

TÜV RHEINLAND ENERGIE UND UMWELT GMBH



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Fa. Ecotech Pty Ltd. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5}

TÜV-Bericht Nr.: 936/21222754/A
Köln, 01. Oktober 2013

www.umwelt-tuv.de



teu-service@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 Schallleistungspegeln und Durchführung von Schallmessungen an Windenergieanlagen

nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

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

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

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

Leerseite

Kurzfassung

Im Auftrag der Firma Ecotech Pty Ltd. führte die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Spirant BAM 1100 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 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 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 Spirant BAM 1100 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 Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider wurde von der Fa. Met One Instruments, Inc. entwickelt und wird bei Met One komplett gefertigt.

Die Messeinrichtung ist bis auf ein abgeändertes Frontdesign hardwareseitig absolut baugleich mit der Messeinrichtung BAM-1020. Die Gerätesoftware wurde basierend auf der zugelassenen Software der Messeinrichtung BAM-1020 in den folgenden Punkten angepasst:

Basissoftware BAM-1020: Version 3236-07 5.1.1

Software Spirant BAM 1100: Version 81237-05 V1.0.0

Folgende Unterschiede bestehen zwischen den beiden Softwareversionen:

1. Referenzen auf Met One und BAM 1020 in Display Menüs und Ausgaben entfernt und durch Spirant BAM 1100 ersetzt
2. Einfügen eines weiteren Ausgabeprotokolls, damit Spirant BAM 1100 zusammen mit anderen Ecotech Produkten mit gleichen Kommandos ausgelesen werden kann
3. Keine Ausgabe des Span- und Stabilitätswertes im Datenreport sowie im Bayern-/Hessen-Protokoll

Die implementierten Änderungen zwischen der Basissoftware BAM-1020 und der Software Spirant BAM 1100 haben keine Einflüsse auf die Leistungsfähigkeit der Messeinrichtung.

Die Messeinrichtung ist 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 03. Juli 2013 (BANz AT 23.07.2013 B4, Kapitel IV, 4. Mitteilung), Stellungnahme vom 18. März 2013

Die Messeinrichtung Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider verfügt derzeit noch nicht über eine Bekanntgabe in Deutschland bzw. in Europa.

Zur Bekanntgabe der Messeinrichtung Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider erfolgten keinerlei praktische Prüfungen. Es wurde lediglich eine Dokumentenprüfung durchgeführt. Der Produktionsstandort der Firma Met One in Grants Pass wird bereits jährlich auditiert. Das letzte Audit fand im Februar 2013 statt, im nächsten Audit in 2014 wird die Messeinrichtung Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider explizit in den Auditumfang aufgenommen. Des Weiteren wurde die Messeinrichtung auch in den Auditumfang bei der Firma Ecotech Pty. Ltd. in Knoxfield aufgenommen und die notwendigen Prozesse zum Informationsaustausch zwischen Met One und Ecotech im Rahmen des im September 2013 stattgefundenen Erstaudits gemäß EN 15267-3 positiv begutachtet.

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. Die beiden Messeinrichtungen sind bis auf ein anderes Frontdesign sowie die aufgeführten Softwareanpassungen exakt baugleich.

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 Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider. Anlagen sind der Eignungsprüfbericht für die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5} Vorabscheider inkl. aller Mitteilungen seit Erstbekanntgabe sowie des Handbuch für die Messeinrichtung Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider.

Leerseite

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung
Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Fa. Ecotech Pty Ltd.
für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5}, Bericht: 936/21222754/A

Seite 7 von 10



Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Fa. Ecotech Pty Ltd. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5}

Geprüftes Gerät:	Spirant BAM 1100 mit PM _{2,5} -Vorabscheider für Schwebstaub PM _{2,5}
Hersteller:	Ecotech Pty Ltd. 1492 Ferntree Gully Road Knoxfield, VIC, 3180 Australia
Prüfzeitraum:	Juli 2008 bis März 2010
Berichtsdatum:	01. Oktober 2013
Berichtsnummer:	936/21222754/A
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Karsten Pletscher karsten.pletscher@de.tuv.com
Fachlich Verantwortlicher:	Dr. Peter Wilbring peter.wilbring.@de.tuv.com

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung
Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Fa. Ecotech Pty Ltd.
für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5}, Bericht: 936/21222754/A

Leerseite

1. Allgemeines

1.1 Bekanntgabevorschlag

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

Messeinrichtung:

Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider

Hersteller:

Ecotech Pty Ltd., Knoxfield, Australien

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 81237-05 V1.0.0

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. Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung ist im Internet unter www.qal1.de einsehbar.

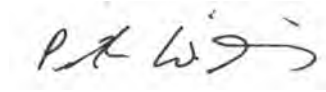
Prüfbericht:

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, Köln
Bericht-Nr.: 936/21222754/A vom 01. Oktober 2013

Köln, den 01. Oktober 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
- Zusammenstellung aller Mitteilungen seit Erstbekanntgabe der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM_{2,5} Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5}
- Bedienungshandbuch für die Messeinrichtung Spirant BAM 1100 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, Unsicherheitsbereich 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 PM2,5 Vorabscheider (bestehend aus PM10-Probenahmekopf und PM2,5 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 PM2,5 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 B ₁ darf nicht mehr als ± 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 µg/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 ≥ 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 PM _{2,5} 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 ± 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 Mehrkomponentenmeseinrichtungen	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 µg/m ³ unterhalb des geforderten Wertes von 2,5 µg/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 Wd _{qo} 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.

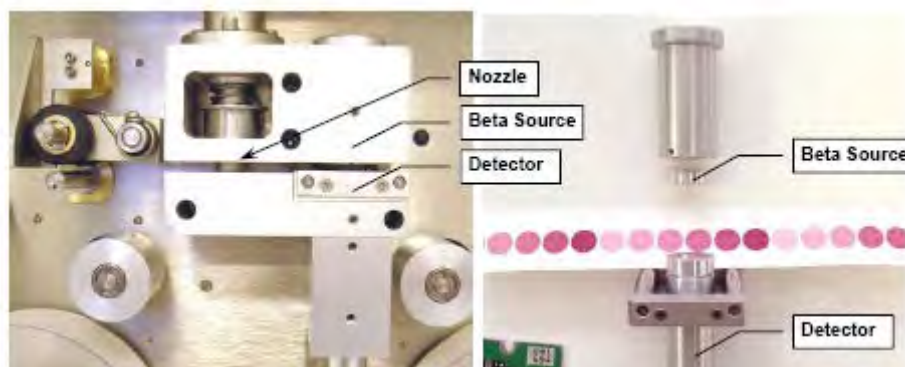
Die Partikel erreichen das Messgerät und werden auf dem Glasfilterband der radiometrischen Messung abgeschieden.

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.

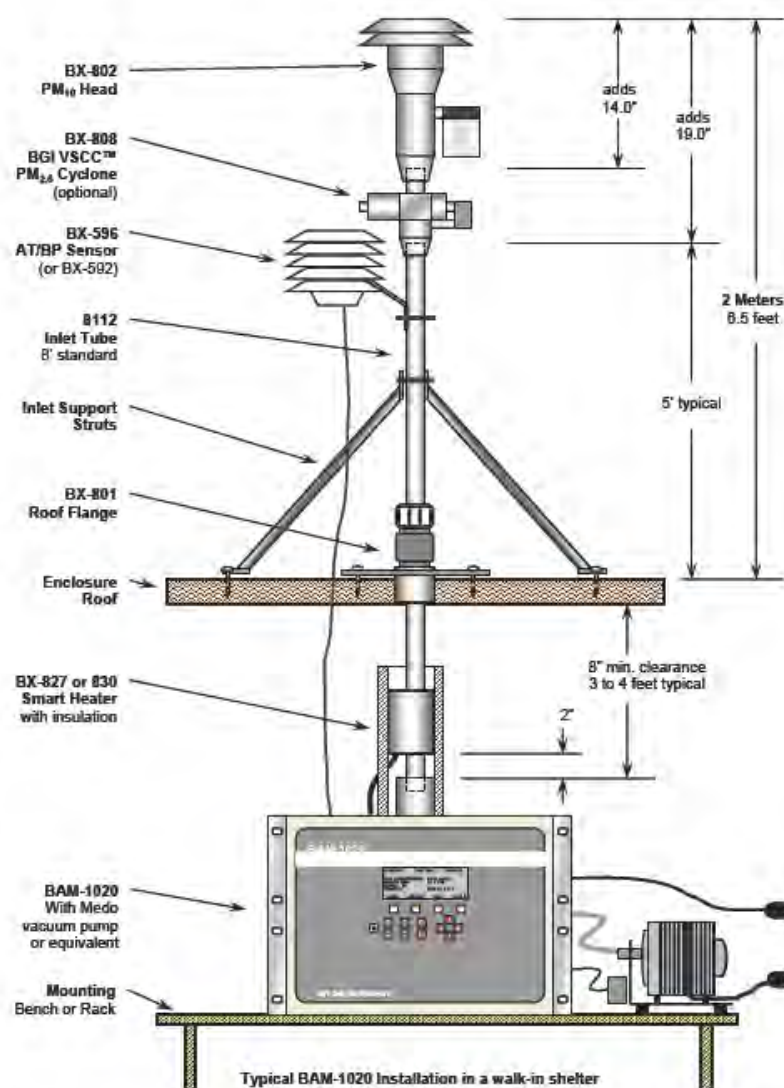


Abbildung 2: Überblick Gesamtsystem BAM-1020 (hier anstelle von PM_{2,5} SCC BX-807 mit PM_{2,5} VSCC BX-808 dargestellt (Konfiguration für US-EPA Zulassung))

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-Probeneinlass 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 PM2,5 Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5, Berichts-Nr.: 936/21209919/A

Seite 33 von 285

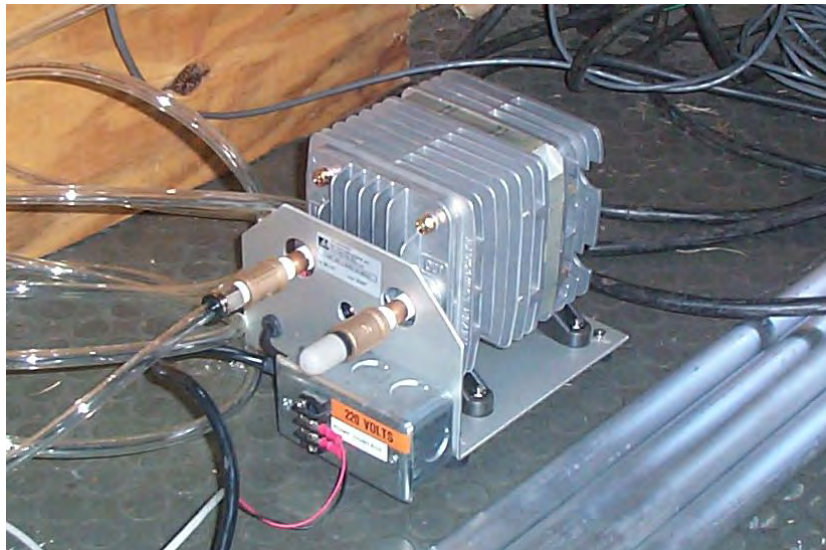


Abbildung 9: Vakuumpumpe BX-127



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.

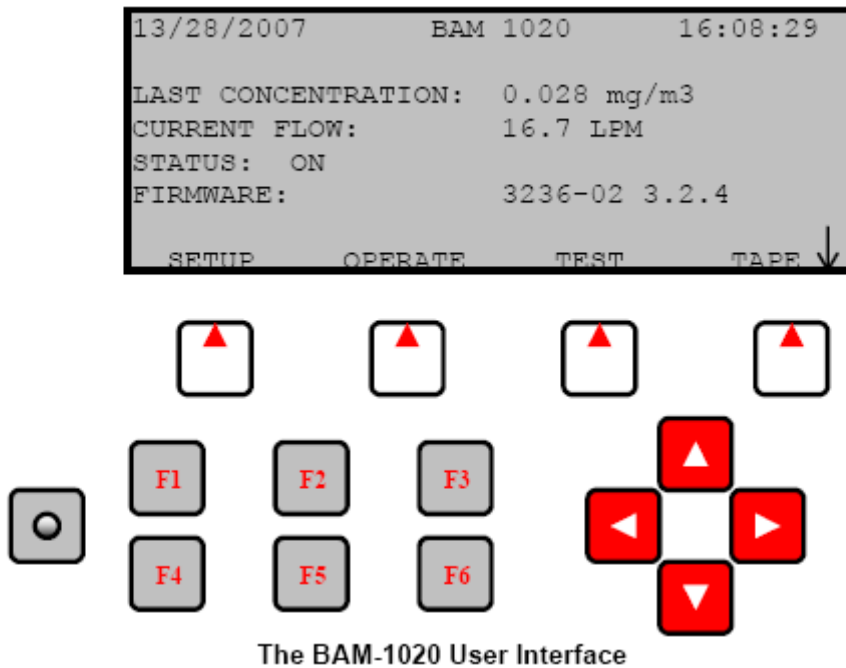


Abbildung 11: Darstellung Display + Folientastatur des BAM-1020

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.

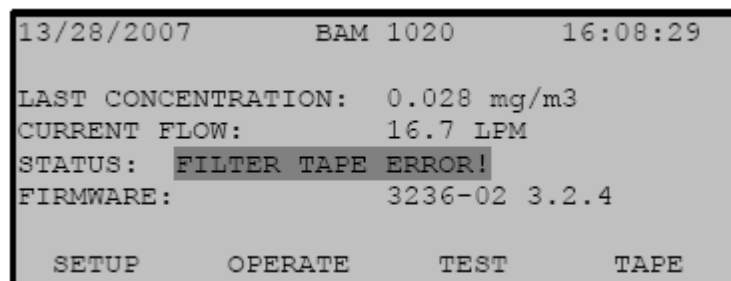
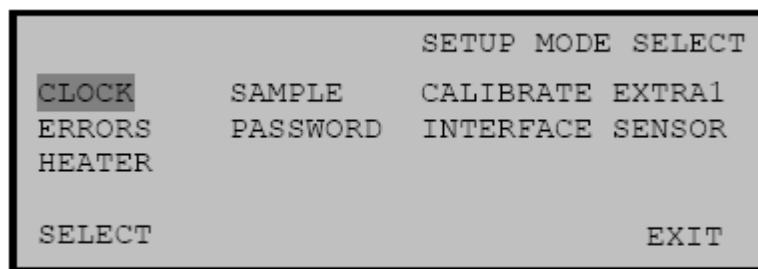


Abbildung 12: Hauptfenster der Benutzeranzeige

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.

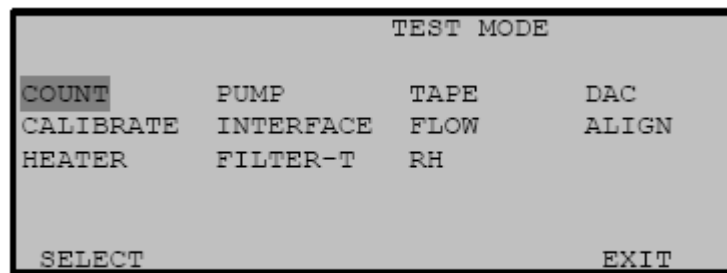
```
11/15/2006   Normal Mode   11:27:54

                                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“

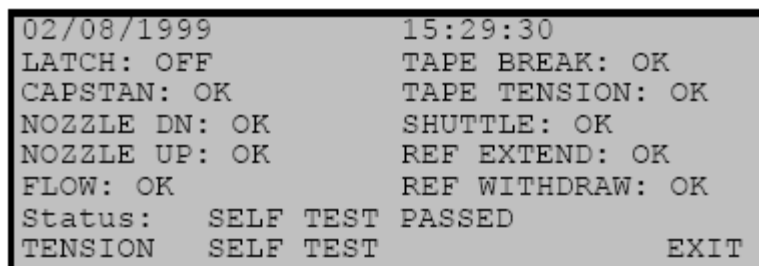
- Menü „TEST“ (Softkey „TEST“ drücken): Im Menü „TEST“ kann der Bediener verschiedene Hardware- und Komponententests durchführen, u.a. kann die radiometrische Messung (Referenzfolientest) oder die Durchflussrate überprüft oder eine Kalibrierung der Temperatur-, Drucksensoren sowie der Durchflussrate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

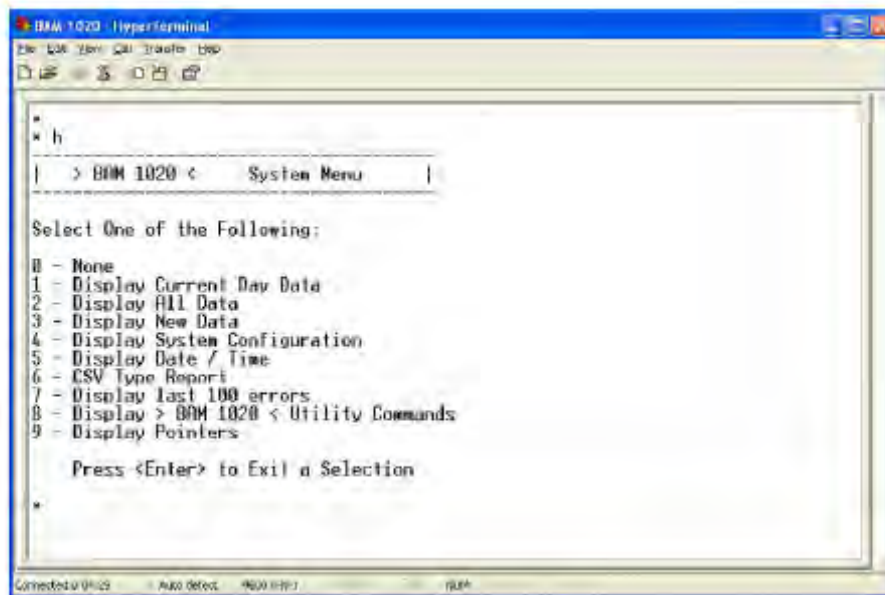


Abbildung 18: Kommunikation über serielle Schnittstelle #1 - Systemmenü

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 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 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.

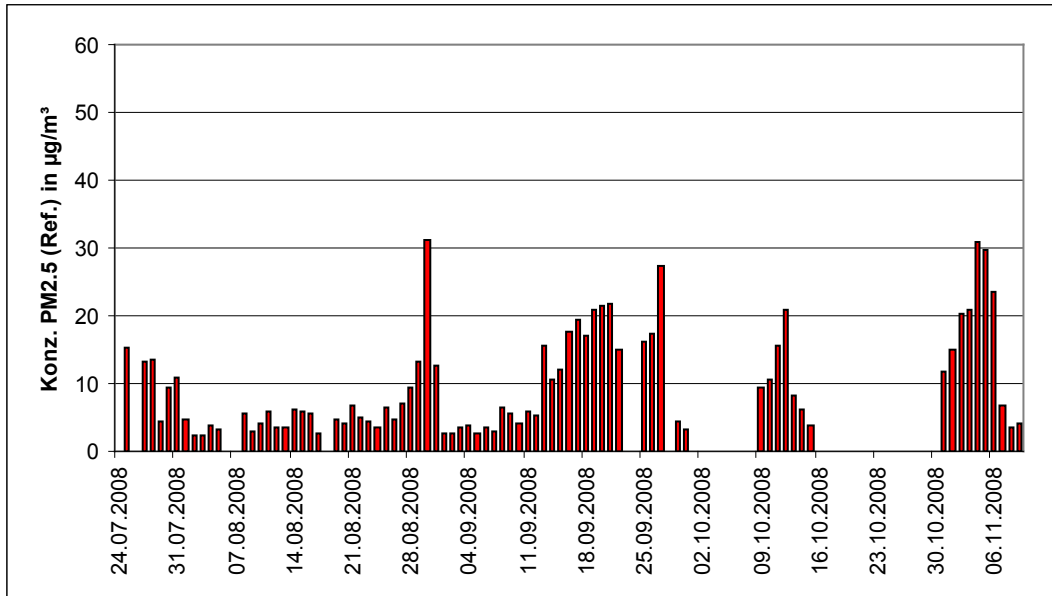


Abbildung 21: Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“

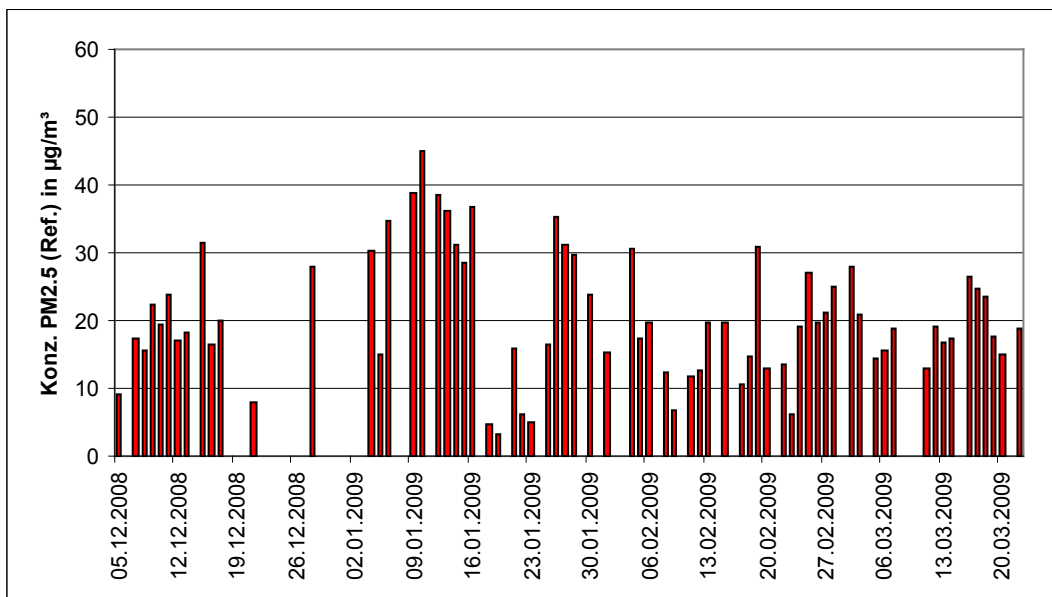


Abbildung 22: Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Parkplatzgelände, Winter“

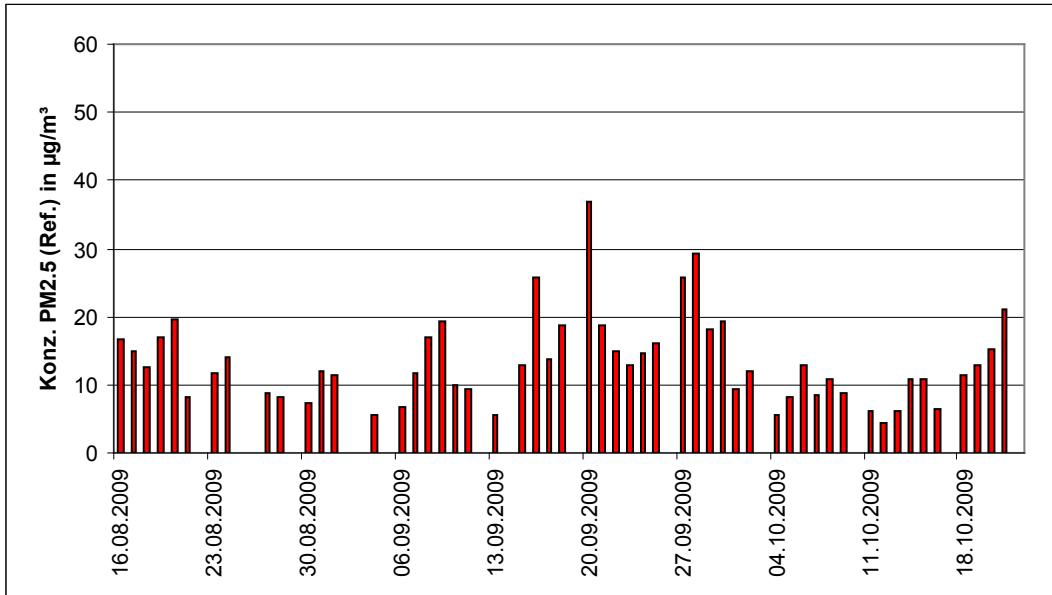


Abbildung 23: Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer“

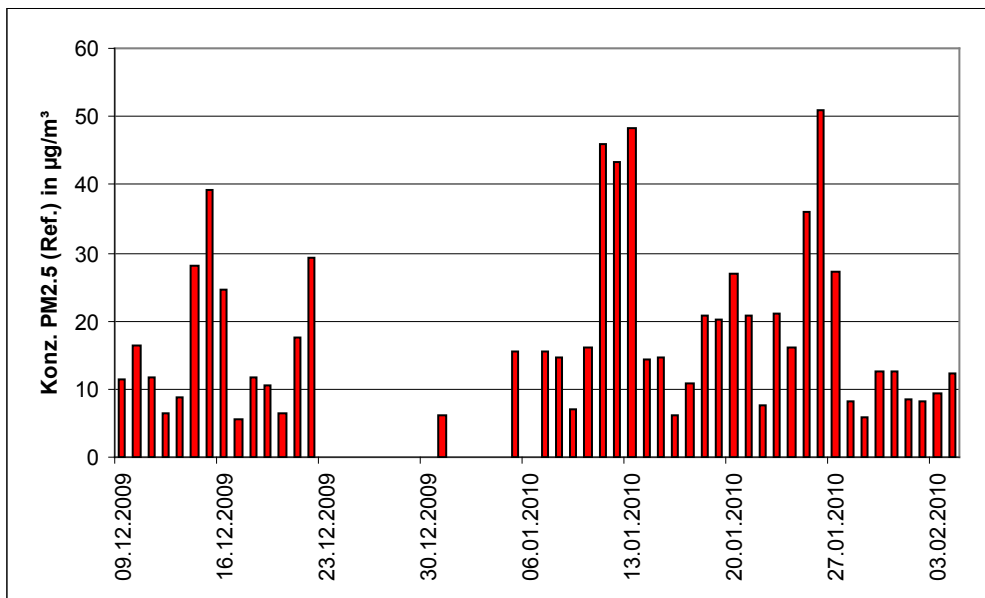


Abbildung 24: Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“

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

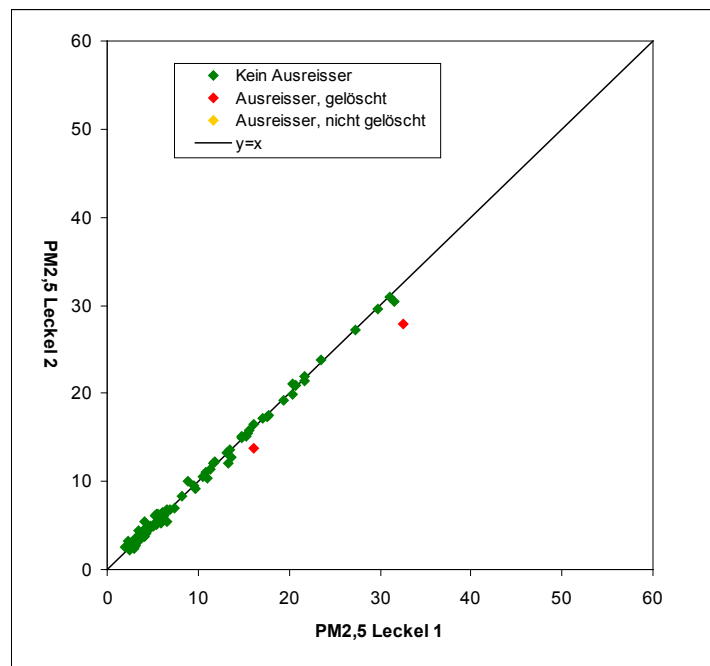


Abbildung 28: Grubbs Testergebnisse für das PM_{2,5} Referenzverfahren, Teddington (Sommer)

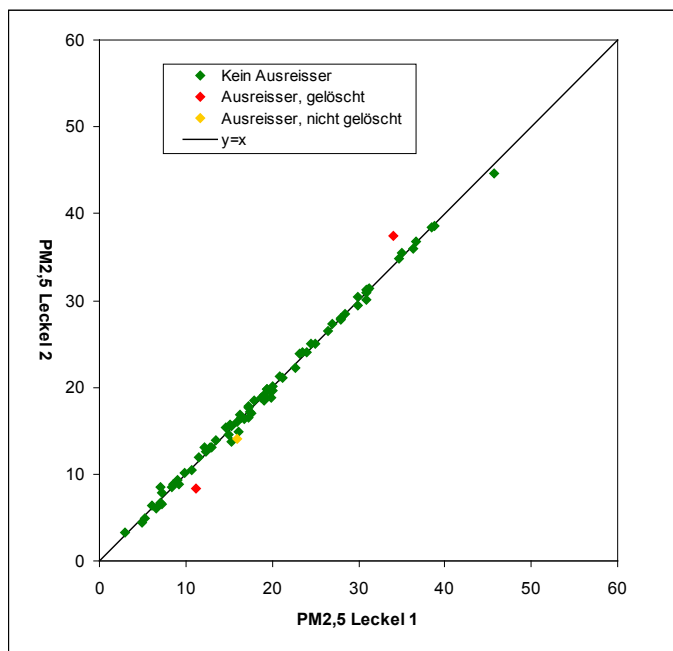


Abbildung 29: Grubbs Testergebnisse für das PM_{2,5} Referenzverfahren, Köln (Winter)

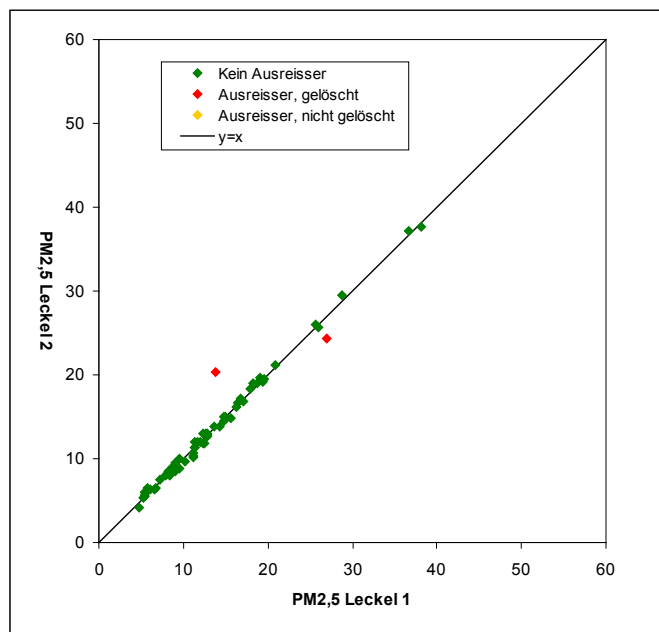


Abbildung 30: Grubbs Testergebnisse für das PM_{2,5} Referenzverfahren, Bornheim (Sommer)

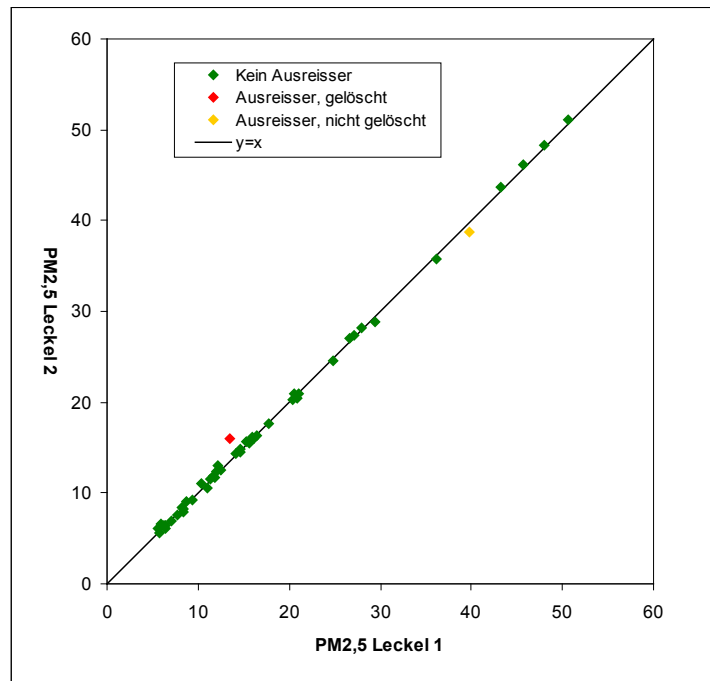


Abbildung 31: Grubbs Testergebnisse für das PM_{2,5} Referenzverfahren, Teddington (Winter)

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
PM_{2,5}-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 PM_{2,5} Konzentration wurde ermittelt, in dem die im Labor gravimetrisch bestimmte Schwebstaubmenge auf dem jeweiligen Filter durch das zugehörige durchgesetzte Probeluftvolumen in Betriebs-m³ dividiert wurde.

6 Prüfergebnisse

6.1 4.1.1 Messwertanzeige

Die Messeinrichtung muss eine Messwertanzeige besitzen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zusätzliche Geräte werden nicht benötigt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde überprüft, ob die Messeinrichtung eine Messwertanzeige besitzt.

6.4 Auswertung

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

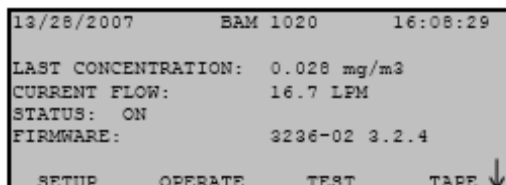
6.5 Bewertung

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/m ³ / µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³ / µg/m ³	µg/m ³
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 Staubmeseinrichtung 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

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

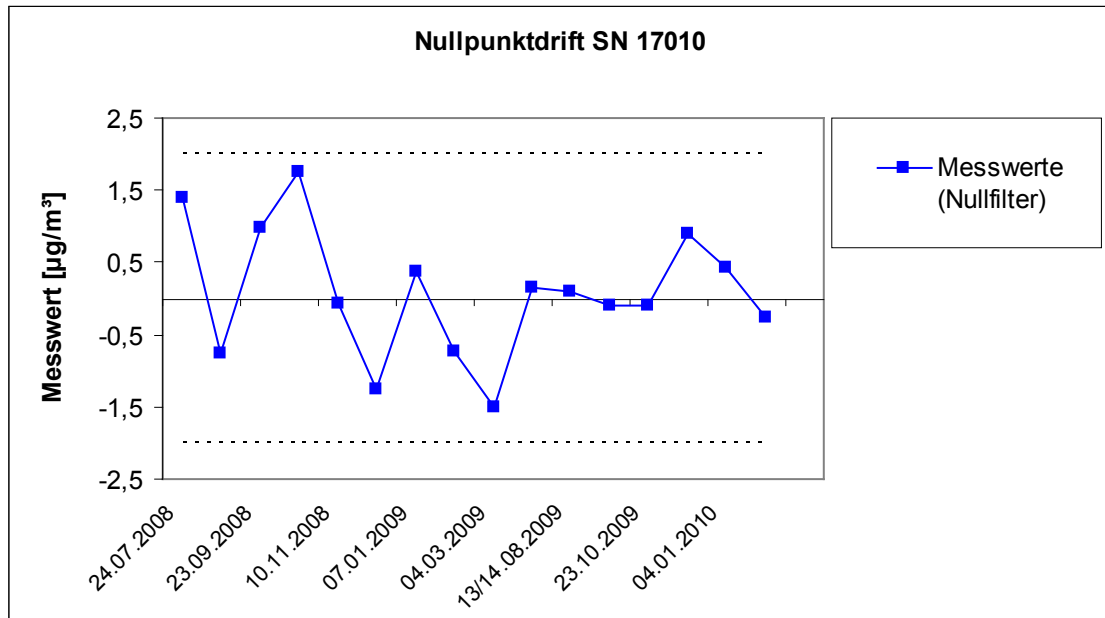


Abbildung 34: Nullpunktdrift SN 17010

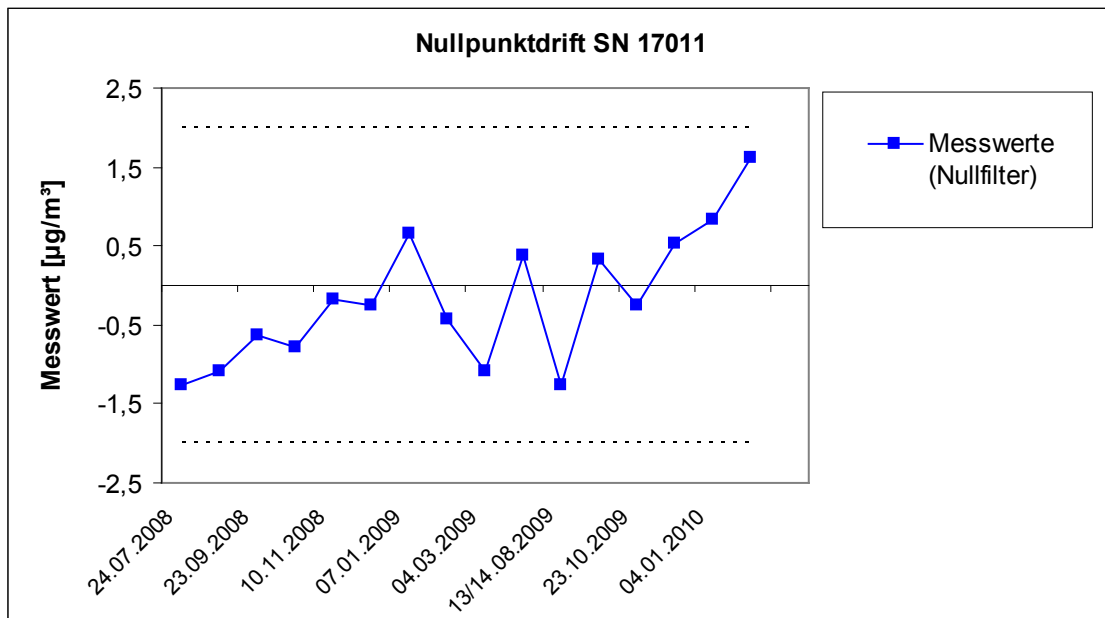


Abbildung 35: Nullpunktdrift SN 17011

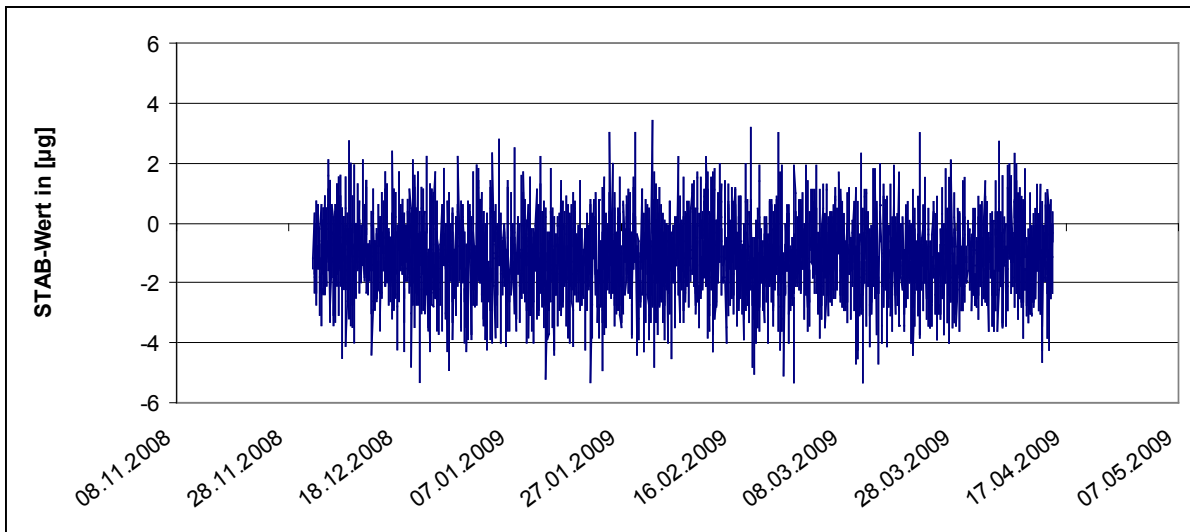


Abbildung 36: Interne Nullpunktskontrolle, SN 17011, Köln (Winter), Stabilitäts-Messwerte aus jedem Zyklus (1 x pro Stunde)

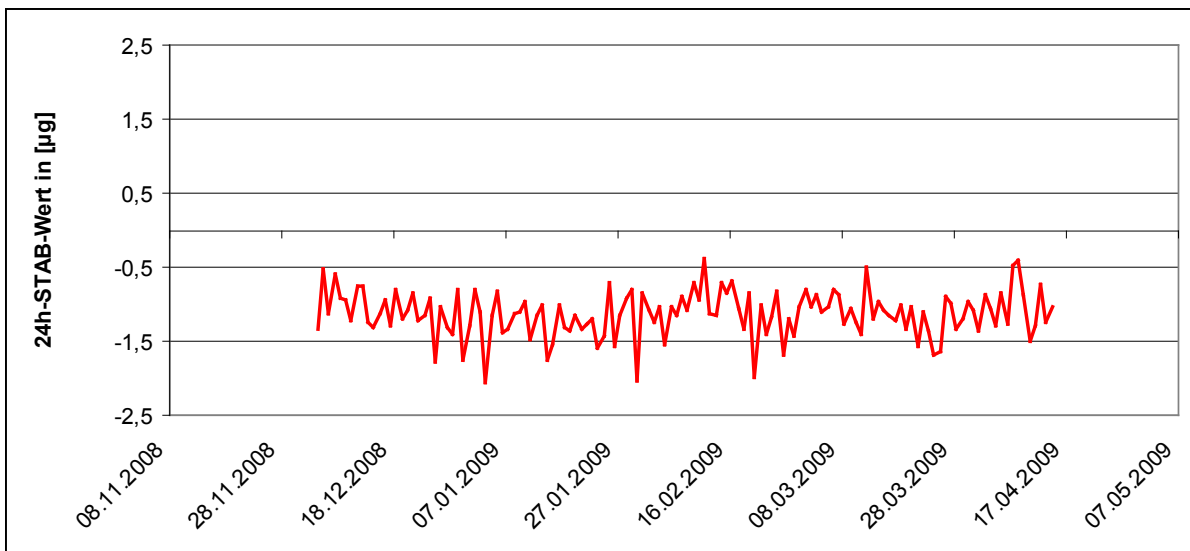


Abbildung 37: Interne Nullpunktskontrolle, SN 17011, Köln (Winter), 24h-Mittelwerte der Stabilitäts-Messwerte aus jedem Zyklus



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

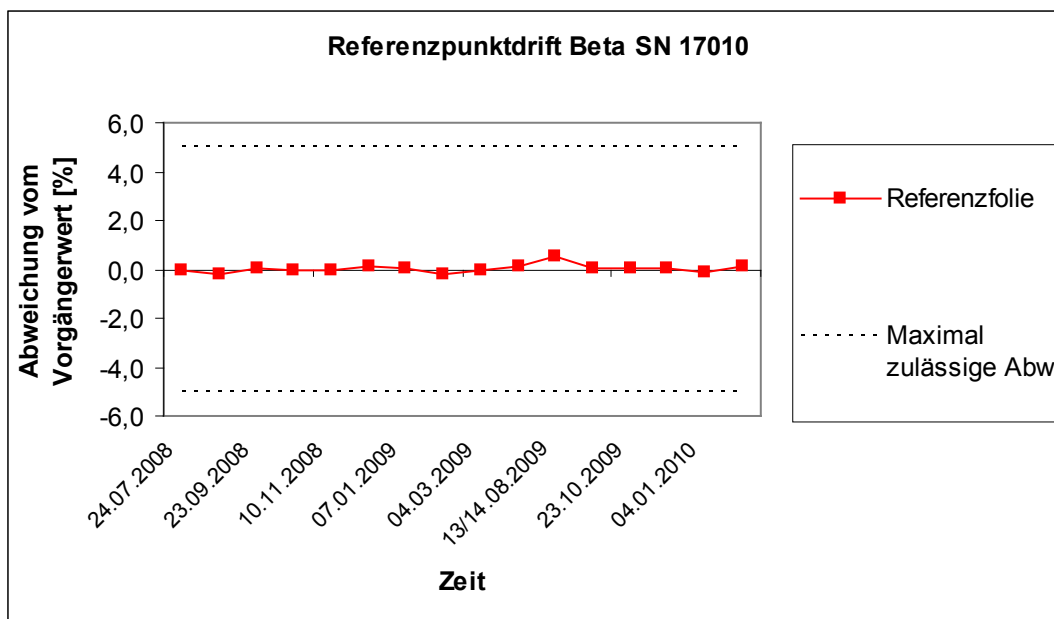


Abbildung 38: Drift des Messwertes SN 17010

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

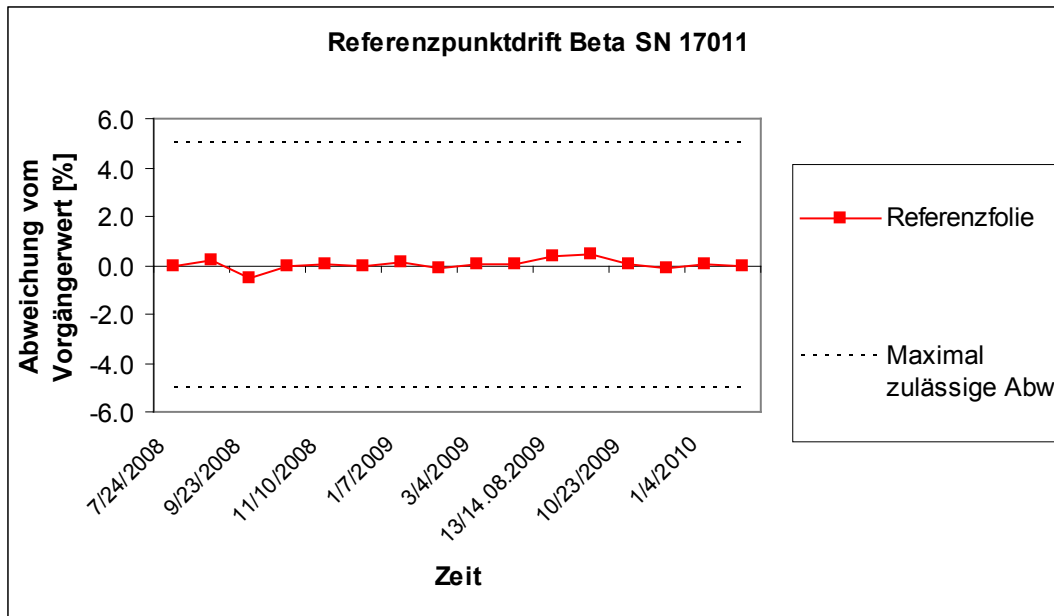


Abbildung 39: Drift des Messwertes SN 17011



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.

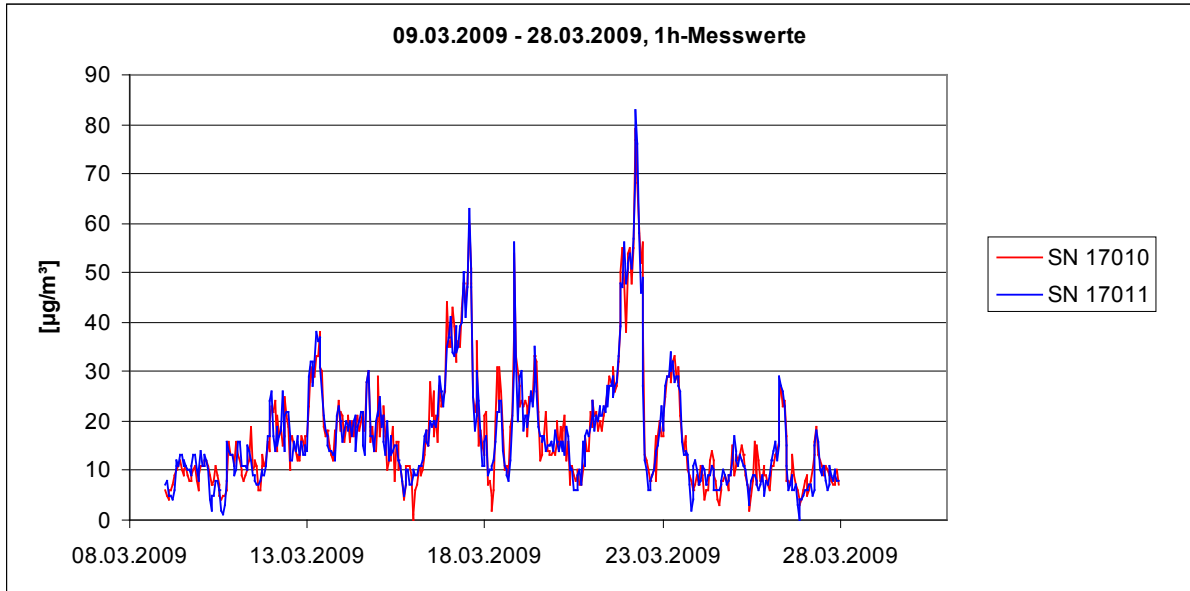


Abbildung 40: Zeitlicher Verlauf der Schwebstaubkonzentration PM_{2,5} vom 09.03.2009 bis 28.03.2009, 1 h-Mittelwerte

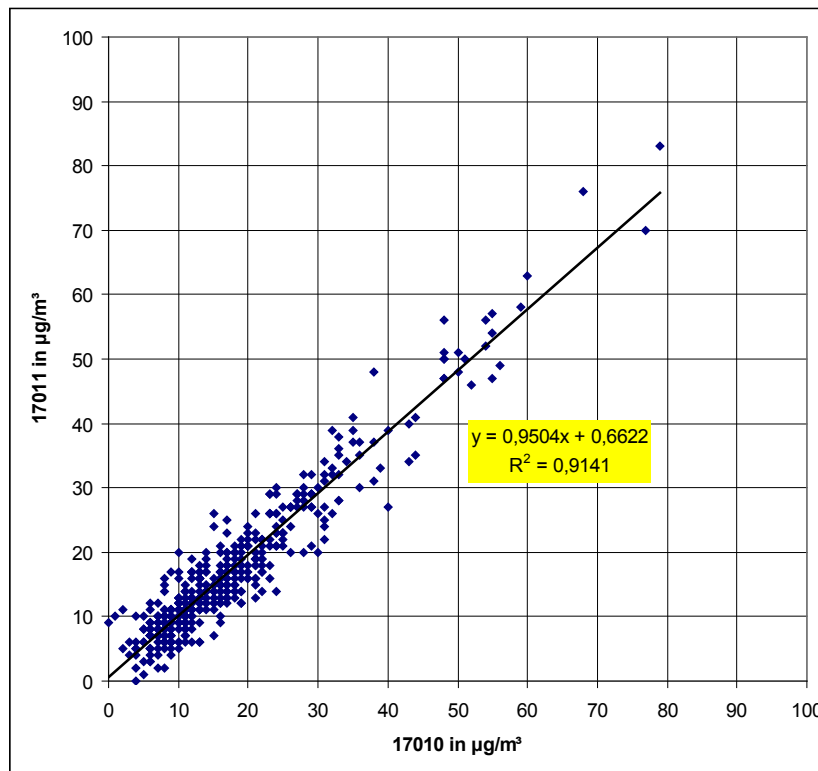


Abbildung 41: SN 17010 vs. SN 17011, 09.03.2009 bis 28.03.2009, 1 h-Messwerte

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-Tochterraichtlinien 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.

6.5 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/m³	16,8	17,1	18,0
Abweichung zu Mittelwert Referenz in µg/m³	µg/m³	-	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

SN 17010, Konstanz der Durchflussrate

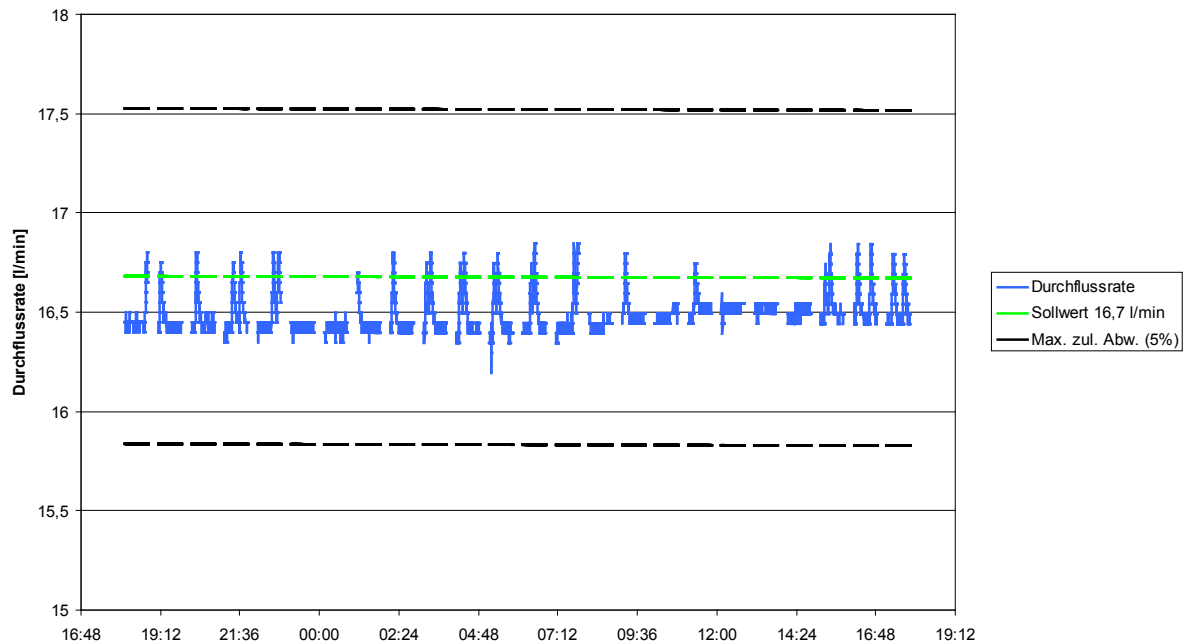


Abbildung 42: Durchfluss am Testgerät SN 17010

SN 17011, Konstanz der Durchflussrate

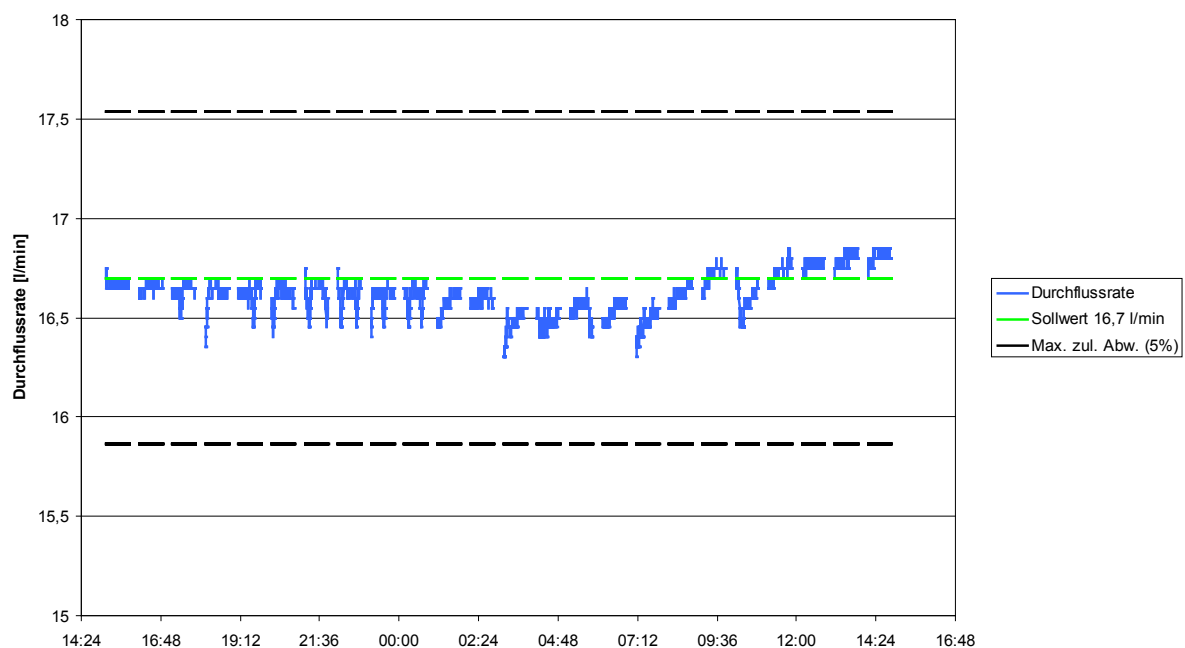


Abbildung 43: Durchfluss am Testgerät SN 17011



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 sequentiell 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

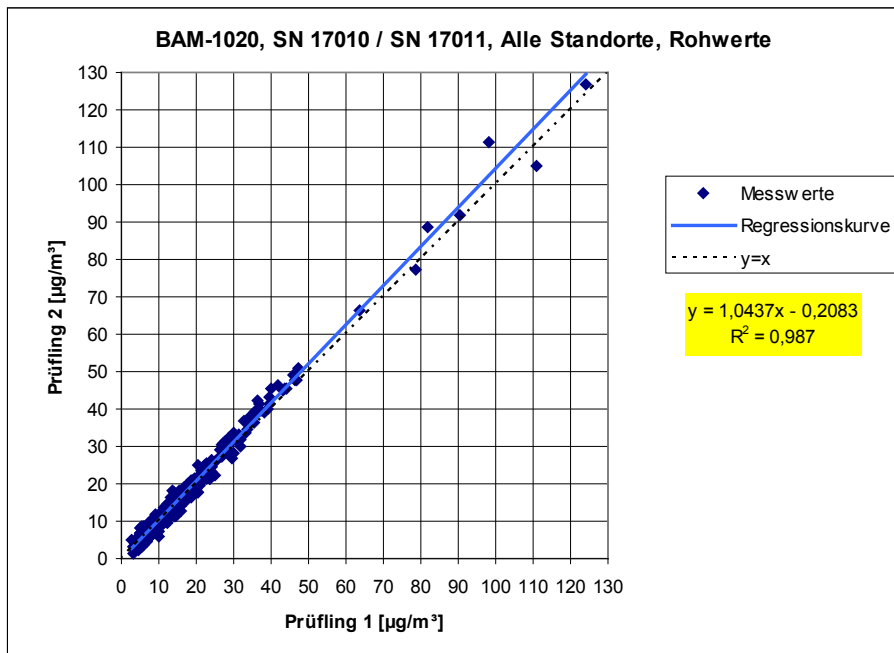


Abbildung 44: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, alle Standorte

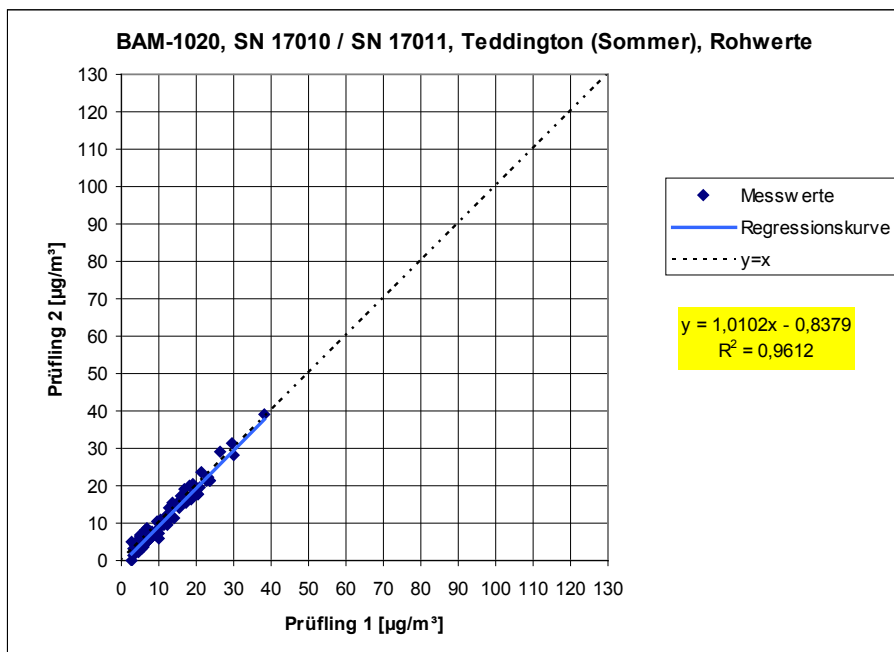


Abbildung 45: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Teddington, Sommer

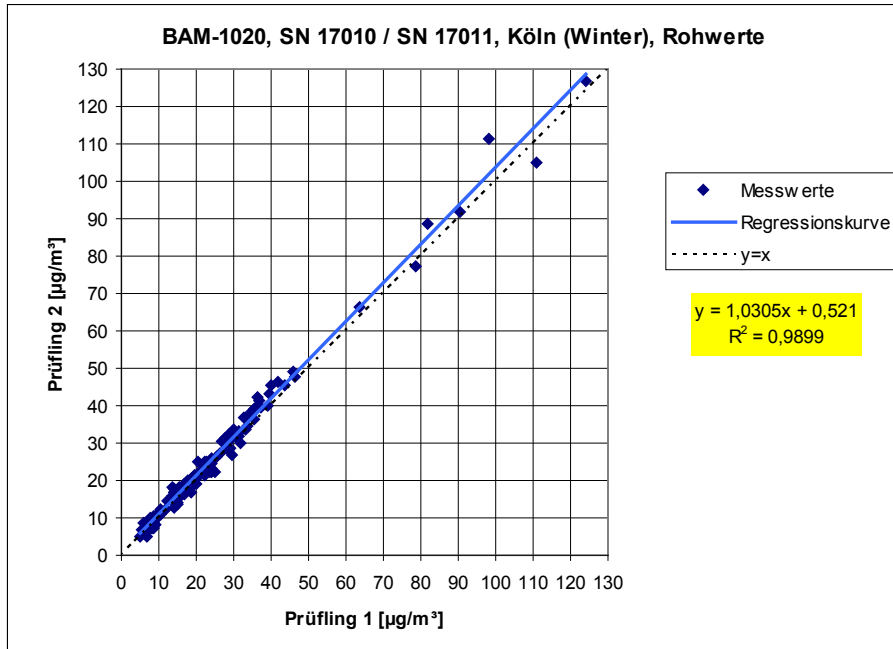


Abbildung 46: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Köln, Winter*

Bemerkung: Die Abweichungen in den Messwertpaaren $98,2 \mu\text{g}/\text{m}^3 / 111,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (31.12.2008) sowie $110,7 \mu\text{g}/\text{m}^3 / 105,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (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)

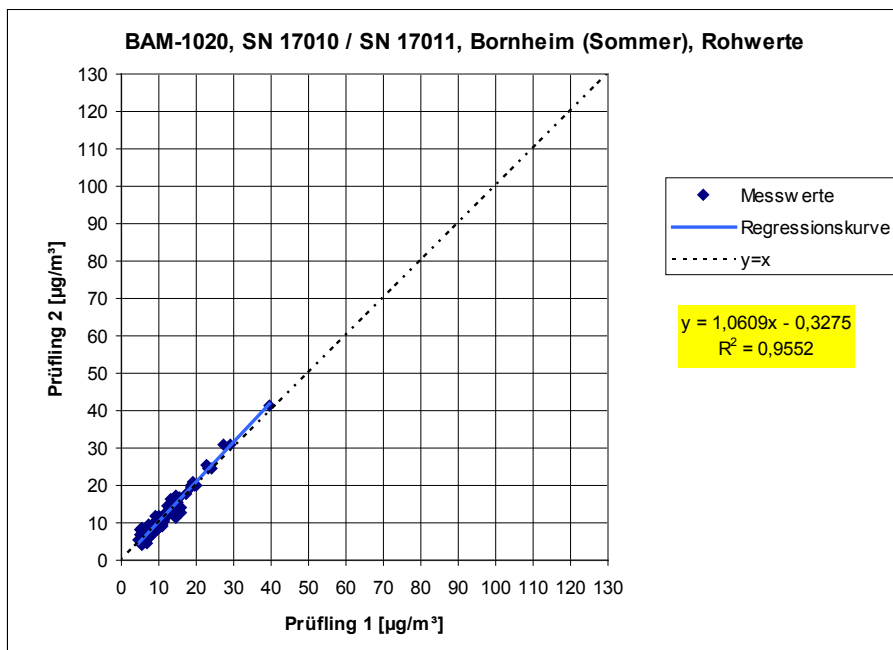


Abbildung 47: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Bornheim, Sommer

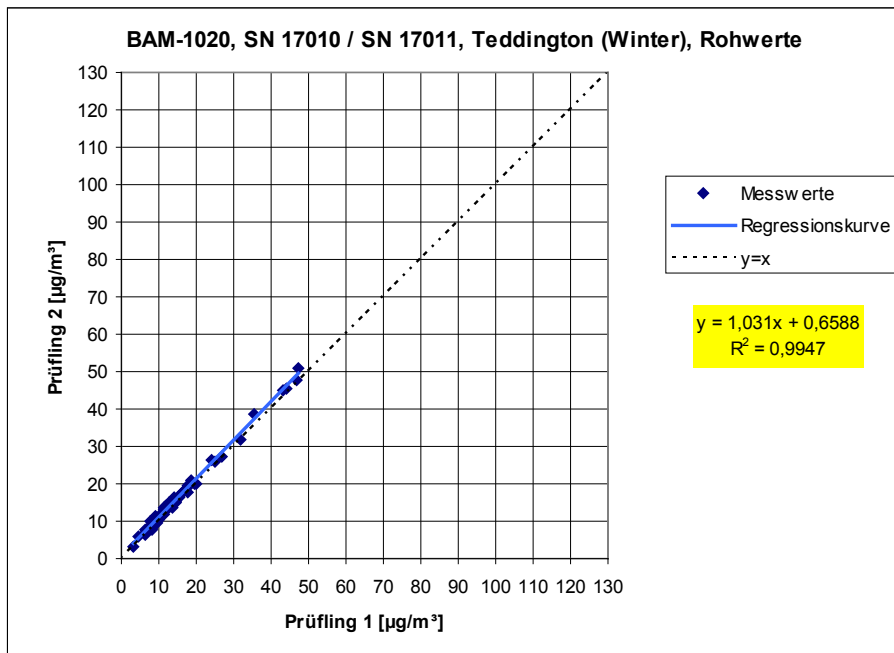


Abbildung 48: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Teddington, Winter

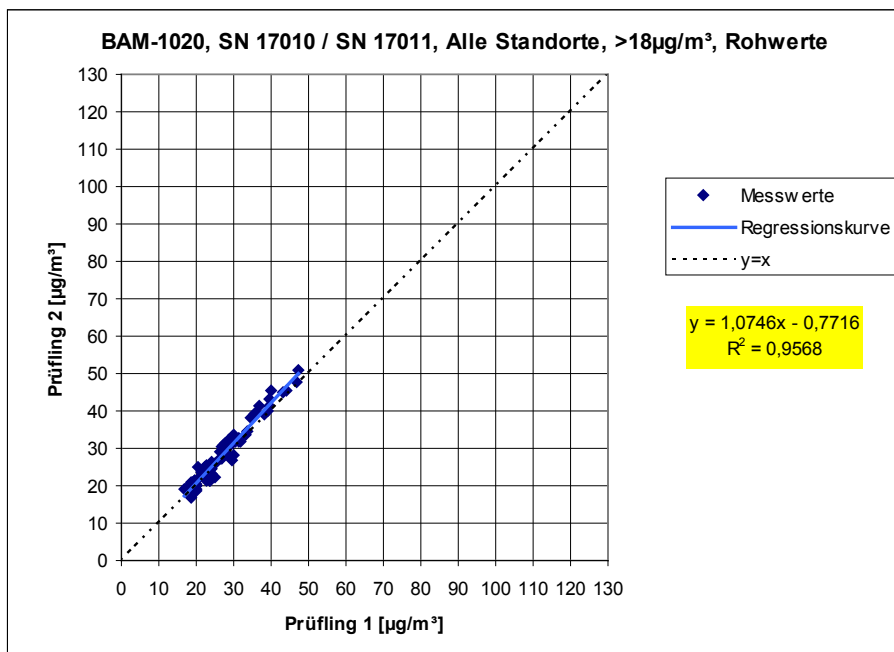


Abbildung 49: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, alle Standorte, Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$

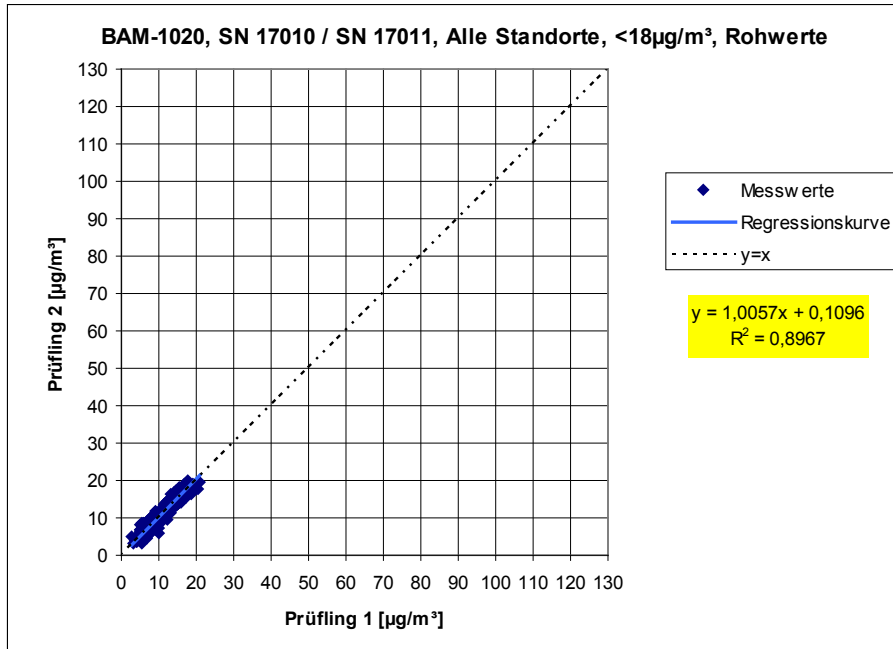


Abbildung 50: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, alle Standorte, Werte < 18 µg/m³

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 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

[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 PM_{2,5}

BAM-1020 PM _{2,5}	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 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 135 von 285

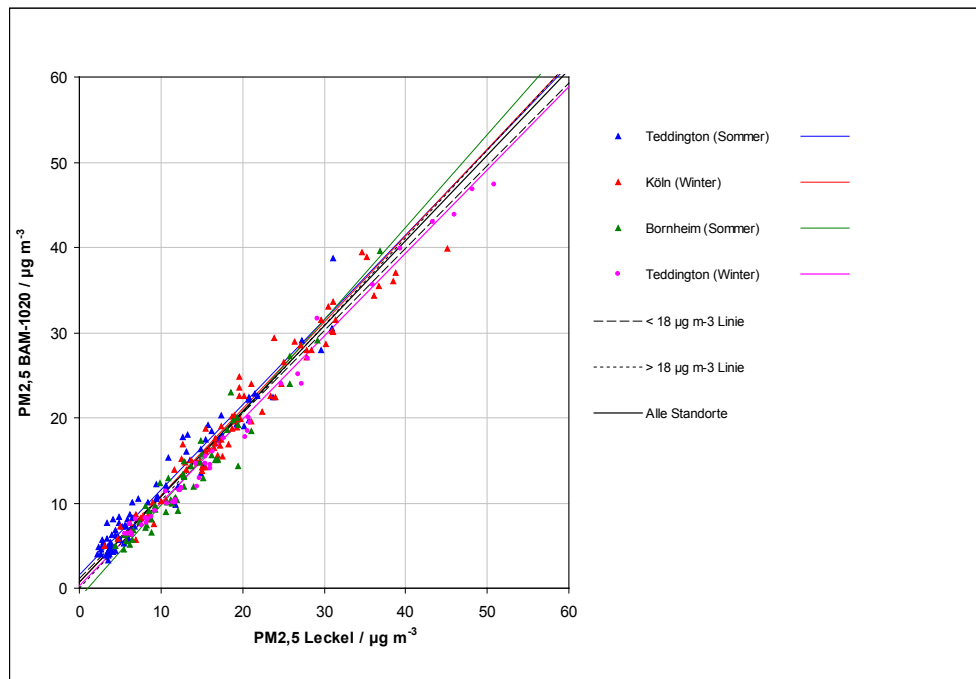


Abbildung 51: Referenz vs. Testgerät, SN 17010 & SN 17011, alle Standorte

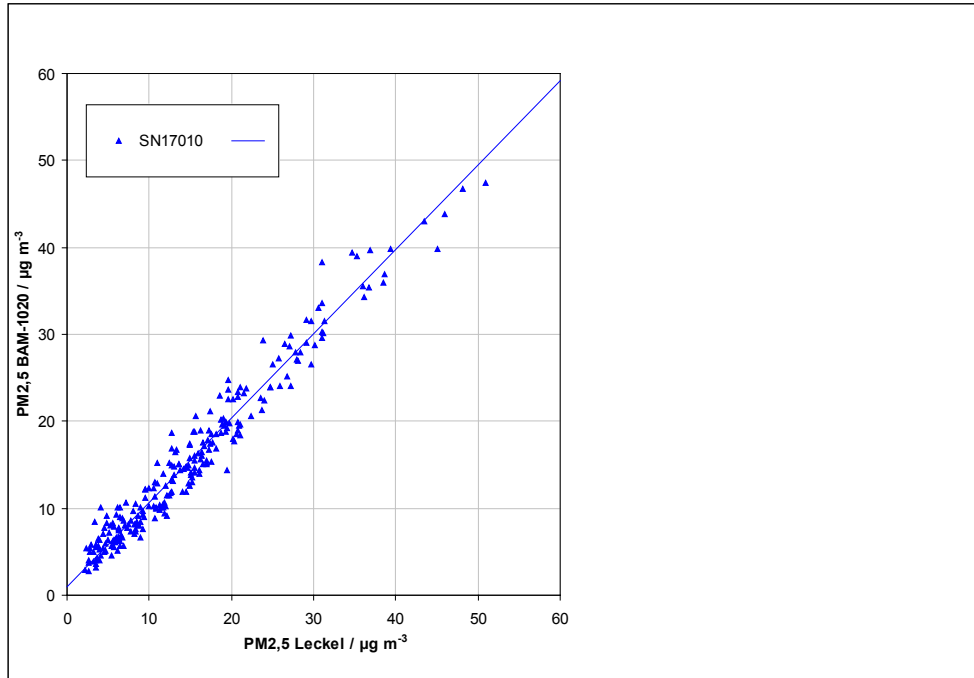


Abbildung 52: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, alle Standorte

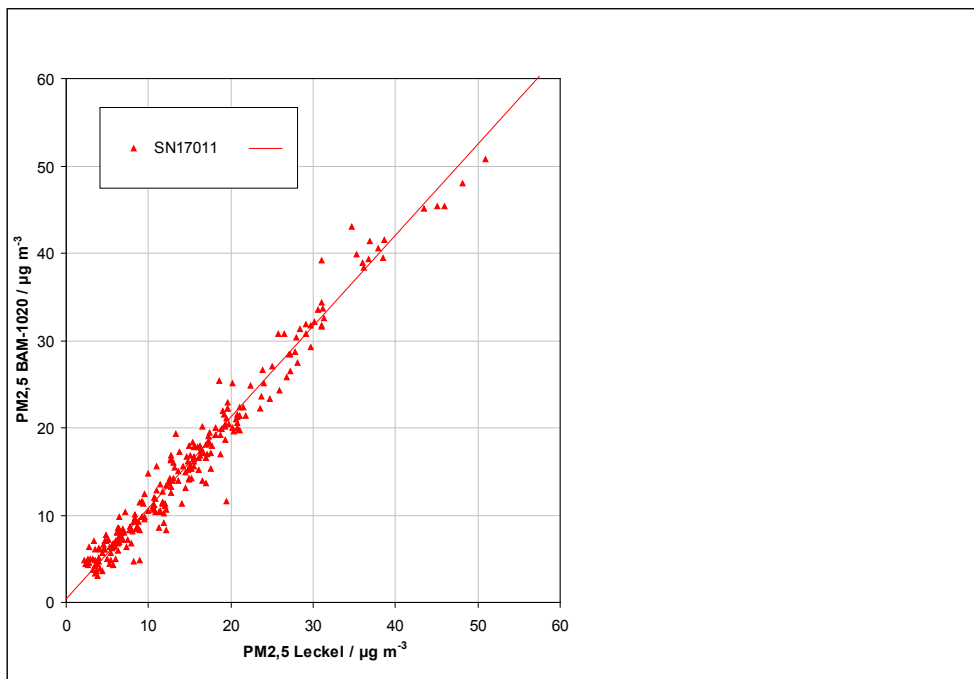


Abbildung 53: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, alle Standorte

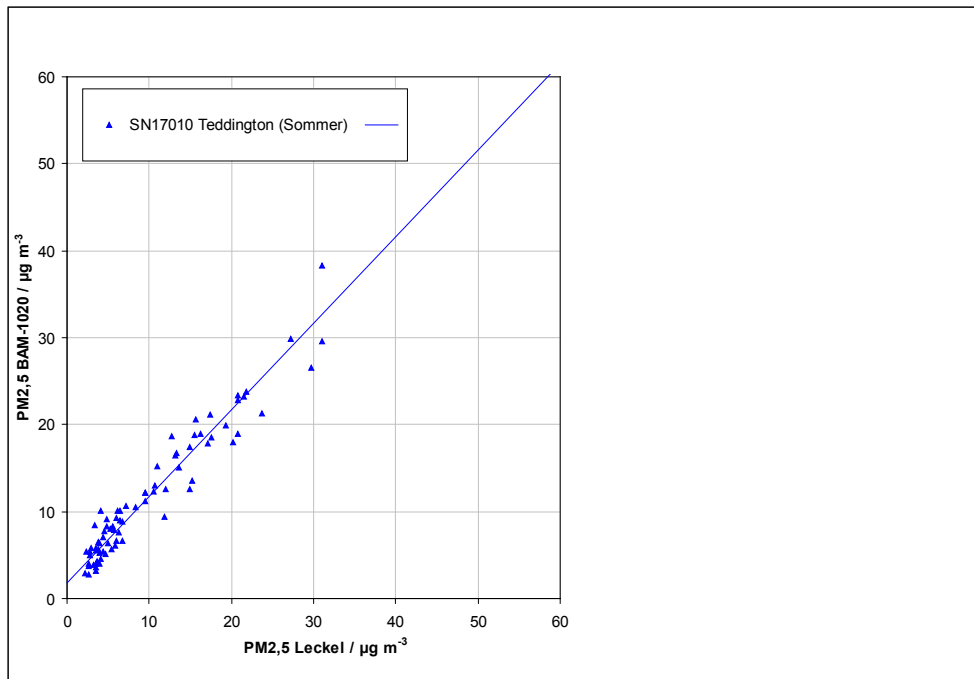


Abbildung 54: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Teddington, Sommer

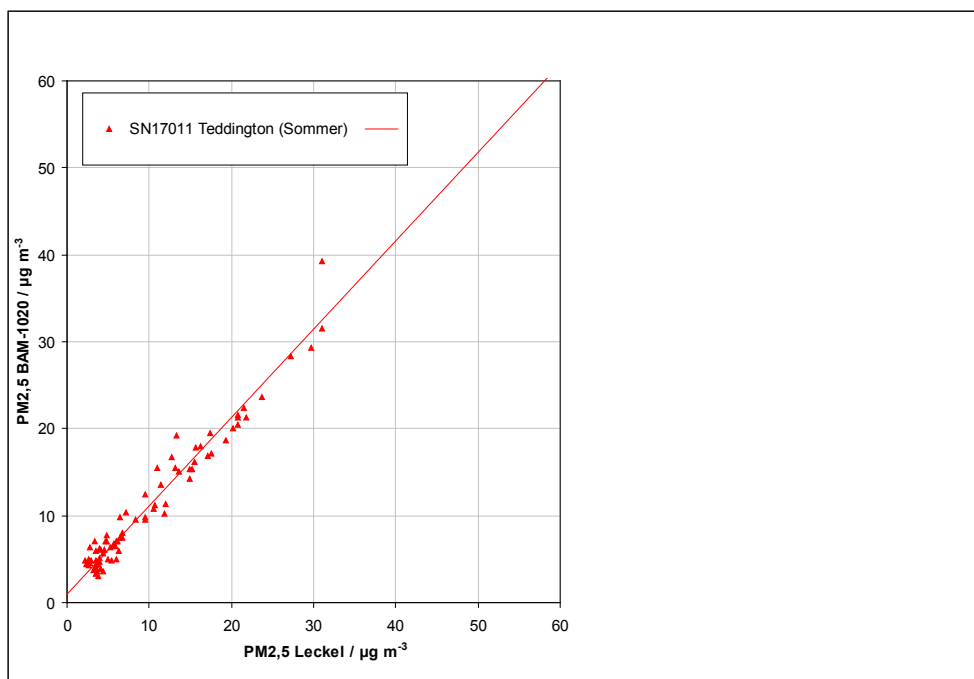


Abbildung 55: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Teddington, Sommer

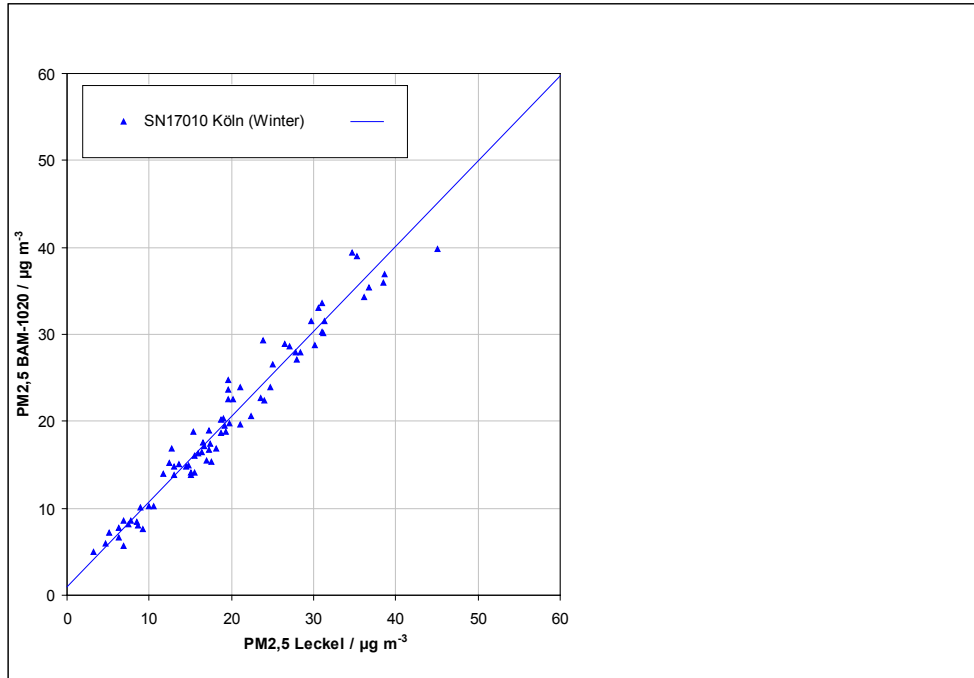


Abbildung 56: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Köln, Winter

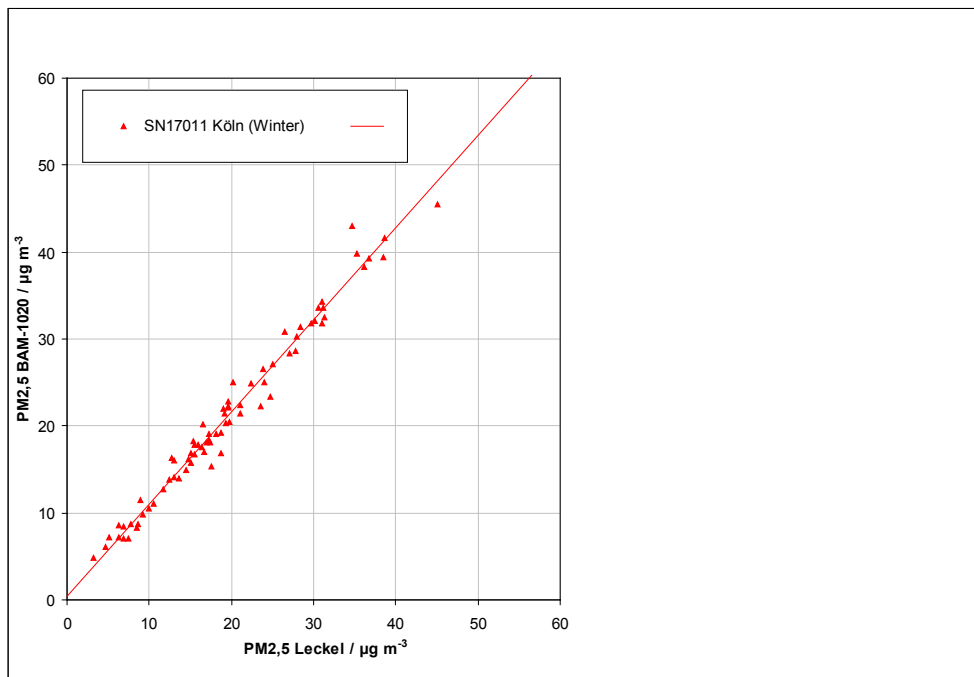


Abbildung 57: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Köln, Winter

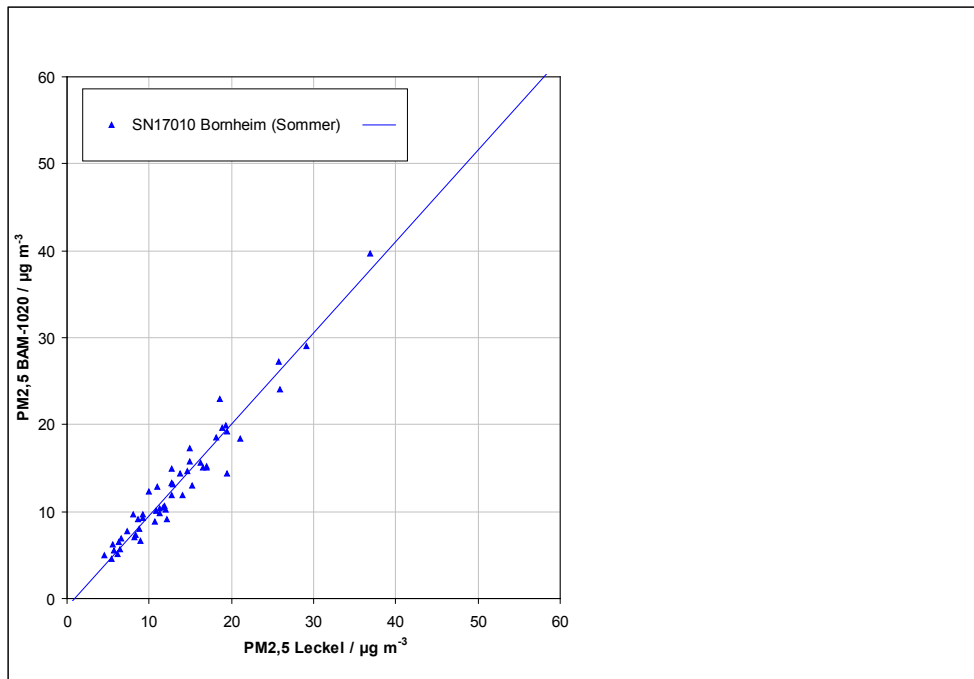


Abbildung 58: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Bornheim, Sommer

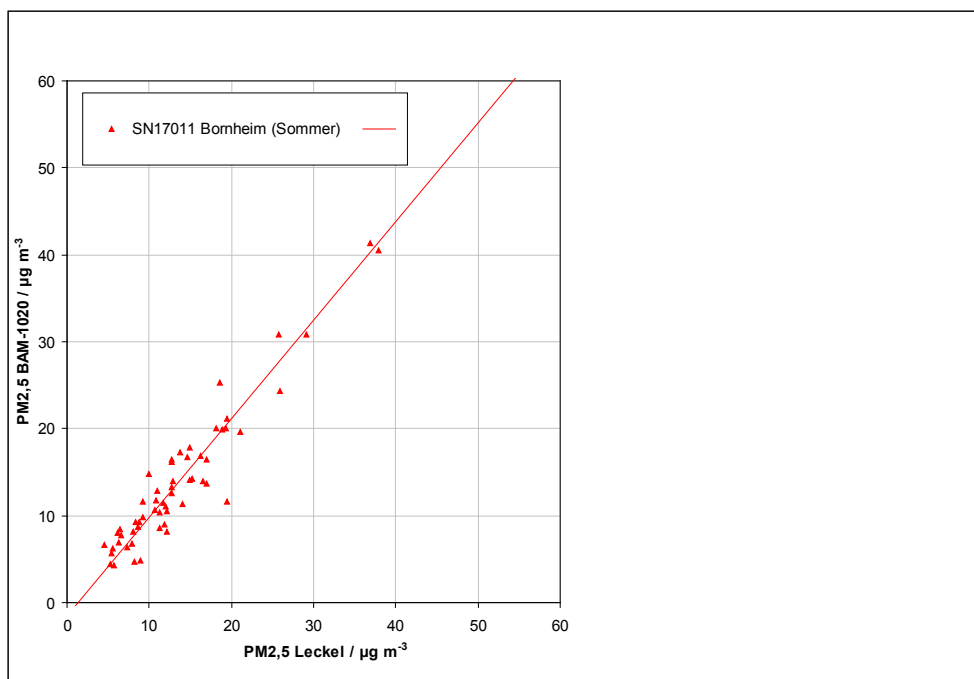


Abbildung 59: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Bornheim, Sommer

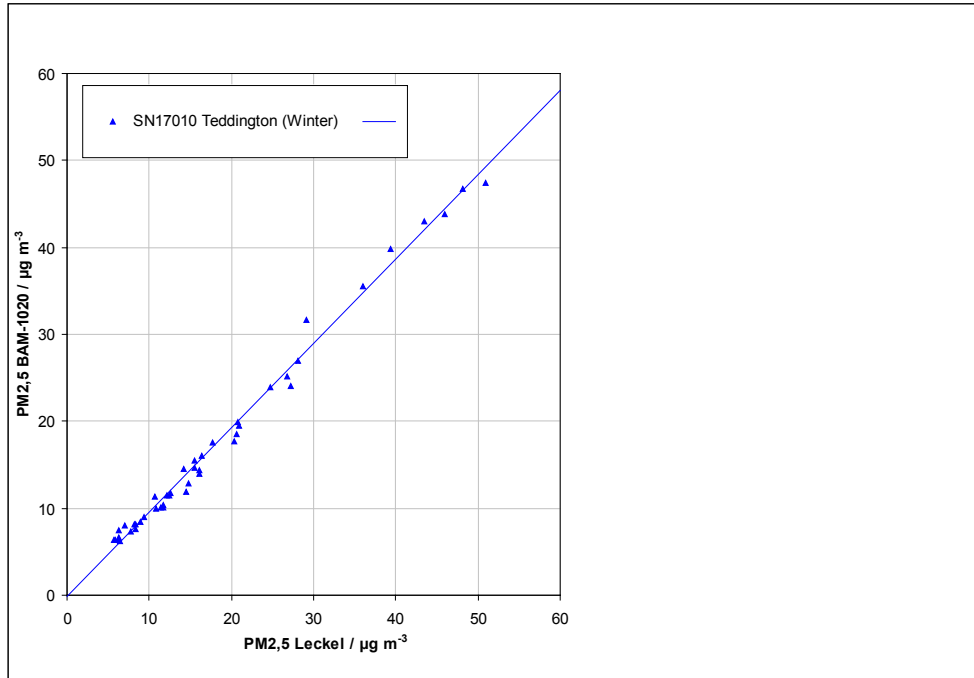


Abbildung 60: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Teddington, Winter

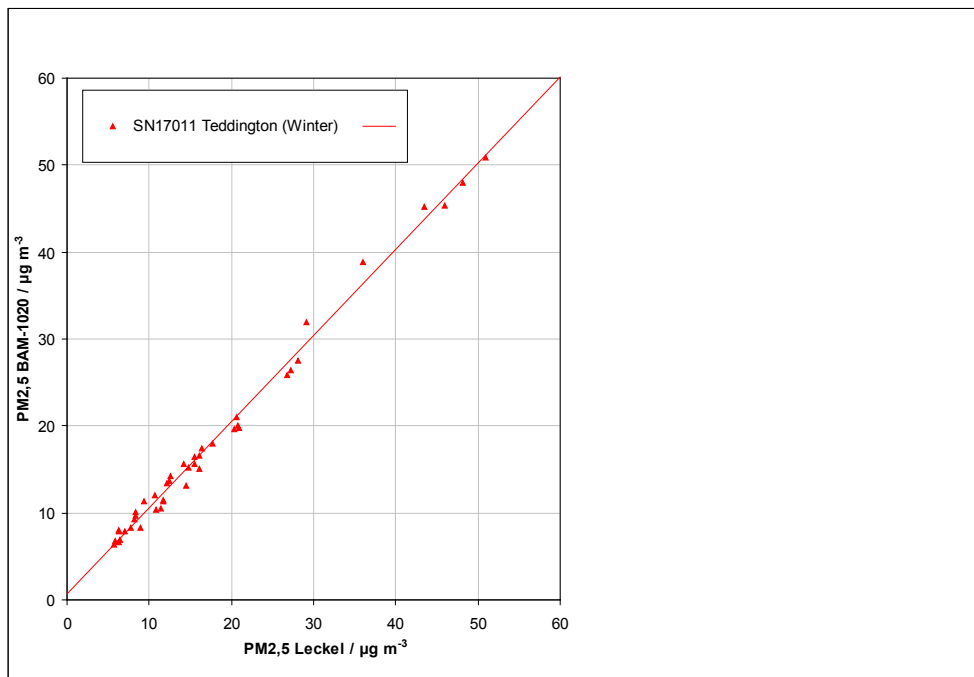


Abbildung 61: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Teddington, Winter

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

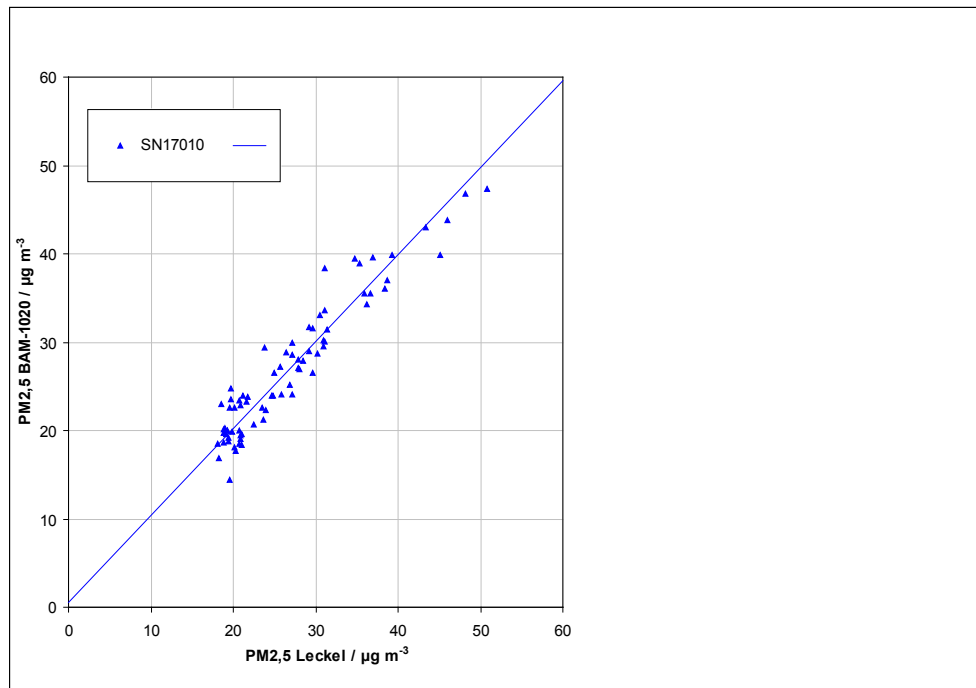


Abbildung 62: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Werte $\geq 18 \mu\text{g/m}^3$

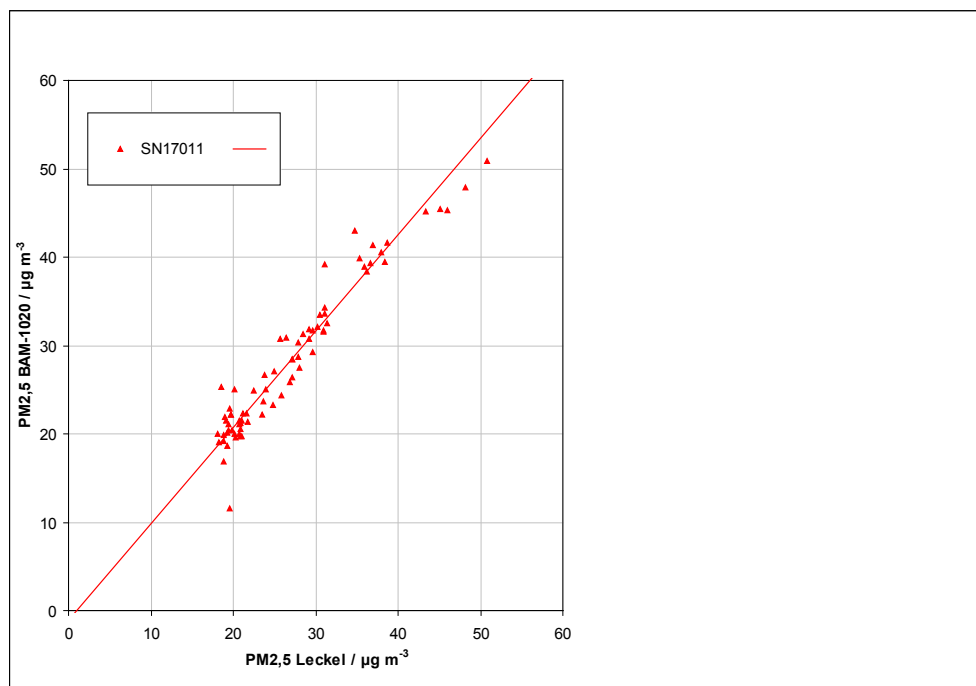


Abbildung 63: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Werte $\geq 18 \mu\text{g/m}^3$



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/cm ²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm ²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm ²]	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/cm ²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm ²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm ²]	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		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 17011 klemmt, 4h Ausfall wg. 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		

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		
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
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		Standort
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	
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			

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/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	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		

Anlage 4

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 12 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	
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.

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 181 von 285

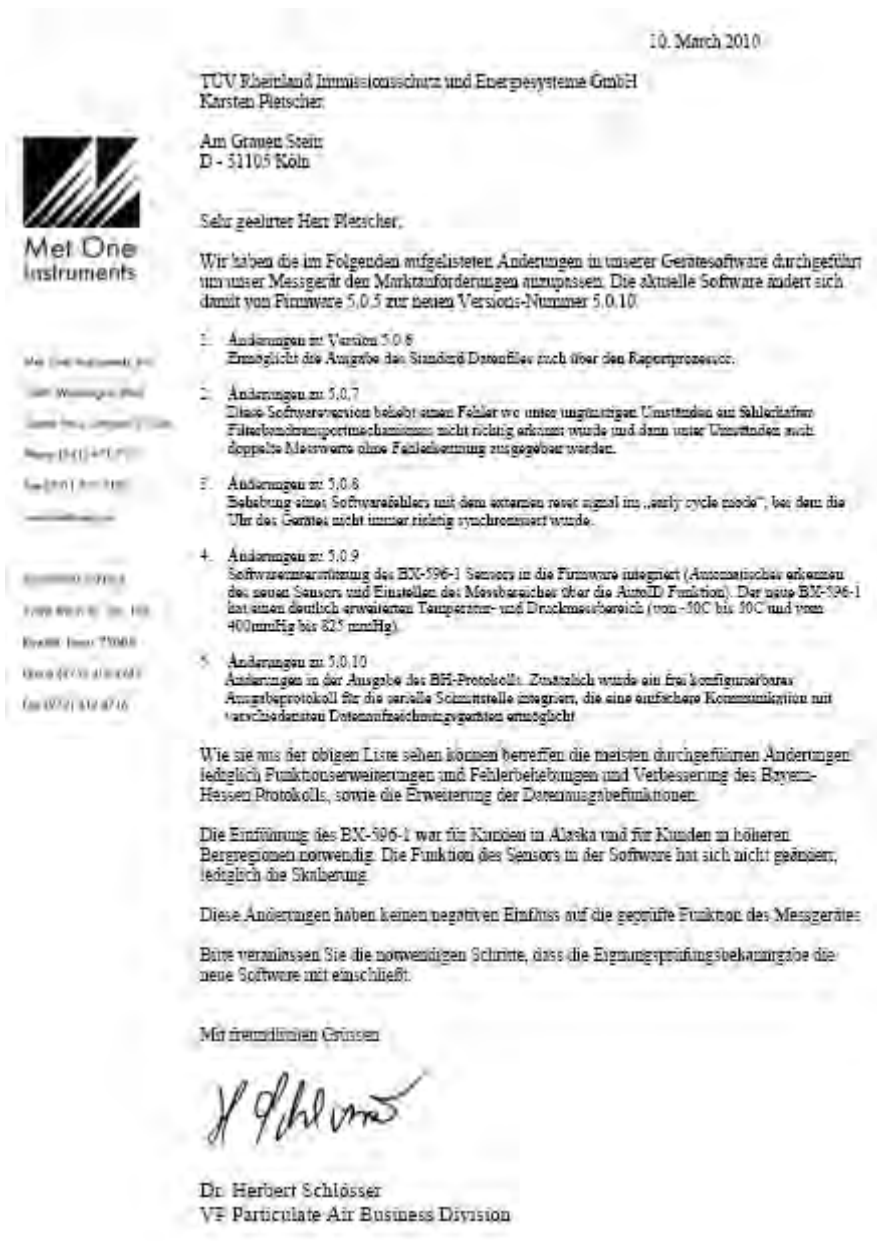


Abbildung 64: Softwareänderungen von Version 5.0.5 zu Version 5.0.10

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 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 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.

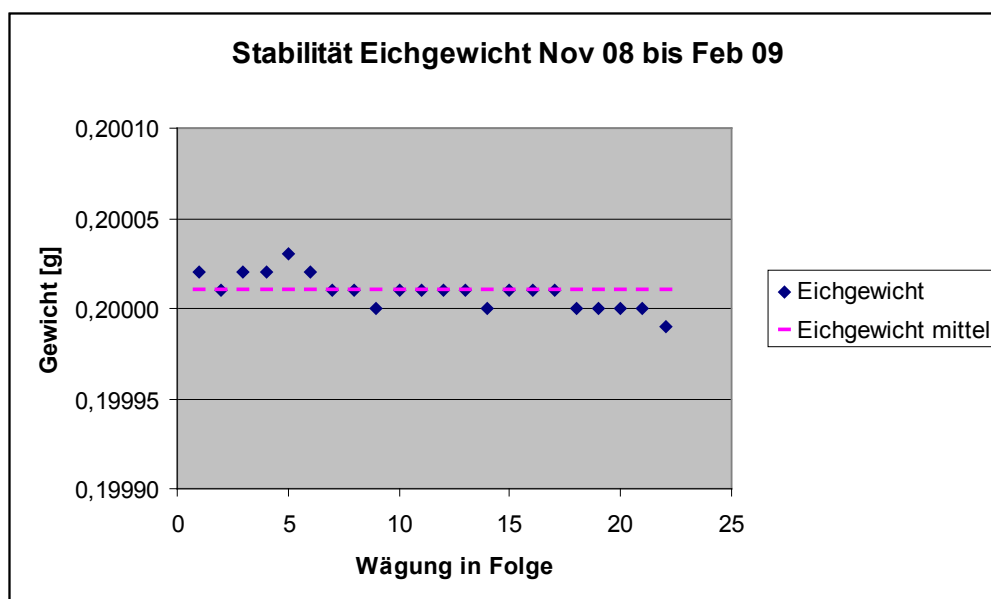


Abbildung 65: Stabilität Eichgewicht

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

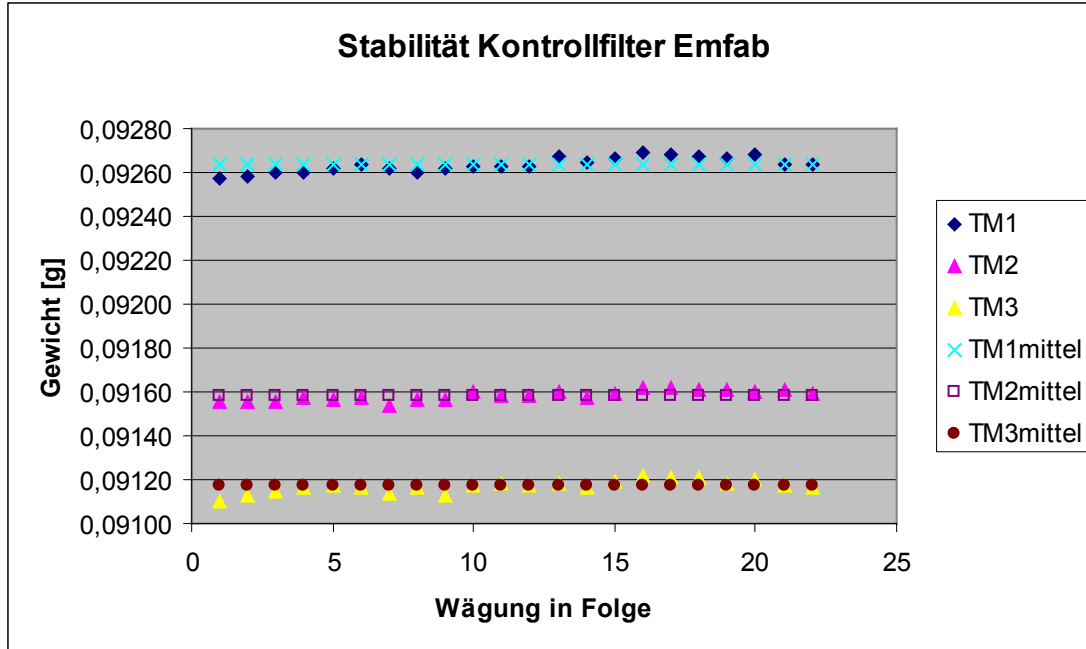


Abbildung 66: Stabilität der Kontrollfilter

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:

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

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

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

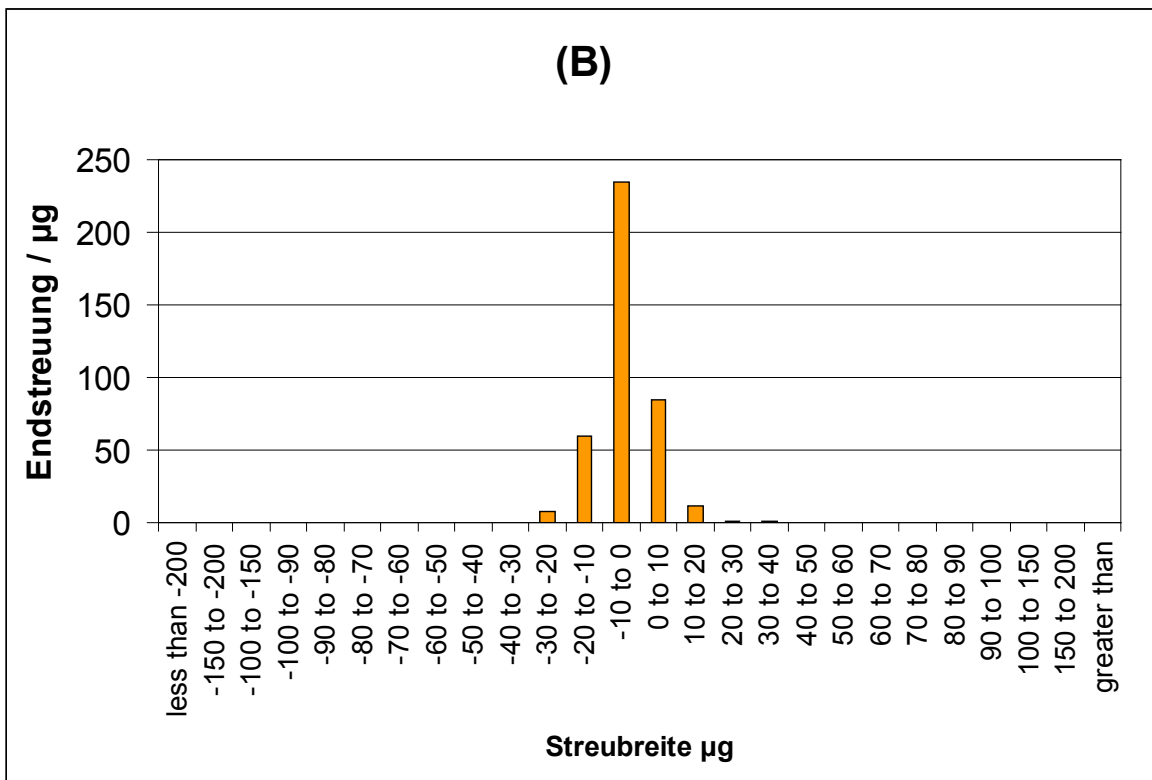
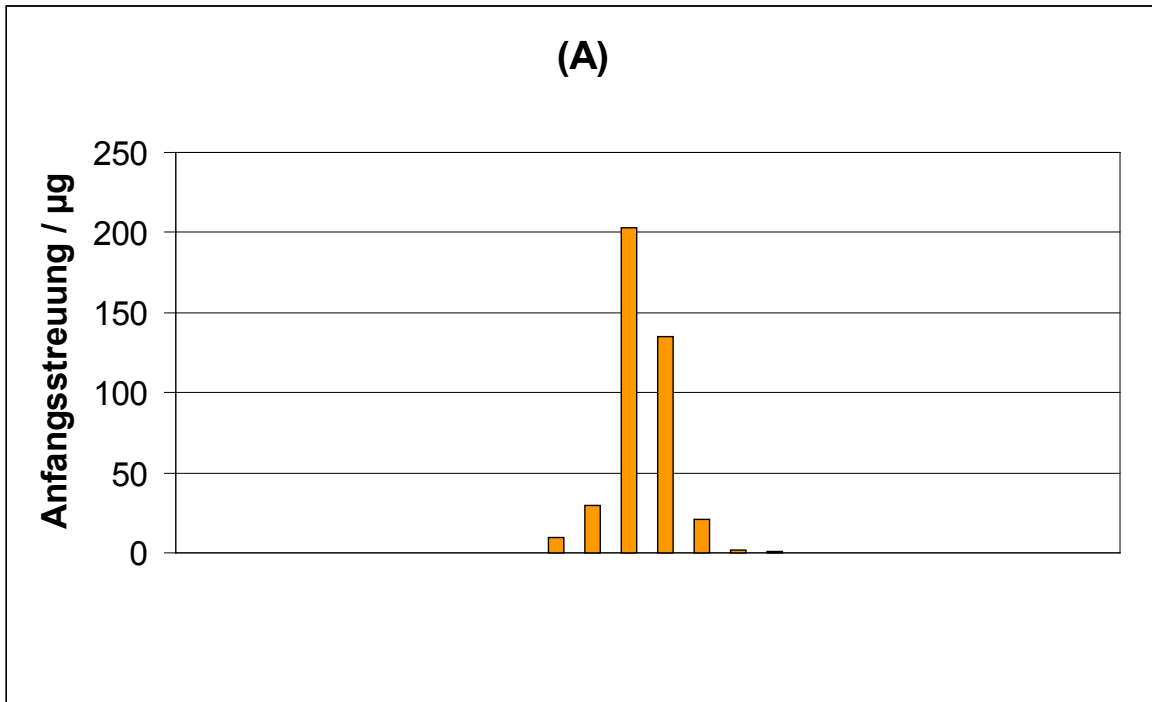
Wie im UK PM Equivalence Report [8] beschrieben war es nicht möglich, alle Filter wie in EN14907 beschrieben innerhalb des 15-tägigen Zeitfensters zu wiegen.

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 BAM-1020 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Fa. Met One Instruments seit Erstbekanntgabe

Mitteilung 1

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

Mitteilung 2

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

Mitteilung 3

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

Mitteilung 4

**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 PM2,5- Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Messkomponente Schwebstaub PM2,5 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

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
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

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfresultat	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



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 $W_{d,qo}$ 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.

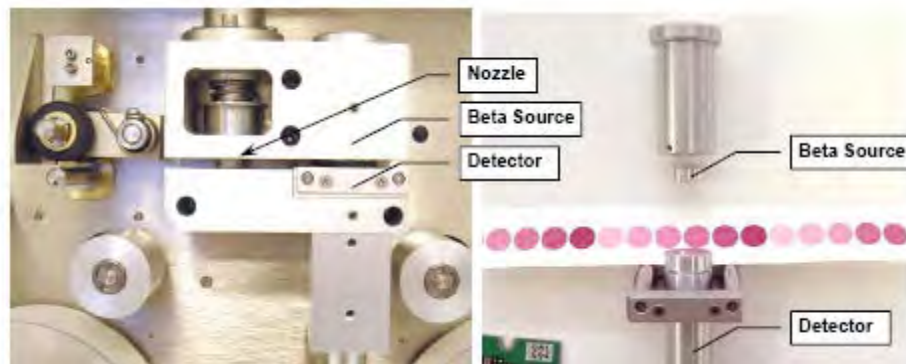
Die Partikel erreichen das Messgerät und werden auf dem Glasfilterband der radiometrischen Messung abgeschieden.

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.

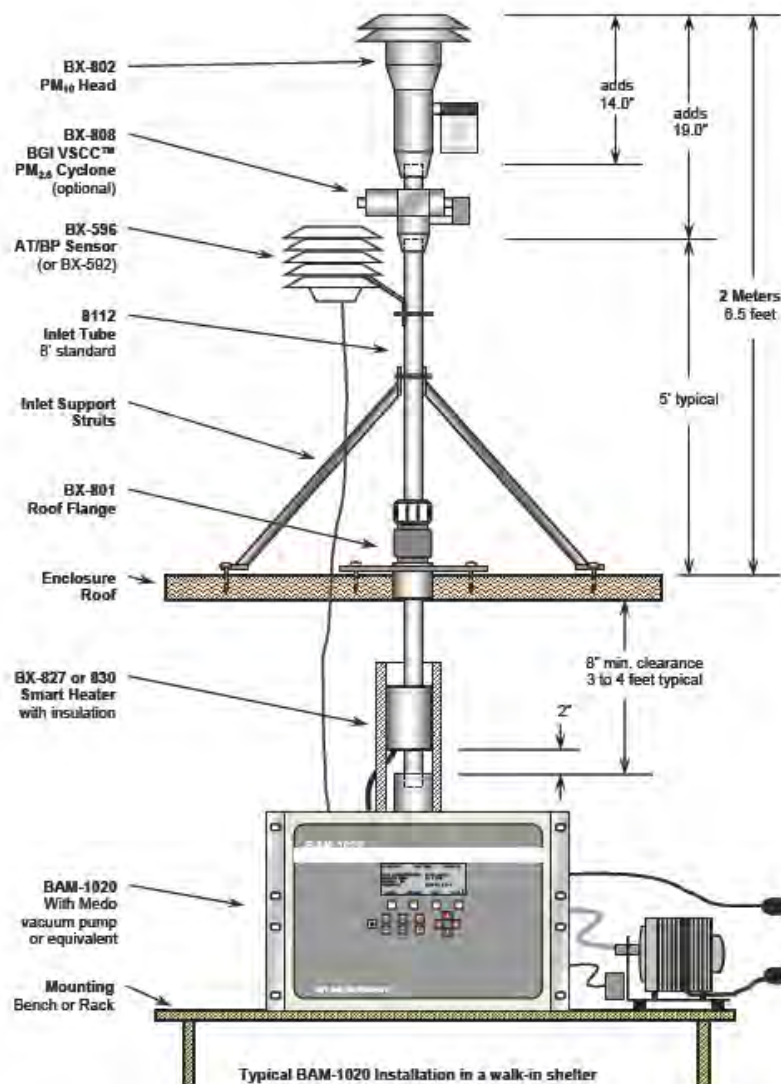


Abbildung 2: Überblick Gesamtsystem BAM-1020
(hier anstelle von PM_{2,5} SCC BX-807 mit PM_{2,5} VSCC BX-808 dargestellt (Konfiguration für US-EPA Zulassung))

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.

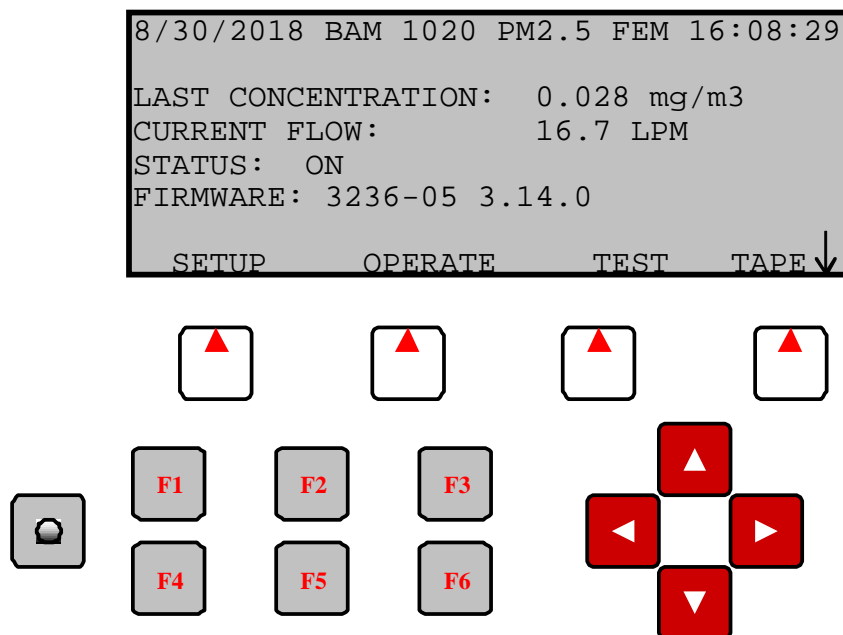
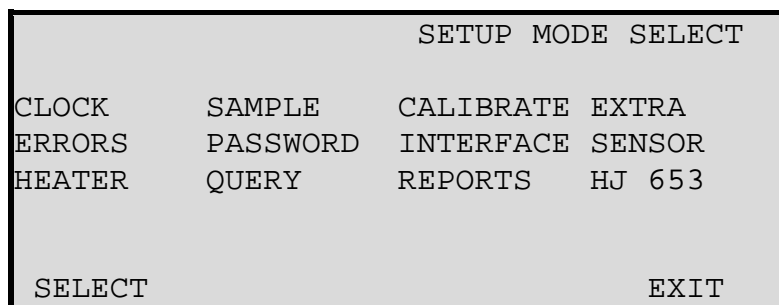


Abbildung 11: Darstellung Display (Hauptfenster der Benutzeranzeige) + Folientastatur des BAM-1020

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.

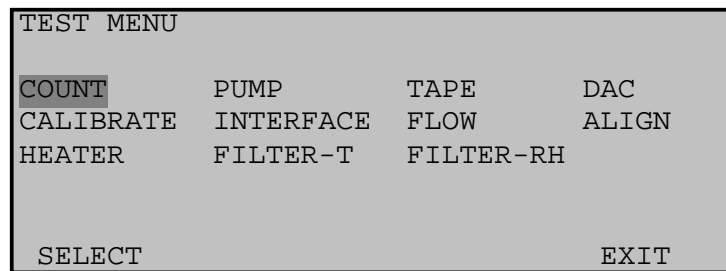
```
11/15/2006   Normal Mode   11:27:54

