
BP	Durchschnittlicher Umgebungsdruck für die Probenahmezeit
BP Min	Minimaler Umgebungsdruck für die Probenahmezeit.
BP Max	Maximaler Umgebungsdruck für die Probenahmezeit.

Die Durchschnittswerte für die 5-Minuten-Durchflussstatistik werden im Folgenden beschrieben. Diese Dateien sind nur für als FEM PM_{2,5}-Geräte konfigurierte APDA-Geräte verfügbar. Ein BX-596 Sensor ist erforderlich.

Feld	Beschreibung
Time	Ereigniszeitstempel in Sekunden seit dem 1. Januar 1970 00:00:00
Flow	Durchschnittliche Durchflussrate von 5 Minuten für das BAM-Probenzeitraum.
AT	5 Minuten durchschnittliche Umgebungstemperatur für die Probenahmezeit
BP	5 Minuten durchschnittlicher Umgebungsdruck für die Probenahmezeit
FP	5 Minuten durchschnittlicher Filterdruck für die Probenahmezeit.

Datei 7: Display last 100 errors (Anzeige der letzten 100 Fehler):

Diese Datei enthält das Datum, die Uhrzeit und eine Beschreibung der letzten 100 vom APDA-371 protokollierten Fehler im Textformat. Diese Datei enthält nur die 12 Hauptalarmkategorien, nicht jedoch die Unterkategorien, die die spezifischere Alarmursache anzeigen. Aus diesem Grund sollte stattdessen die csv-Fehlerprotokolldatei verwendet werden (Datei 6, Unterdatei 9). Diese Datei sollte heruntergeladen werden, um die genaue Unterkategorie von Fehlern oder Alarmen zu identifizieren, die nicht sofort offensichtlich sind.

Datei 8: Display > BAM 1020 < Utility Commands (Hilfsmittel-Befehle anzeigen):

Diese Datei enthält eine Liste von ASCII-Befehlen, die über die serielle Schnittstelle an das APDA-371 gesendet werden können, um bestimmte Parameter zu konfigurieren oder erweiterte Diagnosen durchzuführen. Die meisten dieser Befehle werden vom typischen Bediener nicht verwendet, wenn sie nicht von einem Fabriktechniker angewiesen werden. Einige dieser Befehle erfordern ein Passwort für den Zugriff. Das Passwort ist das gleiche wie die F-Tastenfolge, mit der die SETUP-Bildschirme aufgerufen werden (Standard-Passwort ist **1 2 3 4**). Die Funktionen sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Befehl	Befehlsfunktion
a	Druckerport-Ausgabekonfiguration. Dies legt fest, was am Drucker Port ausgegeben wird. Wenn Sie diesen Befehl senden, wird das folgende Untermenü angezeigt: 1 - Druckeranschluss (Standard). 2 - Standard-Diagnoseanschluss. 3 - Fabrik-Diagnoseanschluss. 4 - Komma-getrennter Datenausgangsport.
c	Datenspeicher löschen Dieser serielle Befehl löscht alle gespeicherten Daten aus dem Speicher! Passwort erforderlich.
d	Datum einstellen. Dies setzt das Datum auf dem APDA-371. Passwort erforderlich.
e	Anzeige Hex EEPROM Setup Werte. Dies zeigt die speziellen Speicherplätze an, in denen die Setup-Werte gespeichert sind. Nur Diagnose.
f	Werkskalibrierungstest. Dies wird nur für die Werkskalibrierung verwendet!
h	Systemmenü anzeigen. Dies ist der Befehl, der für den Zugriff auf die Menüoptionen zum Herunterladen von Daten verwendet wird. Machen Sie sich mit diesem Befehl vertraut.
i	ID-Werte anzeigen Dieser Befehl zeigt die ID-Codes der Met-Sensoren zu Diagnosezwecken an.
m	Anzeige von Hex-Datenspeicherwerten. Dieser Befehl zeigt die Datenspeicherplätze für Diagnosezwecke an.
p	Ändern Sie den Modemzeiger. Nur Fabrikgebrauch.
q	Stationskennung anzeigen. Dieser Befehl zeigt die voreingestellte Stations-ID-Nummer an.
t	Zeit einstellen. Dieser Befehl setzt die Uhrzeit auf dem APDA-371. Passwort erforderlich.
b	XMODEM Daten herunterladen. Dieser Befehl ermöglicht die binäre Datenübertragung des APDA-371 Speichers. Nur herunterladen. Erfordert Software-Handshake. Nur mit spezieller Software, nicht mit Terminalprogrammen. Nur für Fortgeschrittene.
r	XMODEM Download Echtzeitwert. Dieser Befehl wird nur von einer speziellen Software zum Scannen von Momentan Werten von Sensoren, Alarmen und Einstellungen verwendet. Erfordert Software-Handshake. Nur für Fortgeschrittene.
x	Download XMODEM-EEPROM-Wert. Dieser Befehl ermöglicht das schnelle Scannen von nichtflüchtigem Speicher für diagnostische Zwecke. Nur für Fortgeschrittene.
z	Aktivieren Sie den Konzentrationsbericht für den PRINTER-Ausgang. Dieser Befehl konfiguriert den Druckeranschluss, um am Ende der Abtastperiode einen Konzentrationsbericht mit fester Breite auszugeben. Für externe Logger. Nur in Firmware 3.2 oder höher verfügbar.

Datei 9: Zeiger anzeigen:

Diese Datei zeigt den aktuellen Status des Datenspeichers an. Die aktuelle Zeigerposition und die Anzahl der vollen Speicherplätze werden angezeigt. Kaum benutzt.