                                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“

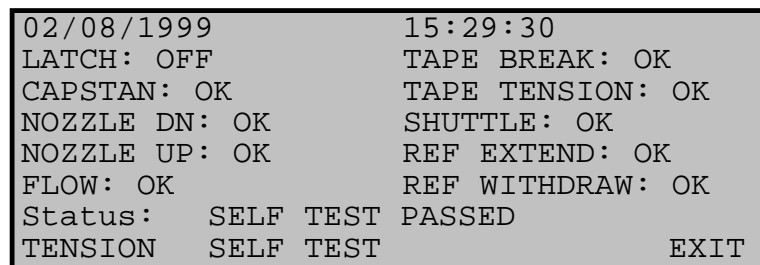
3. Menü „TEST“ (Softkey „TEST“ drücken): Im Menü „TEST“ kann der Bediener verschiedene Hardware- und Komponententests durchführen, u.a. kann die radiometrische Messung (Interne Referenzfolientest) oder die Durchflussrate überprüft oder eine Kalibrierung der Temperatur-, Drucksensoren sowie der Durchflussrate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

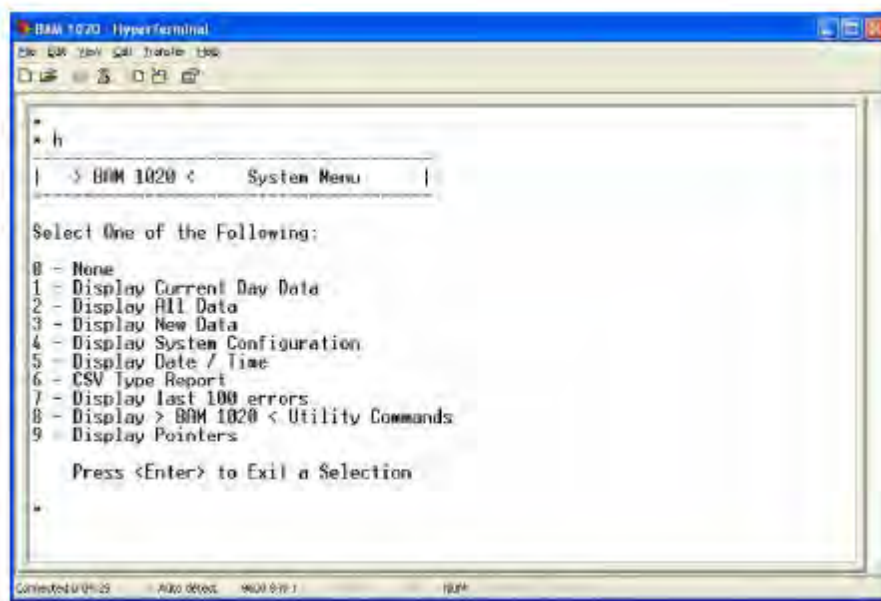


Abbildung 17: Kommunikation über serielle Schnittstelle #1 - Systemmenü

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 Messgerätstandorte

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

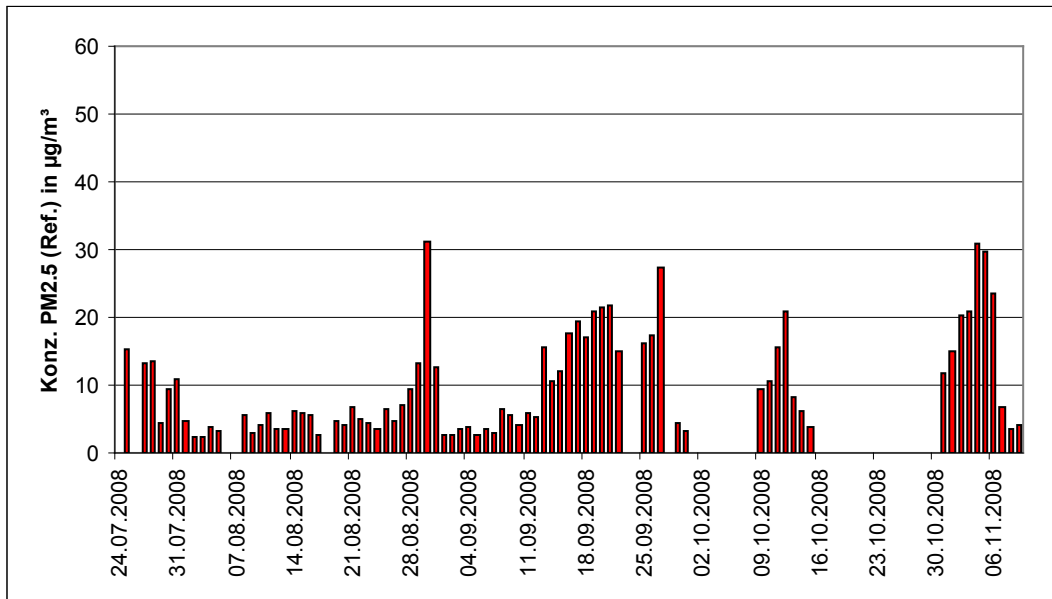


Abbildung 20: Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“

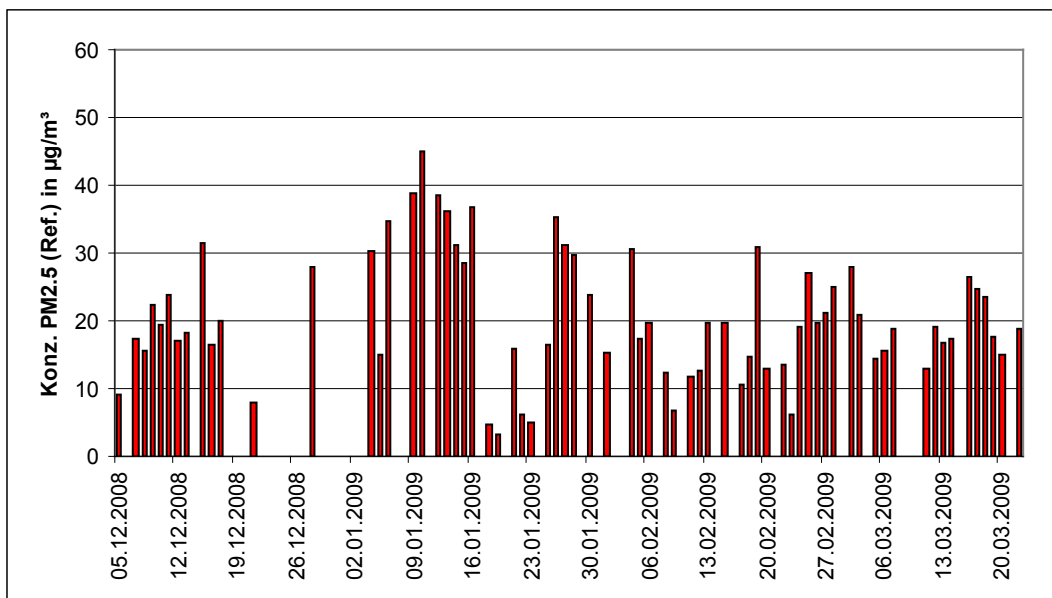


Abbildung 21: Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Winter“

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

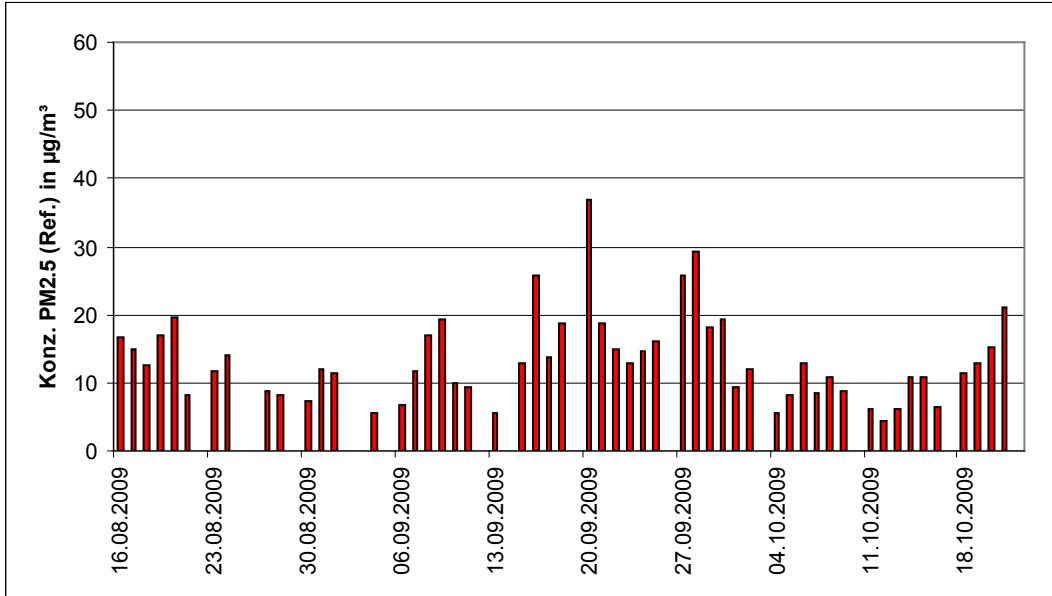


Abbildung 22: Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Sommer“

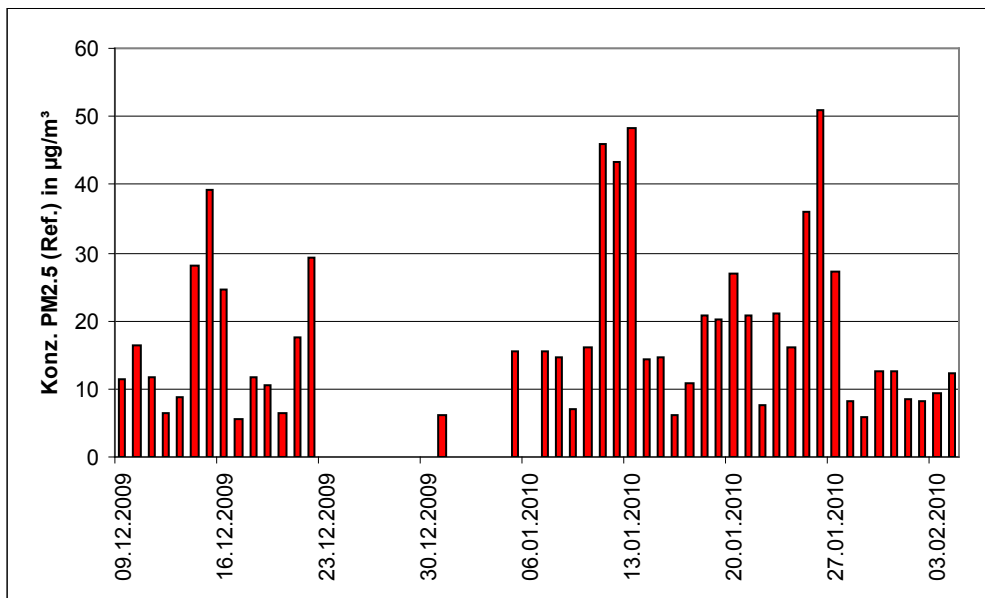


Abbildung 23: Verlauf der PM_{2,5}-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“

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 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 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

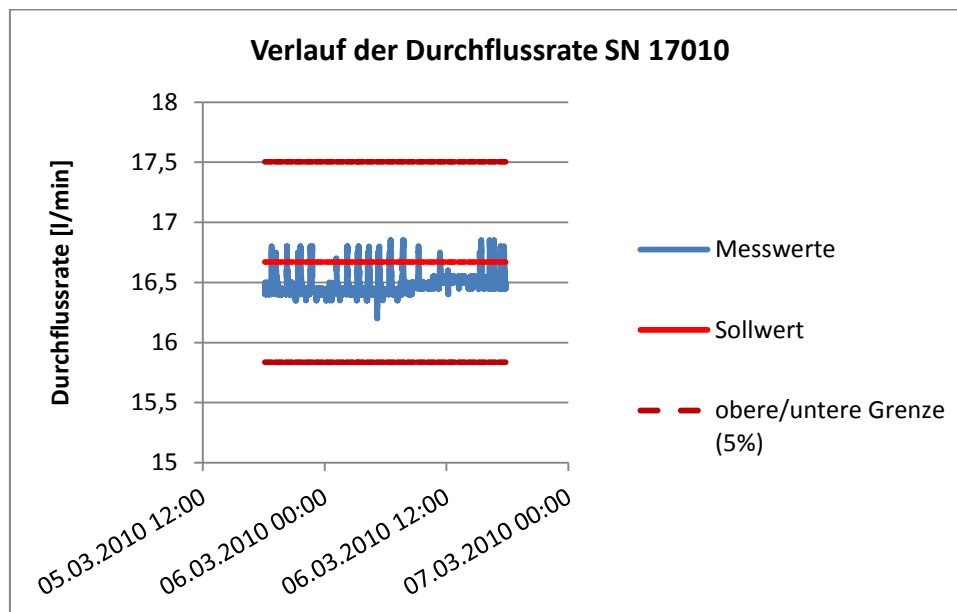


Abbildung 27: Durchfluss am Testgerät SN 17010

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

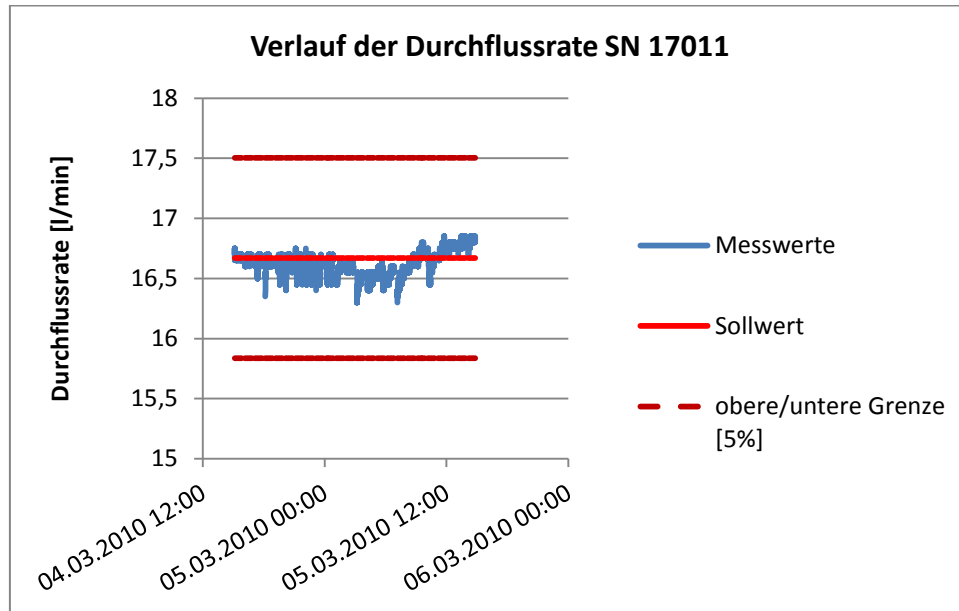


Abbildung 28: Durchfluss am Testgerät SN 17011



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 Dichtheit 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

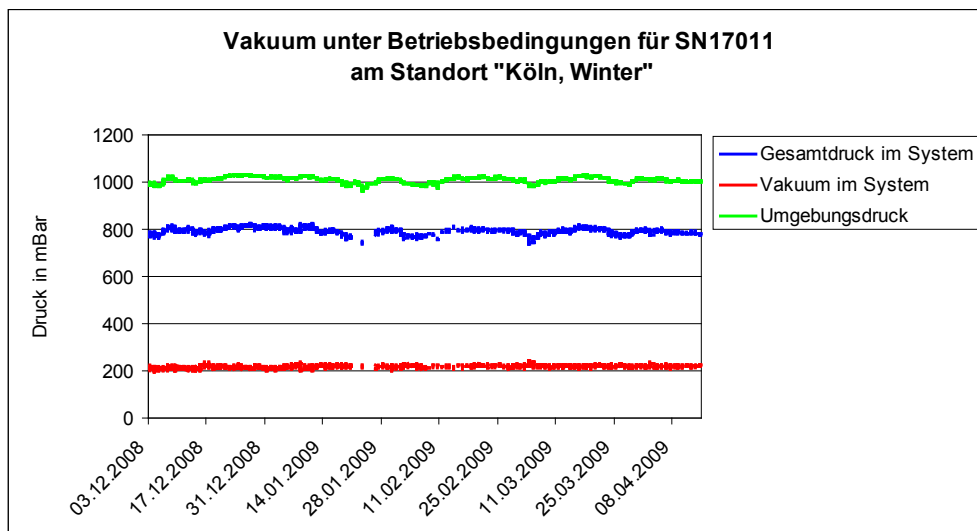


Abbildung 29: Darstellung des Vakuums unter Betriebsbedingungen am Beispiel SN 17011, Standort Köln, Winter

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	SN 17010		SN 17011	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C
°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

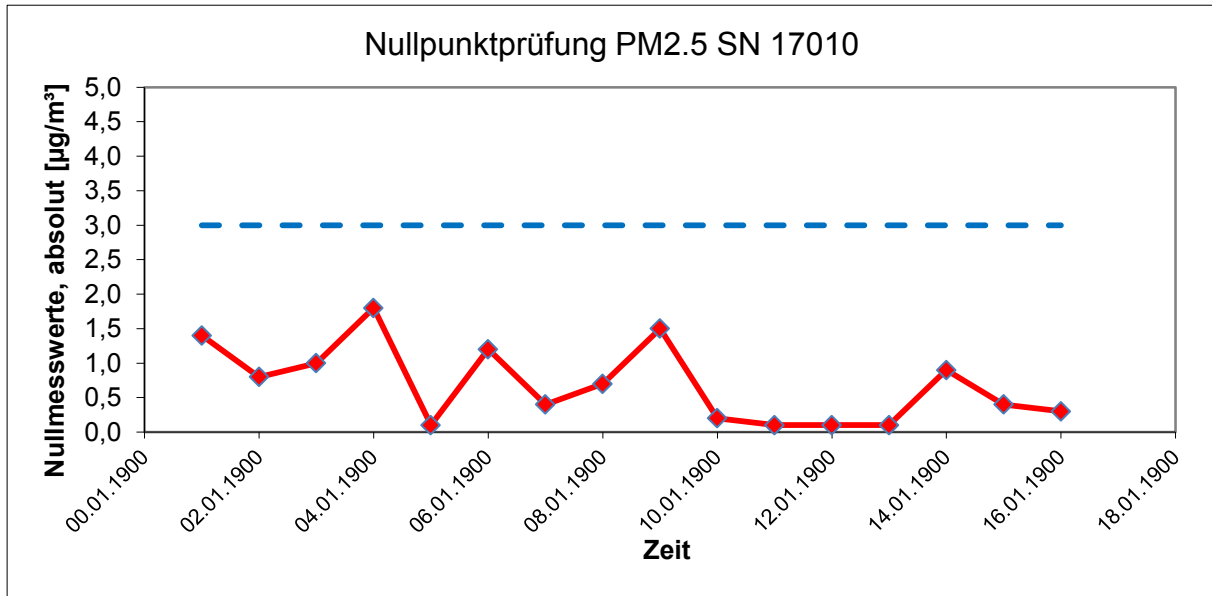


Abbildung 30: Nullpunktdrift SN 17010, Messkomponente PM_{2,5}

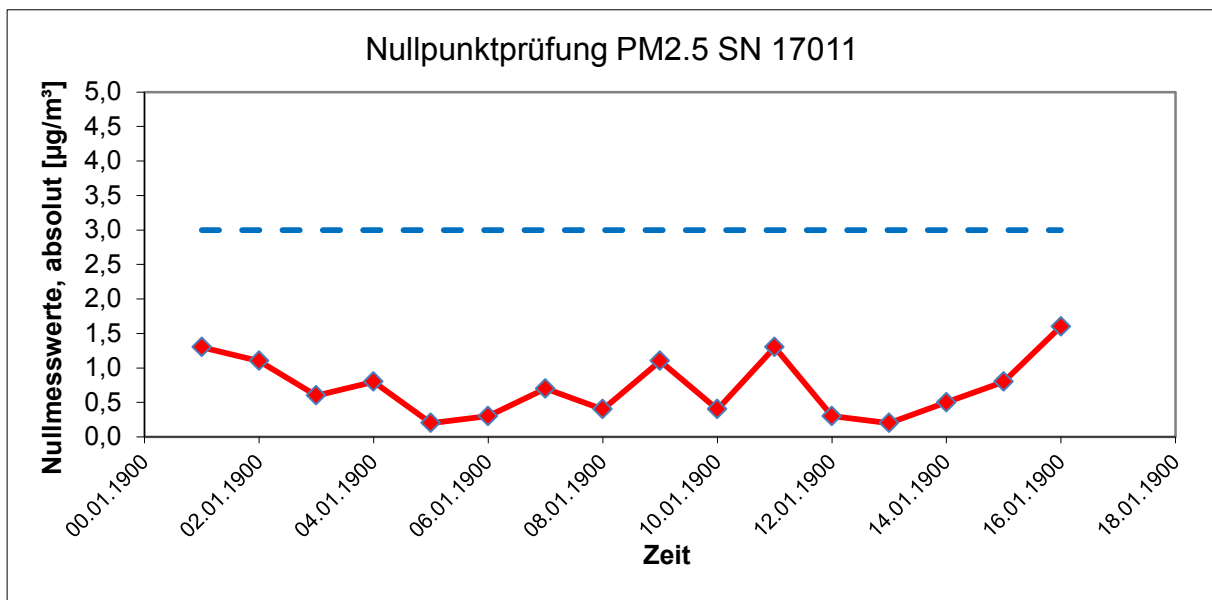


Abbildung 31: Nullpunktdrift SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}

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

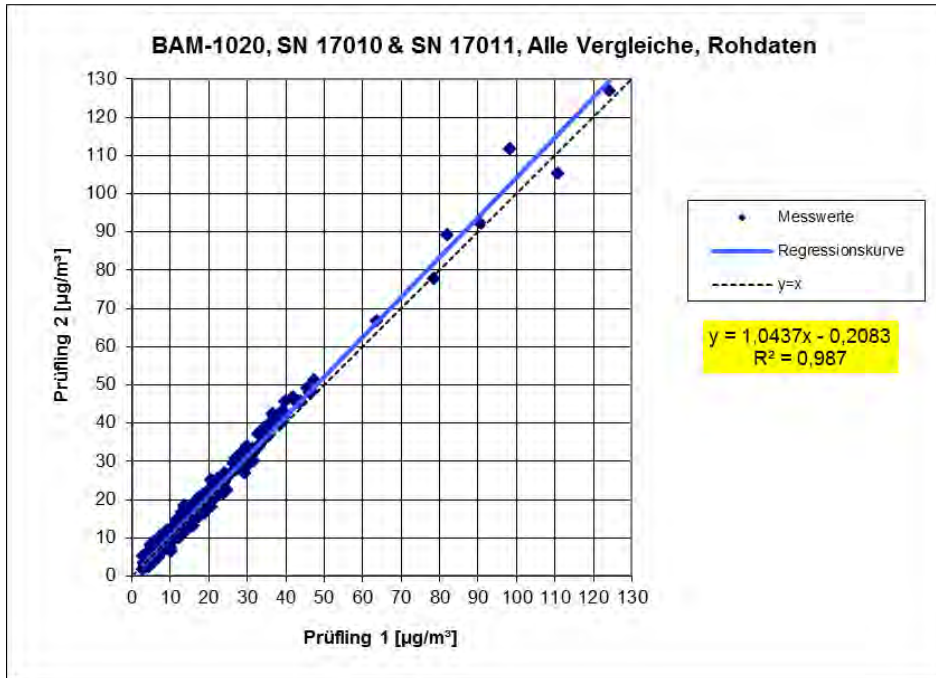


Abbildung 32: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte

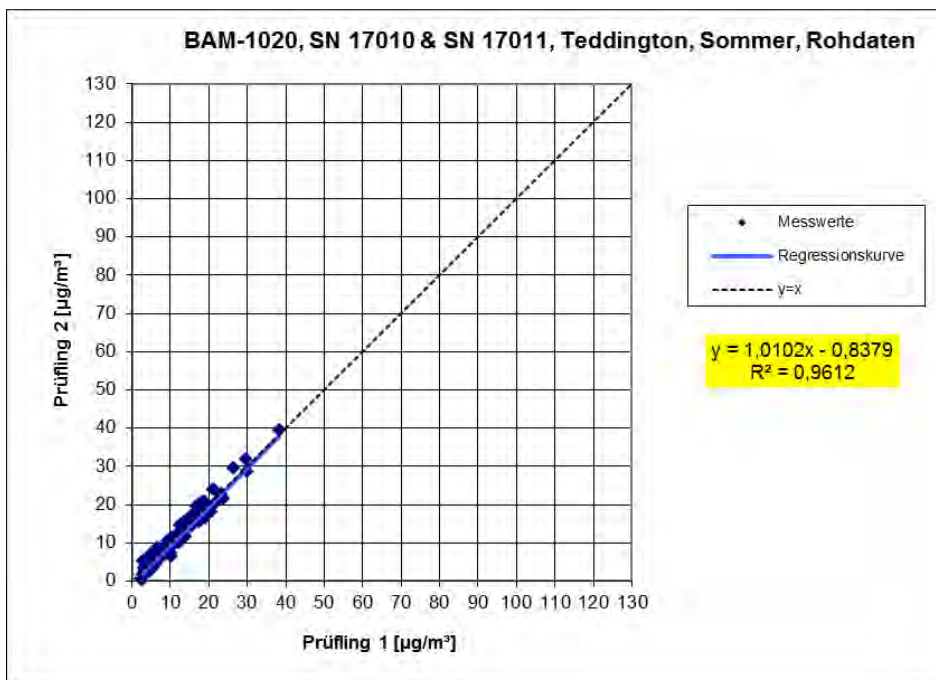


Abbildung 33: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, Standort Teddington, Sommer

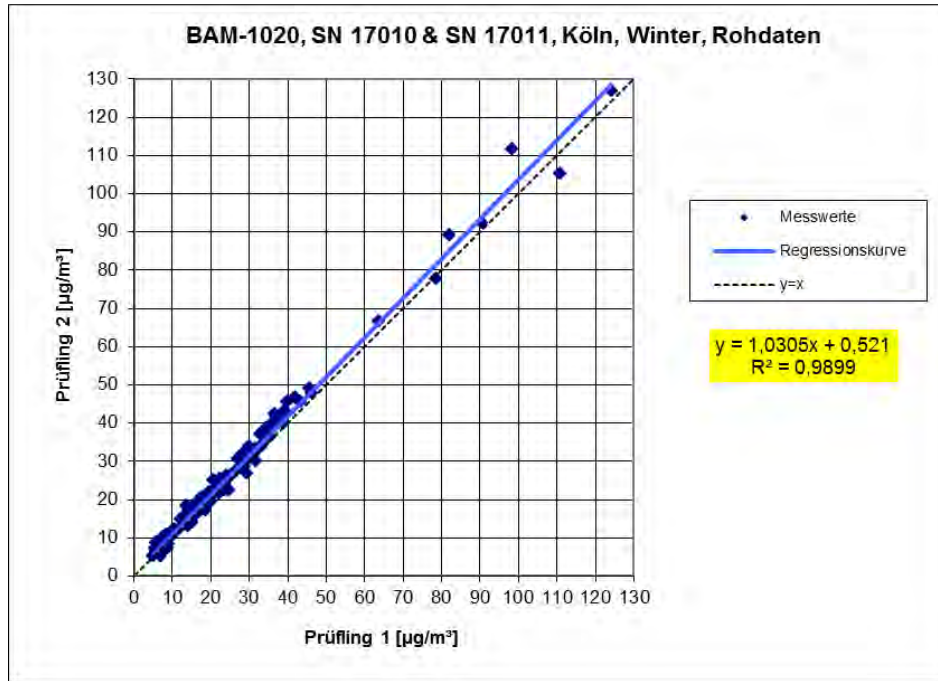


Abbildung 34: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, Standort Köln, Winter

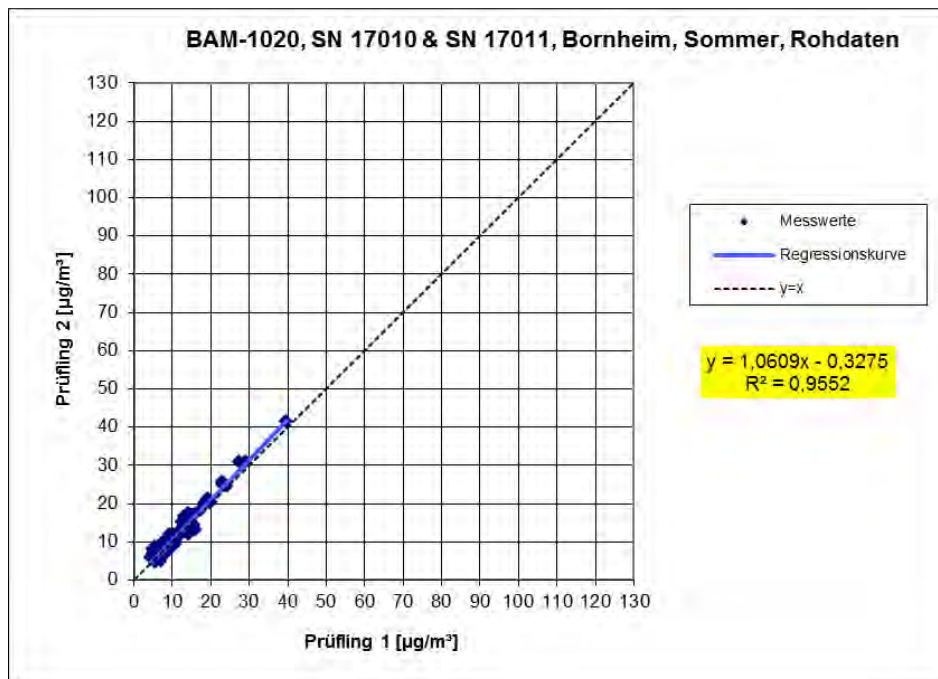


Abbildung 35: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, Standort Bornheim, Sommer

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

Seite 85 von 168

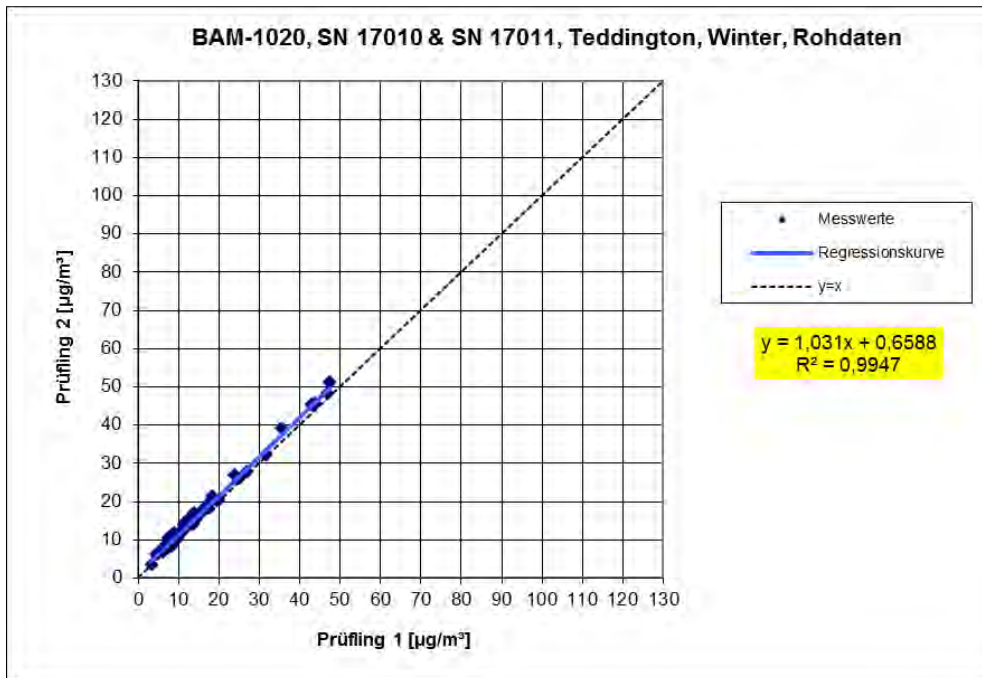


Abbildung 36: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, Standort Teddington, Winter

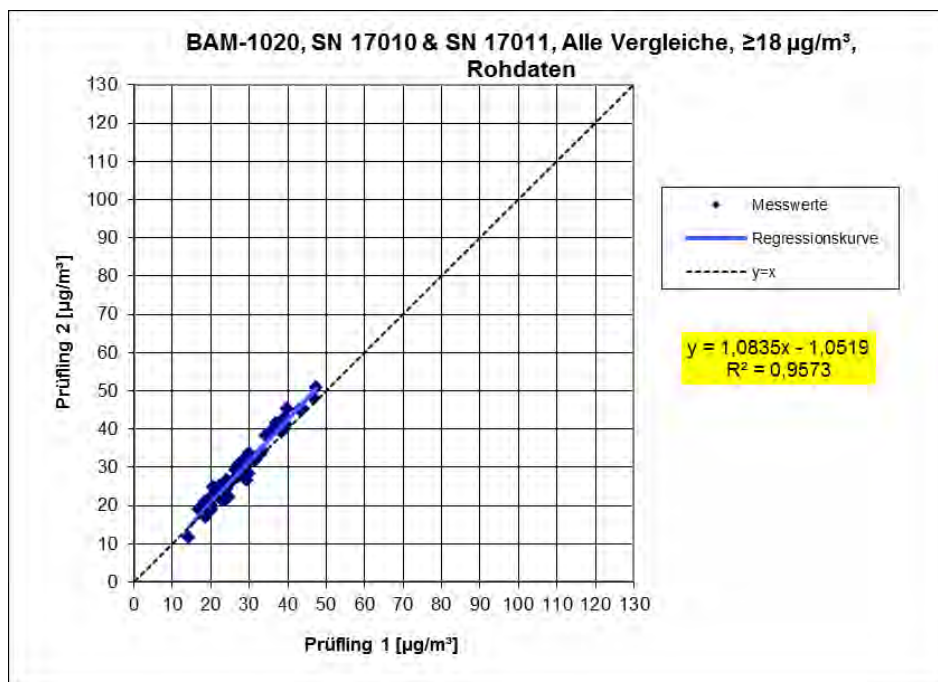


Abbildung 37: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte, Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$

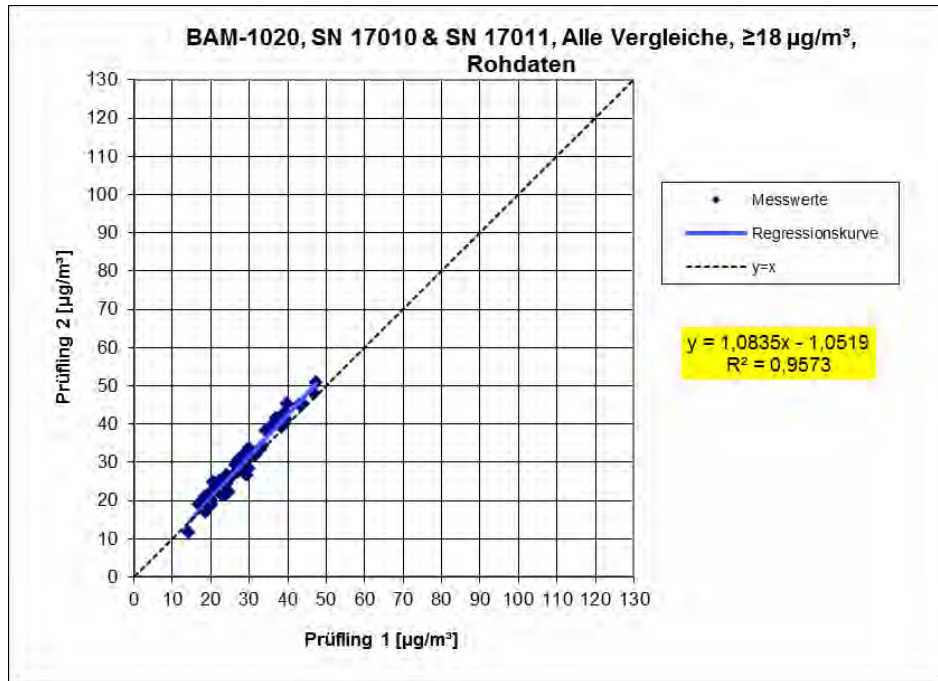


Abbildung 38: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte, Werte $< 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$

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	SN 17010 & SN 17011	
Status	Messwerte	Rohdaten	Grenzwert	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			erlaubte Unsicherheit	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	1,822			1,018
Unsicherheit von a	0,372			0,308
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	17,18	%		14,74 %
Köln, Winter				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,39			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
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	0,960			0,430
Unsicherheit von a	0,512			0,405
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	12,92	%		18,01 %
Bornheim, Sommer				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,30			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
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	-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			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
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	-0,182			0,630
Unsicherheit von a	0,300			0,293
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	10,35	%		7,51 %
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	0,584			-1,108
Unsicherheit von a	0,975			0,95
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	16,08	%		19,09 %
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	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			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
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	0,989	signifikant		0,377
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 $< 2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

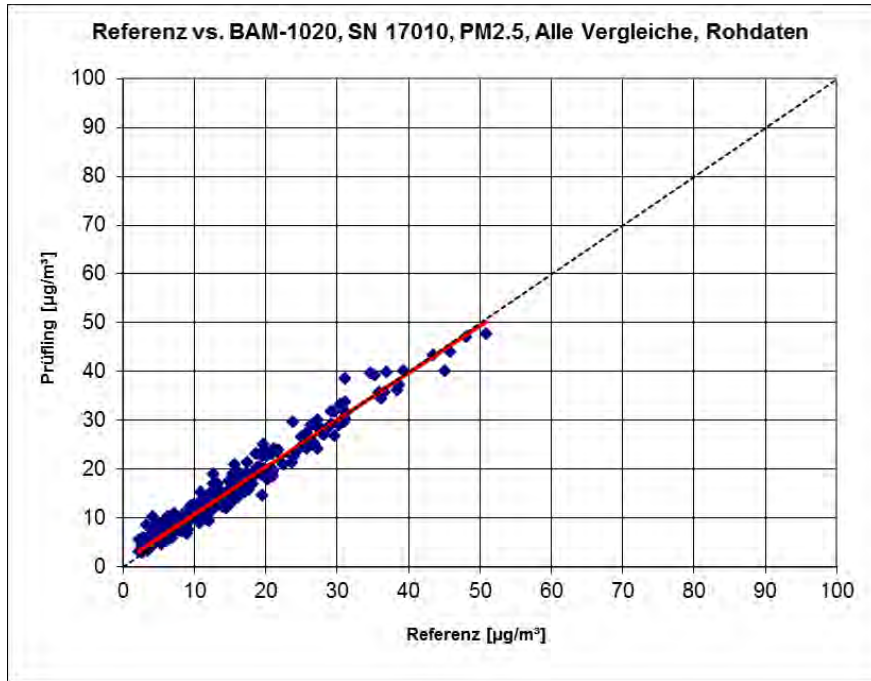


Abbildung 39: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte

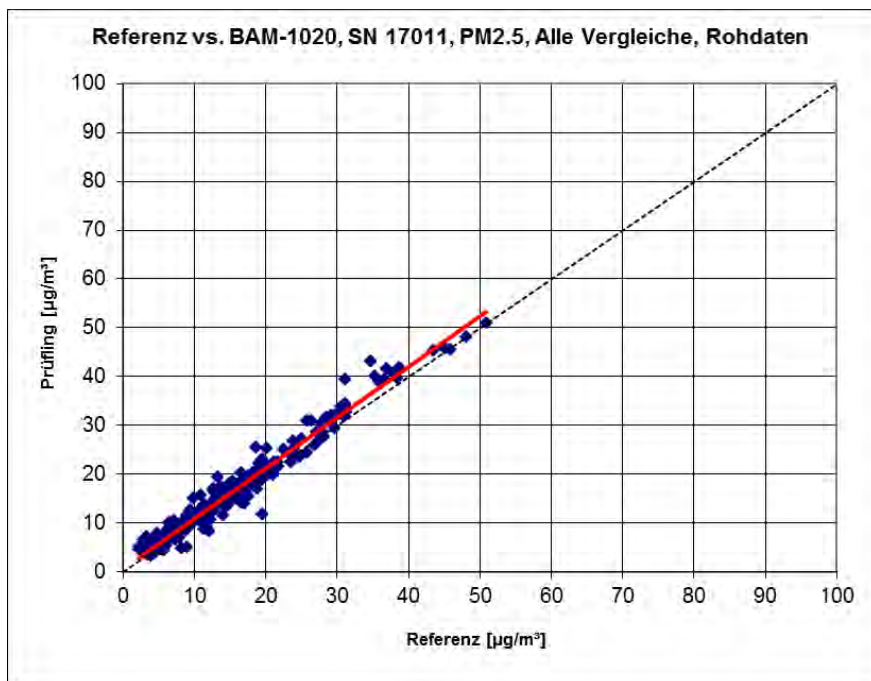


Abbildung 40: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, alle Standorte

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

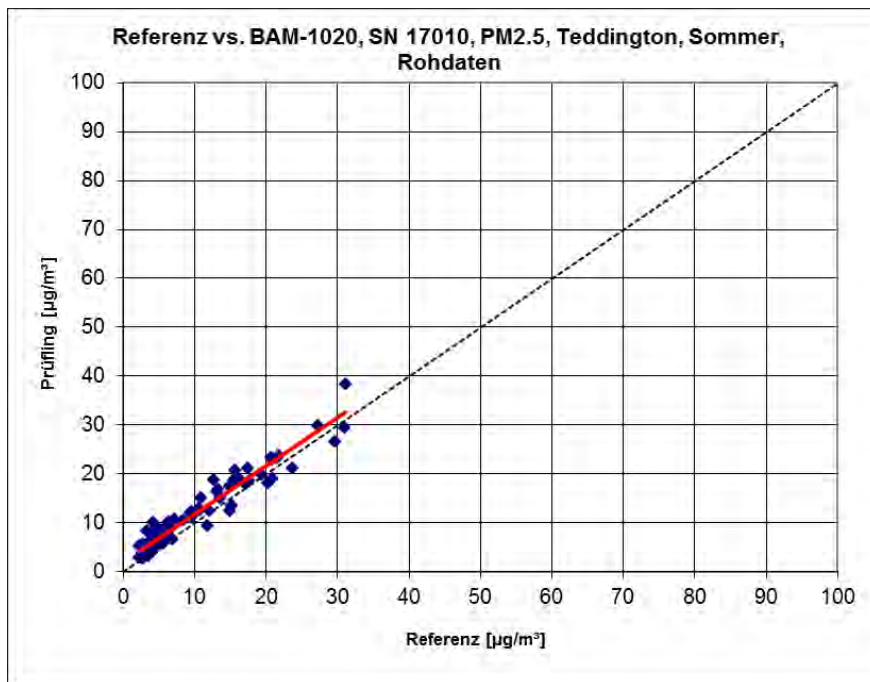


Abbildung 41: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Messkomponente PM_{2,5}, Teddington, Sommer

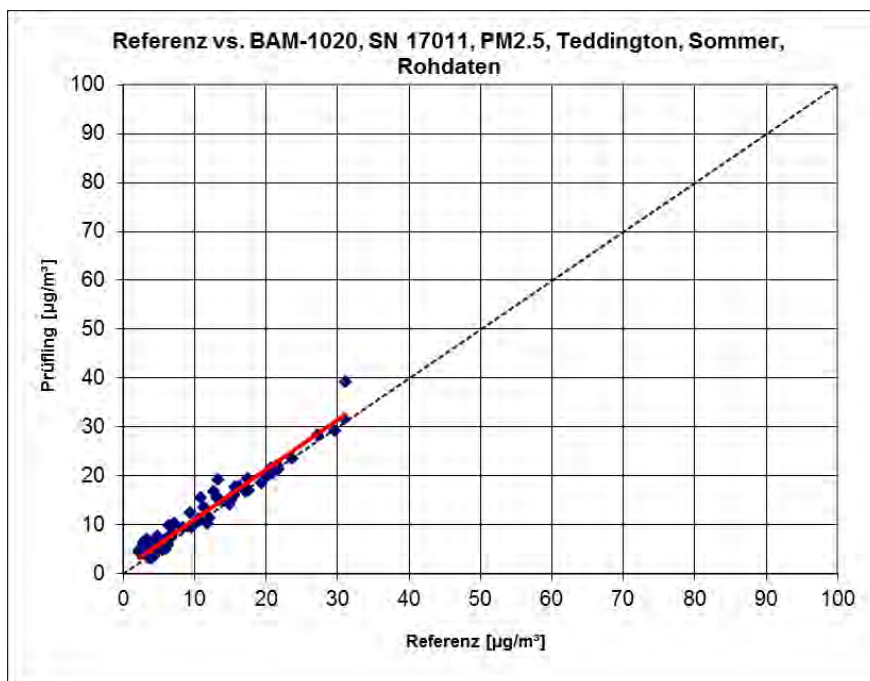


Abbildung 42: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, Teddington, Sommer

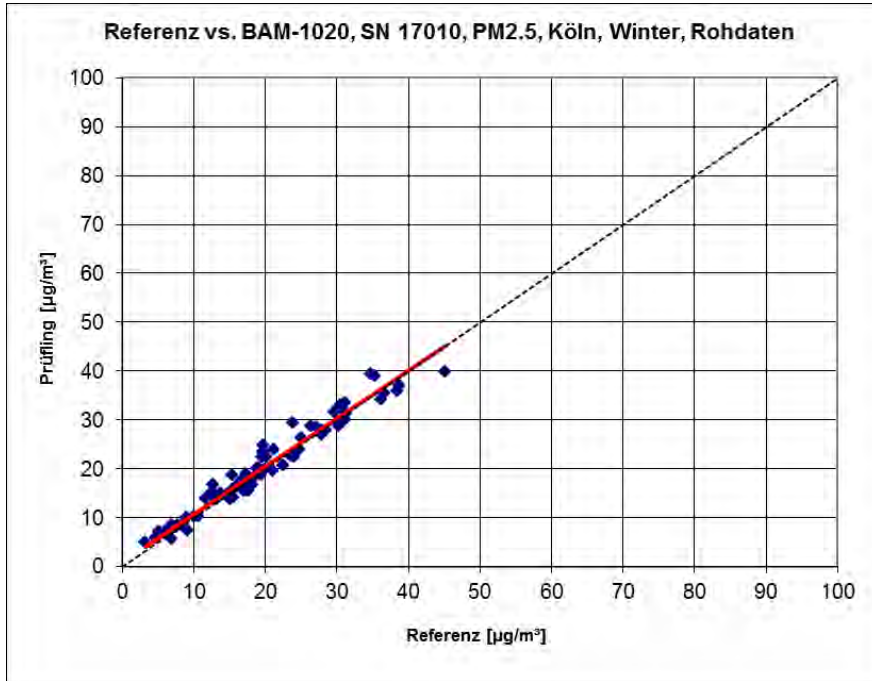


Abbildung 43: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Messkomponente PM_{2,5}, Köln, Winter

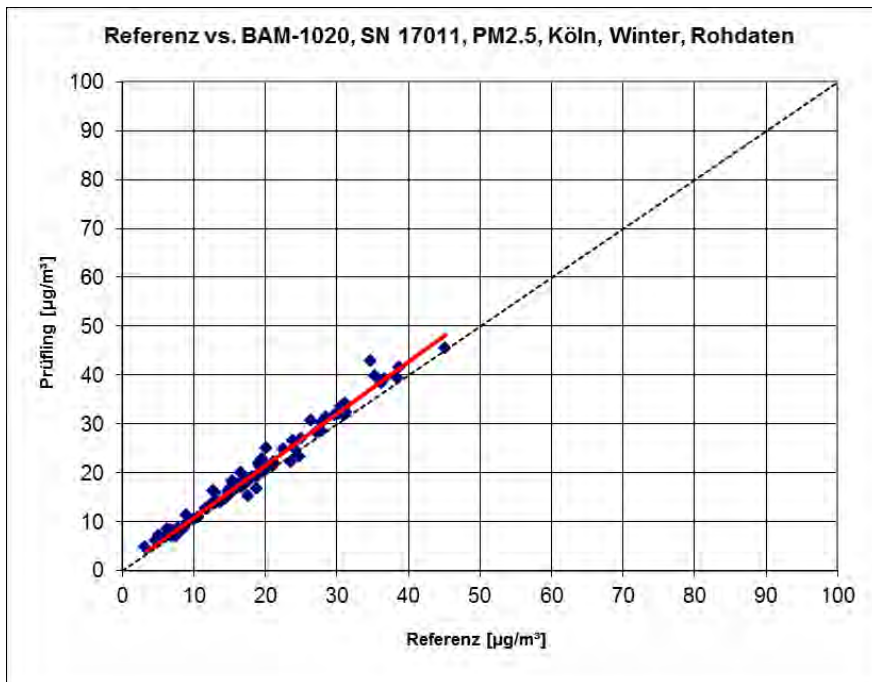


Abbildung 44: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, Köln, Winter

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

Seite 97 von 168

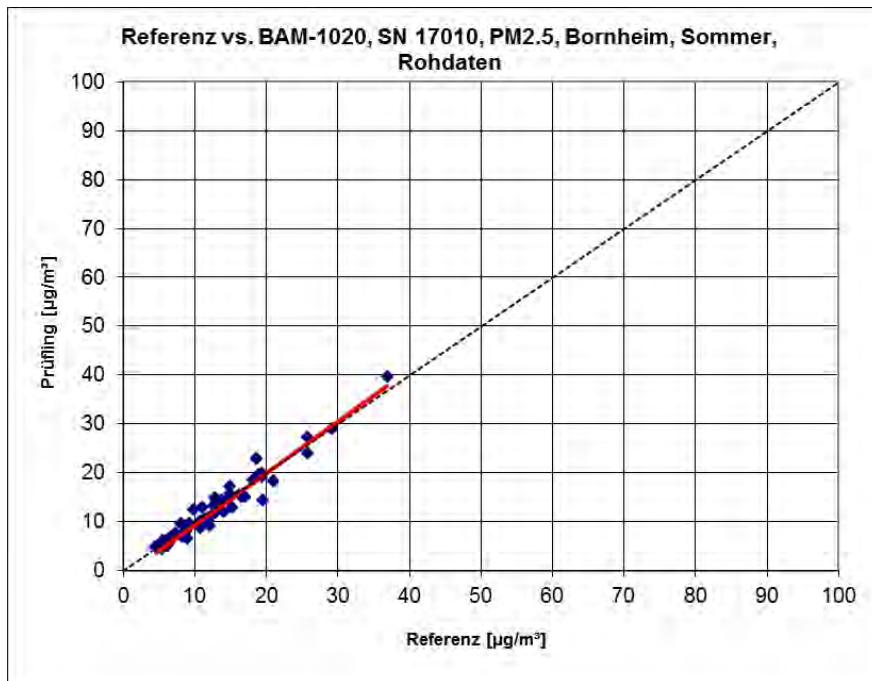


Abbildung 45: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Messkomponente PM_{2,5}, Bornheim, Sommer

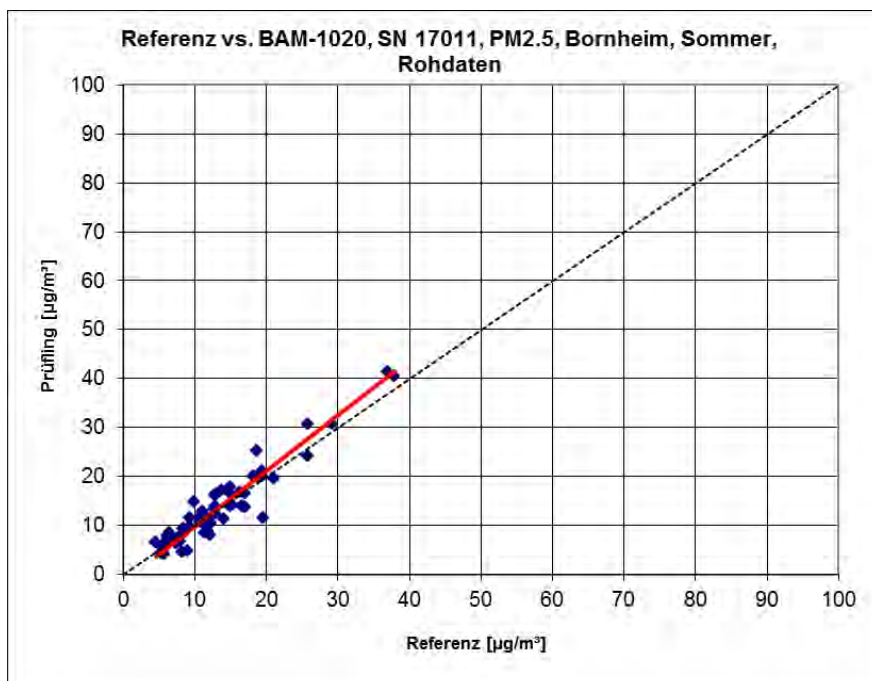


Abbildung 46: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, Bornheim, Sommer

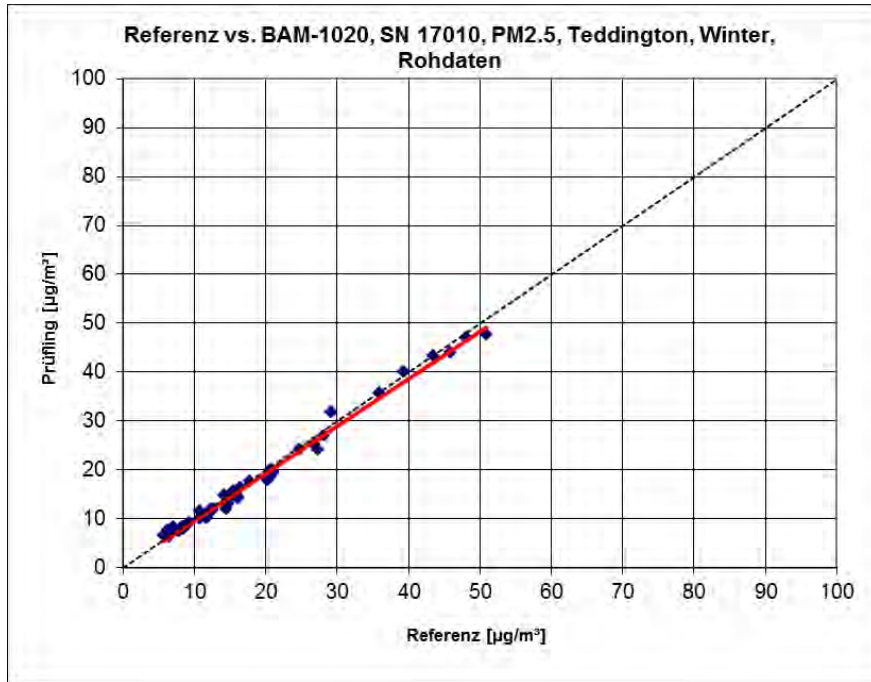


Abbildung 47: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Messkomponente PM_{2,5}, Teddington, Winter

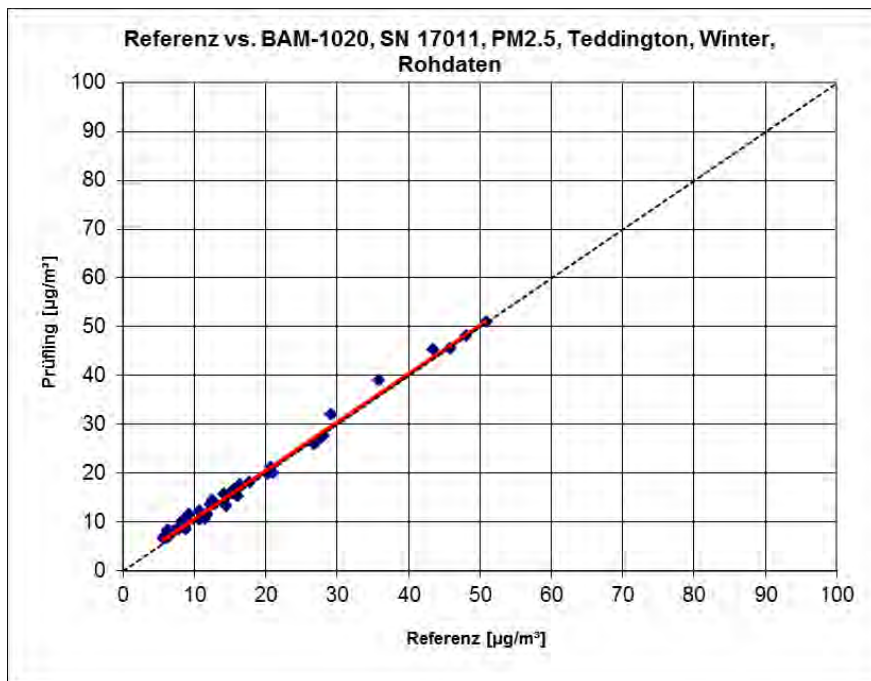


Abbildung 48: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, Teddington, Winter

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

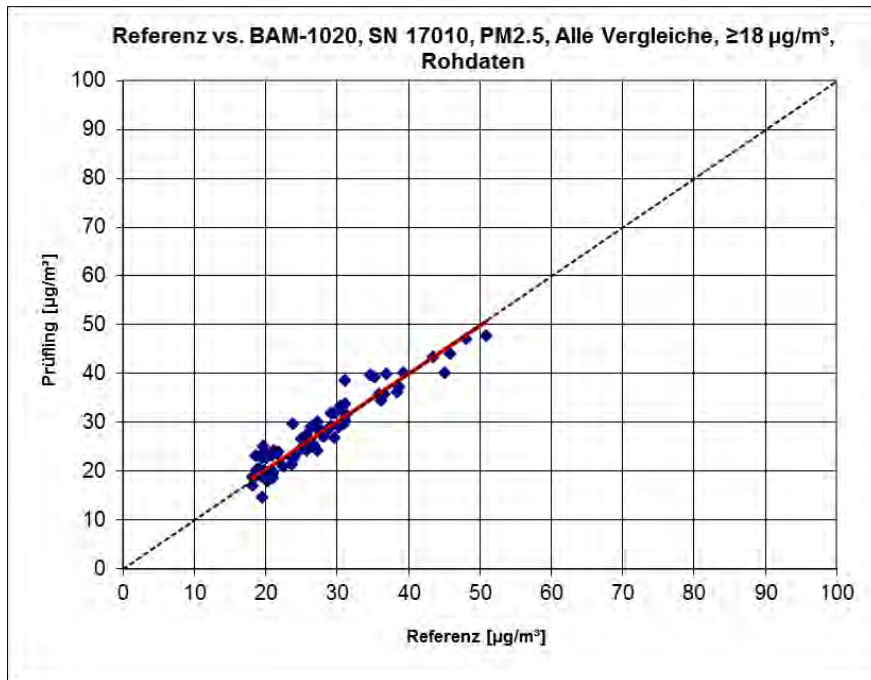


Abbildung 49: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Messkomponente PM_{2,5}, Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$

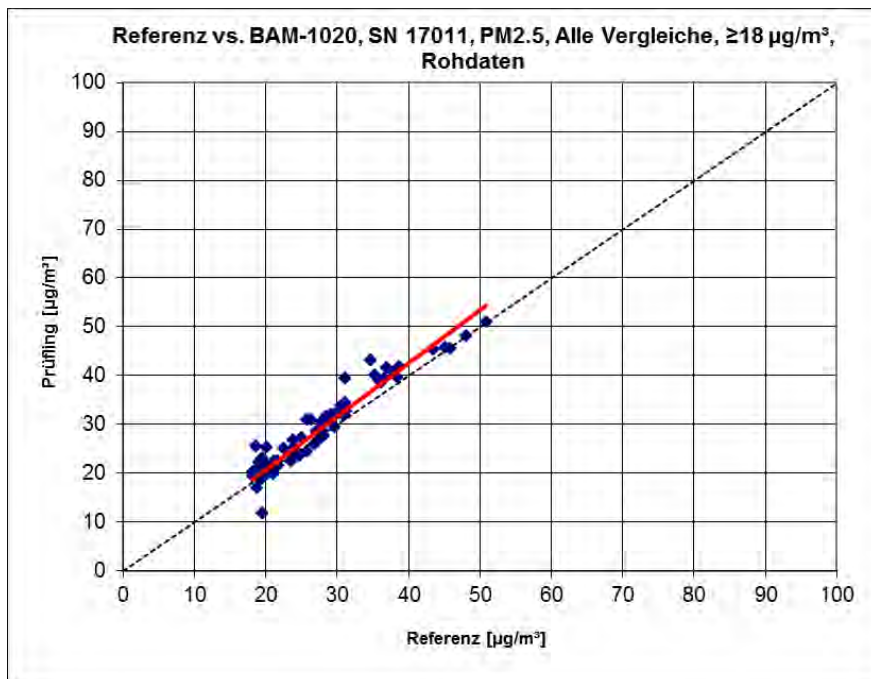


Abbildung 50: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Messkomponente PM_{2,5}, Werte $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$



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

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

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/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	0,000			nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,204			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	11,67			%
Alle Vergleiche, ≥18 µg/m³				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,30			µg/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	-0,832			
Unsicherheit von a	0,919			
Erweiterte Messunsicherheit W _{CM}	15,00			%
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	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 Filterfleck 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							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	
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			

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							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	
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		
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	
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		
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	Borheim, 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				SN 17011 Filtertape Fehler
323	16.12.2009	24,9	24,5	30,0	30,3	82,0	24,0				SN 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			

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	Nullfilter Ausreisser Ref. PM2,5	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									
343	05.01.2010	15,6	15,5				15,5	16,4		
344	06.01.2010			19,2	19,3		13,0	13,9		
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	Keine Wetterdaten verfügbar										
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

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

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.

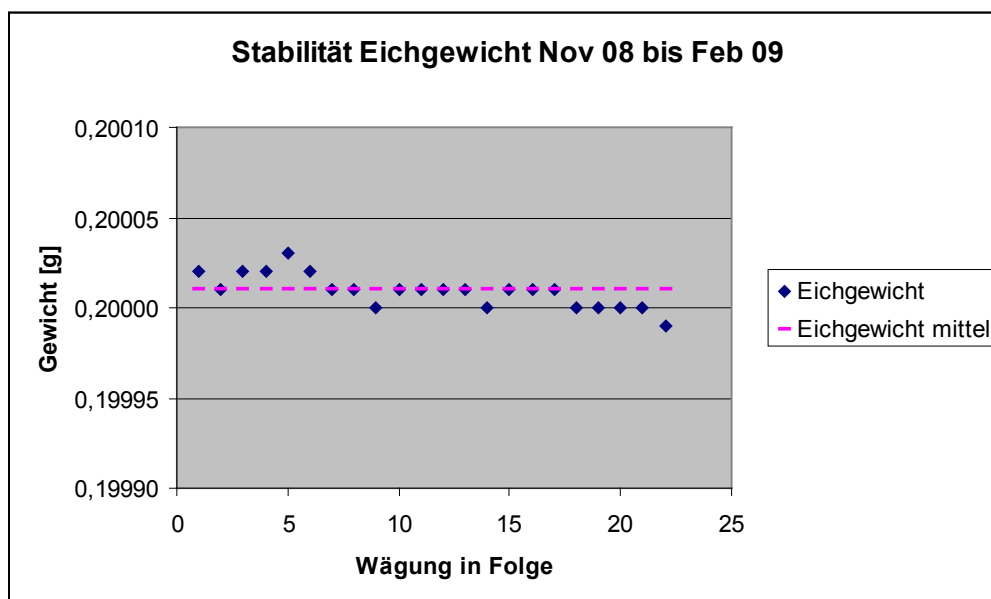


Abbildung 58: Stabilität Eichgewicht

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

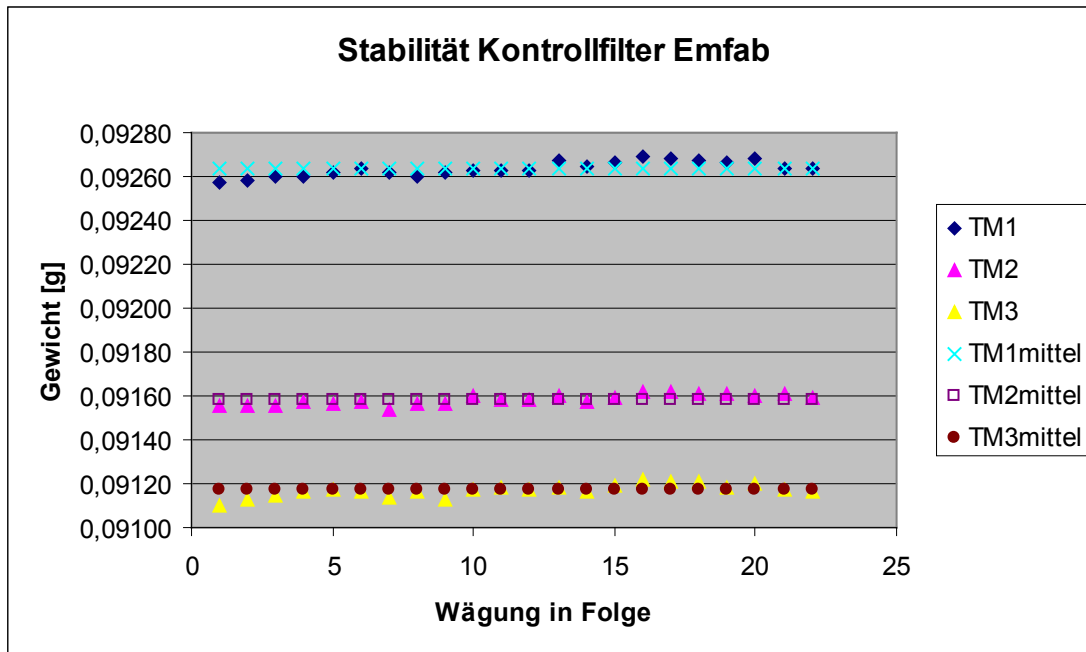


Abbildung 59: Stabilität der Kontrollfilter

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:

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

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

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

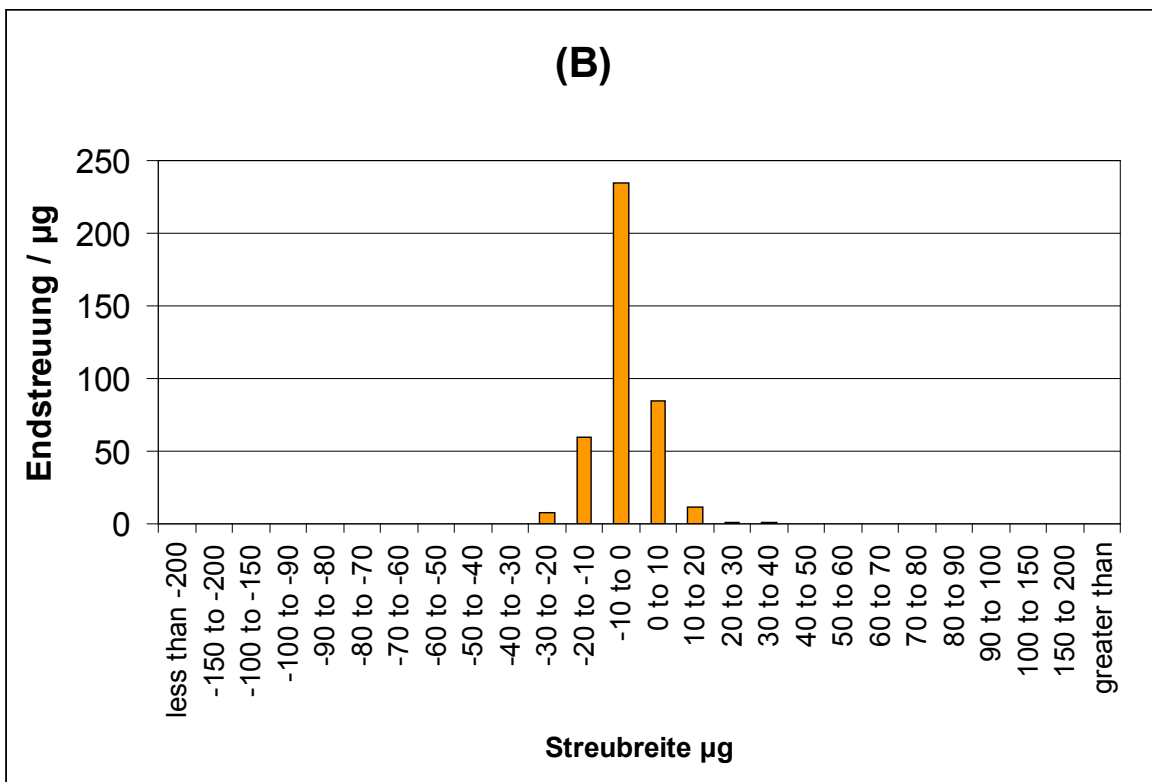
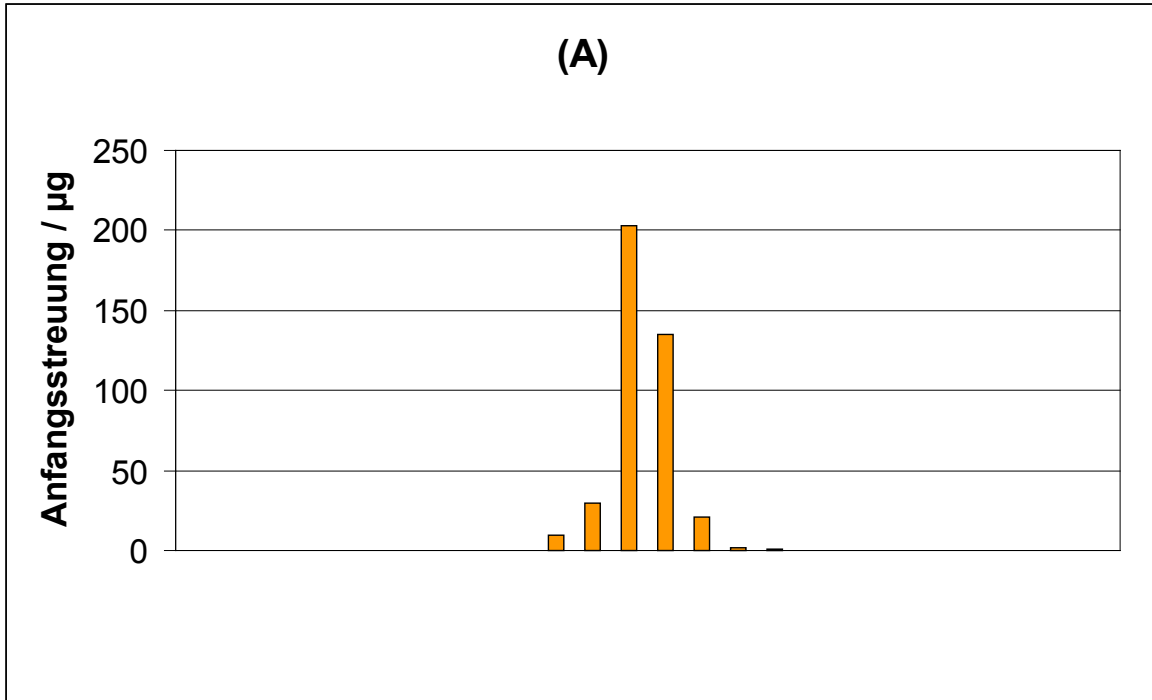
Wie im UK PM Equivalence Report [8] beschrieben war es nicht möglich, alle Filter wie in EN14907 beschrieben innerhalb des 15-tägigen Zeitfensters zu wiegen.

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

TÜV RHEINLAND ENERGY GMBH



Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Fa. Ecotech Pty Ltd. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} zum TÜV-Bericht 936/21222754/A vom 1. Oktober 2013

TÜV-Bericht Nr.: 936/21250428/A
Köln, 1. September 2020

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 hat die DAkKS-Registriernummer: D-PL-11120-02-00 und gilt für den in der Urkundenanlage festgelegten Umfang.

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

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

Leerseite

Kurzfassung

Im Auftrag der Firma Ecotech Pty Ltd. führte die TÜV Rheinland Energy GmbH die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider für die Komponente 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. Es ist darüber hinaus anzumerken, dass sowohl die Richtlinie EN 14907 wie auch die Richtlinie EN 12341 das gravimetrische Referenzverfahren selbst beschreiben und keine Anforderungen an automatische Messeinrichtungen enthalten.

Die Messeinrichtung Spirant BAM 1100 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 Messeinrichtung Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider ist bis auf ein abgeändertes Frontdesign hardwareseitig absolut baugleich mit der Messeinrichtung BAM-1020 der Firma Met One Instruments, Inc.. Die Gerätesoftware wurde im Zuge der kontinuierlichen Weiterentwicklung der Basissoftware des BAM-1020 ebenfalls weiterentwickelt und stellt sich aktuell wie folgt dar:

Basissoftware BAM-1020: Version 3236-05 V3.14.3 entspricht

Software Spirant BAM 1100: Version 81237-05 V1.1.0

Folgende Unterschiede bestehen zwischen den beiden Softwareversionen:

1. Referenzen auf Met One und BAM-1020 in Display Menüs und Ausgaben entfernt und gegebenenfalls durch Spirant BAM ersetzt
2. Einfügen eines weiteren Ausgabeprotokolls, damit das Spirant BAM zusammen mit anderen Ecotech Produkten in einem „Multi-Device-Network“ mit gleichen Kommandos ausgelesen werden kann

Die implementierten Änderungen zwischen der Basissoftware BAM-1020 und der Software Spirant BAM 1100 haben keine Einflüsse auf die Leistungsfähigkeit der Messeinrichtung.

Die Messeinrichtung Spirant BAM 1100 wurde 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 (bis auf die oben beschriebenen Details) exakt baugleich sind.

Auf Grund der Baugleichheit erfolgten daher zur erstmaligen Bekanntgabe der Messeinrichtungen Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider 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 Messeinrichtung Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5} der Fa. Ecotech Pty Ltd. stellt sich demnach wie folgt dar:

- Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider für Schwebstaub PM_{2,5} mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 27. Februar 2014 (BAnz. AT 01.04.2014 B12, Kapitel IV Nummer 6.1) – Erstbekanntgabe
- Spirant BAM 1100 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 3. Mitteilung) – Mitteilung neuer Drucksensor

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 Schwebstaubmessenrichtungen.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung
Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Fa. Ecotech Pty Ltd.
für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5}, Bericht: 936/21250428/A

Seite 5 von 8

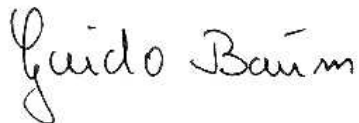
Das vorliegende Addendum enthält eine Beurteilung der Messeinrichtungen vom Typ Spirant BAM 1100 im Hinblick auf die Einhaltung der Anforderungen gemäß der Richtlinie DIN EN 16450 (Juli 2017). Auf Grund der Baugleichheit zur Messeinrichtung BAM-1020 erfolgten zur Beurteilung der Messeinrichtung Spirant BAM 1100 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 Immissionsmesseinrichtung 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 936/21222754/A vom 01. Oktober 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 Spirant BAM 1100 eingehalten werden.

Das Addendum ist nach seiner Veröffentlichung fester Bestandteil des TÜV Rheinland Prüfberichtes der Nummer 936/21222754/A vom 01. Oktober 2013 und wird im Internet unter www.qal1.de einsehbar sein.

Immissionsschutz / Luftreinhaltung

Köln, 1. September 2020



Dipl.-Ing. Guido Baum
936/21250428/A



Dipl.-Ing. Karsten Pletscher

Bekanntgaben im Bundesanzeiger für die Messeinrichtung Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider

6.1 Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider

Hersteller:

Ecotech Pty Ltd., Knoxfield, Australien

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 81237-05 V1.0.0

Einschränkungen:

Keine

Hinweise:

- 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.
- 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).
- Die Zykluszeit während der Eignungsprüfung betrug 1 h, d. h. jede Stunde wurde ein automatischer Filterwechsel durchgeführt. Jeder Filterleck wurde nur einmal beprobt.
- Die Probenahmezeit innerhalb der Zykluszeit beträgt 42 min.
- Die Messeinrichtung ist in einem verschließbaren Messcontainer zu betreiben.
- Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM_{2,5}-Referenzverfahren nach DIN EN 14907 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
- Die Messeinrichtung kann optional mit der Pumpe BX-125 betrieben werden.
- Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung ist im Internet unter www.qal1.de einsehbar.

Prüfinstitut: TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, Köln

Bericht-Nr.: 936/21222754/A vom 1. Oktober 2013

Abbildung 1: Erstbekanntgabe BAnz. AT 01.04.2014 B12, Kapitel IV Nummer 6.1

3 Mitteilung zu der Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 27. Februar 2014 (BAnz AT 01.04.2014 B12, Kapitel IV Nummer 6.1)

Der Drucksensor 970603 (MICROSWITCH #185PC15AT) in der Messeinrichtung Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Fa. Ecotech Pty Ltd. wurde abgekündigt und durch den Drucksensor 970595 (HONEYWELL SSCDANN015PAAA5) ersetzt.

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 20. September 2014

Abbildung 2: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 02.04.2015 B5, Kapitel IV 3. Mitteilung

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Fa. Ecotech Pty Ltd. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5}, Bericht: 936/21250428/A

Seite 7 von 8

Anlagen:

- [1] Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Spirant BAM 1100 mit PM_{2,5}-Vorabscheider der Firma Ecotech Pty Ltd. für die Komponente Schwebstaub PM_{2,5}, TÜV-Bericht Nr.: 936/21222754/A vom 01. Oktober 2013
- [2] 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



Spirant BAM

Partikelmonitor

Benutzerhandbuch

Fassung: C

www.ecotech.com

diese Seite ist absichtlich leer

Inhaltsverzeichnis

International anerkannte Symbole auf Ecotech-Geräten	7
1. Einführung	9
1.1 Über dieses Handbuch	9
1.2 Technischer Dienst	10
1.3 BAM: Beta-Abschwächungs-Massenmonitor	10
1.4 Erklärung zur Strahlungssicherheit von Beta.....	10
1.5 Spirant BAM US-EPA-Konfigurationen	11
1.6 Spirant BAM Andere Konfigurationen.....	11
1.7 Spirant BAM-Spezifikationen.....	11
2. Standortwahl und Installation	13
2.1 Auspacken, Inspektion und Auswertungstests.....	13
2.2 Gehäuseauswahl und Temperaturkontrolle.....	13
2.3 Kriterien für die Standortwahl und die Positionierung des Einlasses.....	14
2.4 Montagemöglichkeiten in einem begehbaren Unterstand	14
2.5 Spirant BAM-Installationsanleitung.....	15
2.6 Spirant BAM Energy and Electrical Service.....	24
3. Inbetriebnahme der Spirant BAM	27
3.1 Einschalten	27
3.2 Aufwärmphase	27
3.3 Das Hauptmenü und die Verwendung der Tastatur und des Displays	27
3.4 Einlegen des Filterbandes.....	29
3.5 Selbst-Test.....	30
3.6 Überlegungen zu den anfänglichen SETUP-Einstellungen	31
3.7 Anfängliche Dichtheitsprüfung und Durchflussprüfung	32
3.8 Starten eines Messzyklus	32
3.9 Zugriff auf den Bildschirm Fluss-Statistik	32
3.10 Die OPERATE-Menüs	33
3.11 Der NORMALE Operationsbildschirm	34
3.12 Die Bildschirme INSTANTANTE und DURCHSCHNITTLICHE Operation	34
4. Der Messzyklus.....	35
4.1 Die Ein-Stunden-Zyklus-Zeitachse	35
4.2 Automatische Spannweitenkontrollen während des Zyklus	36
4.3 Filter Tape Use.....	37
5. Durchflusssystem und Durchflusskalibrierungen.....	39
5.1 Fluss-System-Diagramm	39
5.2 Arten der Flusskontrolle und Flussberichterstattung - Standard- oder tatsächlicher Fluss	39
5.2.1 TATSÄCHLICHE Flusssteuerung	40
5.2.2 STANDARD-Flusskontrolle	40
5.3 Umrechnungen von Gesamtdurchfluss (QTOT) und Durchflussrate (LPM).....	40
5.4 Über Dichtheitsprüfungen, Düsenreinigung und Durchflussprüfungen	40

5.5	Verfahren zur Dichtheitsprüfung.....	41
5.5.1	Grundlegende Dichtheitsprüfung	41
5.5.2	Erweiterte Dichtheitsprüfungen	43
5.6	Reinigungsverfahren für Düsen und Lamellen	46
5.7	Feldkalibrierung des Durchflusssystem - Tatsächlicher Durchflussmodus	47
5.8	Feldkalibrierung des Durchflusssystem - Standard-Durchflussmodus.....	49
6.	Beschreibungen der Setup-Menüs.....	51
6.1	Bildschirm zur Einrichtung der UHR	52
6.2	SAMPLE Setup-Bildschirm - Bereichs-, Probenahme- und Timing-Einstellungen	52
6.3	Setup-Bildschirm CALIBRATE - Durchfluss- und Kalibrierungseinstellungen	55
6.4	EXTRA1-Einrichtungsbildschirm	57
6.5	Setup-Bildschirm ERRORS für den Analogausgang.....	57
6.6	PASSWORD Setup-Bildschirm.....	59
6.7	INTERFACE Setup-Bildschirm.....	60
6.8	SENSOR Setup-Bildschirm für externe Met-Sensoren	60
6.9	HEATER Setup-Bildschirm - RH-Steuerungseinstellungen	62
6.10	QUERY Setup-Bildschirm - Einrichtung eines benutzerdefinierten Datenarrays	63
6.11	REPORTS Setup-Bildschirm - Tagesdaten und dynamische Bereiche	65
6.11.1	Daily Range	65
6.11.2	Dynamic Range	65
6.11.3	Log BP.....	66
6.11.4	Log Membrane.....	66
6.12	HJ 653 Setup-Bildschirm - Chinesische Datenformatierung	66
7.	Wartung, Diagnose und Fehlerbehebung	67
7.1	Tabelle der von Ecotech empfohlenen periodischen Wartung	67
7.2	Spirant BAM Fehler- und Alarmbeschreibungen.....	68
7.3	Vergleich von Spirant BAM-Daten mit Daten von integrierten Filterprobennehmern.....	74
7.4	Einschaltprobleme und elektrische Sicherheitsbetrachtungen.....	75
7.5	Grundlegende Problem- und Ursache-/Lösungstabelle	76
7.6	Wartung von Düsenkomponenten und Austausch von O-Ringen.....	81
7.7	Durchführen des 72-Stunden-Nullfilter-Hintergrundtests	83
7.8	Das TEST-Menüsystem - Überblick.....	85
7.9	Menü COUNT-Test - Beta-Detektor-Zähltests	85
7.10	Menü PUMP-Test - Manuelle Pumpen- und Düsentests.....	85
7.11	TAPE-Test-Menü - Manuelles Filtern von Vorwärts-/Rückwärtstests	86
7.12	DAC-Test-Menü - Analogausgangstest	86
7.13	Testmenü CALIBRATE - Spannmembran-Massentests	87
7.14	Menü SCHNITTSTELLEN-Test - Relais-E/A-Kanaltests.....	88
7.15	FLOW-Test-Menü	88
7.16	ALIGN-Testmenü - Bandtransport-Motor- und Photosensor-Tests.....	88
7.17	Menü HEATER Test.....	89
7.18	FILTER-T Test Menu - Filter Temperature Sensor Tests.....	89
7.19	Menü FILTER-RH Test - Filter-Feuchtesensor-Test und -Kalibrierung.....	90
8.	Externes Datenlogger-Schnittstellensystem	92
8.1	Analoges Ausgangskonzentrationssignal.....	92

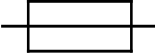
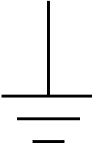






8.2	Modus-Option für analoge Datenerfassung	93
8.3	Telemetrie und Fehlerrelais	94
8.4	Anschließen eines digitalen Datenloggers an die Spirant BAM	97
9.	Digitale Kommunikation und Datenbeschaffung	100
9.1	Direkte Verbindungen und Einstellungen der seriellen Schnittstelle	100
9.2	Verwendung der Ecotech-Kommunikationssoftware für Kometen	101
9.3	Herunterladen von Daten mit einfachen Terminal-Programmen	102
9.4	Systemmenü- und Dateibeschreibungen mit einem Terminalprogramm	104
9.5	Funktionen des Druckerausgabeanschlusses	111
9.6	Modem Option	112
9.7	Spirant BAM-Firmware-Aktualisierungen	112
9.8	Zurücksetzen des Datenzeigers für neue Datenerfassung	115
9.9	Datenerfassung über die Abfrageausgabe oder das Bayern-Hessen-Protokoll	116
10.	Zubehör und Teile	120
10.1	Verbrauchsmaterialien, Ersatzteile und Zubehör	120
10.2	Konfigurationen der meteorologischen Sensoren der Serie BX-500	126
11.	Theorie der Funktionsweise	130
11.1	Converting Data Between EPA Standard and Actual Conditions	131

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	– Zwei verschiedene intelligente Heizleistungskonfigurationen	17
Abbildung 2	– Typische Spirant BAM-Installation in einem begehbaren Schutzraum	20
Abbildung 3	– Typische Spirant BAM-Installation in einem BX-902 Mini-Gehäuse	21
Abbildung 4	– Abmessungen der Spirant BAM-Montage	22
Abbildung 5	– Spirant BAM Rückwandverbindungen	23
Abbildung 6	– Die Spirant BAM-Standard-Benutzeroberfläche und -Tastatur	28
Abbildung 7	– Diagramm zum Laden des Spiral-BAM-Filterbandes	30
Abbildung 8	– Bildschirm Selbsttest-Status	31
Abbildung 9	– Der Bildschirm FLOW STATISTIK	33
Abbildung 10	– Das Menü OPERATE	33
Abbildung 11	– Das Betriebsmenü NORMAL	34
Abbildung 12	– Das Sofortbild-Menü	34
Abbildung 13	– Spirant BAM Proben- und Messstationen	35
Abbildung 14	– Vollständiges Spirant BAM-Flusskontrollsystem	39
Abbildung 15	– Am Einlassrohr installiertes Leckrückschlagventil BX-305	42
Abbildung 16	– 7440 Leckisolationsplatte	43
Abbildung 17	– Düsenabdichtungswerkzeug mit Bohrung unter der Düse	43
Abbildung 18	– Düsendichtungswerkzeug mit fester Seite unter der Düse	44
Abbildung 19	– Reinigung der Düse und des Flügels und zerlegte Ansicht	47
Abbildung 20	– Stündliche Filterbandflecken der Spirant BAM	47
Abbildung 21	– Bildschirm Kalibrierung des tatsächlichen Durchflusses	48

Abbildung 22 – Altes Format des Bildschirms für die Kalibrierung des tatsächlichen Durchflusses	49
Abbildung 23 – Das SETUP-Menü	51
Abbildung 24 – Der Bildschirm EINRICHTUNG > PROBENABHÄNGIGKEIT	52
Abbildung 25 – Der Bildschirm EINRICHTEN > KALIBRIEREN	55
Abbildung 26 – Der Bildschirm ERRORS	57
Abbildung 27 – Der Bildschirm INTERFACE	60
Abbildung 28 – Das SENSOR-Menü	61
Abbildung 29 – Der Bildschirm EINSTELLUNG > HEIZUNG	62
Abbildung 30 – Richtig geregelte Kanal-4-Stunden-Filter-RH-Grafik	63
Abbildung 31 – Der Bildschirm SETUP > QUERY	63
Abbildung 32 – Der Bildschirm SETUP > HEATER	65
Abbildung 33 – Düsenkomponente und O-Ring	81
Abbildung 34 – Ausbau der Düse	82
Abbildung 35 – Reinigung der Buchsen	82
Abbildung 36 – Verwendung von Passplatten für den Zusammenbau	83
Abbildung 37 – Das TEST-Menü	85
Abbildung 38 – Der Bildschirm PUMP-Test	86
Abbildung 39 – Der CALIBRATE-Testbildschirm	87
Abbildung 40 – Das Menü TEST > ALIGN	88
Abbildung 41 – Band-Transport-Baugruppe	89
Abbildung 42 – Der FILTER RH Testbildschirm	90
Abbildung 43 – Beispiel für einen STANDARD-Zyklus	93
Abbildung 44 – Beispiel für den EARLY-Zyklus	93
Abbildung 45 – Spirant BAM-Rückwand und Relais-Anschlüsse (Extra Report Processor Digital Outputs gezeigt)	95
Abbildung 46 – Spirant BAM-Rückwand-Digitalanschlüsse	100
Abbildung 47 – Komet-Programm-Schnittstelle	102
Abbildung 48 – Terminal-Fenster mit Anzeige des Spirant BAM-Menüs	103
Abbildung 49 – Datei 1 Aktueller Tag Daten Textdatei Beispiel	105
Abbildung 50 – Beispiel für CSV Last Data Report	108
Abbildung 51 – Beispiel eines CSV-Berichts über neue Daten	109
Abbildung 52 – BAM 1020 Firmware Installer	115
Abbildung 53 – Spirant BAM-Rückwand Met Sensor-Eingangsklemme	127

International anerkannte Symbole auf Ecotech-Geräten

	Elektrische Sicherung	IEC 60417-5016
	Erdungsanschluss (Masse)	IEC 60417-5017
	Schutzleiteranschluss	IEC 60417-5017
	Gleichberechtigung	IEC 60417-5021
	Wechselstrom	IEC 60417-5032
	Vorsicht, heiße Oberfläche	IEC 60417-5041
	Vorsicht, Gefahr im Verzug. Siehe Begleitdokumente	ISO 7000-0434
	Vorsicht, Gefahr eines Stromschlags	ISO 3864-5036

Diese Seite ist absichtlich leer

1. Einführung

1.1 Über dieses Handbuch

Dieses Dokument ist mit den wichtigsten Informationen zur Vorderseite des Handbuchs gegliedert, wie z.B. Standortwahl, Installation, Setups und Feldkalibrierungen.

Auf der Rückseite befinden sich Abschnitte, die vertiefte Informationen zu Themen wie Theorie, Diagnose, Zubehör und alternative Einstellungen enthalten. Diese Abschnitte enthalten wertvolle Informationen, die bei Bedarf konsultiert werden sollten. Elektronische Versionen dieses Handbuchs sind ebenfalls erhältlich.

Dieses Handbuch wird in regelmäßigen Abständen überarbeitet, um maximale Genauigkeit zu gewährleisten und um neue Funktionen oder Aktualisierungen aufzunehmen. Nachstehend finden Sie eine kurze Beschreibung der Revisionsgeschichte des Spirant BAM-Handbuchs:

Rev	Veröffentlicht	Handbuch Beschreibung
A	23 Juli 2012	Erste Veröffentlichung des Handbuchs.
B	12 Oktober 2018	Hinzufügung der US-EPA-Bezeichnung EQPM-0725-266.
C	28 August 2020	Hinzufügung der EN 16450-Konformität. Allgemeines manuelles Update für Firmware V1.1.0.

1.2 Technischer Dienst

Dieses Handbuch ist durch Kundenrückmeldungen strukturiert, um die erforderlichen Informationen für Einrichtung, Betrieb, Prüfung, Wartung und Fehlerbehebung Ihrer SPIRANT BAM-Einheit bereitzustellen. Sollten Sie auch nach der Einsichtnahme in Ihre gedruckte Dokumentation noch Unterstützung benötigen, empfehlen wir Ihnen, sich während der normalen Geschäftszeiten von 7:00 bis 16:00 Uhr Pacific Standard Time, Montag bis Freitag, an einen unserer fachkundigen Mitarbeiter des Technischen Kundendienstes zu wenden. Darüber hinaus werden technische Informationen und Service-Bulletins häufig auf unserer Website veröffentlicht. Bitte setzen Sie sich mit uns in Verbindung und lassen Sie sich eine RA-Nummer (Return Authorization) geben, bevor Sie Geräte an das Werk zurückschicken. Dies ermöglicht uns, Servicearbeiten zu verfolgen und zu planen und den Kundendienst zu beschleunigen.

Alle SPIRANT BAM-Einheiten haben eine Seriennummer auf dem Etikett auf der Rückseite, die in die beiden metallenen NRC-Etiketten eingepreßt und auf das Kalibrierzertifikat gedruckt ist. Diese Nummer wird benötigt, wenn Sie sich an den technischen Kundendienst wenden, um Informationen über Reparaturen oder Updates für Ihr Gerät anzufordern.

1.3 BAM: Beta-Abschwächungs-Massenmonitor

Der Beta-Abschwächungs-Massenmonitor Spirant BAM von Ecotech Instruments misst und registriert automatisch die Massenkonzentration von Umgebungspartikeln nach dem Prinzip der Betastrahlenabschwächung. Diese Methode ermöglicht eine einfache Bestimmung der Umgebungskonzentration von Feinstaub in mg/m³ oder µg/m³. Ein kleines 14C (Kohlenstoff 14)-Element innerhalb der Spirant BAM bietet eine konstante Quelle von Betastrahlen. Die Betastrahlen durchqueren einen Pfad, durch den Glasfaserfilterband geführt wird, bevor sie mit einem Szintillationsdetektor detektiert werden. Zu Beginn des Messzyklus wird die Anzahl der Betastrahlen (I₀) über sauberes Filterband aufgezeichnet. Dann zieht eine externe Pumpe eine bekannte Menge PM-beladener Luft durch das Filterband, wodurch die PM auf dem Filterband gefangen werden. Am Ende des Messzyklus wird die Betastrahlzahl (I₃) über das PM-beladene Filterband erneut gemessen. Das Verhältnis von I₀ zu I₃ wird zur Bestimmung der Massendichte der auf dem Filterband gesammelten PM verwendet. Eine vollständige Beschreibung des Messzyklus ist in Abschnitt 4 enthalten. Darüber hinaus ist am Ende des Handbuchs eine wissenschaftliche Erklärung der Betriebstheorie und der zugehörigen Gleichungen enthalten.

1.4 Erklärung zur Strahlungssicherheit von Beta

Die Ecotech Instruments Spirant BAM enthält eine kleine 14C (Kohlenstoff 14) Beta-Strahlungsquelle. Die Aktivität der Quelle beträgt 60 Ci ±15 Ci (Mikrokuren), was unter der von der United States Nuclear Regulatory Commission (US-NRC) festgelegten "Befreiten Konzentrationsgrenze" von 100 µCi liegt. Der Eigentümer oder Betreiber der Spirant BAM ist nicht verpflichtet, eine Lizenz für den Besitz oder Betrieb der Ausrüstung nach den Vorschriften der US-NRC zu besitzen. Der Eigentümer kann sich jedoch dafür entscheiden, den Monitor zum Recycling der 14C-Quelle an Ecotech Instruments zurückzugeben, wenn der Monitor das Ende seiner Lebensdauer erreicht hat, obwohl er dazu nicht verpflichtet ist. Unter keinen Umständen darf außer den Werkstechnikern jemand versuchen, die 14C-Quelle zu entfernen oder auf sie zuzugreifen. 14C hat eine Halbwertszeit von etwa 5730 Jahren und sollte niemals ersetzt werden müssen. Weder die 14C-Quelle noch der Detektor sind im Feld einsatzbereit. Sollten diese Komponenten repariert oder ersetzt werden müssen, muss die Spirant BAM zur Wartung und Rekalibrierung an das Werk zurückgeschickt werden.

1.5 Spirant BAM US-EPA-Konfigurationen

Die Spirant BAM 1000 ist von der US-EPA unter den folgenden Bezeichnungsnummern für PM10 und Spirant BAM 1100 PM2,5 vorgesehen:

- Bezeichnung Nummer: EQPM-0798-122 (PM10)
- Bezeichnung Nummer: EQPM-0308-170 (PM2,5 mit BGI/Mesa Labs VSCC™ oder Tisch-Zyklon)
Bezeichnung Nummer: EQPM-0715-266 (PM2,5 mit URG-Zyklon)
- Bezeichnung Nummer: EQPM-0709-185 (PM_{10-2.5} mit BGI/Mesa-Laborzyklonen)

Die von der US-EPA benannten Methoden, die die BAM Spirant verwenden, werden von Zeit zu Zeit modifiziert, um Hardware- oder Software-Verbesserungen widerzuspiegeln. Diese Änderungen wirken sich nicht auf zuvor festgelegte Konfigurationen der Spirant BAM aus, können aber dem Endbenutzer einen Produkt-Upgrade-Pfad bieten, der es ermöglicht, den Monitor weiterhin als eine von der US-EPA festgelegte Methode zu betreiben. Für weitere Einzelheiten wenden Sie sich bitte an unsere Serviceabteilung. Einzelheiten zu den von der US-EPA vorgesehenen Konfigurationen der Spirant BAM finden Sie auf der Website der US-EPA:

<https://www.epa.gov/amtic/air-monitoring-methods-criteria-pollutants>

1.6 Spirant BAM Andere Konfigurationen

Die Spirant BAM wird weltweit eingesetzt. Obwohl viele internationale Gerichtsbarkeiten die US-EPA-Konfigurationen verwenden, tun dies andere nicht. Bitte erkundigen Sie sich bei Ihrer lokalen Überwachungsbehörde, wie die Spirant BAM vor Ort konfiguriert und betrieben werden sollte.