9.5 Druckerausgabereport-Funktionen

Der Druckeranschluss auf der Rückseite des APDA-371 ist eine serielle RS-232-Schnittstelle, die nur mit einem seriellen Drucker oder als Diagnoseausgabe an einen Computer verwendet werden kann. Die Ausgabe des Druckeranschlusses lässt sich unter Verwendung des "a" Dienstprogrammbefehls durch den Haupt-RS-232-Anschluss konfigurieren. (Siehe Abschnitt 9.4) Der Ausgang kann für Datenausdrucke, Datenausgabe mit fester Breite oder einen von zwei Diagnosemodi eingestellt werden. Die Diagnosemodi werden nur von einem Fabriktechniker verwendet.

Für den Drucker Port wurde eine Konfiguration hinzugefügt, die es ermöglicht, am Ende des Abfragezeitraums einen Konzentrationsbericht mit fester Breite auszugeben, der als Schnittstelle zu einem seriellen Datenlogger verwendet werden kann. Dieser Ausgang wird mit dem "z" Dienstprogrammbehehl über den seriellen Port aktiviert. Das Ausgabeformat ist Datum, Uhrzeit, Konzentration und Durchflussmenge, wie unten gezeigt.

Das Format in mg / m3 ist: **mm / TT / JJ hh: mm: ss, + 99,999, + 9,999**
Das Format in µg / m3 ist: **mm / TT / JJ hh: mm: ss, + 999999, + 9.999**

Wenn das APDA auf STANDARD-Zyklusmodus eingestellt ist, erfolgt die Ausgabe am Anfang der nächsten Stunde. Wenn zum Beispiel eine Messung über Stunde 2 durchgeführt wird, lautet das Format:

28.03.07 03:00:00, + 00.027, + 0.834

Wenn das APDA auf den Modus EARLY-Zyklus eingestellt ist, erfolgt die Ausgabe in Minute 55:00 für die aktuelle Stunde. Wenn zum Beispiel eine Messung über Stunde 2 durchgeführt wird, lautet das Format:

28.03.07 02:55:00, + 00.027, + 0.834

9.6 Option Modem

Das BX-996-Modem wird für die Verwendung mit dem APDA-371 empfohlen, da es für eine zuverlässige Kommunikation konzipiert ist, wenn andere Modems dies nicht können. Wenn ein anderes Modem verwendet wird, muss es im "Dumb Terminal" -Modus oder gleichwertig eingestellt werden, da das BAM kein Handshake mit dem Modem unterstützt.

HINWEIS: *Der RS-232-Polaritätsschalter auf der Rückseite des APDA-371 muss möglicherweise für die Kommunikation mit dem Modem auf REVERSE-Polarität eingestellt werden.*

Wenn Sie eines der Datenerfassungsprogramme wie MicroMet Plus, Air Plus 5 oder Comet verwenden, brauchen Sie nur die Telefonnummer des Standorts im System-Setup-Menü des Programms einzugeben. Für die Verbindung mit mehreren Remote-Standorten können mehrere Telefonnummern eingegeben werden. Nach der Verbindung ist die Datensammlung die gleiche wie bei einer direkten seriellen Verbindung zum APDA.

Wenn Sie mit einem Terminalprogramm wie HyperTerminal® oder ProComm Plus® kommunizieren, müssen Sie die Konfiguration der seriellen Schnittstelle im Setup des Programms definieren. Stellen Sie die Baudrate auf 9600 mit 8 Datenbits, keine Parität und 1 Stoppbit ein. Verwenden Sie die interne Wahlbefehlssequenz des Terminalprogramms, um das APDA-371 anzurufen. Überprüfen Sie die Verbindung zum APDA-371, indem Sie die <Eingabetaste> mindestens dreimal drücken, bis die Eingabeaufforderung Sternchen (*) angezeigt wird. Wenn nicht, überprüfen Sie die Kabel- und Kommunikationseinstellungen. Nach dem Anschluss erfolgt der Zugriff auf das APDA-371 über dieselbe menügesteuerte Schnittstelle wie für die direkte PC-Verbindung.

9.7 APDA-371 Firmware-Upgrades

Das APDA-371 weist ein System aus einem oder mehreren Firmware-Programmen (eingebettete Software) auf, die sich in einem oder mehreren EEPROM-Chips befinden, die den Betrieb des APDA-371 steuern. Abhängig von der beabsichtigten Konfiguration des APDA-371 gibt es auch verschiedene mögliche Versionen dieser Firmware-Programme.

Das APDA-371 CPU-Karte in allen Einheiten läuft mindestens mit dem Firmware-Hauptprogramm der Gerätesteuerung (Teilenummer 3236-X), das über die RS-232-Schnittstelle aktualisiert werden kann. Die optionale Rückplatte BX-965 Report Processor verfügt über eine eigene Firmware (Teilenummer 80353-X), die über den REPORT-Port aktualisiert werden kann. Das Folgende ist eine grundlegende Tabelle der verschiedenen Firmware-Programme:

Artikelnummer	Ver / Rev-Serie	Beschreibung
3236-02	V 3.XX (und früher)	Nur PM10-Firmware für die Haupt-CPU. Einheiten ohne Touchscreen.
3236-02	V 3.4.X	PM10 und PM2.5 FEM (USA-Typ) Firmware für die Haupt-CPU. Einheiten ohne Touchscreen.
3236-05	V 3.XX	PM2.5 FEM (USA-Typ) Firmware für die Haupt-CPU. Einheiten ohne Touchscreen.
3236-06	V 3.XX	PM-Grobe FEM-Firmware für die Haupt-CPU. Einheiten ohne Touchscreen.
3236-07	V 5.XX	PM10 und PM2.5 EU (Euro-Typ) Firmware für die Haupt-CPU. Einheiten ohne Touchscreen. – Ab Version 3.14.3 überführt von 3236-07 auf 3236-05
3236-55	V 4.XX	PM2.5, PM10, und Coarse FEM (USA-Typ) Firmware für die Haupt-CPU, nur Geräte mit Touchscreen.
3236-77	V 5.XX	PM2.5 & PM10 EU (Euro-Typ) Firmware für die Haupt-CPU, nur Geräte mit Touchscreen.
80353-1	V 1.XX	BX-965 Report Prozessor-Firmware, ältere Geräte nur mit HC11 Prozessor
80353-3	R 2.XX	BX-965 Report Prozessor-Firmware, Einheiten mit HC12-Prozessor, alle Einheiten außer Touchscreen.
80353-4	R 2.XX	BX-965 Report Prozessor-Firmware für alle Geräte mit BX-970 Touchscreen.
80596	V 2.XX	BX-970 Touchscreen PC-Software.