1.7 Spirant BAM-Spezifikationen

PARAMETER	SPEZIFIKATION
Messprinzip:	Partikelkonzentration durch Beta-Abschwächung.
EU Bezeichnungen	Spirant BAM 1000 für PM10 Spirant BAM 1100 für PM2,5
U.S. EPA Bezeichnungen:	PM ₁₀ : EQPM-0798-122 PM _{2.5} EQPM-0308-170 PM _{2.5} EQPM-0715-266 PM _{10-2.5} FEM: EQPM-0709-185
Standard-Bereich:	0 - 1.000 mg/m ³ (0 - 1000 µg/m ³)
Optionale Bereiche:	0 - 0.100, 0.200, 0.250, 0.500, 2.000, 5.000, 10.000 mg/m ³ (Sonderanwendungen)
Genauigkeit:	Übertrifft die FEM-Normen der US-EPA Klasse III PM _{2.5} für additive und multiplikative Verzerrung.
Untere Nachweisgrenze: (2σ) (1 Stunde)	< 4.8 µg/m ³ (< 4.0 µg/m ³ typisch) (8- Minuten Zählzeit)
Untere Nachweisgrenze: (2σ) (24 Stunden)	< 1.0 µg/m ³
Mess-Zykluszeit:	1 Stunde

Spirant BAM Benutzerhandbuch Fassung: C

PARAMETER	SPEZIFIKATION
Flussrate:	16.70 liters/minute
Filter-Band:	Glasfaserfilter
Überprüfung der Spannweite:	Nominell 800 µg/cm ²
Beta-Quelle:	C-14 (carbon-14), 60 µCi ±15 µCi (< 2.22 X 10 ⁶ Beq), Halbwertszeit 5730 Jahre.
Beta Detector Type:	Photovervielfacherröhre mit Szintillator.
Betriebstemperaturbereich:	0°C bis 50°C (5°C bis 40°C gemäß EN-Zulassung)
Umgebungstemperaturbereich:	Standard -40° bis +55°C. Optional sind -50 °C-Temperatursensoren erhältlich.
Umgebungsfeuchtigkeitsbereich:	0 bis 90% RH, nicht kondensierend.
Feuchtigkeitskontrolle:	Aktiv geregeltes Einlass-Heizmodul, 10% - 99% RH-Sollwert.
Genehmigungen:	U.S. EPA, MCERTS, CE, NRC, TUV, CARB, ISO-9001.
Standard-Benutzeroberfläche:	Menügesteuerte Schnittstelle mit 8x40-Zeichen-LCD-Display und dynamischer Tastatur.
Optionale Benutzeroberfläche:	Grafisches Farb-Touchscreen-Anzeigemodul, Modell BX-970.
Analoger Ausgang:	Isolierter 0-1 VDC-Ausgangsstandard. 0-10V, 4-20mA, 0-16mA umschaltbar wählbar.
Serielle Schnittstelle:	Serielle RS-232-2-Wege-Schnittstellen für PC- oder Modemkommunikation.
Druckerausgabe:	Ausschließlich serielle Schnittstelle, Daten- oder Diagnoseausgabe an einen PC oder seriellen Drucker.
Telemetrie-Eingaben:	Clock Reset (Spannung oder Kontaktschließung), Telemeter Fault (Kontaktschließung).
Alarmkontakt schließt:	Datenfehler, Bandfehler, Flussfehler, Stromausfall, Wartung.
Kompatible Software:	Air Plus™, Comet™, MicroMet Plus®, HyperTerminal®, ProComm Plus®.
Fehlerberichterstattung:	Vom Benutzer konfigurierbar. Verfügbar über serielle Schnittstelle, Anzeige und Relaisausgänge.
Erinnerung:	4369 Datensätze (182 Tage @ 1 Datensatz/Std.). Erweiterter Speicher Report-Prozessor-Option
Stromversorgung:	100 - 230 VAC, 50/60 Hz. 0,4 kW, 3,4A maximal bei 110V. Ohne Unterstand.
Gewicht:	24,5 kg (54 lbs) ohne externes Zubehör.
Abmessungen der Einheit:	H x B x T = 31cm x 43cm x 40cm (12,25" x 17" x 16").

Die Spezifikationen können ohne Vorankündigung geändert werden.

2. Standortwahl und Installation

2.1 Auspacken, Inspektion und Auswertungstests

Wenn vor dem Auspacken Schäden an der Sendung festgestellt werden, muss sofort eine Reklamation beim gewerblichen Spediteur eingereicht werden. Benachrichtigen Sie Ecotech Instruments nach der Benachrichtigung des kommerziellen Spediteurs.

Packen Sie die Spirant BAM und das Zubehör aus und vergleichen Sie diese mit der Packliste, um sicherzustellen, dass Sie alle erforderlichen Artikel für die Art der Installation, die Sie durchführen möchten, haben. Eine separate Kurzanleitung mit Farbfotos der meisten gängigen Zubehörteile wird diesem Handbuch beigelegt. Mit Hilfe der Kurzanleitung können Sie die Spirant BAM auf Wunsch vollständig konfigurieren und auf einem Prüfstand betreiben.

Die Spirant BAM wird mit einem oder zwei weissen Schaumstoffringen und einem weissen Plastikplättchen im Inneren der Vorderseite der Spirant BAM geliefert, die verhindern, dass die beweglichen Teile der Bandsteuerungsbaugruppe während des Transports beschädigt werden. Die Ringe und die Unterlegscheibe sollten beim Transport der Spirant BAM ausgewechselt werden, um eine Beschädigung des Bandkontrollmechanismus zu vermeiden. Die BAM Spirant darf nicht mit installiertem Filterband versandt oder transportiert werden. Wir empfehlen Ihnen, den speziellen Versandkarton und das Schaumstoffverpackungsmaterial, in dem die Spirant BAM geliefert wurde, aufzubewahren, da sie wiederverwendet werden könnten, falls Sie die Spirant BAM aus irgendeinem Grund an das Werk zurücksenden müssen.

2.2 Gehäuseauswahl und Temperaturkontrolle

Der Spirant BAM-Monitor ist nicht wetterfest. Er ist für die Montage in einer wetterfesten, waagerechten, vibrationsarmen, staubfreien und temperaturstabilen Umgebung vorgesehen, in der die Betriebstemperatur zwischen 0°C bis 50°C (5°C bis 40°C gemäß EN-Zulassung) liegt und die relative Luftfeuchtigkeit nicht kondensiert und 90% nicht überschreitet. Es gibt zwei Standardkonfigurationen, die unten beschrieben werden, um einen wetterfesten Ort für die Installation der Spirant BAM zu schaffen. Bitte wenden Sie sich an Ecotech Instruments, um sich beraten zu lassen, wenn Sie eine nicht standardmäßige Montage- oder Gehäusekonfiguration planen.

1. **Ein begehbarer Unterstand oder ein Gebäude:** Dabei handelt es sich in der Regel um halb-tragbare vorgefertigte Unterkünfte oder tragbare Anhänger mit einem Flachdach oder um einen Raum in einem festen Gebäude oder einer festen Struktur. Die Spirant BAM kann auf eine Werkbank gestellt oder in einem Geräteträger montiert werden. Das Einlassrohr der BAM muss durch ein Loch im Dach der Konstruktion mit geeigneten Dichtungselementen nach oben geführt werden. Es muss Wechselstrom zur Verfügung stehen. Anweisungen für diese Art der Installation sind in diesem Abschnitt dieses Handbuchs enthalten.
2. **BX-902/903/906 mini weatherproof enclosures:** Diese kleinen vorgefertigten Gehäuse sind gerade groß genug für die BAM 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. Ein klimatisierter Mini-Shelter mit zwei Einheiten ist ebenfalls erhältlich (BX-906). Diese Gehäuse sind alle von Ecotech für die Aufnahme der Spirant BAM spezifiziert und werden mit einem zusätzlichen Installationshandbuch geliefert.

Anmerkungen zur Temperaturkontrolle im Unterstand : Die Lufttemperatur innerhalb eines BAM-Schutzraumes oder -Gehäuses muss nicht auf einen bestimmten engen Bereich oder Sollwert (wie z. B. 25°C) geregelt werden, wobei die folgenden Vorbehalte gelten:

1. Die Temperatur im Inneren des Schutzraumes muss jederzeit zwischen 0 und 50 °C liegen, da es sonst zu Alarmen und Ausfällen kommen kann. Denken Sie daran, dass die Vakuumpumpe und die Einlassheizung wesentlich zur Beheizung des Schutzraums beitragen können.
2. Die genaue Shelter-Temperatur innerhalb des Bereichs von 0-50 °C ist nicht kritisch. Temperaturänderungen während des Messzyklus können jedoch zu Messartefakten führen. Diese Artefakte treten, sofern vorhanden, in der Regel nur bei stündlichen Messungen auf und sind bei der Berechnung von Tagesmittelwerten im Allgemeinen unbedeutend.
3. Ecotech Instruments empfiehlt die Aufzeichnung der Temperatur in nicht klimatisierten Mini-Gehäusen wie dem Modell BX-902. Ecotech Instruments bietet zu diesem Zweck einen Raumtemperaturfühler BX-592-1 an, der direkt von der Spirant BAM protokolliert werden kann
4. Benutzer von Spirant BAM in heißen Klimazonen, in denen die Umgebungstemperatur 40 °C übersteigt, sollten die Verwendung des klimatisierten Mini-Shelters Modell BX-903 oder eines klimatisierten begehbaren Shelters in Betracht ziehen, um eine Überhitzung der Spirant BAM zu vermeiden.
5. Der Teil des Einlassrohres im Inneren des Schutzraumes oder Gebäudes sollte immer ausreichend isoliert sein. Dies ist besonders wichtig, wenn die Anlage unter Bedingungen mit hohem Umgebungstaupunkt betrieben wird. Andernfalls könnte es zu Kondensation im Inneren des Entnahmerohrs und/oder zu Messartefakten kommen. Sollte sich dies als Problem erweisen, kann der Benutzer erwägen, die Temperatur im Inneren des Schutzraumes auf einen Punkt zu erhöhen, der näher an der Umgebungstemperatur liegt. Die Spirant BAM sollte nicht direkt im Weg auf einer Lüftungsöffnung der Klimaanlage platziert werden.

2.3 Kriterien für die Standortwahl und die Positionierung des Einlasses

Wir empfehlen Ihnen, vor der Auswahl des Standorts, an dem die Spirant BAM installiert werden soll, zu prüfen, ob möglicherweise örtliche Vorschriften und Leitfäden vorhanden sind. Die US-EPA stellt beispielsweise eine Vielzahl von Leitfäden zur Verfügung, in denen Fragen der Standortwahl behandelt werden. Diese Leitlinien und Vorschriften können Informationen zu diesen Themen enthalten:

1. Einlasshöhe
2. Abstände und Freiraum
3. Nähe zu Partikelquellen, sowohl mobil als auch stationär
4. Zusätzliche Kriterien oder Überlegungen zur Standortwahl

Diese Details sollten vor der Auswahl eines Standorts verstanden werden.

2.4 Montagemöglichkeiten in einem begehbaren Unterstand

Wenn die BAM Spirant in einem begehbaren Schutzraum untergebracht werden soll, kann sie entweder in einem Geräterack oder auf einer Tischplatte installiert werden. Bei der Planung der Montage ist Folgendes zu berücksichtigen:

- **Zugang von hinten:** Es ist wichtig, dass Sie auf der Rückseite der Spirant BAM für die Verkabelung und Wartung genügend Zugang zur Rückseite der Spirant BAM lassen. Mindestens fünf Zoll sind

erforderlich. Es wird empfohlen, wann immer möglich, vollen Zugang zur Rückseite zu gewähren. Es muss ausreichender Zugang zum Netzschalter auf der Rückseite des Instruments vorhanden sein.

- **Zugang von oben :** Es ist ein Mindestabstand von acht Zoll zwischen der Oberseite des Spirant BAM-Einlassempfängers und der Unterseite der Schutzraumdecke erforderlich, um den intelligenten Einlassheizer unterzubringen.
- **Mobile Unterkünfte :** Wenn die Spirant BAM in einem mobilen Anhänger oder Transporter in ein Gerätegestell eingebaut wird, sollte zusätzlich darauf geachtet werden, dass die Befestigung den zusätzlichen Belastungen gewachsen ist. Die Schaumstoffversandringe müssen auch immer dann eingesetzt werden, wenn ein mobiler Schutzraum mit der Spirant BAM im Inneren bewegt wird.
- **Rack-Änderungen :** In der Regel ist es erforderlich, die obere Platte des Geräteracks zu modifizieren, indem ein Loch mit einem Durchmesser von 75 mm (2 Zoll) geschnitten wird, damit das Einlassrohr bis zur Decke durchgehen kann. Die Maßzeichnungen der Spirant BAM unten zeigen die Lage des Einlasses.

Hinweis: Der Einlassheizer wird auf dem Einlassrohr zwei Zoll oberhalb der Oberseite des Einlassempfängers der Spirant BAM installiert. Wenn der Spirant BAM in einem Gestell montiert werden soll, muss oberhalb des Spirant BAM im Gestell zusätzlicher Raum für den Heizer gelassen werden oder das Loch oben im Gestell muss größer gemacht werden, um den Durchmesser des Heizers freizugeben. Das Heizgerät wird mit einer Schaumstoff-Isolierhülle geliefert, die je nach Bedarf modifiziert werden kann. Stellen Sie sicher, dass diese Teile passen, bevor Sie die Spirant BAM installieren.

2.5 Spirant BAM-Installationsanleitung

Beim Einbau der Spirant BAM in einen Unterstand oder ein Bauwerk sollten die folgenden Punkte berücksichtigt werden.

1. **Dach-Modifikationen:** Bestimmen Sie die genaue Stelle, an der das Einlassrohr der BAM durch das Dach des Unterstandes geführt wird, und bohren Sie an dieser Stelle ein Loch von 2 ¼" oder 2 ½" (60 mm) Durchmesser durch das Dach. Stellen Sie sicher, dass sich das Loch direkt über der Stelle befindet, an der der Einlass-Empfänger angebracht werden soll, so dass das Einlassrohr perfekt senkrecht steht. Ein Lotgewicht ist nützlich, um zu bestimmen, wo das Loch platziert werden soll. Beachten Sie, dass der Einlass-Empfänger an der Spirant BAM leicht außermittig ist! Für die Mini-Shelter BX-902/903 sind keine Dachbohrungen erforderlich.
2. **Wasserdichter Dachflansch:** Tragen Sie eine allwetterfeste Silikonabdichtung um die Oberseite des Lochs auf und installieren Sie den BX-801 Dachflansch auf dem Loch. Der Gewindezylinder des Flansches wird normalerweise nach unten montiert. Sichern Sie den Flansch mit vier Zugschrauben oder selbstschneidenden Schrauben (nicht mitgeliefert). Verstemmen Sie die Schrauben, um Undichtigkeiten zu vermeiden. Bringen Sie Teflonband an den Gewinden des grauen wasserdichten Kunststoffanschlusses an, und schrauben Sie ihn fest in den Dachflansch. Die Minishelter BX-902/903 werden mit montiertem Dachflansch geliefert und benötigen nur den wasserdichten Anschluss.

Hinweis: Einige Anwender ziehen es vor, ihren eigenen Dachflansch zu fertigen, anstatt den von Ecotech Instruments gelieferten zu verwenden, aufgrund von Faktoren wie hoher Schneelast oder einem schrägen Dach. Geräteschäden durch ein undichtes Dach sind nicht durch die Garantie abgedeckt.

3. **Installation und Ausrichtung des Einlassrohrs:** Entfernen Sie die weiße Gewindekappe und die Gummidichtung von der wasserdichten Einlassrohrdichtungsbaugruppe. Dies erleichtert die Installation des Einlassrohrs, da die Gummidichtung fest sitzt. Senken Sie das Einlassrohr durch die Flanschbaugruppe und in den Einlassbehälter an der Spirant BAM ab und stellen Sie sicher, dass das Einlassrohr vollständig sitzt. Es ist sehr wichtig, dass das Einlassrohr senkrecht zur Oberkante der

Spirant BAM steht. Wenn der Einlass falsch ausgerichtet ist, kann sich die Düse verklemmen. Eine einfache Kontrolle besteht darin, das Einlassrohr von Hand hin und her zu drehen, bevor die Dachflanschdichtung oder die Stellschrauben des Spirant BAM-Einlasses angezogen werden. Wenn das Einlassrohr gerade ist, dann sollte sich das Rohr beim Einführen in die Spirant BAM relativ leicht drehen lassen. Wenn es sich nicht dreht, überprüfen Sie die vertikale Ausrichtung des Einlassrohrs oder bewegen Sie den Spirant BAM leicht.

Es wird immer empfohlen, den freiliegenden Teil des Einlassrohrs innerhalb der Ummantelung zu isolieren.

- 4. Intelligente Installation des Einlassheizers:** Vor dem Festziehen des Einlassrohrs muss der intelligente Einlassheizer BX-827 oder BX-830 (der bei den meisten Spirant BAM-Monitoren verwendet wird) auf dem Rohr installiert werden. Heben Sie das Einlassrohr oben aus der Spirant BAM heraus und führen Sie das Rohr durch das Loch im Heizkörper (das Kabelende ist unten). Führen Sie dann das Einlassrohr wieder in die BAM ein. Positionieren Sie die Unterseite der intelligenten Heizeinheit zwei Zoll über der Oberseite des Einlassrohrs auf der BAM und ziehen Sie die beiden Gewindestifte im Heizelement fest an, um es am Rohr zu befestigen.
Zum Lieferumfang des intelligenten Heizelements gehört ein 12-Zoll-Rohr mit weißer Isolierung. Das Rohr ist zur einfachen Anwendung in seiner Länge geteilt. Wickeln Sie die Isolierung um den Heizkörper und ziehen Sie den Klebestreifen ab, um ihn an seinem Platz zu befestigen. Die Isolierung kann bei Bedarf zugeschnitten werden. Die Isolierhülle sorgt für eine gleichmäßigere Erwärmung und verhindert außerdem, dass Gegenstände mit dem heißen Heizkörper in Kontakt kommen.
- 5. Intelligente elektrische Anschlüsse für Heizgeräte:** Alle Generationen der intelligenten Heizelemente BX-827/830 haben den gleichen grünen Metallstromanschluss. Es gibt jedoch zwei verschiedene Konfigurationen für die Art und Weise, wie das Heizgerät an die Spirant BAM angeschlossen wird, abhängig von der Position des Heizungssteuerrelais. Stellen Sie sicher, dass Sie erkennen, welche der beiden 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 Kunststoffanschluss auf der Rückseite der Spirant BAM eingesteckt wird. Der Smart Heater-Stecker wird in den grünen Anschluss auf der Oberseite dieses Relaismoduls gesteckt, wie auf dem linken Foto unten gezeigt. Diese externen Relaismodule haben ein eigenes AC-Netzkabel für die Stromversorgung der Heizung und eine 3A-Sicherung im Inneren.
In der anderen möglichen Konfiguration des Bausatzes wird der grüne Metallanschluss des intelligenten Heizgeräts einfach direkt in den entsprechenden grünen Metallanschluss auf der Rückseite der Spirant BAM eingesteckt. Das Heizrelais befindet sich innerhalb der Spirant BAM, und die Heizleistung kommt von der Wechselstromversorgung der BAM mit Netzspannung und Frequenz und ist durch die 3,1-A-Hauptsicherungen im Leistungseingangsmodul abgesichert.



VORSICHT

Es ist möglich, den grünen Metallheizungsanschluss fälschlicherweise in den schwarzen Kunststoffanschluss einer Spirant BAM zu drücken, die für die Verwendung des externen Relais konfiguriert ist, obwohl beide Anschlüsse männliche Stifte haben. Wenn dies geschieht, wird die Spirant BAM nicht beschädigt, aber die Heizung funktioniert nicht und es erfolgt keine Regelung der Proben-RH!



VORSICHT

Das Heizungsrelais steuert die Spannung der stromführenden Wechselstromleitung zum grünen Sockel in beiden Versionen. Behandeln Sie die grüne Steckdose wie eine stromführende Steckdose, wenn Strom angelegt wird. Öffnen oder warten Sie das Relaismodul oder das Heizmodul nicht, wenn Strom angelegt wird.



VORSICHT

Der Smart Heater verfügt über dreifach redundante Sicherheitsfunktionen, um eine Überhitzung zu verhindern, aber die Oberflächentemperatur des Heizelements kann bei hoher Luftfeuchtigkeit 70 Grad C überschreiten. Verwenden Sie die weiße Isolierhülse, um den Kontakt mit dem Heizelement während des Betriebs zu verhindern.



Abbildung 1 – Zwei verschiedene intelligente Heizleistungskonfigurationen

6. **Festziehen des Einlasses:** Nachdem das Einlassrohr ausgerichtet und die Heizung installiert ist, schieben Sie die schwarze Gummidichtung und die weiße Kappe nach unten über die Oberseite des Einlassrohrs und in den Dachflansch. Es ist einfacher, wenn Sie die Gummidichtung zuerst mit Wasser benetzen. Ziehen Sie die weiße Kunststoffkappe fest. Ziehen Sie die beiden Gewindestifte oben am Spirant BAM-Einlassbehälter fest.
7. **Einlass-Stützstreben:** Der BX-801-Einlasssatz wird mit zwei abgewinkelten Aluminiumstreben geliefert, die das Einlassrohr über dem Dach stützen und verhindern, dass sich der Einlass im Wind bewegt. Diese Streben werden normalerweise (im Abstand von etwa 90 Grad) mit einer mitgelieferten Schlauchschelle am Einlassrohr befestigt. Die unteren Enden der Streben sollten mit Schlepfschrauben (nicht mitgeliefert) am Dach befestigt werden. Einige Installationen erfordern möglicherweise andere Methoden oder Hardware zur Unterstützung des Einlassrohrs. Unterstützen Sie das Rohr auf die bestmögliche Weise. Für die BX-902/903 Mini-Shelter sind keine Einlassrohrstützen erforderlich.
8. **Installation des Temperatursensors:** Spirant BAM-Einheiten werden mit einem BX-592 (nur Temperatur), BX-596 (AT/BP) oder BX-597 (AT/BP/RH) Sensor geliefert, der am Einlassrohr über dem Dach befestigt wird. Das Sensorkabel muss in den Schutzraum geführt und an der BAM befestigt werden. Verwenden Sie einen wasserdichten Kabeleinführungspunkt oder Wetterkopf, falls Ihr Unterstand einen hat. Die Mini-Shelter BX-902/903 verfügen über eine seitliche Kabeleinführung. Verlegen Sie das Kabel auf die bestmögliche Weise in den Schutzraum. In einigen Fällen kann es erforderlich sein, einfach ein 3/8"-Loch durch das Dach einige Zentimeter vom Einführungsrohr entfernt zu bohren, das Kabel durch das Loch zu führen und abzudichten, um Undichtigkeiten zu vermeiden. Die Sensoren BX-596 und BX-597 werden mit einem mitgelieferten U-Bügel direkt am Einlassrohr befestigt. Wenn Sie einen BX-592 verwenden, befestigen Sie den Aluminiumquerarm am Einlassrohr und klammern Sie den Temperaturfühler am Querarm fest. Schließen Sie das Kabel wie folgt an die Klemmen auf der Rückseite der Spirant BAM an. Zusätzliche optionale Ecotech Auto-ID-Sensoren können an die Kanäle 1 bis 5 angeschlossen werden, um andere

meteorologische Parameter zu erfassen. Einzelheiten zu diesen optionalen Sensoranschlüssen finden Sie in Abschnitt 10.2 dieses Handbuchs.

BX-597 Temp/Baro/RH-Kombisensor	
Drahtfarbe	Terminal-Name
Blau (AT)	Kanal 6 SIG
Schwarz/Schildd	Kanal 6 COM
Rot	Kanal 6 LEISTUNG
Grün	Kanal 6 ID
Weiß (BP)	Kanal 7 SIG
Braun (RH)	Kanal 1-3 SIG*

BX-596 AT/BP-Sensor	
Drahtfarbe	Terminal-Name
Gelb oder Orange (AT)	Kanal 6 SIG
Schwarz/Schildd	Kanal 6 COM
Rot	Kanal 6 LEISTUNG
Grün	Kanal 6 ID
Weiß (BP)	Kanal 7 SIG

BX-592 AT-Sensor	
Drahtfarbe	Terminal-Name
Gelb oder Weiß oder Orange (AT)	Kanal 6 SIG
Schwarz/Schildd	Kanal 6 COM
Rot	Kanal 6 LEISTUNG
Grün	Kanal 6 ID

9. **Einlass-Abscheiderköpfe:** Für die PM10-Überwachung wird der gröbenselektive Einlass BX-802 ohne Zyklon direkt auf dem Einlassrohr installiert. Um die Spirant BAM für die PM2,5-Überwachung zu konfigurieren, installieren Sie den PM2,5-Größenfraktionierer am PM10-Kopf wie unten dargestellt. Verwenden Sie bei Bedarf O-Ring-Schmiermittel. Ecotech Instruments bietet eine Vielzahl von PM2,5-Fraktionatoren zur Verwendung mit der Spirant BAM an.
10. **Erdung des Einlassrohrs:** Die beiden ¼"-20 Stellschrauben, die sich im Einlaufsammler der BAM befinden, sollten eine Erdungsverbindung für das Einlaufrohr herstellen, um zu verhindern, dass sich unter bestimmten atmosphärischen Bedingungen statische Elektrizität auf dem Einlaufrohr aufbaut. Dies ist auch in Bereichen in der Nähe von elektromagnetischen Feldern, Hochspannungsleitungen oder HF-Antennen wichtig. Überprüfen Sie die Verbindung, indem Sie einen kleinen Fleck der Klaranodisierung in der Nähe des Bodens des Einlassrohrs wegkratzen und mit einem Multimeter den Widerstand zwischen diesem Fleck und der "CHASSIS"-Masseverbindung auf der Rückseite der Spirant BAM messen. Es sollte nur ein paar Ohm oder weniger messen, wenn mit den Stellschrauben eine gute Verbindung hergestellt wird. Falls nicht, entfernen Sie die Stellschrauben und führen Sie einen ¼"-20 Gewindeschneider durch die Löcher. Setzen Sie dann die Schrauben wieder ein und überprüfen Sie den elektrischen Widerstand erneut.

Hinweis: Eloxierte Aluminiumoberflächen sind nicht leitfähig.

Standort und Installation der Pumpe: Der beste Standort für die Vakuumpumpe ist oft auf dem Boden unter dem Gestell oder der Werkbank, kann aber auf Wunsch bis zu 25 Fuß entfernt sein. Wenn sich die Spirant BAM in einem Bereich befindet, in dem Personal anwesend ist, kann es vorzuziehen sein, die Pumpe so zu platzieren, dass die Geräusche minimiert werden. Wenn die Pumpe eingeschlossen werden soll, stellen Sie sicher, dass sie nicht überhitzt wird. Die Gast-Pumpen haben im Inneren eine thermische Abschaltung, die bei Überhitzung auslösen kann. Führen Sie den durchsichtigen 10 mm-Luftschlauch von der Pumpe zur Rückseite der Spirant BAM und stecken Sie ihn fest in die Klemmverschraubungen an beiden Enden. Der Schlauch sollte auf die richtige Länge geschnitten und der überschüssige Schlauch eingespart werden.

Die Pumpe wird mit einem 2-adrigen Signalkabel geliefert, mit dem die Spirant BAM die Pumpe ein- und ausschaltet. Schließen Sie dieses Kabel an die mit "PUMPENSTEUERUNG" gekennzeichneten Klemmen auf der Rückseite der Spirant BAM an. Das Ende des Kabels mit dem schwarzen Ferritfilter geht in Richtung BAM. Das Kabel hat keine Polarität, so dass entweder der rote oder der schwarze

Draht zu beiden Anschlüssen führen kann. Schließen Sie das andere Ende des Kabels an die beiden Klemmen an der Pumpe an.

Für die Spirant BAM stehen zwei Pumpentypen zur Verfügung. Die Gast Drehschieberpumpen sind lauter und verbrauchen wesentlich mehr Strom als die Medo Linearkolbenpumpen, haben aber eine bessere Vakuumkapazität, insbesondere in größerer Höhe oder bei 50 Hz-Anwendungen. Die Medo-Pumpen sind kleiner, leiser und effizienter, werden aber nicht für den 50 Hz-Einsatz empfohlen.

11. **Optionale Anschlüsse für externe Datenlogger:** Die Spirant BAM verfügt über einen Analogausgang, der bei Bedarf mit einem separaten Datenlogger aufgezeichnet werden kann. Schließen Sie die mit "VOLT OUT +, -" gekennzeichneten Klemmen auf der Rückseite der BAM mit einem 2-adrigen abgeschirmten Kabel (nicht mitgeliefert) an den Datenlogger an. Dabei ist die Polarität zu beachten. Der Logger-Eingang muss korrekt skaliert sein, um die Spannung genau zu erfassen! Informationen zur Konfiguration dieses Analogausgangs finden Sie in Abschnitt 8 dieses Handbuchs. Ein Stromschleifenausgang ist ebenfalls verfügbar.

Neuere Datenlogger werden zur besseren Genauigkeit oft über die digitalen seriellen Schnittstellen an die Spirant BAM angeschlossen. Informationen dazu finden Sie auch in Abschnitt 8. Ecotech kann auch zusätzliche technische Bulletins zu diesem Thema liefern.

Die BAM Spirant verfügt über eine Vielzahl weiterer Telemetrie-E/A-Relais, Fehlerrelais und serieller Datenanschlüsse, die sich auf der Rückseite der BAM Spirant befinden, wie unten abgebildet. Diese Elemente werden in Abschnitt 8 und Abschnitt 9 dieses Handbuchs beschrieben.

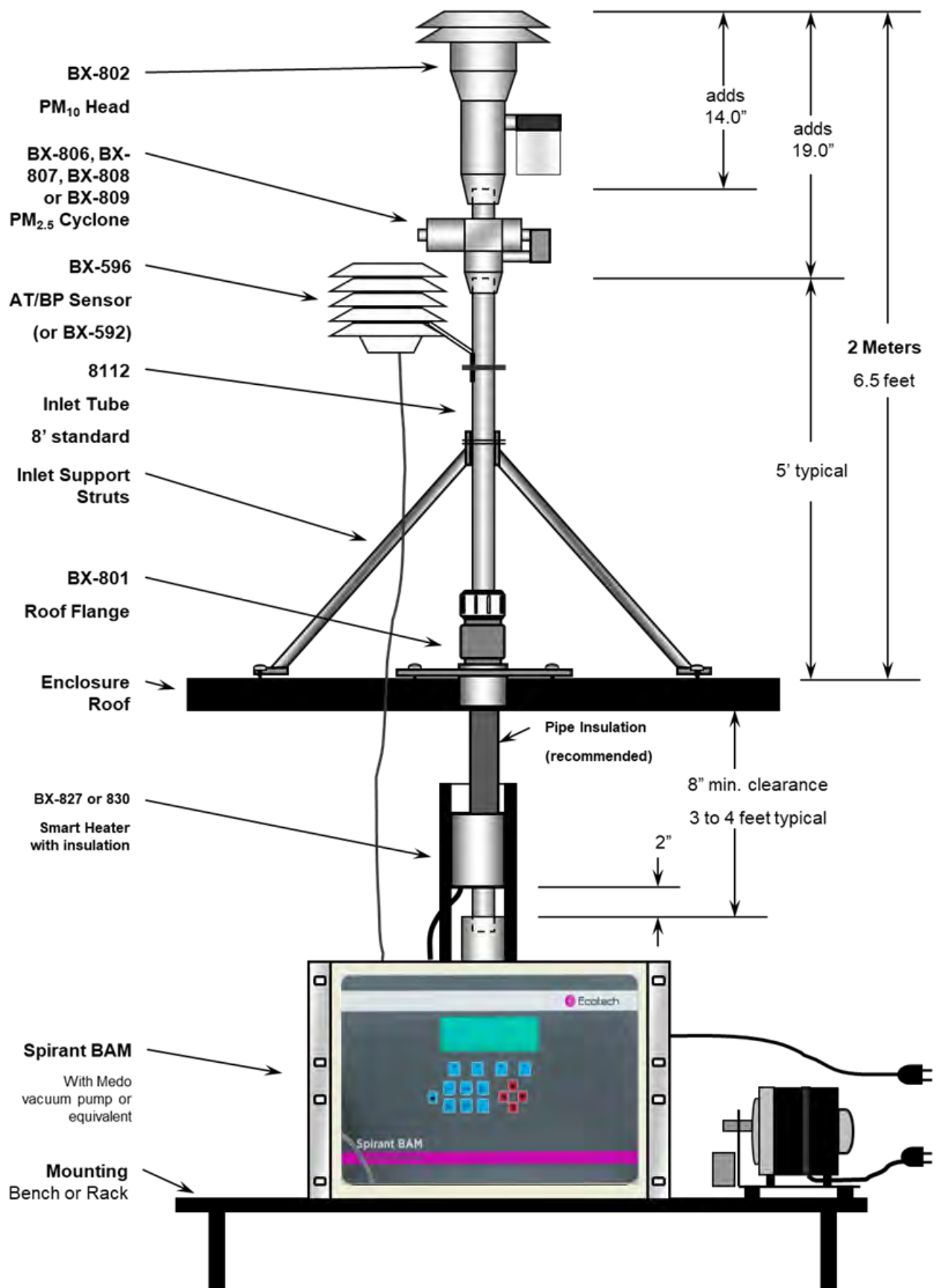


Abbildung 2 – Typische Spirant BAM-Installation in einem begehbaren Schutzraum

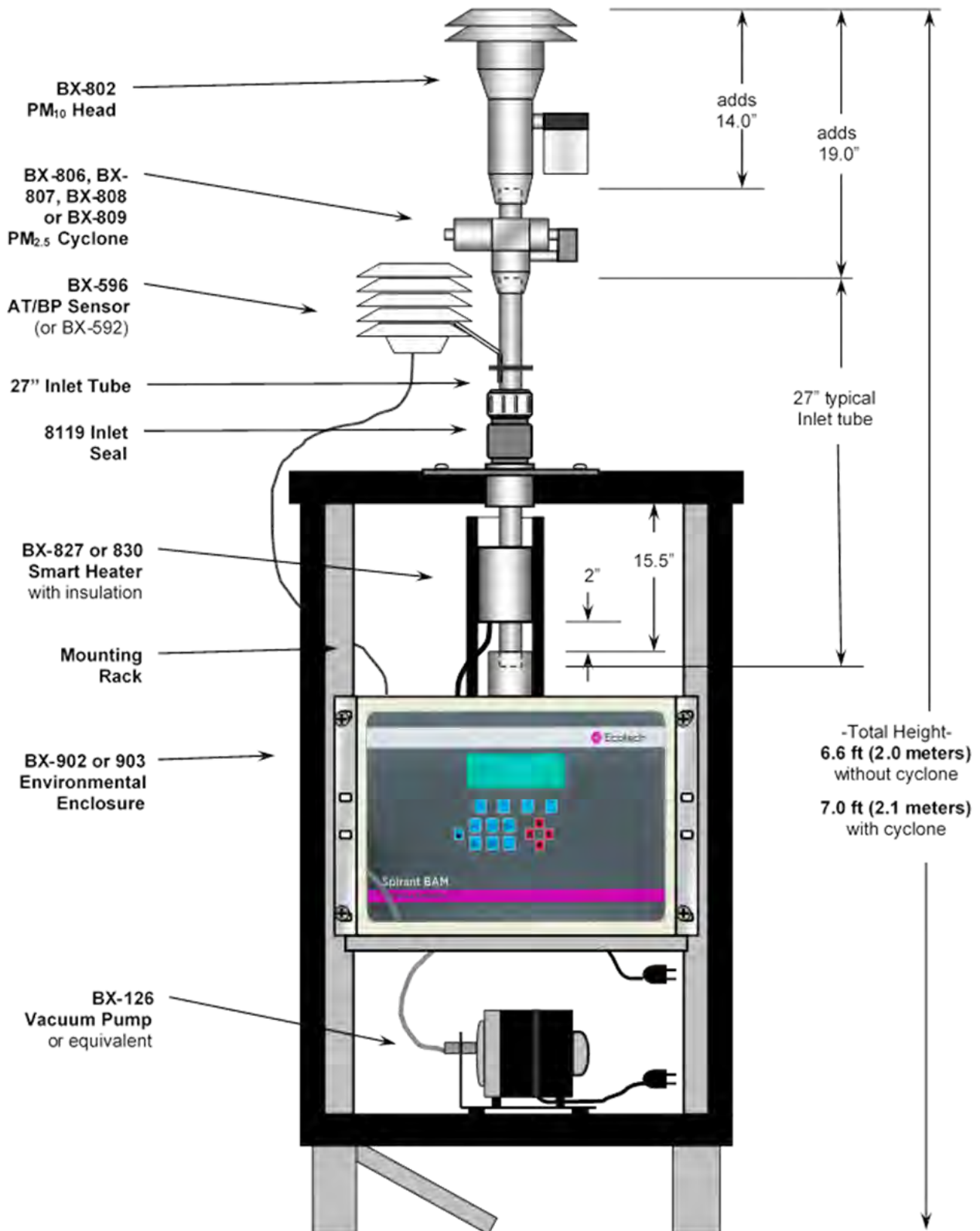


Abbildung 3 – Typische Spirant BAM-Installation in einem BX-902 Mini-Gehäuse

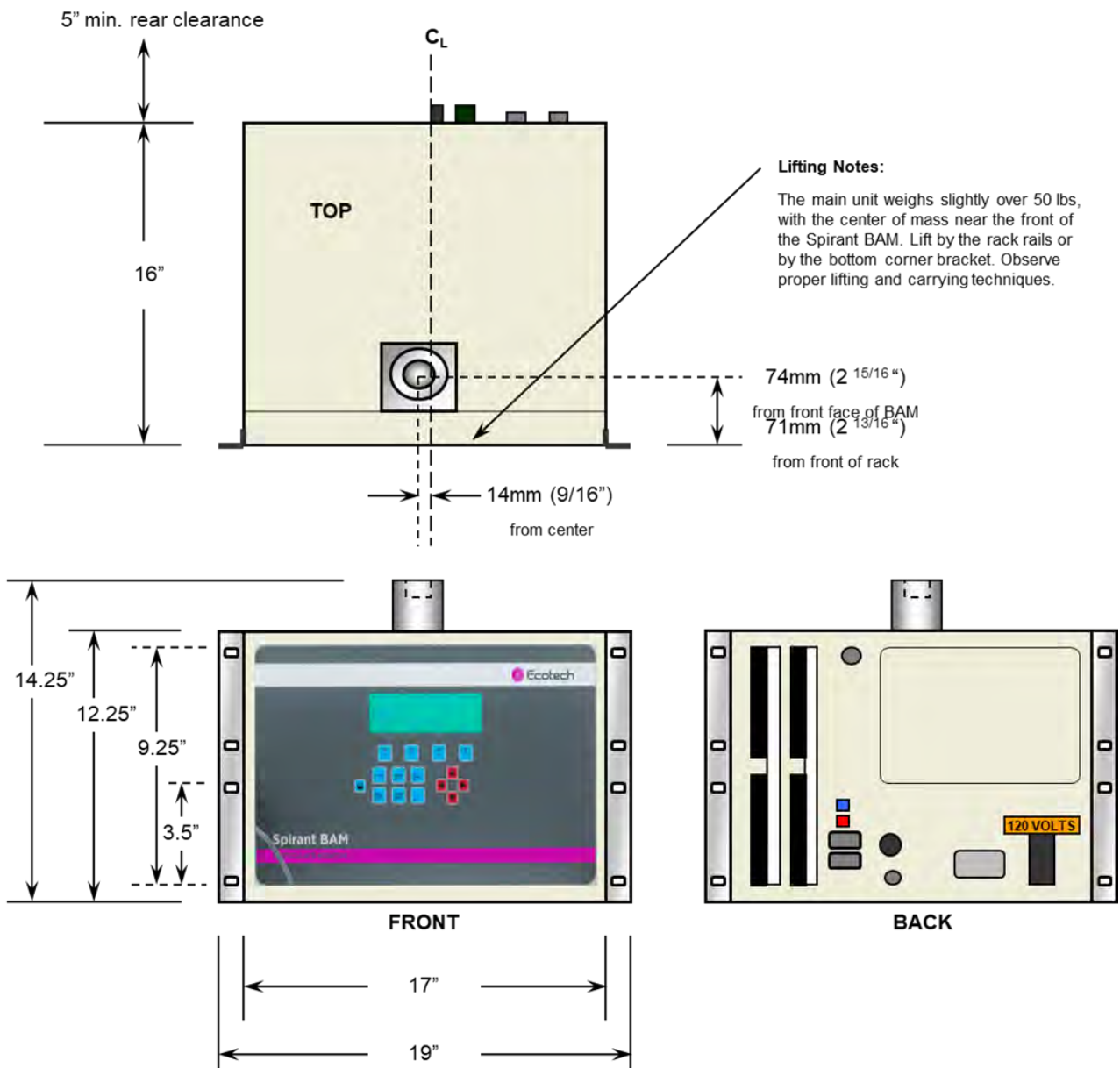


Abbildung 4 – Abmessungen der Spirant BAM-Montage

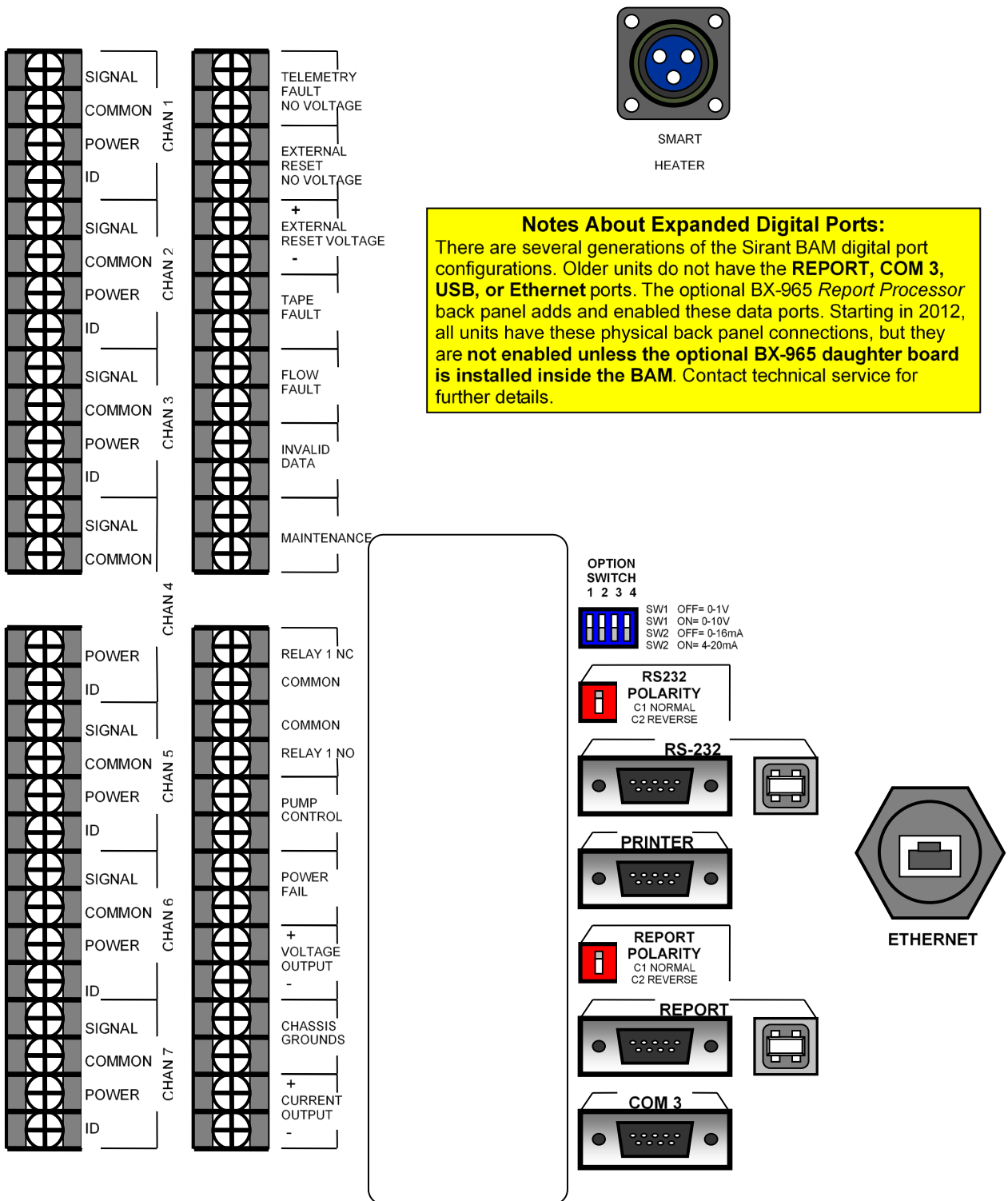


Abbildung 5 – Spirant BAM Rückwandverbindungen

2.6 Spirant BAM Energy and Electrical Service

Die Spirant BAM verwendet interne 120V AC-Motoren für das Bandsteuerungssystem. Die Stromversorgung ist werkseitig so verdrahtet, dass sie entweder mit 110-120V oder 220-240V und entweder mit 50Hz oder 60Hz betrieben werden kann. Die externe Vakuumpumpe und die Einlassheizung werden ebenfalls mit Wechselstrom betrieben und sind spannungsspezifisch und sollten mit der Spannungseinstellung der Spirant BAM übereinstimmen.

Hinweis: Das Netzkabel der Pumpe ist fest verdrahtet und muss möglicherweise ersetzt oder an die örtlichen Steckdosentypen außerhalb Nordamerikas angepasst werden.



VORSICHT

Ihr Unterstand und/oder Ihre elektrische Anlage muss für die richtige Spannung und Frequenz gemäß den örtlichen Vorschriften für elektrische Anlagen verkabelt sein. Der Betrieb der Spirant BAM, der Vakuumpumpe oder der Einlassheizung bei falscher Netzspannung oder -frequenz führt zu unsachgemäßem Betrieb.

Die Stromaufnahme des Systems variiert je nach optionalem Zubehör und Umgebungsbedingungen erheblich. Ein dedizierter 15-A-Stromkreislauf ist im Allgemeinen ausreichend, um ein einzelnes vollständiges Spirant BAM-System zu betreiben, es sei denn, eine große Klimaanlage befindet sich im selben Stromkreislauf. Wenden Sie sich im Zweifelsfall an einen qualifizierten Elektriker. Nachstehend finden Sie eine Zusammenfassung einiger Worst-Case-Lasten:

Modell	Beschreibung	Ampere	Wattzahl
Spirant BAM	Nur Spirant BAM, 120V, Worst-Case mit laufenden Bandtransportmotoren.	0.17A	20W
BX-126	Medo Linear-Kolbenpumpe, 120V, 60Hz, bei 16,70 L/min durch sauberes Band.	1.25A	150W
BX-121	Gast Drehschieberpumpe, 120V, 60Hz, bei 16,70 L/min durch sauberes Band.	4.44A	530W
BX-122	Gast Drehschieberpumpe, 230V, 50Hz, bei 16,70 L/min durch sauberes Klebeband.	2.30A	530W
BX-827	Smart Inlet Heater, 120V, 60Hz, läuft mit 100% hoher relativer Einschaltdauer.	0.85A	100W
BX-830	Smart Inlet Heater, 230V, 50Hz, läuft bei 100% hoher relativer Einschaltdauer.	0.76A	175W
BX-902B	Shelter One Mini-Shelter, 120V, schlimmster Fall mit eingeschalteter Shelter-Heizung.	4.2A	500W
BX-903	Ekto Mini Shelter, 120V, 2000 BTU-Klimaanlage.	7.4A	586W
BX-904/906	Ekto Mini Shelter, 120V, 4000 BTU Klimaanlage.	13.5A	1172W

Hinweise:

- Die Transportmotoren der BAM laufen nur wenige Sekunden pro Stunde. Der Ruhestrom der BAM beträgt 0,1A.
- Die Vakuumpumpe läuft entweder 42 oder 50 Minuten pro Stunde. Der Einschaltstromstoß beim Einschalten ist höher.

- Die Wattzahl des Smart Heaters fällt bei 20% (120V) oder 6% (230V) auf Leerlauf, wenn die Filter-RF unter 35% liegt.
- Die Schutzraumheizung BX-902B ist normalerweise ausgeschaltet, wenn die Schutzraumtemperatur über 40 Grad F liegt, und kann deaktiviert werden.
- Die Werte basieren auf Messungen oder den besten verfügbaren Informationen. Weitere Informationen sind beim Service erhältlich.

Sicherungen: Im Inneren des Spirant BAM-Leistungsschaltmoduls auf der Rückseite der Spirant BAM befinden sich zwei Sicherungen 5x20mm, 3,15A, 250V. Sie sind zugänglich, indem man die Oberseite der kleinen Abdeckung, die den Schalter umgibt, aufbricht. Das Netzkabel muss entfernt werden, um diese Abdeckung zu öffnen.



Stromausfälle und Batteriesicherung: Jeder vorübergehende Stromausfall setzt die Spirant BAM-CPU zurück und verhindert die Datenerfassung für die Probenstunde. Um dies zu verhindern, kann die Spirant BAM an eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) im PC-Stil mit Batterie-Backup angeschlossen werden. Eine USV von mindestens 300 Watt ist normalerweise ausreichend. Die Vakuumpumpe muss nicht an die USV angeschlossen werden, da die Spirant BAM kurze Pumpenausfälle von weniger als 1 Minute Dauer ausgleichen kann. Soll die Pumpe abgesichert werden, ist eine wesentlich größere USV-Wattleistung erforderlich.

Fahrgestell Boden: Verbinden Sie eine der mit "CHASSIS" gekennzeichneten Klemmen auf der Rückseite der Spirant BAM mit dem mit der Spirant BAM mitgelieferten grün/gelben Erdungsdraht mit einem Erdungspunkt. Ein Erdungsstab aus Kupfer wird empfohlen. Die Gehäusemasse dient in erster Linie der zusätzlichen RFI/EMI-Störfestigkeit. Das Netzkabel verwendet auch die standardmäßige elektrische Sicherheitserdung.

Diese Seite ist absichtlich leer

3. Inbetriebnahme der Spirant BAM

Dieser Abschnitt beschreibt den Prozess zum Einrichten und Konfigurieren Ihrer Spirant BAM sowie die grundlegenden Schritte zur Inbetriebnahme der Spirant BAM. Einige der Themen in diesem Abschnitt leiten Sie zu anderen Abschnitten dieses Handbuchs weiter, um detailliertere Informationen zu erhalten. Es wird davon ausgegangen, dass die Spirant BAM bereits installiert und wie in Abschnitt 2 beschrieben aufgestellt ist. In einigen Fällen ist es sinnvoll, die Spirant BAM vor dem Einsatz oder der Installation zunächst auf einem Prüfstand aufzustellen, um die Funktionen zu erkunden und Aufstellungen vorzunehmen. Die folgenden Schritte zur Inbetriebnahme Ihrer Spirant BAM werden in diesem Abschnitt beschrieben: Power on and warm up.

1. Machen Sie sich mit der Benutzeroberfläche vertraut.
2. Legen Sie eine Rolle Filterband ein.
3. Führen Sie einen Selbsttest durch.
4. Stellen Sie die Echtzeituhr ein und überprüfen Sie Ihre SETUP-Parameter.
5. Führen Sie eine Dichtheitsprüfung und eine Durchflussprüfung durch.
6. Kehren Sie zum Menü der obersten Ebene zurück und warten Sie auf den automatischen Start zur vollen Stunde.
7. Während des Zyklus die OPERATE-Menüs anzeigen.

3.1 Einschalten

Der Netzschalter befindet sich auf der Rückseite der Spirant BAM oberhalb des Netzkabels. Vergewissern Sie sich vor dem Einschalten, dass die Spirant BAM an die richtige Wechselspannung angeschlossen ist und dass das elektrische Zubehör korrekt verdrahtet ist. (Abschnitt 2.6) Wenn der Strom eingeschaltet ist, sollte nach einigen Sekunden der Hauptmenü-Bildschirm wie unten dargestellt erscheinen. Auf dem Bildschirm kann ein Fehler blinken, der anzeigt, dass kein Filterband installiert ist.

Hinweis: Einheiten, die die Revision V1 ausführen. 0 oder einer früheren Firmware wird ein etwas anderer Hauptmenü-Bildschirm angezeigt.

3.2 Aufwärmphase

Die Spirant BAM muss mindestens eine Stunde lang aufgewärmt werden, bevor gültige Konzentrationsdaten erhalten werden können. Dies liegt daran, dass der Beta-Detektor eine Vakuumröhre enthält, die sich stabilisieren muss. Dadurch kann sich auch die Elektronik für einen optimalen Betrieb stabilisieren. Dies gilt immer dann, wenn die Spirant BAM eingeschaltet wird, nachdem sie länger als einen Moment ausgeschaltet war. Während dieser Aufwärmzeit können die Geräteeinstellungen und die Installation des Filterbandes vorgenommen werden. Sie können in Erwägung ziehen, die ersten paar Stunden nach dem Einschalten des Geräts die Daten zu verwerfen.

3.3 Das Hauptmenü und die Verwendung der Tastatur und des Displays

Wenn die Spirant BAM eingeschaltet ist, wird das Hauptmenü (Menü der obersten Ebene) auf dem LCD-Display angezeigt. Dieses Menü ist der Ausgangspunkt für alle Funktionen der Spirant BAM-Benutzeroberfläche.

Hinweis: Das Hauptmenü wird bei Spirant BAM-Einheiten, die in der PM-Grobkonfiguration mit zwei Einheiten konfiguriert sind, ein etwas anderes Layout haben.

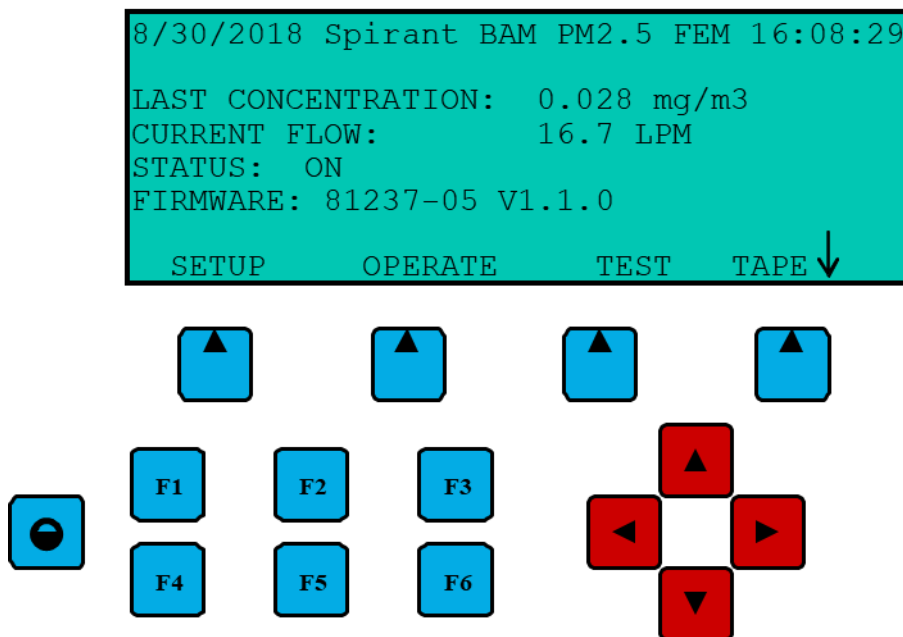


Abbildung 6 – Die Spirant BAM-Standard-Benutzeroberfläche und -Tastatur

Softkeys:

Direkt unter dem Display befinden sich vier weiße Tasten, die als "Soft-Keys" oder "Hot-Keys" bezeichnet werden. Dabei handelt es sich um dynamische Tasten, bei denen sich die Funktion als Reaktion auf eine Menüoption ändert, die direkt über jeder Taste in der unteren Reihe des Displays angezeigt wird. Welche Menüoption auch immer über einer dieser Tasten angezeigt wird, ist die Funktion, die diese Taste in diesem bestimmten Menü ausführt. Sie werden im gesamten Menüsystem für eine Vielzahl von Funktionen verwendet. Beispielsweise werden Änderungen, die innerhalb eines Menüs vorgenommen wurden, normalerweise nicht gespeichert, es sei denn, ein Softkey SAVE wird gedrückt. EXIT ist ebenfalls eine weitere häufig verwendete Softkey-Funktion.

Arrow (Cursor) Keys:

The four red arrow keys are used to scroll up, down, left, and right to navigate in the menu system, and to select items or change fields on the screen. The arrow keys are also often used to change parameters or increment/decrement values in the menu system.

Pfeil (Cursor)-Tasten:

Der Schlüssel mit einem kreisförmigen Symbol darauf dient zur Einstellung des Hell/Dunkel-Kontrastes auf der LCD-Anzeige. Halten Sie die Taste gedrückt, bis der gewünschte Kontrast erreicht ist. Es ist möglich, den Kontrast überzujustieren und die gesamte Anzeige völlig leer oder völlig dunkel zu machen, achten Sie also darauf, den Kontrast auf einen sichtbaren Wert einzustellen.

Funktionstasten F1 bis F6:

Die Funktionstasten dienen als Shortcuts zu häufig benutzten Menübildern. Die F-Tasten sind nur vom Hauptmenübildschirm aus oder zur Eingabe von Passwörtern funktionsfähig. Das werkseitig voreingestellte Passwort lautet F1, F2, F3, F4.

F1 "Aktuell": Diese Taste ist eine Abkürzung zum Bildschirm BETRIEB > INST, der zur Anzeige von momentanen Datenwerten verwendet wird, die von der Spirant BAM gemessen werden. Siehe Abschnitt 3.12.

F2 "Durchschnitt": Diese Taste ist ein Shortcut zum Bildschirm BETRIEB > MITTELWERT, der zur Anzeige des letzten Mittelwertes der von der Spirant BAM aufgezeichneten Daten verwendet wird. Siehe Abschnitt 3.12.

F3 "Fehler-Rückruf": Diese Taste ist eine Abkürzung zum Bildschirm BETRIEB > MITTELWERT: Mit dieser Taste kann der Benutzer die von der Spirant BAM aufgezeichneten Fehler einsehen. Die Fehler sind nach Datum sortiert. Die letzten 12 Tage, die Fehleraufzeichnungen enthalten, sind verfügbar, und die letzten 100 Fehler können eingesehen werden.

F4 "Daten-Abruf": Mit diesem Schlüssel kann der Benutzer die in der Spirant BAM gespeicherten Daten, einschließlich Konzentrationen, Fluss und alle sechs externen Kanäle, einsehen. Die Daten sind nach Datum sortiert, und der Benutzer kann mit den Softkeys stündlich durch die Daten blättern. Nur die letzten 12 Tage, die Datensätze enthalten, stehen in diesem Menü zur Ansicht zur Verfügung.

F5 "Modul übertragen": Diese Taste dient zum Kopieren des Speicherinhalts in ein optionales Datentransfermodul. Die Option Transfermodul ist veraltet und wird nicht mehr verwendet.

F6: Diese Taste ist nicht mit einer Datenfunktion belegt.

3.4 Einlegen des Filterbandes

Eine Rolle Ecotech-Glasfaserfilterband muss zur Probenahme in die Spirant BAM geladen werden. Eine Rolle Klebeband hält bei normalem Betrieb mehr als 60 Tage. Es ist wichtig, Ersatzrollen zur Verfügung zu haben, um Datenunterbrechungen zu vermeiden. Einige Behörden speichern und archivieren das benutzte Filterband, obwohl die benutzten Probenahmestellen nicht vor Kontamination geschützt und nicht markiert sind, um die Probenahmestunde oder den Probenort anzugeben. Die chemische Analyse kann durch das Bindemittel im Band beeinträchtigt werden. Gebrauchtes Filterband sollte niemals "umgedreht" oder wiederverwendet werden! Dies wird zu Messproblemen führen. Das Einlegen einer Rolle Filterband in die Spirant BAM ist mit den folgenden Schritten einfach:

1. Schalten Sie die Spirant BAM ein. Die Spirant BAM sollte den Probenstutzen automatisch anheben.
2. Heben Sie die Gummiklemmrollenbaugruppe an und verriegeln Sie sie in der AUF-Position.
3. Schrauben Sie die beiden durchsichtigen Plastikrollenabdeckungen ab und entfernen Sie sie.
4. Ein leeres Kernrohr MUSS an der linken (Aufwickel-)Spulennabe installiert werden. Dies bietet eine Oberfläche, auf der das gebrauchte Band aufgewickelt werden kann. Ecotech liefert eine Kunststoffkernröhre zur Verwendung mit der ersten Bandrolle. Danach können Sie die leere Kernhülse verwenden, die von der vorherigen Rolle übrig geblieben ist. Befestigen Sie das Filterband niemals an der Aluminiumnabe.
5. Legen Sie die neue Rolle Filterband auf die rechte (Vorrats-)Spule und führen Sie das Band wie in der Zeichnung dargestellt durch die Transporteinheit. Befestigen Sie das lose Ende des Filterbandes mit Zellophanklebeband oder ähnlichem an der leeren Kernröhre.
6. Drehen Sie die Bandrolle von Hand, um überschüssigen Durchhang zu entfernen, und bringen Sie dann die durchsichtigen Plastikabdeckungen der Rolle an. Die Abdeckungen müssen fest sitzen, um das Band richtig festzuklemmen und ein Verrutschen zu verhindern.

7. Richten Sie das Filterband so aus, dass es auf allen Rollen zentriert ist. Neuere Einheiten haben Ritzmarken auf den Rollen, um die optische Zentrierung des Bandes zu erleichtern.



VORSICHT

Entriegeln Sie die Klemmrollenbaugruppe und senken Sie sie auf das Band ab. Der Spirant BAM kann die Rollen nicht automatisch absenken, und der Spirant BAM funktioniert nicht, wenn die Klemmrollen in der oberen Position verriegelt bleiben!

8. Drücken Sie den Softkey TENSION im Menü TAPE. Die Spirant BAM stellt das Band auf die richtige Spannung ein und warnt Sie, wenn bei dem Vorgang ein Fehler aufgetreten ist. Verlassen Sie das Menü.

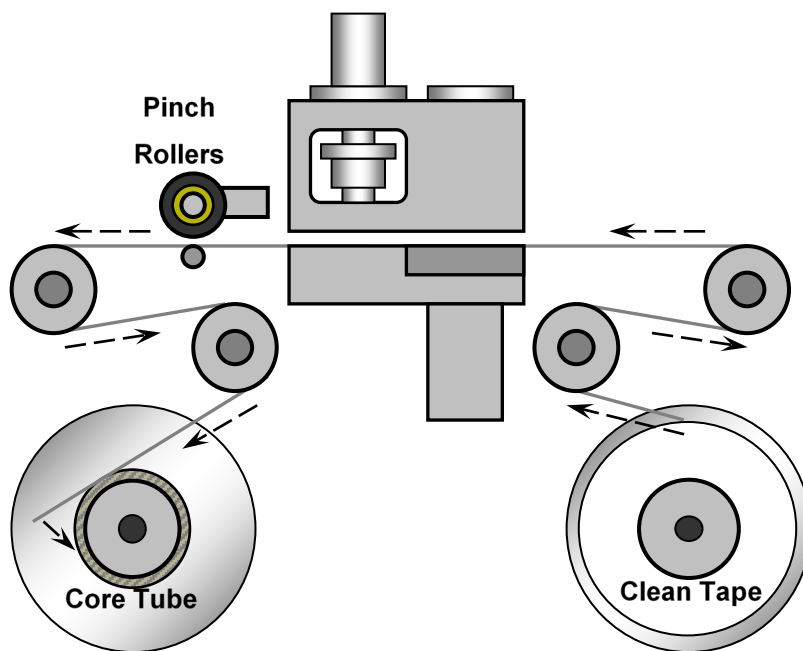


Abbildung 7 – Diagramm zum Laden des Spiral-BAM-Filterbandes

3.5 Selbst-Test

Die Spirant BAM hat eine eingebaute Selbsttestfunktion, die die meisten Bandsteuerungs- und Fließsysteme der Spirant BAM automatisch testet. Der Selbsttest sollte direkt nach jedem Filterbandwechsel durchgeführt werden, und er kann auch verwendet werden, wenn der Bediener ein Problem mit der Spirant BAM vermutet. In der BAM sind auch ausführlichere Diagnose-Testmenüs verfügbar, die im Abschnitt 7 zur Fehlerbehebung beschrieben sind.

Die Selbsttestfunktion befindet sich im TAPE-Menü. Drücken Sie den Softkey SELF TEST, um den Test zu starten. Die Tests dauern ein paar Minuten, und die Spirant BAM zeigt die Ergebnisse jedes getesteten Items mit einer OK- oder FAIL-Markierung an. Wenn alle Testaufgaben OK sind, zeigt der Status SELBSTTEST BESTANDEN an, wie in der Zeichnung unten dargestellt. Wenn irgendein Element fehlschlägt, zeigt der Status ERROR OCCURRED (Fehler aufgetreten) an.

```

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
  
```

Abbildung 8 – Bildschirm Selbsttest-Status

VERRIEGELUNG: Zeigt OFF an, wenn der Foto-Unterbrecher feststellt, dass die Klemmrollen wie im Normalbetrieb entriegelt (unten) sind. Er zeigt ON an, wenn die Rollenbaugruppe in der oberen Position verriegelt ist. Das Band kann nicht vorrücken, wenn die Rollen oben sind!

CAPSTAN: Die Spirant BAM dreht die Spillwelle vorwärts und rückwärts und prüft, ob der Foto-Unterbrecher die Welle rotieren sieht. Durch die Capstan-Welle wird das Filterband vorwärts und rückwärts bewegt.

DÜSE DN: Die Spirant BAM versucht, die Düse abzusenken, und prüft, ob der Düsenmotor mit einem Foto-Unterbrecher in die untere Position gefahren ist. Es ist möglich, dass sich die Düse in der AUF-Position verklemmt, auch wenn der Düsenmotor erfolgreich in die AB-Position bewegt wurde. Aus diesem Grund ist eine ordnungsgemäße Einlassausrichtung und Wartung des Düsen-O-Rings erforderlich.

DÜSE AUF: Die Spirant BAM versucht, die Düse anzuheben, und prüft, ob sich der Düsenmotor mit einem Foto-Unterbrecher in die obere Position bewegt hat.

DURCHFLUSS: Die Spirant BAM versucht, die Pumpe einzuschalten, und sucht dann die Ausgabe am Durchflusssensor. Dieser Test dauert etwa eine Minute und schlägt fehl, wenn die Pumpe nicht angeschlossen ist.

BANDBRUCH: Die BAM-Spirant bewegt den Versorgungs- und den Aufwickelmotor, um ein Durchhängen des Filterbandes zu erzeugen, und sucht nach dem ordnungsgemäßen Betrieb der Fotounterbrecher des Spanners.

BANDSPANNUNG: Die Spirant BAM wird das Filterband spannen und dann den Zustand der Spannerfoto-Unterbrecher überprüfen.

SHUTTLE: Die Spirant BAM wird versuchen, den Pendelbalken nach links und rechts zu bewegen, und prüft die Bewegung mit einem Fotounterbrecher.

REF EXTEND: Die Spirant BAM wird versuchen, die Referenzmembran auszudehnen, und wird die Bewegung mit einem Photointerrupter überprüfen.

REF MIT ENTZUG: Die Spirant BAM versucht, die Referenzmembran zurückzuziehen, und prüft die Bewegung mit einem Fotounterbrecher.

3.6 Überlegungen zu den anfänglichen SETUP-Einstellungen

Die Spirant BAM wird vorprogrammiert mit einer Vielzahl von Standardwerten für die Einstellungen geliefert, die die Messung und Kalibrierung regeln. Die meisten dieser Einstellwerte werden nicht verändert, da die Standardwerte für die meisten Anwendungen korrekt sind. Überprüfen Sie die Setup-

Menüs in Abschnitt 6 dieses Handbuchs und entscheiden Sie, ob irgendwelche Werte geändert werden müssen. Überprüfen Sie zumindest die folgenden Parameter:

1. Stellen Sie die Systemuhr im Menü EINSTELLUNG > UHR ein. Die Uhr der Spirant BAM kann bis zu zwei Minuten pro Monat abweichen. Es ist wichtig, die Uhr mindestens einmal pro Monat zu überprüfen, um sicherzustellen, dass die Proben zu den richtigen Zeiten durchgeführt werden.
2. Überprüfen Sie die Werte für BAM PROBE, ZAEHLZEIT, MET PROBE, BEREICH und OFFSET im Menü EINSTELLUNG > PROBE.
3. Überprüfen Sie die Einstellungen für DURCHFLUSSRATE, DURCHFLUSSTYP, KONZERTYP und HEIZUNGSSTEUERUNG im Menü EINSTELLUNG > KALIBRIEREN.
4. Überprüfen Sie die Skalierung aller externen Sensoren im Menü EINSTELLUNG > SENSOREN.
5. Überprüfen Sie die Einstellungen der intelligenten Heizungssteuerung im Menü EINSTELLUNG > HEIZUNG.

3.7 Anfängliche Dichtheitsprüfung und Durchflussprüfung

Die Spirant BAM wird mit werkseitig voreingestellten Durchflusskalibrierungsparametern geliefert, die es der Spirant BAM ermöglichen, das 16,70 l/min-Probendurchflusssystem direkt aus der Verpackung heraus genau zu steuern. Aufgrund geringfügiger Abweichungen zwischen verschiedenen Typen von Durchfluss-Transferstandards ist es jedoch am besten, das BAM-Durchflusssystem mit Ihrem eigenen rückführbaren Durchfluss-Auditstandard zu kalibrieren. Führen Sie Dichtheitsprüfungen und Durchflussprüfungen/-kalibrierungen wie in Abschnitt 0 beschrieben durch. Gewöhnen Sie sich an diese Verfahren, da sie routinemäßig durchgeführt werden.

3.8 Starten eines Messzyklus

Wenn die vorhergehenden Einrichtungsschritte von Abschnitt 3 abgeschlossen sind, verlassen Sie das Hauptmenü auf der obersten Ebene. Die "Status"-Zeile sollte "ON" (keine Fehler) anzeigen. Wenn dies der Fall ist, startet die Spirant BAM oben (Anfang) der nächsten Stunde und arbeitet kontinuierlich, bis der Befehl zum Anhalten gegeben wird.

Die Spirant BAM stoppt, wenn der Bediener eines der Menüs SETUP oder TEST aufruft. Die Spirant BAM stoppt sich auch selbst, wenn ein nicht korrigierbarer Fehler auftritt, wie z.B. ein gebrochenes Filterband oder ein fehlgeschlagener Luftstrom.

3.9 Zugriff auf den Bildschirm Fluss-Statistik

Während die Spirant BAM den Hauptmenübildschirm anzeigt, kann die Taste ▼ gedrückt werden, und die BAM zeigt einen Bildschirm FLOW STATISTICS an, wie unten dargestellt. Dieser Bildschirm zeigt die Durchfluss-, Temperatur- und Druckstatistik für den aktuellen Messzyklus an. Durch erneutes Drücken der Taste ▼ kann weiter nach unten zu den übrigen Parametern unterhalb des sichtbaren Bereichs der Anzeige gescrollt werden. Dieser Bildschirm wird den Probenahmezyklus nicht unterbrechen. Diese Funktion ist erst ab Firmware-Revision V1.1 oder später 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

```

Abbildung 9 –Der Bildschirm FLOW STATISTIK

3.10 Die OPERATE-Menüs

Drücken Sie den Softkey OPERATE im Hauptmenü, um das Betriebsmenü wie unten dargestellt aufzurufen. Dadurch wird die Probe nicht unterbrochen, wenn sie bereits läuft.

```

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

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

NORMAL      INST      AVERAGE    EXIT

```

Abbildung 10 – Das Menü OPERATE

Der Pfeil NACH UNTEN kann verwendet werden, um den Betriebsmodus von ON auf OFF zu setzen. Dadurch wird der Messzyklus einfach gestoppt, aber die Spirant BAM wird nicht abgeschaltet.

Hinweis: Selbst wenn der Bediener den Betriebsmodus auf AUS stellt oder die Spirant BAM sich aufgrund eines Fehlers selbst stoppt, stellt sie den Modus am Ende der Stunde automatisch wieder auf EIN und versucht, einen neuen Zyklus durchzuführen!

Die einzige Möglichkeit zu verhindern, dass die Spirant BAM automatisch einen stündlichen Zyklus startet, besteht darin, die Spirant BAM auszuschalten, die Spirant BAM in einem TEST- oder SETUP-Menü zu belassen oder die Klemmrollen in der AUF-Position verriegelt zu lassen.

Das Menü BETRIEB hat drei Softkey-Optionen zur Anzeige des Betriebsstatus und der Sensormessungen, während die Spirant BAM in Betrieb ist: NORMAL, INST und MITTELWERT.

3.11 Der NORMALE Operationsbildschirm

Der Normalmodus ist der primäre Betriebsbildschirm, der die meisten wichtigen Parameter des Probenverlaufs an einer Stelle anzeigt, wie unten dargestellt. Viele Bediener lassen ihre Spirant BAM auf dem NORMAL-Bildschirm, wenn die Spirant BAM in Betrieb ist, anstelle des Hauptmenüs.

11/15/2009	Normal Mode	11:27:54
		Flow: 16.7 LPM
		AMB P: 764 mmHg
LAST C: 0.061 mg/m3		TAPE P: 584 mmHg
LAST m: 0.806 mg/cm2		RH: 27 %
		Heater: OFF
		Delta-T: 4.2 C
STATUS: SAMPLING		EXIT

Abbildung11 – Das Betriebsmenü NORMAL

Der LETZTE C-Wert gibt den letzten Konzentrationsdatensatz an, der am Ende des Zyklus aktualisiert wird. Der LETZTE m-Wert gibt den letzten gemessenen Wert der Referenzspannmembran an. Der Wert sollte sehr nahe am oder gleich dem erwarteten Spannweitenwert (ABS) liegen. Die anderen Werte sind Sofortmessungen.

3.12 Die Bildschirme INSTANTANTE und DURCHSCHNITTICHE Operation

Der INST (Instantaneous)-Bildschirm zeigt die momentanen Datenwerte an, die von der Spirant BAM gemessen werden. Dieser Bildschirm ist nützlich, um den aktuellen Messwert von optionalen Sensoren zu überwachen, die möglicherweise an die Spirant BAM angeschlossen sind. Alle Werte außer Conc (Konzentration) und Qtot (Gesamtdurchflussvolumen) sind aktuell. Conc stellt die Konzentration der letzten Periode dar. Qtot steht für das Gesamtdurchflussvolumen 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

Abbildung 12 – Das Sofortbild-Menü

Der Softkey VOLT / ENG schaltet die angezeigten Werte zwischen Einheiten und Spannungen um, was für diagnostische Prüfungen an externen Sensoren nützlich ist.

Der Bildschirm MITTELWERT ist derselbe wie der oben gezeigte Bildschirm INST, mit der Ausnahme, dass die Konzentration und der Durchfluss als Mittelwerte der letzten Stunde dargestellt werden und die sechs Kanäle des externen Datenloggers Mittelwerte über den durchschnittlichen Zeitraum des Datenloggers sind (eingestellt durch den Wert MET PROBENAHEME im Menü EINSTELLUNG > PROBENAHEME - normalerweise auch 60 Minuten).

4. Der Messzyklus

Dieser Abschnitt beschreibt den Mess- und Zeittakt des Spirant BAM-Instruments. Das Verständnis der Messung ist hilfreich für den effektiven Betrieb und die Wartung des Spirant BAM. Fortgeschrittene Informationen über die der Messung zugrunde liegende Theorie und Mathematik finden Sie unter Theorie des Betriebs, Abschnitt 11.

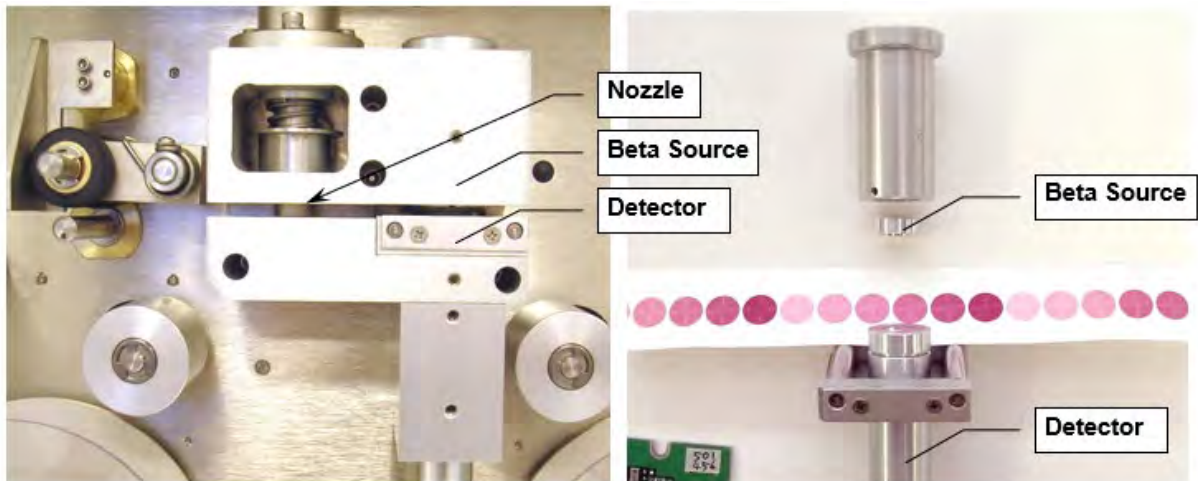


Abbildung 13 – Spirant BAM Proben- und Messstationen

4.1 Die Ein-Stunden-Zyklus-Zeitachse

Die Spirant BAM ist fast immer für den Betrieb im 1-Stunden-Zyklus konfiguriert. Die BAM Spirant verfügt über eine Echtzeituhr, die die Zykluszeit steuert. Die ZAEHLUNGSZEIT der Spirant BAM ist vom Benutzer wählbar, wird aber im Allgemeinen auf 4 Minuten für die PM10-Messung oder auf 8 Minuten für die PM2.5-Messung eingestellt. In der Beispielzeitachse unten führt die Spirant BAM zu Beginn und am Ende jeder Stunde eine 8-minütige Betamessung durch, mit einer 42-minütigen Luftprobenahmeperiode dazwischen, insgesamt 58 Minuten lang. Die anderen zwei Minuten der Stunde werden für Band- und Düsenbewegungen während des Zyklus verwendet. Diese Zeitlinie gilt, wenn die Spirant BAM auf eine ZAEHLZEIT von 8 Minuten eingestellt ist, die fuer alle EPA- und EU-finanzierten PM2.5-Konfigurationen erforderlich ist.

Spirant BAM-Monitore, die mit Firmware 3236-5 Version 3.7.1 oder später arbeiten, können für PM10- oder PM2.5-Betrieb konfiguriert werden. Wenn sie als von der US-EPA als äquivalente Methode für PM2.5 bezeichnet werden, muss die ZAEHLZEIT auf 8 Minuten eingestellt werden. Wenn Sie die Spirant BAM als nicht ausgewiesene Methode für die PM2.5-Überwachung betreiben möchten, können Sie die ZAEHLUNGSZEIT auf 4, 6 oder 10 Minuten einstellen. Wenn Sie die Spirant BAM als eine von der US-EPA entworfene, äquivalente Methode für die PM10 ZAEHLUNGSZEIT betreiben, können Sie die ZAEHLUNGSZEIT auf 4, 6, 8 oder 10 Minuten einstellen. Der gesamte Messzyklus beträgt 1 Stunde. Die Probenahmezeit der Pumpe kann berechnet werden, indem die doppelte ZAEHLZEIT von 60 Minuten subtrahiert und dann weitere 2 Minuten abgezogen werden, um die Bandbewegung zu berücksichtigen. Daher würde eine ZAEHLUNGSZEIT von 8 Minuten eine Pump-Probenahmezeit von 42 Minuten (60-8-8-2) ergeben.

Hinweis: Dieser Zyklus wird leicht verändert, wenn die Spirant BAM im speziellen Frühzyklus-Modus mit einem externen Datenlogger betrieben wird. Siehe Abschnitt 8.

Das folgende Beispiel zeigt den zeitlichen Ablauf eines Messzyklus mit einer ZAEHLUNGSZEIT von 8 Minuten.

1. Minute 00: Der Beginn einer Stunde. Die Spirant BAM schiebt das Filterband ein "Fenster" weiter zur nächsten frischen, unbenutzten Stelle auf dem Band. Dies dauert einige Sekunden. Die neue Stelle wird zwischen der Beta-Quelle und dem Detektor positioniert, und die BAM beginnt mit der Zählung der Beta-Partikel durch diese saubere Stelle für genau acht Minuten. (I0)
2. ~Minute 08: Die Spirant BAM stoppt die Zählung der Beta-Partikel durch die saubere Stelle (I0) und bewegt das Band genau vier Fenster vorwärts, wobei dieselbe Stelle direkt unter der Düse positioniert wird. Dies dauert einige Sekunden. Dann senkt die Spirant BAM die Düse auf das Filterband ab, schaltet die Vakuumpumpe ein und zieht 42 Minuten lang mit 16,70 Litern pro Minute partikelhaltige Luft durch das Filterband, auf dem I0 gerade gemessen wurde.
3. ~Minute 50: Die Spirant BAM schaltet die Vakuumpumpe aus, hebt die Düse an und bewegt das Filterband genau vier Fenster nach hinten. Dies dauert einige Sekunden und bringt die Stelle, die gerade mit Partikeln beladen war, wieder zwischen die Beta-Quelle und den Detektor. Die BAM beginnt mit der Zählung der Beta-Partikel durch den nun verschmutzten Fleck des Bandes für genau acht Minuten (I3).
4. ~Minute 58: Die BAM Spirant stoppt die Zählung der Beta-Partikel durch den schmutzigen Fleck (I3). Die Spirant BAM verwendet die I0- und I3-Zählungen, um die Masse der abgelagerten Partikel an der Stelle zu berechnen, und verwendet das Gesamtvolumen der entnommenen Luftproben, um die Konzentration der Partikel in Milligramm oder Mikrogramm pro Kubikmeter Luft zu berechnen. Die BAM bleibt dann bis zum Ende der nächsten Stunde untätig.
5. Minute 60: Beginn der nächsten Stunde. Die Spirant BAM zeichnet den gerade berechneten Konzentrationswert auf und stellt die analoge Ausgangsspannung so ein, dass sie die Konzentration der vorangegangenen Stunde darstellt. Die Spirant BAM bewegt einen neuen frischen Bandpunkt zum Beta-Messbereich und der Messzyklus beginnt erneut.

4.2 Automatische Spannweitenkontrollen während des Zyklus

Während die Vakuumpumpe eingeschaltet ist und wie oben beschrieben Luft durch das Filterband zieht, führt die BAM Spirant eine Spannweitenprüfung durch. Der Benutzer kann die Spirant BAM so einstellen, dass die Spannenprüfung stündlich, einmal pro Tag oder gar nicht durchgeführt wird. Die Spirant BAM führt auch einen Stabilitätstest durch:

1. Minute 08: Die Spirant BAM hat gerade die Bewegung der sauberen Stelle zur Düse beendet und die Pumpe eingeschaltet. Es gibt eine weitere saubere Stelle des Filterbandes vor vier Fenstern, zwischen der Beta-Quelle und dem Detektor. Derselbe Fleck bleibt dort für die gesamte Zeit, in der die Pumpe eingeschaltet ist. Die Spirant BAM beginnt mit der Zählung der Beta-Partikel durch diese Stelle für genau acht Minuten. Der gemessene Wert wird als I_1 aufgezeichnet.
2. Minute 16: Die Spirant BAM stoppt die Zählung der Beta-Partikel und dehnt die Referenzmembran zwischen der Beta-Quelle und dem Detektor aus, direkt über dem gerade gemessenen Punkt des Filterbandes. Die Referenzmembran ist ein extrem dünner Film aus klarem Mylar, der in einer Metallzunge gehalten wird. Die Membran hat eine bekannte Massendichte (mg/cm²). Die BAM beginnt erneut acht Minuten lang mit der Zählung der Beta-Partikel, diesmal durch die Membran und gleichzeitig durch den Fleck des Filterbandes. Dieser Wert wird als I_2 aufgezeichnet.
3. Minute 24: Die BAM Spirant stoppt die Zählung der Beta-Partikel durch die Membran, zieht die Membrananordnung zurück und berechnet die Massendichte der Membran.

- Minute 42: (Acht Minuten, bevor die Pumpe stoppt) Die Spirant BAM zählt die Beta-Partikel durch dieselbe Stelle noch einmal (ohne die Membran) für weitere acht Minuten. Dieser Wert wird als $I_{1^{\wedge}}$ aufgezeichnet.

Die während dieses automatischen Prozesses berechnete Massendichte "m" (mg/cm²) der Referenzmembran wird mit der bekannten Masse der Membran verglichen; der "ABS"-Wert. Bei der Werkskalibrierung wird die tatsächliche Masse jeder einzelnen Spannfolie ermittelt und als ABS-Wert der Spirant BAM, in der sie eingebaut wurde, gespeichert. Jede Messung von m muss mit dem ABS-Wert innerhalb von $\pm 5\%$ übereinstimmen. Ist dies nicht der Fall, zeichnet die Spirant BAM einen "D"-Alarm für die Daten dieser Stunde auf. Typischerweise liegt der Wert von m innerhalb weniger mg/cm² des erwarteten Wertes. Der ABS-Wert ist für jede Spirant BAM einzigartig und kann auf dem Kalibrierungsblatt gefunden werden. Die meisten Membran-Alarme werden durch eine verschmutzte Membranfolie verursacht.

Die Stabilitätsmessungen I_1 und $I_{1^{\wedge}}$ können verglichen werden, um festzustellen, ob sich die Beta-Zahlen während des Messzyklus merklich verändert haben. Schnelle Änderungen der Temperatur, der relativen Feuchte oder anderer Faktoren können dazu führen.

4.3 Filter Tape Use

Die Spirant BAM positioniert die Filterpunkte sehr nahe beieinander, um kein Filterband zu verschwenden. Einmal täglich um Mitternacht überspringt die BAM Spirant eine Stelle (es gibt keine Stelle, an der eine solche erwartet wird). Dies geschieht, um es dem Benutzer leichter zu machen, den Spot auf der Aufwickelpule mit der Stunde und dem Tag, an dem der Spot erzeugt wurde, abzugleichen, falls dies notwendig sein sollte. Ecotech Instruments bietet derzeit Filterband unter der Artikelnummer 460180 an.

Diese Seite ist absichtlich leer

5. Durchflusssystem und Durchflusskalibrierungen

5.1 Fluss-System-Diagramm

Die Spirant BAM ist für den Betrieb mit einem Luftdurchsatz von 16,70 Litern pro Minute (l/min oder LPM) ausgelegt. Die Durchflussmenge muss auf diesem Wert gehalten werden, damit die üblicherweise verwendeten EPA-PM10-Einlassköpfe (BX-802) und PM2,5-Zyklone (BX-806, BX-807, BX-808 oder BX-809) effektiv arbeiten können. Es müssen periodische Luftstrom-Audits durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass die Spirant BAM die Durchflussrate von 16,70 LPM aufrechterhält.

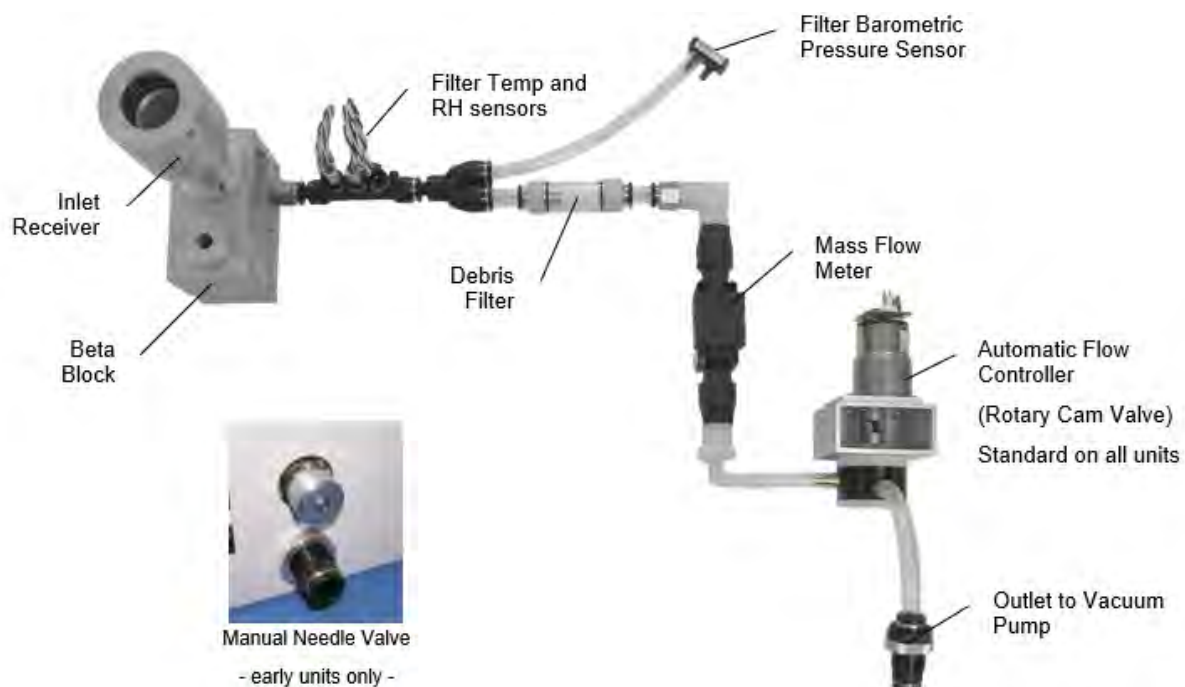


Abbildung 14 – Vollständiges Spirant BAM-Flusskontrollsystem

Alle Spirant BAM-Monitore verfügen über einen Massenflusssensor und einen Luftdrucksensor. Die Spirant BAM ist zudem mit einem Umgebungstemperatursensor Modell BX-592 oder BX-596 ausgestattet. Temperatur- und barometrische Druckmessungen sind erforderlich, um den Massenstrom in einen Volumenstrom (LPM) umzuwandeln.

5.2 Arten der Flusskontrolle und Flussberichterstattung - Standard- oder tatsächlicher Fluss

Spirant BAM-Monitore mit Firmware-Revision 3.0 oder höher (nach 2006) haben sowohl eine FLOW TYPE- als auch eine CONC TYPE-Einstellung. Beide können entweder auf STD oder ACTUAL eingestellt werden (siehe Abschnitt 6.3). Die Spirant BAM ist in der Lage, den Durchfluss entweder unter Verwendung von Standard- oder tatsächlichen Temperatur-/Druckbedingungen zu steuern und kann die Partikelkonzentrationen unabhängig voneinander entweder auf der Grundlage eines Standard- oder tatsächlichen Volumens der Luftprobe melden. Die Spirant BAM-Monitore mit Firmware-Revision 2.58 und früher (vor 2007) hatten eine einzige DURCHFLUSSTYP-Einstellung, die sowohl die Bedingungen für die Durchflussregelung als auch für die Konzentrationsmeldung festlegte.

5.2.1 TATSÄCHLICHE Flusssteuerung

FLOW TYPE sollte bei Firmware-Version 3.0 oder höher immer auf ACTUAL gesetzt werden. Bei der tatsächlichen Durchflussregelung werden Messungen der Umgebungstemperatur und des barometrischen Drucks verwendet, um den gemessenen Massenstrom in Volumenstrom (LPM) umzurechnen. Wenn sich die gemessene Temperatur und der barometrische Druck ändern, passt der Massendurchflussregler seinen Ausgang an, um den Volumenstrom konstant zu halten. Der KONZERTYP kann auf IST eingestellt werden, in welchem Fall das abgetastete Volumen in (tatsächlichem) LPM abgetastet gemeldet wird. Der KONZERNTYP kann auch auf STD eingestellt werden, in welchem Fall das abgetastete Volumen unter Standardbedingungen (25°C, 1 atm.) eingestellt und gemeldet wird.

5.2.2 STANDARD-Flusskontrolle

Diese Betriebsart wird nicht empfohlen, da die Trennstellen für die PM10-Einlässe und die PM2,5-Fraktionatoren einen Nenndurchfluss von 16,70 tatsächlichen Litern pro Minute erfordern. Alle Spirant BAM-Monitore, die seit 2008 gebaut wurden, sind serienmäßig mit einem Massenstromregler ausgestattet. Für die Massenstromregelung sind externe Temperatursensoren (entweder BX-592 oder BX-596) erforderlich.

IST-Durchflussberichterstattung

Um Massenkonzentrationen unter tatsächlichen Bedingungen zu melden, setzen Sie CONC TYPE auf ACTUAL (IST). Diese Konfiguration wird fast immer für die Meldung von PM2,5-Konzentrationen verwendet. Sie wird auch für die Meldung von PM10-Konzentrationen verwendet, wenn gepaarte Spirant BAM-Monitore für die PM10-2,5-Überwachung verwendet werden.

STD-Durchflussmeldung

Um Massenkonzentrationen unter Standardbedingungen zu melden, setzen Sie CONC TYPE auf STD. Die Spirant BAM rechnet dann das tatsächlich während des Messzyklus entnommene Volumen in das entsprechende Standardvolumen um und meldet die Massenkonzentration unter Standardbedingungen.

5.3 Umrechnungen von Gesamtdurchfluss (QTOT) und Durchflussrate (LPM)

Die Q_{TOT} -Messung kann in LPM umgewandelt werden, indem der Q_{TOT} -Wert mit 1000 multipliziert und dann durch die BAM Sample Time geteilt wird. Um beispielsweise zu bestimmen, wie hoch die Durchflussrate einer 42-minütigen Probe mit einem Q_{TOT} -Wert von 0,700 war, führen Sie die folgende Berechnung durch:

$$(Q_{TOT} * 1000) / \text{Probenahmezeit} = (0.700 * 1000)/42 = 16.67 \text{ LPM}$$

5.4 Über Dichtheitsprüfungen, Düsenreinigung und Durchflussprüfungen

Ecotech Instruments empfiehlt den Anwendern, mindestens einmal im Monat eine Dichtheitsprüfung, eine Düsen- und Flügelreinigung (falls erforderlich) und eine Durchflussprüfung oder Kalibrierung (falls erforderlich) durchzuführen. Für die Wartung eines kompletten Durchflusssystems werden normalerweise weniger als 10 Minuten benötigt.

Die beste Reihenfolge für die monatlichen Durchflusssystemprüfungen ist:

1. Prüfung auf undichte Stellen im Fundzustand.
2. Reinigung von Düsen und Flügeln.

3. Kontrolle auf Dichtheit links. (Wenn ein Leck korrigiert wurde)
4. Dreipunkt-Durchflussüberprüfung/Audit und Kalibrierung, falls erforderlich.

Wenn ein Luftleck gefunden wird, könnte es durch beschädigte O-Ringe oder einen unsachgemäßen Anschluss des Einlassschlauchs an den Empfänger verursacht werden. Es tritt jedoch fast immer an der Schnittstelle zwischen der Düse und dem Filterband aufgrund von Ablagerungen auf. Normalerweise gibt es eine unbedeutende Leckage an der Grenzfläche des Bandes, aber eine übermäßige Leckage lässt einen unbekanntem Teil des Probenstroms von 16,70 l/min an der Leckstelle statt am Einlass in das System gelangen. Dies könnte dazu führen, dass das Gesamtvolumen der durch den Einlass entnommenen Luftproben falsch ist und die resultierenden Konzentrationsdaten unvorhersehbar verzerrt sind. **Die Spirant BAM kann ein Leck an der Schnittstelle zwischen Band und Düse nicht automatisch erkennen, da sich der Luftstromsensor stromabwärts des Filterbandes befindet. Das Zulassen eines signifikanten Lecks kann dazu führen, dass die Konzentrationsdaten ungültig gemacht werden!**

Routinemäßige Leckagekontrollen und die Reinigung der Düsen verhindern, dass sich signifikante Lecks bilden können. Zur Validierung von Daten, die seit der letzten erfolgreichen Leck- und Durchflussprüfung gesammelt wurden, muss vor der Reinigung der Düse oder vor der Durchführung von Wartungsarbeiten eine Leckageprüfung durchgeführt werden.

Selbst wenn der Leckageprüfwert innerhalb akzeptabler Grenzen liegt, sollten Düse und Leitschaufel trotzdem gereinigt werden, wenn Ablagerungen oder Ablagerungen festgestellt werden.

5.5 Verfahren zur Dichtheitsprüfung

Die Grundleckprüfung sollte immer zuerst durchgeführt werden. Wenn sie bestanden ist, müssen die erweiterten Schritte nicht durchgeführt werden. Wenn die Basisprüfung jedoch fehlschlägt, müssen die erweiterten Schritte der Dichtheitsprüfung durchgeführt werden, um das Problem zu lokalisieren.

Hinweis: Für den Spirant BAM-Monitor sollte nur das vom Werk autorisierte Klebeband von Ecotech Instruments, Inc. verwendet werden. Von anderen Anbietern gelieferte Bänder wurden nicht getestet oder für die Verwendung genehmigt, und alle Daten, die mit Filterbändern von Drittanbietern gesammelt wurden, werden nicht als gültig betrachtet.

Erforderliche Tools: Leckrückschlagventil (Teile-Nr. BX-305 oder als Teil des BX-302 enthalten)

Vorgeschlagenes Mindestintervall: Monatlich und immer dann, wenn das Filterband gewechselt wird.

5.5.1 Grundlegende Dichtheitsprüfung

Führen Sie die folgenden Schritte aus, um die grundlegende Dichtheitsprüfung durchzuführen:

1. Gehen Sie zum Menü TEST>PUMP. Dadurch wird die aktuelle Probe angehalten, falls sie gerade läuft.
2. Entfernen Sie den selektiven Einlass der Größe PM10 aus dem Probenschlauch und installieren Sie das Leckrückschlagventil BX-305 (oder den Nullfilter BX-302). Wenn ein Zyklon der Größe PM2,5 verwendet wird, sollte dieser an seinem Platz belassen und in die Leckprüfung einbezogen werden. Stellen Sie sicher, dass sich das Leckventil in der offenen Stellung befindet,
3. Drücken Sie die Taste PUMP. Die Spirant BAM senkt die Düse automatisch ab (falls erforderlich) und startet die Pumpe.
4. Lassen Sie ausreichend Zeit, damit sich der Fluss bei 16,7 LPM auf der Spirant BAM-Anzeige stabilisieren kann, und drücken Sie dann den LEAK-Knopf. Überprüfen Sie die Statusänderungen, um LEAK ON anzuzeigen.

5. Drehen Sie das BX-305-Leckageventil am Einlass in die geschlossene Position, wie in Abbildung 15 dargestellt.



Abbildung 15 – Am Einlassrohr installiertes Leckrückschlagventil BX-305

6. Die Pumpendurchflussrate sollte unter 1,5 LPM fallen.
- Wenn die Durchflussrate 1,5 LPM oder weniger beträgt, ist die Dichtheitsprüfung zufriedenstellend. Fahren Sie mit Schritt 7 fort.
 - Wenn die Durchflussrate größer als 1,5 LPM ist, ist die Dichtheitsprüfung fehlgeschlagen. Fahren Sie mit Schritt 7 fort und wiederholen Sie dann die Dichtheitsprüfung nach Abschluss von Schritt 11. Wenn sie ein zweites Mal fehlschlägt, fahren Sie mit Abschnitt 5.5.2 fort.
7. Das Ventil BX-305 langsam öffnen, um den normalen Fluss durch die Spirant BAM wiederherzustellen.
8. Drücken Sie die PUMP-Taste, um die Pumpe auszuschalten, und gehen Sie dann zum Menü TEST > TAPE.
9. Schieben Sie das Band um sieben Fenster vorwärts, indem Sie den Pfeil NACH OBEN drücken, um das Feld WINDOWS auf 7 zu setzen, und dann die Taste FWD drücken. Die Düse sollte sich automatisch anheben und dann das Band vorschieben. Wenn der letzte Messfleck nicht deutlich sichtbar ist, schieben Sie das Band ein Fenster nach dem anderen vor, bis er sichtbar ist.
10. Prüfen Sie den letzten Messfleck auf der Bandrolle. Untersuchen Sie ihn genau auf anormale Verformungen oder Löcher. Das Vorhandensein von Anomalien deutet darauf hin, dass sich an dieser Stelle der Düse/Flügel-Grenzfläche Ablagerungen gebildet haben. Diese weisen auf Bereiche der Schnittstelle hin, die möglicherweise eine zusätzliche Reinigung erfordern. Beachten Sie, dass bei niedrigen Konzentrationen die Probenstelle möglicherweise nicht leicht zu lokalisieren ist.
11. Entfernen Sie das Klebeband und reinigen Sie die Düse/Flügel-Grenzfläche gründlich gemäß den Anweisungen im Abschnitt WARTUNG, DIAGNOSE und STÖRUNGSBESEITIGUNG des Spirant BAM-Betriebshandbuchs. Achten Sie besonders auf Bereiche, die in Schritt 10 oben als Ablagerungen dargestellt wurden.
12. Installieren Sie das Filterband wie im Abschnitt Einlegen des Filterbandes im Spirant BAM-Bedienungshandbuch beschrieben wieder. Wenn Schritt 6 fehlgeschlagen ist, wiederholen Sie jetzt das obige Verfahren zur Dichtheitsprüfung. Wenn Schritt 6 bestanden ist, fahren Sie mit Schritt 13 fort.
13. Beenden zum Hauptmenü
14. Entfernen Sie den BX-305 und ersetzen Sie den selektiven Einlass der Größe PM10.

15. Wiederaufnahme des normalen Probenahmebetriebs.

5.5.2 Erweiterte Dichtheitsprüfungen

Wenn die in Abschnitt 5.5.1 beschriebene grundlegende Dichtheitsprüfung fehlschlägt, können die folgenden Verfahren das Problem eingrenzen.

Erforderliche Tools: Leck-Rückschlagventil (Ecotech Instruments Teile-Nr. BX-305 oder BX-302)

Düsendichtungswerkzeug (Artikel-Nr. 7440)



Abbildung 16 – 7440 Leckisolationsplatte

5.5.2.1 Gesamt-System-Dichtheitsprüfung

Dieses Verfahren erzeugt eine positive Abdichtung an der Schnittstelle Düse/Flügel. Wenn diese Dichtung vorhanden ist, kann das restliche Durchflusssystem auf Lecks geprüft werden.

Das folgende Verfahren geht davon aus, dass die Schritte 1 bis 6 in Abschnitt 5.5.1 gerade abgeschlossen wurden und eine Durchflussrate von mehr als 1,5 LPM gefunden wurde.

1. Wenn die Pumpe läuft, drücken Sie die Taste PUMP, um sie auszuschalten. Öffnen Sie langsam das Ventil des BX-305 und drücken Sie dann die Taste NOZZLE, um die Düse anzuheben.
2. Entfernen Sie das Filterband unter der Düse und setzen Sie das Düsendichtungswerkzeug so ein, dass sich das Loch unter der Düse befindet. Siehe Abbildung 17.



Abbildung 17 – Düsendichtungswerkzeug mit Bohrung unter der Düse

1. Vergewissern Sie sich, dass das BX-305-Ventil immer noch am Einlass montiert ist und sich in der offenen Position befindet.
2. Im Menü TEST>PUMP Drücken Sie die Taste PUMP. Die Spirant BAM senkt die Düse automatisch ab und startet die Pumpe.
3. Lassen Sie ausreichend Zeit, damit sich der Fluss bei 16,7 LPM auf der Spirant BAM-Anzeige stabilisieren kann, und drücken Sie dann die LEAK-Taste. Überprüfen Sie die Statusänderungen, um LEAK ON anzuzeigen.
4. Drehen Sie das BX-305-Leckageventil am Einlass in die geschlossene Position, wie in Abbildung 15 dargestellt.
5. Die Durchflussrate der Pumpe sollte unter 0,3 LPM fallen.
 - a. Wenn die Durchflussrate 0,3 LPM oder weniger beträgt, ist die Dichtheitsprüfung zufriedenstellend. Die bei der Basisleckprüfung beobachtete hohe Durchflussrate befindet sich an der Schnittstelle Düse/Band. Fahren Sie fort mit Abschnitt 5.5.2.3.
 - b. Wenn die Durchflussrate größer als 0,3 LPM ist, dann liegt irgendwo im System ein Leck vor. Fahren Sie mit Abschnitt 5.5.2.2. fort, um das Leck zu lokalisieren.

5.5.2.2 Unterer Lecktest

Bei diesem Verfahren wird das Strömungssystem an der Schnittstelle Düse/Flügel geteilt. Mit dieser Abdichtung wird nur der Teil des Durchflusssystems stromabwärts dieser Stelle unter Vakuum gesetzt und auf Lecks geprüft.

Das folgende Verfahren geht davon aus, dass die in Abschnitt 5.5.2.1 aufgeführten Schritte durchgeführt wurden und ein Leck von mehr als 0,3 LPM gefunden wurde.

1. Wenn die Pumpe läuft, drücken Sie die Taste PUMP, um sie auszuschalten. Drücken Sie dann die Taste NOZZLE, um die Düse anzuheben.
2. Drehen Sie das Düsendichtungswerkzeug so, dass der feste Teil des Werkzeugs unter der Düse positioniert ist. Siehe Abbildung 18.



Abbildung 18 – Düsendichtungswerkzeug mit fester Seite unter der Düse

3. Überprüfen Sie, ob der Status LEAK immer noch LEAK ON anzeigt. Falls nicht, drücken Sie die LEAK-Taste, um ihn einzuschalten, und drücken Sie dann die PUMP-Taste. Die Spirant BAM sollte die Düse automatisch absenken und die Pumpe starten.

4. Die Durchflussrate der Pumpe sollte unter 0,3 LPM fallen.
 - a. Wenn die Durchflussrate 0,3 LPM oder weniger beträgt, ist die Dichtheitsprüfung zufriedenstellend. Dies bestätigt, dass sich das Leck über der Düse befindet. Untersuchen Sie alle passenden Verbindungen und O-Ringe im Strömungsweg vor der Düse/Flügel-Schnittstelle, um das Leck zu lokalisieren und zu korrigieren.
 - b. Wenn die Durchflussrate größer als 0,3 LPM ist, dann liegt ein Leck stromabwärts der Düse vor. Untersuchen Sie alle passenden Verbindungen und O-Ringe im Strömungsweg nach der Düse/Flügel-Grenzfläche, um das Leck zu lokalisieren und zu korrigieren.
 - c. Nach der Behebung wiederholen Sie die in Abschnitt 5.5.1 aufgeführten Schritte, um die Integrität des Durchflusssystems zu überprüfen.

5.5.2.3 Filterband-Dichtheitsprüfung

Verwenden Sie dieses Verfahren, um die tatsächliche Leckrate an der Schnittstelle Düse/Band zu beurteilen. Es wird davon ausgegangen, dass die Grundleckprüfung und der Gesamtsystemlecktest bereits durchgeführt wurden und eine hohe Durchflussrate (größer als 1,5 LPM) an der Düse/Band-Schnittstelle gefunden wurde. Es wird auch angenommen, dass das Filterband noch nicht installiert ist.

Erforderliche Tools: Zertifizierter Kalibrierübertragungsstandard (CTS) wie der BX-307

Düsendichtungswerkzeug (Artikel-Nr. 7440)

Filterband (Teil Nr. 460180)

1. Entfernen Sie den BX-305 aus dem Probenröhrchen und installieren Sie den Kalibriertransferstandard (CTS).
 2. Navigieren Sie zum Menü TEST>PUMP.
 3. Das Düsendichtungswerkzeug kann bereits installiert sein, wobei die Bohrung unter der Düse positioniert ist (siehe Abbildung 17). Wenn dies nicht der Fall ist, drücken Sie die Taste NOZZLE, um die Düse anzuheben (falls erforderlich), positionieren Sie das Dichtungswerkzeug in dieser Konfiguration und senken Sie dann die Düse ab.
 4. Wenn der Status LEAK auf LEAK ON gesetzt ist, drücken Sie die Taste LEAK, um den Status auf LEAK OFF zu setzen.
 5. Drücken Sie die Taste PUMP, um die Pumpe zu starten.
 6. Warten Sie mindestens 2-3 Minuten, bis sich der Fluss vollständig stabilisiert hat. Wenn sich die Flussrate stabilisiert, notieren Sie den Wert der CTS-Flussrate. Dies ist der "Ohne Band"-Wert.
- Hinweis:** Wenn der Durchfluss nach 5 Minuten immer noch geringe Schwankungen aufweist, schätzen Sie die durchschnittliche Durchflussrate und verwenden Sie diese für den Wert "Ohne Band".
7. Stoppen Sie die Pumpe und heben Sie die Düse an.
 8. Entfernen Sie das Düsendichtungswerkzeug.
 9. Legen Sie ein drei Zoll langes Stück Filterband direkt unter die Düse.
 10. Drücken Sie den PUMP-Knopf. Die Spirant BAM sollte die Düse automatisch auf den Bandstreifen absenken und die Pumpe starten.
 11. Wenn sich die Durchflussrate stabilisiert hat, notieren Sie den Wert der CTS-Durchflussrate. Dies ist der "Mit Band"-Wert.
 12. Stoppen Sie die Pumpe und heben Sie die Düse an.

13. Entfernen Sie den Streifen des Filterbandes.
14. Subtrahieren Sie den Wert "Mit Band" vom Wert "Ohne Band" unter Verwendung der folgenden Gleichung:
OhneBand - MitBand = Leckrate
Das Ergebnis sollte ein positiver Wert von 0,3 LPM oder weniger sein. Ein typisches Beispiel könnte wie folgt aussehen: 16,71 LPM - 16,58 LPM = 0,13 LPM
 - a. Beträgt die Differenz 0,3 LPM oder weniger, ist die Dichtheitsprüfung bestanden. Zeichnen Sie die Ergebnisse auf (je nach Bedarf), entfernen Sie alle Prüfgeräte und nehmen Sie den normalen Probenahmebetrieb wieder auf.
 - b. Wenn die Differenz größer als 0,3 LPM ist, liegt ein Leck außerhalb der Toleranz an der Düse/Band-Schnittstelle vor. Reinigen Sie den Bereich der Düse und des Flügels gründlich und führen Sie diesen Test dann erneut durch. Wiederholen Sie diesen Test. Wenn dieser Test nach einigen Versuchen immer noch fehlschlägt, wenden Sie sich an die Serviceabteilung von Ecotech Instruments, Inc. (siehe Abschnitt 1.2).

Fehlerbehebung Abschnitt 7.5 enthält zusätzliche Tipps zur Behebung von Lecks im Durchflusssystem.

5.6 Reinigungsverfahren für Düsen und Lamellen

Die Düse und der Bandstützflügel (unter der Düse) müssen regelmäßig inspiziert und bei Bedarf gereinigt werden, um Undichtigkeiten an der Schnittstelle zwischen diesen Teilen und dem Filterband zu verhindern. Wir empfehlen, die Düse und den Stützflügel monatlich auf Bandaufbau zu überprüfen. Einige Standorte erfordern möglicherweise ein häufigeres Inspektions- und Reinigungsintervall. Spirant BAM-Monitore, die in heißen, feuchten Umgebungen betrieben werden, erfordern möglicherweise eine häufigere Reinigung der Düse und des Flügels. Wenn Düse und Leitschaufeln nicht regelmäßig gereinigt werden, können sich Filterbandablagerungen bilden. Dies kann dazu führen, dass Stiftlöcher durch das Filterband gestanzt werden, was wiederum zu Strömungslecks und fehlerhaften Betastrahlenmessungen führen kann. Führen Sie die folgenden Schritte aus, um die Teile der Düse und der Leitschaufeln zu reinigen:

1. Verriegeln Sie die Bandquetschrollen und heben Sie die Düse im Menü TEST > PUMP an. Schieben Sie das Filterband aus dem Schlitz im Bereich der Betablockdüse heraus. Es ist nicht notwendig, das Filterband vollständig aus der Spirant BAM zu entfernen.
2. Verwenden Sie bei hochgezogener Düse eine kleine Taschenlampe, um die Fahne zu inspizieren. In der Regel sind alle Trümmer sichtbar. Die Oberfläche des Flügels mit einem Applikator mit Baumwollspitze und entionisiertem Wasser oder Isopropylalkohol reinigen. Verhärtete Ablagerungen müssen eventuell vorsichtig mit dem hölzernen Ende des Applikators abgeschabt werden. Achten Sie darauf, die Fahne nicht zu beschädigen!
3. Senken Sie die Düse im Menü TEST > PUMP ab. Heben Sie die Düse mit dem Finger an und führen Sie einen weiteren nassen Baumwollapplikator zwischen Düse und Schaufel ein. Lassen Sie die Düse mit ihrem Federdruck auf den Tupfer drücken. Drehen Sie die Düse mit dem Daumen, während Sie den Tupfer in Position halten. Einige Umdrehungen sollten die Düsenlippe reinigen.
4. Wiederholen Sie die Reinigung der Düse, bis die Tupfer sauber herauskommen, und prüfen Sie dann die Düsenlippe und den Flügel erneut auf Grate, die das Klebeband beschädigen könnten.

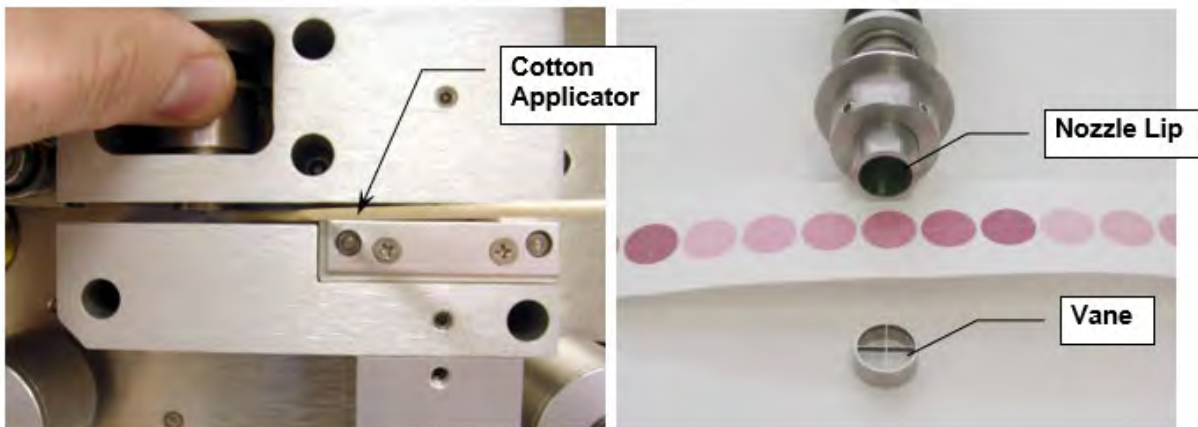


Abbildung 19 – Reinigung der Düse und des Flügels und zerlegte Ansicht

Die Abbildung unten zeigt den Unterschied zwischen guten und schlechten Filterbandpunkten. Das Band auf der linken Seite stammt von einer ordnungsgemäß betriebenen Spirant BAM mit sauberer Düse und Schaufel. Die Staubflecken haben scharfe Kanten, sind perfekt rund und gleichmäßig verteilt.

Das Band auf der rechten Seite stammt von einem Gerät, das ein Leck hat. Auf dem Flügel hat sich ein Staubfleck angesammelt, der am Rand jedes Flecks ein Stiftloch stanz. Diese Löcher können Betateilchen ungedämpft durchlassen, was zu fehlerhaften Konzentrationsmessungen führen kann. Die Flecken zeigen auch einen "Halo"-Effekt, da am Rand Luft eindringt, weil die Düse nicht richtig abdichtet. Diese Fehler lassen sich leicht korrigieren und verhindern, indem Düse und Leitschaukel sauber gehalten werden.

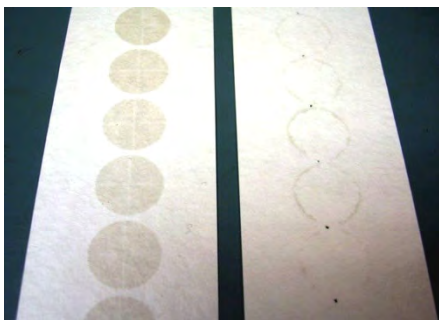


Abbildung 20 – Stündliche Filterbandflecken der Spirant BAM

5.7 Feldkalibrierung des Durchflusssystems - Tatsächlicher Durchflussmodus

Durchflusskalibrierungen, Überprüfungen oder Audits an jedem Spirant BAM-Set zur tatsächlichen Durchflusskontrolle sind sehr schnell und einfach. Ein Umgebungstemperatursensor muss an Eingangskanal 6 angeschlossen werden. Die Einstellung für den FLOW TYPE muss im Menü SETUP > CALIBRATE auf ACTUAL (IST) gesetzt werden, sonst erscheint der Bildschirm für die Durchflusskalibrierung nicht einmal als Option im Menü TEST. Führen Sie eine Dichtheitsprüfung und Düsenreinigung durch, bevor Sie Durchflusskalibrierungen vornehmen.

Der Bildschirm TEST > FLOW Durchflusskalibrierung ist unten abgebildet. Die Spalte "BAM" zeigt an, was die Spirant BAM für jeden Parameter misst. In der Spalte "STD" können Sie die korrekten Werte von Ihrem rückführbaren Referenznormalgerät eingeben. Das Symbol <CAL> erscheint links neben der Zeile des aktiven ausgewählten Parameters. Der ausgewählte Parameter kann durch Drücken der NEXT-Taste geändert werden. Es werden keine Kalibrierungsänderungen am ausgewählten Parameter vorgenommen, es sei denn, die Taste CAL oder DEFAULT wird gedrückt. Die Umgebungstemperatur und der

Umgebungsdruck werden immer vor dem Durchfluss kalibriert, da die Spirant BAM diese Parameter zur Berechnung des Luftdurchsatzes im Ist-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

Abbildung 21 – Bildschirm Kalibrierung des tatsächlichen Durchflusses

1. Gehen Sie wie oben gezeigt in das Menü TEST > FLOW. Die Düse senkt sich automatisch ab, wenn dieser Bildschirm aufgerufen wird.
2. (Nur optionale Prüfung) Um eine einfache Durchfluss-"Prüfung" oder "Prüfung" durchzuführen, bei der keine Kalibrierungen geändert werden sollen, verwenden Sie einfach den Softkey NEXT, um die Parameter AT (Temperatur), BP (Druck) und FLOW 3 (16.7) nacheinander zu wählen. Vergleichen Sie für jeden Parameter den BAM-Säulenwert mit Ihrem Standardgerät und zeichnen Sie die Ergebnisse auf. Wenn die Tasten CAL oder DEFAULT nicht gedrückt werden, werden keine Kalibrierungen geändert. Wenn eine Kalibrierung erforderlich ist, fahren Sie mit Schritt 3 fort.
3. Wählen Sie den Parameter AT, falls nicht bereits ausgewählt. Messen Sie die Umgebungstemperatur mit Ihrem Referenznormalgerät, das sich in der Nähe der Umgebungstemperatursonde Spirant BAM befindet. Geben Sie den Wert von Ihrem Referenznormal mit den Pfeiltasten in das Feld STD ein. Drücken Sie den Softkey CAL, um den BAM-Messwert zu kalibrieren. Die Temperaturwerte von BAM und STD sollten jetzt gleich sein.
4. Drücken Sie die Taste NEXT, um das Feld BP auszuwählen. Geben Sie den barometrischen Druckwert von Ihrem Referenzstandard in das Feld STD ein und drücken Sie den Softkey CAL, um die BAM-Anzeige zu kalibrieren. Die Druckwerte von BAM und STD sollten jetzt gleich sein.
5. Wenn sowohl die Temperatur- als auch die Druckmesswerte korrekt sind, entfernen Sie den PM10-Kopf vom Einlassschlauch und installieren Sie Ihr Referenz-Durchflussmessgerät auf dem Einlassschlauch. Drücken Sie die NEXT-Taste, um den ersten Durchflusspunkt von 15,0 L/min zu wählen. Die Pumpe schaltet sich automatisch ein. Lassen Sie die Spirant BAM den Durchfluss regulieren, bis sich der BAM-Messwert bei der Ziel-Durchflussrate stabilisiert. Geben Sie den Flusswert von Ihrem Standardgerät mit den Pfeiltasten in das Feld STD ein und drücken Sie dann den Softkey CAL.

Hinweis: Der BAM-Durchflussmesswert ändert sich erst dann, wenn Sie alle drei Durchfluss-Kalibrierpunkte eingegeben haben, damit er mit dem STD übereinstimmt, da dies auf einer Steigung erfolgt.

6. Drücken Sie die NEXT-Taste, um den zweiten Durchflusspunkt von 18,4 L/min zu wählen. Lassen Sie den Fluss sich wieder stabilisieren, geben Sie dann den Wert von Ihrem Standardgerät ein und drücken Sie die CAL-Taste.

Hinweis: Wenn die Spirant BAM nicht in der Lage ist, eine Durchflussregelung am 18,4 L/min-Punkt zu erreichen, könnte dies ein Hinweis darauf sein, dass die Vakuumpumpe gewartet werden muss.

7. Drücken Sie die NEXT-Taste, um den dritten Durchflusspunkt von 16,70 L/min zu wählen. Lassen Sie den Fluss sich wieder stabilisieren, geben Sie dann den Wert von Ihrem Standardgerät ein und drücken Sie die CAL-Taste.
8. Nachdem dieser dritte Durchflusspunkt kalibriert ist, ändert sich der BAM-Durchflussmesswert, um den korrigierten Durchfluss anzuzeigen, dann regelt die Spirant BAM den Durchfluss auf der Grundlage der neuen Kalibrierung schnell wieder auf 16,70 L/min. Der Messwert des Spirant BAM-Durchflusses sollte jetzt mit Ihrem Durchfluss-Standardgerät bei $16,70 \pm 0,1$ L/min übereinstimmen. Verlassen Sie das Kalibrierungsmenü.

Rücksetzen der Durchflusskalibrierungen:

Wenn sich die Durchfluss-, Temperatur- oder Druckmesswerte der Spirant BAM während des obigen Kalibrierungsprozesses nicht korrekt an Ihr Standardgerät anpassen, oder wenn mehrere Kalibrierungen erforderlich sind, um eine gute Übereinstimmung zu erhalten, müssen die BAM-Durchflusskalibrierungen möglicherweise zurückgesetzt werden. Dieser Fall ist manchmal bei der ersten Durchflusskalibrierung nach einem Spirant BAM-Firmware-Update beobachtet worden.

Wählen Sie einen Parameter und drücken Sie den Softkey DEFAULT, um alle vorherigen Kalibrierfaktoren aus diesem Parameter zu löschen und sie durch den ursprünglichen Werkskalibrierfaktor zu ersetzen. Setzen Sie alle AT-, BP- und Durchflussparameter auf die Standardwerte zurück und versuchen Sie dann erneut, sie auf Ihre Standards zu kalibrieren. Möglicherweise müssen Sie auch die Kalibrierungen des Filter-RF und des Filter-Temperatursensors zurücksetzen. Die werkseitigen Standardkalibrierfaktoren sollten den richtigen Werten sehr nahe kommen.

Tatsächliche Durchflusskalibrierungen in Einheiten mit älterer Firmware:

Spirant BAM-Einheiten mit Firmware-Revisionen 2.58 und früher hatten einen anderen Bildschirm TEST > FLOW, wie unten dargestellt. Diese Einheiten werden wie oben beschrieben kalibriert, mit der Ausnahme, dass die Durchflusskalibrierung nur an einem einzigen Punkt von 16,70 l/min durchgeführt wird. Mit der Taste NEXT wird der zu kalibrierende AT- oder BP-Parameter ausgewählt, und mit der Taste PUMP ON wird der Durchflusspunkt für die Kalibrierung ausgewählt. Mit der Taste ADJUST/SAVE wird der ausgewählte Parameter auf den Referenzwert kalibriert.

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

Abbildung 22 – Altes Format des Bildschirms für die Kalibrierung des tatsächlichen Durchflusses

5.8 Feldkalibrierung des Durchflusssystems - Standard-Durchflussmodus

Alle Spirant BAM-Monitore, die für PM2.5 konfiguriert sind, und fast alle Einheiten, die für PM10 mit Firmware 3.0 und höher konfiguriert sind, sind mit einem FLOW TYPE von ACTUAL eingestellt und müssen, wie oben in Abschnitt 5.6 beschrieben, kalibriert werden. Wenn die Spirant BAM im Standard-Durchflussmodus betrieben werden muss, siehe unten.

STANDARD-Durchfluss-BAMs mit einem Temperatursensor:

Wenn es sich bei der Spirant BAM um eine ältere PM10-Einheit ohne separate CONC TYPE -Einstellung handelt oder wenn der betriebsbereite FLOW TYPE aus irgendeinem besonderen Grund auf STANDARD eingestellt werden muss, dann ist es am einfachsten, den Durchfluss zu kalibrieren, indem man vorübergehend den FLOW TYPE im Menü SETUP > CALIBRATE von STD auf ACTUAL ändert und dann eine normale Prüfung oder Kalibrierung des tatsächlichen Durchflusses wie oben beschrieben durchführt. Wenn diese Methode verwendet wird, stellen Sie sicher, dass die Spirant BAM am Ende wieder auf STD Flusstyp zurückgesetzt wird. Dies funktioniert, solange die Spirant BAM mit einem Umgebungstemperatursensor auf Eingangskanal sechs ausgestattet ist.

6. Beschreibungen der Setup-Menüs

Die Spirant BAM verwendet ein umfassendes System von Setup-Menüs, die alle Einstellungen und Parameter enthalten, die für die Messung und den Betrieb der Spirant BAM erforderlich sind. Die meisten dieser Einstellungen sind werkseitig auf Standardwerte eingestellt. Einige Einstellungen können vom Bediener geändert werden. Dieser Abschnitt beschreibt das Menü SETUP im Detail und sollte bei der ersten Inbetriebnahme des Geräts überprüft werden. Einmal eingestellt, brauchen die meisten Werte in den Menüs SETUP nicht mehr geändert zu werden. Die SETUP-Werte gehen nicht verloren, wenn die Spirant BAM ausgesteckt oder ausgeschaltet wird.



VORSICHT

Bei einigen der Einstellungen in den SETUP-Menüs handelt es sich um gerätespezifische Kalibrierkonstanten, die nicht verändert werden dürfen, da sonst die Genauigkeit und der ordnungsgemäße Betrieb der Spirant BAM beeinträchtigt werden könnten.



VORSICHT

Der Eintritt in das SETUP-Menüsystem erfordert das Anhalten des Probenzyklus. Ältere Versionen der Firmware warnen Sie nicht vor dem Stoppen der Probe!

Drücken Sie den Softkey SETUP, um das Menü wie unten dargestellt aufzurufen. Das Setup-Menü bietet eine Auswahl von Operationen. Verwenden Sie die Pfeiltasten, um zum gewünschten Feld zu navigieren, und drücken Sie dann den Softkey SELECT, um das Menü aufzurufen.

SETUP MODE SELECT			
CLOCK	SAMPLE	CALIBRATE	EXTRA
ERRORS	PASSWORD	INTERFACE	SENSOR
HEATER	QUERY	REPORTS	HJ 653
SELECT			EXIT

Abbildung 23 – Das SETUP-Menü

Eine kurze Beschreibung der einzelnen Untermenüs ist in der nachstehenden Tabelle aufgeführt. Detaillierte Informationen sind in den folgenden Unterabschnitten enthalten.

Menü	Einstellungen
CLOCK	Spirant BAM-Echtzeituhr mit Datums- und Zeiteinstellungen.
SAMPLE	Einstellungen für Bereich, Offset, Abtastzeit, Zählzeit, Conc-Einheiten, Avg-Periode, Einheiten-ID und RS-232.
CALIBRATE	Werkskalibrierungswerte, (Cv, Q0, ABS, sw, K, BKGD) Durchflussrate, Durchflussart, Konzentrationsart.
EXTRA1	Klemme für niedrige Konzentration, e1 - e4, Selten verwendet.
ERRORS	Analoge Fehlerauswahl, Durchflussgrenzen, Druckabfallgrenze.
PASSWORD	Passwort-Änderungsbildschirm.
INTERFACE	Zyklusmodus früh/Standard, Polarität des Alarmrelais.
SENSOR	Bildschirme zur Skalierung und Konfiguration meteorologischer Sensoren, Kanäle 1 - 6.

Menü	Einstellungen
HEATER	RH-Sollwert für Smart Heater.
QUERY	Konfiguration für die benutzerdefinierte Query-Datenausgabedatei und das europäische Bayern-Hessen-Protokoll.
REPORTS	Tägliche Datenberichtsstunden, Optionen zur Protokollierung von BP und Referenzmembranen
HJ 653	Übereinstimmung des Datenformats mit dem chinesischen Standard HJ 653-2013

6.1 Bildschirm zur Einrichtung der UHR

Der Bildschirm <SETUP > UHR> ermöglicht die Einstellung von Uhrzeit und Datum. Die Zeit ist nur eine 24-Stunden-Uhr. Verwenden Sie die Pfeiltasten zur Auswahl und zum Erhöhen/Verringern des gewünschten Feldes und drücken Sie dann den Softkey SAVE. Die Lithiumbatterie-Sicherung hält die Uhr während des Abschaltens in Betrieb. Ecotech Instruments empfiehlt eine monatliche Überprüfung der Uhr.

6.2 SAMPLE Setup-Bildschirm - Bereichs-, Probenahme- und Timing-Einstellungen

Der Bildschirm SETUP > SAMPLE dient zur Einstellung der Probenahme- und Mittelungsperioden der Spirant BAM sowie einiger anderer wichtiger Einstellungen. Der Bildschirm SAMPLE ist unten abgebildet. Die Felder können mit den Pfeiltasten bearbeitet und dann 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

Abbildung 24 – Der Bildschirm EINRICHTUNG > PROBENABHÄNGIGKEIT

RS-232: Hiermit 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. Die Spirant BAM muss bei Flash-Firmware-Upgrades auf 9600 Baud eingestellt werden, kann aber für die Datenerfassung schneller eingestellt werden. Die Handshaking-Einstellungen "8N1" bedeutet 8 Datenbits, keine Parität, 1 Stoppbit. Diese können nicht bearbeitet werden.

BAM SAMPLE: Dieser Wert legt die Anzahl der Minuten pro Probenstunde fest, die die Pumpe ON ist. Siehe Abschnitt 4.1 für eine Beschreibung des stündlichen Zyklus. Die Zeit <BAM SAMPLE> muss als Antwort auf den Wert <COUNT TIME> eingestellt werden, da aktuelle Versionen der Spirant BAM die Möglichkeit bieten, die Zählzeit auf 4 oder 8 Minuten einzustellen. Wenn die Spirant BAM für die PM2.5 FEM- oder EU PM2.5 Überwachung verwendet wird, muss die <BAM SAMPLE> auf 42 Minuten mit 8-minütiger Zählzeit eingestellt werden. PM10-Monitore werden normalerweise eingestellt für 50-minütige Abtastzeit mit 4-minütiger Zählzeit, kann aber auf 42/8 eingestellt werden, wenn die installierte Firmware dies zulässt.

Zählzeit	BAM-Probe	Verwendet für
4 min	50 min	PM10-Überwachung, Einheiten ohne Zählzeiteinstellung

Zählzeit	BAM-Probe	Verwendet für
8 min	42 min	Alle PM2,5 FEM, PM-grob, EU PM2,5 Überwachung, PM10 Überwachung

Die Einstellung BAM SAMPLE hat einen Bereich von 0-200 Minuten für kundenspezifische Anwendungen. Bei einer Einstellung für einen kürzeren Zeitraum, z. B. 15 Minuten, entnimmt die Pumpe nur 15 Minuten lang Proben und wartet dann bis zum Ende der Stunde, bevor sie einen neuen Zyklus beginnt. Dadurch bleibt möglicherweise keine Zeit für die Überprüfung der Membranspanne. Unabhängig von der Dauer ist nur ein Pumpenzyklus pro Stunde zulässig. Wird der Wert BAM SAMPLE zu lange eingestellt, kann es zu einer Überlappung des gesamten Messzyklus in die nächste Stunde kommen, so dass die Spirant BAM nur jede zweite Stunde die Konzentration sammelt.

INLET TYPE: Diese Einstellung hilft dem Benutzer zu erkennen, ob die Spirant BAM TSP-, PM10- oder PM2,5-Daten sammelt. Unabhängig davon, welche Option gewählt wird, wird das entsprechende Etikett oben auf dem Hauptmenü-Bildschirm angezeigt. Diese Einstellung dient nur zur Anzeige auf dem Display und hat keinen Einfluss auf die eigentliche Datensammlung oder Berichte.

STATION #: Dies ist eine Stations-Identifikationsnummer. Diese Nummer hat einen Bereich von 001-254 und wird in die Datenberichte aufgenommen. Der Standardwert ist 01.

MET SAMPLE: Dieser Wert ist die Mittelungsperiode für den eingebauten 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 z.B. ein optionaler Windgeschwindigkeitssensor an der Spirant BAM angebracht ist, kann die MET SAMPLE-Periode auf 1 oder 5 Minuten eingestellt werden. Dieser Wert gilt für alle Parameter und Sensoren, die an der Spirant BAM angebracht sind, mit Ausnahme der Staubkonzentrationsdaten, die unabhängig von dieser Einstellung immer ein Stundenmittel sind.



VORSICHT
Diese Einstellung wirkt sich darauf aus, wie lange der Speicher reicht, bevor er voll wird!

Es sind 4369 Datensätze im Speicher verfügbar. Die standardmäßige MET SAMPLE-Periode von 60 Minuten (1 Datensatz pro Stunde) ergibt eine Speicherkapazität von 182 Tagen, aber eine durchschnittliche Periode von 1 Minute würde diese Speichereinträge in nur 3 Tagen auffüllen. Wenn der Speicher voll ist, überschreibt die Spirant BAM die ältesten Daten. Es wird empfohlen, die MET SAMPLE-Periode auf den Standardwert von 60 Minuten einzustellen, es sei denn, für eine bestimmte Met-Sensor-Anwendung ist ein schnellerer Durchschnitt erforderlich.

MET-MUSTER	Daten-Kapazität
60 min	182 Tage
15 min	45 Tage
5 min	15 Tage
1 min	3 Tage

RANGE: Die Einstellung RANGE legt den vollen Skalenbereich des Konzentrationsmesssystems des analogen Spannungsausgangs fest. Der Bereich des internen digitalen Datenloggers der Spirant BAM hängt von der Einstellung DYNAMISCHER BEREICH ab (siehe Abschnitt 6.11.2). Der RANGE-Wert wird

normalerweise bei der Standardeinstellung von 1.000 mg gehalten, mit einem Standard-OFFSET (untere Grenze des Bereichs) von -0,015 mg. Dies bedeutet, dass die BAM standardmäßig einen maximalen Messbereichsendwert von $-0,015 \text{ mg} + 1,000 \text{ mg} = 0,985 \text{ mg}$ misst. Die nachstehende Tabelle zeigt einige Beispiele dafür, wie die Einstellung RANGE und OFFSET zusammenwirken, um die Konzentrationsdatenausgaben zu erzeugen.

OFFSET Einstellung	BEREICH Einstellung	Dynamisch Bereich Einstellung	Resultierender digitaler Datenbereich	Resultierendes Analog Ausgabebereich
-0.015 mg	1.000 mg	STANDARD	-0.015 to 0.985 mg	0-1V = -0.015 to 0.985 mg
-0.005 mg	1.000 mg	EXTENDED	-0.005 to 9.995 mg	0-1V = -0.005 to 0.995 mg
-0.015 mg	0.200 mg	EXTENDED	-0.015 to 9.985 mg	0-1V = -0.015 to 0.185 mg
0.000 mg	1.000 mg	STANDARD	0.000 to 1.000 mg	0-1V = 0.000 to 1.000 mg
-0.015 mg	2.000 mg	STANDARD	-0.015 to 1.985 mg	0-1V = -0.015 to 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 zur Aufzeichnung des Spirant BAM-Analogausgangs verwendet wird, da der Datenlogger so eingestellt werden muss, dass er die Analogspannung korrekt skaliert. Siehe Abschnitt 8.

Hinweis: Eine Änderung der Bereichseinstellung wirkt sich auf bereits gespeicherte Daten in der Vergangenheit aus. Laden Sie immer alle alten Daten herunter, bevor Sie Einstellungen ändern, und löschen Sie dann den Speicher. Bei Firmware-Version 3.2.4 oder später müssen Sie den Speicher löschen, bevor Sie diese Einstellung ändern können.

OFFSET: Der OFFSET-Wert wird zur Einstellung des unteren Endes des Spirant BAM-Konzentrationsbereichs sowohl für den Analogausgang als auch für den internen Digitalbereich verwendet. Der werkseitige Standardwert für OFFSET ist -0,015 mg, was die empfohlene Einstellung ist. Bei dieser Einstellung kann die Spirant BAM von -0,015 mg (0,0 V) bis 0,985 mg (1,0 V) berichten.

Hinweis: Eine Änderung der Offset-Einstellung wirkt sich auf bereits gespeicherte Daten aus der Vergangenheit aus. Laden Sie immer alle alten Daten herunter, bevor Sie die Einstellungen ändern, und löschen Sie dann den Speicher. Bei Firmware-Version 3.2.4 oder später müssen Sie den Speicher löschen, bevor Sie diese Einstellung ändern können.

CONC UNITS: Diese Einstellung bestimmt die Konzentrationseinheiten, die die Spirant BAM anzeigt und im Speicher ablegt. Diese kann auf $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Mikrogramm) oder mg/m^3 (Milligramm) pro Kubikmeter eingestellt werden. Ältere Revisionen der Firmware wurden nur auf mg/m^3 festgelegt, und dies ist immer noch die Standardeinstellung.

Hinweis: 1.000 mg = 1000 mg.

COUNT TIME: Dies ist die Zeit, die die Spirant BAM benötigt, um die I0- und I3-Zählungen zu Beginn und am Ende der Probenstunde durchzuführen. Bei Verwendung für die PM2.5 FEM-, EU PM2.5- oder PM10-2.5 (grob) Überwachung muss die ZAEHLZEIT auf 8 Minuten eingestellt werden. Für die PM10-Messung kann die ZAEHLZEIT auf 4, 6 oder 8 Minuten eingestellt werden.

Siehe Beschreibung der Einstellung BAM SAMPLE oben und Abschnitt 4.1. Die Spirant BAM wird Sie auffordern, die Zeiteinstellung BAM SAMPLE SAMPLE zu ändern, wenn Sie die ZAEHLZEIT auf einen inkompatiblen Wert ändern.

6.3 Setup-Bildschirm CALIBRATE - Durchfluss- und Kalibrierungseinstellungen

Auf dem Bildschirm SETUP > CALIBRATE sind die meisten werkseitig festgelegten Kalibrierungsparameter für die Spirant BAM gespeichert. Diese Werte sind gerätespezifisch und sind auch auf dem Kalibrierzertifikat für die Spirant BAM zu finden. Die meisten dieser Einstellungen werden niemals ohne spezifische Informationen von Ecotech Instruments geändert. Es ist gute Praxis, die Kalibrierwerte periodisch zu überprüfen, um sicherzustellen, dass sie nicht geändert wurden. Der Bildschirm CALIBRATE ist unten abgebildet.

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

Abbildung 25 – Der Bildschirm EINRICHTEN > KALIBRIEREN

SPAN CHECK: Diese Einstellung bestimmt, wie oft die Spirant BAM die automatische Spannmembranprüfung durchführt. Wenn der Wert auf 1 HR eingestellt ist, misst die BAM die Spanne jede Stunde und zeigt sie an. Wenn dieser Wert auf 24 HR eingestellt ist, führt die BAM die Überprüfung der Spanne nur einmal pro Tag während der Probenahmestunde ab Mitternacht und während jeder Probenahmestunde nach einem Stromausfall durch. Der resultierende Wert wird während des restlichen Tages angezeigt. Wenn dieser Wert auf OFF gesetzt wird, wird die Überprüfung der Messspanne vollständig deaktiviert.

Hinweis: Diese Einstellung erscheint in keiner Firmware vor V3.7.0, wo die Einstellung unsichtbar ist und stündlich fixiert wird.

FLOW-RATE: Hier wird die Luftdurchflussrate für die Spirant BAM eingestellt, und die Spirant BAM wird den Durchfluss während der Probenahme kontinuierlich auf diesen Wert regulieren. Die DURCHFLUSSGESCHWINDIGKEIT wird immer auf 16,70 Liter pro Minute eingestellt, da dies für alle PM2,5- und PM10-Überwachungen erforderlich ist. Er kann nur dann vorübergehend geändert werden, wenn ein Standortbediener die Fähigkeit der Pumpe und des Durchflussreglers, den Durchfluss auf verschiedenen Ebenen zu Zwecken der Fehlersuche zu regulieren, getestet hat. Der Bereich der Einstellung beträgt 10 bis 20 L/min.

CONC TYPE: Hier wird festgelegt, wie die Konzentrationswerte gemeldet werden. Der KONZERNTYP muss für die gesamte PM2,5-Überwachung auf IST gesetzt werden und wird für die PM10-Überwachung fast immer auf STD gesetzt. Wenn er auf IST eingestellt ist, wird die Konzentration auf der Grundlage des Luftvolumens bei örtlichen Umgebungsbedingungen berechnet und gemeldet. Ein Umgebungstemperatursensor ist erforderlich. Bei Einstellung auf STD wird die Konzentration auf der Grundlage der Standardwerte für Temperatur und Druck (760 mmHg und normalerweise 25C) berechnet und gemeldet, auch wenn ein Temperatursensor vorhanden ist. Siehe Abschnitt 5.2.

Hinweis: Bei Geräten mit Firmware vor Revision 3.0 steht diese Einstellung nicht zur Verfügung, und die Konzentrationsmeldung wird durch die Einstellung FLOW TYPE bestimmt.

FLOW TYPE: Mit dieser Einstellung wird das von der Spirant BAM verwendete Flusskontrollschema ausgewählt. Die Optionen sind ACTUAL oder STD. Abschnitt 5.2 enthält eine detaillierte Beschreibung jeder dieser Strömungsarten und sollte studiert werden, um den ordnungsgemäßen Betrieb der Spirant BAM zu gewährleisten.

Der STRÖMUNGSTYP sollte bei allen Spirant BAM-Monitoren, die mit einem externen Temperatursensor ausgestattet sind (BX-592, BX-596 oder BX-597), auf IST eingestellt werden. Der DURCHFLUSSTYP sollte nur dann auf STD eingestellt werden, wenn kein externer Temperatursensor verfügbar ist.

Cv: Dieser Wert ist eine werkseitig eingestellte Skalierungssteigung für den internen Massenströmsensor. Der Wert von Cv wird nie geändert, außer wenn eine Durchflusskalibrierung an alten Einheiten ohne automatischen Durchflussregler durchgeführt wird. Bei allen neueren Einheiten mit Durchflussreglern und Umgebungstemperatursensoren muss dieser Wert nie geändert werden, da die Durchflusskalibrierungen auf dem Bildschirm TEST > DURCHFLUSS durchgeführt werden.

Qo: Dieser Wert ist der werkseitig eingestellte Nullkorrektur-Offset für den internen Massendurchflusssensor und ist fast immer Null. Qo wird in der Regel vom Benutzer nie geändert, außer bei der Fehlersuche im Falle eines Fehlers bei der Dichtheitsprüfung, wenn die Durchflussanzeige der BAM nicht auf 0,0 L/min abfällt, wenn der Pumpschlauch von der Spirant BAM getrennt wird.

ABS: Der ABS-Wert ist die werkseitig eingestellte erwartete Masse der Referenzmembranfolie, die während der automatischen stündlichen Überprüfung der Spanne verwendet wird. Dieser erwartete Wert wird stündlich mit dem gemessenen Wert verglichen (siehe Abschnitt 4.2). Der ABS-Wert jeder Einheit ist unterschiedlich, liegt aber typischerweise nahe 0,800 mg/cm². Der ABS-Wert wird vom Bediener niemals geändert, es sei denn, die Spannmembranfolie wird aufgrund einer Beschädigung ausgetauscht.

μsw: Dies wird als mu-Schaltwert bezeichnet und ist der werkseitig eingestellte Massenabsorptionskoeffizient, der von der Spirant BAM in den Konzentrationsberechnungen verwendet wird. Der Wert liegt typischerweise um 0,3 und kann von einer Spirant BAM zur nächsten leicht variieren. Ältere Einheiten, die vor 2007 gebaut wurden, hatten einen μsw-Wert nahe 0,285.

K: K ist der werkseitig eingestellte, gerätespezifische Kalibrierfaktor für die Spirant BAM-Konzentrationen. K wird bestimmt, indem man die Spirant BAM gegen einen Kalibrierstandard laufen lässt, während beide aus einer Rauchkammer über eine Vielzahl von Konzentrationen Proben entnehmen. K reicht typischerweise von 0,9 bis 1,1.

BKGD: BKGD wird zur Kompensation der gemessenen Massenkonzentration verwendet, die bei Abwesenheit von PM ausgegeben wird. Es wird durch den Betrieb einer Spirant BAM über mehrere Tage (48-72 Stunden) in Abwesenheit von PM bestimmt (erreicht durch die Ausrüstung des Spirant BAM-Einlasses mit einem Hepa-Filter). Die durchschnittliche Massenkonzentration der 48 oder 72 1-Stunden-Messwerte multipliziert mit -1 ergibt die berechnete BKGD. Mit einem richtig eingestellten BKGD sollte eine Spirant BAM, die mehrere Messungen von Luft mit null PM durchführt, im Durchschnitt 0 µg/m³ anzeigen.

STD TEMP: Dies ist der Wert der Standard-Lufttemperatur, der nur für Standard-Durchflussregelung oder Standardkonzentrationsberechnungen verwendet wird. STD TEMP ist im Allgemeinen auf 25C eingestellt. Je nach örtlichen Vorschriften kann er jedoch unterschiedliche Werte haben.

6.4 EXTRA1-Einrichtungsbildschirm

Die Einstellungen im EXTRA1-Bildschirm sind spezielle Einstellungen für bestimmte ungewöhnliche Anwendungen und dürfen unter normalen Probenahmebedingungen nicht geändert werden. Im Folgenden werden diese Einstellungen und die werkseitig eingestellten Werte kurz erläutert. Diese Einstellungen sollten niemals ohne vorherige Rücksprache mit Ecotech Instruments geändert werden.

e1: Niedrige Konzentrationsgrenze: Dies ist der niedrigste Konzentrationswert, den die Spirant BAM speichern oder anzeigen darf und muss immer so eingestellt werden, dass er mit dem OFFSET-Wert im Menü EINSTELLUNG > PROBE übereinstimmt. Der Standardwert ist -0,015 mg.

e2: Nicht verwendet: Der Standardwert ist 0,500.

e3: Membran-AUS-Verzögerung: Der Standardwert ist 0.000.

e4: Membran-Auszeit: Die Zeit, die die Spirant BAM der Membrananordnung zugesteht, bevor sie einen Fehler erzeugt. Der Standardwert ist 15,00 Sekunden.

6.5 Setup-Bildschirm ERRORS für den Analogausgang

Der Bildschirm EINRICHTUNG > FEHLER ermöglicht die Option, Spirant BAM-Fehler in das analoge Ausgangssignal zu kodieren, wenn ein externer analoger Datenlogger verwendet wird. Mit dieser Methode setzt die Spirant BAM die analoge Ausgangsspannung auf Vollausschlag (1.000 Volt), wann immer einer der aktivierten Fehlertypen auftritt. Wenn keine alarmierenden Bedingungen vorliegen, stellt die Spannung den letzten gültigen Konzentrationspegel dar. Siehe Abschnitt 8 für Informationen zur Einrichtung des externen Datenloggers.

Der Bediener kann durch Aktivieren (1) oder Deaktivieren (0) jedes der 12 Fehlertypen, wie auf dem Bildschirm unten dargestellt, auswählen, welche Fehler dieses Vollausschlagverhalten verursachen.

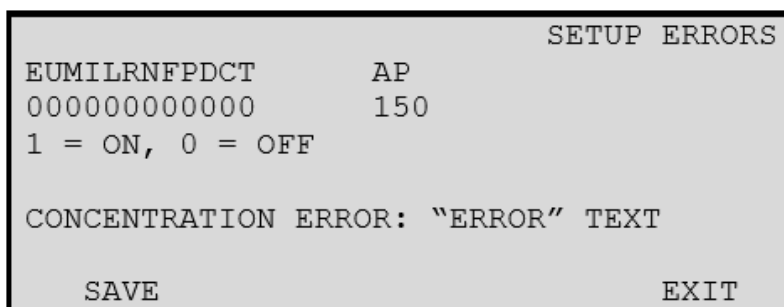


Abbildung 26 – Der Bildschirm ERRORS

Hinweis: Einige kleinere Alarme wie E, U, R, P oder D können auftreten, wenn mit dem stündlichen Konzentrationswert alles in Ordnung ist, aber diese Alarme sind in der Regel immer noch in der Lage, den Analogausgang auf Vollausschlag zu setzen, um das Datensystem auf ihre Anwesenheit aufmerksam zu machen. In diesem Fall kann der Konzentrationswert immer noch digital von der BAM heruntergeladen werden. Unabhängig davon, welche Fehlertypen für den Analogausgang aktiviert sind, werden alle Alarme und Fehler immer im digitalen Alarm- und Datenprotokoll der Spirant BAM gespeichert und können durch Herunterladen der Daten eingesehen werden.

Die folgende Tabelle beschreibt kurz, welche Art von Alarm jeder Buchstabe darstellt. Vollständige Fehler- und Alarmbeschreibungen sind in Abschnitt 7.2 zu finden.

Code	Fehler-/Alarmtyp	Grundbeschreibung
E	External Reset	Fehlgeschlagene Rückstellung der BAM-Uhr.
U	Telemetry Fault	Fehler im externen Datenlogger.
M	Maintenance Alarm	Eintritt in die SETUP- oder TEST-Menüs oder Einstellung der Wartung auf
I	Internal CPU Error	Interner Prozessorfehler oder fehlgeschlagene Datenverbindung zwischen groben Einheiten.
L	Power Failure	Stromausfall verhinderte die Fertigstellung der Probe.
R	Reference Membrane	Die Membran der Referenzspanne fährt nicht richtig aus oder ein.
N	Nozzle Error	Fehlfunktion des Düsenmotors.
F	Flow Error	Ausfall des Durchflusssystems oder des Temperatur-/Drucksensors.
P	Pressure Drop Alarm	Band durch übermäßige Staubbelastung blockiert.
D	Deviant Span Density	Die Überprüfung der Spanne entsprach nicht dem erwarteten ABS-Wert.
C	Count Error	Beta-Partikel-Detektor-Fehler.
T	Tape System Error	Gebrochenes Filterband oder ein Fehler im Bandsteuerungssystem.

Die folgenden Einstellungen in Bezug auf die Alarmer befinden sich auf dem Bildschirm EINSTELLUNGEN > FEHLER:

AP: Druckabfall-Grenze. Dies ist der maximale Anstieg des Druckabfalls, der aufgrund starker Staubbelastung über das Filterband hinweg auftreten darf, bevor der "P"-Alarm ausgelöst wird. Wird der "AP"-Alarm höher eingestellt, kann sich mehr Staub ansammeln, bevor die Probe beendet wird, was jedoch zu Problemen bei der Durchflussregelung führen kann. Siehe die Beschreibung des Druckabfall-Alarms in Abschnitt 7.2. Die Standardeinstellung von 150 mm Hg ist für die meisten Anwendungen mit den Standardpumpen Medo oder Gast korrekt. Größere Pumpen können eine höhere AP-Einstellung und höhere Staubbelastungen bewältigen und gleichzeitig den Probenfluss regulieren. Der Einstellbereich beträgt 0-500 mm Hg.

Das Feld KONZENTRATIONSFehler bestimmt, was protokolliert, angezeigt und gemeldet wird, wenn einer der Hauptalarmtypen vorliegt, der die Konzentrationsberechnung beeinflusst. Kleinere Alarmer wie E, U, R, P oder D lösen dieses Verhalten nicht aus und zeichnen dennoch den tatsächlichen Konzentrationswert auf. Es gibt drei Auswahlmöglichkeiten: VOLLER SKALENWERT, MINDESKALENWERT und "FEHLER"-TEXT.

FULL SCALE VALUE: Der Skalenendwert der Konzentration (typischerweise 0,985 mg) wird auf dem Frontbildschirm des Spirant BAM angezeigt, in der Datendatei gespeichert, in allen Datenberichten enthalten und an den Analogausgängen ausgegeben.

MIN SCALE VALUE: Der minimale Skalenkonzentrationswert (typischerweise -0,015 mg) wird auf dem Frontbildschirm des Spirant BAM angezeigt, in der Datendatei gespeichert und in alle Datenberichte aufgenommen. Der Skalenendwert wird weiterhin an den Analogausgängen ausgegeben.

"ERROR" TEXT: Der Skalenendwert der Konzentration (typischerweise 0,985 mg) wird an den analogen Ausgangsklemmen ausgegeben. Das Wort ERROR wird anstelle des Konzentrationswertes auf den Bildschirmen Hauptmenü, Normal, Momentanwert und Mittelwert angezeigt. Siehe Abschnitt 3 für weitere Informationen über diese Bildschirme. Das Wort ERROR wird ebenfalls in der Datendatei gespeichert und anstelle des Konzentrationswertes in den Tages- und CSV-Berichten gedruckt.

6.6 PASSWORD Setup-Bildschirm

Der Bildschirm SETUP > PASSWORD ermöglicht die Änderung des Passwortes, das für den Zugang zu vielen der Menüs TEST oder EINRICHTUNG erforderlich ist. Das Passwort verhindert, dass Benutzer ohne Passwort kritische Einstellungen oder Kalibrierungen an der Spirant BAM ändern können. Das Passwort kann eine beliebige 4-Tasten-Kombination der sechs Funktionstasten F1 bis F6 sein. Das Standard-Passwort lautet **F1, F2, F3, F4**. Ecotech Instruments empfiehlt, das Standard-Passwort nur bei Bedarf zu ändern. Wenden Sie sich an die Serviceabteilung von Ecotech Instruments, um Anweisungen zu erhalten, falls das Passwort verloren oder vergessen wurde.

6.7 INTERFACE Setup-Bildschirm

Der Bildschirm SETUP > INTERFACE ist unten abgebildet. Diese Einstellungen werden verwendet, um die Spirant BAM für den Betrieb mit einem externen Datenlogger, der den Analogausgang aufzeichnet, zu konfigurieren. Die meisten dieser Einstellungen werden nur selten verwendet.

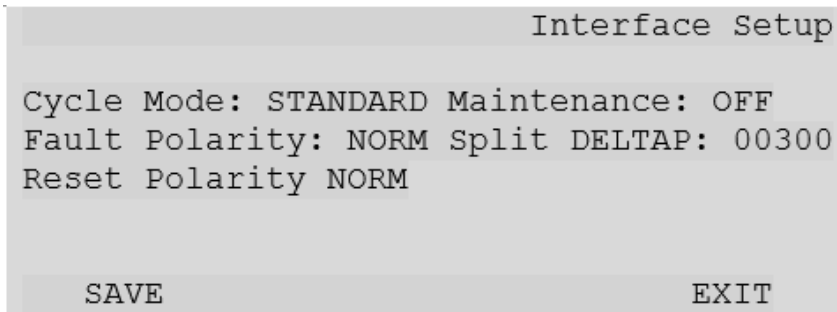


Abbildung 27 – Der Bildschirm INTERFACE

Cycle Mode: Zyklus-Modus kann auf STANDARD oder EARLY eingestellt werden. Wenn Sie nicht die analoge Ausgangsspannung der Spirant BAM verwenden, lassen Sie diese Einstellung auf STANDARD stehen. Siehe Abschnitt 8.2.

Maintenance: Dies kann dazu verwendet werden, den digitalen Wartungsanzeiger "M" und das Wartungsrelais auf der Rückseite der Spirant BAM manuell ein- oder auszuschalten. Dies kann nützlich sein, um Daten bei der Durchführung des Null-Filtertests oder Tests, die die Datenintegrität beeinträchtigen, zu kennzeichnen. Es zeigt auch die Worte WARTUNGSMODUS auf dem Hauptmenü-Bildschirm an. Die Wartungsmarkierung kann aus der Ferne mit dem seriellen Befehl <ESC>MN ein- und ausgeschaltet werden.

Fault Polarity: Hier wird die Polarität des Telemetrie-Fehlerrelais-Eingangs festgelegt. NORM ist normalerweise offen, INV ist normalerweise geschlossen. Wird fast nie benutzt.

Split DELTAP: Nicht verwendet.

Reset Polarity: Dies teilt der Spirant BAM die eingehende Polarität eines externen Takt-Reset-Signals mit, falls es verwendet wird. Dieses Signal wird verwendet, um den Takt der Spirant BAM mit einem externen Datenlogger zu synchronisieren. NORM ist normalerweise offen, INV ist normalerweise geschlossen. Fast alle Datenlogger verwenden für das Signal die normale offene Polarität.

6.8 SENSOR Setup-Bildschirm für externe Met-Sensoren

Im Menü SETUP > SENSOR befinden sich die Konfigurationen und Einstellparameter für die sechs analogen Eingangskanäle, die für die Protokollierung externer meteorologischer Sensoren verwendet werden. Jeder Kanal muss für die Aufnahme des Sensors konfiguriert werden, bevor Daten erfasst werden können. Eine Beschreibung der Parameter finden Sie unten. Es gibt einen separaten konfigurierbaren Setup-Bildschirm für jeden der sechs externen Sensoreingänge im Menü SETUP > SENSOR. Es gibt auch zwei interne Kanäle (I1-Konzentration und I2-Durchflussvolumen), die angezeigt, aber nicht geändert werden können.

Die meteorologischen Sensoren der Serie Ecotech BX-500 verfügen über eine Auto-ID-Funktion, die es der BAM ermöglicht, den Sensor automatisch zu erkennen und alle Setup-Parameter für jeden Kanal, an den der Sensor angeschlossen ist, einzugeben. Die sechs Kanäle können auch manuell für andere Sensoren

konfiguriert werden. Nahezu jeder meteorologische Sensor mit einem Spannungsbereich von 1,0 oder 2,5 Volt kann von der BAM Spirant skaliert und protokolliert 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	

Abbildung 28 – Das SENSOR-Menü

CH: Wählt den Kanal aus, der angezeigt werden soll. Mit den Pfeiltasten nach oben/unten wählen Sie den Kanal aus.

TYPE: Dies ist der Parametername. Sie können hier einen Namen eingeben, indem Sie mit den Pfeiltasten durch das Alphabet und andere ASCII-Zeichen blättern.

UNITS: PREC: Dies ist das Präzisionsfeld, das die Anzahl der verfügbaren Dezimalstellen für die Parameter Multiplikator und Offset festlegt.

MULT: Dies ist eigentlich der Messbereich oder die Messspanne des Sensors. Wenn ein Baro-Sensor einen Bereich von 525 bis 825 mmHg hat, dann wäre der MULT-Wert 300 (mmHg). Wenn ein RH-Sensor einen Bereich von 0 bis 100 % hat, dann wäre die MULT einfach 100 (%).

OFFSET: Dies ist der Bereichs-Offset-Wert oder der Messwert, den der Sensor bei einer Ausgangsspannung von 0,000 V darstellt. Im oben gezeigten Bildschirm hat der AT-Sensor einen 0-1V-Ausgang, der -50 bis +50°C repräsentiert. Der MULT-Bereich beträgt also 100 (C) und der Offset-Wert -50, da 0,000V vom Sensor -50°C repräsentieren.

FS VOLT: Dies ist der Vollbereichsspannungsausgang 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 diesen Bereich.

INV SLOPE: Diese Einstellung ermöglicht es dem Kanal, einen Sensor mit einer inversen Steilheit zu erkennen. Sie ist immer auf N (nein) eingestellt, außer bei Verwendung mit Thermistor-Temperatursensoren mit Nur-Widerstands-Ausgängen.

VECT/SCALAR: Dieser Wert legt die Mittelwertbildungsmethode fest. S (skalar) wird für alle Messungen verwendet, außer für die Windrichtung, die V (Vektor) verwendet.

MODE: Dieses Feld wird durch Drücken der Softkey ID MODE umgeschaltet. Der Wert kann entweder auf MANUAL oder AUTO ID eingestellt werden. Im MANUELLEN Modus kann der Benutzer seine eigenen Einstellparameter für den Kanal eingeben. Der Modus AUTO ID wird bei Sensoren der Serie 500 verwendet und muss gewählt werden, damit die Spirant BAM 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 Spirant BAM-Monitore, die mit einem Umgebungstemperatursensor ausgestattet sind, auf AUTO ID eingestellt werden.

6.9 HEATER Setup-Bildschirm - RH-Steuerungseinstellungen

Der Bildschirm SETUP > HEATER ist nur sichtbar, wenn der Modus HEATER CONTROL im Menü SETUP > CALIBRATE auf AUTO eingestellt ist. Dieses Menü dient zur Konfiguration der Einstellungen, die von der Spirant BAM zur Steuerung des Smart Inlet Heaters verwendet werden. Die Spirant BAM verwendet einen Feuchte- und Temperatursensor, der sich unter dem Filterband im Probenluftstrom befindet, um die Bedingungen der Luft während der Probenahme zu überwachen. Wenn die gemessene relative Feuchte des Probenluftstroms höher als etwa 50 % ist, können die PM-Messungen höher verfälscht sein als die von einem kollozierten Referenzprobenehmer erzeugten. Der Smart Heater kann diesen Effekt reduzieren, indem er das Einlassrohr aktiv durch Erwärmung des Probenluftstroms erwärmt, wenn der hinter dem Filterband gemessene RH-Wert einen vom Benutzer wählbaren Wert überschreitet.

Es ist zu beachten, dass die relative Feuchte stromabwärts des Filterbandes nicht unbedingt mit der relativen Umgebungsfeuchte übereinstimmt. Die relative Feuchtigkeit ist ein Maß dafür, wie viel Feuchtigkeit die Luft im Vergleich zu der Feuchtigkeit, die die Luft aufnehmen kann (Taupunkt), enthält, und ist stark temperaturabhängig. Beträgt beispielsweise die relative Umgebungsfeuchte 50 % und die Umgebungstemperatur 3 °C, so würde die relative Feuchte hinter dem Filterband bei einer Filtertemperatur von 15 °C etwa 22 % betragen, was bedeutet, dass der Smart Heater keine zusätzliche Wärmezufuhr benötigen würde, wenn die Spirant BAM innerhalb eines temperaturgeregelten Gehäusesatzes betrieben wird und eine Instrumententemperatur von etwa 20 °C aufrechterhalten wird, um den RH-Wert der Filtertemperatur von 35 % zu halten.