WARNUNG! Die Kompatibilität und Interaktivität dieser verschiedenen Firmware-Programme ist komplex. Einige Firmware-Versionen und/oder Revisionen sind nicht kompatibel mit anderen, und das Aktualisieren eines Programms erfordert möglicherweise ein Upgrade anderer Programme, um die Kompatibilität aufrechtzuerhalten. Wenden Sie sich an den technischen Service von HORIBA, um sicherzustellen, dass Sie über die richtigen Dateien verfügen, bevor Sie versuchen, eine Firmware zu aktualisieren.

Das APDA-371 kann Flash-Firmware-Upgrades über die seriellen Schnittstellen durchführen. Mit Flash-Updates kann der Außendienstmitarbeiter die Haupt-EEPROM-Firmware mithilfe des Flash-Update-Dienstprogramms einfach über den seriellen Anschluss auf die neueste Version umprogrammieren. Geräte, die derzeit die Firmware-Version 3.0 oder höher betreiben, verfügen bereits über ein Flash-kompatibles EEPROM. Wenn das APDA-371 eine alte Revision 2.58 oder eine frühere Firmware hat, müssen Sie den EEPROM-Chip physisch durch einen Flash-kompatiblen Chip ersetzen, der bei HORIBA erhältlich ist.

Sie benötigen einen Computer oder Laptop mit einem seriellen RS-232-Anschluss (9-polig) und dem seriellen APDA-Standardkabel, das mit dem APDA-371 geliefert wurde. Laptops ohne einen 9-poligen COM-Port benötigen einen zuverlässigen USB-zu-RS-232-Konverter, oder es kann ein USB-Kabel verwendet werden, wenn Ihr APDA den USB-Konverter-Port auf der Rückseite hat. Aktualisieren Sie die Firmware nicht über ein Modem.

HINWEIS: Die Hauptbetriebssystem-Firmware des APDA-371 wird immer nur über den Standard-RS-232-Anschluss aktualisiert. Die Rückplatte des Berichtsprozessors verfügt über ein eigenes EEPROM, einen eigenen Prozessor und einen eigenen Speicher. Die Berichtsprozessor-Firmware kann über den REPORT-Anschluss in ähnlicher Weise wie die Haupt-APDA-Firmware aktualisiert werden.



WARNUNG! Achten Sie darauf, dass die Stromversorgung des APDA-371 während des Flash-Firmware-Updates nicht unterbrochen wird! Eine Stromunterbrechung kann dazu führen, dass die Firmware nicht mehr funktionsfähig ist, sodass das APDA-371 an den Hersteller zurückgesendet werden muss!

Vor dem Flash-Firmware-Update:

- Laden Sie alle APDA-371 Daten und Fehlerprotokolle herunter und speichern Sie sie. Diese Dateien werden während des Upgrades aus dem Speicher gelöscht!
- Laden Sie das APDA-371-Einstellungsdatei herunter, oder notieren Sie mindestens Ihre aktuellen Einstellungen in den Fenstern SETUP> SAMPLE und SETUP> CALIBRATE. HINWEIS: Enthält das APDA bereits Firmwareversion 3.2 oder höher, dürfte keine der Einstellungen oder Kalibrierungen vom Aktualisierungsprozess betroffen sein.
- Stellen Sie das BAM-Baudrate für den Flash-Update-Prozess auf 9600 ein.

Flash-Aktualisierungsprozess:



WARNUNG! Der Flash-Aktualisierungsprozess sollte ausschließlich durch einen geschulten Servicetechniker durchgeführt werden. Kontaktieren Sie bitte den Service von HORIBA.

Nach dem Flash-Firmware-Update:

- Überprüfen Sie die APDA-Baudrate oder setzen Sie das APDA für die regelmäßige Datenerfassung auf die gewünschte Rate zurück.
- Setzen Sie die Kalibrierung der Filtertemperatur zurück und filtern Sie die RH-Sensoren. Legen Sie die Umgebungstemperatur, den Druck und den Durchfluss im Bildschirm TEST > FLOW als Grundeinstellung fest und kalibrieren Sie dann neu.

HINWEIS: Manchmal können infolge von Firmwareaktualisierungen falsche Feldkalibrierungswerte in diesen Parametern landen, die für einen ordnungsgemäßen Betrieb gelöscht werden müssen.

- Kontrollieren und verifizieren Sie die Einstellungen in den Bildschirmen SETUP> SAMPLE und SETUP> CALIBRATE, um sicherzustellen, dass sie noch immer korrekt sind. Es empfiehlt sich, nach jedem Firmware-Update sämtliche Einstellungen zu überprüfen.

9.8 Zurücksetzen des Datenzeigers für die neue Datensammlung

Beim Abruf von Dateien setzt das APDA-371 einen Datenzeiger. Der Zeiger zeigt den letzten aufgezeichneten Datensatz an, so dass beim nächsten Abruf von "neuen Daten" nur Daten an diesen Zeiger gesendet werden. Dies verhindert das Sammeln von redundanten Daten und unnötig großen Dateien. Manchmal ist es hilfreich, diesen Zeiger manuell auf einen bestimmten Datensatz zurückzusetzen, wenn dieser falsch eingestellt wird, z. B. wenn ein Modem mitten in einem Download auflegt. Firmwareversion 3.2.6 und höher ermöglicht das manuelle Zurücksetzen des Datenzeigers durch Senden eines Escape-Befehls über die serielle Schnittstelle. HINWEIS: Der REPORT-Port auf der Rückplatte des optionalen Berichtsprozessors verwendet verschiedene Zeiger-Reset-Befehle. Siehe das BX-965-Handbuch.