```
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
```

Abbildung 29 – Der Bildschirm EINSTELLUNG > HEIZUNG

Heater Mode: Mit dieser Einstellung wird ausgewählt, welchen Betriebsmodus der Smart Inlet Heater zur Regelung der relativen Feuchte verwendet. Dieser Wert muss für alle PM2.5, PM10, und PM10-2.5 Überwachungen auf AUTO eingestellt werden. Bei Einstellung auf AUTO verwendet der intelligente Heizer die Filter-RH-Sensoren zur Steuerung der Einlassrohrheizung. Für die meisten Probenahmebedingungen sollte der HEATER MODE nicht auf MANUAL eingestellt werden.

FRH Control: Wenn YES gewählt ist, wird die intelligente Heizung automatisch auf volle Leistung geschaltet, sobald die Feuchtigkeit des Probenstroms den RH-Sollwert überschreitet. Wenn die relative Feuchte wieder unter den Sollwert fällt, schaltet das Heizgerät in einen Heizmodus mit geringer Leistung, in dem nur eine geringe Erwärmung erfolgt. Wird dieser auf NO gesetzt, bleibt die intelligente Heizung im Niedrigleistungsbetrieb und es wird keine zusätzliche Regelung der relativen Feuchte durchgeführt.

FRH Set point: Dies ist das relative Feuchtigkeitsniveau, auf oder unter das der Filter durch die Einlassheizung geregelt wird. Dieser Wert muss bei der Version der Spirant BAM, die den intelligenten Heizer verwendet, auf 35% eingestellt werden, wenn sie als PM2,5 US-EPA-äquivalente Bundesmethode betrieben wird. Der RH-Sollwert ist für europäische (EU) PM2,5-Geräte auf 45% eingestellt und kann bei PM10-Geräten entweder 35% oder 45% betragen. Der RH-Sollwert ist ansonsten von 10% bis 99% einstellbar.

Low Power: Dies ist der Leistungspegel des intelligenten Heizelements, wenn der RH-Wert des Filters unter dem FRH-Sollwert liegt.

Log Filter-RH: Schaltet die Protokollierung des Filter-RH-Werts ein und aus. Wenn auf ON gesetzt, wird der Filter-RH-Wert auf Analogeingangskanal 4 protokolliert.

F Log Filter-T: Schaltet die Aufzeichnung des Filtertemperaturwerts ein und aus. Wenn auf ON gesetzt, wird der Filter-T-Wert am analogen Eingangskanal 5 protokolliert.

Datalog RH: Wenn YES gewählt wird, werden die RH-Werte des Filters auf Kanal 4 der Spirant BAM protokolliert. Wählen Sie JA, wenn Sie keine externen Sensoren an Kanal 4 angeschlossen haben.

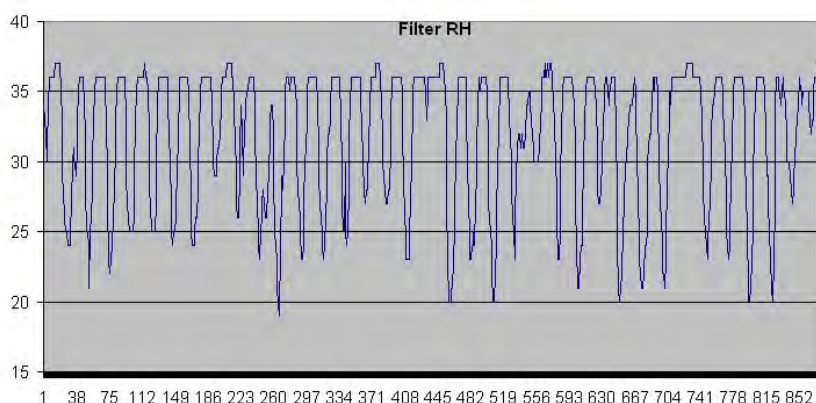


Abbildung 30 – Richtig geregelte Kanal-4-Stunden-Filter-RH-Grafik

6.10 QUERY Setup-Bildschirm - Einrichtung eines benutzerdefinierten Datenarrays

Der Bildschirm SETUP > QUERY ermöglicht es dem Benutzer, ein benutzerdefiniertes digitales Datenfeld für die neue Abfrageausgabe oder für das europäische BH Bayern-Hessen-Protokoll zu konfigurieren. Der Benutzer kann genau auswählen, welche Datenparameter in dem Array erscheinen und in welcher genauen 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 hat keinen Einfluss auf die Standard-Spirant BAM-Datenarrays. Die Abfrageausgabe ist in den Firmware-Revisionen 3.6.3 und später verfügbar und erfordert den Reportprozessor. Das BH-Protokoll ist in der europäischen Firmware der Revision 5 verfügbar. Ein separates technisches Dokument für die Funktionen des Bayern-Hessen-Protokolls ist ebenfalls verfügbar. Siehe Abschnitt 9.9 für Anweisungen zum Abrufen der Query-Ausgabedateien.

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			

Abbildung 31 – Der Bildschirm SETUP > QUERY

Das Feld N: legt fest, wie viele Werte in das Array aufgenommen werden sollen. Es können bis zu 17 Parameter einbezogen werden. Erhöhen Sie den N-Wert mit den Pfeiltasten nach oben/unten. 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/Rechts-Tasten zur Auswahl der Position und mit den Aufwärts/Abwärts-Tasten zum Scrollen durch die gesamte Parameterliste zu jedem gewünschten Parameter geändert werden. Im obigen Beispiel sind acht Parameter enthalten, und die gezeigten Parameter wurden für jede der acht Positionen im Array ausgewählt. Die verfügbaren Parameter sind in der folgenden Tabelle aufgelistet:

Parameter	Beschreibung
CONC_A	Konzentrationswert für die letzte Probenahmeperiode.
Q_STD	Probendurchflussvolumen in Kubikmetern bei Standardbedingungen.
Q_ACT	Probendurchflussvolumen in Kubikmetern bei tatsächlichen AT/BP-Bedingungen.
STAB	Stabilitätsmessung. Nur für diagnostische Zwecke. Nur EU-Firmware.
REF	Referenz-Membran-Massenmessung in mg/cm ² .
FLOW	Echtzeit-Durchfluss oder durchschnittlicher Durchfluss für die letzte Probe.
CV	Durchflusskoeffizient der Variabilität für die letzte Probenperiode. (Standardabweichung geteilt durch den Mittelwert)
AT	Durchschnittliche Umgebungstemperatur für die Probenperiode.
BP	Durchschnittlicher barometrischer Druck für die Probenperiode.
ANALOG 1	Mittelwert des analogen Messsensorkanals 1 (benutzerdefinierter Kanal).
ANALOG 2	Mittelwert des analogen Met-Sensorkanals 2 (benutzerdefinierter Kanal).
ANALOG 3	Mittelwert des analogen Met-Sensorkanals 3 (benutzerdefinierter Kanal).
ANALOG 4	Mittelwert des analogen Met-Sensor-Kanals 4 (normalerweise Filter RH).
ANALOG 5	Mittelwert des analogen Met Met-Sensor-Kanals 5 (normalerweise Delta T).
ANALOG 6	Mittelwert des analogen Met Met-Sensor-Kanals 6 (fast immer AT).
CONC_S	PM10-Konzentration unter Standardbedingungen. Wird in PM-Grobanlagen verwendet, bei denen der grobe PM10-Wert unter tatsächlichen Bedingungen vorliegt, der PM10-Standardwert aber auch für die regelmäßige PM10-Berichterstattung benötigt wird. Dieser Parameter ist nur in der PM10-Mastereinheit eines Grobsatzes verfügbar.
PM2.5	PM2,5-Konzentration aus der Slave-Einheit in einem PM-Grob. Dieser Parameter ist nur in der Master-Einheit eines Grobsatzes verfügbar.
PMc	Konzentrationswert PM-grob (PM10 - PM2,5). Dieser Parameter ist nur in der Master-Einheit eines Grobsatzes verfügbar.
TIME	Datums- und Zeitstempel für den Probenahmezeitraum. Für das BH-Protokoll ignoriert.
ERRORS	Dezimale Fehlercodes der 12 Hauptfehlerkategorien.

6.11 REPORTS Setup-Bildschirm - Tagesdaten und dynamische Bereiche

Der Bildschirm SETUP > REPORTS bietet Optionen für die Einstellung der Stunden der täglichen Durchschnittsperiode der Daten und der Art des verwendeten Dynamikbereichs.

```
Report Setup

  DAILY RANGE: 01 :00 - 24:00
  DYNAMIC RANGE: EXTENDED
    LOG BP: CHAN 1
  LOG MEMBRANE: CHAN 2

  SAVE                               EXIT
```

Abbildung 32 – Der Bildschirm SETUP > HEATER

6.11.1 Daily Range

Das Feld DAILY RANGE wird verwendet, um auszuwählen, welche Stunden in den täglichen Berichten der Spirant BAM-Datendatei enthalten sind. Die zwei möglichen Auswahlmöglichkeiten sind:

00:00 bis 23:00 Uhr (alte Standardeinstellung) oder 01:00 bis 24:00 Uhr (korrekte neuere Einstellung)

Der Zeitstempel der Spirant BAM ist das Ende der Probenstunde, nicht der Anfang, so dass der 01:00-Datenpunkt für Luft gilt, die zwischen Mitternacht und 1:00 Uhr morgens entnommen wurde. Wählen Sie immer 01:00 bis 24:00 Uhr, es sei denn, der Monitor wird in einer speziellen Anwendung verwendet, die 00:00 bis 23:00 Uhr erfordert.

6.11.2 Dynamic Range

Das Feld DYNAMIC RANGE wird verwendet, um den Bereich des Konzentrationswertes zu wählen, der im Datenlogger gespeichert wird. Die beiden möglichen Auswahlmöglichkeiten sind STANDARD oder ERWEITERT.

Beide Einstellungen verwenden den gleichen OFFSET-Wert, der im Bildschirm SETUP > SAMPLE konfiguriert ist. Siehe Abschnitt 6.2 für Einzelheiten zur Einstellung des OFFSET-Wertes.

Der Bereich STANDARD stellt die Loggerskalierung so ein, dass sie mit dem Analogausgangsbereich übereinstimmt, der mit der Einstellung BEREICH im Bildschirm SETUP > SAMPLE festgelegt wurde. Siehe Abschnitt 6.2 für Einzelheiten zur Einstellung des Werts BEREICH.

Durch die Wahl des ERWEITERTEN Bereichs wird die Loggerskalierung unabhängig von der Einstellung BEREICH des Analogausgangs auf 10 mg gesetzt. Der ERWEITERTE Bereich wird automatisch gewählt, wenn die Option HJ 653 (siehe Abschnitt 6.12) auf JA gesetzt wird.

Die meisten Standorte verwenden den STANDARD-Bereich. In Gebieten mit starken Konzentrationen (oder wo örtliche Vorschriften dies erfordern) sollte jedoch die Option ERWEITERT verwendet werden.

Hinweis: Wenn Sie diese Einstellung ändern, werden alle im Speicher gespeicherten Daten gelöscht. Stellen Sie sicher, dass Sie alle gesammelten Daten herunterladen und speichern, bevor Sie den Bereich ändern.

6.11.3 Log BP

Die Messung des barometrischen Umgebungsdrucks am analogen Eingangskanal 7 kann auf Kanal 1, 2 oder 3 aufgezeichnet werden. Diese Einstellung kann auch auf KEINE gesetzt werden, wenn es nicht gewünscht wird, den barometrischen Umgebungsdruck zu protokollieren.

6.11.4 Log Membrane

Die Ergebnisse der Referenzmembranmessung können auf Kanal 1, 2 oder 3 protokolliert werden. Diese Einstellung kann auch auf NONE gesetzt werden, wenn es nicht gewünscht wird, diese Testergebnisse zu protokollieren.

6.12 HJ 653 Setup-Bildschirm - Chinesische Datenformatierung

Der Bildschirm SETUP > HJ 653 wird verwendet, um die Datenformatierung so einzustellen, dass sie dem Dokument HJ 653-2013 der chinesischen nationalen Umweltschutznormen entspricht. Bei der Einstellung JA zeigt die Auflösung der Konzentrationsanzeige auf allen Bildschirmen Mikrogramm bis zur Zehntelposition an. Sie wird im Format "x.x ug/m3" angezeigt.

Der Datenbericht wird je nach der gewählten Konzentrationsart in einem von zwei Formaten angezeigt (siehe Abschnitt 6.3). Der Durchfluss muss in beiden Fällen auf ACTUAL gesetzt werden.

Wenn die Konzentration ebenfalls auf ACTUAL eingestellt ist, wird sie auf diese Weise formatiert:

```
Time,ConcA(ug/m3),QtotA(m3),XXXXX(XXX),XXXXX(XXX),XXXXX(XXX),RH(%),XXXXX(XXX),AT
(C),ConcS(ug/m3),QtotS(m3),BP(kPa),Flow(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, 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
```

Wenn die Konzentration auf STANDARD eingestellt ist, wird sie auf diese Weise formatiert:

```
Time,ConcS(ug/m3),QtotA(m3),XXXXX(XXX),XXXXX(XXX),XXXXX(XXX),RH(%),XXXXX(XXX),AT
(C),ConcA(ug/m3),QtotS(m3),BP(kPa),Flow(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, 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
```

Wenn Sie YES wählen, wird außerdem die Einstellung DYNAMIC RANGE (siehe Abschnitt 6.11.2) auf EXTENDED gesetzt.

Wenn die Option HJ 653 auf OFF gesetzt ist, wird der Datenbericht wie in Abschnitt 9.4 dargestellt sein.

7. Wartung, Diagnose und Fehlerbehebung

Dieser Abschnitt enthält Informationen über die routinemäßige Wartung, die Identifizierung von Fehlern und Alarmen sowie die Durchführung von Diagnosetests an der BAM Spirant. Die Funktionen des Menüs TEST werden ebenfalls in diesem Abschnitt beschrieben.

Ecotech Instruments veröffentlicht auch eine umfassende Reihe von technischen Bulletins, die zusätzliche Informationen über die Fehlerbehebung, Upgrades und Reparaturen von Subsystemen enthalten. Diese sind im Abschnitt "BAM-Benutzer" auf unserer Website oder per E-Mail-Anfrage bei der Abteilung Technischer Service erhältlich.

7.1 Tabelle der von Ecotech empfohlenen periodischen Wartung

Die folgende Tabelle zeigt das empfohlene Intervall für die regelmäßigen Wartungs-, Feldüberprüfungs- und Serviceaufgaben von Spirant BAM. Für die routinemäßigen Wartungsarbeiten an der BAM in weniger als jährlichen Abständen sind keine Spezialwerkzeuge erforderlich. Ecotech empfiehlt die Bausätze BX-308 und BX-344 für nicht-routinemäßige Wartung und Reparaturen wie Düsenausbau und Detektortests. Vollständige Anweisungen sind enthalten.

Wartungsgegenstand	Zeitraum
Reinigung von Düsen und Flügeln.	Monatlich
Dichtheitsprüfung.	Monatlich
Durchflusssystem-Prüfung/Audit.	Monatlich
Spillwelle und Quetschwalzenreifen reinigen.	Monatlich
Reinigung des PM10-Einlasspartikelfilters und des PM2,5-Zyklon-Partikelfilters.	Monatlich
Herunterladen und Speichern des digitalen Daten- und Fehlerprotokolls.	Monatlich
Digitale Daten der Spirant BAM mit externen analogen Daten des Datenloggers vergleichen, falls verwendet.	Monatlich
BAM-Echtzeituhr prüfen oder einstellen.	Monatlich
Filterbandrolle austauschen.	2 Monate
Die SELF-TEST-Funktion im TAPE-Menü ausführen.	2 Monate
Spirant BAM-Einstellungsdatei herunterladen und überprüfen.	Vierteljährlich
Vollständige Kalibrierung des Durchflusssystem.	Vierteljährlich
Den PM10-Einlass und den PM2,5-Zyklon vollständig zerlegen und reinigen.	Vierteljährlich
Pumpenschalldämpfer austauschen oder reinigen.	6 Monate
Filter-RH- und Filtertemperatursensoren testen.	6 Monate
Intelligente Heizfunktion testen.	6 Monate
Internen Schmutzfilter reinigen.	12 Monate
Membranspannfolie entfernen und prüfen.	12 Monate
Beta-Detektor-Zählrate und Dunkelzählungstest.	12 Monate

Wartungsgegenstand	Zeitraum
Vertikales Einlassrohr reinigen (Reinigungskit BX-344).	12 Monate
Analogen DAC-Ausgang testen, falls verwendet.	12 Monate
Lithiumbatterie austauschen, falls erforderlich.	12 Monate
Vakuumpumpe wiederherstellen.	24 Monate
Düsen-O-Ring austauschen.	24 Monate
Pumpenschlauch austauschen, falls erforderlich.	24 Monate
Eine werksseitige Rekalibrierung ist nicht erforderlich, außer bei Geräten, die für größere Reparaturen eingesandt werden.	---

7.2 Spirant BAM Fehler- und Alarmbeschreibungen

Die folgende Tabelle beschreibt die Fehler- und Alarmcodes von Spirant BAM. Die Fehler sind in zwölf Kategorien gruppiert. Wenn ein Fehler oder Alarm auftritt, erscheint er am Ende des stündlichen digitalen Datenarrays als einfaches "1"-Bit in einer der zwölf Fehlerbitpositionen. Auf diese Weise können Datenerfassungssysteme Fehler leicht identifizieren. Siehe Abschnitt 9 für Datenbeispiele. Fehler und Alarme werden auch in der separaten digitalen Fehlerprotokolldatei der BAM gespeichert, die mehr Einzelheiten über die spezifische Unterkategorie der Alarmursache enthält.

Hinweis: Im Allgemeinen führt jeder Fehler, der die Spirant BAM daran hindert, eine gültige stündliche Konzentrationsmessung durchzuführen, auch dazu, dass der digitale Konzentrationswert als Skalenendwert (normalerweise 0,985 mg) gespeichert wird, um ungültige Daten anzuzeigen. In den meisten Fällen erzwingen kritische Fehler auch den Analogausgang auf den Skalenendwert (1,00V). Die Regeln, bei denen Fehler zu ungültigen Daten und Skalenendwerten führen, haben sich mit früheren Revisionen der Firmware leicht verändert. Die folgenden Beschreibungen erläutern diese Bedingungen so detailliert wie möglich. Wenn in Ihrem Gerät ein Fehler auftritt, der nicht mit dieser Beschreibung übereinzustimmen scheint, notieren Sie bitte Ihre Firmware-Revision und wenden Sie sich an den Technischen Service.

Code	Fehler-/Alarmtyp	Fehler-/Alarmbeschreibung
E	Externer Reset	<p>Dieser Alarm zeigt an, dass ein externer Datenlogger ein Taktsynchronisationssignal an die BAM am EXT-RESET-Eingang gesendet hat, die BAM jedoch ihren Takt nicht zurücksetzen konnte, da er außerhalb des zulässigen Zeitfensters lag. Stündliche Taktrückstellsignale werden von der BAM von den Minuten 5-54 (Standardzyklus) oder den Minuten 0-49 (Frühmodus) ignoriert. Siehe Abschnitt 8.2. Der Alarm wird auch dann erzeugt, wenn das Synchronsignal innerhalb des zulässigen Zeitfensters gegen Ende der Stunde auftritt, jedoch bevor die BAM die vorherige Konzentrationsberechnung abgeschlossen hat. Das digitale Fehlerprotokoll zeigt an, welche der beiden Bedingungen eingetreten ist. Wenn ein externes Uhr-Reset-Ereignis erfolgreich ist, wird kein Alarm protokolliert. Diese Alarme hindern die BAM nicht daran, einen gültigen Datensatz für die Messstunde zu speichern.</p> <p>Stellen Sie die Uhr der Spirant BAM zunächst manuell so ein, dass sie mit der Uhr des Datenloggers übereinstimmt. Dies sollte nachfolgende Uhrzeitsynchronisationsereignisse zum Erfolg führen. Stellen Sie sicher, dass die Lithiumbatterie der BAM funktionsfähig ist.</p>
U	oder	<p>Dieser Alarm zeigt an, dass ein externer Datenlogger ein Fehlersignal an die Spirant BAM am TELEM FEHLER-Eingang gesendet hat, was anzeigt, dass die Loggereinheit ein Problem festgestellt hat. Diese Funktion wird fast nie verwendet. Diese Alarme hindern die BAM nicht daran, einen gültigen Datensatz für die Abtaststunde zu speichern.</p>
M	Schnittstelle zurücksetzen	<p>Dieser Alarm zeigt fast immer an, dass der Probenahmezyklus angehalten wurde, weil jemand zu Kalibrierungs- oder Testzwecken in ein SETUP- oder TEST-Menü eingetreten ist. Wartungs-Flags führen immer dazu, dass der digitale Konzentrationswert für diese Stunde auf Vollausschlag geht, weil der Probenahmezyklus nicht beendet wurde.</p>
I	Telemetrie-Fehler	<p>Der "I"-Fehler ist selten und zeigt an, dass ein Fehler in der BAM-Konzentrations-, Massen-, Spannen- oder Stabilitätsberechnung aufgetreten ist, der die Generierung eines gültigen Konzentrationswertes verhindert hat. Das digitale Fehlerprotokoll zeigt an, welche dieser Berechnungen fehlgeschlagen ist. Der Konzentrationswert wird aufgrund ungültiger Daten auf Vollausschlag gesetzt. Dies kann auf ein Problem in der digitalen Schaltung hinweisen.</p> <p>In Spirant BAM-Einheiten, die als PM10-Master-Einheit in einem PM-Grobpaar konfiguriert sind, zeigt der "I"-Alarm an, dass die digitale Verbindung zwischen den beiden Einheiten gestört ist und die Master-Einheit den PM2,5-Wert von der Slave-Einheit nicht erhalten und somit keinen Grobwert berechnen konnte. Die Grob- und PM2,5-Werte sind dann voll skaliert.</p>
L	oder	<p>Dieser Fehler tritt auf, wenn die AC-Eingangsleistung auch nur kurzzeitig ausfällt oder wenn der Netzschalter ausgeschaltet wird. Häufige "L"-Fehler weisen in der Regel auf eine schlechte Qualität der Wechselstromversorgung hin. Wenn häufige Stromfehler auftreten, selbst wenn die Spirant BAM an ein USV-Backup-System angeschlossen ist, wenden Sie sich an Ecotech Instruments, um Anweisungen zu möglichen Upgrades der Stromversorgung zu erhalten.</p>

Code	Fehler-/Alarmtyp	Fehler-/Alarmbeschreibung
R	Schnittstellen-Fehler	Alles, was ein Zurücksetzen des Mikroprozessors verursacht, führt ebenfalls zu einem "L"-Fehler, wie z.B. niedrige Spannung auf dem 5,25V Vcc-Bus, schlechte Verbindungen auf dem internen DC-Stromkabelbaum oder in seltenen Fällen elektrische Störungen. Alle Stromausfall-Fehler führen dazu, dass der digitale Konzentrationswert den vollen Skalenendwert erreicht.
N	Wartungs-Alarm	<p>Dieser Fehler zeigt an, dass der Düsenmotor nicht richtig funktioniert. Der Fehler wird ausgelöst, wenn die Fotosensoren S4 und S5 trotz Fahrbefehlen an den Düsenmotor innerhalb von 12 Sekunden nie ihren Zustand ändern. Der Konzentrationswert wird auf Vollausschlag gesetzt, wenn der Düsenmotor oder die Sensoren ausgefallen sind. Das digitale Fehlerprotokoll zeigt an, welcher Photosensor ausgefallen ist.</p> <p>Wichtiger Hinweis: Die Düsensensoren beobachten die Drehung des Motornockens und nicht die tatsächliche Aktion der Düse selbst, so dass es technisch möglich ist, dass die Düse in der AUF-Position stecken bleibt, auch wenn Motor und Sensoren keinen Fehler anzeigen. Dies könnte zu einem massiven Durchflussleck und nutzlosen Daten führen, ohne dass Fehler oder Alarme generiert werden! Die ordnungsgemäße Wartung des Düsen-O-Rings und die korrekte Ausrichtung des Einlasses verhindern dies.</p>

Code	Fehler-/Alarmtyp	Fehler-/Alarmbeschreibung
F	Interner Fehler	<p>Durchflussfehler können aufgrund eines Fehlers am Durchflussregler, am Durchflusssensor oder an der Vakuumpumpe auftreten. Siehe Abschnitt 7.5 für Vorschläge zur Fehlerbehebung. Das digitale Fehlerprotokoll enthält die genaue Unterkategorie, die den Alarm erzeugt hat.</p> <p>Die folgenden kleineren Durchflussalarme treten auf, wenn ein Parameter außerhalb der Grenzen lag, die Probe jedoch nicht gestoppt wurde. Die Konzentrationsdaten werden weiterhin normal gespeichert.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5% außerhalb der Regulierung: Durchfluss > 5% außerhalb der Regulierung für mehr als 5 Minuten. • AT Ausfall: Ein Minutenmittelwert des AT-Sensors lag innerhalb von 1 Grad des Min- oder Max-Bereichs des Sensors. Kann in extrem kalten oder heißen Umgebungen auftreten. • Interner oder externer BP-Ausfall: Ein Minutenmittelwert des barometrischen Drucksensors überschritt den minimalen oder maximalen Bereich des BD-Sensors. • Selbsttest: Selbsttest: Durchflussrate weniger als 10 L/min. <p>Die folgenden kritischen Durchflussfehler führen zum Abbruch der Probe und zur Einstellung der Konzentrationsdaten auf den vollen Messbereich oder wie im Menü SETUP > ERRORS konfiguriert (siehe Abschnitt 6.5).</p> <ul style="list-style-type: none"> • AT Getrennt: Fehlender oder falsch angeschlossener AT-Sensor. • Pumpenausfall Ausfall: Durchflusssensor zeigt >5 L/min bei ausgeschalteter Pumpe an. <p>Dieser kritische Durchflussfehler führt dazu, dass die Probe vorzeitig beendet und die Konzentration mit einem kleineren Luftvolumen der Probe berechnet wird.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flow-Ausfall: Durchfluss > 10% außerhalb der Regulierung für mehr als 1 Minute.
P	oder	<p>Dieser Fehler deutet darauf hin, dass der Druckabfall über das 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 auftritt, und führt die Konzentrationsberechnung auf der Grundlage des Teilvolumens durch und wartet dann die nächste Stunde ab. Diese Funktion ist so ausgelegt, dass die Probe vorzeitig gestoppt wird, wenn die Vakuumpumpe kurz davor steht, überschritten zu werden, bevor Durchflussfehler auftreten. Eine Firmware vor Rev. 3.6.3 würde die Probe für den "P"-Alarm nicht stoppen, und nachfolgende Durchflussfehler könnten aufgrund einer sehr hohen Staubbelastung auftreten. Der Pumpenzyklus muss mindestens 5 Minuten lang laufen, bevor ein Druckabfall-Alarmereignis auftreten kann. Siehe Abschnitt 6.5.</p>

Code	Fehler-/Alarmtyp	Fehler-/Alarmbeschreibung
D	Grobe Verknüpfung nach unten	Dieser Fehler deutet darauf hin, dass die Kontrollmessung (m) der Referenzmembranspannweite für diese Stunde um mehr als $\pm 5\%$ von dem erwarteten Wert (ABS) abweicht. Diese Alarme werden oft durch eine verschmutzte oder beschädigte Membranfolie verursacht. Wenn die Folie sauber und unbeschädigt ist, könnte der Alarm darauf hinweisen, dass die Betadetektorröhre selbst geräuschvoll ist oder zu verschleifen beginnt oder dass der Membranhalter nicht vollständig ausfährt und sich zurückzieht. Diese Alarme hindern die BAM nicht daran, eine gültige Konzentration für die Probenstunde zu speichern, da es sich bei der Staubmasse um eine völlig separate Messung handelt, aber der Alarm sollte untersucht und behoben werden, um einen ordnungsgemäßen Betrieb des Beta-Detektors zu gewährleisten.
C	Stromausfall	Dieser Fehler deutet darauf hin, dass das Betapartikel-Zählsystem nicht ordnungsgemäß funktioniert und wird aktiviert, wenn die Betazählrate während einer der Massen-, Membran- oder Stabilitätsmessungen unter 10.000 Zählungen fällt. Die 4-Minuten-Betazählrate durch sauberes Filterband beträgt normalerweise mehr als 800.000 Zählungen. Dieser seltene Fehler tritt auf, wenn der Betadetektor, Hochspannungs- oder Digitalzähler ausgefallen ist oder wenn das Betasignal physisch behindert wird. Dieser Alarm setzt den Konzentrationswert auf den Vollausschlag. Die Unterkategorie "Zählung, ausgefallen" tritt auf, wenn der Betazähler 10 Sekunden nach dem planmäßigen Ende einer Zählperiode immer noch zählt und einen digitalen Fehler anzeigt.

Code	Fehler-/Alarmtyp	Fehler-/Alarmbeschreibung
T	oder	<p>Der Bandfehler zeigt in der Regel an, dass das Filterband verbraucht oder gebrochen ist. Er tritt auf, wenn die rechte federbelastete Spannvorrichtung (Bandrolle, die dem Detektor am nächsten liegt) sich an der äußersten linken Grenze ihres Weges befindet. In diesem Fall ist der Bandriss-Fotosensor S6 trotz der Antriebsbefehle an die Bandrollenmotoren und den Capstan-Motor ständig eingeschaltet. Der Bandfehler wird auch dann erzeugt, wenn die Andruckrollen beim Start einer neuen Probenstunde in der oberen Position eingerastet sind, wodurch der Zyklus verhindert wird.</p> <p>Hinweis: Ab Firmware-Revision 3.6 und später wird der Konzentrationswert aufgrund eines Bandfehlers auf Vollausschlag gehen, da der Zyklus nicht mit gerissenem Band durchgeführt werden kann. Alle früheren Firmware-Revisionen stellten die Konzentration nicht auf den vollen Skalenendwert ein, sondern wiederholten stattdessen den letzten gültigen Konzentrationswert, bis das Band ersetzt wurde.</p> <p>In selteneren Fällen kann ein Bandfehler auch durch einen Fehler im elektromechanischen System der Bandsteuerung verursacht werden. In der aktuellen Firmware gibt es mehrere mögliche Unterkategorien für diesen Fehler, die im digitalen Fehlerprotokoll erscheinen werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Band, Verriegelung - Klemmrollen werden beim Zyklusstart verriegelt. • Band, Schiffchen - Schiffchen-Fotosensor reagiert nicht auf Schiffchenbewegung. • Band, Vorwärts/Rückwärts - Bandversorgungsmotor oder Aufwickelmotor reagiert nicht. • Band, Spannen/Entspannen - Spanner-Fotosensor reagiert nicht. • Band, Capstan - Capstan-Motor oder Capstan-Fotosensoren reagieren nicht. • Band, Selbsttest - Shuttle-Strahl reagierte während des Selbsttests nicht. • Band, Bruch - Das Band ist gerissen oder leer. <p>Bandfehler, die durch andere Fehler als gebrochenes Band oder eingerastete Andruckrollen verursacht werden, können in der Regel über das Menü TEST > AUSRICHTEN identifiziert werden, um die Motoren und Fotosensoren manuell zu bedienen. Siehe Abschnitt 7.16. Bandfehler können durch Körnungen im Kugelschlitten des Pendelbalkens verursacht werden. Wenden Sie sich an den technischen Service, wenn der linke/rechte Pendelschlitten nicht reibungslos funktioniert.</p>

7.3 Vergleich von Spirant BAM-Daten mit Daten von integrierten Filterprobennehmern

Jede neue Spirant BAM wurde gegen ein Referenz-Beta-Messgerät kalibriert, dessen Kalibrierung auf ein gravimetrisches Normal rückführbar ist. Diese Kalibrierinformationen sind im Kalibrierschein, der jeder Spirant BAM beiliegt, als K und als μsw aufgeführt. Da das Ansprechverhalten von Spirant BAM praktisch unempfindlich auf die chemische Zusammensetzung des beprobten PM ist, sollte man eine ausgezeichnete Übereinstimmung zwischen der Massendichte, die mit einem manuellen filterbasierten Probennehmer bestimmt wird, und der Massendichte, die mit einer kollokierten Spirant BAM bestimmt wird, erwarten.

Die meisten PM-Referenzmethoden basieren auf manuellen, integrierten Probenahmetechniken, bei denen PM auf vorgewogenen Filtern beprobt wird. Die beprobten Filter werden dann äquilibriert und dann erneut gewogen. Die Nettogewichtszunahme wird zusammen mit dem Volumen der beprobten Luft verwendet, um die Massendichte von PM im beprobten Volumen zu bestimmen. Die PM-Referenzmethoden können sich von einer Gerichtsbarkeit zur anderen unterscheiden. Darüber hinaus kann die Spirant BAM von einer Gerichtsbarkeit zur anderen unterschiedlich betrieben werden. Beispielsweise kann die BAM Spirant so konfiguriert werden, dass sie als eine von der US-EPA als PM_{2,5} Federal Equivalent Method bezeichnete Methode arbeitet. Oder sie kann so konfiguriert werden, dass sie in Übereinstimmung mit den EU-Richtlinien für PM_{2,5} betrieben wird.

Benutzer können einen PM₁₀- oder einen PM_{2,5}-Referenzprobennehmer mit einer neu eingesetzten Spirant BAM zusammenstellen und über einen bestimmten Zeitraum Daten über beide Geräte sammeln, um eine angemessene Korrelation und akzeptable Werte der multiplikativen (Steigung) und additiven (Intercept) Verzerrung zwischen den beiden Methoden nachzuweisen. Die Durchführung eines solchen Feldversuchs ist von Vorteil, da er ein unentdecktes Leistungs- oder Datenberichtsproblem aufdecken könnte. Häufig auftretende Probleme könnten eine falsche Skalierung des Datenloggers, falsche Hintergrundwerte (BKGD) oder eine falsche Durchflusskalibrierung aufgrund eines falsch kalibrierten Durchflusstandards sein. Ein Streudiagramm zwischen den Ergebnissen des Referenzstandards (entlang der x-Achse aufgetragen) und den Ergebnissen der Spirant BAM (entlang der y-Achse aufgetragen) kann diese Probleme aufdecken.

Damit eine solche Analyse jedoch nützlich ist, ist es notwendig, eine geeignete Anzahl von Datenpunkten, ein akzeptables Streuungsniveau (Bereich) in den Messwerten und ein akzeptables Korrelationsniveau (r^2) in einer Regression zwischen den Referenzergebnissen und den Spirant BAM-Messungen zu haben.

Im Folgenden werden einige zusätzliche Überlegungen angestellt:

- Düsenleckagen können zu einer schlechten Korrelation zwischen der Spirant BAM und dem Referenzstandard führen.
- Eine unsachgemäße Isolierung des Einlassrohrs oder die Platzierung der Spirant BAM direkt in den Pfad einer Klimaanlage-Entlüftung während des Betriebs unter heißen, feuchten Bedingungen kann zu einer schlechten Korrelation mit dem Referenzstandard und zu unvorhersehbaren Niveaus der multiplikativen und additiven Verzerrung führen.
- Die kollokierten Einlässe sollten sich während des Vergleichstests in etwa auf gleicher Höhe und im Abstand von mehreren Metern zueinander befinden.
- Die Startzeit und die Stoppzeit der filterbasierten Methode sollten den stündlichen Spirant BAM-Messzyklen entsprechen.

7.4 Einschaltprobleme und elektrische Sicherheitsbetrachtungen

Die BAM Spirant muss sich in einem Zustand befinden, in dem sie eingeschaltet werden kann, bevor weitere Tests oder Diagnosen durchgeführt werden können:

- Sicherstellen, dass die Spirant BAM an die richtige Wechselspannung angeschlossen ist. Die Spirant BAM ist intern entweder für 110/120V oder 220/240V verdrahtet. Die digitalen, analogen und Benutzerschnittstellensysteme werden von einer Universal-Eingangsstromversorgung gespeist, so dass diese auch dann funktionieren sollten, wenn die Netzspannung nicht korrekt ist. Die Steuermotoren für das Filterband, die Düse und die Spannenprüfung laufen alle mit Wechselspannung und funktionieren nicht korrekt, wenn die Netzspannung nicht korrekt ist.
- Prüfen Sie die beiden Sicherungen (3,15A, 250V) im Gehäuse des Netzschalters. Das Netzkabel MUSS entfernt werden, bevor die Sicherungsklappe geöffnet werden kann, da sonst die Sicherung unterbrochen wird. Heben Sie die Oberkante der Abdeckung des Netzschaltergehäuses auf, um an die Sicherungen zu gelangen. Siehe Abschnitt 2.6.
- Es ist möglich, den Display-Kontrast so leicht einzustellen, dass es so aussieht, als sei das Display AUS, wenn es wirklich EIN ist. Versuchen Sie, die Kontrast-Taste an der Fronttür einige Sekunden lang gedrückt zu halten, während die Spirant BAM durch die Kontrasteinstellungen scrollt. In seltenen Fällen kann die Anzeige vollständig ausfallen. Wenn die Spirant BAM "piept", wenn Sie die Tasten drücken, ist sie EIN.
- Wenn die oben genannten Überprüfungen das Einschaltproblem nicht beheben, könnte es zu einem Ausfall der Stromversorgung oder einem anderen schwerwiegenden Problem innerhalb der Spirant BAM kommen. Kontaktieren Sie Ecotech für weitere Anweisungen. Versuchen Sie nicht, die Stromversorgungsbaugruppe zu öffnen oder zu reparieren, wenn Sie nicht qualifiziert sind.



VORSICHT

Die BAM Spirant verwendet gefährliche Spannungen, die bei Nichtbeachtung der elektrischen Sicherheitsvorkehrungen während der Wartung oder Reparatur der Maschine einen Stromschlag verursachen können. Die BAM Spirant ist so konstruiert, dass sie während des normalen Betriebs Schutz vor gefährlichen Spannungen bietet. Wenn das Gerät modifiziert oder in einer nicht vom Hersteller spezifizierten Weise verwendet wird, kann der durch das Gerät gebotene Schutz beeinträchtigt werden.

den folgenden Bereichen liegen gefährliche Spannungen vor:

- **Stromversorgung AC:** Die Hauptstromversorgung befindet sich innerhalb der Spirant BAM, innerhalb des Untergehäuses der Stromversorgung mit der Bezeichnung "GEFAHR HOHE SPANNUNG". Das Stromversorgungsgehäuse enthält den Wechselstrom-Gleichstrom-Hauptwandler und die Motortreiberplatine für die Transportmotoren, die alle unter Spannung stehen, wenn die Spirant BAM eingeschaltet wird. Öffnen Sie den Untergehäusedeckel des Stromversorgungsgehäuses nicht, ohne das Netzkabel der Spirant BAM abzuziehen.
- **Detektor Negative Hochspannung DC:** Die 3150-Leiterplatte befindet sich innerhalb der Spirant BAM, ist vertikal an der Außenseite des Stromversorgungsuntergehäuses montiert und mit einem durchsichtigen Plastikschuttschild abgedeckt. Diese Platine erzeugt eine gefährliche negative DC-Vorspannung für den Beta-Detektor von -800 bis -1200 Volt. Entfernen Sie die durchsichtige Abdeckung nicht und berühren Sie die Platine nicht, ohne den Stecker der Spirant BAM zu ziehen. Berühren Sie den großen grünen Kondensator oder die Detektor-Vorverstärkerplatine nicht, wenn die Spirant BAM eingeschaltet ist.

- **Pumpe AC:** Die Vakuumpumpe wird mit Netzspannung betrieben und hat ein eigenes Netzkabel. Öffnen Sie nicht den elektrischen Anschlusskasten an der Seite der Pumpe und berühren Sie nicht das beiliegende Halbleiterrelais, ohne zuvor das Netzkabel der Pumpe abzuziehen.
- **Einlass-Heizgerät AC:** Das Einlass-Heizgerät wird mit Netzwechselfspannung betrieben. Die Heizung wird entweder in ein externes graues Kunststoffrelaisgehäuse auf der Rückseite der BAM eingesteckt (mit einem eigenen Netzkabel), oder sie wird direkt in die Rückseite der BAM eingesteckt und nimmt Strom von der Hauptstromversorgung auf, wobei sich das Relais unter einer durchsichtigen Kunststoffabdeckung auf dem Innenboden des BAM-Gehäuses befindet. Siehe Abschnitt 2.5. Öffnen Sie die Relaisabdeckung nicht und berühren Sie das Relais nicht, während die BAM und/oder der Relaiskasten eingesteckt ist. Entfernen Sie nicht den zylindrischen Metallmantel vom intelligenten Heizmodul und berühren Sie keine der inneren Teile, während das Heizmodul eingesteckt ist. Das Heizmodul enthält keine zu wartenden Teile innerhalb der Metallhülle.

7.5 Grundlegende Problem- und Ursache-/Lösungstabelle

Die folgende Tabelle enthält Informationen über einige der häufigeren Probleme, die bei Spirant BAM auftreten können, sowie einige Schritte zur Identifizierung und Behebung der Probleme. Ecotech begrüßt Kundenvorschläge für neue Artikel, die in diesen Abschnitt zukünftiger Handbuchrevisionen aufgenommen werden sollen. Wenn die Lösung in der folgenden Tabelle nicht gefunden werden kann, wenden Sie sich an einen unserer fachkundigen Servicetechniker, um Hilfe bei der Lösung Ihres Problems zu erhalten.

Problem:	BAM wird keinen Messzyklus starten.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> • Die Spirant BAM ist so programmiert, dass ein Probenzyklus erst zu Beginn einer Stunde beginnt. Stellen Sie sicher, dass die Uhr richtig eingestellt ist. • Die Spirant BAM wartet bis zum Beginn einer neuen Stunde, bevor sie startet, auch wenn der Betriebsmodus auf ON gesetzt ist. • Erwarten Sie nicht, dass die Pumpe eingeschaltet wird, bevor die Zählung des sauberen Bandes beendet ist, etwa 8 Minuten nach Beginn der Stunde. • Die Spirant BAM kann nicht starten, wenn die Quetschwalzen eingerastet sind! Die Spirant BAM kann sie nicht absenken. • Stellen Sie sicher, dass das Filterband korrekt installiert ist. • Die Spirant BAM wird nie einen Zyklus starten, wenn die Anzeige in einem TEST- oder SETUP-Menü belassen wird! Der Hauptbildschirm oder das Menü OPERATE muss angezeigt werden. • Die Spirant BAM wird normalerweise einen Fehler anzeigen, wenn sie keinen neuen Probenzyklus starten kann.
Problem:	analoge Ausgangsspannung und/oder die digitale Konzentrationsmessung sind voll skaliert.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> • Die Spirant BAM zwingt die analogen und digitalen Konzentrationswerte auf den Skalenendwert (normalerweise 0,985 mg), um anzuzeigen, dass ein Fehler die Erfassung eines gültigen stündlichen Datenpunktes verhindert hat oder dass der stündliche Zyklus unterbrochen wurde. Laden Sie das digitale Fehlerprotokoll herunter, um die Ursache zu identifizieren. Die aktuelle stündliche Aufzeichnung nach dem Einschalten ist ebenfalls in voller Größe.

Problem:	Die stündliche Konzentration der BAM zeigt negative Werte an.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> • Es ist möglich, dass die Spirant BAM gelegentlich negative Werte anzeigt, wenn die tatsächliche Partikelkonzentration in der Umgebung unter der Nachweisgrenze der Spirant BAM liegt, z. B. unter 3 Mikrogramm. Dies liegt daran, dass die BAM ein Rauschband von mehreren Mikrogramm hat. Dies sollte nicht häufig vorkommen. • Wenn die Spirant BAM Stunde für Stunde negative Werte anzeigt, kann es sein, dass sie Löcher in das Filterband stanzt. Diese Löcher können sehr klein sein. Dies wird fast immer durch Ablagerungen auf der Düse oder dem Flügel verursacht. Reinigen Sie die Teile. • Der BKGD-Nullkorrekturversatzwert wurde möglicherweise falsch eingegeben oder muss überprüft werden. Ecotech liefert den Nullfilter-Bausatz BX-302 zur Überprüfung des Nullmittelwertes und des Lärmpegels der Spirant BAM. Stellen Sie den BKGD-Wert während der Prüfung auf 0,000 ein. • Suchen Sie nach Quellen für elektrisches Rauschen, wie z.B. schlechte Erdung. Jede Rauschquelle wird im Nullfilter-Test auftauchen. • Vergewissern Sie sich, dass das Einlassrohr mit dem Chassis der Spirant BAM geerdet ist.

Problem:	Die Luftdurchflussrate ist zu niedrig und passt sich nicht auf bis zu 16,70 l/min an.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> • Die grauen Plastikschalldämpfer an den Medo-Pumpen können sich nach einigen Monaten zusetzen. Ersetzen Sie sie oder bohren Sie ein Loch in ihr Ende, um sie vorübergehend zu fixieren. Die Messingschalldämpfer an Gast-Pumpen können oft gereinigt werden. • Einige Anwender ersetzen den Pumpenschalldämpfer durch einen 30 Zoll langen Luftschlauch. Dieser verstopft nicht und reduziert das Pumpengeräusch ebenso wie die Schalldämpfer. • Die Vakuumpumpe muss möglicherweise nach etwa 2 Jahren erneuert werden. Medo-Pumpen verlieren langsam an Flusskapazität, wenn die Pumpe verschleißt. Schließlich sinkt die Flusskapazität unter 16,70 l/min, wenn sie wieder aufgebaut werden muss. • Durch die Kontrolle des 18,4 l/min-Punktes während der regelmäßigen 3-Punkt-Flow-Audits wird die Pumpenkapazität überprüft. • Prüfen Sie den Einlass und die PM-Förderhöhe auf Verstopfungen.

Problem:	Der Luftstrom bleibt bei einer bestimmten Geschwindigkeit stecken und wird sich nicht ändern.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none">• Bei einigen älteren Geräten kann die Durchflussreglereinheit stecken bleiben. Wenn Ihr Durchflussregler nicht über eine kleine Platine verfügt, die direkt auf dem Motor montiert ist, muss er aufgerüstet werden. Wenden Sie sich an die Service-Abteilung.• Führen Sie die 3-Punkt-Durchflussprüfung auf dem Bildschirm TEST > DURCHFLUSS durch. Die BAM sollte versuchen, auf diese Durchflusswerte zu regulieren. Wenn sich der Durchfluss nicht ändert, funktioniert der Durchflussregler möglicherweise nicht.• Ziehen Sie den Netzstecker der Pumpe, während Sie eine 3-Punkt-Durchflussprüfung durchführen. Wenn die Pumpe ausgeschaltet ist, sollten Sie den Impuls des Durchflussreglers, der sich dreht und versucht, den Durchfluss zu regulieren, in Intervallen von einer Sekunde deutlich hören können. Ist dies nicht der Fall, funktioniert der Durchflussregler nicht oder der Platinenausgang funktioniert nicht.• Wenn der Durchfluss niedriger, aber nicht höher als 16,70 l/min reguliert wird, ist die Pumpe wahrscheinlich abgenutzt, oder es liegt ein Leck vor.

Problem:	Die Düse bleibt in der UP-Position stecken oder drückt nicht vollständig auf das Band.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none">• Wenn sich die Düse in der unteren Position befindet, heben Sie die Düse mit dem Daumen nach oben und unten an und stellen Sie fest, ob sie sich klebrig oder körnig anfühlt.• Der O-Ring der Düse bricht schließlich ab und muss ersetzt werden. Siehe Abschnitt 0 für Anweisungen.• In den Messingdüsenbuchsen kann sich Sand befinden. Siehe Abschnitt 0. Entfernen Sie die Düse und reinigen Sie die Teile. Für den Zusammenbau der Düse ist ein Passscheibensatz erforderlich.• Eine festsitzende Düse wird manchmal durch ein falsch ausgerichtetes Einlassrohr verursacht. Stellen Sie sicher, dass es gerade und senkrecht zur Oberkante der Spirant BAM steht.

Problem:	Die Spirant BAM hat Strömungsleckagen, auch nach der Reinigung von Düse und Leitschaufel.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> • Die Düse kann wie oben beschrieben kleben. Vergewissern Sie sich, dass die Auf-/Abbewegung der Düse glatt und vollständig ist. Wenn sich die Düse klebrig oder körnig anfühlt, dichtet sie nicht richtig ab. • Überprüfen Sie die O-Ringe am scharfkantigen Zyklon (falls verwendet). Diese sind häufig undicht. • Prüfen Sie den Nullpunkt des Durchflusssensors in der BAM: Führen Sie eine weitere Dichtheitsprüfung durch, aber trennen Sie den Schlauch zwischen der Pumpe und der BAM ab, so dass kein Luftstrom durch die Spirant BAM fließen kann. Vergewissern Sie sich, dass die Durchflussanzeige an der BAM weniger als 0,2 L/min anzeigt. Falls nicht, muss die Nullpunktverschiebung des Durchflusssensors Q0 möglicherweise im Menü EINSTELLUNG > KALIBRIEREN eingestellt werden. Die Q0-Einstellung ist normalerweise sehr nahe bei Null. • Prüfen Sie den BAM-Einlassschlauch-Empfänger auf schlechte O-Ringe. • Entfernen Sie den BAM-Gehäusedeckel und prüfen Sie alle Luftanschlüsse innerhalb der BAM. Dabei handelt es sich um Klemmverschraubungen, die vollständig eingesetzt werden müssen, um Undichtigkeiten zu vermeiden. • Das interne und externe Durchflusssystem auf geteilte oder gerissene Luftschläuche prüfen.

Problem:	Die Spirant BAM protokolliert häufige "L"-Stromausfall-Fehler.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> • Der Ausgang der 5 Volt DC-Stromversorgung muss auf 5,25 Volt eingestellt werden. Wenden Sie sich an die Service-Abteilung, um Anweisungen zur Überprüfung oder Einstellung zu erhalten. • Der CHASSIS-Anschluss muss an eine gute Erdung angeschlossen werden. • Versuchen Sie, die BAM an eine computerähnliche USV anzuschließen. • Selbst ein Stromausfall im Bruchteil einer Sekunde führt zu einem "L"-Fehler. Dadurch wird der Probenahmezyklus bis zum Ende der nächsten Stunde unterbrochen. • Lokale HF-Felder hoher Leistung sind nach Möglichkeit zu vermeiden. • Einige Jahrgänge der in der BAM verwendeten DC-Stromversorgung können anfällig für Oxidation an den Kabelbaum-Pins sein, was dazu führen kann, dass die Spirant BAM häufig zurückgesetzt wird. Für bestimmte Einheiten sind möglicherweise Upgrade-Teile erhältlich. Bei aktuellen Stromversorgungen sind die Ausgangskabelbaumdrähte an die Versorgung angelötet. Wenden Sie sich an die Service-Abteilung. • Selten kann es bei einigen älteren 220-Volt-Einheiten zu Rücksetzproblemen kommen, die durch die Steuerleitungen des Smart Heaters innerhalb der BAM verursacht werden. Wenden Sie sich an die Service-Abteilung.

Problem:	Die BAM-Daten zeigen stündlich wiederholte Konzentrationswerte.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> • Bestimmte Fehlerkennzeichen, wie z. B. das "T"-Flag (tape broken), veranlassen die BAM, den letzten bekannten guten Konzentrationswert zu wiederholen, bis der Fehler behoben ist. Überprüfen Sie das Fehlerprotokoll, um etwaige Fehler für diese Stunden zu identifizieren. Dies tritt nur bei Firmware vor R3.6 auf. • Wenn die Einstellung RANGE auf der BAM höher als 2.000mg eingestellt ist, wird die Auflösung des A/D-Systems auf 2 Mikrogramm reduziert. Wenn die Immissionskonzentrationen über mehrere Stunden nicht sehr stark schwanken, dann können die BAM-Daten aufgrund der verlorenen Auflösung wiederholte Werte anzeigen. Lassen Sie den BEREICH auf 1.000 mg eingestellt, es sei denn, es werden sehr hohe Konzentrationen erwartet.
Problem:	Häufige "D"-Membran-Dichtefehler.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> • Dies deutet in der Regel darauf hin, dass die Oberfläche der Membranfolie verschmutzt oder beschädigt ist. Sie kann mit einer Wasserspülung gereinigt werden. Beschädigte Membranen müssen ersetzt werden. • Möglicherweise fährt die Membranbaugruppe nicht vollständig aus oder ein, was dazu führt, dass der Metallteil der Baugruppe die Beta-Partikel teilweise oder vollständig blockiert. Prüfen Sie die Membranbewegung. • Überprüfen Sie, ob die erwartete ABS-Membranmasse mit dem Kalibrierzertifikat übereinstimmt.
Problem:	Wenn die Spirant BAM ausgeschaltet wird, gehen die Einstellungen der Uhr verloren.
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> • Es ist normal, dass die Uhr bis zu 1 Minute pro Monat tickt. • Die Lithiumbatterie BR2032 auf der 3230 Platine muss möglicherweise alle 1-2 Jahre ersetzt werden.
Problem:	Das Filterband bricht während des normalen Betriebs ständig.
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 7.16 beschrieben. • Dies wird manchmal durch eine Fehlausrichtung des "SHUTTLE"-Fotosensors oder der Unterbrecherfahne am Ende des Pendelbalkens innerhalb der BAM verursacht.
Problem:	Auf dem Display erscheint die Meldung "MISSING TEMP PROBE".
Ursache/Lösung:	<ul style="list-style-type: none"> • Die Spirant BAM benötigt einen Umgebungstemperatursensor BX-596 oder BX-592, wenn entweder der KONZERTYP oder der DURCHFLUSSTYP auf IST eingestellt ist. Wenn an Kanal 6 der BAM kein Sensor angeschlossen ist, erscheint diese Meldung. • Wenn die Auto-ID-Leitung vom Temperatursensor nicht funktioniert, identifiziert die BAM den Sensor nicht, was den Alarm auslöst. • Spirant BAM-Einheiten mit Firmware-Teil 3236-2 (nur PM10) können den BX-596 nicht identifizieren.

7.6 Wartung von Düsenkomponenten und Austausch von O-Ringen

Das Spirant BAM-Musterdüsenystem muss regelmäßig überprüft und gewartet werden, um Strömungslecks zu vermeiden. Der primäre Indikator ist, ob sich die Auf-/Abwärtsbewegung der Düse bei der normalen monatlichen Düsenreinigung klebrig oder körnig anfühlt oder ob die Düse beim Absenken nicht vollständig gegen das Band abdichtet, was zu einer Leckage führt. Der O-Ring der Düse muss unter Umständen bei Dauerbetrieb etwa alle zwei Jahre ausgetauscht werden. Dies ist eine einfache Angelegenheit und es sind keine Spezialwerkzeuge erforderlich. Anweisungen zum Austausch des O-Rings finden Sie unten.

Die Probedüse kann auch leicht aus der Spirant BAM zur weiteren Reinigung oder zum Umbau entfernt werden. Dazu ist ein Satz Messing-Einstellplättchen erforderlich, um die Federspannung während des Wiederausbaus einzustellen. Der BAM-Standardwerkzeugsatz BX-308 enthält alle erforderlichen Werkzeuge und Anweisungen. Der Werkzeugsatz BX-310 enthält nur die beiden Unterlegscheiben.

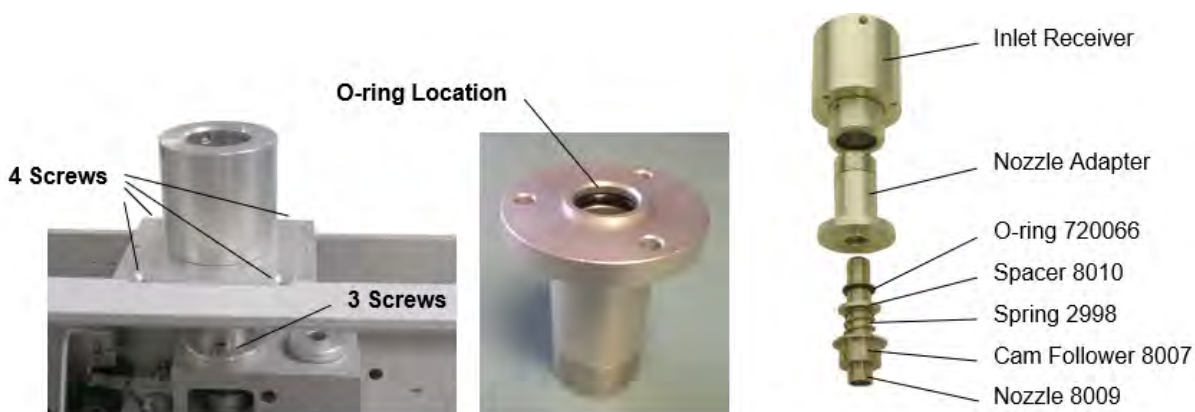


Abbildung 33 – Düsenkomponente und O-Ring

1. Entfernen Sie das Filterband und die Hauptabdeckung des Spirant BAM-Gehäuses. Die Probedüse muss sich in der unteren Position befinden. Senken Sie sie bei Bedarf mit dem Menü TEST > PUMP ab. Heben Sie die Düse mit dem Daumen gegen ihre Feder auf und ab und notieren Sie das Betätigungsgefühl.
2. Entfernen Sie die vier Schrauben (zwei Philips-Schrauben mit flachem Kopf, zwei 9/64"-Sechskantschrauben), mit denen die quadratische Einlass-Empfängerhalterung am BAM-Gehäuse befestigt ist. Heben Sie die Baugruppe von der BAM ab. Es ist nicht erforderlich, die Halterung vom Zylinder des Einlass-Empfängers zu entfernen.
3. Entfernen Sie die drei 9/64"-Sechskantschrauben, mit denen der Düsenadapter oben auf dem Betablock befestigt ist. Ein T-Griff-Sechskantschlüssel ist am einfachsten. Der Düsenadapter kann nun von der Oberseite der Düse abgehoben werden, wodurch die Position des O-Rings sichtbar wird. Reinigen Sie die Oberseite der Düse.
4. Entfernen Sie den O-Ring aus der Nut. Reinigen Sie die O-Ring-Nut und die Innenseite des Düsenadapters gründlich mit Alkohol und Applikatoren mit Wattestäbchen, setzen Sie dann den neuen O-Ring ein und schmieren Sie ihn mit Silikonfett.
5. Prüfen Sie die Auf- und Abbewegung der Düse vor dem Zusammenbau erneut. Wenn sich die Wirkung der Düse glatt anfühlt, setzen Sie den Düsenadapter und die Einlassaufnahme wieder ein. Überprüfen Sie die Düsenwirkung nach jedem Schritt des Wiederausbaus, um eventuelle Bindungen oder Verklebungen zu erkennen. Führen Sie nach Abschluss eine normale Dichtheitsprüfung durch.

6. Optionale weitere Demontage (Distanzscheibensatz erforderlich): Wenn sich die Düsenwirkung bei entferntem Düsenadapter klebrig oder körnig anfühlt, muss die Düse entfernt und die Düse und Buchsen gereinigt werden. Lösen Sie die zwei (oder drei) Stellschrauben im Nockenstößel mit einem 5/64"-Sechskantschlüssel. Die Düse kann nun aus den Buchsen herausgehoben werden. Der Nockenstößel, die Feder und das Distanzstück können von der Vorderseite des Blocks entfernt werden.
7. Reinigen Sie die Düse innen und außen und prüfen Sie die Düsenfläche auf Grate oder Defekte. Reinigen Sie die beiden Messingbuchsenbohrungen mit einem Applikator mit Baumwollspitze. Dies ist auch ein guter Zeitpunkt zum Reinigen und Inspizieren der Bandauflegefahne, da die Düse 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 Buchsenbohrungen aus.
8. Die Düse durch die Bohrung nach unten absenken. Die beiden Messingbleche müssen wie abgebildet positioniert werden, bevor die Stellschrauben zum Festhalten der Düse angezogen werden. Die quadratische Unterlegscheibe muss sich unter der Düsenfläche befinden. Die geschlitzte Unterlegscheibe geht unter den Nockenstößel. Ziehen Sie die Gewindestifte gleichmäßig, jeweils nur leicht, an, um ein Verziehen oder Verkleben der Düse zu vermeiden.
9. Entfernen Sie die Unterlegscheiben und prüfen Sie die Auf- und Abbewegung der Düse, bevor Sie den Düsenadapter und die Einlassaufnahme wieder zusammenbauen. Sie muss sich nach jedem Schritt des Wiederausbaus glatt und gleichmäßig anfühlen. Wenn die Düse immer noch verklebt oder klebt, wenden Sie sich an den technischen Kundendienst.

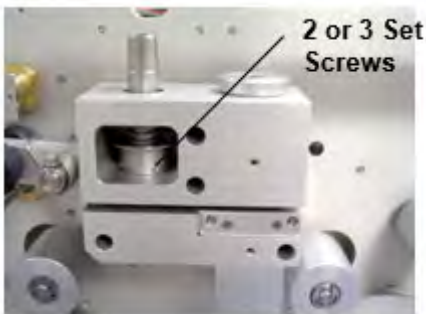


Abbildung 34 – Ausbau der Düse

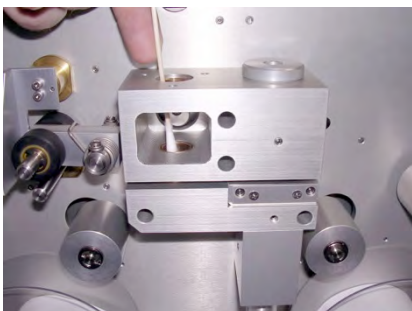


Abbildung 35 – Reinigung der Buchsen



Abbildung 36 – Verwendung von Passplatten für den Zusammenbau

7.7 Durchführen des 72-Stunden-Nullfilter-Hintergrundtests

Alle Spirant BAM-Monitore sollten vor dem ersten Einsatz der Geräte einen Null-Filtertest durchführen lassen, damit gegebenenfalls eine erste BKGD-Einstellung vorgenommen werden kann. Dieser Test sollte periodisch als Teil eines QA/QC-Programms wiederholt werden, dessen Häufigkeit vom Benutzer selbst bestimmt wird.

Wenn die Spirant BAM zum ersten Mal eingerichtet wird, sollten mindestens 48-72 gültige 1-Stunden-Nulltestdatenpunkte gesammelt werden, um den BKGD-Wert genau zu bestimmen. Nachfolgende, periodische Null-Tests können mit weniger 1-Stunden-Werten durchgeführt werden, was jedoch zu einer weniger genauen BKGD-Berechnung führt.

Der anfängliche Null-Test wird verwendet, um das Instrumentengeräusch zu bestimmen (σ) und um zu bestätigen, dass die untere Nachweisgrenze (LLD), die 2σ ist, innerhalb der Spezifikationen liegt. Für einen 8-minütigen Zählzyklus beträgt die LLD $<4,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für einen 1-stündigen Messzyklus und für einen 4-minütigen Zählzyklus beträgt die LLD $<7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der anfängliche Nulltest und alle nachfolgenden Nulltests sollten mit einem 8-minütigen Zählzyklus durchgeführt werden, wenn die Spirant BAM mit einem 8-minütigen Zählzyklus betrieben wird. Die Nullprüfungen sollten mit einem 4-minütigen Zählzyklus durchgeführt werden, wenn die BAM Spirant mit einem 4-minütigen Zählzyklus betrieben wird.

Der anfängliche Null-Filtertest sollte durchgeführt werden, nachdem die BAM Spirant am Messort installiert wurde. Wenn dies nicht durchführbar ist, ist es akzeptabel, den Test so durchzuführen, dass der Monitor vor dem Einsatz auf einem nahe gelegenen Labortisch sitzt.

Wenn die BAM Spirant mit einem "intelligenten Heizgerät" (BX-826 oder BX-827) betrieben werden soll, sollte der Null-Filtertest bei eingeschaltetem intelligenten Heizgerät durchgeführt werden, das jedoch für die Dauer des Tests im "Niedrigleistungsbetrieb" läuft. Der Niedrigleistungsbetrieb wird aktiviert, indem der Parameter FRH CONTROL auf NO gesetzt wird (siehe Abschnitt 0).

Witterungseinflüsse (Regen, Nebel, sehr hohe Luftfeuchtigkeit, hoher Taupunkt usw.) können es manchmal schwierig machen, den Null-Filtertest mit dem im Freien am Überwachungsort montierten Filter durchzuführen. In diesen Situationen sollte die Nullfilter-Baugruppe BX-302 innerhalb des Schutzraumes montiert werden. Ersetzen Sie den Standard-Einlassschlauch durch den kurzen 1,5 Fuß langen Einlassschlauch (dieser Schlauch liegt jeder Spirant BAM zur Probenahme der Raumluft bei). Montieren Sie den Smart-Heizer und die Nullfilter-Baugruppe BX-302 auf diesem kürzeren Rohr im Inneren der Ummantelung.

Die Umgebungstemperatursensoren (BX-592, BX-596 oder BX-597) sollten immer in der gleichen Umgebung platziert werden, aus der die Luft entnommen wird. Wenn der BX-302 im Inneren des Schutzraumes montiert ist, sollte der Umgebungstemperatursensor ebenfalls im Inneren des Schutzraumes angebracht werden.

Es wird empfohlen, die Spirant BAM mindestens 24 Stunden lang zu betreiben, bevor mit dem Null-Filtertest begonnen wird. Eine Leckage- und Durchflusskontrolle sollte durchgeführt werden, bevor mit den folgenden Schritten für den Null-Filtertest fortgefahren wird. Obwohl es nicht notwendig ist, den bestehenden BKGD-Wert zum Zweck der Durchführung des Null-Tests auf 0 zurückzusetzen, wird dadurch das Risiko einer Fehlberechnung minimiert.

1. Rufen Sie das Menü EINSTELLUNGEN > KALIBRIEREN auf.
 - a. Zeichnen Sie den vorhandenen BKGD-Wert auf und ändern Sie ihn dann in 0,0000 (optional).
 - b. Notieren Sie den Typ Conc und setzen Sie ihn auf Actual, wenn dies nicht der Fall ist.
 - c. Notieren Sie den Bewegungstyp und setzen Sie ihn auf Actual, wenn dies nicht der Fall ist.
 - d. Speichern Sie und kehren Sie zum Hauptmenü zurück.
2. Die Nullfilter-Baugruppe BX-302 oben auf dem Einlassrohr installieren.

Hinweis: Wenn es erforderlich ist, kann sich die Nullfilter-Baugruppe BX-302 innerhalb des Schutzraumes befinden, um das Ansaugen von Wasser durch den Nullfilter zu vermeiden.

3. Lassen Sie die Spirant BAM 48-72 aufeinanderfolgende Stunden lang beproben, wobei die Aufwärmzeit für den anfänglichen Null-Test nicht mitgerechnet wird. Damit der Null-Test gültig ist, sollten weder während der Aufwärmphase noch während der 48-72-stündigen Probenahmezeit Fehler protokolliert werden. Für nachfolgende Null-Tests kann der Benutzer beschließen, weniger gültige Datenpunkte (wie z.B. 24) zu verwenden.
4. Berechnen Sie den Mittelwert der stündlichen Spirant BAM-Konzentrationen auf 0,1 µg/m³ genau. Der neue BKGD-Wert ist das Negative dieses Mittelwertes. Wenn zum Beispiel der Mittelwert der Datenprobe 0,0021 mg (2,1 mg) beträgt, ist der korrekte BKGD-Wert -0,0021. Zeichnen Sie den neuen BKGD-Wert auf.

Hinweis: Wenn die Spirant BAM zum ersten Mal eingesetzt wird, ersetzen Sie die werkseitig eingestellte BKGD durch den neuen BKGD-Wert. Da Ecotech Instruments den anfänglichen Werksnulltest ohne eingeschaltete intelligente Heizung durchführt, kann der vom Endbenutzer durchgeführte anfängliche Nulltest von diesem Wert abweichen, wenn der Endbenutzer während des Tests eine intelligente Heizung verwendet hat.

5. Berechnen Sie die Standardabweichung der Stichprobe (STDEV auf MS Excel) auf den nächsten 0,1 µg/m³. Bestätigen Sie, dass die LLD der Spirant BAM dem werkseitig angegebenen Wert entspricht.

Hinweis: Ältere nicht FEM-kompatible Einheiten erfüllen diese Lärmspezifikationen möglicherweise nicht.

6. Wenn die Ergebnisse des Nulltests anzeigen, dass der LLD-Wert des Instruments höher ist als der werkseitig angegebene Wert oder dass sich der BKGD-Wert seit dem letzten Feld- (nicht werkseitigen) Null-Filtertest um mehr als 2 µg/m³ geändert hat, wiederholen Sie den Null-Filtertest. Wenn das Problem weiterhin besteht, wenden Sie sich an das Werk.
7. Geben Sie den neuen BKGD-Wert im Menü EINSTELLUNG > KALIBRIEREN auf der Spirant BAM ein. Stellen Sie ggf. die CONC- und FLOW-Typ-Einstellungen auf ihre Konfiguration vor dem Test zurück. Speichern Sie und kehren Sie zum Hauptmenü zurück.
8. Stellen Sie die FRH-Steuerung wieder auf JA, um den Energiesparmodus zu verlassen. Speichern und zum Hauptmenü zurückkehren.
9. Nehmen Sie den normalen Betrieb wieder auf oder fahren Sie mit weiteren Tests fort, falls erforderlich.

7.8 Das TEST-Menüsystem - Überblick

Die folgenden Unterabschnitte enthalten Informationen zur Durchführung von diagnostischen Prüfungen an den Spirant BAM-Subsystemen unter Verwendung der TEST-Menüs. Die meisten dieser Tests dienen nur der Fehlersuche und sind bei ordnungsgemäß funktionierenden Einheiten nicht erforderlich. Das TEST-Menüsystem wird über den Softkey TEST aus dem Hauptmenü aufgerufen und ist unten dargestellt. Diese Bildschirme werden zur Durchführung von Kalibrierungen und Prüfungen verschiedener Sensoren sowie für einige fortgeschrittene Diagnosen zur Behebung von Ausfällen und Fehlern verwendet.

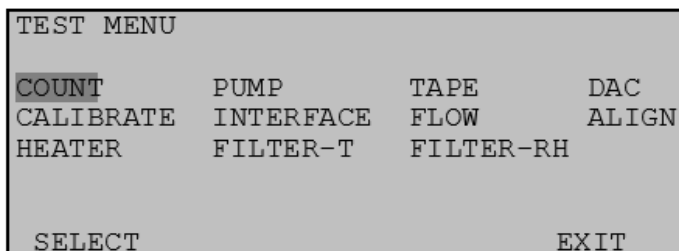


Abbildung 37 – Das TEST-Menü

7.9 Menü COUNT-Test - Beta-Detektor-Zähltests

Der Bildschirm TEST > COUNT erlaubt es dem Benutzer, die Funktion des Beta-Detektors und der Beta-Quelle getrennt von den restlichen mechanischen oder Strömungsvorgängen zu überprüfen. Jeder Zählungstest dauert 4 Minuten und zeigt die Anzahl der gezählten Beta-Partikel an, während sie sich ansammeln. Die endgültige Gesamtsumme der Zählung bleibt nach Abschluss der Zählung auf der Anzeige, und bis zu sechs Zähltests können gleichzeitig auf dem Bildschirm angezeigt werden. Zähltests werden normalerweise mit einem sauberen Abschnitt des Filterbandes zwischen der Quelle und dem Detektor durchgeführt, wie im Normalbetrieb.

Der Softkey GO wird gedrückt, um einen neuen vierminütigen statischen Zähltest zu starten. Der COUNT-Wert auf dem Bildschirm beginnt sofort schnell zu zählen, wenn der Detektor betriebsbereit und frei von Hindernissen ist. Typische Vier-Minuten-Zählwerte durch sauberes Filterband liegen zwischen 600.000 und 1.100.000 Zählungen. Die Gesamtzahl der Zählungen ist niedriger, wenn die Membran ausgefahren ist. Nach vier Minuten stoppt die Zählung und wartet, bis der Bediener eine weitere Zählung oder EXIT auslöst.

Der M-Wert auf dem Bildschirm zeigt an, ob die Membran während der Zählperiode ausgefahren (Y) oder zurückgezogen (N) wurde. Die Softkeys MEMBRN und NO MEMBRN können verwendet werden, um die Spannmembranfolie vor einem Zähltest manuell auszudehnen oder zurückzuziehen, falls gewünscht.

Dunkle Count Tests: Ein Stahlplättchen wie Ecotech 7438 kann zwischen der Beta-Quelle und dem Detektor platziert werden, um einen Dunkelzählungstest durchzuführen. Die Unterlegscheibe blockiert alle Beta-Teilchen, und es erscheinen nur Zählungen, die durch Rauschen oder kosmische Strahlung erzeugt werden. Der Gesamtwert der vierminütigen Dunkelzählung sollte weniger als 10 Zählungen betragen. Wenn der Gesamtwert mehr als 50 Zählungen beträgt, wenden Sie sich an den technischen Dienst.

7.10 Menü PUMP-Test - Manuelle Pumpen- und Düsentests

Der Bildschirm TEST > PUMP wird zur Durchführung von Dichtheitsprüfungen verwendet. Er kann auch verwendet werden, um die Pumpe manuell ein- und auszuschalten oder um die Düse manuell zu bewegen.

Hinweis: Die BAM reguliert den Durchfluss auf den Sollwert von 16,70 l/min, aber die auf diesem Bildschirm angezeigte Durchflussrate ist unkorrigiert und immer unter Standardbedingungen, auch wenn die BAM im tatsächlichen Durchflussmodus arbeitet. Aus diesem Grund sollten mit diesem Bildschirm keine Durchflussaudits oder -kontrollen durchgeführt werden! Veraltete Spirant BAM-Einheiten mit manuellem Durchflussventil wurden mit diesem Bildschirm kalibriert.