Der Reset-Befehl ist **<esc> FH <cr>**, wobei **<esc>** ist die Esc-Taste ist. F ist die gewünschte Dateinummer von **3** (Datenprotokolldatei), **6** (Durchfluss-Statistik-Datei), oder **8** (5-Minuten-Durchfluss-Datei). H ist die Anzahl der Stunden vor dem aktuellen Zeitpunkt, wo der Zeiger zu setzen ist (1 bis 9999). **<cr>** ist die Eingabetaste.

Zum Beispiel, durch Senden von `<esc> 3 24 <cr>` durch den RS-232-Port würde der Datenzeiger des Haupt-BAM-Datenspeichers auf 24 Stunden zurückgesetzt werden.

Der Zeiger der täglichen Konzentrationswerte kann auch in ähnlicher Weise unter Verwendung des Befehls `<esc> 0 D<cr>` zurückgesetzt werden, wobei `<esc>` die Esc-Taste ist. `0` ist die tägliche Konzentrationsprotokolldatei und `D` ist die Anzahl der Tage seit dem aktuellen Sollwert. Die Uhrzeit wird immer als 00:00:00, der Beginn des Tages, festgelegt.

9.9 Datenerhebung über die Query-Ausgabe oder das Bayern-Hessen-Protokoll

APDA-371-Geräte, die mit der Firmwareversion 3.6.3 oder höher ausgestattet sind, können das benutzerdefinierte digitale Abfragedatenfeld ausgeben. Europäische Geräte mit Firmwareversion der Serie 5 sind mit dem Datenprotokoll von Bayern-Hessen kompatibel. Das Format der Abfrage- oder BH-Datenfeldausgaben wird durch die vom Benutzer ausgewählten Parameter im Menü `SETUP> QUERY` wie im Abschnitt 6.10 beschrieben bestimmt.

HINWEIS: Auf die Query-Ausgabe kann nur über den seriellen `REPORT`-Port auf der optionalen Rückplatte des `BX-965 Report Processor` zugegriffen werden.

Bayern-Hessen "BH" Protokoll:

Das Bayern-Hessen-Protokoll dient zur Unterstützung bestimmter europäischer Datennetze. Das vollständige Protokoll wird in diesem Handbuch nicht beschrieben, ist jedoch in einem separaten technischen Dokument verfügbar. Der Hauptunterschied zwischen der Query- und der BH-Datenkonfiguration besteht darin, dass das BH-Protokoll das im Query-Array verwendete Zeit/Datum-Feld nicht unterstützt, das BH-Protokoll jedoch ein Diagnose-Stabilitätsfeld unterstützt, auf das mit dem Query-Array nicht zugegriffen werden kann.

Darüber hinaus kann das BH-Protokoll nur acht Alarmtypen (0-7) anstelle der standardmäßigen zwölf aufnehmen, sodass einige der Alarmzustände zusammen gruppiert sind. Außerdem unterstützt das BH-Protokoll acht Echtzeitstatusbits, um anzuzeigen, welcher Teil des Abtastzyklus gerade ausgeführt wird.

Benutzerdefinierte Abfrageausgabe:

Die Query-Ausgabe wird bereitgestellt, um eine einfachere Konfiguration des digitalen Datenloggers und mehr Flexibilität im APDA-371 Digital-Ausgangsarray zu ermöglichen. Das Abfrage-Ausgabearray ist so eingestellt, dass es nur die gewünschten Parameter in der gewünschten Reihenfolge enthält. Der Zugriff erfolgt mit einer einfachen Escape-Befehlssequenz. Dies eliminiert einen Großteil der Arbeit, die mit der Programmierung eines digitalen Datenloggers verbunden ist, um eine Eingabeaufforderung einzurichten, durch das klassische digitale Menüsystem zu navigieren und mehrere nicht verwendete Datenparameter zu analysieren.

Wie bei den klassischen digitalen Menüzugangsbefehlen muss beim APDA-371 keine Eingabeaufforderung eingerichtet werden. Nur das Esc-Zeichen `<Esc>` (Hex 1B) oder das `<STX>`-Zeichen (Hex 02) gefolgt von der gewünschten Abfragedatei und einem Zeilenumbruch (Enter). Die resultierende Query-Ausgabe des APDA besteht aus dem letzten Datensatz im APDA-Speicher im kommagetrennten Format.

Wenn der Fehlerstatus im benutzerdefinierten Abfragearray (QC) enthalten ist, wird er wie unten dargestellt als dezimaler Fehlercode angezeigt. Jeder Dezimalcodewert entspricht einem der zwölf regulären APDA-371 Fehler- oder Alarmtypen, wie in Abschnitt 7.2 beschrieben.

Dezimalcode	Fehlermarkierung	Beschreibung
0	keine	Kein Fehler
1	T	Filterbandsystemfehler
2	C	Fehler Beta-Zählung
4	D	Alarm für abweichende Membrandichte
8	P	Pressure Drop Alarm
16	F	Durchflussfehler
32	N	Nozzle Error
64	R	Referenzfehler, Membran-Timeout
128	L	Power Failure
256	I	Interner Fehler, Grob-Link-Down
512	M	Wartungskennzeichnung
1024	U	Telemetry Fault
2048	E	Externer Reset-Fehler






Eine Datenintegritätsprüfsumme wird am Ende jedes Abfragearrays nach dem Trennzeichen Sternchenzeichen '*' eingefügt. Die Prüfsumme ist die 16-Bit-arithmetische Summe aller Zeichen in der Zeile bis einschließlich, aber ohne das Sternchen.

HINWEIS: Digitale Datenlogger können so programmiert werden, dass anstelle von <ESC> das Zeichen <STX> (Hex 02) verwendet wird, um zu verhindern, dass der Befehl zum Logger zurückgesendet wird.

10 Zubehör und Ersatzteile




10.1 Verbrauchsmaterial, Ersatzteile und Zubehör

Die folgenden Teile sind von HORIBA für die Wartung, den Austausch, den Service und für Upgrades verfügbar. Wenn Sie sich nicht sicher sind, welches Teil Sie benötigen, setzen Sie sich mit der Serviceabteilung in Verbindung. Einigen dieser Teile erfordern technische Fähigkeiten oder spezielle Überlegungen vor dem Einbau.






Beschreibung	Artikel-Nr.	Abbildung
Verbrauchsmaterial		
Rolle Filterband, Glasfiber, 60+ Tage pro Rolle 30 mm x 25 m	460180	
Wattestäbchen für die Reinigung der Bestaubungskammer, 100 Stk. Solon #362	995217	
Werkzeuge		
HORIBA APDA-371 Wartungswerkzeugsatz: Enthält Abstandsscheibe für die Bestaubungskammer, Federwaage, Abstandhalter Rolle, Werkzeug zum Ausbauen des Filtersensors	BX-308	
Gummidichtung für Kammer Lecktest	7440	
Membran Einheit, Ersatzteil, 0.800 mg/cm ²	8069	
Membran Einheit, mittlere Dichte, 0.500 mg/cm ²	BX-301	
Massendurchfluss Kalibriersatz, 0-20 SLPM	BX-303	
Lufteinlass Adapter zur Durchflusskalibrierung (Lecktest Ventil), enthält kurzes Einlass-Rohr	BX-305	
Nullluft Kalibriereinheit, mit Ventil, benötigt für PM _{2.5} FEM Überwachung, wie BX-305 aber mit zusätzlichem Absolutfilter (0.2 micron)	BX-302	

Kalibriersatz für volumetrischen Luftdurchsatz (BGI Delta Cal™) Durchfluss-, Temperatur- und Druckstandards HORIBA empfohlenes Durchflussmessgerät	BX-307	
--	---------------	---

Pumpen und Pumpenteile


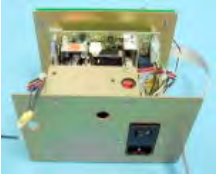
Pumpe, Medo, 115 VAC, 50/60 Hz, Low Noise	BX-126	
Pumpe, Medo, 230 VAC, 50/60 Hz, Low Noise	BX-127	
Pumpe, Gast, Rotationspumpe, 100 VAC, 60 Hz	BX-123	
Pumpe, Gast, Rotationspumpe, 115 VAC, 50/60 Hz	BX-121	
Pumpe, Gast, Rotationspumpe, 230 VAC, 50 Hz	BX-122	
Pumpe, Gast, Rotationspumpe, 230 VAC, 60 Hz	BX-124	
Schalldämpfer, Medo/Gast Pumpe, Ersatzteil	580293	
Pumpe Wartungssatz, Gast	680828	
Pumpe Wartungssatz, Medo	680839	
Pumpe Service Kit, Filter Ersatzteil, Medo	8588	
Pumpe Controller (Relais Modul) Medo/Gast	BX-839	

Durchflusskomponenten





Durchflussmesser, Masse, 0-20 LPM, interne Baugruppe	80324	
Baugruppe Durchflussregler, nur Ersatzteil	8776	
Automatische Durchflussregler, Upgrade Satz	BX-961	
Filter Baugruppe, Pisco In-line	580291	
Filterelement, Pisco In-line	580292	
Filter Temperatur und RH Sensor Satz	BX-962	
Filter RH Sensor zum Austausch	9278	
Filter Temperatur Sensor zum Austausch	9279	
Bestäubungskammer, Edelstahl, Ersatzteil	8009	
Feder Bestäubungskammer, Ersatzteil	2998	
O-Ring, Bestäubungskammer	720066	
O-Ring, Anpassungsstück Einlass, 2 benötigt	720069	
O-Ring Satz, APDA	9122	






Pumpenschlauch, transparent, 10 mm A.D., 6.5 mm I.D. Polyurethan, 7,5 m Rolle Standard	960025	
---	---------------	---

Elektrische und elektronische Teile




Display, LCD, Front	2823	
Platine, CPU	3230-8	
Platine, Interface	3250-1	
Platine, Rückseitige Anschlüsse	3260-1	
Sicherung, HORIBA APDA-371, 3.15A, 250V, 5x20 mm, 2 Stk. benötigt	590811	
Motor, mit Getriebe, 4 RPM	8105-1	
Motor, mit Getriebe, 10 RPM	8106-1	
Netzteil, 115 VAC, 60 Hz	BX-115	
Netzteil, 115 VAC, 50 Hz	BX-116	
Netzteil, 230 VAC, 60 Hz	BX-230	
Netzteil, 230 VAC, 50 Hz	BX-231	
Netzteil, 100 VAC, 60 Hz	BX-100	
Netzteil, 100 VAC, 50 Hz	BX-101	

Einlässe



PM ₁₀ Lufteinlass – EPA Style	BX-802	
TSP Lufteinlass, mit Insektenschutz	BX-803	
PM _{2.5} Sharp Cut Zyklon	BX-807	
PM _{2.5} Very Sharp Cut Zyklon, BGI Inc. VSCC™ Benötigt für PM _{2.5} FEM Überwachung	BX-808	
PM _{2.5} WINS Impaktor	BX-804	
Lufteinlass System – Dachdurchführung, mit wasserdichtem Flansch, Probenahmerohr und Winkeln. Spezifizierte Länge, 2,4 m Standard	BX-801	

Kopplungsstück für Probenahmerohr, mit O-Ringen, verbindet zwei Rohre, Probenahmerohr separate erhältlich	BX-821	
Probenahmerohr Verlängerung, 1,2 m, mit Rohrverbindung und Rohr	BX-822	
Probenahmerohr Verlängerung, 2,4 m, mit Rohrverbindung und Rohr	BX-823	
Rohr, Aluminium, 2,4 m Standard	8112	
Probenahmerohr, Länge kundenspezifisch X = Länge in Fuß, max. 8 Fuß pro Rohr	8112-X	
Smart Heater Option, 115 VAC	BX-827	
Smart Heater Option, 230 VAC	BX-830	
Smart Heater Upgrade Kit, 115VAC	9307	
Smart Heater Upgrade Kit, 220VAC	9308	
APDA Lufteinlass Reinigungssatz Enthält Zugseil, Rohrbürste, Mikrofaser Tücher, Reinigungsbürste, O-Ring Fett, Baumwoll-Applikator, zur Reinigung der PM ₁₀ und PM _{2.5} Einlässe	BX-344	
O-Ringe, Zyklon, Set mit 6 Stk.	720097	
O-Ringe, PM ₁₀ Kopf, Set mit 3 Stk.	8965	

Meteorologische Sensoren

590 Windrichtungs-Sensor, Auto ID	BX-590	
591 Windgeschwindigkeits-Sensor, Auto ID	BX-591	
592 Umgebungstemperatur-Sensor	BX-592	
593 Umgebungsfeuchte-Sensor	BX-593	
594 Umgebungsdruck-Sensor, Auto ID	BX-594	
595 Sonnstrahlung- Sensor, Auto ID	BX-595	

Datum: August, 2019
Seite: 118

596 AT/BP Combo Sensor Benötigt für PM _{2.5} FEM Überwachung	BX-596	
Real-Time Modul (RTM), APDA Einlass-Partikel-Sensor	BX-894	

Kommunikationskomponenten und Verschiedenes

Serieller Drucker	BX-601	
Konverter für Drucker mit Parallelschnittstelle	BX-602	
Modem	BX-996	
Serielles Kabel, 1,8 m, DB-9 Buchse/Buchse, null, APDA bis PC	400658	
Belkin F5U109 USB-to-RS-232 Adapter	550067	
Aussenaufstellungsgehäuse, beheizt, Mfg by Shelter One	BX-902	
Aussenaufstellungsgehäuse, klimatisiert Mfg by Ekto. Erhältlich mit 2000 oder 4000 BTU A/C.	BX-903 BX-904	

HORIBA APDA-371 Prüf- und Wartungsprotokoll

Modell: HORIBA APDA-371 **Serien-Nr.:**

Prüfdatum:

Prüfer:

Durchflussregelung			
Referenzmessgerät Durchfluss:	Modell:	Serien-Nr:	Kalibrierdatum:
Referenzmessgerät Temperatur:	Modell:	Serien-Nr:	Kalibrierdatum:
Referenzmessgerät Luftdruck:	Modell:	Serien-Nr:	Kalibrierdatum:

Lecktest-Wert:	vorher:	lpm	nachher:	lpm	
Umgebungstemperatur:	vorher:	C	nachher:	C	N/A
Luftdruck:	vorher:	mmHg	nachher:	mmHg	
Durchflussrate (volumetrisch):	vorher:	lpm	nachher:	lpm	N/A
Durchflussrate (EPA Standard):	vorher:	lpm	nachher:	lpm	N/A

Mechanik									
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Schalldämpfer sauber:	vorher		nachher			PM ₁₀ Partikelfalle:	vorher		nachher		N/A	
Bestäubungskammer sauber:	vorher		nachher			PM ₁₀ Sammelgefäß:	vorher		nachher		N/A	
Filterband Stützkreuz sauber:	vorher		nachher			PM ₁₀ Insektenfilter sauber:	vorher		nachher		N/A	
Welle Spule sauber:	vorher		nachher			PM _{2.5} Partikelfalle:	vorher		nachher		N/A	
Gummitransportrollen sauber:	vorher		nachher			Probenahmerohr Dichtung OK:	vorher		nachher			
Chassis Erdung installiert:	vorher		nachher			Probenahmerohr senkrecht zum APDA:	vorher		nachher			

Analog Spannungsausgang			N/A
DAC Menü	APDA Ausgangsspannung	Logger Spannung Input	
0.000 V	V	V	
0.500 V	V	V	
1.000 V	V	V	

Membran	
letzte m (mg):	
ABS (mg):	
Differenz (mg):	
% Differenz:	

Durchflussbereich	
Durchfluss Soll	APDA Ist
15.0 LPM	
16.7 LPM	
18.3 LPM	

Setup und Kalibrierwerte								
Parameter	erwartet	gesetzt	Parameter	erwartet	gesetzt	Parameter	erwartet	gesetzt
Uhr Zeit/Datum			FLOW TYPE			AP		

RS232			Cv			FRI		
STATION #			Qo			FRh		
RANGE			ABS			Password		
APDA SAMPLE			sw			Cycle Mode		
MET SAMPLE			K Factor			RH Control		
OFFSET			BKGD			RH Setpoint		
CONC UNITS			STD TEMP			Datalog RH		
COUNT TIME			HEATER			Delta-T Control		
FLOW RATE			e1			Delta-T Setpoint		
CONC TYPE			Errors			Datalog Delta-T		

Letzte 6 Fehler in HORIBA APDA-371 Fehlerhistorie

Fehler	Datum	Zeit	Fehler	Datum	Zeit
1			4		
2			5		
3			6		

Bemerkungen:

BX-596 AT/BP SENSOR BEDIENUNGSANLEITUNG



Met One Instruments, Inc
1600 Washington Blvd.
Grants Pass, Oregon 97526
Telephone 541-471-7111
Facsimile 541-541-7116

BX-596 Sensor Manual - © Copyright 2007 Met One Instruments, Inc. Alle Rechte vorbehalten weltweit. Kein Teil dieser Publikation darf in einem Dateninformations- oder -abfragesystem reproduziert werden, übertragen werden, gespeichert werden, oder in irgendeine andere Sprache in irgendeiner Form mit irgendwelchen Mitteln ohne die ausdrückliche schriftliche Erlaubnis von Met One Instruments, Inc.

Über dieses Handbuch:

Der BX-596 ist eine Option als Kombination von Umgebungstemperatur Sensor und Luftdruck Sensor für den Anschluss an einen BAM-1020 Schwebstaubmonitor. Der BX-596 Sensor ist ein notwendiges Zubehör für alle BAM-1020, mit denen Staubkonzentrationen nach PM_{2,5} gemessen werden sollen, das gilt ab März 2007. Der Sensor überträgt Temperatur- und Luftdruckdaten zum Messgerät zur Regelung der tatsächlichen (volumetrischen) Durchflussrate und der Durchflussstatistik während des Probenahme-Intervalls. Der BX-596 ist nur mit BAM-1020 Firmware Version 3.2.4 oder höher kompatibel. Dieses Handbuch beschreibt die Installation und Bedienung des BX-596 Sensors. Beachten Sie auch die Bedienungsanleitung des BAM-1020.

Das Modell BX-596-1 ist eine Version mit erweitertem Messbereich für besonders kalte oder besonders hohe Umgebungen.



BX-596 Temperatur/Druck Sensor, installiert an einem BAM-1020 Probenahmerohr

Technische Daten:

BX-596	Barometrischer Luftdruck	Umgebungstemperatur
Spannungsausgang:	0 bis 2,5 V	0 bis 2,5 V
Bereich:	525 bis 825 mmHg	-40 bis +55 °C
Genauigkeit:	±0,25 mmHg @ 25 °C	± 1,5 °C über -30 °C
ID Spannung:	3,50 V DC ± 0,02	

BX-596-1	Barometrischer Luftdruck	Umgebungstemperatur
Spannungsausgang:	0 bis 2,5 V	0 bis 2,5 V
Bereich:	400 bis 825 mmHg	-50 bis +50 °C
Genauigkeit:	±1,5 mmHg	± 1,5 °C Full Scale
ID Spannung:	4,10 V DC ± 0,02	

Installation und Setup:

Stellen Sie sicher, dass der BAM-1020 ordnungsgemäß nach den Anweisungen in der Bedienungsanleitung installiert ist.

Während die Installation benötigen Sie einen Zugang für das BX-590 Sensorkabel zum Messcontainer, in dem der BAM installiert ist. In einigen Fällen ist es am einfachsten, ein Loch mit einem Durchmesser von 3/8" (ca. 9,5 mm) in das Dach des Messcontainers in einem Abstand von etwa 6" (152 mm) zum Probenahmerohr zu bohren, dann das Kabel hindurchzuführen und das Loch anschließend abzudichten, um Lecks zu vermeiden.

Möglicherweise gibt es in einigen Anwendungen einen besseren Weg, das Kabel in den Messcontainer zu führen. Das BX902/903 Außenaufstellungsgehäuse von Met One hat vorgefertigte Durchführungen an der Seite, um das Sensorkabel zum BAM-1020 zu führen. Entscheiden Sie, welches die beste Möglichkeit ist, das Kabel in den Messcontainer zu führen. Längere Kabel können bei Bedarf angefordert werden.

Entfernen Sie den PM10 Lufteinlass und das PM2.5 Zyklon von der Spitze des BAM Probenahmerohrs. Befestigen Sie den BX-596 mit der mitgelieferten Halterung (etwa 8 bis 10" (ca. 200 bis 254 mm) unterhalb der Spitze) am Probenahmerohr. Richten Sie den Sensor waagrecht aus und ziehen Sie die Schrauben fest an.

Schalten Sie den BAM-1020 aus. Stecken Sie dann das Sensorkabel am Stecker am Boden des BX-596 ein. Führen Sie das Kabel in den Messcontainer zur Rückseite des BAM-1020. Rollen Sie das Kabel auf. Schließen Sie das Kabel an der Rückseite des BAM wie in der folgenden Tabelle dargestellt an.

BX-596 AT/BP Sensor-Anschluss		
Kabelfarbe	Funktion	BAM Klemme
Gelb	AT ¹⁾ Signal Output	Kanal 6 SIG
Schwarz / Schirm	Masse	Kanal 6 COM
Rot	+12 VDC	Kanal 6 POWER
Grün	Auto ID Signal 3,50V	Kanal 6 ID
Weiß	BP ²⁾ Signal Output	Kanal 7 SIG

¹⁾ AT = Umgebungstemperatur (ambient temperature)

²⁾ BP = barometrischer Luftdruck (barometric pressure)

Reinstallieren Sie den PM₁₀ Lufteinlass und das PM_{2.5} Zyklon und dichten Sie die Durchführung des Kabels mit Silikon ab.

Betrieb:

Wenn der BAM-1020 mit installiertem BX-596 eingeschaltet wird, erkennt das Gerät automatisch die ID Spannung des Sensors und konfiguriert Kanal 6 und 7, um die Ausgangsspannung des Sensors einzulesen und zu skalieren. **Hinweis:** Der BX-596 Sensor benötigt BAM-1020 Firmware ab Revision 3.2.0 oder später. Die Version BX-596-1 mit erweitertem Messbereich benötigt BAM-1020 Firmware 3.6.2 oder höher. Wenn die Firmware nicht auf dem aktuellen Stand ist, erkennt der BAM-1020 den Sensor nicht automatisch.

Schalten Sie den BAM-1020 ein und führen Sie die Kalibrierung des BX-596 durch. Hinweis: Die Kalibrierung erfolgt im Menü TEST > FLOW und kann erst durchgeführt werden, wenn der

Parameter FLOW TYPE im Menü SETUP > CALIBRATE auf ACTUAL gesetzt ist. Sie benötigen ein Referenz-Standard-Messgerät für die Umgebungstemperatur und den barometrischen Luftdruck.

MULTIPOINT FLOW CALIBRATION			
	TARGET	BAM	STD
<CAL>	AT:	23.8	23.8 C
	BP:	760	760 mmHg
	FLOW 1:	15.0	15.0 LPM
	FLOW 2:	18.3	18.3 LPM
	FLOW 3:	16.7	16.7 LPM
CAL	NEXT	DEFAULT	EXIT

1. Rufen Sie das Menü TEST > FLOW auf (siehe oben). Die Bestaubungskammer senkt sich automatisch beim Aufruf des Menüs ab. In Spalte „BAM“ wird der Messwert angezeigt, der vom BAM-1020 für jeden Parameter gemessen wird. In der Spalte „STD“ geben Sie den korrekten Wert Ihres Referenz-Standards ein. Das <CAL> Symbol wird neben dem Parameter angezeigt, der kalibriert werden soll.
2. Messen Sie die Temperatur in der Nähe des BX-596 Sensors mit Ihrem Referenz-Messgerät. Geben Sie den Referenzmesswert in der Spalte STD mit den Pfeiltasten ein. Drücken Sie die Hotkey-Taste CAL, um den Messwert des BAM zu korrigieren. Der BAM-Messwert und der STD Wert stimmen nun überein.
3. Drücken Sie die Taste NEXT, um das <CAL> Symbol auf das Feld BP (Barometrischer Luftdruck) zu setzen, und wiederholen Sie die Schritte für den Luftdruck.

Mit der Taste DEFAULT können Sie die eingegebenen Kalibrierwerte des angewählten Parameters löschen und die werkseitigen Werte wieder herstellen. Die DEFAULT Kalibrierung sollte in den meisten Fällen nahe genug an den vom BAM gemessenen Werten liegen.

Der BX-596 wird in fast allen Anwendungen als Teil der BAM-1020 Durchflussregelung kalibriert. Kalibrieren Sie die Temperatur (AT) und Druck (BP)- Kanäle immer vor den Kanälen für den Durchfluss, da die Durchflussrate durch die Temperatur und den Druck der Umgebungsluft beeinflusst wird.

Die vom BX-596 gemessene Temperatur kann auch in Eiswasser kontrolliert werden. Der Test mit Eiswasser wird außer in sehr kalten Umgebungen nicht durchgeführt. Kalibrieren Sie den Sensor zunächst mit der Umgebungsluft. Führen Sie dann die folgenden Schritte aus:

1. Entfernen die die Feststellschraube am Boden der Halterung, so dass das Elektronikmodul frei drehbar ist. Drehen Sie das Modul gegen den Uhrzeigersinn, bis es sich aus dem Slot löst und aus der Strahlungsschutzblende löst.
2. Der Sensor wird mit einer 18“ (ca. 450 mm) langen Verlängerung geleifert. Die Verlängerung wird benutzt, um den Temperaturfühler in das Eiswasser einzutauchen. Ziehen Sie den schwarzen Temperaturfühler vorsichtig von der Spitze der Elektronik ab und installieren Sie die Verlängerung zwischen Fühler und Elektronik.
3. Tauchen Sie den Temperaturfühler in das Eiswasser zusammen mit Ihrem Referenzsensor ein. Vermeiden Sie das Eintauchen der Halterung des Temperaturfühlers hinter dem Stecker.
4. Warten Sie, bis die Temperatur ausgeglichen ist, vergleichen Sie dann die Temperatur im Menü TEST > FLOW mit Ihrem Referenz-Messgerät. Die Werte sollten mit einer Tole-

ranz von $\pm 1,5$ °C für den BX-596-1 Sensor übereinstimmen. **Hinweis:** Die Toleranz des Standard BX-596 Sensors liegt bei $\pm 2,5$ °C für Temperaturen unter -30 °C.

5. Entfernen Sie die Verlängerung und bauen Sie den Sensor wieder zusammen.

Während des Betriebes des BAM-1020 kann der Ausgang des BX-596 im Menü der Durchflussregelung oder im Menü OPERATE angezeigt werden, siehe Bedienungsanleitung BAM-1020.



Verlängerung für Eiswasser-Kalibrierung

Wartung:

Der BX-596 wurde unter den Aspekten einer geringen Wartung, eines einfachen Zugriffs und für raue Umgebungsbedingungen entwickelt. Abgesehen von der Kalibrierung sind nur wenige Wartungspunkte zu beachten.

- Entfernen Sie den Boden und stellen Sie sicher, dass die vier Löcher in der Abdeckplatte frei sind und nicht durch Schmutz oder Insekten verstopft sind. Diese Löcher erlauben einen Druckausgleich im Sensor zur Messung des Luftdrucks. Reinigen Sie das Elektronik-Gehäuse alle 12 Monate von innen, falls erforderlich.
- Reinigen Sie den Strahlungsschutzschirm mindestens einmal im Jahr. Verschmutzte Schirme reflektieren die Sonnenstrahlung schlechter als saubere.
- Die Elektronikplatine soll nicht vom Nutzer ausgetauscht oder gewartet werden.
- Der schwarze Temperaturfühler kann bei Beschädigung ausgetauscht werden. Die Baugruppe wird einfach auf das Elektronik-Modul gesteckt. Der Sensor muss kalibriert werden, wenn der Fühler ausgetauscht wurde.

Technische Unterstützung:

Wenn Sie Unterstützung benötigen, wenden Sie sich während der Bürozeiten Montag bis Freitag zwischen 7:00 und 16:00 Uhr an Ihre Servicevertretung. Zusätzlich finden Sie technische Informationen und Serviceanweisungen auf unserer Website. Bitte erfragen Sie ein RA-Nummer (Return Authorization), bevor Sie Geräte zum Werk einschicken. Das erlaubt uns die Verfolgung und Terminierung der Servicearbeiten und verbessert den Kundenservice.

Tel.: (541) 471-7111 Fax: (541) 471-7116
E-Mail: service@metone.com Web: www.metone.com
Mail: Technical Services Department
Met One Instruments, Inc.
1600 NW Washington Blvd.
Grants Pass, OR 97526