```
NOZZLE/PUMP EST MODE
NOZZLE:
FLOW:    16.67 SLPM  PUMP:  ON
MOVE NOZZLE  PUMP ON  PUMP OFF  EXIT
```

Abbildung 38 – Der Bildschirm PUMP-Test

Der Statuswert NOZZLE zeigt an, ob die Düse derzeit UP (5) oder DOWN (6) ist. Der Statuswert PUMPE zeigt an, ob die Pumpe ON oder OFF geschaltet ist. Der FLOW-Wert ist die aktuelle Durchflussrate, die nur in Standardlitern pro Minute (25C) angezeigt wird.

Der Softkey DÜSE BEWEGEN kann verwendet werden, um die Düse zu Testzwecken nach oben oder unten zu drücken. Die verstrichene Zeit beträgt etwa 5 Sekunden. Wenn die Pumpe eingeschaltet ist, ist dieser Vorgang deaktiviert.

Die Softkeys PUMPE ON und PUMPE OFF können zum Ein- und Ausschalten der Vakuumpumpe verwendet werden. Die Düse wird automatisch abgesenkt, wenn die Taste PUMPE ON gedrückt wird.

7.11 TAPE-Test-Menü - Manuelles Filtern von Vorwärts-/Rückwärtstests

Das Menü TEST > TAPE ermöglicht es dem Benutzer, das Filterband manuell in Schritten von 12,5 mm "Fenstern" vorwärts oder rückwärts zu bewegen. Dies ist nützlich, um die ersten paar Umdrehungen einer neuen Bandrolle aufzuspulen, um den Bandtransportmechanismus zu testen oder um Bandpunkte für Durchfluss- oder Zähltests zu wechseln. Die Düse wird bei Bedarf automatisch angehoben, und das Band braucht einige Sekunden, um jedes Fenster zu bewegen.

Der "X"-Wert ist die Anzahl der bei der letzten Bewegung bewegten Fenster. Diese Zahl ist negativ, wenn die letzte Bewegung rückwärts erfolgt ist.

Der "FEED"-Wert ist die Anzahl der Bandfenster, die Sie bewegen möchten. Verwenden Sie die Pfeiltasten nach oben/unten, 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.

7.12 DAC-Test-Menü - Analogausgangstest

Der Bildschirm TEST > DAC wird verwendet, um die Funktion der analogen Ausgangsspannung und der DAC-Elektronik (Digital/Analog-Wandler) zu testen. Verwenden Sie die Auf-/Ab-Pfeiltasten, um die Spannung auf einen beliebigen Wert zwischen 0,000 und 1,000 Volt (0,100V-Schritte) zu zwingen. Die entsprechende Spannung an den VOLT OUT +/- Anschlüssen auf der Rückseite der Spirant BAM sollte immer innerhalb von $\pm 0,001$ Volt übereinstimmen. 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 an die Serviceabteilung.

Hinweis: Diese Funktion ist kritisch für alle Benutzer von externen analogen Datenloggern. Messen Sie die Spannung auf dem ganzen Weg zum Eingang Ihres Datenloggers. Jedes Millivolt Fehler ist ein Mikrogramm Fehler! Stellen Sie sicher, dass der Logger die Spannung korrekt skaliert. In den meisten Fällen sollte 0.000V auf -0.015mg und 1.000V auf 0.985mg skaliert werden. Siehe Abschnitt 6.2.

7.13 Testmenü CALIBRATE - Spannmembran-Massentests

Der Bildschirm TEST > CALIBRATE dient zur Durchführung von Tests der Überprüfung der Spannweite der Referenzmembran, die automatisch bei jedem Probenzyklus erfolgt. Dieser Test kann durchgeführt werden, wenn die Spirant BAM D-Fehler protokolliert hat. Jede Spirant BAM hat eine einzeln gewogene Membran, und diese Masse (m) wird während dieses Tests gemessen und angezeigt. Vergleichen Sie den Wert aus diesem Test mit dem ABS-Wert auf dem Kalibrierungsblatt für Ihr Gerät. Die Werte müssen innerhalb von 5% übereinstimmen und werden typischerweise innerhalb von nur wenigen Mikrogramm übereinstimmen. Falls nicht, ist die häufigste Ursache eine verschmutzte Membranfolie, die sorgfältig mit Dosenluft oder sauberem Wasser gereinigt werden kann. Alkohol wird nicht verwendet, da er einen Film hinterlässt. CD-Reiniger funktioniert gut bei stark verschmutzten Membranen.



VORSICHT

Die Spannmembranfolie besteht aus einer dünnen Polyesterfolie und ist zerbrechlich. Bei Beschädigung muss sie ersetzt werden. Wenden Sie sich für Anweisungen zum Austausch an die Serviceabteilung.

CALIBRATION MODE		
REF MBRN:	<	
COUNT (I ₀):	634000	
COUNT (I):	556234	
CAL MASS M:	0.801 mg/cm ²	
START	STOP	EXIT

Abbildung 39 – Der CALIBRATE-Testbildschirm

Der REF MBRN-Wert gibt an, ob die Referenzmembran derzeit aus dem Beta-Partikelpfad ausgefahren (>) oder zurückgezogen (<) ist.

Der COUNT (I₀)-Wert ist die gesamte 4-minütige Betazählung nur durch das Filterband.

Der COUNT (I)-Wert ist die gesamte 4-Minuten-Betazählung sowohl durch den Filter als auch durch die Membran und ist immer kleiner als die I₀-Zählung.

Der CAL MASS M-Wert ist die gemessene Masse der Folie, die aus den beiden Zählwerten abgeleitet wird.

Der Softkey START startet den Testzyklus. Die Zählung beginnt sofort. Nach 4 Minuten stoppt die I₀-Zählung, die Membran fährt aus, und die I-Zählung beginnt. Am Ende des Tests stoppt die Zählung und die Masse der Membran wird berechnet. Die insgesamt verstrichene Zeit beträgt etwa 8,1 Minuten pro Test.

7.14 Menü SCHNITTSTELLEN-Test - Relais-E/A-Kanaltests

Der Bildschirm TEST > INTERFACE dient zum Testen der Relais-Ein- und Ausgänge auf der Rückseite der Spirant BAM. Die beiden Eingänge TELEM FAULT und EXT RESET werden getestet, indem das entsprechende Signal an die Klemmen an der BAM angelegt und dann überprüft wird, ob sich der Wert auf diesem Bildschirm als Reaktion darauf ändert.

Die Relaisausgänge TAPE FAULT, FLOW FAULT, INVALID DATA, MAINTENANCE, RELAY 1 und RELAY 2 werden getestet, indem sie mit den Pfeiltasten ON oder OFF geschaltet werden und dann verifiziert wird, dass die Kontaktschlussausgänge an den Klemmen auf der Rückseite der BAM entsprechend mit einem Ohm-Meter reagieren. Der alte RANGE-Relaisausgang wird nicht mehr unterstützt.

7.15 FLOW-Test-Menü

Auf dem Bildschirm TEST > FLOW werden die wichtigen Durchfluss-Audits, Kontrollen und Kalibrierungen an der Spirant BAM durchgeführt. Siehe Abschnitte 5.4 und 5.5. Dieser Bildschirm ist auch für die Überprüfung der Sensoren für Umgebungstemperatur und barometrischen Druck sowie für Pumpenkapazitäts- und Durchflussreglertests nützlich.

7.16 ALIGN-Testmenü - Bandtransport-Motor- und Photosensor-Tests

Das Menüsystem TEST > ALIGN dient in erster Linie zum Testen der neun Fotosensoren, die die gesamte mechanische Bewegung in der Spirant BAM-Bandtransporteinheit überwachen. Dies ist nützlich, wenn die Spirant BAM einige der Selbsttestparameter nicht bestanden hat. Die Funktion der sechs ALIGN-Untermenüs werden in diesem Abschnitt beschrieben.

Hinweis: Das Filterband sollte während dieser Tests entfernt werden, da viele dieser Funktionen das Band brechen werden.

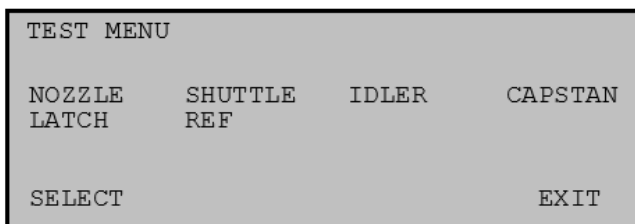


Abbildung 40 – Das Menü TEST > ALIGN

NOZZLE: Dieser Bildschirm testet die beiden Düsen-Fotosensoren und den Düsenmotor. Verwenden Sie die Softkeys AUF und AB, um die Düse zu bewegen und den Status der Fotosensoren S4 und S5 auf dem Bildschirm zu überwachen.

SHUTTLE: Dieser Bildschirm testet den Fotosensor, der die Position des Shuttle-Strahls überwacht (die beiden äußeren Bandrollen, die sich zusammen bewegen). Der Status des Fotosensors S7 sollte nur dann auf ON wechseln, wenn der Strahl ganz nach rechts bewegt wird. Der Shuttle muss für diesen Test von Hand bewegt werden. Es fährt auf einem Kugelschlitten und ist nicht motorgetrieben.

IDLER: Dieser Bildschirm testet die Fotosensoren, die die Position des rechtsseitigen federbelasteten Bandspanners überwachen. Der Spanner muss von Hand bewegt werden. Wenn sich der Spanner unter seinem Federdruck in der äußersten linken Position befindet, sollten beide Fotosensoren S6 und S1 ausgeschaltet sein. Wenn der Spanner in die Mitte seines Weges bewegt wird, sollten die Fotosensoren S1

auf ON und S6 auf OFF stehen. Wenn sich der Spanner in der äußersten rechten Position befindet, sollten S1 und S6 beide auf ON stehen. Dies sind die Sensoren, die den Bandriss und die Bandspannung überwachen. Die linke Spannerbaugruppe hat keine Fotosensoren.

CAPSTAN: Dieser Bildschirm testet den Fotosensor, der die Drehung des Capstanwellenmotors überwacht. Dies ist die Welle unter den Gummiklemmrollen, die das Filterband vorwärts und rückwärts antreibt. Drücken Sie den Soft-Key ADVANCE, um die Capstan gegen den Uhrzeigersinn zu drehen, und den Soft-Key BACKUP, um im Uhrzeigersinn zu drehen. Die Welle sollte sich jedes Mal um eine halbe Umdrehung drehen. Der Fotosensor S8 sollte sich einschalten, um die Welle bei jeder halben Umdrehung anzuhalten, und wird ausgeschaltet, während sich die Welle dreht. Es ist hilfreich, eine Tintenmarkierung auf das Ende der Welle zu setzen, um die Drehung zu beobachten.

LATCH: Dieser Bildschirm zeigt den Status der Quetschwalzenverriegelung an. Wenn die Walzen in der Position AUF verriegelt sind, sollte S9 auf EIN stehen. S9 sollte auf AUS stehen, wenn die Verriegelung gelöst ist.

REF: Dieser Bildschirm prüft die beiden Fotosensoren, die die Position der Referenzmembranbaugruppe überwachen. Wenn der Softkey EXTEND gedrückt wird, sollte die Membran ausfahren und der Fotosensor S2 sollte EIN und S3 AUS sein. Wenn der Softkey ABZIEHEN gedrückt wird, sollte sich die Membran ausfahren, und der Photosensor S2 sollte AUS und S3 EIN sein. Es dauert einige Sekunden, bis sich die Membran bewegt.

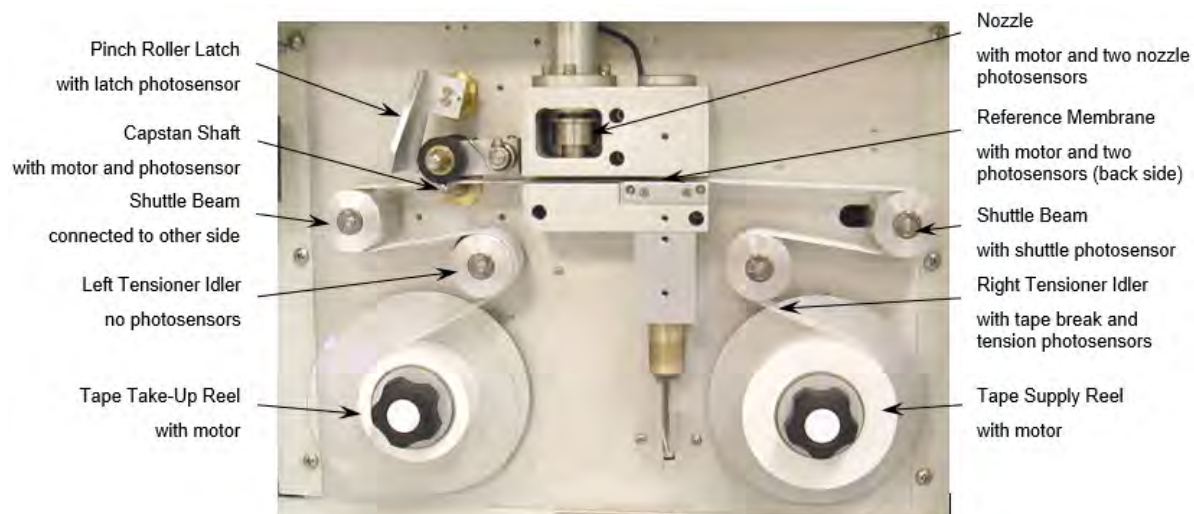


Abbildung 41 – Band-Transport-Baugruppe

7.17 Menü HEATER Test

Der Bildschirm TEST > HEATER wird verwendet, um die intelligente Heizung zu Testzwecken auf ON oder OFF zu schalten. Die Heizung braucht mehrere Minuten, um sich merklich aufzuheizen oder abzukühlen. Beim Verlassen des Bildschirms schaltet sich das Heizgerät automatisch wieder aus.

7.18 FILTER-T Test Menu - Filter Temperature Sensor Tests

Der Bildschirm TEST > FILTER-T wird zur Überprüfung oder Kalibrierung des Filtertemperatursensors verwendet, der sich im Luftstrom unter dem Filterband befindet. Wenn dieser Bildschirm aufgerufen wird, hebt die BAM automatisch die Düse an und schaltet die Pumpe ein. Auf diese Weise kann die Raumluft den Filtertemperatursensor ausbalancieren. Lassen Sie die Pumpe mindestens 5 Minuten laufen, damit sich der

Sensor ausbalancieren kann. Wenn der Filter vollständig im Gleichgewicht ist, sollte die Filtertemperatur innerhalb von +/- 1 °C mit der Umgebungstemperatur übereinstimmen. Um ihn zu kalibrieren, geben Sie die Umgebungsraumtemperatur von Ihrem Referenzstandard in das Feld REFERENCE ein und drücken Sie den Softkey CALIBRATE. Der Softkey RESET kann verwendet werden, um bei Schwierigkeiten zu den Standardkalibrierungen zurückzukehren und neu zu beginnen.

Hinweis: Kalibrieren Sie diesen Sensor niemals, wenn der BAM-Eingangsheizer vor kurzem in Betrieb war. Die Heizung bewirkt, dass dieser Sensor höher misst als die Umgebung. Siehe die Hinweise zum Abgleichen oder Entfernen des Filter-RH-Sensors für Kalibrierungen weiter unten.

7.19 Menü FILTER-RH Test - Filter-Feuchtesensor-Test und -Kalibrierung

Der Bildschirm TEST > FILTER-RH wird verwendet, um den Sensor für die relative Luftfeuchtigkeit des Filters, der sich im Luftstrom unter dem Filterband befindet, zu prüfen oder zu kalibrieren. Der Sensor misst die rF der Probenluft, um das intelligente Einlassheizsystem zu steuern, das je nach Bedarf nach oben oder unten dreht, um die Probe in der Nähe oder unter dem rF-Sollwert zu halten. Siehe Abschnitt 0. Der Filter-RF-Sensor (Teil 9278) sollte bei richtiger Ausbalancierung mit der Umgebungs-RF innerhalb von +/- 4% übereinstimmen. Wenn der Sensor ausfällt, zeigt er normalerweise etwas Unmögliches wie -25% oder 135% RH an.

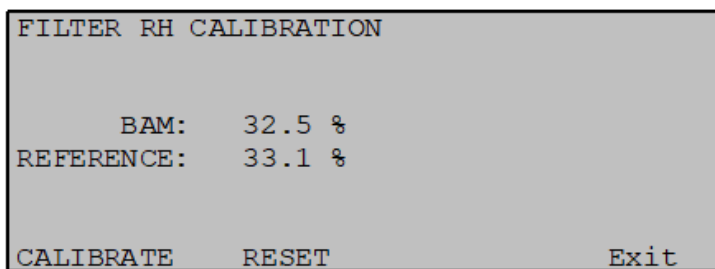


Abbildung 42 – Der FILTER RH Testbildschirm

Wichtige Äquilibrationshinweise: Es ist schwierig, eine Umgebungs-RF-Messung effektiv mit dem Filter-RF-Messwert zu korrelieren, da die BAM eine gewisse Eigenerwärmung durch den Smart Heater hat, die bewirkt, dass der Filtersensor deutlich niedriger als die Umgebungs-RF misst. Aus diesem Grund ist es normalerweise am besten, die werksseitige Standardkalibrierung in Ruhe zu lassen, es sei denn, Sie haben eindeutige Beweise dafür, dass sie kalibriert werden muss. Wenn der Filter-RF-Sensor kalibriert wird, ohne dass er zuvor vollständig mit der Umgebung abgeglichen wurde, führt dies zu einem großen künstlichen Offset.

Zum Beispiel: Die Umgebungs-RF beträgt 50%, aber der Filter-RF-Sensor zeigt aufgrund der Eintrittswärme 20% an. Wenn die Kalibrierung des Filtersensors so eingestellt wird, dass sie mit 50% übereinstimmt, führt dies zu einem Versatz von +30% zu allen RH-Messwerten. 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 reguliert, wenn sie es tatsächlich tut. Darüber hinaus läuft der Einlassheizer möglicherweise mit voller Leistung und versucht, eine Regelung auf den Sollwert zu erreichen.

Um den Sensor ins Gleichgewicht zu bringen, ohne ihn aus dem Probenstrom zu entfernen: Rufen Sie den Bildschirm TEST > FILTER RH auf. Die BAM hebt die Düse an und schaltet die Pumpe ein, um Raumluft am RH-Sensor vorbei zu ziehen. Ziehen Sie den Stecker der Einlassheizung ab und lassen Sie die BAM vollständig auf Raumbedingungen abkühlen. Dies kann eine Stunde oder länger dauern. Positionieren Sie Ihr RH-Auditgerät während der Kalibrierung so nahe wie möglich an der BAM-Probendüse.

So entfernen Sie den Sensor zur Kalibrierung aus dem Durchflusssystem: Ziehen Sie den Stecker der Einlassheizung ab und entfernen Sie die BAM-Gehäuseabdeckung. Entfernen Sie den schwarzen 3-Port-Kompressionsverteiler aus dem Durchflusspfad. Er befindet sich unter dem Düsenmotor und hält die beiden Filtersensoren. Dies geht am einfachsten mit dem Werkzeug 9627 aus dem Werkzeugsatz BX-308. Lassen Sie die Sensoren auf der Leiterplatte eingesteckt. Berühren Sie das RH-Sensorelement nicht, da es ESD-empfindlich ist. Bewegen Sie den Sensorverteiler von der BAM weg, so dass ein genauer RH-Umgebungswert erzielt werden kann. Rufen Sie das Menü TEST > FILTER-RH auf und lassen Sie den Sensor mindestens fünf Minuten lang ausbalancieren, dann vergleichen Sie den RH-Wert der BAM auf dem Display mit Ihrem RH-Referenzgerät. Um den Sensor zu kalibrieren, geben Sie den Referenzwert in die BAM-Anzeige ein und drücken Sie CAL, um den BAM-Wert entsprechend zu ändern.

Mit der RESET-Taste können alle vorherigen Feldkalibrierungen vom Sensor entfernt und die werkseitige Standardkalibrierung wiederhergestellt werden. Drücken Sie nach dem RESET nicht die CAL-Taste, sonst wird der Wert im Feld REFERENZ kalibriert, der sich gerade im Feld befindet.

8. Externes Datenlogger-Schnittstellensystem

Dieser Abschnitt beschreibt die Konfiguration der Spirant BAM für die Arbeit mit einem separaten, externen Datenlogger. Die Spirant BAM liefert eine analoge Konzentrationsausgangsspannung zusammen mit einer Taktsynchronisationseingangsfunktion, die es dem Gerät ermöglicht, mit vielen analogen Datenloggern zu arbeiten. Die digitalen Datenausgänge des Spirant BAM können auch mit digitalen Datenloggern oder automatischen digitalen Datenerfassungssystemen erfasst werden. In jedem Fall speichert das Spirant BAM-interne digitale Datenerfassungssystem nach wie vor das gesamte Datenfeld, das periodisch gesammelt werden kann.

Dieser Abschnitt beschreibt die Spirant BAM-Konfigurationen, die für externe Datenlogger erforderlich sind. Konsultieren Sie Ihre Datenlogger-Dokumentation für die spezifischen Konfigurationsanforderungen für Ihr Modell. Ecotech Instruments kann auch technische Bulletins zur Verfügung stellen, die eine Beispielprogrammierung für einige der gängigsten Datenloggertypen beschreiben.

8.1 Analoges Ausgangskonzentrationssignal

Der Spirant BAM-Analogausgangstyp 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 Ausgangs, wie in der nachstehenden Tabelle dargestellt. Der 1-Volt-Spannungsausgang wird fast ausschließlich für analoge Datenaufzeichnungsanwendungen verwendet.

SCHALTER	ON	OFF
SW1	0-10 vdc	0-1 vdc
SW2	4-20mA	0-16mA
SW3	Nicht verwendet	Nicht verwendet
SW4	Nicht verwendet	Nicht verwendet

Wichtiger Hinweis: Die Skala der Ausgangsspannung der Spirant BAM wird durch die Einstellung von RANGE und OFFSET bestimmt. Siehe Abschnitt 6.2. In den meisten Anwendungen, bei denen der OFFSET auf -0,015 und der BEREICH auf 1,000 mg eingestellt ist, wird der Analogausgang der Spirant BAM so skaliert, dass 0,000v bis 1,000v gleich -0,015 mg bis 0,985 mg ist. Es ist wichtig, dass Ihr analoger Datenlogger-Eingang so programmiert ist, dass er diese Spannung korrekt skaliert, da sonst ein erheblicher Datenversatzfehler auftritt! Die digitalen Daten der BAM sollten periodisch mit den analogen Loggerdaten verglichen werden, um eine korrekte Loggerskalierung zu gewährleisten. Darüber hinaus sollte der BAM-Ausgangsspannungs-DAC wie in Abschnitt 7.12 beschrieben getestet werden, um sicherzustellen, dass die tatsächliche Ausgangsspannung der BAM mit der erwarteten Spannung übereinstimmt.

Analoge Fehlerkodierung: Der Analogausgang ist der einzige Spannungskanal, der zwischen der Spirant BAM und dem Datenlogger zur Verfügung steht, so dass alle von der BAM erzeugten Fehler mit dem gleichen Spannungssignal gemeldet werden. Die Spirant BAM setzt den Analogausgang auf den Vollausschlag, wenn ein kritischer Fehler die Messung einer gültigen Konzentration verhindert. Optional kann sie die Spannung als Reaktion auf andere unkritische Alarmer wie in Abschnitt 6.5 beschrieben auf den Skalenendwert setzen. Der externe Datenlogger sollte so programmiert werden, dass er den Skalenendwert als Fehler und nicht als gültige Konzentration erkennt. Diese Methode wird verwendet, weil es selten vorkommt, dass ein tatsächlicher Konzentrationsmesswert den Bereich der Spirant BAM überschreitet, und wenn dies der Fall ist, sollte er ohnehin als ungültiger Datenpunkt gemeldet werden. Die in der BAM gespeicherten digitalen Datenwerte sind immer unbeeinflusst und verfügbar, wenn der Alarm unkritisch war und die stündliche Konzentrationsmessung nicht verhindert hat.

8.2 Modus-Option für analoge Datenerfassung

Während eines Standard-Messzyklus der Spirant BAM wartet die Spirant BAM auf den Beginn der neuen Stunde, bevor sie den Analogausgang so einstellt, dass er die gerade beendete Stundenkonzentration darstellt. Bei einigen Typen von Datenloggern muss der Konzentrationswert jedoch vor Beginn der neuen Stunde verfügbar sein, sonst werden die Daten in der falschen Stunde gespeichert. Die Spirant BAM hat einen speziellen EARLY-Zyklusmodus (im Menü SETUP > INTERFACE), der bewirkt, dass die Spirant BAM die Messung einige Minuten früher beginnt und beendet, um die Konzentrationsspannung für die letzten fünf Minuten der gerade abgetasteten Stunde auszugeben. Der Datenlogger muss so programmiert werden, dass dieser Wert während des Fensters abgelesen wird. Wegen des kritischen Zeitverhaltens muss die Uhr der Spirant BAM mit der Uhr des Datenloggers über die unten beschriebenen EXT-RESET-Eingänge synchronisiert werden. Im Folgenden wird das Timing der Modi STANDARD und EARLY beschrieben.

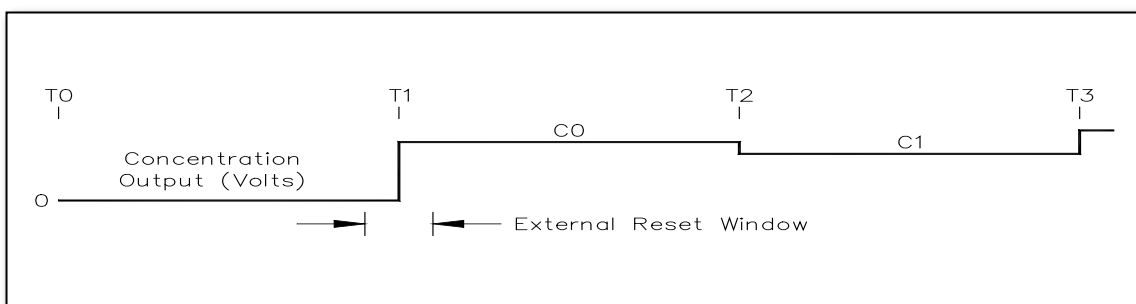


Abbildung 43 – Beispiel für einen STANDARD-Zyklus

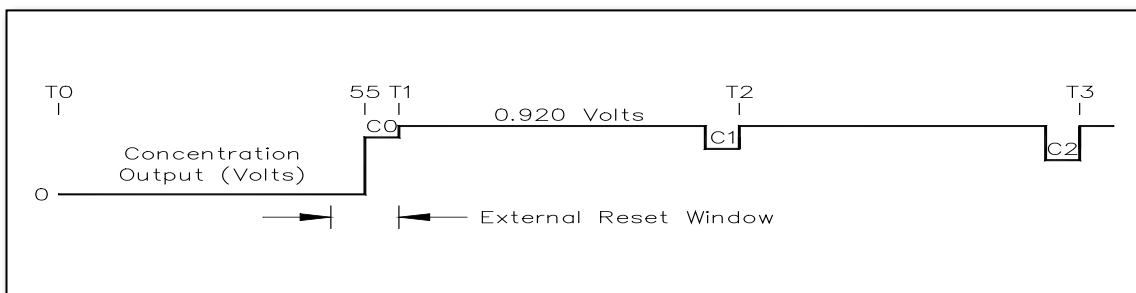


Abbildung 44 – Beispiel für den EARLY-Zyklus

Analoge Ausgangspegel

C0 stellt den Konzentrationsausgangspegel dar, der von der Zeit T0 bis T1 gemessen wird, wobei die T-Etiketten den oberen (Anfang) einer Stunde (z.B. 12:00:00) darstellen. Wie Sie sehen können, ist die Konzentrationsspannung C0 für den Standardzyklus für die gesamte nächste Stunde nach der Messung vorhanden. Im Frühmodus ist die C0-Spannung für die aktuelle Stunde nur für die letzten 5 Minuten der gerade abgetasteten Stunde (Minute 55 bis 60) vorhanden, und alle anderen Zeiten ist die Konzentrationsausgangsspannung auf 0,920 Volt festgelegt.

Externe Rücksetzfenster

Ein externes Reset-Signal kann verwendet werden, um den Spirant BAM-Takt mit dem Datenlogger zu synchronisieren. Im Standardmodus beträgt das externe Rücksetzfenster plus oder minus 5 Minuten um den Beginn der Stunde, aber im Frühmodus liegt das externe Rücksetzfenster nur zwischen Minute 50 und

60. Die BAM-Uhr wird nicht zurückgesetzt, wenn der vorhergehende Zyklus die I3-Zählung nicht beendet hat, und ein "E"-Alarm wird protokolliert. Siehe Abschnitt 7.2.

Standardmodus-Uhr zurückgesetzt:

- Minute 0 to 5: Durch ein externes Reset-Signal wird die Uhr der BAM auf 00:00 Uhr der aktuellen Stunde zurückgestellt. Wenn ein Zyklus bereits begonnen hat, wird er fortgesetzt. Es tritt kein Fehler auf, da genügend Zeit zur Verfügung steht, um den Zyklus abzuschließen.
- Minute 5 to 55: Ein externes Reset-Signal hat keine Wirkung. Das Fehlerprotokoll enthält das Datum und die Uhrzeit des Versuchs, den "E"-Alarm zurückzusetzen.
- Minute 55 to 60: Wenn nach einem abgeschlossenen Zyklus (Ruhezustand) ein externer Reset erfolgt, tritt kein Fehler auf. Die Uhr wird auf 00:00 Uhr der nächsten Stunde vorgestellt und ein neuer Messzyklus beginnt.

EARLY Mode Clock Resets:

- Minute 55 to 60: Das externe Rücksetzsignal stellt die Uhr auf die Minute 55:00 der aktuellen Stunde zurück. Zu diesem Zeitpunkt beginnt ein neuer Messzyklus. Wenn ein Zyklus bereits begonnen hat, wird er fortgesetzt. Es tritt kein Fehler auf, da genügend Zeit zur Verfügung steht, um den Zyklus abzuschließen.
- Minute 0 to 50: Das externe Rücksetzsignal hat keine Wirkung. Das Fehlerprotokoll enthält Datum und Uhrzeit des Versuchs, den "E"-Alarm zurückzusetzen.
- Minute 50 to 55: Wenn nach einem abgeschlossenen Zyklus (Ruhezustand) ein externer Reset erfolgt, tritt kein Fehler auf. Die Uhr wird auf die Minute 55:00 der aktuellen Stunde voreingestellt und ein neuer Messzyklus beginnt.

8.3 Telemetrie und Fehlerrelais

Zusätzlich zur analogen Ausgangsspannung sind auf der Rückseite der Spirant BAM mehrere Ein- und Ausgangsrelaisanschlüsse vorhanden. Diese können an einen externen Datenlogger als zweite Methode zur Anzeige von Alarmen zwischen der BAM und dem Logger angeschlossen werden, aber in der Praxis werden die meisten dieser Relais-Telemetrieanschlüsse nur selten verwendet. Die Funktion der einzelnen Ein- und Ausgänge wird nachstehend beschrieben.

Hinweis: Ein Kontakt-Schließungs-Eingang zur Spirant BAM wird erreicht, indem die beiden Klemmen an diesem speziellen Eingang zusammen kurzgeschlossen werden, normalerweise mit einem Relais am externen Datenlogger. Der Datenlogger sollte an die Klemmen keine Spannung anlegen. Die Kontakt-Schließungs-Ausgänge der BAM Spirant werden dadurch erreicht, dass die BAM Spirant die beiden Klemmen zusammen mit einem internen Relais kurzschließt, ohne dass Spannung oder Strom an die Klemmen angelegt wird. Der externe Datenlogger muss dann die Schließung erfassen. Die Kontakte sind auf 100VDC, max. 0,5A ausgelegt. Normalerweise-Offen bedeutet, dass die Relaiskontakte nicht miteinander kurzgeschlossen werden, es sei denn, eine bestimmte Bedingung tritt ein, während Normal-Geschlossen bedeutet, dass die Relaiskontakte kurzgeschlossen werden, bis die Bedingung eintritt, dann öffnen sie.

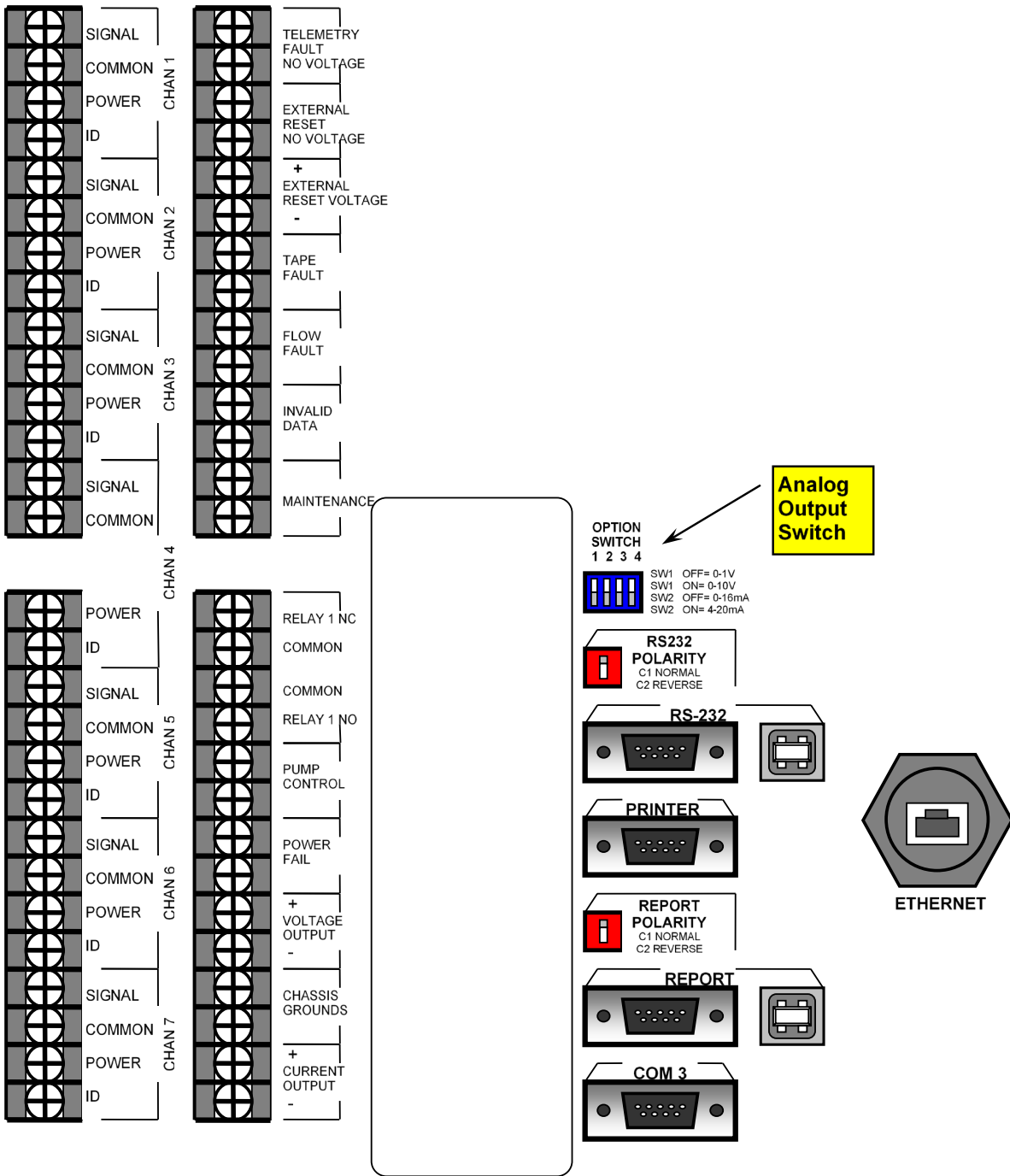


Abbildung 45 – Spirant BAM-Rückwand und Relais-Anschlüsse (Extra Report Processor Digital Outputs gezeigt)

1. **TELEMETRY FAULT NO VOLTAGE:** Dieser Eingang kann verwendet werden, um der BAM Spirant zu signalisieren, dass das externe Telemetriesystem (Datenlogger) nicht betriebsbereit ist. Dieser Kontaktschlusseingang muss für mindestens 2 Sekunden aktiviert werden. Wenn er aktiviert wird, arbeitet die BAM weiter und protokolliert einen "U"-Fehler (siehe Abschnitt 7.2) und aktiviert auch den Relaisausgang INVALID DATA. Dieser Eingang kann im Menü SETUP > INTERFAC auf Öffner oder Schließer eingestellt werden. Wird selten benutzt.
2. **EXTERNAL RESET NO VOLTAGE:** Dieser Eingang kann verwendet werden, um die Spirant BAM-Uhr mit dem externen Datenlogger zur vollen Stunde zu synchronisieren, und wird oft im EARLY-Zyklusmodus verwendet. Dies ist ein Kontaktschließeingang, der mindestens 2 Sekunden lang aktiviert sein muss. Der Eingang kann im Menü SETUP > INTERFACE auf Öffner oder Schließer eingestellt werden.
3. **EXTERNAL RESET VOLTAGE:** Dieser Eingang ist derselbe wie oben, außer dass der Eingang durch einen TTL-Logik-Spannungspegel anstelle eines Kontakt-Schließers aktiviert wird. Maximal 15mA bei 15V oder 5mA bei 5V DC. Für diesen Eingang wird typischerweise eine Fünf-Volt-Logik verwendet.
4. **TAPE FAULT:** Hierbei handelt es sich um einen Kontaktschließungsausgang, der immer dann aktiviert wird, wenn von der BAM ein "T"-Bandfehler erzeugt wird (siehe Abschnitt 7.2). Die Polarität ist normalerweise offen.
5. **FLOW FAULT:** Hierbei handelt es sich um einen Kontaktschließungsausgang, der immer dann aktiviert wird, wenn von der BAM ein "F"-Fließfehler erzeugt wird (siehe Abschnitt 7.2). Die Polarität ist normalerweise offen.
6. **INVALID DATA:** Hierbei handelt es sich um einen Kontaktschließungsausgang, der immer dann aktiviert wird, wenn von der BAM ein C-, P-, N-, R-, L-, I-, M- oder U-Fehler erzeugt wird (siehe Abschnitt 7.2). Die Polarität ist normalerweise offen.
7. **MAINTENANCE:** Dabei handelt es sich um einen Kontaktschließungsausgang, der immer dann aktiviert wird, wenn von der BAM eine Wartungsmeldung "M" 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. Die Master-BAM gibt über diesen Ausgang ein Taktsynchronisationssignal an den externen Reset-Eingang der Slave-Einheit aus.
9. **PUMP CONTROL:** Dies ist der Niederspannungsausgang, der der Vakuumpumpe das Ein- und Ausschalten signalisiert. An diesem Ausgang gibt es keine Polarität, da der Pumpenregler über einen Diodenbrückeneingang verfügt. Schließen Sie das zweiadrige Steuerkabel von der Pumpe an diese Ausgangsklemmen an.
10. **POWER FAIL:** Hierbei handelt es sich um einen Kontakt-Schließungs-Ausgang, der aktiviert (geschlossen) wird, sobald ein Stromausfall oder ein "L"-Fehler in der BAM auftritt (siehe Abschnitt 7.2).
11. **VOLTAGE OUTPUT:** Dies ist der analoge Konzentrationsausgangsspannungsanschluss der BAM. Siehe Abschnitt 8.1. Bei diesem Ausgang ist die Polarität zu beachten.
12. **CHASSIS GROUNDS:** Dies sind die Erdungsanschlüsse. Diese sollten zum optimalen Betrieb der Spirant BAM an einer Erdungsstange befestigt werden.
13. **CURRENT OUTPUT:** Dies wird verwendet, wenn der Analogausgang in Stromschleifenform anstelle von Spannung benötigt wird. Wird typischerweise nur verwendet, wenn zwischen der BAM und dem Datenlogger eine große Entfernung besteht. Der Ausgang ist wählbar zwischen 4-20mA oder 0-16mA.

8.4 Anschließen eines digitalen Datenloggers an die Spirant BAM

Viele Benutzer der Spirant BAM konfigurieren einen externen digitalen Datenlogger, um Daten aus der Spirant BAM abzurufen. Dies erfordert in der Regel eine gewisse Programmiererfahrung mit dem jeweiligen Typ des zu verwendenden digitalen Datenloggers. Mehrere Hersteller von Umweltdatenloggern liefern vorgefertigte Spirant BAM-Treiber für grundlegende Datenerfassungsanwendungen. Alle digitalen Dateien von der Spirant BAM müssen über den RS-232-Anschluss oder den neueren seriellen REPORT-Anschluss oder in einigen Fällen über den PRINTER-Anschluss abgerufen werden. Die digitalen Dateien der Spirant BAM werden in Abschnitt 9 beschrieben.

Die gebräuchlichste Methode besteht darin, den digitalen Logger so zu programmieren, dass er einmal pro Stunde das letzte stündlich durch Komma getrennte Datensatzfeld von der Spirant BAM über den RS-232- oder den REPORT-Port anfordert. In diesem Fall muss der Logger die Verbindung mit der BAM herstellen, indem er drei Wagenrücklaufzeichen (ENTER-Taste) sendet und dann die Befehlszeichenfolge 6 (csv-Bericht), 4 (letzte Daten) sendet, genau wie beim Herunterladen der Daten mit einem Computer und einem Terminalprogramm, wie in Abschnitt 9.4 beschrieben. Der Logger muss die Antworten des BAM-Menüs ignorieren, dann die stündliche Datenarray-Antwort empfangen und die gewünschten Datenparameter ausparsen und entsprechend speichern. Auf diese Weise werden häufig der letzte Konzentrationswert, das Qtot-Durchflussvolumen, die Umgebungstemperatur, der Druck, die Filter-RF und die Alarmbits erfasst.

CPU-Unterbrechungen: Vorsicht ist geboten, wenn Daten über den klassischen Spirant BAM RS-232-Port gesammelt werden. Die Haupt-CPU der BAM kann nicht multitaskingfähig sein. Wenn die Spirant BAM also einen der Filterband- oder Spannmembranmotoren bewegt (insbesondere am oberen Ende jeder Stunde), ignoriert sie alle Befehle des seriellen RS-232-Anschlusses und unterbricht alle seriellen Datendownloads, bis die mechanische Bewegung abgeschlossen ist. Siehe Abschnitt 4. Die beste Lösung bei Verwendung des klassischen RS-232-Anschlusses besteht darin, den digitalen Logger so zu programmieren, dass er in der Mitte jeder Stunde, z. B. zwischen Minute 25 und Minute 50, eine einzige stündliche Datenanforderung an die BAM stellt. Kleine Dateien, wie z.B. die letzte stündliche Aufzeichnung, können jedoch sehr schnell heruntergeladen werden und können zu fast jeder Zeit während der Stunde durchgeführt werden, solange der Zeitablauf sorgfältig kontrolliert wird. Wenn Ihr Datenlogger so programmiert ist, dass er kontinuierlich während der ganzen Stunde (z.B. jede Minute) Daten vom RS-232-Port der Spirant BAM digital anfordert, dann wird eine gewisse Anzahl der Datenanforderungen von der BAM aufgrund mechanischer Unterbrechungen mit Sicherheit ignoriert.

Die Rückwandoption des BX-965 Report Processors wurde entwickelt, um eine einfachere digitale Datenverbindung mit der Spirant BAM zu ermöglichen. Der serielle REPORT-Port arbeitet genau wie der klassische RS-232-Port und greift auf die gleichen Dateien zu, mit dem Unterschied, dass er über eine eigene CPU und einen eigenen Speicher verfügt und nicht unterbrochen oder ignoriert werden kann. Der REPORT-Port hat auch eine viel größere Datenspeicherkapazität. Der klassische RS-232-Port und seine Legacy-Funktionalität wird auch weiterhin auf den Rückwänden des Report Processors als Backup unterstützt.

Taktung mit digitalen Loggern: Auch bei der Erfassung von BAM-Daten mit einem digitalen System muss die Zeitsteuerung berücksichtigt werden. Wenn die BAM im Standardzyklusmodus arbeitet, werden die digitalen Konzentrationsdatenwerte genau zur vollen Stunde aktualisiert. Wenn der digitale Logger so eingestellt ist, dass er den BAM-Konzentrationswert erfasst, sobald er verfügbar ist, dann sollten die Uhren synchronisiert werden, um zu verhindern, dass ein falscher Stundensatz erfasst wird.

Wenn der Logger die BAM-Konzentration vor dem Ende der vollen Stunde haben muss, kann die BAM auf den Frühzyklus-Modus eingestellt werden, und die BAM-Uhr muss mit dem Logger synchronisiert werden. Einige Spirant BAM-Benutzer lassen die BAM im Standardzyklus-Modus und stellen ihren digitalen Logger so ein, dass die BAM-Uhr auf die Minute 59 der Stunde synchronisiert wird. Dies bewirkt, dass die BAM

dem Logger eine Minute voraus ist, so dass die Konzentration am oberen Ende der Loggerstunde zur Verfügung steht. Diese Methode ähnelt dem Betrieb im Frühzyklus-Modus, außer dass der Zeitplan viel einfacher zu verstehen ist.

Diese Seite ist absichtlich leer

9. Digitale Kommunikation und Datenbeschaffung

Dieser Abschnitt beschreibt die Methoden zum Abrufen digitaler Datendateien über das serielle RS-232-Kommunikationssystem der BAM Spirant. Die BAM Spirant verfügt über einen oder mehrere serielle Zweiwege-RS-232-Anschlüsse, die mit einem Computer, Laptop, Modem oder digitalen Datenlogger verwendet werden können. Auf die Daten kann über die seriellen Schnittstellen mit einem Terminalprogramm und einer einfachen menügesteuerten Schnittstelle oder mit der kostenlosen Comet-Software zugegriffen werden, die mit dem BAM geliefert wird.

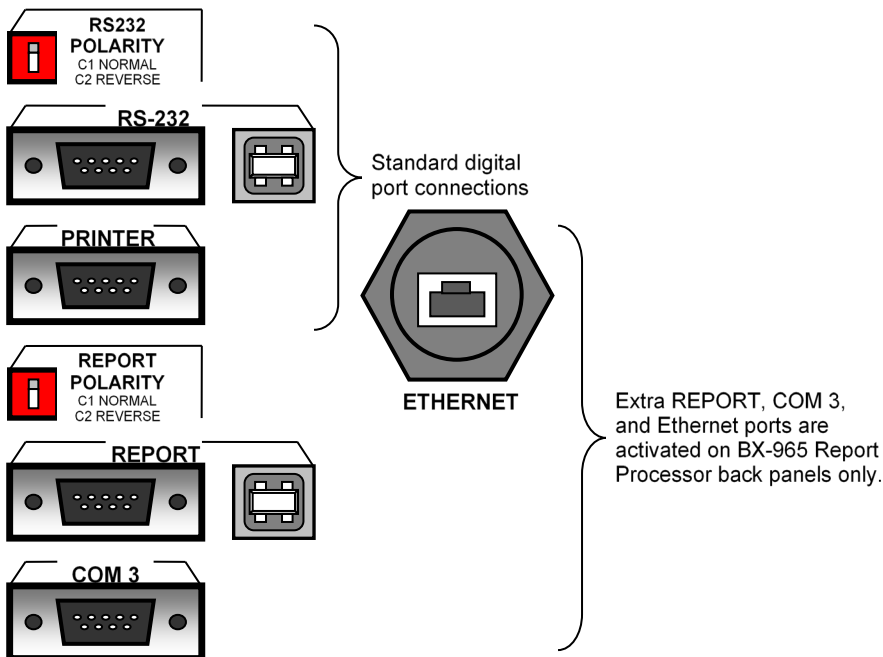


Abbildung 46 – Spirant BAM-Rückwand-Digitalanschlüsse

9.1 Direkte Verbindungen und Einstellungen der seriellen Schnittstelle

Der serielle "RS-232"-Anschluss auf der Rückseite der Spirant BAM wickelt den Datentransfer direkt von der BAM-CPU ab und kann für weniger intensive digitale Sammelsysteme verwendet werden. Einheiten mit der neueren Report-Prozessor-Rückseitenoption verfügen auch über einen zweiten seriellen REPORT-Anschluss und USB-Seriell-Konverter. Der REPORT-Anschluss verfügt über ein eigenes Dateiservicesystem, das vom BAM-Abtastzyklus nicht unterbrochen oder ignoriert werden kann und wann immer verfügbar verwendet werden sollte. Sowohl der RS-232- als auch der REPORT-Port enthalten die gleichen Datendateien und werden auf die gleiche Weise angesprochen. Der PRINTER-Port ist ein reiner Ausgabeport und wird selten benutzt. Der COM3-Port dient nur zur Verbindung zweier BAMs miteinander in PM-Grob-Systemen.

RS-232-Verbindungen:

Die meisten älteren Desktop- und Laptop-Computer verfügen über einen seriellen 9-Pin-Standardanschluss für die Kommunikation. Unter diesen Umständen kann der RS-232- oder REPORT-Anschluss des Spirant BAM direkt an den seriellen Anschluss angeschlossen werden. Verbinden Sie den Anschluss auf der Rückseite der Spirant BAM mit dem COM-Port-Anschluss des Computers mit dem mitgelieferten seriellen BAM-Kabel (Teil 400658, 9-polige Buchse auf Buchse null).



VORSICHT

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 9-poligen seriellen Kommunikationsanschluss. In diesen Situationen können Spirant BAM-Monitore immer noch über einen USB-Seriell-Konverter an die Computer angeschlossen werden. Von den in den örtlichen Elektronik- und Bürobearbeitungsstellen erhältlichen Konvertern hat Ecotech Instruments, Inc. die zuverlässigste Leistung bei den von Belkin hergestellten Geräten festgestellt.

Neuere Spirant BAM-Monitore (oder ältere Modelle mit installiertem optionalem Reportprozessor) verfügen über einen aktiven USB-Anschluss auf der Rückseite. Wenden Sie sich an die Serviceabteilung von Ecotech Instruments, Inc., um die erforderlichen Treiber für den Computer zu erhalten, damit er auf diese Weise mit der BAM kommunizieren kann.

Kommunikationseinstellungen:

Die Spirant BAM kommuniziert mit 9600 Baud, 8 Datenbit, keine Parität, ein Stoppbit und keine Flusststeuerung. Die Standard-Baudrate von 9600 Baud kann für das Herunterladen großer BAM-Datendateien auf eine schnellere Einstellung geändert werden, aber in jedem Fall muss die Baudrate des Terminalprogramms mit der BAM-Baudrate übereinstimmen. Wenn die Kommunikation nicht hergestellt werden kann, versuchen Sie, den RS-232-Polaritätsschalter (oder den Schalter "Report Polarity", wenn der REPORT-Anschluss verwendet wird) auf der Rückseite der Spirant BAM zu ändern. Dieser vertauscht die Polarität der TX- und RX-Leitungen (Pins 2&3) und fungiert als Nullmodem.

Hinweis: Die Spirant BAM-Benutzeroberfläche muss sich im Hauptmenü der obersten Ebene oder im Menü OPERATE befinden, bevor eine Kommunikation über den RS-232-Anschluss hergestellt werden kann. Die LCD-Anzeige und das Tastenfeld auf der Spirant BAM sind deaktiviert, wenn eine RS-232-Kommunikation mit der CPU stattfindet. Der optionale REPORT-Port hat diese Einschränkungen nicht.

9.2 Verwendung der Ecotech-Kommunikationssoftware für Kometen

Jede Spirant BAM wird mit einer kostenlosen Kopie der Utility-Software Comet™ von Ecotech Instruments geliefert. Comet ist ein Kommunikationsterminalprogramm, das Daten von der Spirant BAM entweder über eine direkte lokale Verbindung oder eine Fernverbindung über verschiedene Modemtypen oder sogar über eine IP-Adresse abrufen kann. Die CD enthält vollständige Anweisungen.

Das Programm Comet ist sehr einfach und leicht zu bedienen und kann schnell beherrscht werden, ohne dass man sich durch eines der in den Abschnitten 9.3 und 9.4 beschriebenen BAM-Terminalmenüs bewegen muss.

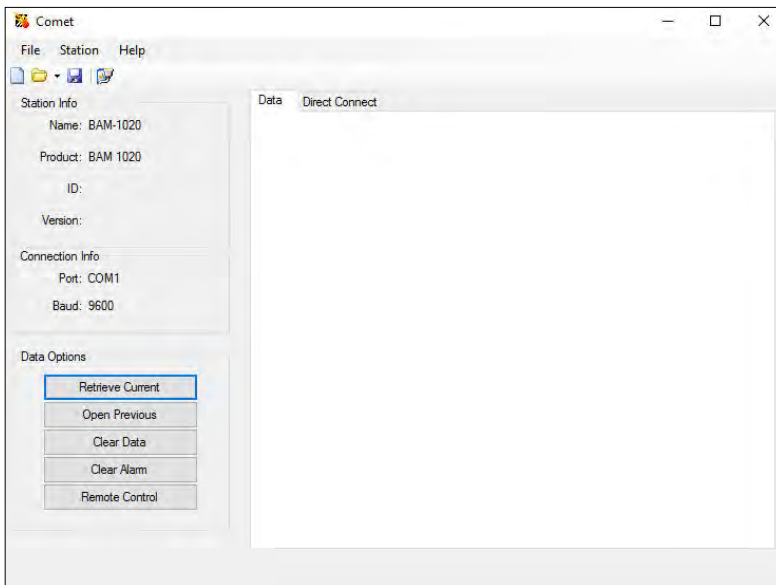


Abbildung 47 – Komet-Programm-Schnittstelle

Installieren Sie das Programm auf Ihrem Computer und führen Sie es dann aus dem Programmverzeichnis aus. Sie haben dann die Möglichkeit, eine zuvor gespeicherte Station auszuwählen oder eine neue zu erstellen.

Sobald Sie Ihre Station geöffnet und einsatzbereit haben, klicken Sie auf die Schaltfläche "Retrieve Current". Es erscheint ein Fenster zur Auswahl der Dateien, die Sie abrufen möchten. Klicken Sie auf "Abrufen", um die ausgewählten Dateien zu sammeln und zu speichern.

Das Comet-Programm verfügt über eine Registerkarte "Direktverbindung", die es Ihnen ermöglicht, auf das ASCII-Menüsystem und die Datendateien aus der BAM genau so zuzugreifen, wie Sie es bei Verwendung eines anderen Terminalprogramms tun würden, wie in Abschnitt 9.4 beschrieben.

9.3 Herunterladen von Daten mit einfachen Terminal-Programmen

Die Spirant BAM-Daten können einfach über die seriellen Schnittstellen mit HyperTerminal® oder anderen einfachen Terminalprogrammen heruntergeladen werden. Nahezu alle PCs haben das Programm HyperTerminal bereits integriert. Im Folgenden wird beschrieben, wie das Programm mit der Spirant BAM eingerichtet wird:

1. Verbinden Sie den RS-232- oder REPORT-Anschluss auf der Rückseite der BAM über das entsprechende Kabel mit Ihrem Computer oder Laptop. Schließen Sie den seriellen Anschluss COM1 an, falls vorhanden.
2. Öffnen Sie HyperTerminal. (Befindet sich normalerweise im Verzeichnis Programme\Zubehör\Kommunikation). Das Programm fordert Sie auf, einen Namen für die Verbindung einzugeben. Geben Sie "Spirant BAM" oder einen Namen Ihrer Wahl ein und klicken Sie dann auf "OK".
3. Das Fenster "Verbinden mit" wird geöffnet. Wählen Sie COM1 (oder einen anderen Port, falls verwendet) aus dem Dropdown-Menü im Feld "Verbinden über". Klicken Sie auf "OK".

Hinweis: In diesem Fenster können Sie das Programm auch so einrichten, dass die BAM über ein Modem ausgewählt wird.

- Das Fenster "COM1 Eigenschaften" wird geöffnet. Stellen Sie die folgenden Werte in den Dropdown-Menüs ein und klicken Sie dann auf "Apply" und "OK".

Bits pro Sekunde: 9600
Datenbits: 8
Parität: Keine
Bits stoppen: 1
Flusskontrolle: Keine

- Das Hauptfenster von HyperTerminal sollte nun geöffnet sein. Drücken Sie dreimal die ENTER-Taste. Das Fenster sollte mit einem Sternchen (*) antworten, was anzeigt, dass das Programm die Kommunikation mit der Spirant BAM hergestellt hat.
- Sobald die Kommunikation hergestellt ist, drücken Sie die Taste h. Dies sollte dazu führen, dass das Spirant BAM-Systemmenü auf dem Fenster erscheint, wie unten dargestellt. Sie können nun eines der ASCII-Zeichen aus dem Menü senden, um die gewünschten Dateien abzurufen. Die Menüoptionen werden im folgenden Abschnitt beschrieben.
- HyperTerminal zeigt im Fenster nur 100 Datenzeilen an. Um größere Dateien (wie z. B. Alle Daten) zu erfassen, wählen Sie zunächst Übertragung > Text erfassen aus dem Dropdown-Menü. Wählen Sie einen Speicherort für die Datei und klicken Sie dann auf die Schaltfläche "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.
- Wenn Sie HyperTerminal beenden, fragt es Sie, ob Sie Ihre Verbindung speichern möchten. Klicken Sie auf "Ja" und es wird eine Datei mit dem Namen Spirant BAM.ht im HyperTerminal-Ordner erstellt, in der alle Einstellungen gespeichert werden. Verwenden Sie diese Datei für zukünftige Kommunikationen mit der BAM.

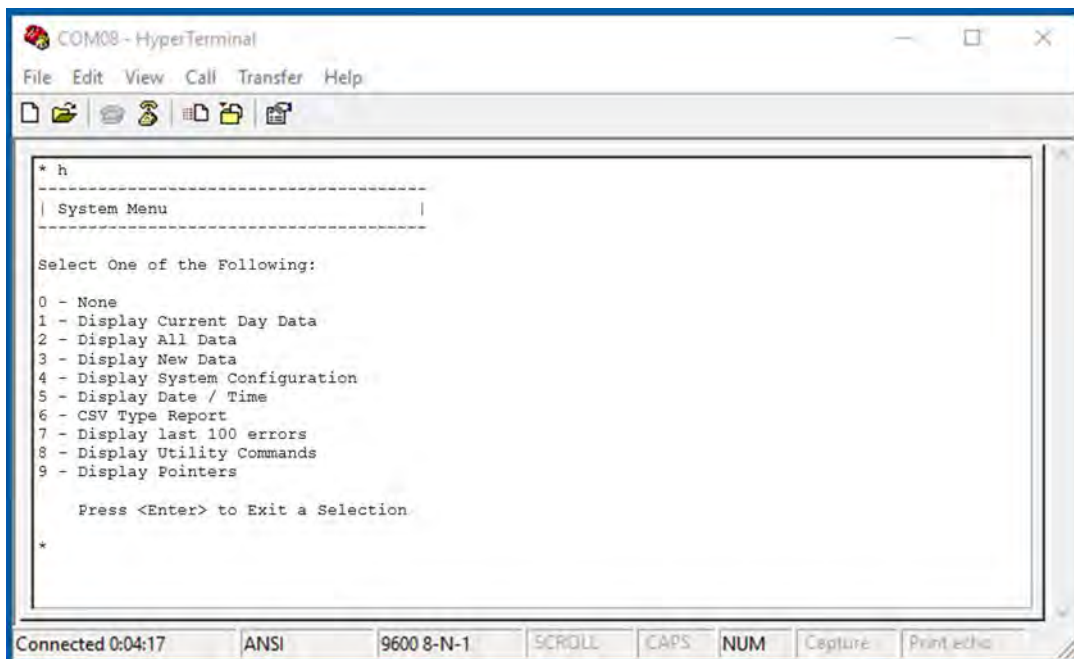


Abbildung 48 – Terminal-Fenster mit Anzeige des Spirant BAM-Menüs

9.4 Systemmenü- und Dateibeschreibungen mit einem Terminalprogramm

Sobald eine serielle Verbindung zwischen einem Terminalprogramm und der Spirant BAM, wie oben gezeigt, hergestellt wurde, haben Sie Zugang zum Hauptmenü des Spirant BAM-Systems. Jede Zahl 0-9 steht für eine andere Datendatei, die Sie von der Spirant BAM herunterladen können. Jede Datei wird nachfolgend beschrieben. Um die gewünschte Datei zu erhalten, drücken Sie einfach die entsprechende Nummer auf Ihrer Tastatur.

Hinweis: Nach einigen Minuten hört die BAM auf, auf einen Befehl zu warten, und Sie müssen dreimal ENTER drücken, um die mit einem Sternchen versehene Eingabeaufforderung wiederherzustellen, und dann ein weiteres "h" senden, um das Menü zu aktualisieren. Wenn Sie die Nummer der gewünschten Datei bereits kennen, können Sie das H-Menü ganz überspringen.

Datei 0: Täglicher Konzentrationsbericht:

Diese Datei enthält die täglichen Konzentrationswerte. Sie enthält das Datum, den täglichen Konzentrationswert und den Datenprozentsatz, der an diesem Tag erfasst wurde. Wenn Sie diese Menüoption aufrufen, werden Optionen entweder für alle gespeicherten täglichen Konzentrationsdaten oder nur für die neuen täglichen Daten angezeigt, die seit dem letzten Herunterladen erfasst wurden. In der BAM wird ein Datenzeiger gesetzt, der anzeigt, wo das letzte Herunterladen gestoppt wurde. Siehe Abschnitt 9.8. Ein typischer täglicher Konzentrationsbericht sieht wie folgt aus (siehe Abschnitt 9.8):

```
Daily Conc Report
2018-05-31 12:16:55, 1
Date, Conc (mg/m3), Capture (%)
2018-05-25, 0.0001, 33
2018-05-26, 0.0012, 100
2018-05-27, 0.0007, 100
2018-05-28, 0.0007, 100
```

Dateien 1, 2 und 3: Daten des aktuellen Tages, alle Daten, neue Daten:

Bei diesen Dateien handelt es sich um einfache Textansichten, die nur der einfachen visuellen Kontrolle der Daten dienen, da es schwierig ist, diese zur Analyse in eine Tabellenkalkulation zu importieren. Ein Beispiel für das Datenformat ist unten dargestellt. Datei 1 Aktuelle Daten sind nur Daten des aktuellen Tages. Datei 2 Alle Daten sind alle Daten in der BAM in Tagesblöcke unterteilt. Datei 3 Neue Daten sind alle Daten seit dem letzten Download, ebenfalls in Tagesblöcken. In der BAM wird ein Datenzeiger gesetzt, der anzeigt, wo der letzte Download gestoppt wurde. Siehe Abschnitt 9.8.

Die erste Datenspalte ist die Uhrzeit, gefolgt von einer Reihe von Strichen, die Fehler- oder Alarmbits darstellen. Wenn ein Fehler aufgetreten ist, erscheint in diesem Feld ein Buchstabe, der den Fehler repräsentiert. In diesem Beispiel ist um 7:00 Uhr morgens ein "L"-Fehler (Stromausfall) aufgetreten. Um 8:00 Uhr wurde dann ein "M"-Fehler protokolliert, der angab, dass der Bediener zu dieser Stunde Wartungsarbeiten durchführte.

Die nächste Spalte ist die Konzentration. Die Spalte Qtot ist das Gesamtdurchflussvolumen für die Stunde. Bei einer Durchflussrate von 16,70 L/min und einer Probenahmezeit von 50 Minuten beträgt dieser Wert etwa 0,834 m³ pro Stunde. Bei einer Probenahmezeit von 42 Minuten wird dieser Wert etwa 0,701 m³ pro Stunde betragen. Die übrigen sechs Spalten sind die sechs Datenlogger-Eingänge an der BAM. In diesem Beispiel wurde die relative Feuchte auf Kanal 4 und die Umgebungstemperatur auf Kanal 6 aufgezeichnet. Die anderen vier Kanäle hatten nichts angeschlossen, werden aber trotzdem im Array erscheinen. Bei den Daten, die auf den unbenutzten Kanälen angezeigt werden, handelt es sich nur um Rauschen.

Report for 04/22/2005 - Day 112

Station ID: 1

Channel		01	02	03	04	05	06	
Sensor	Conc	Qtot	WS	no	WS	RH	WS	AT
Units	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	0.995	0.000	020.3	0.012	000.3	00018	132.0	007.4
08:00	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
Data Recovery	100.0 %							

Abbildung 49 – Datei 1 Aktueller Tag Daten Textdatei Beispiel

Datei 4: Anzeige der Systemkonfiguration (BAM-Einstellungsdatei):

Diese Datei enthält eine Liste der Spirant BAM-Einstellungen und Kalibrierwerte. Dies ist nützlich zur Überprüfung der Setup-Parameter und wird im Servicefall höchstwahrscheinlich vom Werk angefordert. Es folgt ein Beispiel für den Einstellungsbericht von Datei 4. Ältere Revisionen der BAM-Firmware zeigen möglicherweise ein etwas anderes Berichtsformat als das auf der nächsten Seite gezeigte.

Spirant BAM Benutzerhandbuch Fassung: C

Settings Report

08/21/2018 09:00:12

Station ID, 1
Serial Number, P10558

Firmware, 81237-05 V1.1.0

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

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,	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,	-26,	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

Datei 4 Systemkonfiguration (Einstellungen) Dateibeispiel

Datei 5: Datum/Uhrzeit anzeigen:

Dieser Dateibefehl zeigt das Datum und die Uhrzeit der Spirant BAM-Echtzeituhr an.

Datei 6: Bericht vom Typ CSV:

Das CSV-Datenmenü wird häufig für den BAM-Datenabruf durch Terminalprogramme verwendet. Der Befehl 6 antwortet mit den unten gezeigten Unterbefehlen. Die Datenwerte in jeder Datei sind durch Kommas getrennt. Dadurch kann die Textdatei direkt von Tabellenkalkulationen geöffnet werden. Dies ist die empfohlene Datenabrufmethode. Achten Sie darauf, beim Herunterladen großer Dateien Text zu erfassen, wenn Sie HyperTerminal verwenden. 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 Teildateien. Bei den Unterdateien 5, 6, 7 und 8 handelt es sich um Dateien zur Flussdiagnose, die selten verwendet werden.

2 – Display All Data	(All data records in the BAM)
3 – Display New Data	(Data records since last download)
4 – Display Last Data	(Previous hour's data only)
5 – Display All Flow Stats	(All flow stats files)
6 – Display New Flow Stats	(Flow stats since last download)
7 – Display All 5 Min Flow	(5 minute averages of all flow stats)
8 – Display New 5-Min Flow	(5 min averages of flow stats since last download)
9 – Display Error Log	(Error/alarm log showing sub-categories)

Beispiel für einen CSV-Bericht des Datensatzes "LETZTE DATEN" (Datei 6 Unterdatei 4):

Das folgende Beispiel zeigt einen typischen CSV-Download der Datei 6,4 letzter Datensatz aus der BAM Spirant, wie er von einem externen digitalen Datenlogger stündlich abgerufen werden könnte. Bei diesem Dateidownload wird der Datenzeiger nicht zurückgesetzt.

1. Über die serielle Schnittstelle wird eine Folge von drei Wagenrückläufen an die BAM gesendet. Die BAM antwortet mit einem einzigen Sternchen (*), das anzeigt, dass die Kommunikation hergestellt wurde.
2. Ein ASCII-Zeichen "6" wird an die BAM gesendet und fordert das CSV-Menü für Datei 6 an. Die BAM antwortet mit den unten dargestellten CSV-Menüoptionen, die mit ">" enden.
3. Ein ASCII-Zeichen "4" wird an die BAM gesendet und fordert Datei 4 "Letzte Daten anzeigen" an. Die BAM antwortet mit der Stations-Identifikationsnummer, dann der Kopfinformation, dann dem Datensatz.

Die Daten enthalten Datums-/Zeitstempel, Konzentration für die letzte Stunde (CONC), Durchflussvolumen für die letzte Stunde (Qtot) und dann alle sechs einzelnen Messsensorkanäle. Die Beschriftungen für diese Kanäle sind unterschiedlich, erscheinen aber immer im Datenfeld, unabhängig davon, ob sie verwendet werden oder nicht. In diesem Beispiel beginnen die sechs Kanäle mit "WS" und enden mit "AT". Am Ende des Arrays befinden sich zwölf Fehlerbits, die jeweils einen anderen möglichen Fehler repräsentieren. "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, 0.0,0,0,30,57.0,27.1,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,
```

Abbildung 50 – Beispiel für CSV Last Data Report

Beispiel eines CSV-Berichts der Datensätze "NEUE DATEN" (Datei 6 Unterdatei 3):

Das folgende Beispiel zeigt einen typischen CSV-Download der Datei 6,3 neue Datensätze aus der Spirant BAM, wie er z.B. für die routinemäßige Datenerfassung mit einem lokalen Computer oder Modem durchgeführt werden kann. Die Datei enthält den gesamten Datensatz seit dem letzten Download und setzt die Datenzeiger zurück. Siehe Abschnitt 9.8.

1. Über die serielle Schnittstelle wird eine Folge von drei Wagenrückläufen an die BAM gesendet. Die BAM antwortet mit einem einzigen Sternchen (*), das anzeigt, dass die Kommunikation hergestellt wurde.
2. Ein ASCII-Zeichen "6" wird an die BAM gesendet und fordert das CSV-Menü für Datei 6 an. Die BAM antwortet mit den unten dargestellten CSV-Menüoptionen, die mit ">" enden.
3. Ein ASCII-Zeichen "3" wird an die BAM gesendet und fordert Datei 3 "Neue Daten anzeigen" an. Die BAM antwortet mit der Stations-Identifikationsnummer, dann der Kopfinformation, dann den Datensätzen.

Die Daten beginnen mit dem ersten Datensatz seit dem letzten Abruf. In diesem Beispiel wurde das MET SAMPLE so eingestellt, dass das Array alle 15 Minuten protokolliert wird.

Bereich	Beschreibung
BP Max	Maximaler Umgebungsdruck für die Dauer der BAM-Probenahme.

The 5-minute flow statistics averages are described below. These files are not available except on BAM units configured as FEM PM2.5 units. A BX-596 sensor is required.

Bereich	Beschreibung
Time	Zeitstempel des Ereignisses in Sekunden seit dem 1. Januar 1970 00:00:00
Flow	5-Minuten-Mittelwert des Durchflusses für den BAM-Probenahmezeitraum.
AT	5-Minuten-Mittelwert der Umgebungstemperatur für den BAM-Probenahmezeitraum.
BP	5-Minuten-Mittelwert des Umgebungsdrucks für die BAM-Probenahmezeit.
FP	5 Minuten durchschnittlicher Filterdruck während der BAM-Probenahmezeit.

Datei 7: Anzeige der letzten 100 Fehler (Fehlerprotokoll):

Diese Datei enthält Datum, Uhrzeit und eine Beschreibung jedes der letzten 100 Fehler, die von der Spirant BAM protokolliert wurden, im Textformat. Diese Datei meldet nur die 12 Hauptalarmkategorien, nicht aber 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, die nicht sofort ersichtlich sind, zu identifizieren.

Datei 8: Spirant BAM Utility-Befehle anzeigen:

Diese Datei enthält eine Liste von ASCII-Befehlen, die über die serielle Schnittstelle an die Spirant BAM gesendet werden können, um bestimmte Parameter zu konfigurieren oder eine erweiterte Diagnose durchzuführen. Die meisten dieser Befehle werden vom typischen Bediener nicht verwendet, es sei denn, sie werden von einem Werkstechniker angewiesen. Einige dieser Befehle erfordern für den Zugriff ein Passwort. Das Passwort ist das gleiche wie die F-Tastensequenz, die zum Aufrufen der SETUP-Bildschirme verwendet wird (Standardpasswort ist 1 2 3 4). Die Funktionen sind in der nachstehenden Tabelle aufgeführt.

Befehl	Befehl Funktion
a	Konfiguration der Druckerportausgabe: Hier wird festgelegt, was am Druckerport ausgegeben wird. Wenn Sie diesen Befehl senden, wird das folgende Untermenü aufgerufen: 1 - Druckeranschluss (Standard). 2 - Standard-Diagnoseanschluss. 3 - Werkseitiger Diagnoseanschluss. 4 - Komma-getrennter Datenausgabeanschluss.
c	Datenspeicher löschen: Dieser serielle Befehl löscht alle gespeicherten Daten aus dem Speicher! Passwort erforderlich.
d	Datum einstellen: Hiermit wird das Datum auf der Spirant BAM gesetzt. Passwort erforderlich.
e	Hex-EEPROM-Setup-Werte anzeigen: Hier werden die speziellen Speicherplätze angezeigt, in denen die Setup-Werte gespeichert sind. Nur für Diagnosezwecke.

Befehl	Befehl Funktion
f	Werkskalibrierungstest: Dies wird nur für die Werkskalibrierung verwendet!
h	Systemmenü anzeigen: Dies ist der Befehl für den Zugriff auf die Menüoptionen zum Herunterladen von Daten. Machen Sie sich mit diesem Befehl vertraut.
i	ID-Werte anzeigen: Dieser Befehl zeigt die ID-Codes der gemessenen Sensoren zu Diagnosezwecken an.
m	Hex-Datenspeicherwerte anzeigen: Zeigt die Hex-Datenspeicherwerte an: Mit diesem Befehl werden die Datenspeicherplätze für Diagnosezwecke angezeigt.
p	Modem-Zeiger modifizieren: Nur werksseitige Verwendung.
q	Stations-ID anzeigen: Dieser Befehl zeigt die voreingestellte Stations-ID-Nummer an.
t	Zeit einstellen: Dieser Befehl stellt die Zeit auf der Spirant BAM ein. Passwort erforderlich.
b	XMODEM-Daten herunterladen: Dieser Befehl ermöglicht den binären Datentransfer des Spirant BAM-Speichers. Nur Herunterladen. Erfordert Software-Handshaking. Nur zur Verwendung mit spezieller Software, nicht mit Terminalprogrammen. Nur für fortgeschrittenen Gebrauch.
r	XMODEM-Echtzeitwert-Download: Dieser Befehl wird nur von spezieller Software zum Scannen von Momentanwerten von Sensoren, Alarmen und Einstellungen verwendet. Erfordert Software-Handshaking. Nur für fortgeschrittene Nutzung.
x	XMODEM EEPROM-Werte herunterladen: Dieser Befehl ermöglicht das schnelle Scannen des nichtflüchtigen Speichers für Diagnosezwecke. Nur für fortgeschrittene Nutzung.
z	Aktivieren des Konzentrationsberichts für die Druckerausgabe: Dieser Befehl konfiguriert den Druckeranschluss zur Ausgabe eines Konzentrationsberichts mit fester Breite am Ende des Probenahmezeitraums. Für externe Logger. Nur in Firmware 3.2 oder höher verfügbar.

Datei 9: Zeiger anzeigen:

Diese Datei ist eine Anzeige des aktuellen Status des Datenspeichers. Es wird die aktuelle Zeigerposition und die Anzahl der vollen Speicherplätze angezeigt. Selten benutzt.

9.5 Funktionen des Druckerausgabeanschlusses

Der Druckeranschluss auf der Rückseite des Spirant BAM ist eine serielle RS-232-Schnittstelle, die nur für die Ausgabe mit einem seriellen Drucker oder als Diagnoseausgabe an einen Computer verwendet werden kann. Die Druckerschnittstellenausgabe kann mit dem "a"-Dienstprogrammbehehl über die RS-232-Hauptschnittstelle konfiguriert werden. (Siehe Abschnitt 9.4) Die Ausgabe kann für Datenausdrucke, Datenausgabe mit fester Breite oder einen von zwei Diagnosemodi eingestellt werden. Diagnosemodi werden nur von einem Werkstechniker verwendet.

Für den Druckeranschluss wurde eine Konfiguration hinzugefügt, die es ermöglicht, am Ende des Probenahmezeitraums einen Konzentrationsbericht mit fester Breite auszugeben, der als Schnittstelle zu einem seriellen Datenlogger verwendet werden kann. Diese Ausgabe wird durch Verwendung des Dienstprogrammbehehls "z" über die serielle Schnittstelle aktiviert. Das Ausgabeformat ist Datum, Zeit, Konzentration und Durchflussvolumen wie unten dargestellt.

Format in mg/m³ is: **mm/dd/yy hh:mm:ss,+99.999,+9.999**

Format in mg/m³ is: **mm/dd/yy hh:mm:ss,+999999,+9.999**

Wenn die BAM auf den Zyklusmodus STANDARD eingestellt ist, erfolgt die Ausgabe am Anfang der nächsten Stunde. Wenn z.B. eine Messung über die Stunde 2 hinaus erfolgt, würde das Format so aussehen:

03/28/07 03:00:00, +00.027,+0.834

Wenn die BAM auf den EARLY-Zyklusmodus eingestellt ist, erfolgt die Ausgabe um die Minute 55:00 für die aktuelle Stunde. Wenn z.B. eine Messung über die Stunde 2 durchgeführt wird, dann würde das Format so aussehen:

03/28/07 02:55:00, +00.027,+0.834

9.6 Modem Option

Das Ecotech Instrument BX-996 Modem wird für die Verwendung mit der Spirant BAM empfohlen, da es für eine zuverlässige Kommunikation ausgelegt ist, wenn andere Modems dies nicht können. Wenn ein anderes Modem verwendet wird, muss es auf "Dumb Terminal"-Modus oder gleichwertig eingestellt werden, da die BAM kein Handshaking mit dem Modem unterstützt.

Hinweis: Der RS-232-Polaritätsschalter auf der Rückseite der Spirant BAM muss für die Kommunikation über das Modem möglicherweise auf umgekehrte Polarität eingestellt werden.

Wenn Sie eines der Datenerfassungsprogramme von Ecotech Instruments wie MicroMet Plus, Air Plus 5 oder Comet verwenden, brauchen Sie nur die Telefonnummer des Standorts in das System Einstellungsmenü des Programms einzugeben. Für die Verbindung zu mehreren entfernten Standorten können mehrere Telefonnummern eingegeben werden. Nach dem Anschluss erfolgt die Datenerfassung genauso wie bei einer direkten seriellen Verbindung zur BAM.

Wenn Sie mit einem Terminalprogramm wie HyperTerminal® oder ProComm Plus® kommunizieren, müssen Sie die Konfiguration der seriellen Schnittstelle im Setup des Programms festlegen. Stellen Sie die Baudrate auf 9600 ein, mit 8 Datenbits, ohne Parität und 1 Stoppsbit. Verwenden Sie die interne Wahlbefehlssequenz des Terminalprogramms, um die Spirant BAM anzuwählen. Verifizieren Sie die Verbindung zur Spirant BAM, indem Sie die Taste <Enter> mindestens dreimal drücken, bis das Sternchen (*) in der Befehlszeile erscheint. Falls nicht, überprüfen Sie die Verkabelungs- und Kommunikationseinstellungen. Sobald die Verbindung hergestellt ist, ist der Zugriff auf die Spirant BAM die gleiche ASCII-Menü-gesteuerte Schnittstelle wie bei der direkten PC-Verbindung.

9.7 Spirant BAM-Firmware-Aktualisierungen

Die BAM Spirant verfügt über ein System aus einem oder mehreren Firmware-Programmen (eingebettete Software), die sich in einem oder mehreren EEPROM-Chips befinden und den Betrieb der BAM Spirant steuern. Es gibt auch mehrere verschiedene mögliche Versionen dieser Firmware-Programme, je nach der beabsichtigten Konfiguration der Spirant BAM.

Auf der Spirant BAM-CPU-Karte in allen Einheiten läuft mindestens das Hauptinstrumentensteuerungs-Firmwareprogramm (Teilenummer 3236-X), das über den RS-232-Port aktualisiert werden kann. Die optionale BX-965-Reportprozessor-Rückwandkarte verfügt über eine eigene Firmware (Teilenummer 80353-X), die über den REPORT-Port aktualisiert werden kann. Das optionale Touchscreen-Display BX-970

verfügt über eine eigene, auf Windows CE basierende Software (Artikelnummer 80596), die durch Installation eines Aktualisierungs-Flash-Laufwerks in einem USB-Port in der Fronttür dieser Touchscreen-Einheiten aktualisiert werden kann. Im Folgenden finden Sie eine grundlegende Tabelle der verschiedenen Firmware-Programme:

Artikelnummer	Serie Ver/Rev	Beschreibung
3236-02	V 3.X.X (and earlier)	Nur PM10-Firmware für die Haupt-CPU. Einheiten ohne Touchscreen.
3236-02	V 3.4.X	PM10- und PM2.5-FEM-Firmware (Typ USA) für die Haupt-CPU. Einheiten ohne Berührungsbildschirm.
3236-05	V 3.X.X	PM2.5-FEM-Firmware (USA-Typ) für die Haupt-CPU. Einheiten ohne Berührungsbildschirm.
3236-06	V 3.X.X	PM-Coarse FEM-Firmware für die Haupt-CPU. Einheiten ohne Berührungsbildschirm.
3236-07	V 5.X.X	PM10 & PM2.5 EU-Firmware (Euro-Typ) für die Haupt-CPU. Einheiten ohne Berührungsbildschirm.
3236-55	V 4.X.X	PM2.5, PM10 und Grob-FEM-Firmware (USA-Typ) für Haupt-CPU, nur Einheiten mit Touchscreen.
3236-77	V 5.X.X	PM2.5 & PM10 EU-Firmware (Euro-Typ) für die Haupt-CPU, nur Einheiten mit Touchscreen.
80353-1	V 1.X.X	BX-965 Reportprozessor-Firmware, ältere Einheiten nur mit HC11-Prozessor
80353-3	R 2.X.X	BX-965 Reportprozessor-Firmware, Einheiten mit HC12-Prozessor, alle Einheiten außer Touchscreen.
80353-4	R 2.X.X	BX-965 Reportprozessor-Firmware, für alle Einheiten mit BX-970 Touchscreen.
80596	V 2.X.X	BX-970 PC-Software mit Berührungsbildschirm.



VORSICHT

Die Kompatibilität und Interaktivität dieser verschiedenen Firmware-Programme ist komplex. Einige Firmware-Versionen und/oder -Revisionen sind mit anderen inkompatibel, und die Aktualisierung eines Programms kann die Aktualisierung anderer Programme erforderlich machen, um die Kompatibilität aufrechtzuerhalten. Bitte wenden Sie sich an den technischen Service von Ecotech, um sicherzustellen, dass Sie die richtigen Dateien haben, bevor Sie versuchen, ein Firmware-Upgrade durchzuführen.

Die Spirant BAM hat die Fähigkeit für Flash-Firmware-Upgrades über die seriellen Schnittstellen. Flash-Updates ermöglichen es dem Bediener vor Ort, die Haupt-EEPROM-Firmware über die serielle Schnittstelle mit dem Flash Update Utility einfach auf die neueste Revision umzuprogrammieren. Einheiten, auf denen derzeit die Firmware-Revision 3.0 oder höher läuft, verfügen bereits über ein flash-kompatibles EEPROM. Wenn die Spirant BAM über eine alte Firmware-Revision 2.58 oder früher verfügt, dann müssen Sie den EEPROM-Chip physisch durch einen von Ecotech erhältlichen flash-kompatiblen Chip ersetzen.

Sie benötigen einen Computer oder Laptop mit einem seriellen RS-232- (9-poligen) COM-Port und das serielle Standardkabel für die BAM, das mit der Spirant BAM 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 Ihre BAM den USB-Konverter-Port auf der Rückseite hat. Aktualisieren Sie die Firmware nicht über ein Modem.

Hinweis: Die Haupt-Firmware des Spirant BAM-Betriebssystems wird immer nur über den Standard-RS-232-Anschluss aktualisiert. Die Reportprozessor-Option auf der Rückseite verfügt über einen eigenen EEPROM, einen eigenen Prozessor und einen eigenen Speicher. Die Firmware des Reportprozessors kann über den REPORT-Port ähnlich wie die Haupt-Firmware des BAM-Betriebssystems durch Flash aktualisiert werden.



VORSICHT

Sorgen Sie dafür, dass die Stromquelle der Spirant BAM während des Flash-Firmware-Update-Prozesses nicht unterbrochen wird! Eine Stromunterbrechung kann dazu führen, dass die Firmware funktionsunfähig wird und die BAM Spirant ins Werk eingeschickt werden muss!

dem Flash-Firmware-Update:

- Herunterladen und Speichern aller Daten und Fehlerprotokolle der Spirant BAM. Diese Dateien werden während des Upgrade-Prozesses aus dem Speicher gelöscht!
- Laden Sie die Spirant BAM-Einstellungsdatei herunter, oder zeichnen Sie zumindest Ihre aktuellen Einstellungen in den Bildschirmen EINSTELLUNG > PROBE und EINSTELLUNG > KALIBRIEREN auf.

Hinweis: Wenn die BAM bereits die Firmware-Revision 3.2 oder höher hat, sollte keine der Einstellungen oder Kalibrierungen durch den Aktualisierungsprozess beeinträchtigt werden.

- Stellen Sie die BAM-Baudrate für den Flash-Update-Vorgang auf 9600 ein.

Flash-Aktualisierungsprozess:

1. Ein Ecotech-Techniker wird Ihnen wahrscheinlich per E-Mail einen Link zu der FTP-Dateiserver-Site schicken, auf der sich das aktuelle Firmware-Update-Dienstprogramm befindet.
2. Klicken Sie auf den Link oder fügen Sie ihn in die Adressleiste Ihres Internet-Browsers ein. Nach einem Moment sollte das folgende Download-Fenster erscheinen:



Sie können das ausführbare Installationsprogramm ausführen, wenn dies derselbe Computer ist, den Sie für die Aktualisierung der BAM-Einheit verwenden möchten. Andernfalls klicken Sie auf "Speichern" und speichern Sie das Installationsprogramm auf der Festplatte oder auf einem Wechsellaufwerk, mit dem Sie die Datei auf den Computer übertragen können, den Sie für die Aktualisierung verwenden möchten.

3. Übertragen Sie die ausführbare Installationsdatei auf den entsprechenden Computer, falls erforderlich, und führen Sie dann das .exe-Programm aus, um das Firmware-Update-Dienstprogramm zu extrahieren und zu installieren. Das Installationsprogramm wird Sie durch die Installationsschritte führen.
4. Verbinden Sie den COM-Anschluss des Computers (normalerweise COM 1) mit dem RS-232-Anschluss der Spirant BAM mit dem seriellen Standardkabel der BAM. Die Spirant BAM sollte im SETUP-Menü auf 9600 Baud eingestellt werden. Die BAM muss eingeschaltet sein und den Hauptmenü-Bildschirm anzeigen.
5. Gehen Sie im Windows-Startmenü zu Programme/Met One/BAM 1020/BAM 1020 Firmware Installer, um das Firmware-Update-Dienstprogramm wie unten dargestellt auszuführen. Drücken Sie Y und die Eingabetaste, um fortzufahren. Das Programm fordert Sie dann zur Eingabe der COM-Anschlussnummer auf. Geben Sie die Nummer ein (normalerweise 1) und drücken Sie die Eingabetaste, um den Aktualisierungsvorgang zu starten.

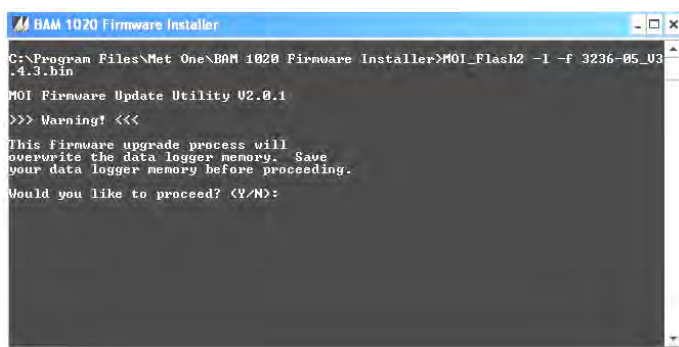


Abbildung 52 – BAM 1020 Firmware Installer

6. Die Ausführungszeit beträgt etwa 12 Minuten. Trennen Sie während dieser Zeit weder das serielle Kabel noch die Stromversorgung. Die BAM-Anzeige zeigt während der Aktualisierung einen Warnbildschirm an. Wenn das Hauptmenü immer noch angezeigt wird, findet die Aktualisierung nicht statt. Überprüfen Sie die BAM-Baudrate, die Verbindungen des seriellen Kabels und den Polaritätsschalter. Am Ende des Aktualisierungsvorgangs wird im Computerfenster die Meldung "Fertig" angezeigt.

Nach dem Flash-Firmware-Update:

- Überprüfen oder stellen Sie die BAM-Baudrate auf die gewünschte Rate für die regelmäßige Datenerfassung zurück.
- Die Kalibrierung der Filtertemperatur- und Filter-RH-Sensoren zurücksetzen. Ÿ Die Umgebungstemperatur, den Druck und den Durchfluss auf dem Bildschirm TEST > DURCHFLUSS voreinstellen und dann neu kalibrieren.

Hinweis: Manchmal können aufgrund von Firmware-Updates falsche Feldkalibrierwerte in diesen Parametern landen, die für den ordnungsgemäßen Betrieb der BAM gelöscht werden müssen.

- Überprüfen und verifizieren Sie die Einstellungen in den Bildschirmen SETUP > SAMPLE und SETUP > CALIBRATE, um sicherzustellen, dass sie noch korrekt sind. Es ist immer eine gute Praxis, alle Einstellungen nach jedem Firmware-Update zu überprüfen.

9.8 Zurücksetzen des Datenzeigers für neue Datenerfassung

Die Spirant BAM setzt einen Datenzeiger, wenn Datendateien abgerufen werden. Der Zeiger zeigt den zuletzt gesammelten Datensatz an, so dass beim nächsten Abruf "neuer Daten" nur Daten zurück zu

diesem Zeiger gesendet werden. Dies verhindert das Sammeln redundanter Daten und unnötig großer Dateien. Manchmal ist es hilfreich, diesen Zeiger manuell auf einen bestimmten Datensatz zurücksetzen zu können, wenn er falsch gesetzt wird, z.B. wenn ein Modem mitten in einem Download auflegt. Mit der BAM-Firmware ab Version 3.2.6 kann der Datenzeiger manuell zurückgesetzt werden, indem ein Escape-Befehl über die serielle Schnittstelle gesendet wird.

Hinweis: Der REPORT-Port auf der optionalen Report Processor-Rückseite verwendet verschiedene Befehle zum Zurücksetzen des Zeigers. Siehe das BX-965-Handbuch.

Der Rücksetzbefehl lautet `<esc>FH<cr>`, wobei `<esc>` die Esc-Taste ist. F ist die gewünschte Dateinummer von 3 (Datenprotokolldatei), 6 (Ablaufstatistikdatei) oder 8 (5-minütige Ablaufdatei). H ist die Anzahl der Stunden zurück vom aktuellen Stand zum Setzen des Zeigers (1 bis 9999). `<cr>` ist die Eingabetaste.

Wenn z.B. `<esc>3 24<cr>` über den RS-232-Port gesendet wird, wird der Datenzeiger des BAM-Hauptdatenspeichers auf vor 24 Stunden zurückgesetzt.

Der Zeiger für die Tageskonzentrationswerte kann auf ähnliche Weise auch mit dem Befehl `<esc>0 D<cr>` zurückgesetzt werden, wobei `<esc>` die Esc-Taste ist. 0 ist die tägliche Konzentrationsprotokolldatei, und D ist die Anzahl der Tage zurück vom aktuellen Sollwert. Die Uhrzeit wird immer auf 00:00:00, den Beginn des Tages, eingestellt.

9.9 Datenerfassung über die Abfrageausgabe oder das Bayern-Hessen-Protokoll

Spirant BAM-Einheiten, die mit der Firmware-Version 3.6.3 oder höher ausgestattet sind, sind in der Lage, das benutzerdefinierte digitale Query-Datenarray auszugeben. Europäische Geräte mit Firmware der Revision 5 sind mit dem Bayern-Hessen-Datenprotokoll kompatibel. Das Format der Query oder BH-Datenarray-Ausgaben wird durch die vom Benutzer gewählten Parameter im Menü SETUP > QUERY bestimmt, wie in Abschnitt 6.10 beschrieben.

Hinweis: Auf die Abfrageausgabe kann nur über den seriellen Anschluss REPORT auf der Rückseite des optionalen BX-965-Berichtsprozessors zugegriffen werden.

Bayern-Hessen "BH"-Protokoll:

Das Bayern-Hessen-Protokoll wird zur Unterstützung bestimmter europäischer Datennetze verwendet. Das vollständige Protokoll wird in diesem Handbuch nicht beschrieben, ist aber als separates technisches Dokument erhältlich. Der Hauptunterschied zwischen den Datenkonfigurationen "Query" und "BH" besteht darin, dass das BH-Protokoll das im Query-Array verwendete Zeit/Datumsfeld nicht unterstützt, das BH-Protokoll jedoch ein Feld für die Diagnosestabilität 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 unterstützen, so dass einige der Alarmzustände gruppiert sind. Das BH-Protokoll unterstützt auch acht Echtzeit-Statusbits, um anzuzeigen, welcher Teil des Abtastzyklus gerade abläuft.

Benutzerdefinierte Abfrageausgabe:

Der Query-Ausgang wird bereitgestellt, um eine einfachere Konfiguration des digitalen Datenloggers und mehr Flexibilität im digitalen Ausgabefeld der Spirant BAM zu ermöglichen. Das Query-Ausgabefeld ist so eingestellt, dass es nur die gewünschten Parameter in der gewünschten Reihenfolge enthält, und der Zugriff erfolgt über eine einfache Escape-Befehlssequenz. Dadurch entfällt ein Großteil der Arbeit, die mit der Programmierung eines digitalen Datenloggers verbunden ist, um eine Eingabeaufforderung zu

erstellen, durch das klassische digitale Menüsystem zu navigieren und mehrere unbenutzte Datenparameter auszuwerten.

Bei der Spirant BAM muss keine Eingabeaufforderung wie bei den klassischen digitalen Menüzugriffsbefehlen eingerichtet werden. Nur das Escape-Zeichen <Esc> (hex 1B) oder das Zeichen <STX> (hex 02) gefolgt von der gewünschten Query-Datei und einem Wagenrücklauf (Enter). Die resultierende Query-Ausgabe aus der BAM besteht aus dem letzten Datensatz im BAM-Speicher, in kommagetrenntem Format. Die verfügbaren Query-Befehle sind unten aufgelistet:

Flucht-Kommando	Beschreibung
<Esc> QC <enter>	Ausgabe von benutzerdefinierten Abfragen. Die Daten werden genau so formatiert, wie im Bildschirm EINSTELLUNG > ABFRAGE angegeben. Alle Werte sind im kommagetrennten Format mit einer festen Breite von 7 Zeichen pro Feld ohne Kommas.
<Esc> QCH <enter>	Datenkopf für die Ausgabe der benutzerdefinierten Abfrage.
<Esc> Q <enter>	Standard-Abfrageausgabe. Datenfeld, das genau wie die standardmäßige Ausgabe der letzten csv-Daten (Menü 6,4) konfiguriert ist, unabhängig vom Bildschirm EINSTELLUNG > QUERY. Alle Werte werden im kommagetrennten Format mit einer festen Breite von 6 Zeichen pro Feld ohne Kommas ausgegeben.
<Esc> QH <enter>	Datenkopf für die standardmäßige Abfrageausgabe.

Beispiel für einen möglichen QCH- (benutzerdefinierter Array-Header) und QC-Befehl (benutzerdefiniertes Query-Array) ist unten dargestellt. Auf jeden Escape-Befehl folgt die Antwort von der Spirant BAM:

```
<Esc>QCH
TIME,CONC(mg/m3),FLOW(lpm),AT(C),BP(mmHg),RH(%),REF(mg),ERRORS,*4348
<Esc>QC
07/06/10 13:22, 0.0230, 16.7, 23.6, 761, 26, 0.8160, 0,*3129
```

Ein Beispiel für die Befehle QH und Q ist unten dargestellt. Dies spiegelt die bekannte csv letzte Datenausgabe der Spirant BAM wider und ignoriert das vom Benutzer eingestellte Format des benutzerdefinierten Query-Arrays:

```
<Esc>QH
Time,Conc(mg/m3),Qtot(m3),WS(KPH),WS(MPS),WS(MPS),RH(%),Delta(C),AT(C),E,U,M,I,L,R,N,F,P,D,C,T,*6451
<Esc>Q
07/06/10 15:00, 0.023, 0.701, 0.8, 0.8, 0.8, 26, 8.6, 23.6,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,*4224
```

Wenn der Fehlerstatus im benutzerdefinierten Abfrage-Array (QC) enthalten ist, wird er als dezimaler Fehlercode angezeigt, wie unten dargestellt. Jeder Dezimalcodewert entspricht einem der zwölf regulären Spirant BAM-Fehler- oder Alarmtypen, wie in Abschnitt 7.2 beschrieben.

Dezimal-Code	Fehler-Markierung	Beschreibung
0	keine	Kein Fehler
1	T	Bandsystemfehler
2	C	Beta-Count-Fehler
4	D	Alarm bei abweichender Membrandichte
8	P	Druckabfall-Alarm
16	F	Flow-Fehler

Dezimal-Code	Fehler-Markierung	Beschreibung
32	N	Düsen-Fehler
64	R	Referenzfehler, Membranzeitüberschreitung
128	L	Stromausfall
256	I	Interner Fehler, grober Link nach unten
512	M	Wartungskennzeichen
1024	U	Telemetrie-Fehler
2048	E	Externer Rücksetzfehler

Eine Datenintegritäts-Prüfsumme ist am Ende jedes Query-Arrays nach dem Trennzeichen '*' enthalten. Die Prüfsumme ist die arithmetische 16-Bit-Summe aller Zeichen in der Zeile bis zum Sternchen, aber ohne dieses Zeichen.

Hinweis: Digitale Datenlogger können so programmiert werden, dass das Zeichen <STX> (hex 02) anstelle des Zeichens <ESC> verwendet wird, um das Echo des Befehls zurück zum Logger zu verhindern.



Diese Seite ist absichtlich leer

10. Zubehör und Teile

10.1 Verbrauchsmaterialien, Ersatzteile und Zubehör

Die folgenden Teile sind von Ecotech für Wartung, Austausch, Service und Upgrades erhältlich. Wenn Sie sich bei einem benötigten Teil nicht sicher sind, wenden Sie sich bitte an die Serviceabteilung und geben Sie die Seriennummer Ihrer Spirant BAM an. Einige dieser Teile erfordern technische Fähigkeiten oder besondere Überlegungen vor der Verwendung oder Installation.

Verbrauchsmaterial:

Beschreibung	Artikelnummer	Grafik
Filterbandrolle, Glasfaser, 70+ Tage pro Rolle	460180	
30mm x 25m	995217	
Applikatoren mit Baumwollspitze, Düsenreinigung, 100er-Pack	995712	

Kalibrier- und Servicewerkzeuge:

Beschreibung	Artikelnummer	Grafik
Spirant BAM Basic Service Tool Kit: Enthält Düsenbeilagscheiben, Rollenabstandshalter, Werkzeug zum Entfernen des Filtersensors, dunkle Testbeilagscheibe, Werkzeug zur Überprüfung der Gummidichtheit, Sechskantschlüssel.	BX-308	
Spirant BAM-Händler-Service-Werkzeugsatz: Enthält alle oben genannten Teile sowie zwei Federwaagen.	BX-308-1	
BAM-Einlass-Reinigungsset Enthält Zugseil, Rohrbürste, Mikrofasertücher, Reinigungsbürsten, O-Ring-Fett, Baumwollapplikatoren. Zur Reinigung des Einlassrohrs und der PM10-, PM2,5-Einlässe.	BX-344	

Beschreibung	Artikelnummer	Grafik
Düsenkorrektur-Passplattensatz. Nur 8235/8236 Unterlegscheiben.	BX-310	
Gummi-Lecktest- Düsendichtungswerkzeug	7440	
Spannmembran-Baugruppe, Standard-Ersatz Etwa 0,800 mg/cm ²	8069	
Spannmembran-Baugruppe, mittlerer Bereich Etwa 0,500 mg/cm ²	BX-301	
Durchfluss-Einlassadapter-Kit (Lecktestventil) Einschließlich Adapter für kurze Einlassschläuche.	BX-305	
Nullfilter-Kalibriersatz, mit Leckrückschlagventil. Erforderlich für die PM2,5-FEM- Überwachung. Wie BX-305, jedoch mit 0,2- Mikron-Filter.	BX-302	
Kalibriersatz für volumetrische Durchflussmengen (BGI deltaCal™) Durchfluss-, Temperatur- und Druck-Referenzstandards Ecotech empfohlener Durchflussmesser	BX-307	






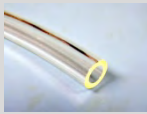
Vakuumpumpen und Pumpenteile:

Beschreibung	Artikelnummer	Grafik
Pumpe, Medo, 115 VAC, 50/60 Hz, geräuscharm	BX-126	
Pumpe, Gast, Drehschieber, 100/115 VAC, 50/60 Hz	BX-121	
Pumpe, Gast, Drehschieber, 220/240 VAC, 50/60 Hz	BX-122	
Schalldämpfer, Medo/Gastpumpe, Ersatz	580293	

Spirant BAM Benutzerhandbuch Fassung: C


Umbausatz für Gaspumpe. Flügel, Filter.	680828	
Medo Pump Rebuild-Kit, Kolben, Filter	680839	
Pumpenservice-Kit, Filteraustausch, Medo	8588	
Pumpensteuerung (nur Relaismodul) Medo	BX-139	
Pumpensteuerung (nur Relaismodul) Gast	BX-139-1	

Fluss-System-Komponenten:

Beschreibung	Artikelnummer	Grafik
Durchflusssensor, Masse, 0-20 LPM, interne Baugruppe	80324	
Automatischer Durchflussregler	BX-961	
Filterbaugruppe, Pisco In-line	580291	
Nur Filterelement, Pisco In-line	580292	
Nur Ersatz für Filter-RH-Sensor	9278	
Nur Ersatz für Filtertemperatursensor	9279	
O-Ring, Düse	720066	
Düsen-Umbausatz, mit Teilen und Werkzeugen	80355	
O-Ring, Einlassröhrenempfänger, 2 erforderlich.	720069	
O-Ring-Kit, Einlassröhrchen-Empfänger und Düse.	9122	
Pumpenschlauch, klar, 10 mm Außendurchmesser, 6,5 mm Innendurchmesser. Polyurethan, 25-Fuß-Rolle Standard	960025	

Elektrische und elektronische Teile:




Beschreibung	Artikelnummer	Grafik
Board-Stapel-Versammlung	9304	Wenden Sie sich an den Technischen Dienst für Informationen zum Austausch von Leiterplatten.
Stromversorgungsmodul mit Kabelbaum	80315	

Leiterplatte, AC-Motortreiber	3110-2	
Leiterplatte, Hochspannung	3150-1	
Fronttür-Baugruppe, Spirant BAM Standardausführung	9628	
Rückwandmontage	80679	
Sicherung, 3,15A, 250V, 5x20mm, 2 erforderlich	590811	
Motor, mit Getriebe, 4 RPM. 4 pro Einheit.	8105-2	
Motor, mit Getriebe, 10 RPM, nur Capstan-Antrieb.	8106-1	






Einlass-Komponenten:





Beschreibung	Artikelnummer	Grafik
PM10 gröÙenselektiver Einlasskopf, EPA spezifiziert	BX-802	
TSP Probenahme-Einlass, mit Insektenschutzgitter	BX-803	
PM2.5 WINS-Auslöser	BX-804	
PM2.5 Scharfer Schnitt Zyklon	BX-807	
PM2,5 Sehr scharf geschnittener Zyklon, BGI Inc. VSCC™ Gültig für PM2.5 FEM-Überwachung	BX-808	
PM2.5 Zyklon - URG Gültig für PM2.5 FEM-Überwachung	BX-809	
Einlass-Dachmontagesatz - enthält den oberen Dachflansch, eine Dichtungsverschraubung, Verstrebungen und ein standardmäßiges 8-Fuß-Einlassrohr.	BX-801	
Nur wasserdichte Einlassrohr-Dichtbuchse	8119	
Nur Dachdeckerflansch-Schweißung	8120	
Einlassrohr-Kupplungsbaugruppe, mit O-Ringen Verbindet zwei Einlassschläuche miteinander Einlassrohr separat erhältlich	BX-821	

Spirant BAM Benutzerhandbuch Fassung: C



Einlassrohr-Verlängerungssatz, 4 Fuß, mit Kupplung und Rohr	BX-822	
Einlassrohr-Verlängerungssatz, 8 Fuß, mit Kupplung und Rohr	BX-823	
Einlassrohr, Aluminium, 8 Fuß Länge Standard	8112	
Einlassrohr, benutzerdefinierte Länge	8112-X	
Die Strichzahl ist die Länge in Fuß, max. 8' pro Rohr	81120	
Intelligentes Heizelement mit Kabel, 115 VAC	81121	
Intelligentes Heizelement mit Kabel, 230 VAC	9123-1	
Intelligente Heizungs-Isolierhülse, weiß	80316	
Externes Heizungsrelais mit Gehäuse	720097	
O-Ringe, BX-807 SCC-Zyklon, Satz mit 6 Stück	720105	
O-Ringe, BX-808 VSCC™ Zyklon, Satz mit 8	720228	
O-Ringe, BX-809 URG Zyklon, Satz mit 6 Stück	8965	

Meteorologische Sensoren:



Beschreibung	Artikelnummer	Grafik
590 Windrichtungssensor, Auto ID	BX-590	
591 Windgeschwindigkeitssensor, Auto ID	BX-591	
592 Umgebungstemperatur-Sensor, Auto ID	BX-592	
592 Raum-/Schutzraum-Temperatursensor, Auto ID	BX-592-1	
593 Sensor für relative Umgebungsluftfeuchtigkeit, Auto ID	BX-593	

Beschreibung	Artikelnummer	Grafik
594 Sensor für den Umgebungsluftdruck, Auto ID	BX-594	
595 Sonneneinstrahlungssensor, Auto ID	BX-595	
596 AT/BP-Kombisensor, -40 +55C. 597 AT/BP/RH Kombifühler, -50 +70C.	BX-596 BX-597	
Kabelbaugruppe für BX-596-Sensor	10076	
Kabelbaugruppe für BX-597-Sensor	10609	
Echtzeit-Modul (RTM) Option zur sofortigen Trendentwicklung der Partikelmasse	BX-895	

Kommunikationsoptionen und Zubehör:

Beschreibung	Artikelnummer	Grafik
Option Touchscreen-Anzeige. Komplette Fronttür-Baugruppe für Spirant BAM.	BX-970	
Bericht-Prozessor-Kit. Komplette Rückwandbaugruppe oder Steckkarte. Rufen Sie Ecotech für Einzelheiten zum Upgrade an. Erforderlich für PM-Coarse- Konfiguration.	BX-965	
Modem-Kit für Spirant BAM	BX-996	
Zellular-/IP-Modem-Kit für Spirant BAM	BX-911	
Spirant BAM Serielles Kabel, DB-9 Buchsenenden, Null.	400658	
Belkin F5U109 USB-zu-RS-232- Adapter	550067	
Seriendrucker-Kit	BX-601	
Konverter für Paralleldrucker	BX-602	

Wetterfeste Mini-Schutzbauten/Gehege:

Beschreibung	Artikelnummer	Grafik
Mini-Gehäuse, beheizt und belüftet. Mfg bei Shelter One	BX-902B	
Mini-Gehäuse, beheizt und klimatisiert. Mfg von Ekto. 2000 BTU KLIMAANLAGE.	BX-903	
Mini-Gehäuse, beheizt und klimatisiert. Mfg von Ekto. 4000 BTU KLIMAANLAGE.	BX-904	
Einhausung, Doppelanlage, beheizt und klimatisiert. Mfg von Ekto. 4000 BTU KLIMAANLAGE.	BX-906	

10.2 Konfigurationen der meteorologischen Sensoren der Serie BX-500

Die Spirant BAM verfügt auf der Rückseite der Spirant BAM über sechs Eingangskanäle für die Datenerfassung externer Sensoren. Die Sensoren der Serie BX-500 sind ein Satz meteorologischer Sensoren, die für die direkte Kompatibilität mit diesen Kanälen ausgelegt sind. Die Sensoren haben jeweils einen Auto-Identifikations-Signaldraht (ID) mit einer für diesen Sensortyp einzigartigen Spannung. Wenn einer dieser Sensoren an die BAM angeschlossen wird, erfasst die Spirant BAM diese ID-Spannung und konfiguriert den Kanal automatisch mit allen korrekten Skalierungsparametern. Der ID-MODUS für den gewünschten Kanal muss im Menü EINSTELLUNG > SENSOREN auf AUTO eingestellt werden, damit die Spirant BAM den Sensor identifizieren kann. Siehe Abschnitt 6.8 für Einzelheiten zum Einrichten der Kanäle in der Spirant BAM. Die Skalierungs- und Einstellwerte der Sensoren der Serie BX-500 sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Temperatureingang für die Durchflussregelung: Das für die Durchflussregelung der Spirant BAM verwendete Umgebungstemperatursignal muss immer an Kanal sechs angeschlossen werden. Spirant BAM-Einheiten sind mindestens mit einem Umgebungstemperatursensor BX-592 ausgestattet. Wenn die BAM als PM2,5-FEM-Monitor konfiguriert ist, ist der Sensor BX-596 erforderlich. Dabei handelt es sich um einen kombinierten Sensor für Umgebungstemperatur und barometrischen Druck, der an Kanal sechs (AT) und sieben (BP) angeschlossen wird und für die tatsächliche Durchflussregelung und Durchflusstatistik dient. Das Drucksignal von Kanal 7 wird in den Standard-Datenfeldern der BAM nicht aufgezeichnet. Um den barometrischen Druck vom BX-596 zu protokollieren, müssen Sie den Signalanschluss von Kanal 7 mit einem kurzen Draht zu einem anderen, nicht verwendeten Kanaleingang überbrücken. Dann müssen Sie den zweiten Kanal manuell mit dem Multiplikator, dem Offset und der Skalenendwertspannung des BX-596 wie unten dargestellt skalieren. BX-596-1 ist eine spezielle Version mit erweitertem Messbereich für Standorte mit sehr niedriger Temperatur oder großer Höhe. BX-597 hat ein zusätzliches RH-Umgebungssignal und erweiterte Bereiche bei den anderen Parametern.

500 Series Sensor Setup Parameters:

Model	Type	Units	Range	Mult	Offset	FS Volts	S/V	Inv Slope	ID Voltage
BX-590	WD	Deg	0 to 360	360	0	1.0	V	N	1.10v
BX-591	WS	mph	0 to 100	100	0	1.0	S	N	0.20v
		m/s	0 to 44.704	44.70	0	1.0	S		
BX-592	AT	°F	-22 to +122	144	-22	1.0	S	N	1.80v
		°C	-30 to +50	80	-30	1.0	S		
BX-593	RH	%	0 to 100	100	0	1.0	S	N	2.10v
BX-594	BP	inHg	20 to 32	6	26	1.0	S	N	2.60v
		mmHg	508.0 to 812.8	152.40	660.40	1.0	S	N	
		mbar	677.1 to 1083.6	203.19	880.46	1.0	S		
BX-595	SR	Ly/ min	0 to 2	2	0	1.0	S	N	3.70v
		W/M2	0 to 2000	2000	0	1.0	S		
BX-596	AT	°C	-40 to +55	95	-40	2.5	S	N	3.50v
	BP	mmHg	525 to 825	300	525	2.5	S		
BX-596-1	AT	°C	-50 to +50	100	-50	2.5	S	N	4.10v
	BP	mmHg	400 to 825	425	400	2.5	S		
BX-597	AT	°C	-50 to +70	120	-50	2.5	S	N	4.20v
	BP	mmHg	375 to 825	450	375	2.5	S		
	RH*	%	0 to 100	100	0	2.5	S		

* Das RH-Signal vom BX-597-Sensor kann optional an einen unbenutzten Met-Kanal angeschlossen werden. Diese Setup-Parameter müssen vom Benutzer manuell im Bildschirm EINSTELLUNG > SENSOR für den ausgewählten Kanal eingegeben werden.

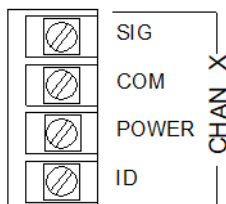


Abbildung 53 – Spirant BAM-Rückwand Met Sensor-Eingangsklemme

Met-Sensor-Verdrahtungsanschlüsse der Serie BX-500 für Spirant BAM:

BX-590 Windrichtungssensor	
Klemmenblock	Farbe der Kabeladern
SIG	Orange oder Gelb
COM	Schwarz/Schild
POWER	Rot
ID	Grün

BX-591 Wind Speed Sensor	
Klemmenblock	Farbe der Kabeladern
SIG	Orange oder Gelb
COM	Black/Shield
POWER	Red
ID	Green

BX-592 Ambient Temp Sensor	
Klemmenblock	Farbe der Kabeladern
SIG	Orange oder Gelb
COM	Schwarz/Schild
POWER	Rot
ID	Grün

BX-593 Relative Humidity Sensor	
Klemmenblock	Farbe der Kabeladern
SIG	Orange oder Gelb
COM	Grün/Schild
POWER	Weiß
ID	Rot

BX-594 Barometric Pressure Sensor	
Klemmenblock	Farbe der Kabeladern
SIG	Weiß
COM	Schwarz/Schild
POWER	Rot
ID	Grün

BX-595 Solar Radiation Sensor	
Klemmenblock	Farbe der Kabeladern
SIG	Orange oder Gelb
COM	Schwarz/Schild
POWER	Rot
ID	Grün

BX-596 Temperature/Baro Combo Sensor	
Klemmenblock	Farbe der Kabeladern
Channel 6 SIG	Orange oder Gelb (AT)
Channel 6 COM	Schwarz/Schild
Channel 6 POWER	Rot
Channel 6 ID	Grün
Channel 7 SIG	Weiß (BP)

BX-597 Temp/Baro/RH Combo Sensor	
Klemmenblock	Farbe der Kabeladern
Channel 6 SIG	Blau (AT)
Channel 6 COM	Schwarz/Schild
Channel 6 POWER	Rot
Channel 6 ID	Grün
Channel 7 SIG	Weiß (BP)
Channel 1-3 SIG*	Braun (RH)

* * Das BX-597 RH-Signal kann an jeden unbenutzten Met-Kanal angeschlossen werden, typischerweise 1, 2 oder 3. Es muss manuell skaliert werden.

Das BX-596 BP-Signal muss an den unprotokollierten Kanal 7 angeschlossen werden, kann aber zur Protokollierung auf einen anderen unbenutzten Kanal gesprungen werden.

Physikalische Montage des Sensors:

Die Sensoren der Serie BX-500 werden in der Regel nahe dem oberen Ende des Spirant BAM-Einlassrohrs mit einer mitgelieferten kurzen Traverse und/oder entsprechender Hardware montiert. Die Sensoren können auch auf einem separaten Stativ in der Nähe montiert werden, z.B. Ecotech Modell 905. Die Windsensoren müssen so montiert werden, dass mögliche Windhindernisse durch die Einlasskomponenten der BAM vermieden werden.

11. Theorie der Funktionsweise

^{14}C (Kohlenstoff-14) ist ein natürlich vorkommendes Isotop des Kohlenstoffs, das sich in der Atmosphäre durch die Wechselwirkung der kosmischen Strahlung mit Stickstoff bildet. Von den drei natürlich vorkommenden Isotopen des Kohlenstoffs ist das ^{14}C (Kohlenstoff-14) ein natürliches Isotop des Kohlenstoffs,

^{14}C ist das einzige, das in Spurenmengen vorkommt. Die Halbwertszeit von ^{14}C beträgt 5.730 Jahre. Es unterliegt einem Beta-Zerfall und wird in ^{14}N (Stickstoff-14) umgewandelt. Während des Beta-Zerfallsprozesses werden hochenergetische Elektronen emittiert. Die Betastrahlung durch den Zerfall von ^{14}C verteilt sich um eine durchschnittliche Energie von etwa 49 keV. In Luft legen diese Elektronen eine maximale Strecke von etwa 22 cm zurück, bevor sie vollständig absorbiert werden.

Die Betastrahlenabsorption ist das Prinzip, nach dem die Spirant BAM ihre Messung durchführt. ^{14}C ist eine bequeme Quelle zur Verwendung bei Beta-Absorptionsmessungen. Ihre lange Halbwertszeit bedeutet, dass die Quelle die Lebensdauer des Instruments überdauert. Bei Verwendung in bescheidenen Mengen (weniger als 100 Mikrokuren) ist im Allgemeinen keine Lizenz für den Besitz der Ausrüstung erforderlich.

Dieser Prozess der Absorption von Betastrahlen durch Materie kann durch die folgende Beziehung beschrieben werden:

$$I = I_0 \exp\left(-\frac{\mu M}{S}\right)$$

In der obigen Gleichung ist I_0 der gemessene Betastrahlenfluss (Counts) durch sauberes Filterband, I ist der gemessene Fluss (Counts) durch aerosolbeladenes Filterband, M ist die auf dem Filterband abgelagerte Aerosolmasse (mg), S ist die Spotfläche (cm^2). μ ist der Betastrahlenabsorptionsquerschnitt (cm^2/mg). Der Absorptionsquerschnitt μ hängt in einer sehr guten Näherung nur von der Masse der absorbierenden Spezies und nicht von ihrer chemischen Zusammensetzung ab. Mit anderen Worten, die Absorptionsquerschnitte für häufig vorkommende Spezies in Umgebungspartikeln wie Ruß, Eisenoxid, Siliciumdioxid oder Salz sind alle ungefähr gleich. Aus diesem Grund muss man die chemische Zusammensetzung des zu beprobenden Aerosols nicht im Voraus kennen, um eine genaue Massenmessung mit der Spirant BAM durchführen zu können.

Während des Werkskalibrierungsprozesses wird die zu kalibrierende Spirant BAM zunächst mit einer Membran in Frage gestellt, deren Massendichte $\left(\frac{M}{S}\right)$ bekannt ist. Wiederholte Messungen von I_0 und I für das zu kalibrierende Betamessgerät ermöglicht uns die Berechnung des Absorptionsquerschnitts μ wie unten dargestellt:

$$\mu = \frac{S}{M} \ln\left(\frac{I_0}{I}\right)$$

Winzige Abweichungen im gemessenen Absorptionsquerschnitt μ werden von einer Spirant BAM zur nächsten gefunden. Diese Unterschiede sind auf kleine Unterschiede zwischen den Aktivitäten der Beta-Quellen und auf kleine Unterschiede in den Geometrien (d.h. Fertigungstoleranzen) zurückzuführen, die zwischen einem Instrument und dem nächsten bestehen. Dieser Prozess der Membrankalibrierung ermöglicht es uns, die Messbereichsantwort aller Spirant BAM-Monitore zu standardisieren.

Dieselbe Membran, deren bekannte Massendichte $\left(\frac{M}{S}\right)$ zur Bestimmung von μ verwendet wird, ist in das Instrument eingebaut und wird anschließend dazu verwendet, dieselbe Spirant BAM stündlich zu überprüfen, um sicherzustellen, dass die ursprüngliche Messspannenkalibrierung eingehalten wird.

An dieser Spirant BAM wird dann eine endgültige Kalibrierung durchgeführt. Sie wird mit einem Spirant BAM-Referenzmonitor zusammengeführt. Die zusammengestellten Monitore nehmen dann eine Probe und messen dasselbe Aerosol (Rauch) 48 oder 72 Stunden lang. Eine lineare Regression des stündlichen Outputs der zu testenden Spirant BAM gegen den Transferstandard Spirant BAM liefert eine Steigung "k", die zur Einstellung der endgültigen Kalibrierung verwendet wird. Dies ist in der nachstehenden Gleichung dargestellt.

$$C = k \frac{m}{V} + BKGD$$

In dieser Gleichung ist C die Massenkonzentration des Aerosols in mg/m³, m die Masse der Probenahme in mg, V das Volumen der Probenahme in m³ und BKGD das Ansprechverhalten des Geräts bei Abwesenheit von Partikeln, bestimmt durch den Nullfiltertest in mg/ m³.

Die Reaktion der Spanmembran ist in mg/ m³ und hängt nur von „, dem Absorptionsquerschnitt der Betastrahlung ab, während C, die gemessene Aerosolkonzentration in mg/m³ sowohl von μ , k, als auch von BKGD abhängt. Da bei dieser Berechnung auch das Probenvolumen verwendet wird, hängt die genaue Bestimmung von C auch von der Fähigkeit des Geräts ab, das Volumen genau zu messen.

11.1 Converting Data Between EPA Standard and Actual Conditions

Die Spirant BAM entnimmt die Proben immer unter tatsächlichen Strömungsbedingungen. Die Spirant BAM kann jedoch so eingestellt werden, dass sie Konzentrationen entweder unter tatsächlichen Strömungsbedingungen oder unter Standard-Strömungsbedingungen meldet. Die Differenz zwischen diesen beiden Werten entspricht der Volumenänderung zwischen einer Spirant BAM-Probe, die unter tatsächlichen Bedingungen entnommen wurde, und der gleichen Probe, die unter Standardbedingungen entnommen wurde.

$$C_{std} = C_{amb} \frac{P_{std} T_{amb}}{P_{amb} T_{std}}$$

Diese Gleichung kann verwendet werden, um die Standardkonzentration (C_{std}) aus den Daten der Umgebungskonzentration (C_{amb}) unter Verwendung der Daten des Umgebungsluftdrucks und der Temperatur (P_{amb} und T_{amb}) aus dem gleichen Zeitraum, in dem die Umgebungskonzentration aufgezeichnet wurde, zu berechnen. P_{std} und T_{std} sind die Werte des barometrischen Standarddrucks und der Standardumgebungstemperatur (C_{amb}) aus dem gleichen Zeitraum, in dem die Umgebungskonzentration aufgezeichnet wurde. Bitte beachten Sie, dass die Temperaturen in Grad Kelvin angegeben werden müssen und dass die Standardtemperatur von einer Gerichtsbarkeit zur anderen etwas variieren kann. Sie beträgt normalerweise entweder 273 °K oder 298 °K.

$$C_{amb} = C_{std} \frac{P_{amb} T_{std}}{P_{std} T_{amb}}$$

Diese Gleichung kann zur Berechnung der Umgebungskonzentration (C_{amb}) aus den Daten der Standardkonzentration (C_{std}) unter Verwendung der Umgebungstemperatur und des Umgebungsdrucks verwendet werden. Es ist notwendig, Zugang zu gültigen Daten für die Umgebungstemperatur und den Umgebungsdruck für die gewünschte Probenstunde zu haben, um die Berechnungen durchführen zu können.

Beispiel: Sie haben einen Datenwert von 27g aus einer BAM, die so konfiguriert wurde, dass sie Daten unter EPA-Standardbedingungen (298K und 760 mmHg) meldet, aber Sie müssen wissen, wie die Konzentration unter tatsächlichen Bedingungen gewesen wäre. Die tatsächliche Durchschnittstemperatur für die fragliche Stunde betrug 303 K und der Durchschnittsdruck 720 mmHg.

$$\text{Camb} = \text{Cstd} * (\text{Pamb} / \text{Pstd}) * (\text{Tstd} / \text{Tamb})$$

$$\text{Camb} = 27 * (720/760) * (298/303)$$

SPIRANT BAM Audit Sheet

Model: SPIRANT BAM **Serial Number:**

Audit Date: **Audited By:** _____

Flow Audits			
Flow Reference Standard Used:	Model:	Serial No:	Calibration Date:
Temperature Standard Used:	Model:	Serial No:	Calibration Date:
Barometric Pressure Standard Used:	Model:	Serial No:	Calibration Date:

Leak Check Value:	as found: lpm	as left: lpm									
Ambient Temperature:	as found: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><th style="width: 50%;">BAM</th><th style="width: 50%;">Ref. Std.</th></tr><tr><td style="text-align: center;">C</td><td style="text-align: center;">C</td></tr></table>	BAM	Ref. Std.	C	C	as left: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><th style="width: 50%;">BAM</th><th style="width: 50%;">Ref. Std.</th></tr><tr><td style="text-align: center;">C</td><td style="text-align: center;">C</td></tr></table> N/A <input type="checkbox"/>	BAM	Ref. Std.	C	C	
BAM	Ref. Std.										
C	C										
BAM	Ref. Std.										
C	C										
Barometric Pressure:	as found: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><th style="width: 50%;">BAM</th><th style="width: 50%;">Ref. Std.</th></tr><tr><td style="text-align: center;">mmHg</td><td style="text-align: center;">mmHg</td></tr></table>	BAM	Ref. Std.	mmHg	mmHg	as left: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><th style="width: 50%;">BAM</th><th style="width: 50%;">Ref. Std.</th></tr><tr><td style="text-align: center;">mmHg</td><td style="text-align: center;">mmHg</td></tr></table> N/A <input type="checkbox"/>	BAM	Ref. Std.	mmHg	mmHg	
BAM	Ref. Std.										
mmHg	mmHg										
BAM	Ref. Std.										
mmHg	mmHg										
Flow Rate (Actual Volumetric):	as found: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><th style="width: 50%;">BAM</th><th style="width: 50%;">Ref. Std.</th></tr><tr><td style="text-align: center;">lpm</td><td style="text-align: center;">lpm</td></tr></table>	BAM	Ref. Std.	lpm	lpm	as left: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><th style="width: 50%;">BAM</th><th style="width: 50%;">Ref. Std.</th></tr><tr><td style="text-align: center;">lpm</td><td style="text-align: center;">lpm</td></tr></table> N/A <input type="checkbox"/>	BAM	Ref. Std.	lpm	lpm	
BAM	Ref. Std.										
lpm	lpm										
BAM	Ref. Std.										
lpm	lpm										
Flow Rate (EPA Standard):	as found: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><th style="width: 50%;">BAM</th><th style="width: 50%;">Ref. Std.</th></tr><tr><td style="text-align: center;">slpm</td><td style="text-align: center;">slpm</td></tr></table>	BAM	Ref. Std.	slpm	slpm	as left: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><th style="width: 50%;">BAM</th><th style="width: 50%;">Ref. Std.</th></tr><tr><td style="text-align: center;">slpm</td><td style="text-align: center;">slpm</td></tr></table> N/A <input type="checkbox"/>	BAM	Ref. Std.	slpm	slpm	
BAM	Ref. Std.										
slpm	slpm										
BAM	Ref. Std.										
slpm	slpm										

Mechanical Audits			
-------------------	--	--	--

Pump muffler unclogged: as found <input type="checkbox"/> as left <input type="checkbox"/>	PM10 particle trap clean: as found <input type="checkbox"/> as left <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
Sample nozzle clean: as found <input type="checkbox"/> as left <input type="checkbox"/>	PM10 drip jar empty: as found <input type="checkbox"/> as left <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
Tape support vane clean: as found <input type="checkbox"/> as left <input type="checkbox"/>	PM10 bug screen clear: as found <input type="checkbox"/> as left <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
Capstan shaft clean: as found <input type="checkbox"/> as left <input type="checkbox"/>	PM2.5 particle trap clean: as found <input type="checkbox"/> as left <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
Rubber pinch rollers clean: as found <input type="checkbox"/> as left <input type="checkbox"/>	Inlet tube water-tight seal OK: as found <input type="checkbox"/> as left <input type="checkbox"/>
Chassis ground wire installed: as found <input type="checkbox"/> as left <input type="checkbox"/>	Inlet tube perpendicular to BAM: as found <input type="checkbox"/> as left <input type="checkbox"/>

Analog Voltage Output Audit			N/A
DAC Test Screen	BAM Voltage Output	Logger Voltage Input	
0.000 Volts	Volts	Volts	
0.500 Volts	Volts	Volts	
1.000 Volts	Volts	Volts	

Membrane Audit	
LAST m (mg):	
ABS (mg):	
Difference (mg):	
% Difference:	

Flow Control Range	
Flow Setpoint	BAM Flow
15.0 LPM	
16.7 LPM	
18.4 LPM	

Setup and Calibration Values								
Parameter	Expected	Found	Parameter	Expected	Found	Parameter	Expected	Found
Clock Time/Date			FLOW TYPE			AP		
RS232 baud			Cv			FRI		
STATION #			Qo			FRh		
RANGE			ABS			Password		
BAM SAMPLE			μ 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		

Last 6 Errors in SPIRANT BAM Error Log					
Error	Date	Time	Error	Date	Time
1			4		
2			5		
3			6		

Audit Notes:
