

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**

## **TÜV RHEINLAND IMMISSIONSSCHUTZ UND ENERGIESYSTEME GMBH**

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10 Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10

**TÜV-Bericht: 936/21205333/A**  
Köln, 06.12.2006

**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 04-12-2010.  
DAR-Registriernummer: DAP-PL-3856.99.





Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung  
BAM-1020 mit PM10 Vorabscheider der Firma Met One Instruments,  
Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10

<b>Geprüfte Messeinrichtung:</b>	BAM-1020 mit PM10 Vorabscheider
<b>Gerätehersteller:</b>	Met One Instruments, Inc. 1600 NW Washington Blvd. Grants Pass, Oregon 97526 USA
<b>Prüfzeitraum:</b>	von: Februar 2006 bis: Dezember 2006
<b>Berichtsdatum:</b>	06.12.2006
<b>Berichtsnummer:</b>	936/21205333/A
<b>Berichtsumfang:</b>	insgesamt 320 Seiten Anhang ab Seite 146 Handbuch ab Seite 167 mit 153 Seiten



## **Inhaltsverzeichnis**

1	KURZFASSUNG UND BEKANNTGABEVORSCHLAG .....	9
1.1	Kurzfassung .....	9
1.2	Bekanntgabevorschlag .....	12
1.3	Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse .....	13
2	AUFGABENSTELLUNG .....	19
2.1	Art der Prüfung .....	19
2.2	Zielsetzung .....	19
3	BESCHREIBUNG DER GEPRÜFTEN MESSEINRICHTUNG .....	20
3.1	Messprinzip .....	20
3.2	Funktionsweise der Messeinrichtung .....	21
3.3	Umfang und Aufbau der Messeinrichtung .....	24
4	PRÜFFPROGRAMM .....	35
4.1	Allgemeines .....	35
4.2	Laborprüfung .....	35
4.3	Feldtest .....	36
5	REFERENZMESSVERFAHREN .....	45
6	PRÜFERGEBNISSE .....	47
6.1	4.1.1 Messwertanzeige .....	47
6.1	4.1.2 Wartungsfreundlichkeit .....	48
6.1	4.1.3 Funktionskontrolle .....	50
6.1	4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten .....	52
6.1	4.1.5 Bauart .....	54
6.1	4.1.6 Unbefugtes Verstellen .....	55
6.1	4.1.7 Messsignalausgang .....	56

6.1	4.2 Anforderungen an Messeinrichtungen für den mobilen Einsatz.....	58
6.1	5.1 Allgemeines .....	59
6.1	5.2.1 Messbereich .....	60
6.1	5.2.2 Negative Messsignale .....	61
6.1	5.2.3 Analysenfunktion.....	62
6.1	5.2.4 Linearität .....	64
6.1	5.2.5 Nachweisgrenze .....	65
6.1	5.2.6 Einstellzeit.....	67
6.1	5.2.7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur .....	68
6.1	5.2.8 Abhängigkeit des Messwertes von der Umgebungstemperatur .....	70
6.1	5.2.9 Nullpunktsdrift .....	72
6.1	5.2.10 Drift des Messwertes.....	78
6.1	5.2.11 Querempfindlichkeit .....	84
6.1	5.2.12 Reproduzierbarkeit.....	85
6.1	5.2.13 Stundenwerte.....	87
6.1	5.2.14 Netzspannung und Netzfrequenz .....	89
6.1	5.2.15 Stromausfall.....	91
6.1	5.2.16 Gerätefunktionen .....	92
6.1	5.2.17 Umschaltung .....	93
6.1	5.2.18 Verfügbarkeit .....	94
6.1	5.2.19 Konverterwirkungsgrad .....	96
6.1	5.2.20 Wartungsintervall .....	97
6.1	5.2.21 Gesamtunsicherheit .....	98
6.1	5.3.1 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems.....	101
6.1	5.3.2 Vergleichbarkeit der Probenahmesysteme.....	109
6.1	5.3.3 Kalibrierung.....	114
6.1	5.3.4 Querempfindlichkeit .....	115

6.1	5.3.5 Tagesmittelwerte.....	118
6.1	5.3.6 Konstanz des Probenahmestroms .....	119
6.1	5.3.7 Dichtheit des Probenahmesystems .....	122
6.1	5.4 Anforderungen an Mehrkomponentenmesseinrichtungen .....	123
7	WEITERE PRÜFKRITERIEN NACH LEITFADEN „DEMONSTRATION OF EQUIVALENCE OF AMBIENT AIR MONITORING METHODS“ .....	124
7.1	Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs}$ [9.5.2.1].....	124
7.1	Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.5.6] .....	130
7.1	Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen [9.7].....	139
8	EMPFEHLUNGEN ZUM PRAXISEINSATZ.....	144
	Arbeiten im Wartungsintervall.....	144
	Funktionsprüfung und Kalibrierung .....	144
9	LITERATURVERZEICHNIS .....	145
10	ANLAGEN.....	146



## **1 Kurzfassung und Bekanntgabevorschlag**

### **1.1 Kurzfassung**

Gemäß der 1. Tochterrichtlinie 1999/30/EG vom 22. April 1999 „über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft“ zur Luftqualitätsrahmenrichtlinie 96/62/EG vom 27. September 1996 „über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität“ sind als Referenzmethoden zur Messung der PM10-Konzentration die in der EN 12341 „Ermittlung der PM10-Fraktion von Schwebstaub – Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“ beschriebenen Methoden zu verwenden. Die Mitgliedsstaaten können jedoch auch ein anderes Verfahren verwenden, wenn nachgewiesen werden kann, „dass dieses eine feste Beziehung zur Referenzmethode aufweist. In diesem Fall müssen die mit diesem Verfahren erzielten Ergebnisse um einen geeigneten Faktor korrigiert werden, damit gleichwertige Ergebnisse wie bei der Verwendung der Referenzmethode erzielt werden.“ (1999/30/EG, Anhang IX, Art. IV, Abs.2).

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.

Der Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ der Ad-hoc-EG-Arbeitsgruppe vom November 2005 beschreibt darüber hinaus ein weiteres 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 Auftrag der Met One Instruments, Inc. führte die TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH die Eignungsprüfung der Messeinrichtung BAM-1020 für die Komponente Schwebstaub PM10 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 [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 12341, „Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM 10-Fraktion von Schwebstaub; Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“, Deutsche Fassung EN 12341: 1998 [3]
- Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung von November 2005 [9]

Die Untersuchungen gemäß dem Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods” erfolgten exemplarisch auf Basis der in der Feldprüfung gemäß [1], [2] und [3] erzielten Messdaten. Dabei wurden die Untersuchungen abweichend zur Anforderung aus dem Leitfaden nur an drei statt vier Feldteststandorten und mit weniger als jeweils 40 validen Messwertpaaren pro Feldteststandort durchgeführt.

Die Messeinrichtung BAM-1020 ermittelt die Staubkonzentrationen mittels eines Radiometer-Messprinzips. Mit Hilfe einer Pumpe wird Umgebungsluft über einen PM10 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.

Die Untersuchungen erfolgten im Labor und während eines mehrmonatigen Feldtests.

Der mehrmonatige Feldtest erfolgte an den Standorten gemäß Tabelle 1:

*Tabelle 1: Beschreibung der Messstellen*

	Köln, Parkplatzgelände	Titz-Rödingen	Köln, Frankfurter Straße	zusätzlich Köln, Frankfurter Straße
Zeitraum	02/2006 – 04/2006	07/2006 – 09/2006	09/2006 – 10/2006	10/2006 – 11/2006
verwendeter PM10- Probenahmekopf	BX-802 US	BX-802 US	BX-802 US	BX-809 EU
Anzahl der Messwertpaare: Prüflinge	52	37	28	26
Charakterisierung	Städtischer Hinter- grund	Ländliche Struktur	Verkehrsbeeinflusst	Verkehrsbeeinflusst
Einstufung der Im- missionsbelastung	durchschnittlich bis hoch	niedrig	durchschnittlich bis hoch	durchschnittlich bis hoch

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 PM10 vorgeschlagen.

## 1.2 Bekanntgabevorschlag

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

- 1.2.1 Messaufgabe** : Laufende Aufzeichnung der Immissionen von Schwebstaub PM10
- 1.2.2 Gerätename** : BAM-1020 mit PM10 Vorabscheider
- 1.2.3 Messkomponenten** : Schwebstaub PM10
- 1.2.4 Hersteller** : Met One Instruments, Inc.  
1600 NW Washington Blvd.,  
Grants Pass, OR 97526,  
USA
- 1.2.5 Eignung** : Zur kontinuierlichen Immissionsmessung der PM10-Fraktion im Schwebstaub im stationären Einsatz.
- 1.2.6 Messbereiche bei der Eignungsprüfung** : 0 bis 1,000 mg/m<sup>3</sup> = 0 bis 1000 µg/m<sup>3</sup>
- 1.2.7 Softwareversion** : Version 3236-02 3.2.1b
- 1.2.8 Einschränkungen** : Keine
- 1.2.9 Hinweise** :  
1. Das Gerät ist zur Erfassung von PM10 mit folgenden Optionen auszustatten:  
Probenahmeheizung (BX-830), Probenahmekopf (BX-802), Umgebungstemperatursensor (BX-592) und Luftdrucksensor (BX-594)  
2. Die Heizung darf nur in der während der Eignungsprüfung verwendeten Betriebsweise eingesetzt werden.  
3. Die Volumenstromregelung hat auf Betriebsvolumen in Bezug auf die Umgebungsbedingungen zu erfolgen (Betriebsart ACTUAL).  
4. Die Messeinrichtung wurde während der gesamten Eignungsprüfung mit der Probenahmeheizung BX-830 betrieben.  
5. Die Zykluszeit während der Eignungsprüfung betrug 1 h, d.h. jede Stunde wurde ein automatischer Filterwechsel durchgeführt. Jeder Filterleck wurde nur einmal beprobt.  
6. Die Messeinrichtung ist in einem verschließbaren Messcontainer zu betreiben.  
7. Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM10-Referenzverfahren nach DIN EN 12341 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
- 1.2.10 Prüfinstitut** : TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH, Köln  
TÜV Rheinland Group  
Verantwortlicher Prüfer: Dipl.-Ing. Karsten Pletscher
- 1.2.11 Prüfbericht** : 936/21205333/A vom 06.12.2006

### 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	47
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	48
4.1.3	Funktionskontrol- le	Spezielle Einrichtungen hierzu sind als zum Gerät gehörig zu betrachten, bei den entsprechenden Teilprüfungen einzusetzen und zu bewerten.  Prüfgaserzeugungssysteme müssen der Messeinrichtung ihre Betriebsbereitschaft über Statussignale anzeigen und direkt oder telemetrisch steuerbar sein.  Unsicherheit dieser Prüfgaseinrichtung darf in drei Monaten 1 % von B2 nicht überschreiten.	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	51
4.1.4	Rüst- und Ein- laufzeiten	Die Betriebsanleitung muss hierzu Angaben enthalten.	Die Rüst- und Einlaufzeiten wurden ermittelt.	ja	53
4.1.5	Bauart	Die Betriebsanleitung muss Angaben hierzu enthalten	Die in der Betriebsanleitung aufgeführten Angaben zur Bauart sind vollständig und korrekt.	ja	54
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	55
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	56
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. Ein mobiler Einsatz der Messeinrichtung wurde im Rahmen der Prüfung nicht geprüft.	nein	58

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	59
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	60
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	61
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	62
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 Staubmesseinrichtungen ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.3.1 „Gleichwertigkeit der Probenahmesysteme“ durchzuführen.	ja	64
5.2.5 Nachweisgrenze	Maximal $B_0$ .	Die Nachweisgrenze ermittelte sich aus den Untersuchungen zu 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für Gerät 1 (SN 4924) und zu 1,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für Gerät 2 (SN 4925).	ja	64
5.2.6 Einstellzeit	Maximal 5 % der Mittelungszeit (gleich 180 Sekunden).	Nicht zutreffend.	-	67
5.2.7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur	Nullpunktmesswert darf bei $\Delta T_u$ 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 0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ festgestellt werden.	ja	68
5.2.8 Abhängigkeit des Messwertes von der Umgebungstemperatur	Der Messwert im Bereich von $B_1$ darf nicht mehr als $\pm 5\%$ bei $\Delta T_u$ 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 4924) keine Abweichungen $> 0,1\%$ , für Gerät 2 (SN 4925) keine Abweichungen $> 0,2\%$ zum Ausgangswert bei 20 °C ermittelt werden.	ja	70

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	ein- gehal- ten	Seite
5.2.9 Nullpunktsdrift	In 24 Stunden und im Wartungsintervall maximal $B_0$ .	Die Messeinrichtung führt während jedem Messzyklus eine regelmäßige geräteinterne Überprüfung des Nullpunkts der radiometrischen Messung durch. Diese Überprüfung führt zu keinerlei Unterbrechung des laufenden Messbetriebs. Die im Rahmen der Driftuntersuchung im Wartungsintervall ermittelten Werte liegen innerhalb der erlaubten Grenzen.	ja	73
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 0,44 % (SN 4924) bzw. -0,02 % (SN 4925).	ja	79
5.2.11 Querempfindlichkeit	Im Bereich des Nullpunktes maximal $B_0$ und im Bereich $B_2$ maximal 3 % von $B_2$ .	Nicht zutreffend.	-	84
5.2.12 Reproduzierbarkeit	$R_D \geq 10$ bezogen auf $B_1$ .	Die Reproduzierbarkeit betrug im Feldtest minimal 16.	ja	85
5.2.13 Stundenwerte	Bildung muss möglich sein.	Die Bildung von Stundenwerten für die Komponente Feinstaub PM10 ist zur Überwachung der einschlägigen Grenzwerte nicht erforderlich, aber möglich.	ja	87
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 am Nullpunkt maximale Abweichungen von $-1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und an den geprüften Referenzpunkten von maximal 0,2 %.	ja	90
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	91

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	92
5.2.17 Umschaltung	Messen/Funktionskontrolle und/oder Kalibrierung muss telemetrisch und manuell lösbar sein.	Grundsätzlich können alle notwendigen Arbeiten zur Funktionskontrolle und Kalibrierung direkt am Gerät oder aber per telemetrischer Fernbedienung überwacht werden.	ja	93
5.2.18 Verfügbarkeit	Mindestens 90 %.	Die Verfügbarkeit betrug für beide Geräte 99,7 % ohne prüfungsbedingte Ausfälle, bzw. 99,0 % inkl. prüfungsbedingter Ausfälle.	ja	94
5.2.19 Konverterwirkungsgrad	Mindestens 95 %.	Nicht zutreffend.	entfällt	96
5.2.20 Wartungsintervall	Möglichst 28 Tage, mindestens 14 Tage.	Das Wartungsintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt und beträgt 4 Wochen.	ja	97
5.2.21 Gesamtunsicherheit	Einhaltung der Anforderungen an die Datenqualität [G10 bis G12].	Die Gesamtunsicherheiten ergaben sich zu 7,23 % bzw. 7,89 % für $U(c)$ und 7,44 % bzw. 8,28 % für $U(\bar{C})$ .	ja	98
5.3 Anforderungen an Messeinrichtungen für partikelförmige Luftverunreinigungen				
5.3.1 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems	Zum Referenzverfahren nach DIN EN 12 341 [T2] ist nachzuweisen.	Die Referenz-Äquivalenzfunktionen liegen in den Grenzen des jeweiligen Akzeptanzbereiches. Weiterhin ist der Variationskoeffizient $R^2$ der berechneten Referenz-Äquivalenzfunktionen im betreffenden Konzentrationsbereich $\geq 0,95$ .	ja	102

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	ein- gehal- ten	Seite
5.3.2 Vergleichbarkeit der Probenahmesysteme	Ist im Feldtest nach DIN EN 12 341 [T2] für zwei baugleiche Probenahmesysteme nachzuweisen.	Der zweiseitige Vertrauensbereich CI95 liegt mit maximal 2,54 µg/m³ unterhalb des geforderten Wertes von 5 µg/m³	ja	110
5.3.3 Kalibrierung	Durch Vergleichsmessung im Feldtest mit Referenzverfahren nach DIN EN 12 341 [T2]; Zusammenhang zwischen Messsignal und gravimetrischer Referenzkonzentration als stetige Funktion ermitteln.	Siehe Modul 5.2.3.	-	114
5.3.4 Querempfindlichkeit	Maximal 10 % von B <sub>1</sub> .	Es konnte kein Störeinfluss > 1,46 µg/m³ Abweichung vom Sollwert durch die im Messgut enthaltene Luftfeuchte auf das Messsignal festgestellt werden. Während des Feldtestes konnten bei wechselnden relativen Luftfeuchten und aktiviertem Heizsystem kein negativer Einfluss auf die Messwerte beobachtet werden.	ja	116
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	118
5.3.6 Konstanz des Probenahmenvolumenstroms	± 3 % vom Sollwert während der Probenahmedauer; Momentanwerte ± 5 % vom Sollwert während der Probenahmedauer.	Alle ermittelten Mittelwerte über den Messzyklus weichen weniger als ± 3 %, alle Momentanwerte weniger als ± 5 % vom Sollwert ab.	ja	120
5.3.7 Dichtheit des Probenahmesystems	Undichtigkeit maximal 1 % vom Probenahmenvolumen.	Die maximal ermittelten Undichtigkeiten ergaben sich zu 0,6 % für Gerät 1 (SN 4924) sowie zu 0,6 % für Gerät 2 (SN 4925).	ja	122
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.	-	123

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 1,22 µg/m³ unterhalb des geforderten Wertes von 3 µg/m³.	ja	124
Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.5.6]	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 <sub>qo</sub> von 25 % für Feinstaub.	ja	130
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 ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren.	ja	139

## **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 PM10 Vorabscheider vorgenommen. Die Prüfung erfolgte als vollständige Eignungsprüfung.

### **2.2 Zielsetzung**

Die Messeinrichtung soll den Gehalt an PM10 Feinstaub in der Umgebungsluft im Konzentrationsbereich 0 bis 1,000 mg/m<sup>3</sup> = 0 bis 1000 µg/m<sup>3</sup> bestimmen.

Die Eignungsprüfung war anhand der aktuellen Richtlinien zur Eignungsprüfung 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 12341, „Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM 10-Fraktion von Schwebstaub; Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“, Deutsche Fassung EN 12341: 1998, [3]

Im Rahmen der vorliegenden Eignungsprüfung erfolgte darüber hinaus eine zusätzliche exemplarische Auswertung der Feldtestdaten nach den Kriterien des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ der EU-Arbeitsgruppe.

- Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“, Englische Fassung von November 2005, [9]

Die Untersuchungen gemäß dem Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ erfolgten exemplarisch auf Basis der in der Feldprüfung gemäß [1], [2] und [3] erzielten Messdaten. Dabei wurden die Untersuchungen abweichend zur Anforderung aus dem Leitfaden nur an drei statt vier Feldteststandorten und mit weniger als jeweils 40 validen Messwertpaaren pro Feldteststandort durchgeführt.

### 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	$\Delta t$	Probenahmezeit
$\mu$	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, siehe Anhang B in der Betriebsanleitung) verglichen werden.

### 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung

Die Partikelprobe passiert mit einer Durchflussrate von 1 m<sup>3</sup>/h den PM10-Probenahmekopf und gelangt über das Probenahmerohr zum eigentlichen Messgerät BAM-1020.

Im Rahmen der Eignungsprüfung wurde die Messeinrichtung mit der Probenahmeheizung BX-830 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: Messzeit für Radiometrie 4 min):

1. Die Anfangs- oder Leermessung auf dem sauberen Filterband  $I_0$  findet am Anfang des Zyklus statt. Sie dauert 4 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 50 min die Partikel beladene Luft gesaugt.
3. Gleichzeitig wird 4 Bestäubungsflächen zurück auf dem Filterband eine radiometrischen Messung  $I_1$  für die Dauer von 4 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. Um Überschneidungen mit dieser automatischen Überprüfung zu vermeiden, sollte die Probenahmezeit in jedem Fall größer als 13 min sein.  
Steht ausreichend Zeit zur Verfügung, erfolgt vier Minuten vor Ende der Sammelzeit 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 schematisch den Ablauf eines Messzyklus.

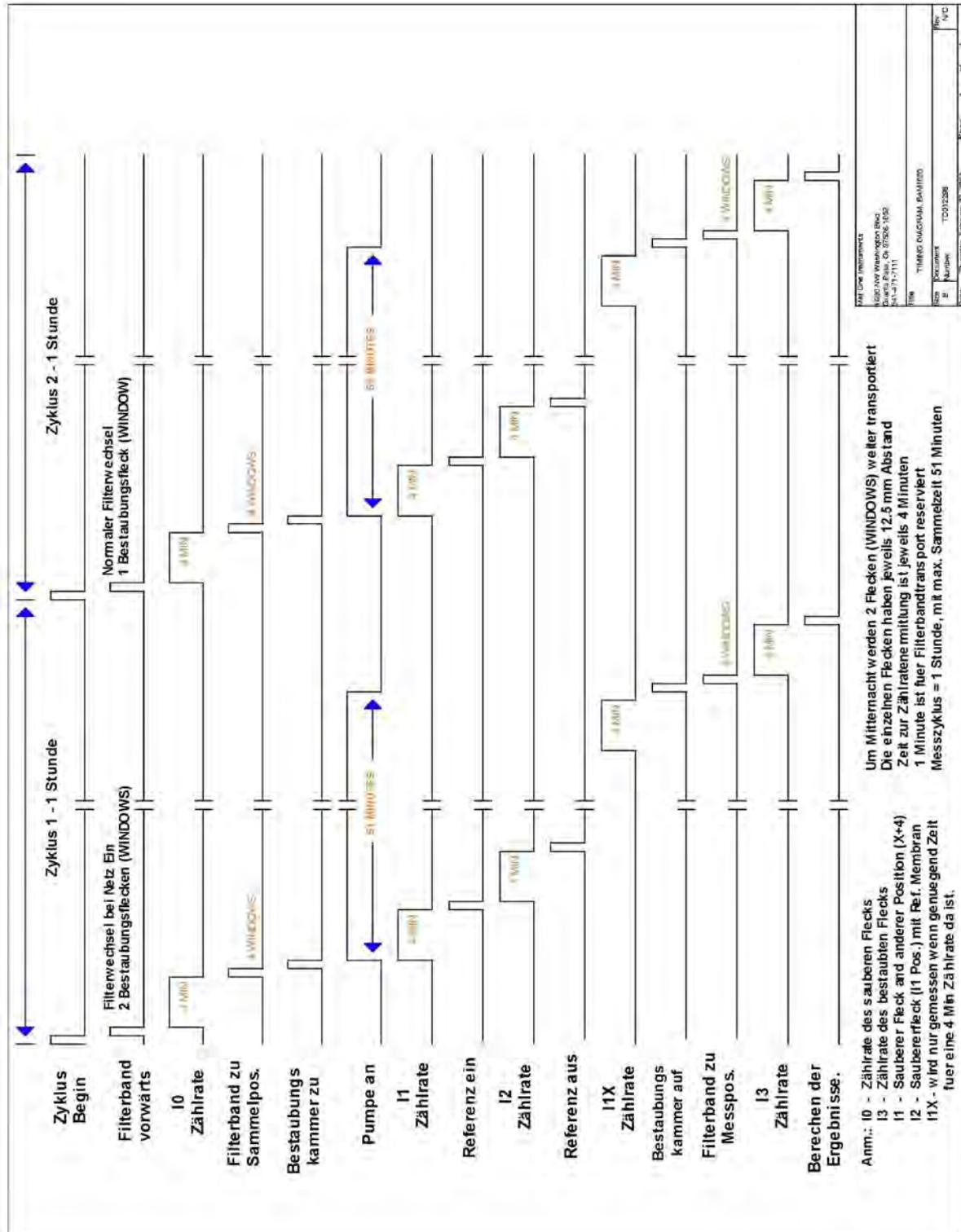


Abbildung 1: Zeitlicher Ablauf Messzyklus BAM-1020

Im Rahmen der Eignungsprüfung war eine Zykluszeit von 60 min eingestellt mit einem Zeitbedarf für die radiometrische Messung von 4 min.

Die Zykluszeit setzt sich daher zusammen aus 2 x 4 min für die radiometrische Messung ( $I_0$  &  $I_3$ ) sowie ca. 1-2 min für Filterbandbewegungen. Damit liegt die effektive Probenahmezeit bei 50 min.

Die Messeinrichtung erlaubt darüber hinaus zur Erhöhung der Genauigkeit der radiometrischen Messung eine Erweiterung der Messzeit auf 6 oder 8 min. Damit sinkt jedoch die effektive Probenahmezeit auf 46 bzw. 42 min ab.

### 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 (US (BX-802), EU (BX-809)), dem Probenahmerohr, der Probenahmeheizung BX-830, dem Umgebungstemperatursensor BX-592 (inkl. Strahlungsschutzschild), dem Luftdrucksensor BX-594, 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.

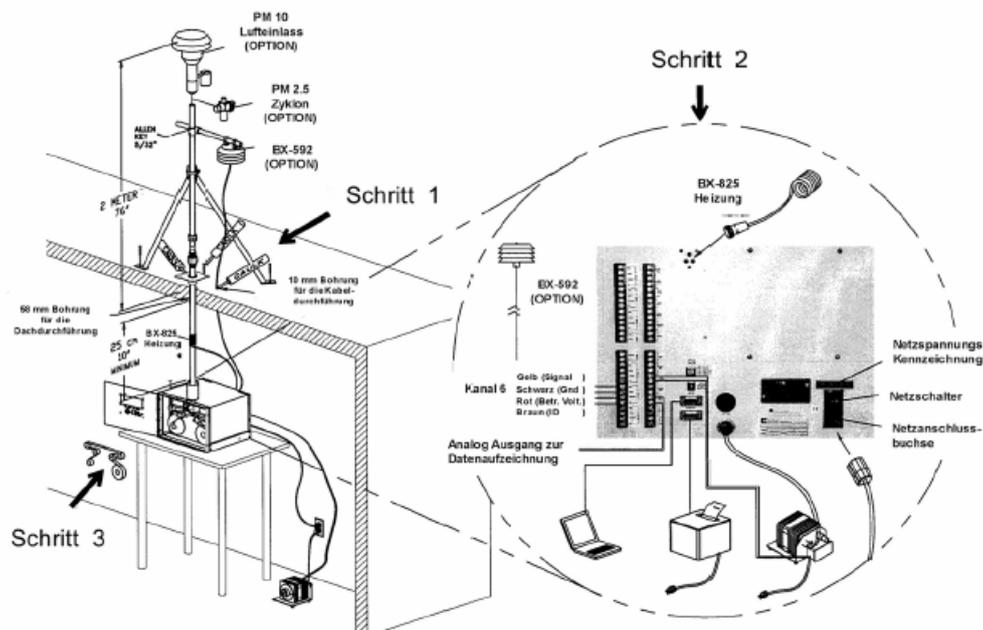


Abbildung 2: Überblick Gesamtsystem BAM-1020

Das Messgerät BAM-1020 bietet insgesamt die Möglichkeit, bis zu 6 verschiedene Sensoren an die vorhandenen Analogeingänge anzuschließen. Beispielsweise ist neben dem Umgebungstemperatursensor BX-592 und dem Luftdrucksensor BX-594 auch 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 entweder ein US-PM10 Probeneinlass (Typ: BX-802, in Eignungsprüfung eingesetzt) oder ein EU-PM10-Probeneinlass (Typ: BX-809, zusätzlich an einem Standort eingesetzt) zur Verfügung. Der Probenahmekopf fungiert als Vorabscheider für den aus der Außenluft angesaugten Schwebstaub. Dabei werden die Geräte mit einem konstanten, geregelten Volumenstrom von  $16,67 \text{ l/min} = 1,0 \text{ m}^3/\text{h}$  betrieben. Alternativ ist auch

ein Einsatz von TSP-Probeeinlässen sowie von dem PM10 Probeneinlass nachgeschalteten PM2,5-Zyklonen möglich.



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



*Abbildung 4: europäischer PM10-Probenahmekopf BX-809 für BAM-1020*

Das Probenahmerohr bildet die Verbindung zwischen dem Probenahmekopf und dem eigentlichen Messgerät. Die Länge des Probenahmerohres betrug in der Prüfung 2,4 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 5: 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. 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 6: Messgerät BAM-1020*



*Abbildung 7: Messgeräte BAM-1020 in Messstation*



Abbildung 8: Vakuumpumpe



Abbildung 9: 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.

Auf der obersten Ebene liegt das Hauptfenster der Benutzeranzeige – hier sind die aktuelle Zeit, das aktuelle Datum, die Softwareversion sowie der Status des Gerätes angezeigt.

05/18/2006	BAM 1020	09:21:18
	3236-02 3.2.1b	
LAST CONC: 0.012 mg/m3		
FLOW: 16.7 LPM		
STATUS: ON		
SETUP	OPERATE	TEST
		TAPE

Abbildung 10: 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 Konfigurierung 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.

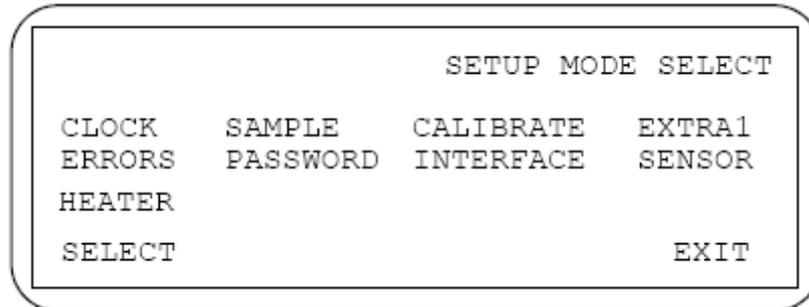


Abbildung 11: Menü „SETUP“

- 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).

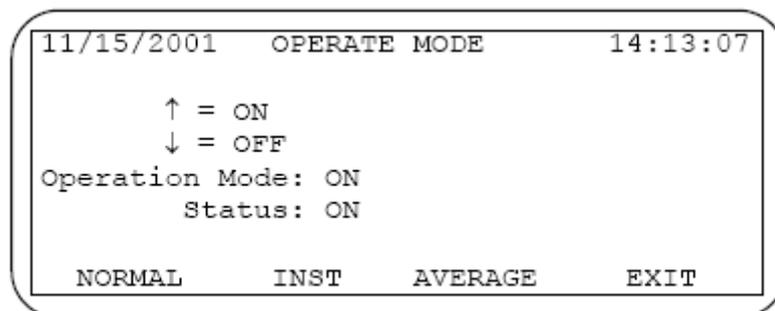


Abbildung 12: Menü „OPERATION“

3. 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.

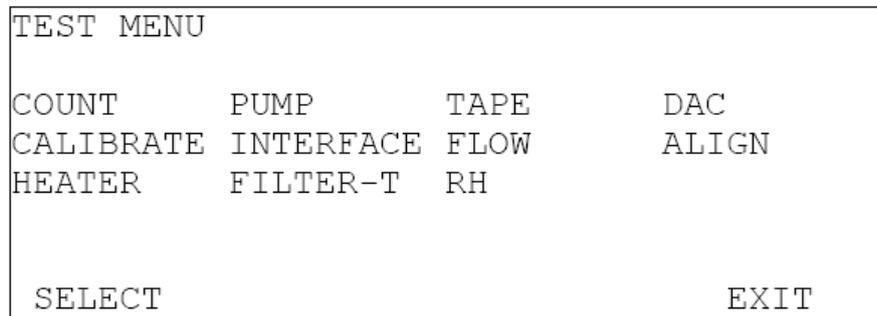


Abbildung 13: Menü „TEST“

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 der 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.

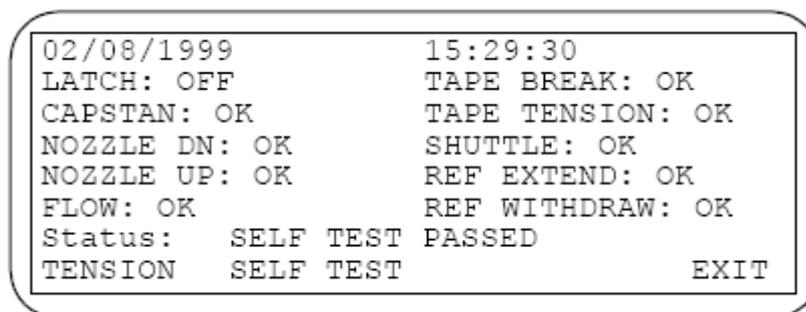


Abbildung 14: Menü „TAPE/SELF TEST“

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:

```
-----  
| > BAM-1020 <  System Menu  |  
-----
```

Select One of the Following:

- 0 - None
- 1 - Display Current Day Data
- 2 - Display All Data
- 3 - Display New Data
- 4 - Display System Configuration
- 5 - Display Date / Time
- 6 - CSV Type Report
- 7 - Display last 100 errors
- 8 - Display > BAM-1020 < Utility Commands
- 9 - Display Pointers

Press <Enter> to Exit a Selection

#### *Abbildung 15: Kommunikation über serielle Schnittstelle #1 - Systemmenü*

Die Messdaten wurde 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 Time	1 Conc(mg)	Qtot(m3)	BP(mm)	WS(MPS)	no(V)	RH(%)	Delta(C)	AT(C)
9/28/2006 14:00	0.029	0.834	755.1	2.3	0.015	35	58.3	20.7
9/28/2006 15:00	0.031	0.834	754.9	2.1	0.012	33	58.4	21.7
9/28/2006 16:00	0.024	0.834	754.7	2.1	0.012	32	58.5	22
9/28/2006 17:00	0.03	0.834	754.5	2	0.011	32	58.5	22.3
9/28/2006 18:00	0.025	0.834	754.4	2	0.01	32	58.5	22.3
9/28/2006 19:00	0.029	0.834	754.3	2	0.01	33	58.5	21.5
9/28/2006 20:00	0.034	0.834	754.4	2	0.01	35	58.5	20.4
9/28/2006 21:00	0.048	0.834	754.5	2	0.01	36	58.5	19.1
9/28/2006 22:00	0.047	0.834	754.6	2	0.01	37	58.5	18.1
9/28/2006 23:00	0.051	0.834	754.8	2	0.01	37	58.5	17.1
9/29/2006 0:00	0.036	0.834	754.8	2	0.01	37	58.5	16.6
9/29/2006 1:00	0.035	0.834	754.7	2	0.01	37	58.5	16
9/29/2006 2:00	0.029	0.834	754.6	2	0.01	38	58.5	15.8
9/29/2006 3:00	0.03	0.834	754.6	2	0.01	38	58.5	15.3

Conc(mg): Staubkonzentrationsmesswert in mg/m<sup>3</sup>, Umgebungsbedingungen

Qtot(m<sup>3</sup>): Durchgesetztes Volumen in m<sup>3</sup> (hier bei 50 min Probenahmezeit)

BP(mm-Hg): Luftdruck in mm-Hg

WS: Windgeschwindigkeit, in diesem Fall nicht belegt

no(V): 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

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.

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

Tabelle 2: Gerätetechnische Daten BAM-1020 (Herstellerangaben)

Abmessungen / Gewicht		BAM-1020	
Messgerät		365 x 483 x 457 mm / 21 kg (ohne Pumpe)	
Probenahmerohr		2.4 m	
Probenahmekopf		BX-802 (US) BX-809 (EU)	
<b>Energieversorgung</b>		100/115/230 V, 50/60 Hz	
<b>Leistungsaufnahme</b>		75 W, Zentraleinheit	
<b>Umgebungsbedingungen</b>			
Temperatur		-30 - +60 °C (Herstellerangabe) +5 - +40 °C in Eignungsprüfung	
Feuchte		nicht kondensierend	
<b>Probenflussrate</b>		16,67 l/min = 1 m³/h	
<b>Radiometrie</b>	<b>Strahler</b>	¹⁴C, <2,2 MBq (< 60 µCi)	
	<b>Detektor</b>	Szintillationszähler	
	<b>Überprüfung</b>	Stündliche, interne Null- und Referenzpunktüberprüfung (Referenzfolie), Abweichungen vom Soll werden aufgezeichnet	
<b>Parameter Filterwechsel</b>			
Messzyklus (Zykluszeit)		1 min – 200 min	Default: 60 min
Messzeit Radiometrie		einstellbar 4,6 oder 8 min	Default: 4 min
Probenahmezeit		je nach Messzeit Radiometrie 50, 46 oder 42 min Default: 50 min	
<b>Parameter Heizung Probenahme BX-830 (optional)</b>			
maximale Temperaturdifferenz Filterband-Außentemperatur		Default: 5°C	
Sollwert für relative Luftfeuchte am Filterband		Default: 45 %	
<b>Speicherkapazität Daten (intern)</b>		30 – 200 Tage, abhängig von Zykluszeit	
<b>Analogausgang</b>		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	
<b>Digitalausgang</b>		2 x RS 232 – Schnittstelle zur Datenübertragung und Fernsteuerung	
<b>Statussignale / Fehlermeldungen</b>		vorhanden, Übersicht siehe Kapitel 8 Bedienungshandbuch	

## **4 Prüfprogramm**

### **4.1 Allgemeines**

Die Eignungsprüfung erfolgte an zwei identischen Geräten mit den Seriennummern SN 4924 und SN 4925.

Zu Beginn der Eignungsprüfung (Februar 2006) war die Softwareversion 3236-02 2.65 auf den Prüflingen installiert. Die Software wurde während der Prüfung beständig bis zur Version 3236-02 3.2.1b weiterentwickelt und optimiert. Diese Änderungen wurden geprüft und bei Bedarf entsprechende Prüfungsteile wiederholt. Durch die durchgeführten Änderungen bis zur Version 3236-02 3.2.1b ist kein Einfluss auf die Geräteperformance zu erwarten.

Dem Labortest zur Feststellung der Verfahrenskenngrößen folgte ein mehrmonatiger Feldtest an verschiedenen Feldteststandorten.

Alle ermittelten Konzentrationen werden in Normbedingungen in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  angegeben (273 K, 101,3 kPa). Die zusätzlichen Auswertungen gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods" erfolgten mit auf Betriebsbedingungen umgerechneten Konzentrationen.

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] mit Nummer und Wortlaut angeführt.

### **4.2 Laborprüfung**

Die Laborprüfung wurde mit zwei identischen Geräten des Typs BAM-1020 mit den Seriennummern SN 4924 und SN 4925 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  $-20\text{ °C}$  bis  $+50\text{ °C}$ , Genauigkeit besser als  $1\text{ °C}$ )
- Trennstelltrafo
- Referenzfolie (fest in den Geräten eingebaut)

Die Aufzeichnung der Messwerte erfolgte via Hyperterminal mit Hilfe eines Desktop PC.

Die Ergebnisse der Laborprüfungen sind unter Punkt 6 zusammengestellt.

#### 4.3 Feldtest

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

Gerät 1: Nr. SN 4924

Gerät 2: Nr. SN 4925

Die Felduntersuchungen an drei verschiedenen Standorten erfolgten mit einem US-PM10-Probenahmekopf (BX-802). Nach Abschluss dieser Untersuchungen am 26.10.2006 wurden die Prüflinge am Standort „Köln, Frankfurter Str.“ zusätzlich noch mit einem EU-PM10-Probenahmekopf (BX-809) betrieben. Ziel dieser zusätzlichen Untersuchung war der Nachweis, dass sich die mit den beiden verschiedenen Probenahmeköpfen erzielten Ergebnisse nicht signifikant voneinander unterscheiden und somit der Betrieb der Messeinrichtung grundsätzlich mit beiden Probenahmekopf-Typen möglich ist.

Es ergab sich folgendes Prüfprogramm im Feldtest:

- Untersuchung der Vergleichbarkeit der Testgeräte (gemäß EN 12341 und (zusätzlich) gemäß Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“)
- Untersuchung der Vergleichbarkeit des Testgerätes mit dem Referenzverfahren (gemäß EN 12341 und (zusätzlich) gemäß Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“)
- Zusätzliche Untersuchung der Vergleichbarkeit der Testgeräte (gemäß EN 12341 und (zusätzlich) gemäß Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“) am Standort Köln, Frankfurter Str. mit EU-Probenahmekopf
- Zusätzliche Untersuchung der Vergleichbarkeit des Testgerätes mit dem Referenzverfahren (gemäß EN 12341 und (zusätzlich) gemäß Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“) am Standort Köln, Frankfurter Str. mit EU-Probenahmekopf
- Untersuchung der Konstanz des Probenahmeverfahrensvolumenstroms
- Ermittlung der Kalibrierfähigkeit, Aufstellung der Analysenfunktion
- Bestimmung der Reproduzierbarkeit
- Ermittlung der zeitlichen Änderung des Nullpunktes und der Empfindlichkeit
- Untersuchung der Dichtheit des Probenahmesystems
- Betrachtung der Abhängigkeit der Messwerte von der im Messgut enthaltenen Luftfeuchte

- Ermittlung des Wartungsintervalls
- Bestimmung der Verfügbarkeit
- Ermittlung der Gesamtunsicherheit der Testgeräte.

Für den Feldtest wurden folgende Geräte eingesetzt:

- Messcontainer der TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH, 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 gemäß Punkt 5
- 1 Klassiergerät gemäß Punkt 5
- Ganzmetall-Klein-Durchflussmesser DK 37 E (Hersteller: Fa. Krohne)
- Balgengaszähler mit Impulsgeber (Hersteller: Fa. Elster-Instromet)
- Messgerät zur Erfassung der Leistungsaufnahme Metraster 5 (Hersteller: Fa. Gosson Metrawatt)
- Referenzfolie (fest in den Geräten eingebaut)

Im Feldtest liefen jeweils für 24h zeitgleich zwei BAM-1020 – Systeme, zwei Referenz- und ein Klassiergerät. Das Klassiergerät sowie die Referenzgeräte am ersten Feldteststandort (LVS3) arbeiten diskontinuierlich, d. h. nach erfolgter Probenahme müssen die Filter manuell gewechselt werden.

Die Impaktionsplatten der PM10 Probenahmeköpfe wurden ca. alle 4 Wochen gereinigt und mit Silikonfett eingefettet, um eine sichere Trennung und Abscheidung der Partikel zu gewährleisten.

Bei den Prüflingen sowie bei den Referenzgeräten wurde der Durchfluss vor und nach dem Feldtest, sowie vor und nach jedem Standortwechsel, mit einem Balgengaszähler, 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 und die der Referenzgeräte waren im Innern des klimatisierten Messcontainers untergebracht. Die Verbindung der Zentraleinheiten mit den Probenahmeköpfen geschah bei den BAM-1020-Systemen und bei den Referenzgeräten über das Probenahmerohr. Nur beim Feldteststandort Köln, Parkplatzgelände waren aus Platzgründen (alter Messcontainer) auch die kompletten Referenzsysteme (LVS3) im Freien auf dem Dach installiert. Das Klassiergerät wurde generell direkt im Freien auf dem Containerdach installiert.

Der Feldtest wurde an folgenden Messstandorten durchgeführt:

*Tabelle 3: Feldteststandorte*

Nr.	Messstandort	Zeitraum	Charakterisierung
1	Köln, Parkplatzgelände	02/2006 – 04/2006	Städtischer Hintergrund
2	Titz-Rödingen	07/2006 – 09/2006	Ländliche Struktur
3	Köln, Frankfurter Str.	09/2006 – 11/2006	Verkehrsbeeinflusst

Abbildung 16 bis Abbildung 18 zeigen den Verlauf der PM – Konzentrationen an den Feldteststandorten, die mit den Referenzmesseinrichtungen aufgenommen wurden.

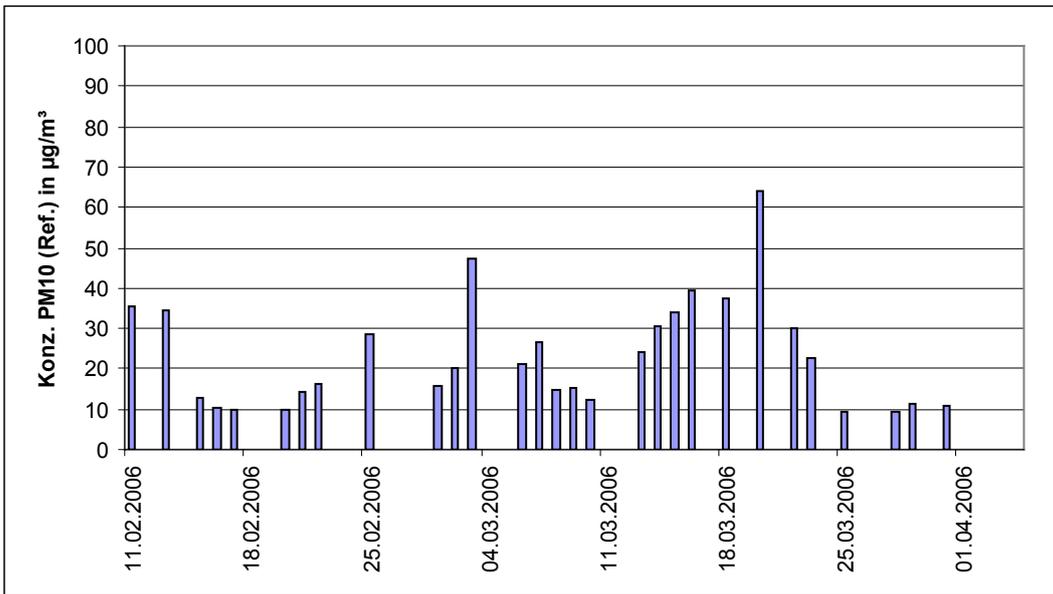


Abbildung 16: Verlauf der PM10-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Parkplatzgelände“

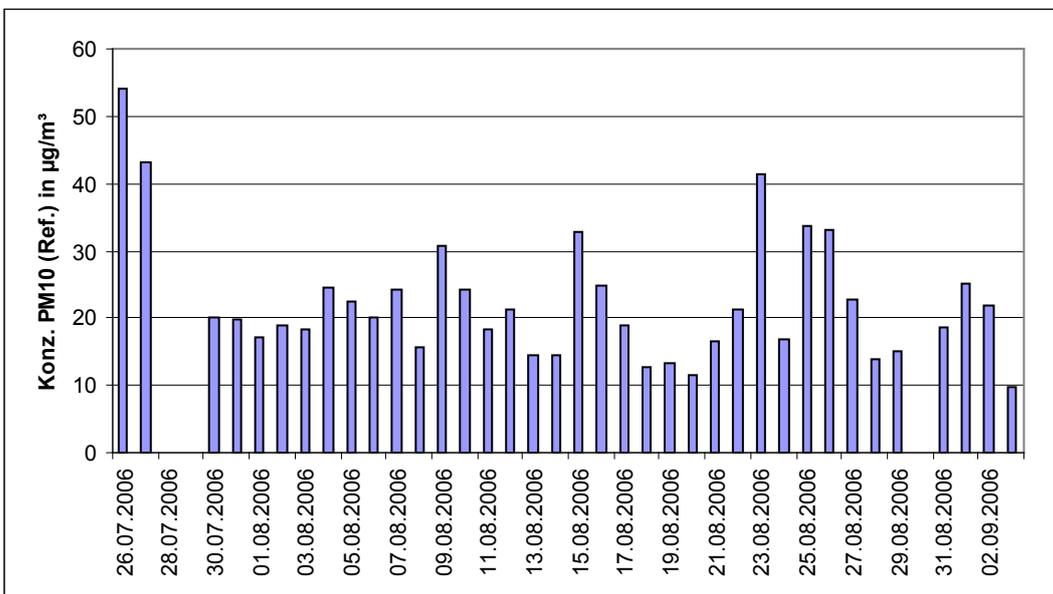


Abbildung 17: Verlauf der PM10-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Titz-Rödingen“

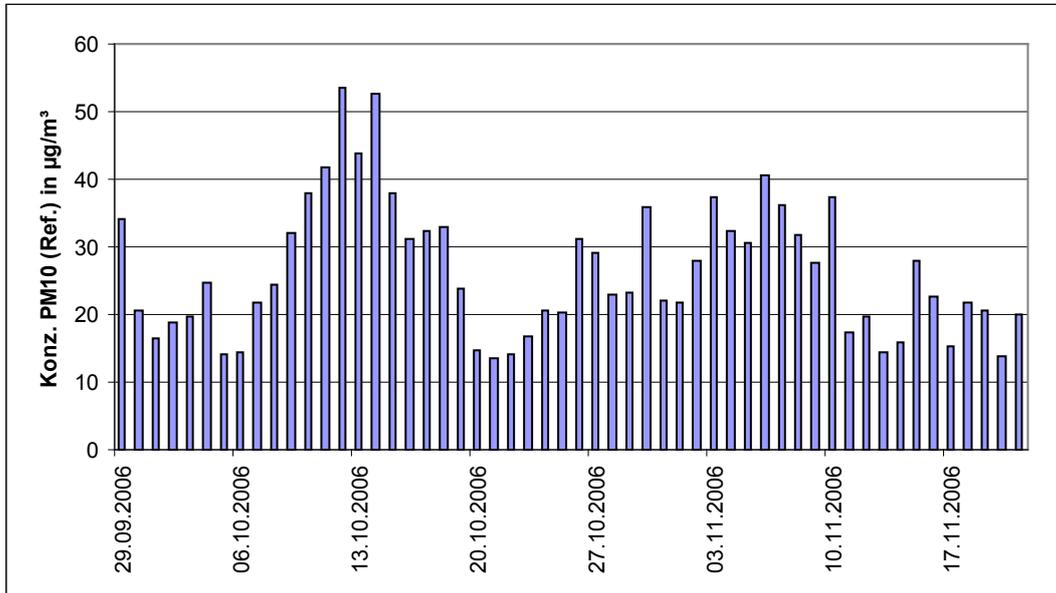


Abbildung 18: Verlauf der PM10-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Frankfurter Str.“

Die folgenden Abbildungen zeigen den Messcontainer an den Feldteststandorten Köln (Parkplatzgelände), Titz-Rödingen und Köln (Frankfurter Str.).



Abbildung 19: Feldteststandort Köln, Parkplatzgelände



*Abbildung 20: Feldteststandort Titz-Rödingen*



*Abbildung 21: Feldteststandort Köln, Frankfurter Str.*

Neben den Messgeräten zur Bestimmung der Schwebstaubimmissionen war eine Erfassungsanlage für meteorologische Kenndaten am Container angebracht. Es erfolgte eine kontinuierliche Erfassung von Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung sowie Niederschlagsmenge. Es wurden 10-min-Mittelwerte gespeichert.

Der Aufbau des (alten) Containers selbst (nur Standort Köln Parkplatzgelände), sowie die Anordnung der Probenahmesonden, wurde durch die folgenden Abmessungen charakterisiert:

- Höhe Containerdach: 2,7 m
- Höhe der Probenahme für Test-/ Referenz-/ 1,2 / 1,3 / 1,0 m über Containerdach
- Klassiergerät 3,9 / 4,0 / 3,7 m über Grund
- Höhe der Windfahne: 4,5 m über Grund

Die Höhe der Probenahme der beiden Testgeräte war baulich durch die Länge des Ansaugrohres festgelegt – die Höhen der Referenz- und Klassiergeräte wurden soweit möglich entsprechend angepasst.

- Entfernung zwischen den Testgeräten: 0,7 m
- Entfernung Testgerät 1 – Referenzgerät 1 1,0 m
- Entfernung Testgerät 1 – Referenzgerät 2 1,6 m
- Entfernung Testgerät 2 – Referenzgerät 1 1,6 m
- Entfernung Testgerät 2 – Referenzgerät 2 1,0 m
- Entfernung Testgerät 1 – Klassiergerät 1 2,1 m
- Entfernung Testgerät 2 – Klassiergerät 1 2,8 m

Der Aufbau des (neuen) Containers selbst (ab Standort Titz), sowie die Anordnung der Probenahmesonden, wurde durch die folgenden Abmessungen charakterisiert:

- Höhe Containerdach: 2,7 m
- Höhe der Probenahme für Test-/ Referenz-/ 1,2 / 1,2 / 1,0 m über Containerdach
- Klassiergerät 3,9 / 3,9 / 3,7 m über Grund
- Höhe der Windfahne: 4,5 m über Grund

Die Höhe der Probenahme der beiden Testgeräte war baulich durch die Länge des Ansaugrohres festgelegt – die Höhen der Referenz- und Klassiergeräte wurden soweit möglich entsprechend angepasst.

- Entfernung zwischen den Testgeräten: 1,4 m
- Entfernung Testgerät 1 – Referenzgerät 1 1,1 m
- Entfernung Testgerät 1 – Referenzgerät 2 1,8 m
- Entfernung Testgerät 2 – Referenzgerät 1 1,8 m
- Entfernung Testgerät 2 – Referenzgerät 2 1,1 m
- Entfernung Testgerät 1 – Klassiergerät 1 1,0 m
- Entfernung Testgerät 2 – Klassiergerät 1 1,0 m

Die nachfolgende Tabelle 4 enthält neben einem Überblick über die wichtigsten meteorologischen Kenngrößen, die während der Messungen an den 3 Feldteststandorten ermittelt wurden, auch einen Überblick über die Schwebstaubverhältnisse während des Prüfzeitraumes. Gelegentlich auftretende Anteile von Schwebstäuben >100 % wurden als unplausibel verworfen. Alle Einzelwerte sind in den Anhängen 4 und 5 zu finden.

**Tabelle 4:** Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten, als Tagesmittelwerte

	Köln, Parkplatzgelände	Titz-Rödingen	Köln, Frankfurter Str. (US+EU-Kopf)
Anzahl Wertepaare Referenz	29	37	54
<b>PM 10-Anteil unter Umgebungsbedingungen [%]</b>			
Bereich	26,1 – 91,3	42,3 – 96,3	55,5 – 99,7
Mittelwert	62,1	78,3	79,7
<b>Lufttemperatur [°C]</b>			
Bereich	-3,2 – 15,6	12,7 – 26,5	5,5 – 19,1
Mittelwert	4,7	17,3	12,7
<b>Luftdruck [hPa]</b>			
Bereich	982 – 1024	992 – 1010	989 – 1024
Mittelwert	1003	1000	1008
<b>Rel. Luftfeuchte [%]</b>			
Bereich	33,7 – 89,1	55,8 – 81,7	63,8 – 82,7
Mittelwert	64,0	74,2	71,8
<b>Windgeschwindigkeit [m/s]</b>			
Bereich	0,0 – 3,0	0,0 – 2,7	0,0 – 3,8
Mittelwert	1,1	0,4	1,1
<b>Niederschlagsmenge [mm]</b>			
Bereich	0,0 – 15,2	0,0 – 35,7	0,0 – 19,8
Mittelwert	2,6	5,6	2,2

### Dauer der Probenahmen

DIN EN 12341 legt die Probenahmedauer auf 24 h fest. Bei niedrigen Konzentrationen ist jedoch auch eine längere, bei höheren Konzentrationen eine kürzere Probenahmedauer zulässig.

Während im Feldtest immer eine Probenahmezeit von 24 h für alle Geräten eingestellt wurde (von 8:00 – 8:00), wurde die Probenahmezeit bei einigen Untersuchungen im Labor reduziert, um eine größere Anzahl an Messwerten zu erhalten.

### Handhabung der Daten

Die ermittelten Messwertpaare der Prüflinge (sowie 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. Es dürfen jedoch insgesamt für jeden Standort maximal 5% der Messwertpaare verworfen.

Tabelle 5 zeigt eine Übersicht über die Ergebnisse der für jeden Einzelstandort durchgeführten Ausreissertests (Prüflinge und Referenz). Es konnte keine signifikante Ausreisser erkannt werden.

Tabelle 5: Übersicht über Ausreisser – Prüflinge und Referenz

Standort	Referenz PM10			BAM 1020, PM10		
	n	Datum	G1 G2	n	Datum	SN 4924 SN 4925
Köln, Parkplatzgelände	29		keine Ausreisser	52		keine Ausreisser
Titz-Rödingen	37		keine Ausreisser	37		keine Ausreisser
Köln, Frankfurter Str.	28		keine Ausreisser	28		keine Ausreisser
Köln, Frankfurter Str. EU-Kopf	26		keine Ausreisser	26		keine Ausreisser

### Filterhandling - Massenbestimmung

Folgende Filter wurden in der Eignungsprüfung verwendet:

Tabelle 6: Eingesetzte Filtermaterialien

Messgerät	Filtermaterial, Typ	Hersteller
Referenzgerät LVS3 bzw. SEQ47/50	Quarzfaser, Ø 50mm	Whatman
Klassiergerät GS 050	Quarzfaser, Ø 50mm	Whatman

Die unbeaufschlagten Filter für die Referenzgeräte und für das Klassiergerät wurden staubgeschützt in einer Plexiglaskammer im Wägezimmer mindestens 48 h bei einer Temperatur von  $20 \pm 1$  °C und einer konstanten relativen Luftfeuchte konditioniert. Die anschließende Verwiegung erfolgte auf einer Waage der Firma Sartorius, Typ MC 210P, mit einer Auflösung von 10 µg absolut. Die Filter für das Referenzgerät wurden, eingelegt in die jeweiligen Filterhalter, im Filtercontainer zur Messstelle hin und zurück transportiert. Die Filter für das Klassiergerät wurden noch im Wägezimmer direkt in die TSP-Probenahmeköpfe eingelegt, vor Ort erfolgte somit ein Wechsel des gesamten Probenahmekopfes. Beaufschlagte Filter wurden im Probenahmekopf zum Labor zurücktransportiert und erst im Wägezimmer entnommen.

Mit den beaufschlagten Filter wurde im Wägezimmer äquivalent verfahren.

Die Behandlung der Filter entsprach somit den Anforderungen der DIN EN 12341, Anhang C.

## 5 Referenzmessverfahren

Im Rahmen des Feldtestes wurden gemäß der DIN EN 12341 folgende Geräte eingesetzt:

1. als Referenzgerät: Kleinfiltergerät Low Volume Sampler LVS3 (Standort Köln, Parkplatzgelände)  
Hersteller: Ingenieurbüro Sven Leckel, Leberstraße 63, Berlin, Deutschland  
Herstelldatum: 2000  
PM10-Probenahmekopf

sowie

Filterwechsler SEQ47/50, Indoorversion, (ab Standort Titz)  
Hersteller: Ingenieurbüro Sven Leckel, Leberstraße 63, Berlin, Deutschland  
Herstelldatum: 2005  
PM10-Probenahmekopf

2. als Klassiergerät: Kleinfiltergerät GS 050  
Hersteller: Fa. Derenda, Xantener Str. 22, Berlin, Deutschland  
Herstelldatum: 1992  
TSP-Probenahmekopf

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

Ab dem Standort Titz kamen zwei Referenzsysteme vom Typ Filterwechsler SEQ47/50 zum Einsatz. Die Installation erfolgte als Indoorversion, d.h. der eigentliche Filterwechsler wurde im Messcontainer installiert und die Verbindung zum Probeneinlass über ein Ansaugrohr hergestellt. Das gesamte Probenahmesystem wird durch einen Luftmantel gekühlt – hierzu ist zusätzlich das eigentliche Ansaugrohr in einem durchspülten Aluminiumhüllrohr installiert.

Der Filterwechsler basiert technisch auf dem Kleinfiltergerät LVS3 und entspricht auf Grund seiner Bauausführung grundsätzlich einem Referenzsammler nach DIN EN 12341. Der Filterwechselmechanismus zusammen mit dem Vorrats- und Ablagemagazin ermöglicht eine kontinuierliche 24-h-Probenahme für die Dauer von bis zu 15 Tagen.

Die Probenahmeluft beim LVS3 wie auch beim SEQ47/50 wird von der Drehschieber-Vakuumpumpe über den Probenahmekopf gesaugt, der Probeluft-Volumenstrom wird hierbei zwischen Filter und Vakuumpumpe mit einer Messblende gemessen. Die angesaugte Luft strömt von der Pumpe aus über einen Abscheider für den Abrieb der Drehschieber zum Luftauslass.

Nach beendeter Probenahme zeigt die Messelektronik das angesaugte Probeluftvolumen in Norm- oder Betriebs-m<sup>3</sup> an bzw. legt die Messdaten im Speicher ab (SEQ 47/50).

Die PM10 Konzentration wurde ermittelt, in dem die im Labor gravimetrisch bestimmte Schwebstaubmenge auf dem jeweiligen Filter durch das zugehörige durchgesetzte Probeluftvolumen in Norm-m<sup>3</sup> (EN 12341) bzw. in Betriebs-m<sup>3</sup> (gemäß Bericht „Demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods“) dividiert wurde.

Da im Rahmen der Prüfung immer zwei Referenzgeräte parallel betrieben wurden, wurden zur Auswertung die PM10-Konzentrationswerte jeweils aus den Ergebnissen der Parallelmessungen gemittelt.

Das Klassiergerät erfasst den Schwebstaub in der Luft gemäß VDI-Richtlinie 2463, Blatt 7. Es wird der gesamte Korngrößenbereich erfasst (TSP = **T**otal **S**uspended **P**articulate **M**atter).

Die Funktionsweise des Klassiergerätes entspricht prinzipiell der des Referenzgerätes im unregelmäßigen Betrieb. Der Durchsatz wird mittels Flügelradanemometer und angekoppeltem elektromechanischem Zählwerk in m<sup>3</sup> mit einer Ablesegenauigkeit von 0,01 m<sup>3</sup> angezeigt. Der Nenndurchsatz beträgt 2,7 bis 2,8 m<sup>3</sup>/h. Während der Probenahmezeit sollte ein stündlicher Durchsatz von 2,6 m<sup>3</sup>/h nicht unterschritten werden. Das Probeluftvolumen ergibt sich aus der Differenz des zu Beginn und am Ende der Probenahme abgelesenen Zählerstandes des Zählwerkes.

Eine Umrechnung des Probeluftvolumens auf Normbedingungen (273 Kelvin, 101,3 kPa, EN 12341) erfolgte mittels den in der angebrachten Wetterstation am Messcontainer kontinuierlich ermittelten Größen Lufttemperatur und Luftdruck sowie dem an der Gasuhr anliegenden Unterdruck.

Die TSP Konzentration wurde ebenfalls ermittelt, in dem die im Labor gravimetrisch bestimmte Schwebstaubmenge auf dem jeweiligen Filter durch das zugehörige durchgesetzte Probeluftvolumen in Norm-m<sup>3</sup> dividiert wurde. Der PM10 Anteil errechnet sich durch Division der PM10 Konzentration des Referenzgerätes durch den jeweiligen TSP Gehalt.

Die Probenahmezeit wurde mit Hilfe einer elektrischen Zeitschaltuhr eingestellt.

## 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 22 zeigt die Benutzeranzeige mit dem Konzentrationsmesswert aus dem letzten Messzyklus.

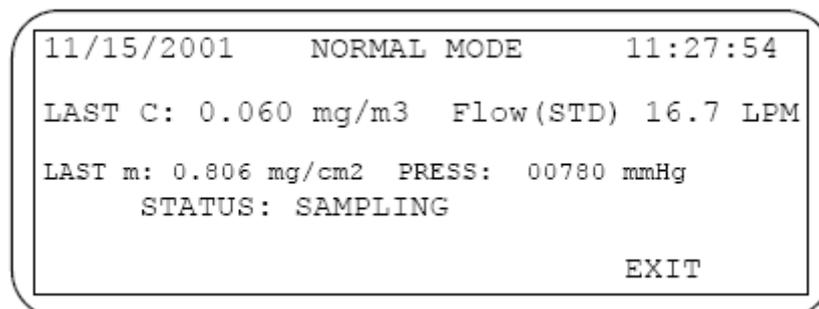


Abbildung 22: Messanzeige Konzentrationsmesswert aus letztem Messzyklus

## 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. Monatliche Reinigung des Gerätes. In jedem Fall ist die Messeinrichtung nach jedem Messeinsatz zu reinigen.
3. 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.
4. Im Abstand von längstens 4 Wochen ist der Probenahmekopf zu reinigen und die Imaktionsplatte neu zu fetten.
5. Eine Überprüfung der Durchflussrate soll gemäß 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)
7. Der Bereich der Eintrittsdüse über dem Filterband sollte alle 2 Monate gereinigt werden. Diese Reinigung kann in der Regel zusammen mit dem Austausch des Filterbandes erfolgen.
8. Der Abluftschalldämpfer an der Pumpe sollte halbjährlich getauscht werden.
9. Die Sensoren für die Umgebungstemperatur, Luftdruck sowie die Durchflussmessung sind alle 6 Monate gemäß Bedienungshandbuch nachzukalibrieren
10. Einmal im Jahr sind zusätzlich im Rahmen einer jährlichen Grundwartung die Kohleschieber der Vakuumpumpe (nur Drehschieberpumpe) zu kontrollieren und ggf. auszutauschen.
11. 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 4.9 des Bedienungshandbuchs durchzuführen

## **Bewertung**

Wartungsarbeiten sind mit üblichen Werkzeugen und vertretbarem Aufwand von außen durchführbar. Die Arbeiten zu Punkt 6,7,10 und 11 sind nur bei einem Stillstand des Gerätes durchzuführen. Diese Arbeiten fallen in einem zweimonatigem 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, Filterband, eingebaute Referenzfolie.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Hier wurde überprüft, ob alle im Bedienungshandbuch aufgeführten Gerätefunktionen vorhanden, aktivierbar und funktionstüchtig sind.

Zur 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 manuell 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 Massendichte  $m$  [ $\text{mg}/\text{cm}^2$ ] der Referenzfolie berechnet. Der Wert wird kontinuierlich mit dem im Werk ermittelten Sollwert ABS (siehe Anhang B in der Bedienungsanleitung zum jeweiligen Gerät) verglichen und im Falle einer Abweichung vom Soll von >5% eine Fehlermeldung generiert. Mit Hilfe der Referenzfolie kann nur die Massendichte bestimmt werden.

Die zur Berechnung / Auswertung erforderlichen Messwerte können über die serielle Schnittstelle #2 (Druckausgang) kontinuierlich erfasst werden.

Es besteht somit die Möglichkeit, den Nullpunkt (manuell) sowie den Referenzwert (automatisch) für jeden Messzyklus (hier 1-mal pro Stunde) zu ermitteln. Die erhaltenen stündlichen Werte am Nullpunkt und Referenzpunkt wurden im Rahmen der Prüfung zu geeigneten Mittelwerten verdichtet und ausgewertet (z.B. 24-h-Mittel für Driftuntersuchungen).

#### **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, manuell auswertbar) sowie der Empfindlichkeit (Messung mit Referenzfolie, automatisch ausgewertet) 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.

#### **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 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 Probennahmerohr + PM 10-Probenahmekopf
- Installation der Probenahmeheizung
- Anschluss der Pumpe
- Umgebungstemperatursensor + Strahlungsschutzschild montieren (in die Nähe des Probenahmekopfes)
- Luftdrucksensor montieren
- Anschluss aller Verbindungs-, Steuerungsleitungen
- Anschluss der Energieversorgung
- Einschalten der Messeinrichtung
- Filterband einlegen
- Durchführung Selbsttest gemäß Bedienungshandbuch Punkt 4.9
- optional Überprüfung der Dichtigkeit
- 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 Stunde.

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 eingestellten Messzeit für die Radiometrie (in der Eignungsprüfung 4 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 Stunde 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 überprüft.

## 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 (50 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 Passwort 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 23 zeigt eine Ansicht der Geräterückseite mit den jeweiligen Messwertausgängen.



*Abbildung 23: 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. Ein mobiler Einsatz der Messeinrichtung wurde im Rahmen der Prüfung nicht geprüft.

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/m<sup>3</sup>.

Während der Eignungsprüfung war der Messbereich 0 – 1,000 mg/m<sup>3</sup> = 0 – 1.000 µg/m<sup>3</sup> eingestellt.

Messbereich: 0 – 1.000 µg/m<sup>3</sup> (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/m<sup>3</sup> eingestellt. Andere Messbereiche im Bereich zwischen minimal 0-100 µg/m<sup>3</sup> und maximal 0-10.000 µg/m<sup>3</sup> sind möglich.

Der eingestellte 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 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

Die Vergleichbarkeit der Messeinrichtungen gemäß der Mindestanforderung 5.3.1 „Gleichwertigkeit des Probenahmesystems“ wurde im Rahmen der Prüfung nachgewiesen (siehe Modul 5.3.1).

Zur Bestimmung der Kalibrier- bzw. Analysenfunktion wird auf den gesamten Datensatz (94 valide Wertepaare) zurückgegriffen.

Die Kennwerte der Kalibrierfunktion

$$y = m \cdot x + b$$

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

$$x = 1/m \cdot y - b/m$$

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

Es ergeben sich die in Tabelle 7 aufgeführten Kennwerte

*Tabelle 7: Ergebnisse der Kalibrier- und Analysenfunktion*

Geräte-Nr.	Kalibrierfunktion		Analysefunktion	
	$y = m \cdot x + b$		$x = 1/m \cdot y - b/m$	
	m	b	1/m	b/m
	$\mu\text{g}/\text{m}^3 / \mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3 / \mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gerät 1 (SN 4924)	0,9679	1,5452	1,0332	-1,5954
Gerät 2 (SN 4925)	0,9866	2,2503	1,0136	-2,2809

## 6.5 Bewertung

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

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe Modul 5.3.1.

## 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

Filterband

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Bestimmung der Nachweisgrenze erfolgte bei den Testgeräten SN 4924 und SN 4925 durch Auswertung der geräteinternen Überprüfung des Nullpunktes der radiometrischen Messung bei Betrieb der Messeinrichtung im Labor über einen Zeitraum von 18 Tagen. 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).

Die erhaltenen stündlichen Werte am Nullpunkt wurden im Rahmen der Prüfung zu 24 h-Mittelwerten verdichtet und ausgewertet.

## 6.4 Auswertung

Die Nachweisgrenze  $X$  wird aus der Standardabweichung  $s_{x_0}$  der Messwerte am Nullpunkt (24-h-Mittel der geräteintern durchgeführten Leermessungen auf dem Filterband) der Testgeräte ermittelt. Sie entspricht dem mittleren Wert der Nullmessungen addiert mit der mit Studentfaktor multiplizierten Standardabweichung des Mittelwertes  $\bar{x}_0$  der Messwerte  $x_{0i}$  (Leermessung auf Filterband) für das jeweilige Testgerät.

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

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

## 6.5 Bewertung

Die Nachweisgrenze ermittelte sich aus den Untersuchungen zu  $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für Gerät 1 (SN 4924) und zu  $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für Gerät 2 (SN 4925).

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 8: Nachweisgrenze

		Gerät SN 4924	Gerät SN 4925
Anzahl der Werte n		18	18
Mittelwert der Leerwerte $\bar{x}_0$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,54	0,87
Standardabweichung der Werte $s_{x0}$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,55	0,49
Student-Faktor $t_{n-1;0,95}$		2,12	2,12
Nachweisgrenze X	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,69	1,90

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, Filterband.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Zur Untersuchung der Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur wurden die vollständigen Messeinrichtungen in der Klimakammer betrieben. Bei den Testgeräten SN 4924 und SN 4925 wurde der Nullpunkt durch Auswertung der geräteinternen Überprüfung des Nullpunktes der radiometrischen Messung bei Betrieb der Messeinrichtung ermittelt. 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).

Die Umgebungstemperaturen in der Klimakammer wurden in der Reihenfolge 20 °C – 5 °C – 20 °C – 40 °C – 20 °C in dreifacher Wiederholung variiert. Nach einer jeweiligen Äquilibrierzeit von ca. 3 h pro Temperaturstufe erfolgte die Aufnahme der Messwerte am Nullpunkt. Die erhaltenen stündlichen Werte am Nullpunkt wurden im Rahmen der Prüfung zu 7 h-Mittelwerten bzw. zu 21 h-Mittelwerten verdichtet und ausgewertet. Die relative Feuchte wurde konstant gehalten.

## 6.4 Auswertung

Es wurden die benötigten Messwerte über die serielle Schnittstelle #2 aufgezeichnet und ausgewertet. Betrachtet wird die absolute Abweichung in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pro Temperaturschritt bezogen auf den Ausgangspunkt von 20 °C.

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

## 6.5 Bewertung

Bei Betrachtung der vom Gerät ausgegebenen Werte konnte ein maximaler Einfluss der Umgebungstemperatur auf den Nullpunkt von  $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  festgestellt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

*Tabelle 9: 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 4924)	Gerät 2 (SN 4925)
$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
20	5	0,0	0,3
5	20	0,5	0,1
20	40	0,7	0,0
40	20	0,3	0,2

Auch in den Einzelstufen (21 h-Mittel) konnten keine Abweichungen  $> 1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt werden. Die Ergebnisse der 3 Einzelmessungen (21 h-Mittel) 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  $+5 - +40\text{ °C}$ , 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 4924 und SN 4925 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 Massendichte  $m$  [ $\text{mg}/\text{cm}^2$ ] 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. 3 h pro Temperaturstufe erfolgte die Aufnahme der jeweiligen Messwerte am Referenzpunkt. Die erhaltenen stündlichen Werte am Referenzpunkt wurden im Rahmen der Prüfung zu 7 h-Mittelwerten bzw. zu 21 h-Mittelwerten verdichtet und ausgewertet. Die relative Feuchte wurde konstant gehalten.

## 6.4 Auswertung

Betrachtet wird die prozentuale Änderung des ermittelten Massendichtewertes (eingebaute Referenzfolie) für jeden Temperaturschritt bezogen auf den Ausgangspunkt bei  $20\text{ °C}$ .

Als Anmerkung sei erwähnt, dass mit Hilfe der eingebauten Referenzfolie nur Massendichtewerte, und keine Konzentrationswerte simuliert werden konnten, eine Betrachtung im Bereich des  $B_1$  ( $= 40\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) war aus diesem Grunde nicht möglich.

## 6.5 Bewertung

Es konnten für Gerät 1 (SN 4924) keine Abweichungen  $> 0,1\%$ , für Gerät 2 (SN 4925) keine Abweichungen  $> 0,2\%$  zum Ausgangswert bei  $20\text{ °C}$  ermittelt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

*Tabelle 10: Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der Umgebungstemperatur SN 4924 & SN 4925, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen*

Temperatur		Abweichungen	
		Gerät 1 (SN 4924)	Gerät 2 (SN 4925)
Anfangstemperatur °C	Endtemperatur °C	eingebaute Referenzfolie %	eingebaute Referenzfolie %
20	5	0,1	0,2
5	20	0,1	0,0
20	40	0,0	-0,1
40	20	0,0	0,1

Auch in den Einzelstufen wurden keine Abweichungen > 0,3 % gefunden. 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

Filterband.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung erfolgte im Rahmen des Feldtestes über einen Zeitraum von insgesamt ca. 6 Monaten. Die im Prüfkatalog geforderte tägliche Nullpunktskontrolle ist bei dieser Staubbmeseinrichtung 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).

Zur Auswertung wurden die automatisch errechneten stündlichen Werte am Nullpunkt während des gesamten Feldtests im Mittel einmal pro Woche für einen Tag zu einem 24 h-Mittelwert verdichtet und ausgewertet. 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 den Zeitraum vom 03.10.2006 bis zum 16.10.2006.

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

## 6.4 Auswertung

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

Aus der Regressionsrechnung für die Nullpunktsdrift ergeben sich folgende Werte für die 1-Wochen-Drift:

SN 4924:  $0,0095 \mu\text{g}/(\text{m}^3 \cdot \text{Wo}) + 0,3461 \mu\text{g}/\text{m}^3$

SN 4925:  $0,002 \mu\text{g}/(\text{m}^3 \cdot \text{Wo}) + 0,6847 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Damit ergeben sich in einem Wartungsintervall von 4 Wochen die folgenden mittleren zeitlichen Änderungen:

SN 4924:  $0,384 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in 4 Wochen

SN 4925:  $0,693 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in 4 Wochen

## **6.5 Bewertung**

Die Messeinrichtung führt während jedem Messzyklus eine regelmäßige geräteinterne Überprüfung des Nullpunkts der radiometrischen Messung durch. Diese Überprüfung führt zu keinerlei Unterbrechung des laufenden Messbetriebs. Die im Rahmen der Driftuntersuchung im Wartungsintervall ermittelten Werte liegen innerhalb der erlaubten Grenzen.

Die ermittelten Einzelmesswerte liegen in der Regel innerhalb der erlaubten Abweichungsgrenzen. Lediglich für SN 4924 lag der Einzelmesswert am 05.08.2006 außerhalb des erlaubten Toleranzbereichs. Ein Abgleich der Messeinrichtung am Nullpunkt fand jedoch nicht statt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Tabelle 11 und Tabelle 12 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 24 und Abbildung 25 zeigen eine grafische Darstellung der Nullpunktsdrift über den Untersuchungszeitraum. Abbildung 26 und Abbildung 27 zeigen beispielhaft die Ergebnisse der täglichen Auswertung der geräteinternen Nullpunktüberprüfung im Zeitraum vom 03.10.2006 bis zum 16.10.2006.

Tabelle 11: Nullpunktdrift SN 4924

Datum	Messwert (Einzelwert)	Abweichung zum Vorgängerwert (Einzelwert)	Abweichung zum Startwert (Einzelwert)
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
11.02.2006	1,03	-	-
18.02.2006	1,01	-0,02	-0,02
25.02.2006	0,56	-0,45	-0,47
04.03.2006	-0,44	-1,00	-1,47
11.03.2006	-0,55	-0,11	-1,58
18.03.2006	-0,46	0,09	-1,49
25.03.2006	-0,06	0,40	-1,09
01.04.2006	0,45	0,51	-0,58
05.08.2006	2,20	1,75	1,17
12.08.2006	0,61	-1,59	-0,42
19.08.2006	1,20	0,59	0,17
26.08.2006	1,16	-0,04	0,13
02.09.2006	0,78	-0,38	-0,25
01.10.2006	0,13	0,65	-0,90
07.10.2006	0,66	0,53	-0,37
14.10.2006	0,50	0,16	-0,53
21.10.2006	-0,19	-0,69	-1,22
28.10.2006	1,47	1,66	0,44
04.11.2006	0,51	-0,96	-0,52
11.11.2006	0,20	-0,31	-0,83
18.11.2006	-0,32	-0,52	-1,35

*Tabelle 12: Nullpunktdrift SN 4925*

Datum	Messwert (Einzelwert)	Abweichung zum Vorgängerwert (Einzelwert)	Abweichung zum Startwert (Einzelwert)
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
11.02.2006	0,44	-	-
18.02.2006	-0,08	-0,52	-0,52
25.02.2006	1,91	1,99	1,47
04.03.2006	0,45	-1,46	0,01
11.03.2006	0,23	-0,22	-0,21
18.03.2006	1,28	1,05	0,84
25.03.2006	0,25	-1,03	-0,19
01.04.2006	0,79	0,54	0,35
05.08.2006	1,08	0,29	0,64
12.08.2006	1,12	0,04	0,68
19.08.2006	-0,45	-1,57	-0,89
26.08.2006	1,47	1,92	1,03
02.09.2006	0,59	-0,88	0,15
01.10.2006	1,39	0,80	0,95
07.10.2006	1,35	-0,04	0,91
14.10.2006	0,54	-0,81	0,10
21.10.2006	0,23	-0,31	-0,21
28.10.2006	0,91	0,68	0,47
04.11.2006	0,33	-0,58	-0,11
11.11.2006	0,81	0,48	0,37
18.11.2006	0,41	-0,40	-0,03

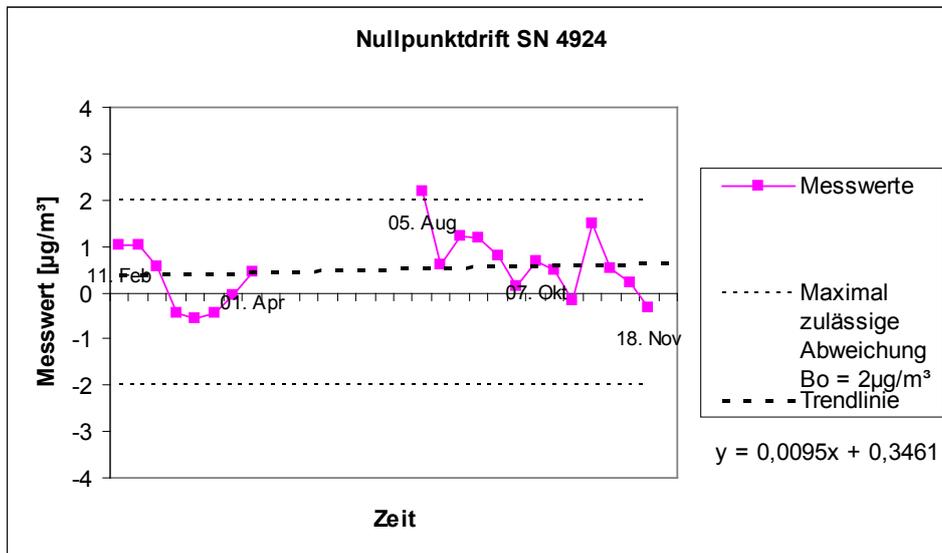


Abbildung 24: Nullpunkt drift SN 4924 (gesamter Untersuchungszeitraum)

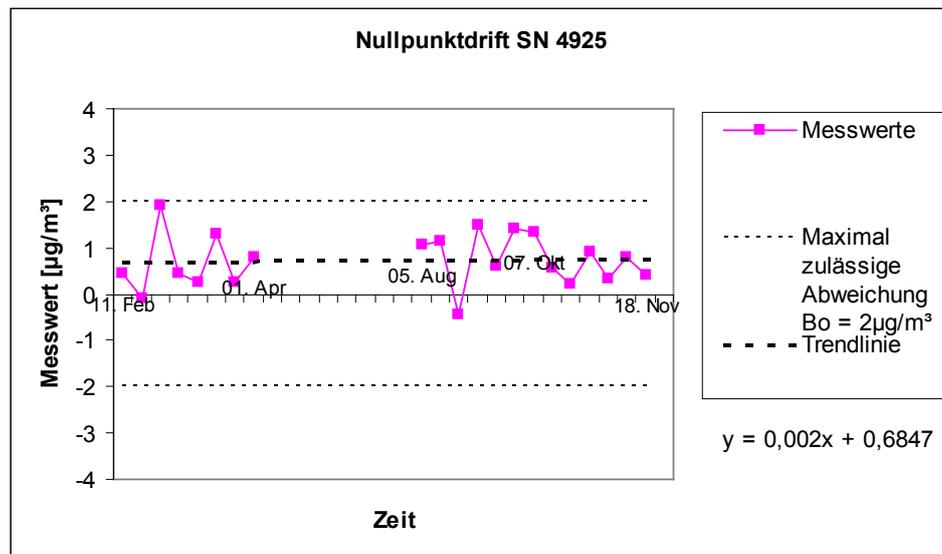


Abbildung 25: Nullpunkt drift SN 4925 (gesamter Untersuchungszeitraum)

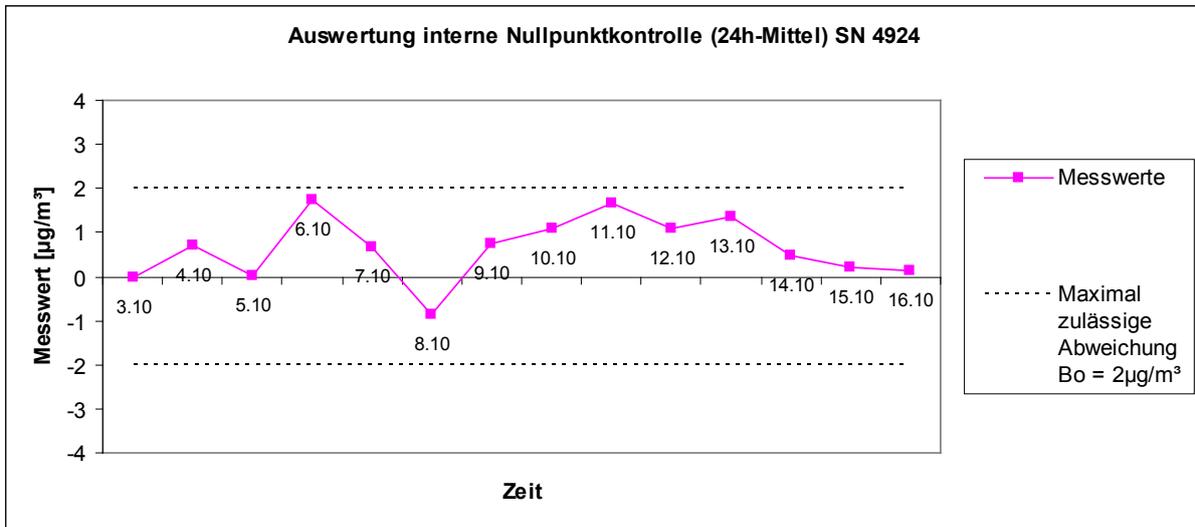


Abbildung 26: Nullpunktdrift SN 4924 (03.10.2006-16.10.2006)

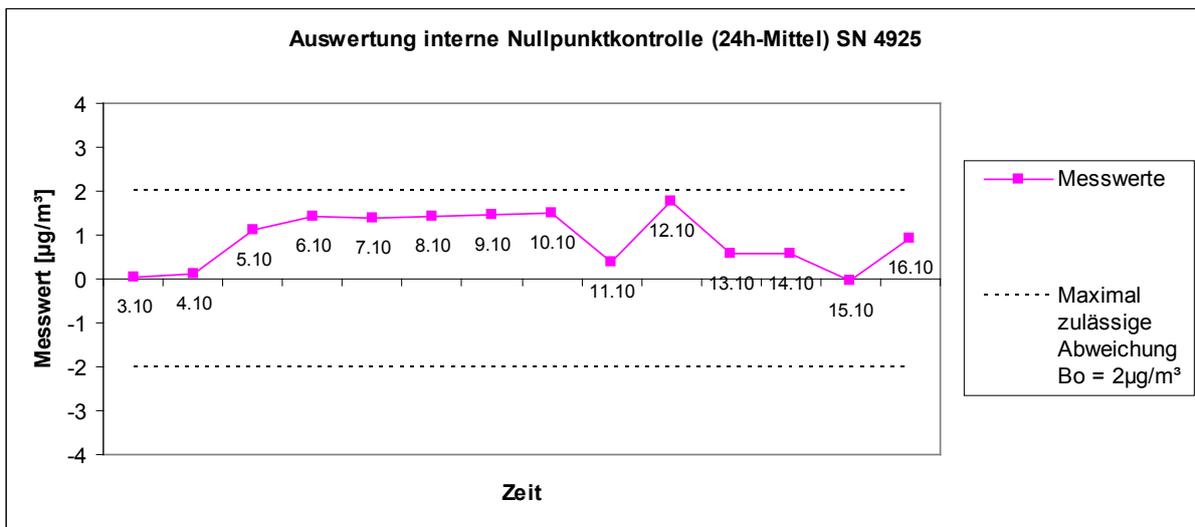


Abbildung 27: Nullpunktdrift SN 4925 (03.10.2006-16.10.2006)

## 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 Zeitraum von insgesamt ca. 6 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  $m$  [ $\text{mg}/\text{cm}^2$ ] der Referenzfolie berechnet.

Zur Auswertung wurden die errechneten stündlichen Werte am Referenzpunkt während des gesamten Feldtests im Mittel einmal pro Woche für einen Tag zu einem 24 h-Mittelwert verdichtet und ausgewertet. 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 den Zeitraum vom 03.10.2006 bis zum 16.10.2006.

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.

Betrachtet wird dabei die prozentuale Änderung des ermittelten Massendichtewertes im Intervall von 1 Woche sowie jeweils bezogen auf den Startwert.

Aus der Regressionsrechnung für Referenzpunktsdrift ergeben sich folgende Werte für die 1-Wochen-Drift:

SN 4924:  $-0,0065\% / W_0 + 0,4619\%$

SN 4925:  $0,0202\% / W_0 - 0,1036\%$

Damit ergeben sich in einem Wartungsintervall von 4 Wochen die folgenden mittleren zeitlichen Änderungen:

SN 4924:  $0,436\%$  in 4 Wochen

SN 4925:  $-0,023\%$  in 4 Wochen

Als Anmerkung sei erwähnt, dass mit Hilfe der Referenzfolie nur Massendichtewerte, und keine Konzentrationswerte simuliert werden konnten, eine Betrachtung im Bereich des  $B_1$  (=  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 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 0,44 % (SN 4924) bzw. -0,02 % (SN 4925).

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

In der Tabelle 13 und Tabelle 14 sind die Abweichungen der Messwerte in % vom jeweiligen Vorgängerwert bzw. zum Startwert aufgeführt. Abbildung 28 und Abbildung 29 zeigen eine grafische Darstellung der Drift der Messwerte (bezogen auf den Startwert) für die Referenzfolie. Abbildung 30 und Abbildung 31 zeigen beispielhaft die Ergebnisse der täglichen Auswertung der geräteinternen Referenzpunktüberprüfung im Zeitraum vom 03.10.2006 bis zum 16.10.2006.

Tabelle 13: Drift des Messwertes SN 4924

Datum	Messwert (Einzelwert)	Abweichung zum Vorgängerwert (Einzelwert)	Abweichung zum Startwert (Einzelwert)
	µg/cm <sup>2</sup>	%	%
11.02.2006	829,2	-	-
18.02.2006	823,4	-0,7	-0,7
25.02.2006	822,8	-0,1	-0,8
04.03.2006	824,5	0,2	-0,6
11.03.2006	822,5	-0,2	-0,8
18.03.2006	827,4	0,6	-0,2
25.03.2006	824,2	-0,4	-0,6
01.04.2006	824,9	0,1	-0,5
05.08.2006	825,9	0,1	-0,4
12.08.2006	825,7	0,0	-0,4
19.08.2006	825,5	0,0	-0,5
26.08.2006	825,8	0,0	-0,4
02.09.2006	825,4	-0,1	-0,5
01.10.2006	823,0	-0,3	-0,8
07.10.2006	824,0	0,1	-0,6
14.10.2006	824,2	0,0	-0,6
21.10.2006	822,9	-0,1	-0,8
28.10.2006	823,7	0,1	-0,7
04.11.2006	823,9	0,0	-0,6
11.11.2006	823,7	0,0	-0,7
18.11.2006	822,5	-0,1	-0,8

*Tabelle 14: Drift des Messwertes SN 4925*

Datum	Messwert (Einzelwert)	Abweichung zum Vorgängerwert (Einzelwert)	Abweichung zum Startwert (Einzelwert)
	µg/cm <sup>2</sup>	%	%
11.02.2006	811,3	-	-
18.02.2006	810,4	-0,1	-0,1
25.02.2006	809,1	-0,2	-0,3
04.03.2006	808,8	0,0	-0,3
11.03.2006	812,8	0,5	0,2
18.03.2006	811,1	-0,2	0,0
25.03.2006	811,6	0,1	0,0
01.04.2006	812,0	0,1	0,1
05.08.2006	815,3	0,4	0,5
12.08.2006	815,5	0,0	0,5
19.08.2006	814,4	-0,1	0,4
26.08.2006	816,4	0,2	0,6
02.09.2006	814,8	-0,2	0,4
01.10.2006	814,4	-0,1	0,4
07.10.2006	814,6	0,0	0,4
14.10.2006	813,5	-0,1	0,3
21.10.2006	812,9	-0,1	0,2
28.10.2006	813,7	0,1	0,3
04.11.2006	813,6	0,0	0,3
11.11.2006	813,4	0,0	0,3
18.11.2006	815,7	0,3	0,5

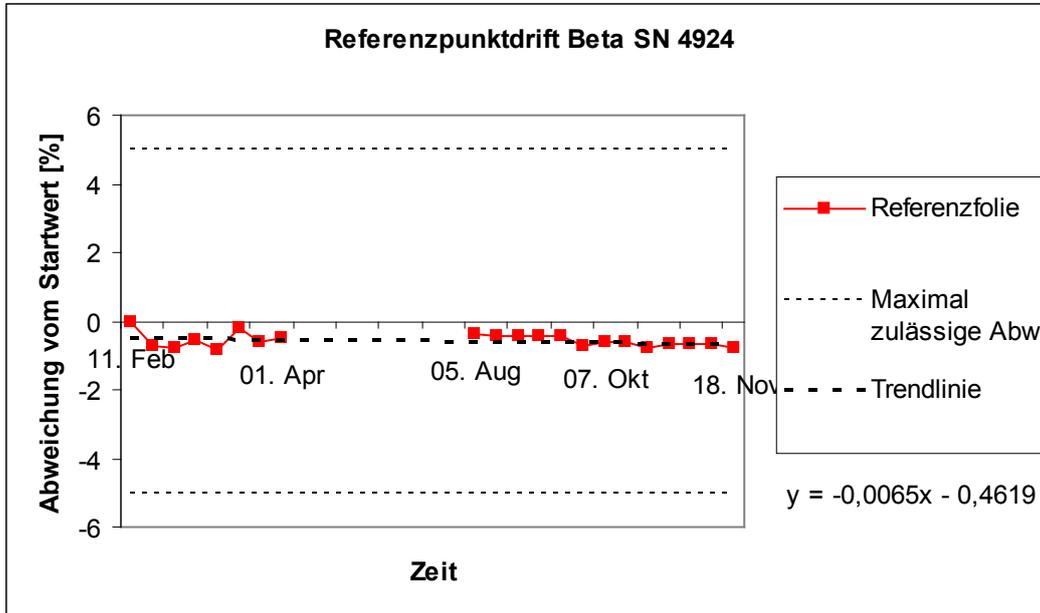


Abbildung 28: Drift des Messwertes SN 4924 (gesamter Untersuchungszeitraum)

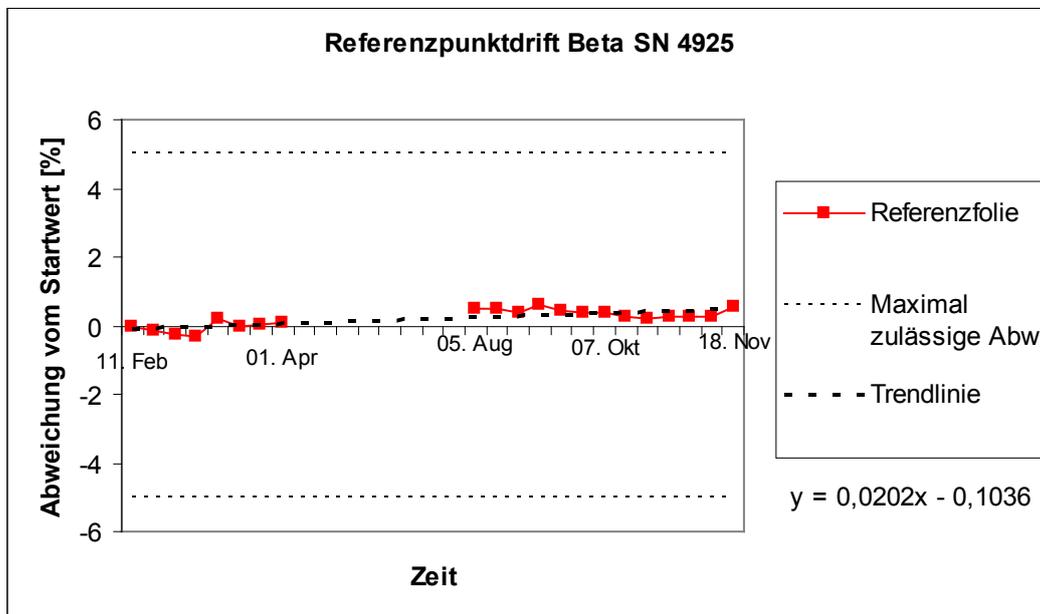


Abbildung 29: Drift des Messwertes SN 4925 (gesamter Untersuchungszeitraum)

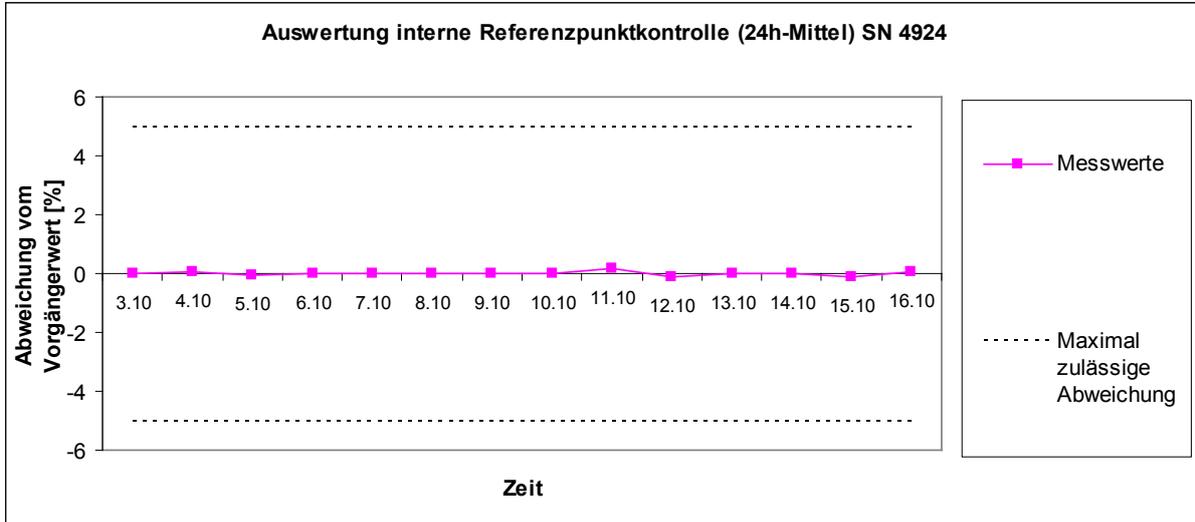


Abbildung 30: Drift des Messwertes SN 4924 (03.10.2006-16.10.2006)

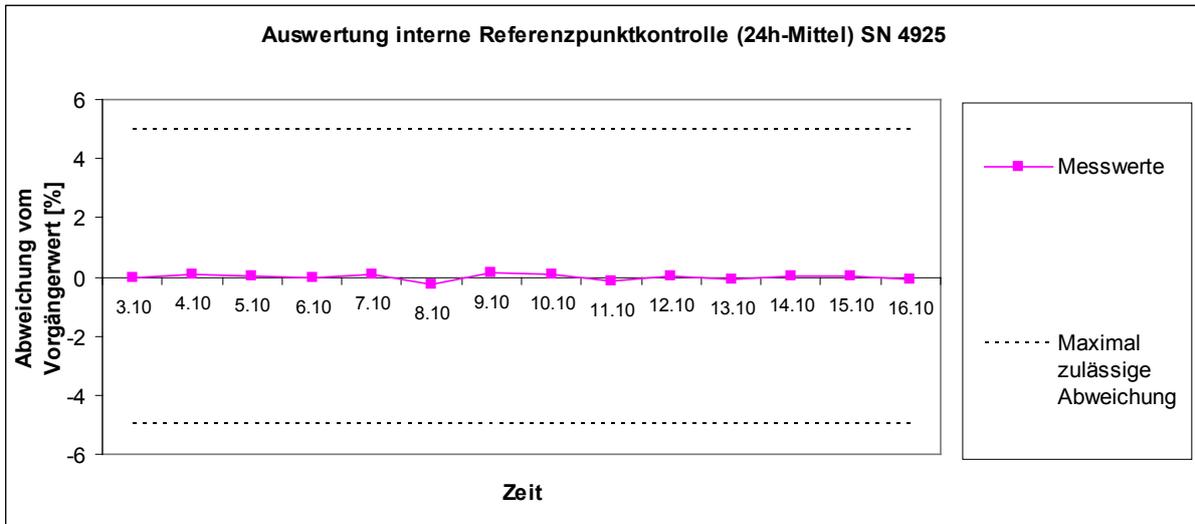


Abbildung 31: Drift des Messwertes SN 4925 (03.10.2006-16.10.2006)

**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.

Die Felduntersuchungen an drei verschiedenen Standorten erfolgten mit einem US-PM10-Probenahmekopf (BX-802). Nach Abschluss dieser Untersuchungen, wurden die Prüflinge am Standort „Köln, Frankfurter Str.“ zusätzlich noch mit einem EU-PM10-Probenahmekopf (BX-809) betrieben und gesondert ausgewertet. Ziel dieser zusätzlichen Untersuchung war der Nachweis, dass sich die mit den beiden verschiedenen Probenahmeköpfen erzielten Ergebnisse nicht signifikant voneinander unterscheiden und somit der Betrieb der Messeinrichtung mit beiden Probenahmekopf-Typen möglich ist.

## 6.4 Auswertung

Die Reproduzierbarkeit berechnet sich wie folgt:

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

- $R$  = Reproduzierbarkeit bei  $B_1$
- $U$  = Unsicherheit
- $B_1$  =  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (VDI)
- $s_D$  = 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 4924) bei der  $i$ -ten Konzentration
- $x_{2i}$  = Messsignal des Gerätes 2 (z.B. SN 4925) bei der  $i$ -ten Konzentration

## 6.5 Bewertung

Die Reproduzierbarkeit betrug im Feldtest minimal 16.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in der Tabelle 15 zusammenfassend dargestellt. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 44 bis Abbildung 48.

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

Tabelle 15: *Konzentrationsmittelwerte, Standardabweichung, Unsicherheitsbereich und Reproduzierbarkeit im Feld*

Standort	Anzahl	$\bar{c}$ (SN 4924)	$\bar{c}$ (SN 4925)	$\bar{c}_{ges}$	$s_D$	t	U	R
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Köln, Parkplatzgelände	52	25,2	26,6	25,9	1,267	2,007	2,54	16
Titz-Rödingen	37	24,0	24,9	24,5	0,795	2,026	1,61	25
Köln, Frankfurter Str.	28	26,7	27,9	27,3	1,074	2,049	2,20	18
Alle Standorte	117	24,8	26,0	25,4	1,000	1,980	1,98	20
zusätzlich Köln, Frankfurter Str. (EU-Kopf)	26	25,7	25,6	25,7	0,800	2,056	1,64	24

- $\bar{c}$  (SN 4924): Mittelwert der Konzentrationen Gerät SN 4924
- $\bar{c}$  (SN 4925): Mittelwert der Konzentrationen Gerät SN 4925
- $\bar{c}_{ges}$ : Mittelwert der Konzentrationen der Geräte SN 4924 & SN 4925

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 PM10 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 PM10 ist zur Überwachung der einschlägigen Grenzwerte nicht erforderlich, aber möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

In den nachfolgenden Abbildungen ist der Verlauf der Schwebstaubkonzentrationen im Zeitraum vom 03.10.2006 bis 16.10.2006 (Köln, Frankfurter Str.) 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.

Zeitverlauf SN 4924 & SN 4925, 03.10.-16.10.2006, 1h

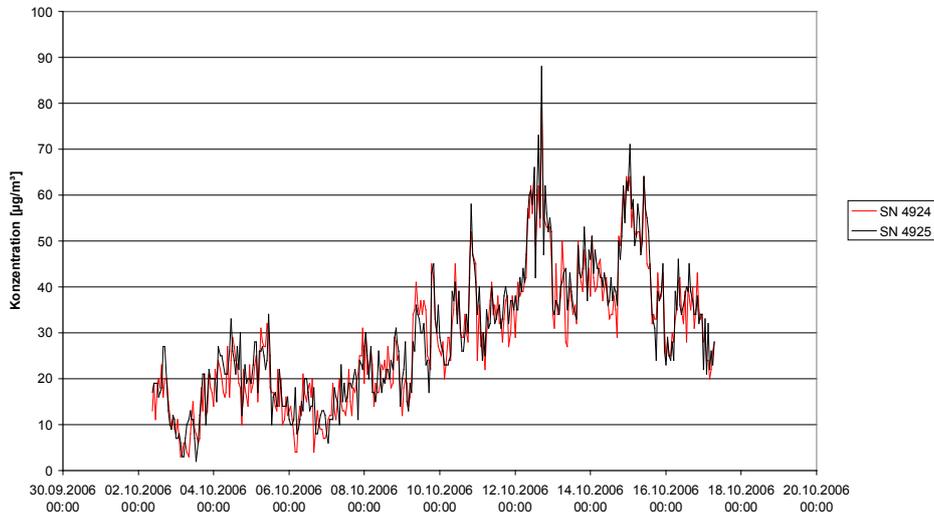


Abbildung 32: Zeitlicher Verlauf der Schwebstaubkonzentration PM10 vom 03.10.2006 bis 16.10.2006, 1h-Mittelwerte

4924 vs. 4925, 03.10.-16.10.2006, 1h-Mittelwerte

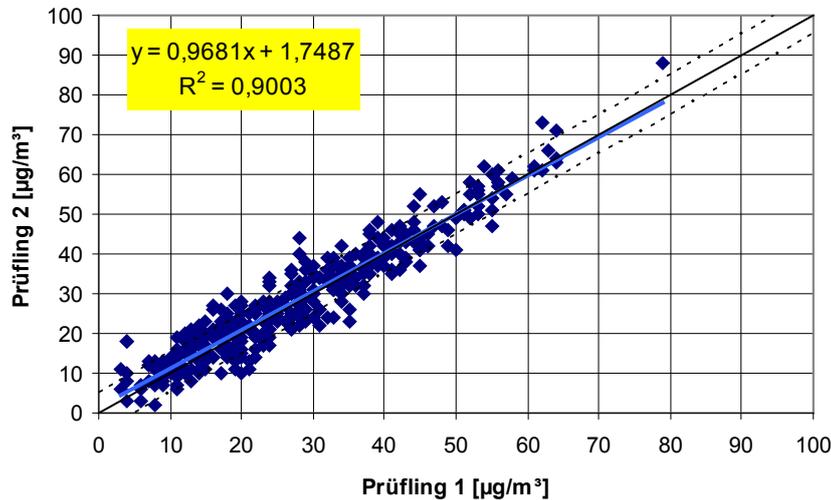


Abbildung 33: SN 4924 vs. SN 4925, 03.10.2006 bis 16.10.2006, 1 h-Messwerte

## 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, Filterband, eingebaute Referenzfolie .

## 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 des Nullpunktes von der Netzspannung, wurde bei den Testgeräten SN 4924 und SN 4925 der Nullpunkt durch Auswertung der geräteinternen Überprüfung des Nullpunktes der radiometrischen Messung bei Betrieb der Messeinrichtung ermittelt. 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).

Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Messwerte von der Netzspannung wurde bei den Testgeräten SN 4924 und SN 4925 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 Massendichte  $m$  [ $\text{mg}/\text{cm}^2$ ] 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

Für die Untersuchungen am Nullpunkt wurden die bei den verschiedenen Netzspannungen ermittelten Messwerte aufgezeichnet. Betrachtet wird die absolute Abweichung in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pro Prüfschritt bezogen auf den Ausgangspunkt von 230 V.

Am Referenzpunkt wird die prozentuale Änderung des ermittelten Massendichtewertes 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  $B_1$  (=  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) war aus diesem Grunde nicht möglich.

## 6.5 Bewertung

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

Durch Netzspannungsänderungen konnten am Nullpunkt maximale Abweichungen von  $-1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und an den geprüften Referenzpunkten von maximal 0,2 %.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 16 und Tabelle 17 zeigt eine zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse.

Tabelle 16: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Netzspannung, Abweichung in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Netzspannung		Abweichung	
Anfangsspannung	Endspannung	Gerät 1 (SN 4924)	Gerät 2 (SN 4925)
V	V	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
230	210	0,3	-0,1
210	230	-1,6	-0,4
230	245	-0,7	-0,4
245	230	0,4	0,7

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

Netzspannung		Abweichung	
Anfangsspannung	Endspannung	Gerät 1 (SN 4924)	Gerät 2 (SN 4925)
V	V	Referenzfolie	Referenzfolie
V	V	%	%
230	210	0,1	0,0
210	230	0,2	-0,1
230	245	0,0	-0,1
245	230	0,1	0,0

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 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 müssen daher im laufenden Betrieb lediglich über den Druckerausgang aufgezeichnet werden.

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 müssen daher im laufenden Betrieb lediglich über den Druckerausgang aufgezeichnet werden.

## **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 drei 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 147 Messtagen betrieben. Ausfälle durch externe Einflüsse, die nicht dem Gerät angelastet werden können, wurden am 28.07.2006 und 29.07.2006 (48 h wegen Stromausfall) sowie am 30.08.2006 (24 h wegen Einbau eines Stromzählers) verzeichnet. Dadurch reduziert sich die Gesamtbetriebszeit auf 144 Messtage.

Die regelmäßige Pflege der Probenahmeköpfe im Wartungsintervall (ca. alle 4 Wochen, 5 mal in der Prüfung), der Wechsel des Filterbandes (ca. alle 2 Monate, 2 mal in der Prüfung) sowie die Überprüfung der Durchflussraten vor den Feldteststandorten Titz-Rödingen und Köln, Frankfurter Str. führten jeweils zu Ausfällen von weniger als 1 h pro Gerät (insgesamt 9 mal). Diese wurden pro Termin als Ausfallzeit von 1 h gewertet, allerdings bei Bildung der jeweiligen Tagesmittelwerte nicht berücksichtigt. Lediglich am 14.02.2006 wurde am Standort Köln, Parkplatzgelände für die notwendigen Arbeiten aus organisatorischen Gründen ein Zeitraum von mehr als 1 h benötigt und die Messwerte von diesem Tag daher komplett verworfen. Dieser 24-stündige Ausfall ist allerdings nicht dem Gerät anzulasten, sondern ist durch die Organisation und Durchführung der Prüfungen selbst begründet.

Es wurden keine Gerätestörungen beobachtet.

## 6.5 Bewertung

Die Verfügbarkeit betrug für beide Geräte 99,7 % ohne prüfungsbedingte Ausfälle, bzw. 99,0 % inkl. prüfungsbedingter Ausfälle.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

*Tabelle 18: Ermittlung der Verfügbarkeit (ohne prüfungsbedingte Ausfälle)*

		Gerät 1 (SN 4924)	Gerät 2 (SN 4925)
Einsatzzeit	h	3456	3456
Ausfallzeit	h	-	-
Wartungszeit	h	10	10
Tatsächliche Betriebszeit	h	3446	3446
Verfügbarkeit	%	99,7	99,7

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

		Gerät 1 (SN 4924)	Gerät 2 (SN 4925)
Einsatzzeit	h	3456	3456
Ausfallzeit	h	-	-
Wartungszeit	h	9 + 24	9 + 24
Tatsächliche Betriebszeit	h	3423	3423
Verfügbarkeit	%	99,0	99,0

#### **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 Staubmeseinrichtungen 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 Module 5.2.9 bzw. Modul 5.2.10 zur Ermittlung des Wartungsintervalls berücksichtigt.

## **6.4 Auswertung**

Es konnten für die Messeinrichtungen in einem Zeitraum von 4 Wochen keine unzulässigen Driften festgestellt werden. Das Wartungsintervall wird daher durch die anfallenden Wartungsarbeiten bestimmt. Um eine einwandfreie Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung zu garantieren, sollten spätestens alle 4 Wochen alle Gerätefunktionen überprüft werden (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 4 Wochen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Die notwendigen Wartungsarbeiten können dem Modul 4.1.2 dieses Berichtes und dem Kapitel 10 des Bedienhandbuchs entnommen werden.

## 6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit

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

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die erweiterte Gesamtunsicherheit der Messeinrichtung wurde für Einzelwerte im Bereich der Konzentration des Kurzzeitimmissionsgrenzwertes und für Mittelwerte im Bereich der Konzentrationen des Langzeitimmissionsgrenzwertes ermittelt. Die in der Eignungsprüfung ermittelten Verfahrensgrößen (Labortest und Feldtest mit US-Probenahmekopf) der Messeinrichtungen wurde zusammengestellt.

## 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 7,23 % bzw. 7,89 % für  $U(c)$  und 7,44 % bzw. 8,28 % für  $U(\bar{c})$ .

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

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 20: *Erweiterte Messunsicherheit U(c) für die Messeinrichtung SN 4924  
Bezugswert: 50 µg/m<sup>3</sup>*

Verfahrenskenngröße für Gerät SN 4924	Anforderung	Ergebnis		Unsicherheit u	Quadrat der Unsicherheit u <sup>2</sup>
Reproduzierbarkeit	≥ 10	20		1,00	1,00
Vertrauensbereich Cl <sub>95</sub> nach EN 12341	≤ 5 µg/m <sup>3</sup>	2,23	µg/m <sup>3</sup>	1,29	1,66
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	≤ 2 µg/m <sup>3</sup>	0,70	µg/m <sup>3</sup>	0,40	0,16
Temperaturabhängigkeit des Messwertes (Beta)	≤ 5 % von B1	0,04	µg/m <sup>3</sup>	0,02	0,00
Drift am Nullpunkt	≤ 2 µg/m <sup>3</sup>	0,38	µg/m <sup>3</sup>	0,22	0,05
Drift des Messwertes	≤ 5 % von B1	0,17	µg/m <sup>3</sup>	0,10	0,01
Netzspannung (Messwert)	≤ 2 µg/m <sup>3</sup>	0,08	µg/m <sup>3</sup>	0,05	0,00
Querempfindlichkeiten	≤ 6 µg/m <sup>3</sup>	0,40	µg/m <sup>3</sup>	0,23	0,05
Unsicherheit des Prüfstandards	≤ 1 µg/m <sup>3</sup>	1,00	µg/m <sup>3</sup>	0,58	0,33
				Σu <sup>2</sup>	3,27
				U(c) = 2u(c)	3,62
				U(c) / Bezug	7,23

Tabelle 21: *Erweiterte Messunsicherheit U(c) für die Messeinrichtung SN 4925  
Bezugswert: 50 µg/m<sup>3</sup>*

Verfahrenskenngröße für Gerät SN 4925	Anforderung	Ergebnis		Unsicherheit u	Quadrat der Unsicherheit u <sup>2</sup>
Reproduzierbarkeit	≥ 10	20		1,00	1,00
Vertrauensbereich Cl <sub>95</sub> nach EN 12341	≤ 5 µg/m <sup>3</sup>	2,23	µg/m <sup>3</sup>	1,29	1,66
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	≤ 2 µg/m <sup>3</sup>	0,30	µg/m <sup>3</sup>	0,17	0,03
Temperaturabhängigkeit des Messwertes (Beta)	≤ 5 % von B1	0,08	µg/m <sup>3</sup>	0,05	0,00
Drift am Nullpunkt	≤ 2 µg/m <sup>3</sup>	0,69	µg/m <sup>3</sup>	0,40	0,16
Drift des Messwertes	≤ 5 % von B1	-0,01	µg/m <sup>3</sup>	-0,01	0,00
Netzspannung (Messwert)	≤ 2 µg/m <sup>3</sup>	-0,04	µg/m <sup>3</sup>	-0,02	0,00
Querempfindlichkeiten	≤ 6 µg/m <sup>3</sup>	1,46	µg/m <sup>3</sup>	0,84	0,71
Unsicherheit des Prüfstandards	≤ 1 µg/m <sup>3</sup>	1,00	µg/m <sup>3</sup>	0,58	0,33
				Σu <sup>2</sup>	3,89
				U(c) = 2u(c)	3,95
				U(c) / Bezug	7,89

Tabelle 22: *Erweiterte Messunsicherheit  $U(\bar{c})$  für die Messeinrichtung SN 4924  
Bezugswert:  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$*

Verfahrenskenngröße für Gerät SN 4924	Unsicherheit (Einzelwert)	Zeitbasis	Anzahl nk	Quadrat der Unsicherheit (Mittelwert) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) <sup>2</sup>
Reproduzierbarkeit	1,00	24 Stunden	365	0,003
Vertrauensbereich Cl <sub>95</sub> nach EN 12341	1,29	1 Jahr	1	1,658
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	0,40	1 Jahr	1	0,163
Temperaturabhängigkeit des Messwertes (Beta)	0,02	1 Jahr	1	0,001
Drift am Nullpunkt	0,22	1 Woche	52	0,001
Drift des Messwertes	0,10	1 Woche	52	0,000
Netzspannung (Messwert)	0,05	1 Jahr	1	0,002
Querempfindlichkeiten	0,23	1 Jahr	1	0,053
Unsicherheit des Prüfstandards	0,58	1 Jahr	1	0,333
$\Sigma u_m^2(c_k)$				2,214
$U(\bar{c}) = 2u(\bar{c})$				2,98
$\frac{U(\bar{c})}{\text{Bezug}}$				7,44

Tabelle 23: *Erweiterte Messunsicherheit  $U(\bar{c})$  für die Messeinrichtung SN 4925  
Bezugswert:  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$*

Verfahrenskenngröße für Gerät SN 4925	Unsicherheit (Einzelwert)	Zeitbasis	Anzahl nk	Quadrat der Unsicherheit (Mittelwert) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) <sup>2</sup>
Reproduzierbarkeit	1,00	24 Stunden	365	0,003
Vertrauensbereich Cl <sub>95</sub> nach EN 12341	1,29	1 Jahr	1	1,658
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	0,17	1 Jahr	1	0,030
Temperaturabhängigkeit des Messwertes (Beta)	0,05	1 Jahr	1	0,002
Drift am Nullpunkt	0,40	1 Woche	52	0,003
Drift des Messwertes	-0,01	1 Woche	52	0,000
Netzspannung (Messwert)	-0,02	1 Jahr	1	0,001
Querempfindlichkeiten	0,84	1 Jahr	1	0,711
Unsicherheit des Prüfstandards	0,58	1 Jahr	1	0,333
$\Sigma u_m^2(c_k)$				2,740
$U(\bar{c}) = 2u(\bar{c})$				3,31
$\frac{U(\bar{c})}{\text{Bezug}}$				8,28

## 6.1 5.3.1 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems

*Für das PM<sub>10</sub>-Probenahmesystem ist die Gleichwertigkeit zum Referenzverfahren nach DIN EN 12 341 [T5] nachzuweisen.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

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

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest an mehreren Standorten gemäß Punkt 4 des vorliegenden Berichtes durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten und unterschiedlich hohe PM10 Konzentrationen berücksichtigt.

Es wurden an jedem Standort mindestens 15 valide Wertepaare ermittelt.

Die Felduntersuchungen an drei verschiedenen Standorten erfolgten mit einem US-PM10-Probenahmekopf (BX-802). Nach Abschluss dieser Untersuchungen, wurden die Prüflinge am Standort „Köln, Frankfurter Str.“ zusätzlich noch mit einem EU-PM10-Probenahmekopf (BX-809) betrieben und gesondert ausgewertet. Ziel dieser zusätzlichen Untersuchung war der Nachweis, dass sich die mit den beiden verschiedenen Probenahmeköpfen erzielten Ergebnisse nicht signifikant voneinander unterscheiden und somit der Betrieb der Messeinrichtung grundsätzlich mit beiden Probenahmekopf-Typen möglich ist.

## 6.4 Auswertung

Forderung aus der DIN EN 12341:

Der errechnete funktionale Zusammenhang  $y = f(x)$  zwischen den mit dem Testgerät ( $y$ ) und den mit dem Referenzgerät ( $x$ ) gemessenen Konzentrationswerten soll durch einen beidseitigen Akzeptanzbereich begrenzt sein. Dieser Akzeptanzbereich ist gegeben durch:

$$y = (x \pm 10) \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ für Konzentrationsmittelwerte } \leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ und}$$

$$y = 0,9x \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ bzw. } 1,1x \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ für Konzentrationsmittelwerte } > 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Des Weiteren soll der Variationskoeffizient  $R^2$  der berechneten Referenz-Äquivalenz-Funktion den Wert 0,95 nicht unterschreiten.

Die Prüfung richtet sich auf den funktionalen Zusammenhang zwischen den Konzentrationswerten, die durch Doppelbestimmungen mit dem Testgerät und dem Referenzgerät ermittelt wurden. Im Idealfall erfassen beide Geräte dieselbe Schwebstaubfraktion, so dass  $y = x$  gilt. Die Vorgehensweise bei der Auswertung ist wie folgt:

Es wurde eine lineare Regressionsanalyse aus den Messdaten für alle drei Standorte einzeln sowie nach Zusammenfassung aller Messdaten, für alle drei Standorte zusammen durchgeführt.

Man erhält für jeden Messwert  $y_i$  des jeweiligen Testgerätes und der mit dem Referenzgerät gemessenen Konzentration  $x$  – beide in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – eine Referenz-Äquivalenz-Funktion entsprechend der allgemeinen Beziehung:

$$y_i = m \cdot x + b$$

mit  $i$  = Prüfling BAM-1020

## 6.5 Bewertung

Die Referenz-Äquivalenzfunktionen liegen in den Grenzen des jeweiligen Akzeptanzbereiches. Weiterhin ist der Variationskoeffizient  $R^2$  der berechneten Referenz-Äquivalenzfunktionen im betreffenden Konzentrationsbereich  $\geq 0,95$ . Dies gilt auch für alle Einzelstandorte sowie für die zusätzliche Untersuchung mit dem EU-Probenahmekopf am Standort Köln, Frankfurter Str.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Ergebnisse der Regressionsanalysen sind in Tabelle 24 bis Tabelle 25 zusammengestellt. Die grafischen Darstellungen erfolgen in Abbildung 34 bis Abbildung 43. In den Diagrammen sind neben den Ausgleichsgeraden der beiden Testgeräte die als Idealfall anzusehende Kurve  $y = x$  und der beiderseitige Akzeptanzbereich eingezeichnet. Alle Einzelwerte für die Testgeräte und das Referenzgerät können, nach Standort getrennt, der Anlage 4 im Anhang entnommen werden.

*Tabelle 24: Ergebnisse der linearen Regressionsanalyse der Messungen mit dem Testgerät SN 4924 an den drei Standorten*

SN 4924	Anzahl Werte N	Steigung m	Ordinatenabschnitt b	$R^2$
Köln, Parkplatzgelände	29	0,926	2,647	0,959
Titz-Rödingen	37	1,04	0,805	0,964
Köln, Frankfurter Str.	28	1,01	0,891	0,958
Gesamt	94	0,968	1,545	0,952
zusätzlich Köln, Frankfurter Str., EU-Kopf	26	1,022	0,449	0,947

*Tabelle 25: Ergebnisse der linearen Regressionsanalyse der Messungen mit dem Testgerät SN 4925 an den drei Standorten*

<b>SN 4925</b>	<b>Anzahl Werte N</b>	<b>Steigung m</b>	<b>Ordinaten abschnitt b</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
Köln, Parkplatzgelände	29	0,972	3,081	0,969
Titz-Rödingen	37	1,04	1,716	0,963
Köln, Frankfurter Str.	28	1,009	0,284	0,962
Gesamt	94	0,987	2,250	0,958
zusätzlich Köln, Frankfurter Str., EU-Kopf	26	0,965	0,930	0,966

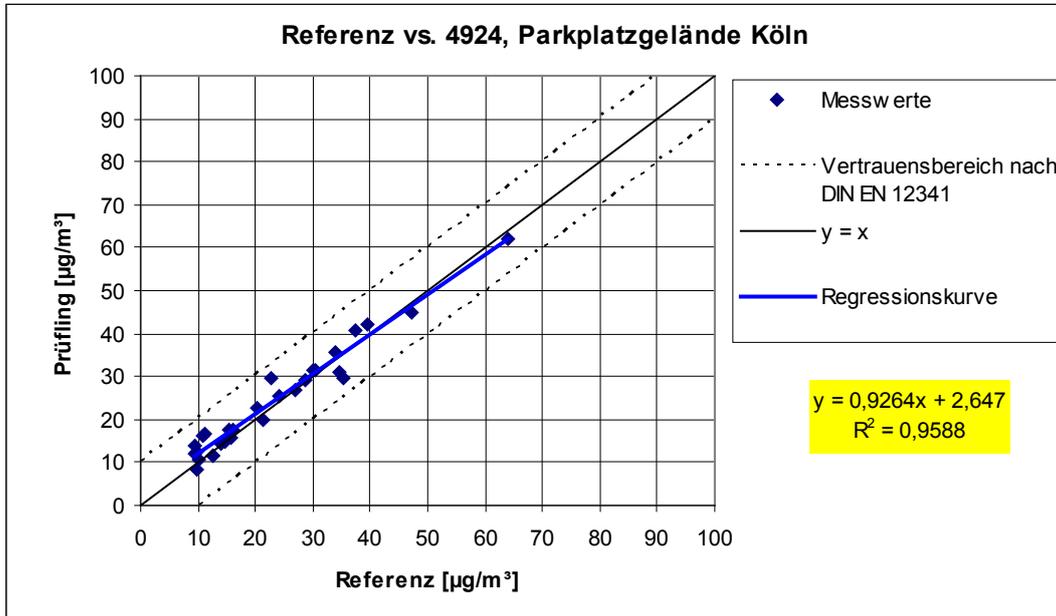


Abbildung 34: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4924, Standort Köln, Parkplatzgelände

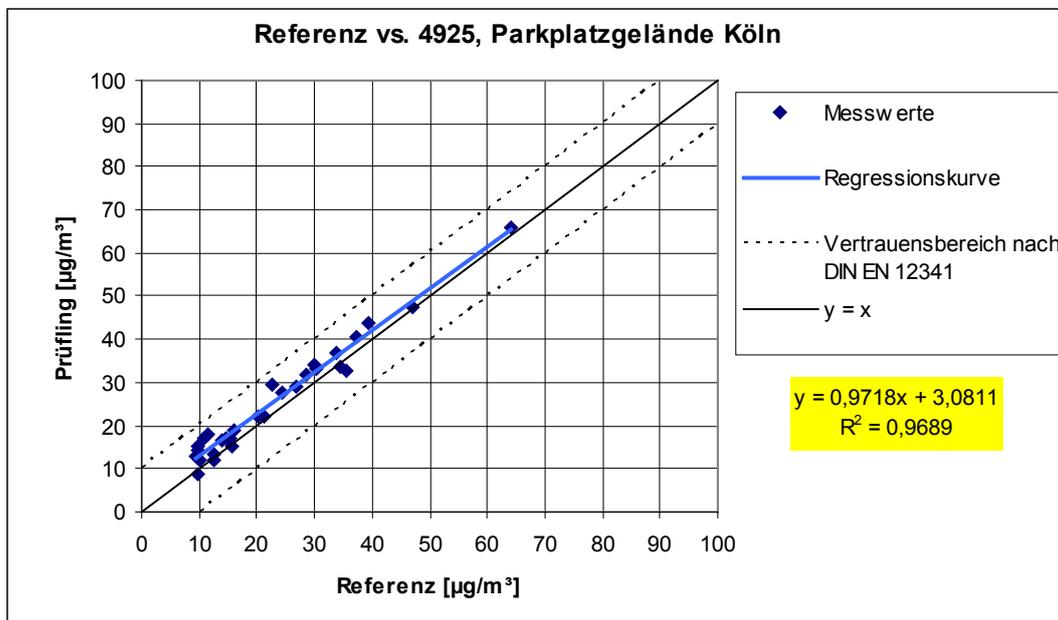


Abbildung 35: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4925, Standort Köln, Parkplatzgelände

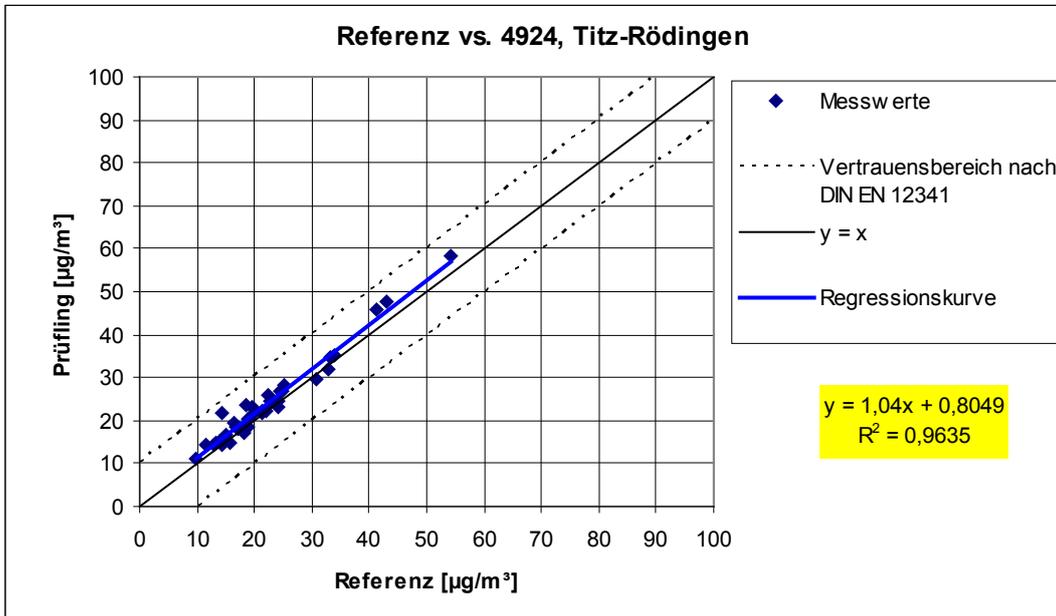


Abbildung 36: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4924, Standort Titz-Rödingen

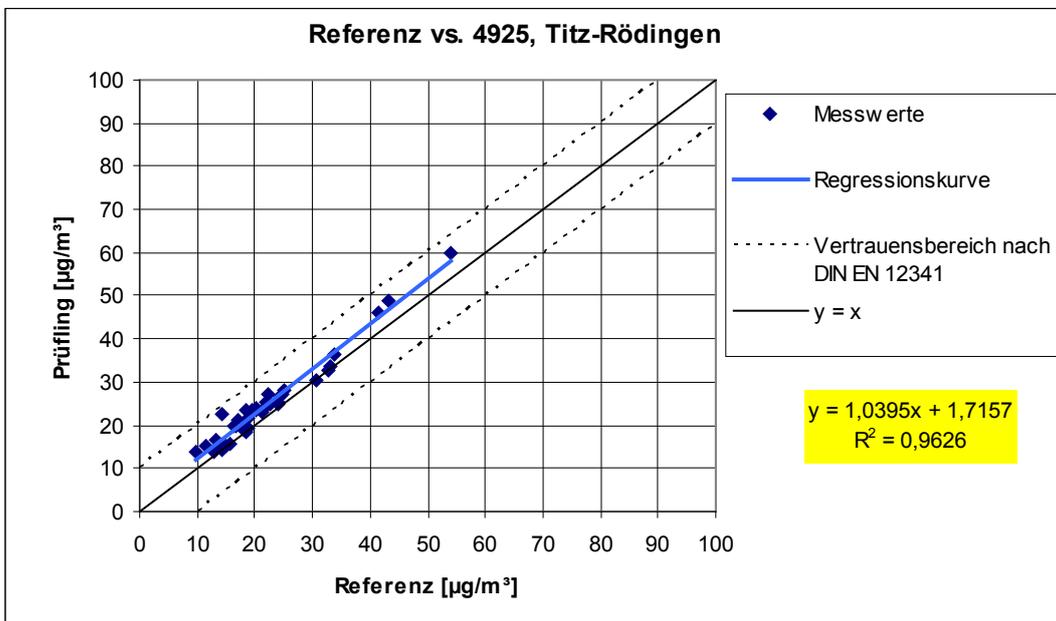


Abbildung 37: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4925, Standort Titz-Rödingen

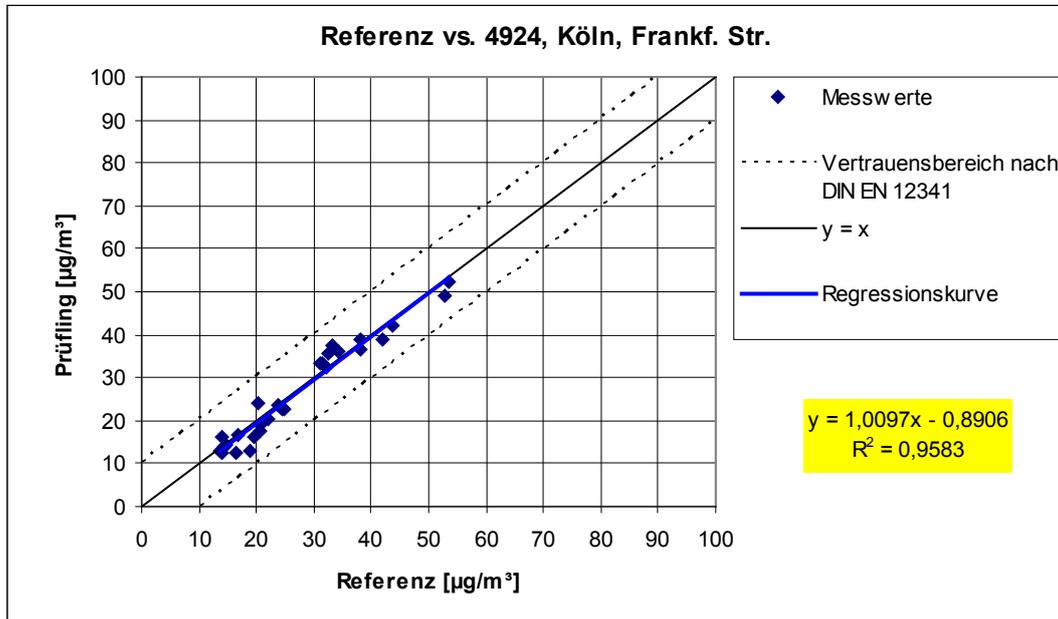


Abbildung 38: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4924, Standort Köln, Frankfurter Str.

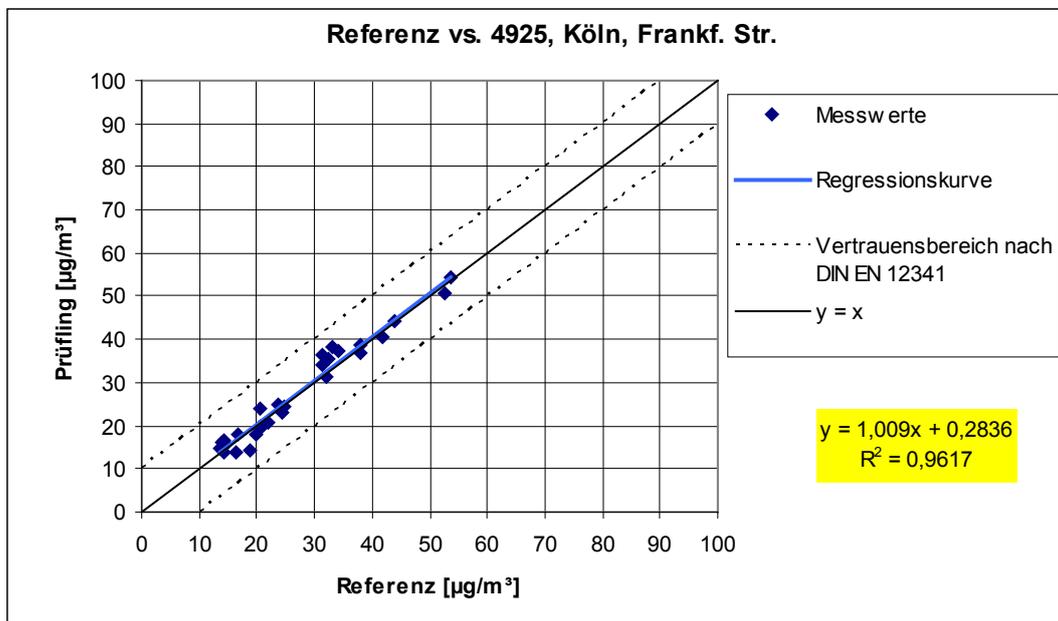


Abbildung 39: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4925, Standort Köln, Frankfurter Str.

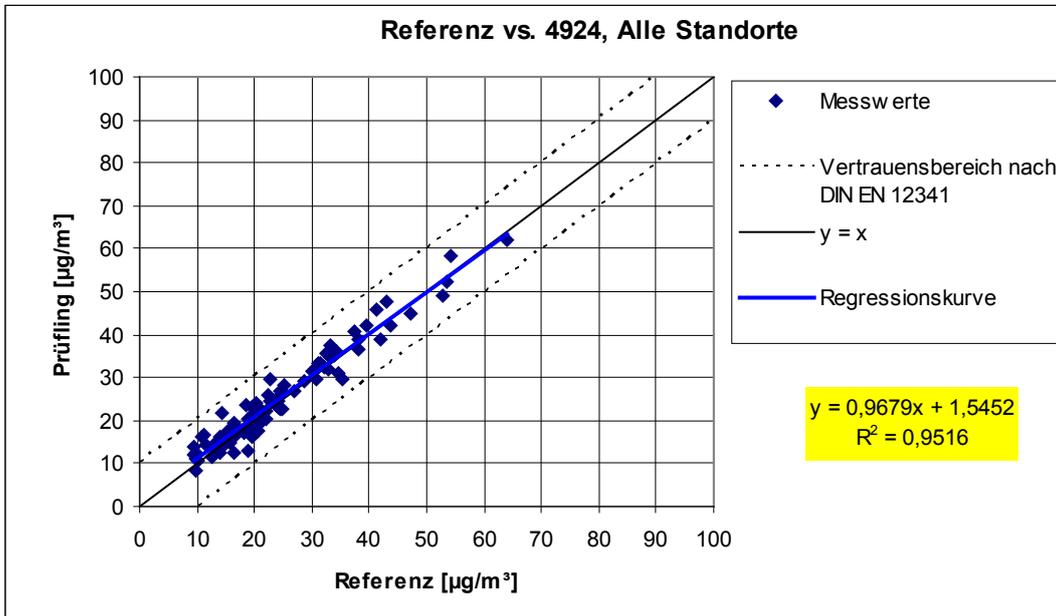


Abbildung 40: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4924, alle Standorte

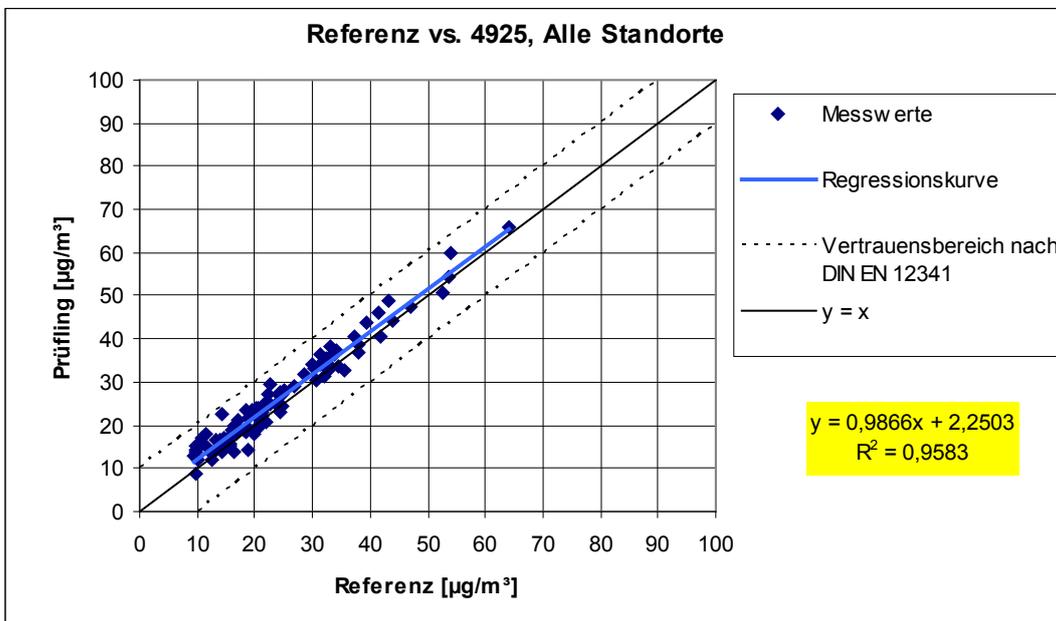


Abbildung 41: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4925, alle Standorte

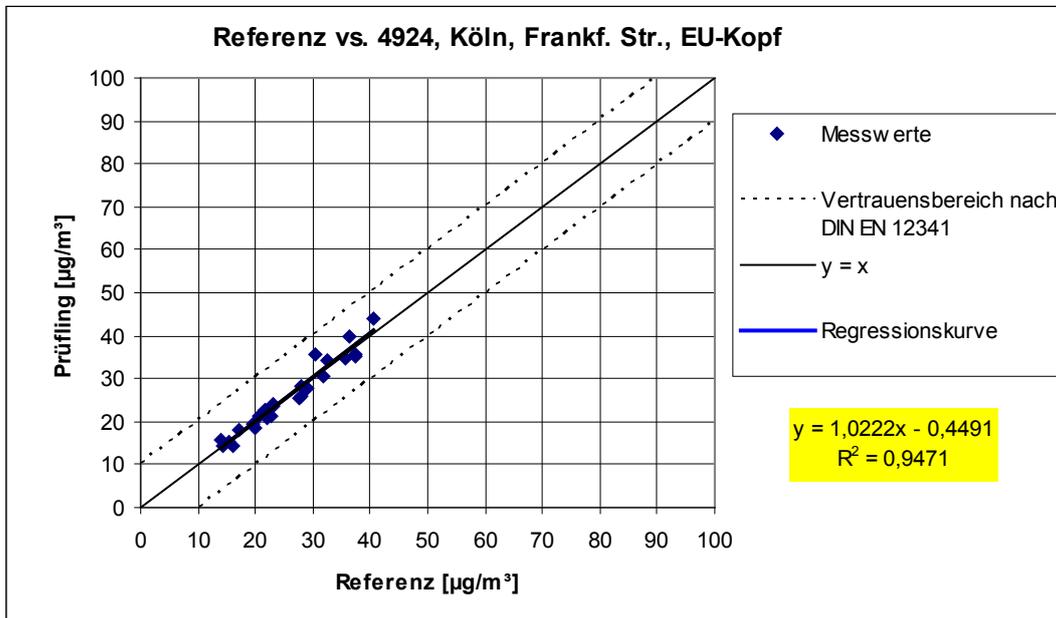


Abbildung 42: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4924, zusätzlich Standort Köln, Frankfurter Straße mit EU-Probenahmekopf

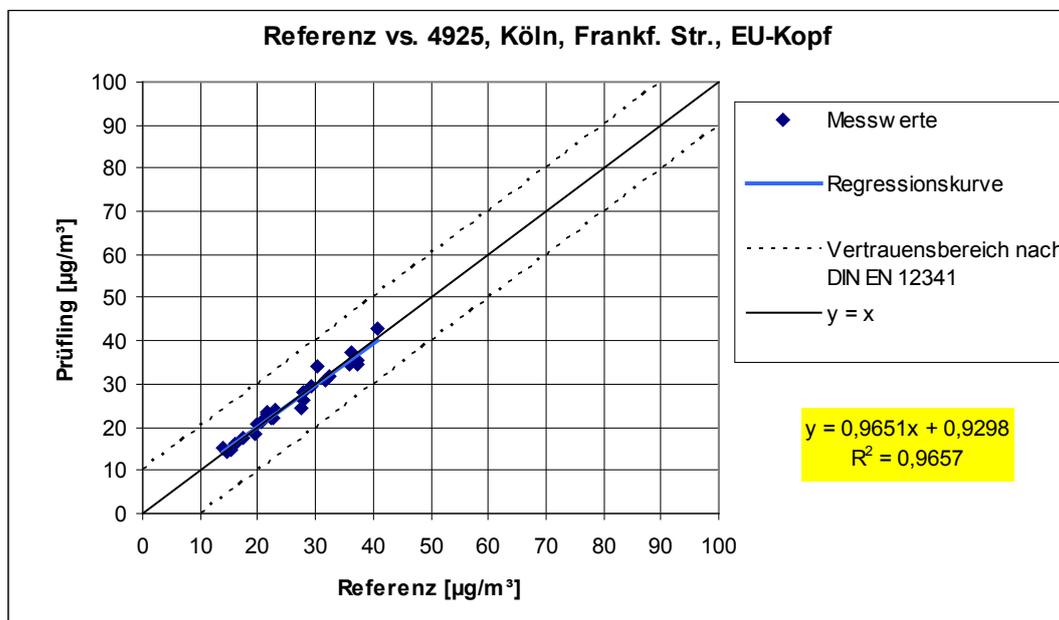


Abbildung 43: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4925, zusätzlich Standort Köln, Frankfurter Straße mit EU-Probenahmekopf

## 6.1 5.3.2 Vergleichbarkeit der Probenahmesysteme

*Die PM<sub>10</sub>-Probenahmesysteme zweier baugleicher Prüflinge müssen untereinander nach DIN EN 12 341 [T5] vergleichbar sein. Dies ist während des Feldtestes nachzuweisen.*

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest an mehreren Standorten durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten und unterschiedlich hohe PM10 Konzentrationen sowie verschiedene Verhältnisse zwischen TSP und PM10 Anteil berücksichtigt.

Es wurden an jedem Standort mindestens 15 valide Wertepaare ermittelt.

Die Felduntersuchungen an drei verschiedenen Standorten erfolgten mit einem US-PM10-Probenahmekopf (BX-802). Nach Abschluss dieser Untersuchungen, wurden die Prüflinge am Standort „Köln, Frankfurter Str.“ zusätzlich noch mit einem EU-PM10-Probenahmekopf (BX-809) betrieben und gesondert ausgewertet. Ziel dieser zusätzlichen Untersuchung war der Nachweis, dass sich die mit den beiden verschiedenen Probenahmeköpfen erzielten Ergebnisse nicht signifikant voneinander unterscheiden und somit der Betrieb der Messeinrichtung grundsätzlich mit beiden Probenahmekopf-Typen möglich ist.

## 6.4 Auswertung

Der aus den mit den Testgeräten gemessenen Konzentrationsmittelwerten berechnete zweiseitige Vertrauensbereich  $CI_{95}$  darf den Wert von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für Konzentrationsmittelwerte  $\leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und von 0,05 für Konzentrationsmittelwerte  $> 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht überschreiten.

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

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

- a) Datensatz mit  $Y_i \leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mit der Anzahl der Wertepaare  $n_{\leq}$  und
- b) Datensatz mit  $Y_i > 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mit der Anzahl der Wertepaare  $n_{>}$

zu a):

Aus den Wertepaaren des Datensatzes mit  $Y_i \leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird die absolute Standardabweichung  $s_a$  berechnet:

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

Es wird der Studentfaktor  $t_{f_{\leq};0,975}$ , definiert als 0,975-Quantil des zweiseitigen 95%-Vertrauensbereich der t-Verteilung nach Student mit  $f_{\leq} = n_{\leq} - 2$  Freiheitsgraden herangezogen.

Der zweiseitige 95%-Vertrauensbereich  $Cl_{95}$  für Konzentrationsmittelwerte  $\leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ergibt sich dann wie folgt:

$$Cl_{95} = s_a \cdot t_{f_{\leq};0,975}$$

zu b):

Aus den Wertepaaren des Datensatzes mit  $Y_i > 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird die relative Standardabweichung  $s_r$  berechnet:

$$s_r = \sqrt{\left(\sum (D_i / Y_i)^2 / 2n_{>}\right)}$$

Es wird wiederum der Student-Faktor  $t_{f_{>};0,975}$ , definiert als 0,975-Quantil des zweiseitigen 95%-Vertrauensbereiches der t-Verteilung nach Student mit  $f_{>} = n_{>} - 2$  Freiheitsgraden herangezogen.

Der zweiseitige Vertrauensbereich  $Cl_{95}$  für Konzentrationsmittelwerte  $> 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ergibt sich dann wie folgt:

$$Cl_{95} = s_r \cdot t_{f_{>};0,975}$$

Während der Felduntersuchungen wurden keine Konzentrationswerte  $> 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Eine statistische Auswertung für diesen Konzentrationsbereich ist aus diesem Grund nicht möglich. Somit entfällt die Betrachtung gemäß b).

## 6.5 Bewertung

Es gilt für alle untersuchten Standorte:

Der zweiseitige Vertrauensbereich  $Cl_{95}$  liegt mit maximal  $2,54 \mu\text{g}/\text{m}^3$  unterhalb des geforderten Wertes von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dies gilt auch für alle Einzelstandorte sowie für die zusätzliche Untersuchung mit dem EU-Probenahmekopf am Standort Köln, Frankfurter Str.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 26 führt die berechneten Werte für die Standardabweichung  $s_a$  und den zweiseitigen Vertrauensbereich  $Cl_{95}$  auf. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 44 bis Abbildung 48. In den Diagrammen ist neben der Ausgleichsgerade der beiden Testgeräte (ermittelt durch lineare Regressionsanalyse) die als Idealfall anzusehende Kurve  $y = x$  und der beiderseitige Akzeptanzbereich eingezeichnet. Alle Einzelwerte für die Testgeräte können der Anlage 4 entnommen werden.

Tabelle 26: Zweiseitiger 95%-Vertrauensbereich  $CI_{95}$  für die Testgeräte SN 4924 und SN 4925

Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Standardabweichung $s_a$	Student-Faktor $t_f$	Vertrauensbereich $CI_{95}$
SN			$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$
4924 / 4925	Köln, Parkplatz	52	1,27	2,009	2,54
4924 / 4925	Titz-Rödingen	37	0,93	2,030	1,89
4924 / 4925	Köln, Frankf. Str.	28	1,07	2,056	2,21
4924 / 4925	Gesamt	117	1,12	1,981	2,23
4924 / 4925	zusätzlich Köln, Frankf. Str. EU-Kopf	26	0,80	2,064	1,65

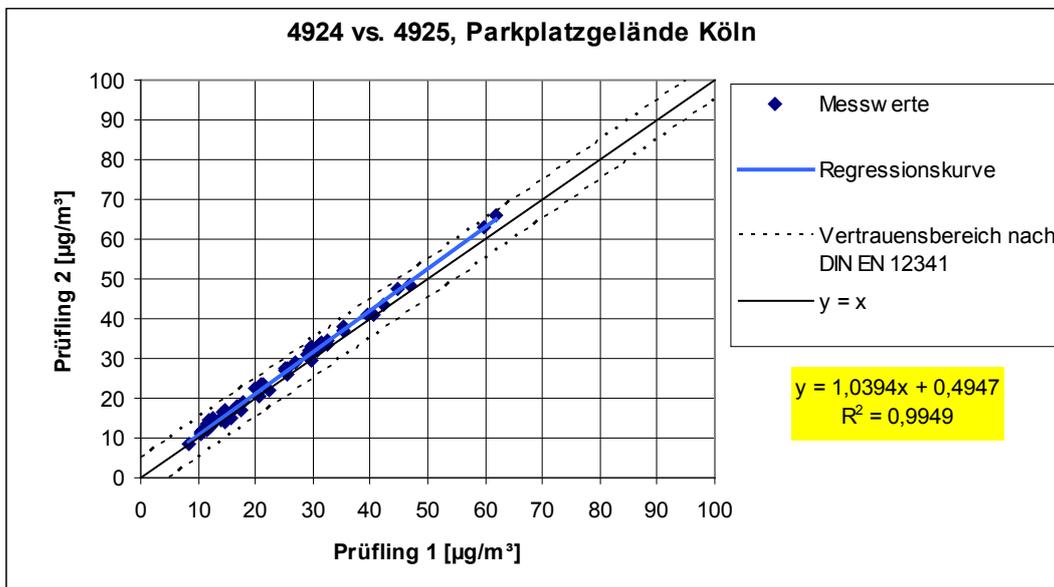


Abbildung 44: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, Standort Köln, Parkplatzgelände

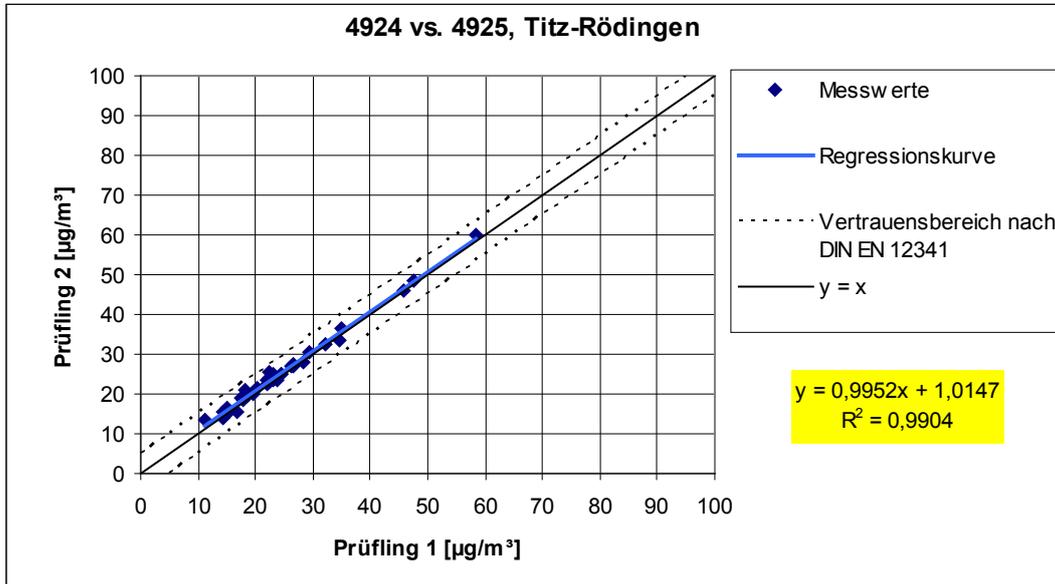


Abbildung 45: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, Standort Titz-Rödingen

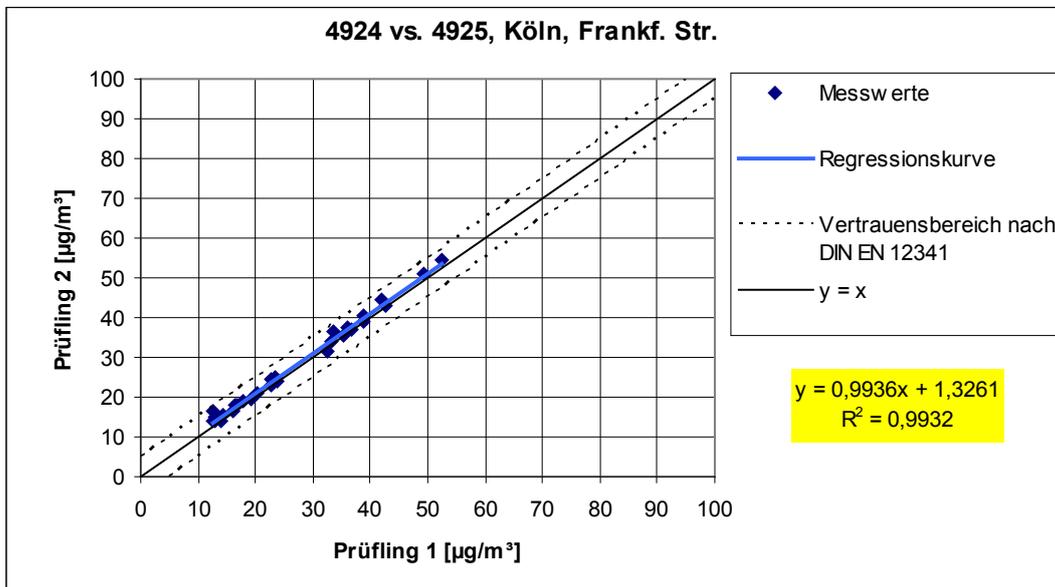


Abbildung 46: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, Standort Köln, Frankfurter Straße

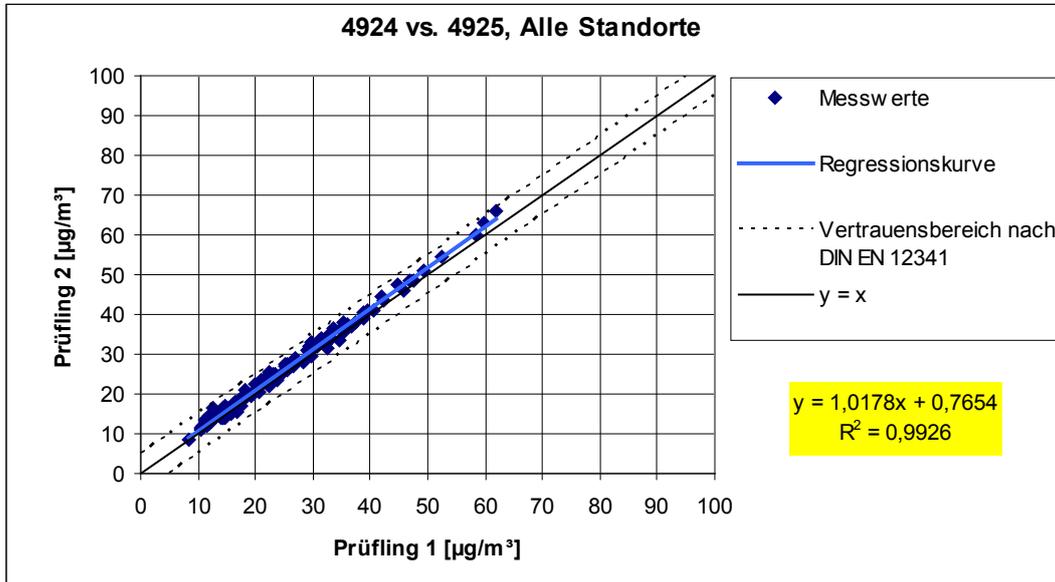


Abbildung 47: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, alle Standorte

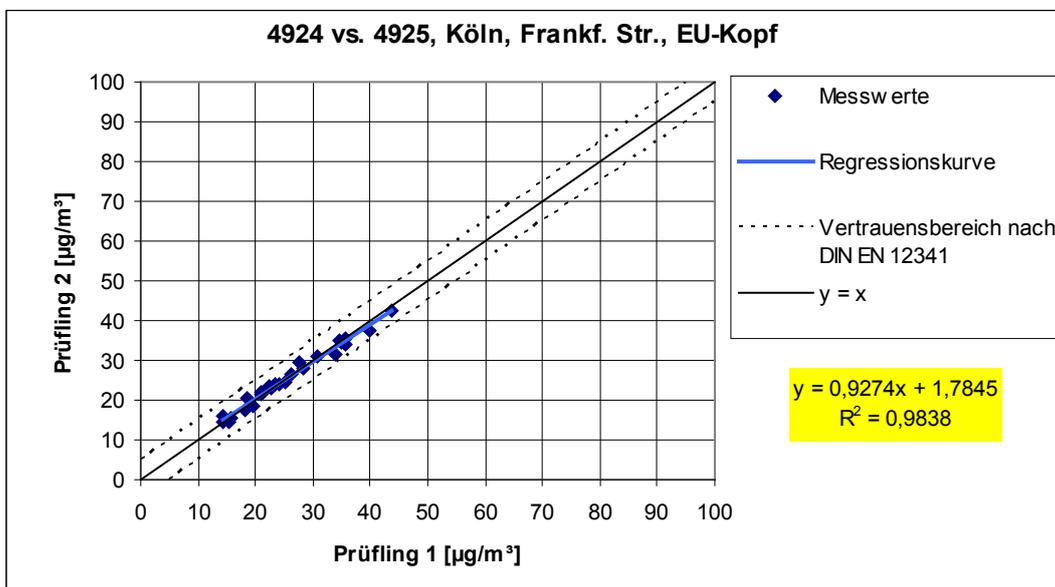


Abbildung 48: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, zusätzlich Standort Köln, Frankfurter Straße mit EU-Probenahmekopf

## 6.1 5.3.3 Kalibrierung

*Die  $PM_{10}$ -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 Ergebnisse dieser Untersuchungen können dem Modul 5.2.3 entnommen werden.

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Siehe Modul 5.2.3.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Siehe Modul 5.2.3.

## 6.4 Auswertung

Siehe Modul 5.2.3.

## 6.5 Bewertung

Siehe Modul 5.2.3.

Mindestanforderung erfüllt? -

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe Modul 5.2.3.

## **6.1 5.3.4 Querempfindlichkeit**

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

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Bei dieser Mindestanforderung nicht notwendig.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Auf eine Ermittlung des Störeinflusses durch die im Messgut enthaltene Luftfeuchte unter Laborbedingungen wurde verzichtet, da eine Prüfung am Nullpunkt zu keiner belastbaren Aussage führte und am Referenzpunkt (im Bereich von  $B_1$ ) nicht gesichert durchführbar ist.

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

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

Die Untersuchungen auf Basis des Feldversuchs wurden auf die mit dem US-Probenahmekopf gewonnenen Messdaten beschränkt.

Während der gesamten Felduntersuchungen war die Probenahmeheizung BX-830 aktiviert.

Die Steuerung der Heizung erfolgte ausschließlich über die Regelgröße relative Feuchte RH am Filterband (Werkseinstellung: 45 %)

## **6.4 Auswertung**

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

Bezugswert:                    VDI:  $B_1 = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$                     10 % von  $B_1 = 4 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Es wurde weiterhin untersucht, ob die Vergleichbarkeit der Prüflinge mit dem Referenzverfahren gemäß Richtlinie DIN EN 12341 auch für den Fall, dass die Messwerte an Tagen mit einer relativen Feuchte > 70 % gewonnen wurden, gegeben ist.

## 6.5 Bewertung

Es konnte kein Störeinfluss  $> 1,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Abweichung vom Sollwert durch die im Messgut enthaltene Luftfeuchte auf das Messsignal festgestellt werden. Während des Feldtestes konnten bei wechselnden relativen Luftfeuchten und aktiviertem Heizsystem kein negativer Einfluss auf die Messwerte beobachtet werden. Die Vergleichbarkeit der Prüflinge mit dem Referenzverfahren gemäß Richtlinie DIN EN 12341 ist auch für Tage mit einer relativen Luftfeuchte  $> 70 \%$  gegeben.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 27 zeigt eine zusammenfassende Darstellung.

*Tabelle 27: Abweichung zwischen Referenzmessung und Prüfling an Tagen mit einer relativen Luftfeuchte  $> 70 \%$*

Feldtest, Tage mit relativer Feuchte $> 70 \%$				
		Referenz	SN 4924	SN 4925
Mittelwert	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	22,7	23,1	24,2
Abweichung zu Mittelwert Referenz in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	0,4	1,46
Abweichung in % von Mittelwert Referenz	%	-	1,7	6,4
Abweichung in % von B1	%	-	1,0	3,6

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

Die grafische Darstellung der Messwerte an Tagen mit einer relativen Luftfeuchte > 70 % erfolgt in Abbildung 49 und in Abbildung 50. Einzelwerte können den Anlagen 4 und 5 im Anhang entnommen werden.

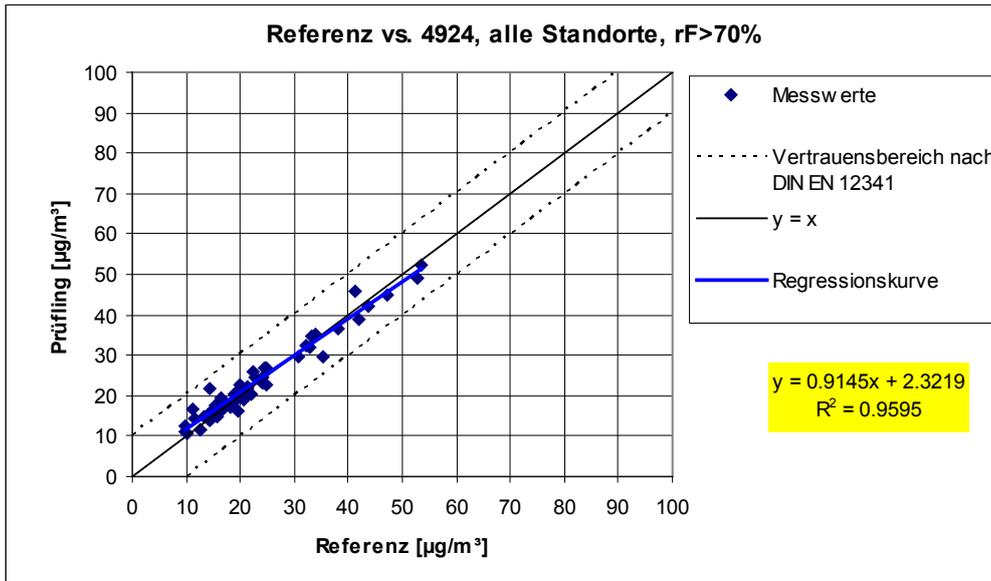


Abbildung 49: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4924, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte

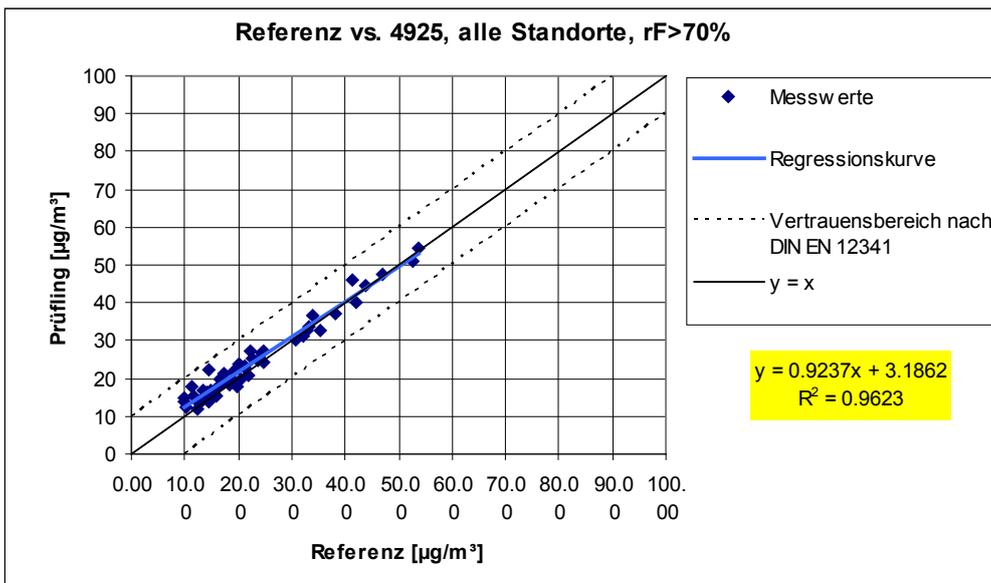


Abbildung 50: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4925, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte

## 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 4 min.

Die Zykluszeit setzt sich daher zusammen aus 2 x 4 min für die radiometrische Messung ( $I_0$  &  $I_3$ ) sowie ca. 1-2 min für Filterbandbewegungen. Die Sammelzeit beträgt damit pro Stunde ca. 51 min.

Die verfügbare Probenahmezeit pro Messzyklus liegt damit bei ca. 85 % der Gesamtzykluszeit. Die Ergebnisse aus den Felduntersuchungen gemäß Punkt 6.1 5.3.1 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems 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

Inletadapter BX-305, Durchflussmesser gemäß Punkt 4.

## 6.3 Durchführung der Prüfung

Der Probenahmevervolumenstrom wurde vor dem ersten Feldteststandort kalibriert und dann vor jedem Feldteststandort mit Hilfe eines Balgengaszählers 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 6 h (=6 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 ist in Tabelle 28 dargestellt.

Tabelle 28: Ergebnisse Kontrolle Durchflussrate

Durchflussüberprüfung vor	SN 4924		SN 4925	
	[l/min]	Abw. vom Soll [%]	[l/min]	Abw. vom Soll [%]
Köln, Parkplatzgelände	16,67	-	16,67	-
Titz-Rödingen	16,51	-1,0	17,09	2,5
Köln, Frankfurter Str.	16,45	-1,3	15,5	-7,0*

\* Durchflussrate nachjustiert

Die graphische Darstellungen des Durchflusses über 6 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 Mittelwerte über den Messzyklus 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 29 und Tabelle 30 sind die ermittelten Kenngrößen für den Durchfluss aufgeführt. Abbildung 51 und Abbildung 52 zeigen eine grafische Darstellung der Durchflussmessungen an den beiden Testgeräten SN 4924 und SN 4925.

Tabelle 29: Kenngrößen für die Durchflussmessung, SN 4924

Kenngröße	Einheit	1	2	3	4	5	6
Mittelwert	l/min	16,67	16,74	16,69	16,78	16,69	16,70
Abweichung MW	% vom Sollwert	0,00	0,43	0,12	0,66	0,12	0,17
Standardabweichung	l/min	0,02	0,04	0,03	0,05	0,04	0,04
Maximum	l/min	16,74	16,90	16,86	17,02	16,94	16,94
Minimum	l/min	16,66	16,66	16,46	16,66	16,66	16,34

Tabelle 30: Kenngrößen für die Durchflussmessung, SN 4925

Kenngröße	Einheit	1	2	3	4	5	6
Mittelwert	l/min	16,67	16,61	16,55	16,52	16,56	16,56
Abweichung MW	% vom Sollwert	0,00	-0,36	-0,69	-0,89	-0,67	-0,67
Standardabweichung	l/min	0,14	0,05	0,01	0,04	0,02	0,03
Maximum	l/min	16,83	16,83	16,59	16,59	16,83	16,83
Minimum	l/min	15,99	16,55	16,51	15,95	16,55	16,51

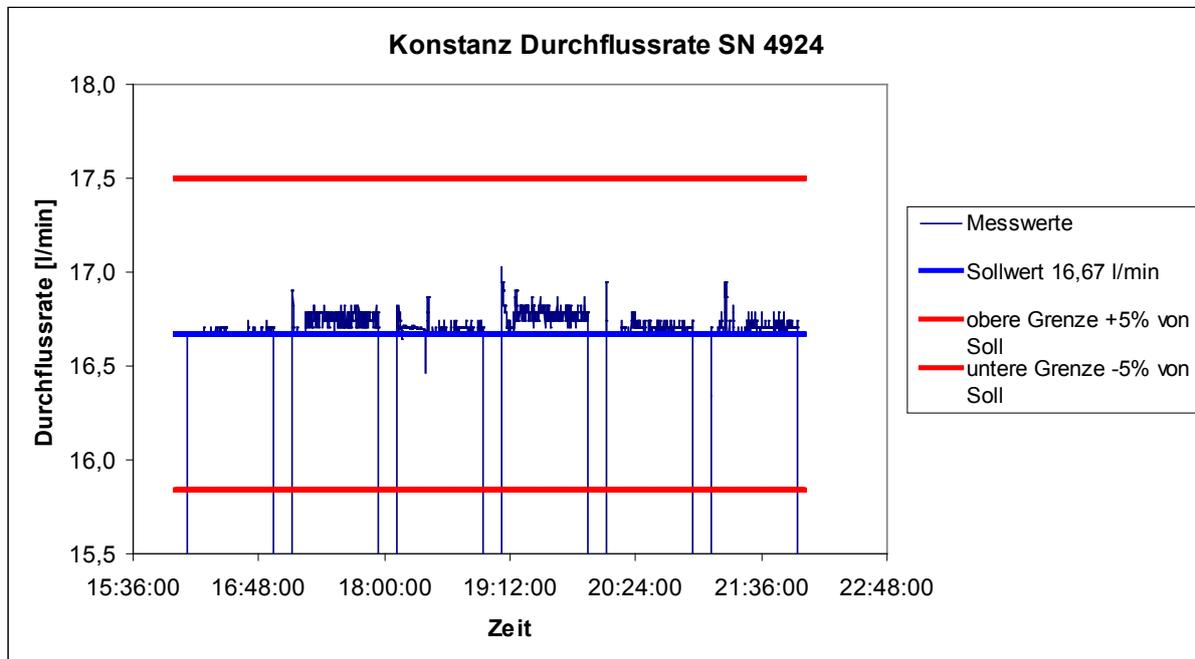


Abbildung 51: Durchfluss am Testgerät SN 4924

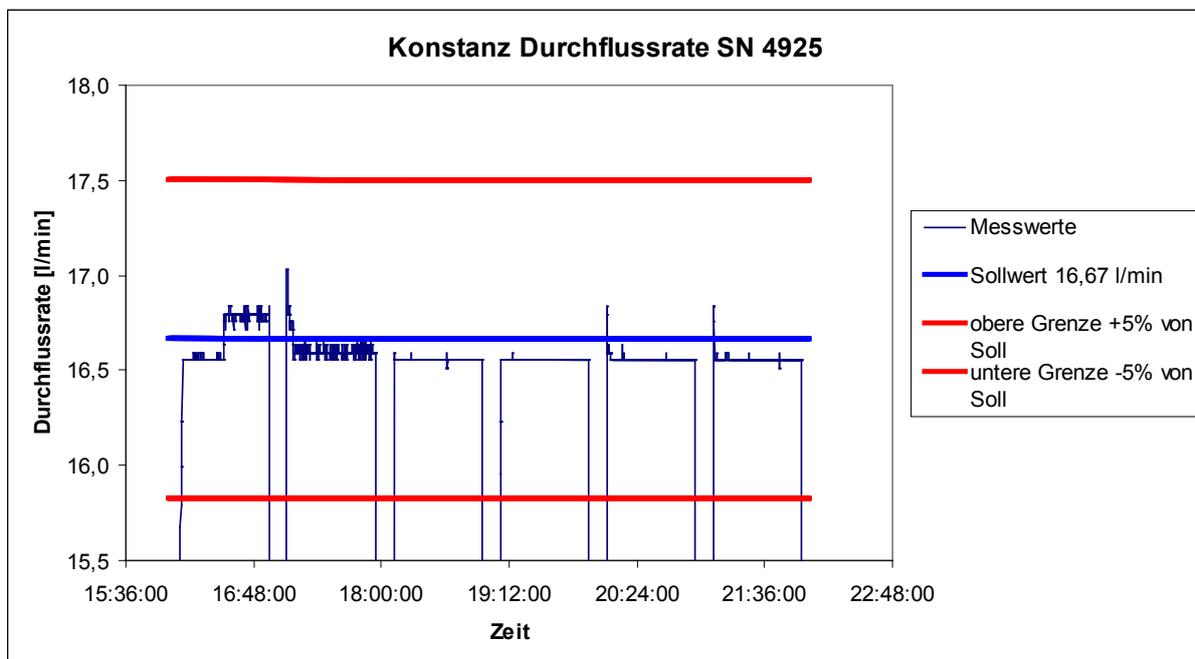


Abbildung 52: Durchfluss am Testgerät SN 4925

### 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 Probenahmevermögen betragen.*

### 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

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 wiederholt.

### 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.

### 6.5 Bewertung

Die maximal ermittelten Undichtigkeiten ergaben sich zu 0,6 % für Gerät 1 (SN 4924) sowie zu 0,6 % für Gerät 2 (SN 4925).

Mindestanforderung erfüllt? ja

### 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 31 enthält die ermittelten Werte aus der Dichtigkeitsprüfung.

*Tabelle 31: Ermittlung der Leckrate*

	Durchfluss (Pumpe aus)	Durchfluss (Pumpe ein, Eingang verschlossen)			Mittelwert	Maximale Leckrate
		1	2	3		
	l/min	l/min	l/min	l/min	l/min	% vom Soll
SN 4924	0,0	0,1	0,0	0,1	0,067	0,6
SN 4925	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6

## **6.1 5.4 Anforderungen an Mehrkomponentenmesseinrichtungen**

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

*Bei sequentielltem 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 Weitere Prüfkriterien nach Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“

### 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 Untersuchungen gemäß des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ erfolgten exemplarisch auf Basis der in der Feldprüfung gemäß [1], [2] und [3] erzielten Messdaten. Dabei wurden die Untersuchungen abweichend zur Anforderung aus dem Leitfaden nur an drei statt vier Feldteststandorten und mit weniger als jeweils 40 validen Messwertpaaren pro Feldteststandort durchgeführt

Die Prüfung wurde im Feldtest an drei verschiedenen Standorten durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten unterschiedlich hohe PM10 Konzentrationen sowie verschiedene Verhältnisse zwischen TSP und PM10-Anteil berücksichtigt.

Es wurden an jedem Standort mindestens 15 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (3 Standorte) liegen insgesamt 32 % der Messwerte über 50 % des Grenzwertes für das Tagesmittel von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM10. 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  $\leq 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegen. Eine Unsicherheit über  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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:

- Jeden Standort einzeln
- Alle Standorte gemeinsam
- 1 Datensatz mit Messwerten  $\geq 50 \%$  des Grenzwertes für den Tagesmittelwert von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM10 (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten  $< 50 \%$  des Grenzwertes für den Tagesmittelwert von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM10 (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

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

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

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  $1,22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  unterhalb des geforderten Wertes von  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Mindestanforderung erfüllt? ja

### 7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 32 führt die berechneten Werte für die Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$  auf. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 53 bis Abbildung 58.

*Tabelle 32: Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$  für die Testgeräte SN 4924 und SN 4925*

Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{bs}$
SN			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
4924 / 4925	Köln, Parkplatz	52	1,22
4924 / 4925	Titz-Rödingen	37	0,86
4924 / 4925	Köln, Frankf. Str.	28	0,99
4924 / 4925	Gesamt	117	1,07
4924 / 4925	Werte $\geq 50 \%$ Grenzwert ( $\geq 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	30	1,22
4924 / 4925	Werte $< 50 \%$ Grenzwert ( $< 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	64	0,95
4924 / 4925	zusätzlich Köln, Frankf. Str. EU-Kopf	26	0,74

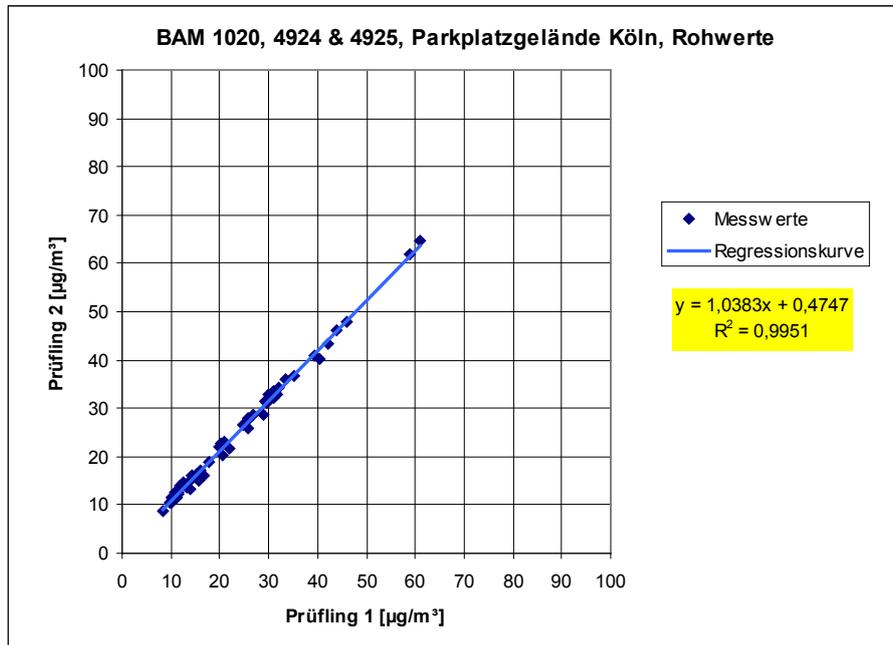


Abbildung 53: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, Standort Köln, Parkplatzgelände

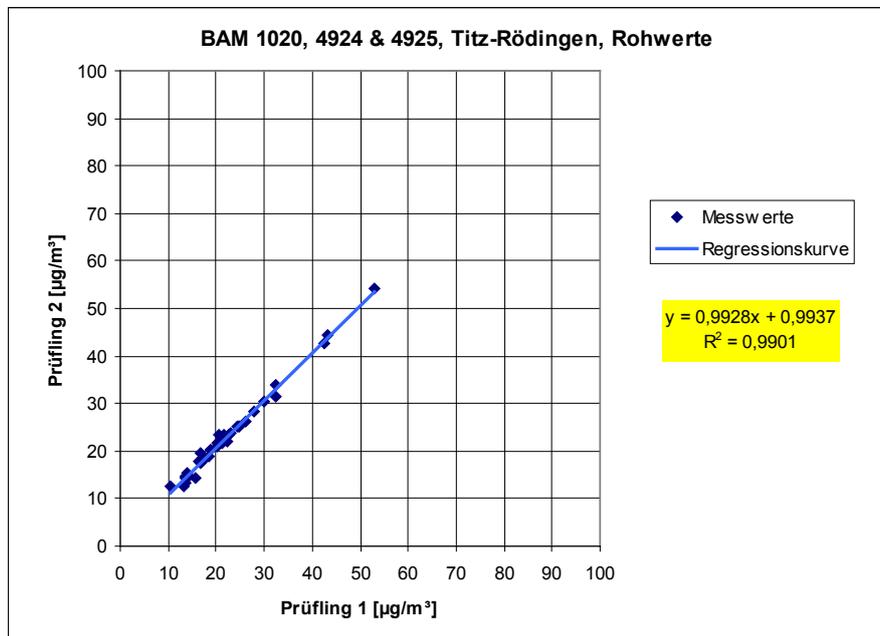


Abbildung 54: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, Standort Titz-Rödingen

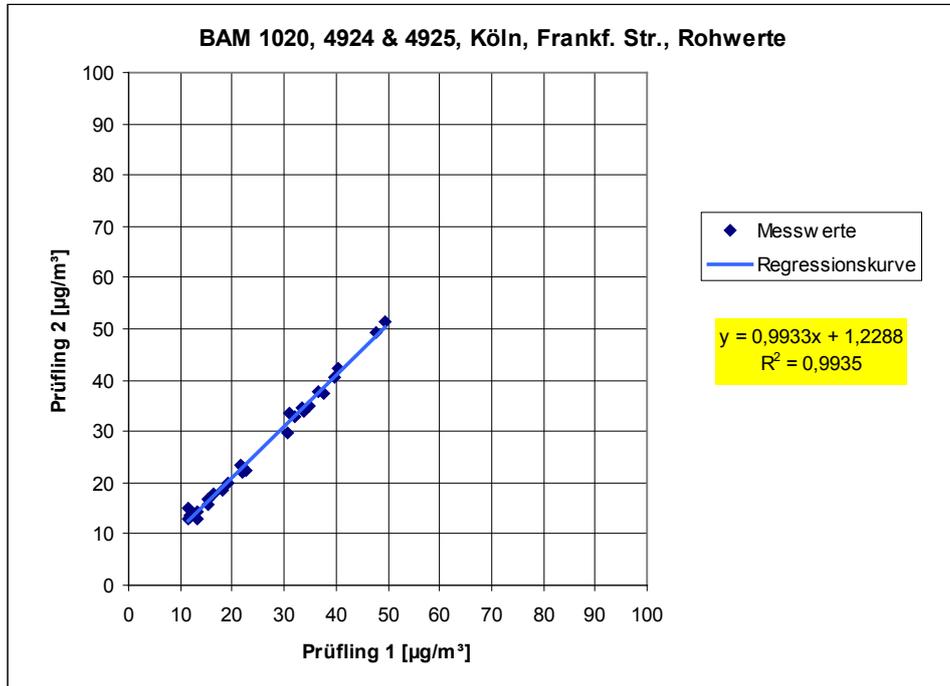


Abbildung 55: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, Standort Köln, Frankfurter Straße

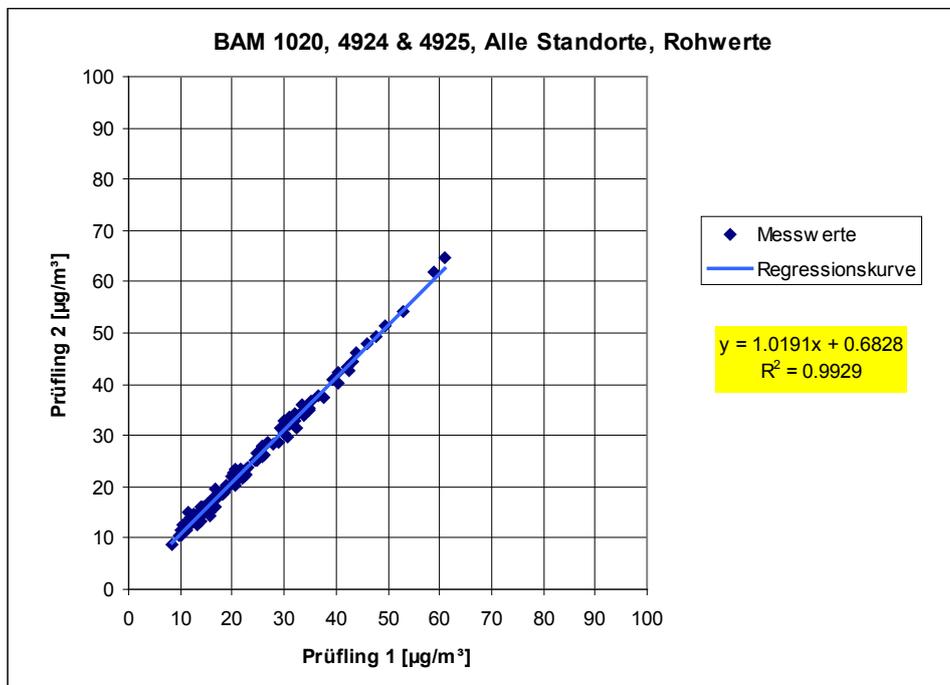


Abbildung 56: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, alle Standorte

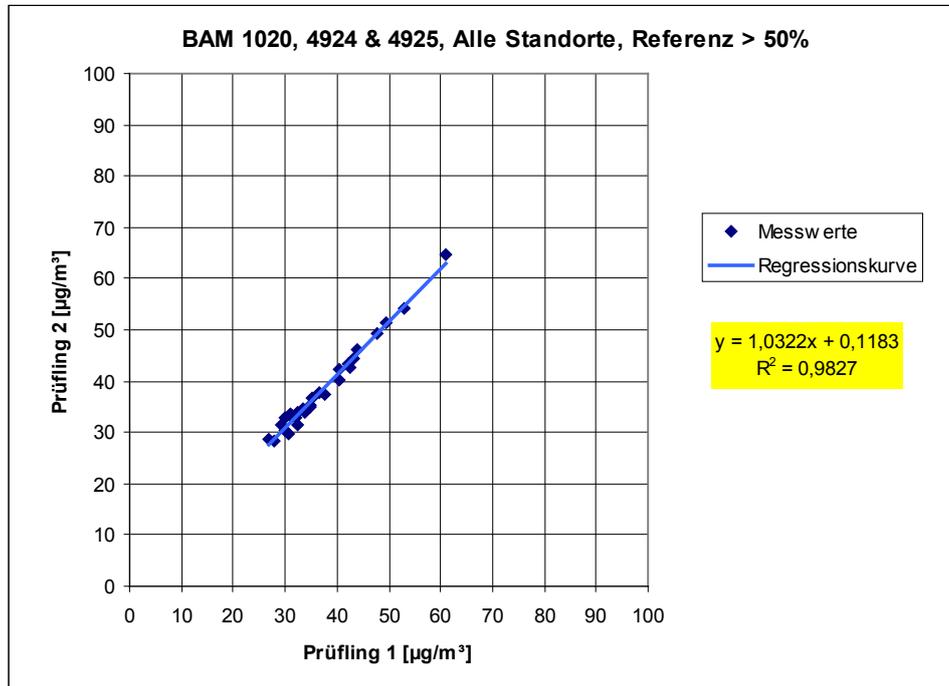


Abbildung 57: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, alle Standorte, Werte  $\geq 50$  % Grenzwert ( $\geq 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

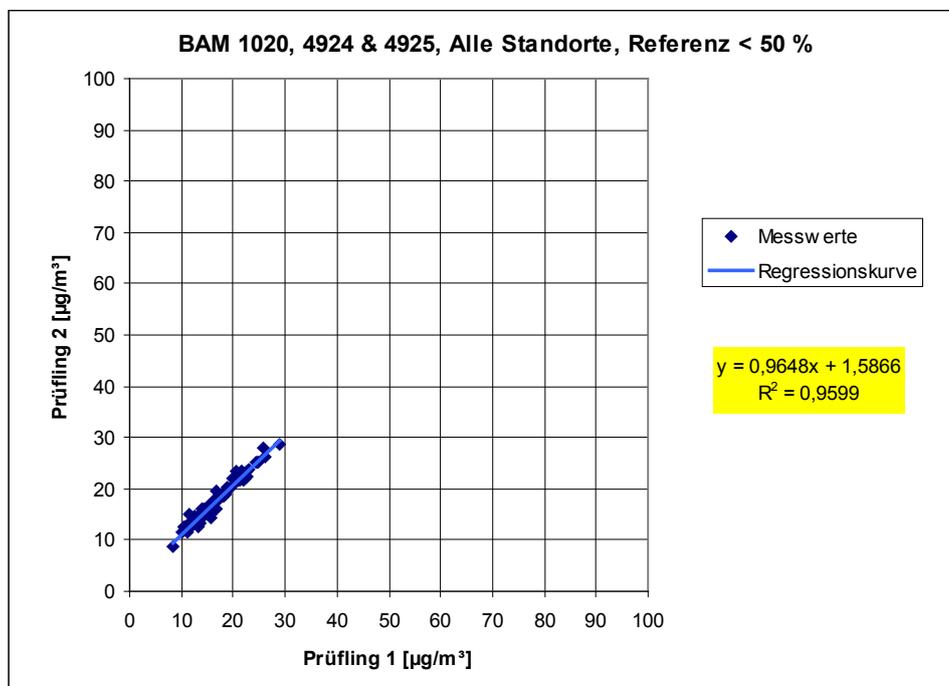


Abbildung 58: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, alle Standorte, Werte < 50 % Grenzwert ( $< 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

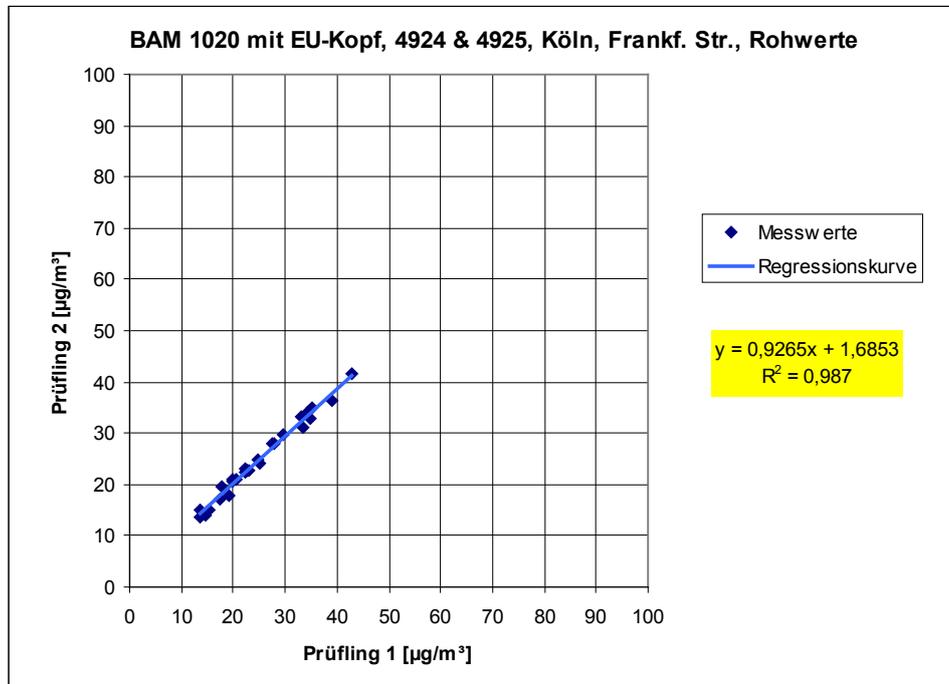


Abbildung 59: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, zusätzlich Standort Köln, Frankfurter Straße mit EU-Probenahmekopf

## 7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.5.6]

*Für die Prüflinge ist die Gleichwertigkeit zum Referenzverfahren gemäß den Punkten 9.5.2.2 bis 9.5.4 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 Untersuchungen gemäß des Leitfadens “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods” erfolgten exemplarisch auf Basis der in der Feldprüfung gemäß [1], [2] und [3] erzielten Messdaten. Dabei wurden die Untersuchungen abweichend zur Anforderung aus dem Leitfaden nur an drei statt vier Feldteststandorten und mit weniger als jeweils 40 validen Messwertpaaren pro Feldteststandort durchgeführt

Die Prüfung wurde im Feldtest an drei verschiedenen Standorten durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten unterschiedlich hohe PM10 Konzentrationen sowie verschiedene Verhältnisse zwischen TSP und PM10-Anteil berücksichtigt.

Es wurden an jedem Standort mindestens 15 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (3 Standorte) liegen insgesamt 32 % der Messwerte über 50 % des Grenzwertes für das Tagesmittel von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM10. 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  $u_{\text{ref}}$  vorangestellt. Die Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten  $u_{\text{ref}}$  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 der Prüflinge wird mittels orthogonaler Regression [9] hergestellt.

Die Regression wird berechnet für:

- Jeden Standort einzeln
- Alle Standorte gemeinsam
- 1 Datensatz mit Messwerten  $\geq 50 \%$  des Grenzwertes für den Tagesmittelwert von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM10 (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  $u_{c,s}$  als eine Funktion der Feinstaubkonzentration  $x_i$  beschreibt.

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

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 [9] 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  $u_{c\_s}$  wird berechnet für:

- Jeden Standort einzeln
- Alle Standorte gemeinsam
- 1 Datensatz mit Messwerten  $\geq 50\%$  des Grenzwertes für den Tagesmittelwert von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM10

[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:

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

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

[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:

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

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.  $W_{CM} \leq W_{dqo}$  → Prüfling wird als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.
2.  $W_{CM} > W_{dqo}$  → Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.

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

## 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 und Bewertung der erweiterten Messunsicherheiten  $W_{CM}$  aus den Feldtestuntersuchungen. Tabelle 35 bis Tabelle 39 zeigen die Ergebnisse der Auswertungen der einzelnen Datensätze.

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	Köln, Parkplatz	29	0,55
1 / 2	Titz-Rödingen	37	0,65
1 / 2	Köln, Frankf. Str.	28	1,02
1 / 2	Alle Standorte	94	0,76
1 / 2	zusätzlich Köln, Frankf. Str., Prüflinge mit EU-Kopf	26	1,49

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

Tabelle 34: Zusammenstellung und Bewertung der erweiterten Messunsicherheiten  $W_{CM}$  aus den Felduntersuchungen, Rohdaten

Standort	Steigung b ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )/( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Achsabschnitt a $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$u_{c,s}$ am Grenzwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$w_{CM}$ %	$W_{CM}$ %	$W_{CM} \leq W_{dgo}$ ( $W_{dgo} = 25\%$ )
Köln, Parkplatz	0,97	2,46	2,49	4,98	9,95	ja
Titz-Rödingen	1,06	0,85	3,97	7,93	15,87	ja
Köln, Frankf. Str.	1,02	-0,70	1,90	3,79	7,58	ja
Alle Standorte	0,99	1,41	2,40	4,81	9,61	ja
Werte $\geq 50\%$ Grenzwert ( $\geq 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,99	1,45	2,31	4,62	9,23	ja
zusätzlich Köln, Frankf. Str. EU-Kopf	1,01	-0,90	0,91	1,82	3,63	ja

Tabelle 35: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, Standort Köln, Parkplatzgelände

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"			
Prüfling	BAM 1020	SN	4924 & 4925
Standort	Parkplatzgelände Köln	Grenzwert	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Status Messwerte	Rohwerte	erlaubte Unsicherheit	25 %
Ergebnisse der Regressionsrechnung			
Steigung b	<b>0,97</b>	<b>nicht signifikant</b>	
Unsicherheit von b	<b>0,03</b>		
Achsabschnitt a	<b>2,46</b>	<b>signifikant</b>	
Unsicherheit von a	<b>0,86</b>		
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung			
Abweichung am Grenzwert	<b>0,87</b>	<b><math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	
Unsicherheit $u_{c,s}$ am Grenzwert	<b>2,49</b>	<b><math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	
Kombinierte Messunsicherheit $w_{CM}$	<b>4,98</b>	<b>%</b>	
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	<b>9,95</b>	<b>%</b>	
Status Vergleichbarkeitsprüfung	<b>bestanden</b>		

Tabelle 36: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, Standort Titz-Rödingen

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM 1020	SN	4924 & 4925	
Standort	Titz-Rödingen	Grenzwert	50	µg/m <sup>3</sup>
Status Messwerte	Rohwerte	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	1,06	nicht signifikant		
Unsicherheit von b	0,03			
Achsabschnitt a	0,85	nicht signifikant		
Unsicherheit von a	0,75			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	3,62	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit u <sub>c,s</sub> am Grenzwert	3,97	µg/m <sup>3</sup>		
Kombinierte Messunsicherheit w <sub>CM</sub>	7,93	%		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	15,87	%		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	bestanden			

Tabelle 37: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, Standort Köln, Frankfurter Str.

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM 1020	SN	4924 & 4925	
Standort	Köln, Frankf. Str.	Grenzwert	50	µg/m <sup>3</sup>
Status Messwerte	Rohwerte	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	1.02	nicht signifikant		
Unsicherheit von b	0.04			
Achsabschnitt a	-0.70	nicht signifikant		
Unsicherheit von a	1.01			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	0.40	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit u <sub>c,s</sub> am Grenzwert	1.90	µg/m <sup>3</sup>		
Kombinierte Messunsicherheit w <sub>CM</sub>	3.79	%		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	7.58	%		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	bestanden			

Tabelle 38: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, alle Standorte

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM 1020	SN	4924 & 4925	
Standort	Alle Standorte	Grenzwert	50	µg/m <sup>3</sup>
Status Messwerte	Rohwerte	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	0.99	nicht signifikant		
Unsicherheit von b	0.02			
Achsabschnitt a	1.41	signifikant		
Unsicherheit von a	0.52			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	1.13	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit u <sub>c,s</sub> am Grenzwert	2.40	µg/m <sup>3</sup>		
Kombinierte Messunsicherheit w <sub>CM</sub>	4.81	%		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	9.61	%		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	bestanden			

Tabelle 39: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, alle Standorte, Werte  $\geq 50\%$  Grenzwert ( $\geq 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM 1020	SN	4924 & 4925	
Standort	Alle Standorte	Grenzwert	50	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Status Messwerte	Referenz > 50%	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	<b>0,99</b>	<b>nicht signifikant</b>		
Unsicherheit von b	<b>0,05</b>			
Achsabschnitt a	<b>1,45</b>	<b>nicht signifikant</b>		
Unsicherheit von a	<b>1,88</b>			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	<b>0,97</b>	<b><math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>		
Unsicherheit $u_{c,s}$ am Grenzwert	<b>2,31</b>	<b><math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>		
Kombinierte Messunsicherheit $w_{CM}$	<b>4,62</b>	<b>%</b>		
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	<b>9,23</b>	<b>%</b>		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	<b>bestanden</b>			

Tabelle 40: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, zusätzlich Standort Köln, Frankfurter Straße mit EU-Probenahmekopf

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM 1020 mit EU-Kopf	SN	4924 & 4925	
Standort	Köln, Frankf. Str.	Grenzwert	50	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Status Messwerte	Rohwerte	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	<b>1,01</b>	<b>nicht signifikant</b>		
Unsicherheit von b	<b>0,04</b>			
Achsabschnitt a	<b>-0,90</b>	<b>nicht signifikant</b>		
Unsicherheit von a	<b>1,10</b>			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	<b>-0,52</b>	<b><math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>		
Unsicherheit $u_{c,s}$ am Grenzwert	<b>0,91</b>	<b><math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>		
Kombinierte Messunsicherheit $w_{CM}$	<b>1,82</b>	<b>%</b>		
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	<b>3,63</b>	<b>%</b>		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	<b>bestanden</b>			

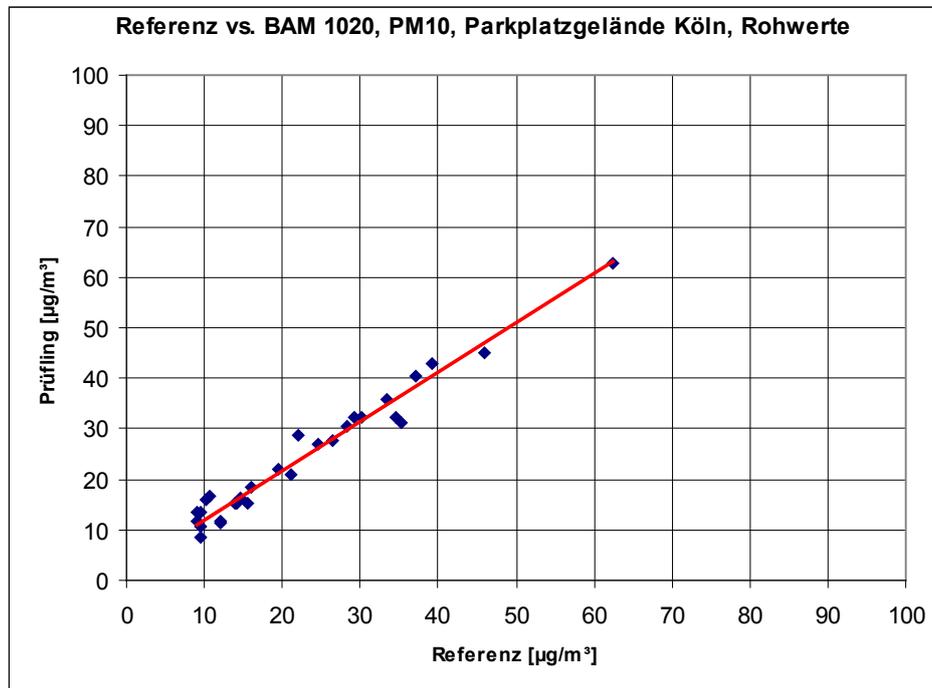


Abbildung 60: Referenz vs. Testgerät, Standort Köln, Parkplatzgelände

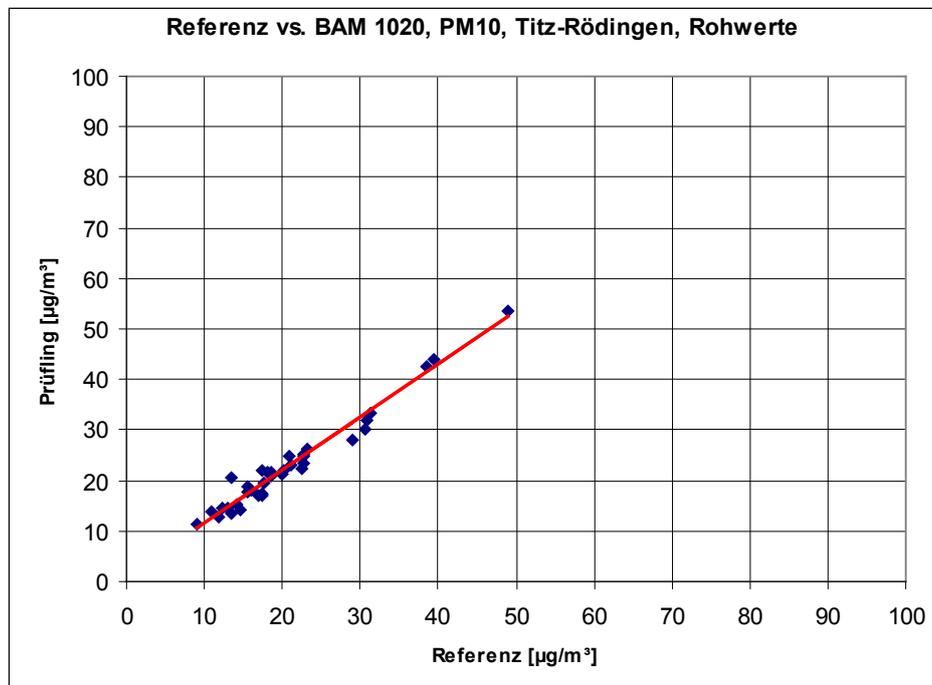


Abbildung 61: Referenz vs. Testgerät, Standort Titz-Rödingen

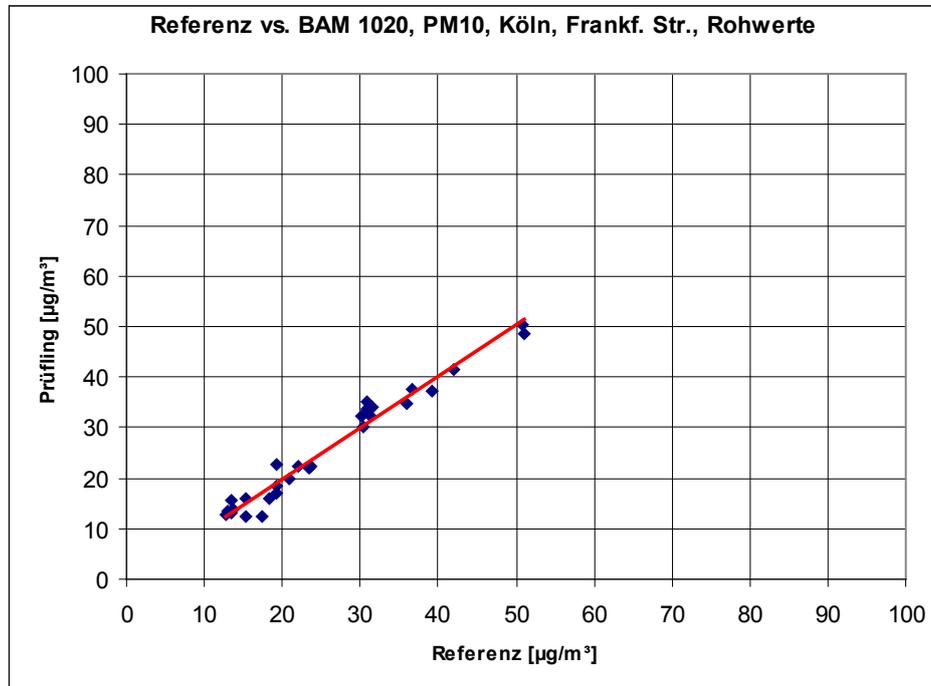


Abbildung 62: Referenz vs. Testgerät, Standort Köln, Frankfurter Straße

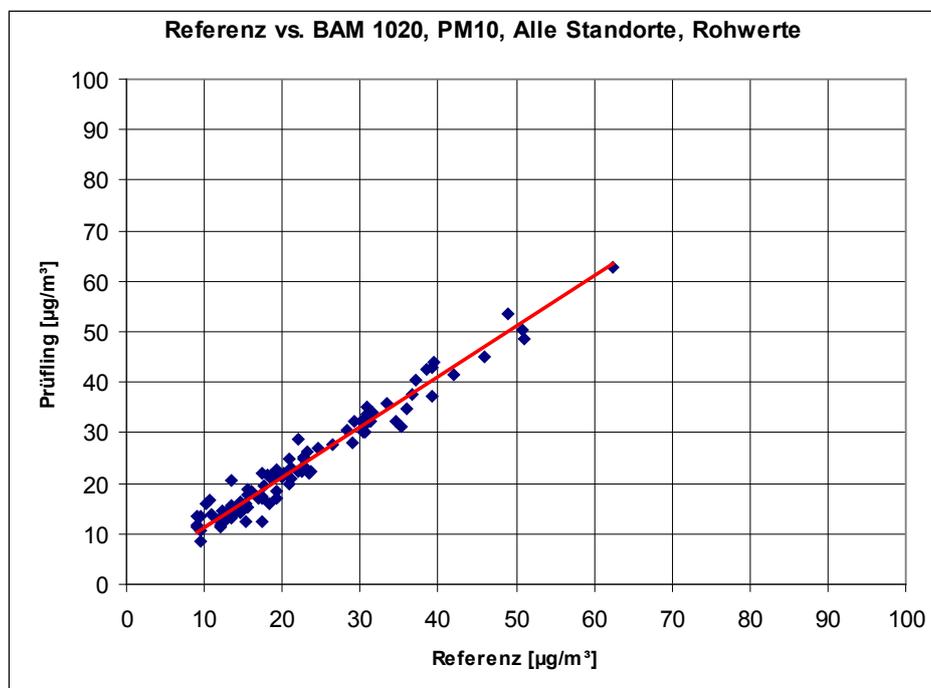


Abbildung 63: Referenz vs. Testgerät, alle Standorte

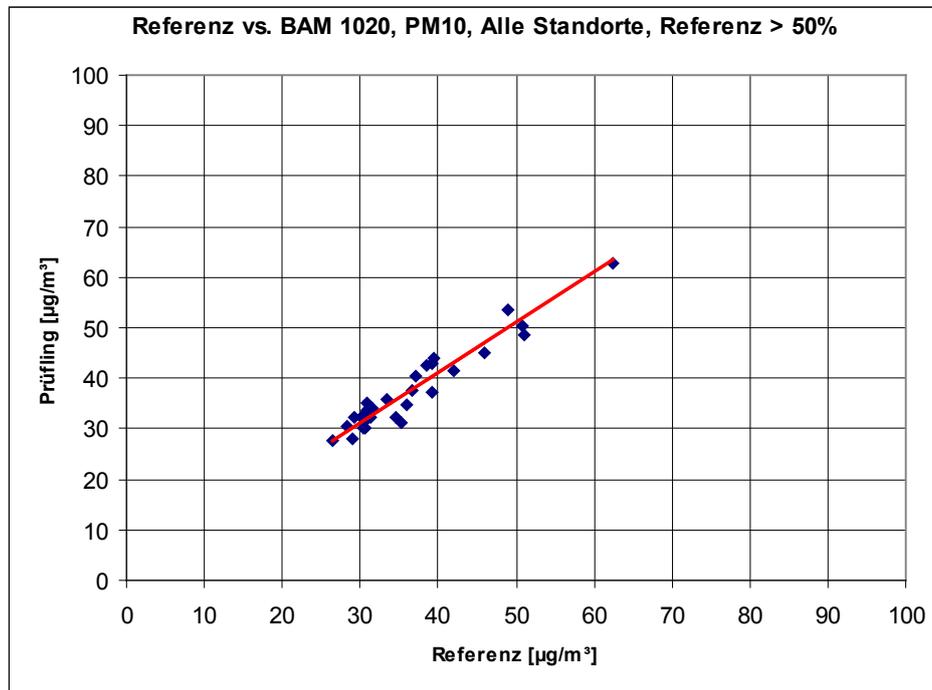


Abbildung 64: Referenz vs. Testgerät, alle Standorte, Werte  $\geq 50\%$  Grenzwert ( $\geq 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

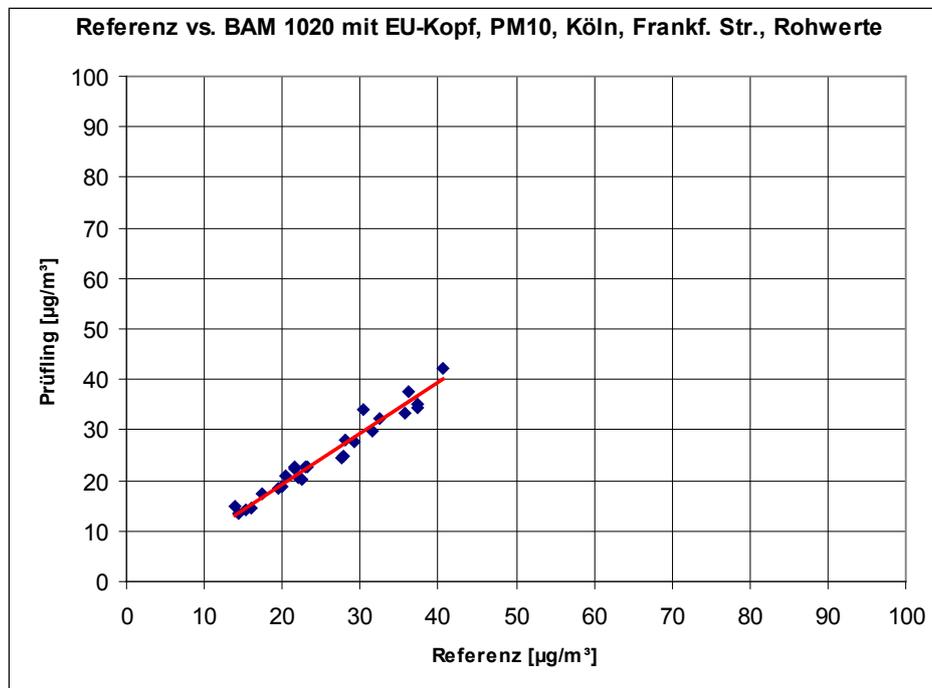


Abbildung 65: Referenz vs. Testgerät, zusätzlich Standort Köln, Frankfurter Straße mit EU-Probenahmekopf

## 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  $W_{CM} > W_{d_{qo}}$  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  $W_{CM} \leq W_{d_{qo}}$  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 [9] 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 [9] 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 [9] 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.  $W_{CM,corr} \leq W_{dqo}$  → Prüfling wird als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.
2.  $W_{CM,corr} > W_{dqo}$  → Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.

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

## 7.5 Bewertung

Die Prüflinge erfüllen während der Prüfung die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren. Eine Korrektur des gesamten Datensatzes kann zusätzlich durchgeführt werden, um mögliche Verbesserungspotentiale in der Genauigkeit der Prüflinge aufzuzeigen. Es wurde gezeigt, dass durch Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen die Genauigkeit der Prüflinge für den gesamten Datensatz von 9,61 % (Rohwerte) auf 8,81 % (Korrektur Achsabschnitt), 11,05% (Korrektur Steigung) und 9,69 % (Korrektur Achsabschnitt und Steigung) geändert werden kann und es somit keine signifikanten Unterschiede in den jeweiligen Messunsicherheiten nach Anwendung der Korrekturfaktoren/-termen gibt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 41 bis Tabelle 44 zeigen die Ergebnisse der Auswertungen des gesamten Datensatzes nach Anwendung der möglichen Korrekturfaktoren/-terme.

Tabelle 41: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, alle Standorte, Rohwerte

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM 1020	SN	4924 & 4925	
Standort	Alle Standorte	Grenzwert	50	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Status Messwerte	Rohwerte	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	<b>0.99</b>	<b>nicht signifikant</b>		
Unsicherheit von b	<b>0.02</b>			
Achsabschnitt a	<b>1.41</b>	<b>signifikant</b>		
Unsicherheit von a	<b>0.52</b>			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	<b>1.13</b>	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit $u_{c,s}$ am Grenzwert	<b>2.40</b>	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Kombinierte Messunsicherheit $w_{CM}$	<b>4.81</b>	%		
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	<b>9.61</b>	%		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	<b>bestanden</b>			

Tabelle 42: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, alle Standorte, Korrektur Achsabschnitt

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM 1020	SN	4924 & 4925	
Standort	Alle Standorte	Grenzwert	50	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Status Messwerte	Korrektur Offset	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	<b>0.99</b>	<b>nicht signifikant</b>		
Unsicherheit von b	<b>0.02</b>			
Achsabschnitt a	<b>0.00</b>	<b>nicht signifikant</b>		
Unsicherheit von a	<b>0.52</b>			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	<b>-0.29</b>	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Unsicherheit $u_{c,s}$ am Grenzwert	<b>2.20</b>	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Kombinierte Messunsicherheit $w_{CM}$	<b>4.41</b>	%		
Erweiterte Messunsicherheit $W_{CM}$	<b>8.81</b>	%		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	<b>bestanden</b>			

Tabelle 43: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, alle Standorte, Korrektur Steigung

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM 1020	SN	4924 & 4925	
Standort	Alle Standorte	Grenzwert	50	µg/m <sup>3</sup>
Status Messwerte	Korrektur Steigung	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	1.00	nicht signifikant		
Unsicherheit von b	0.02			
Achsabschnitt a	1.42	signifikant		
Unsicherheit von a	0.52			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	1.43	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit u <sub>c_s</sub> am Grenzwert	2.76	µg/m <sup>3</sup>		
Kombinierte Messunsicherheit w <sub>CM</sub>	5.53	%		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	11.05	%		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	bestanden			

Tabelle 44: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, alle Standorte, Korrektur Achsabschnitt und Steigung

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM 1020	SN	4924 & 4925	
Standort	Alle Standorte	Grenzwert	50	µg/m <sup>3</sup>
Status Messwerte	Korrektur Offset und Steigung	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	1.00	nicht signifikant		
Unsicherheit von b	0.02			
Achsabschnitt a	0.00	nicht signifikant		
Unsicherheit von a	0.52			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	0.00	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit u <sub>c_s</sub> am Grenzwert	2.42	µg/m <sup>3</sup>		
Kombinierte Messunsicherheit w <sub>CM</sub>	4.84	%		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	9.69	%		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	bestanden			

## 8 Empfehlungen zum Praxiseinsatz

### Arbeiten im Wartungsintervall

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
- Mindestens alle 4 Wochen: Reinigung/Einfetten der Impaktionsplatten
- Alle 4 Wochen: Plausibilitätskontrolle Temperatur-, Drucksensoren, ggf. Nachkalibrierung
- Alle 4 Wochen: Überprüfung der Durchflussrate

Im Übrigen sind die Anweisungen des Herstellers zu beachten.

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

### Funktionsprüfung und Kalibrierung

Zur Durchführung der Funktionsprüfung bzw. vor der Kalibrierung wird folgendes Vorgehen vorgeschlagen:

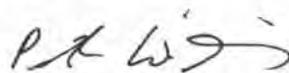
- Sichtprüfung des Gerätes und des Probenahmesystems
- Mindestens einmal pro Jahr: Kontrolle der Kohleschieber der Pumpe, anschließend Überprüfen des Durchflusses und ggf. Nachkalibrierung
- Mindestens einmal pro Jahr: Jährliche Grundwartung, inkl. Kontrolle und ggf. Austausch der Kohleschieber der Pumpe (nur Drehschieber), Reinigung Probenahmerohr
- Überprüfen der Datenübertragung (Analog- und Statussignale) zum Auswertungssystem.

Weitere Einzelheiten zur Funktionsprüfung und Kalibrierung können der Bedienungsanleitung entnommen werden.

Immissionsschutz/Luftreinhaltung



Karsten Pletscher



Dr. Peter Wilbring

Köln, 06.12.2006  
936/21205333/A

## **9 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 12341, „Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM 10-Fraktion von Schwebstaub; Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“, Deutsche Fassung EN 12341: 1998
- [4] VDI-Richtlinie 2463, Blatt 7, „Messen von Partikeln, Messen der Massenkonzentration (Immission), Filterverfahren, Kleinfiltergerät GS 050, 1982
- [5] Bedienungshandbuch BAM-1020
- [6] Bedienungshandbuch SEQ47/50, Stand 2004
- [7] Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22.04.1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft
- [8] Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Immissionen  
Richtlinien für die Bauausführung und Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Immissionen. RdSchr. d. BMI v. 19.8.1981 – U II 8 – 556 134/4
- [9] Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“, Englische Fassung vom November 2005

## **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 Handbücher**

**Anlage 1**

**Nachweisgrenze**

**Blatt 1 von 1**

Hersteller		Met One Instruments	
Messbereich	0 bis 1000	µg/m³	
Gerätetyp	BAM 1020		Temperatur Klimakammer 20 °C
Serien-Nr.	SN 4924 & SN 4925		rel. Luftfeuchte Klimakammer 60%
			Nullpunkt interne Leermessung auf Filterband

Nr.	Datum	24-h-Messwerte [µg/m³]	
		SN 4924	SN 4925
1	21.04.2006	0,42	0,80
2	22.04.2006	-0,10	1,61
3	23.04.2006	1,11	1,68
4	24.04.2006	0,42	1,35
5	25.04.2006	0,16	0,07
6	26.04.2006	-0,42	0,69
7	27.04.2006	0,25	0,95
8	28.04.2006	0,96	-0,05
9	29.04.2006	1,28	1,19
10	30.04.2006	1,44	0,06
11	01.05.2006	0,88	1,01
12	02.05.2006	0,37	1,03
13	03.05.2006	0,90	0,78
14	04.05.2006	0,76	1,05
15	05.05.2006	-0,30	0,56
16	06.05.2006	1,01	1,20
17	07.05.2006	-0,09	0,96
18	08.05.2006	0,64	0,76
	Anzahl Werte	18	18
	Mittelwert	0,54	0,87
	Standardabweichung s <sub>x0</sub>	0,55	0,49
	Nachweisgrenze X	<b>1,69</b>	<b>1,90</b>

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

Anlage 2

Umgebungstemperaturabhängigkeit am Nullpunkt/Referenzpunkt

Blatt 1 von 1

Hersteller		Met One Instruments		Standards		NP	interne Leermessung auf Filterband eingebaute Referenzfolie		
Messbereich		0 bis 1000 µg/m³		RP					
Gerätetyp		BAM 1020							
Serien-Nr.		SN 4924 & SN 4925							
		Durchgang 1		Durchgang 2		Durchgang 3			
SN 4924	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	0,0	-	0,5	-	0,2	-	
	2	5	1,5	1,4	-0,7	-1,2	-0,1	-0,3	
	3	20	0,8	0,8	0,2	-0,3	1,4	1,1	
	4	40	0,8	0,8	0,8	0,3	1,2	0,9	
	5	20	0,8	0,8	0,1	-0,4	0,6	0,4	
SN 4925	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	1,2	-	1,1	-	0,2	-	
	2	5	0,8	-0,4	1,6	0,5	1,1	0,9	
	3	20	0,7	-0,5	0,8	-0,3	1,2	1,0	
	4	40	0,8	-0,4	0,6	-0,5	0,9	0,7	
	5	20	0,4	-0,8	1,6	0,5	1,2	1,0	
SN 4924	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	
RP	1	20	823,6	-	824,9	-	826,9	-	
	2	5	825,9	0,3	825,5	0,1	825,9	-0,1	
	3	20	825,0	0,2	825,7	0,1	826,3	-0,1	
	4	40	825,8	0,3	825,0	0,0	825,5	-0,2	
	5	20	825,4	0,2	824,9	0,0	824,6	-0,3	
SN 4925	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	
RP	1	20	814,8	-	814,9	-	813,5	-	
	2	5	817,5	0,3	815,7	0,1	815,8	0,3	
	3	20	815,1	0,0	815,0	0,0	813,5	0,0	
	4	40	813,7	-0,1	813,8	-0,1	813,6	0,0	
	5	20	814,6	0,0	815,0	0,0	814,9	0,2	

Anlage 3

Netzspannungsabhängigkeit am Nullpunkt/Referenzpunkt

Seite 1 von 1

Hersteller		Met One Instruments		Standards		NP	interne Leermessung auf Filterband		
Messbereich		0 bis 1000 µg/m³		RP		eingebaute Referenzfolie			
Gerätetyp		BAM 1020							
Serien-Nr.		SN 4924 & SN 4925							
		Durchgang 1		Durchgang 2		Durchgang 3			
SN 4924	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	
NP	1	230	-0,2	-	0,0	-	2,1	-	
	2	190	0,2	0,5	-0,1	-0,1	2,6	0,5	
	3	230	0,0	0,3	-0,6	-0,6	-2,4	-4,5	
	4	245	1,3	1,6	-0,8	-0,9	-0,8	-2,9	
	5	230	1,8	2,0	1,1	1,1	0,2	-1,9	
SN 4925	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	
NP	1	230	0,8	-	0,7	-	1,4	-	
	2	190	1,1	0,3	-0,1	-0,8	1,6	0,2	
	3	230	0,5	-0,2	0,4	-0,3	0,9	-0,5	
	4	245	0,4	-0,3	-0,2	-0,9	1,4	0,0	
	5	230	3,3	2,6	0,2	-0,5	1,3	-0,1	
SN 4924	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	
RP	1	230	822,0	-	823,7	-	823,4	-	
	2	190	822,6	0,1	824,7	0,1	824,6	0,1	
	3	230	824,2	0,3	823,6	0,0	825,5	0,3	
	4	245	823,3	0,2	824,7	0,1	821,9	-0,2	
	5	230	824,7	0,3	822,7	-0,1	823,9	0,1	
SN 4925	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	
RP	1	230	812,4	-	812,2	-	810,8	-	
	2	190	811,5	-0,1	811,9	0,0	812,8	0,2	
	3	230	812,6	0,0	811,0	-0,1	809,5	-0,2	
	4	245	811,1	-0,2	810,7	-0,2	811,0	0,0	
	5	230	811,1	-0,2	812,4	0,0	811,1	0,0	

Anlage 4 Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen

Hersteller		Met One Instruments						Messobjekt	Schwebstaub PM 10, Außenluft	
Messbereich		0 bis 1000 µg/m³						Standort	Köln, Parkplatzgelände	
Gerätetyp		BAM 1020						Messwerte in µg/m³ i.N.		
Serien-Nr.		SN 4924 & SN 4925								
Nr.	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]	TSP [µg/m³]	PM10/TSP [%]	SN 4924 [µg/m³]	SN 4925 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
1	11.02.2006	35,2	35,6	48,5	73,0	29,7	32,8	Durchflussüberprüfung	Köln, Parkplatzgelände	
2	12.02.2006					25,7	26,0			
3	13.02.2006	33,8	35,2	49,9	69,1	31,2	33,7			
4	14.02.2006									
5	15.02.2006	13,1	12,3	48,9	26,0	11,4	13,3			
6	16.02.2006	10,4	10,0			10,7	12,2			
7	17.02.2006	10,1	9,7	32,1	30,8	8,3	8,7			
8	18.02.2006					14,6	13,8			
9	19.02.2006					10,8	12,0			
10	20.02.2006	9,6	10,2	20,0	49,5	12,7	15,1			
11	21.02.2006	14,2	14,0	30,5	46,2	14,4	16,5			
12	22.02.2006	16,0	16,2	28,3	56,9	17,7	18,9			
13	23.02.2006					20,5	20,3			
14	24.02.2006					29,7	31,4			
15	25.02.2006	28,1	29,1	39,2	73,0	29,2	31,8			
16	26.02.2006					30,8	31,9			
17	27.02.2006					32,4	34,4			
18	28.02.2006					12,0	14,3			
19	01.03.2006	15,8	15,9	19,2	82,6	15,8	15,1			
20	02.03.2006	19,9	20,5	31,2	64,7	22,5	22,2			
21	03.03.2006	47,1	47,0	63,1	74,6	44,8	47,3			
22	04.03.2006					46,9	48,7			
23	05.03.2006					21,4	23,5			
24	06.03.2006	21,4	21,3			19,9	22,3			
25	07.03.2006	26,5	27,1	29,3	91,5	27,1	29,0			
26	08.03.2006	15,2	14,2	42,6	34,5	14,8	16,8			
27	09.03.2006	15,6	15,3	22,0	70,2	17,5	17,0			
28	10.03.2006	12,6	12,4	17,9	69,8	11,5	12,0			
29	11.03.2006					25,6	27,5			
30	12.03.2006					29,0	30,8			

Anlage 4

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen

Blatt 2 von 10

Hersteller		Met One Instruments						Messobjekt	Schwebstaub PM 10, Außenluft	
Messbereich		0 bis 1000 µg/m³						Standort	Köln, Parkplatzgelände / Titz-Rödingen	
Gerätetyp		BAM 1020						Messwerte in µg/m³ i.N.		
Serien-Nr.		SN 4924 & SN 4925								
Nr.	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]	TSP [µg/m³]	PM10/TSP [%]	SN 4924 [µg/m³]	SN 4925 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
31	13.03.2006	24,4	24,2	36,2	67,1	25,2	27,6		Köln, Parkplatzgelände	
32	14.03.2006	30,3	30,3	92,7	32,7	31,4	33,2			
33	15.03.2006	33,7	34,1	49,0	69,2	35,5	37,0			
34	16.03.2006	39,6	39,3	44,5	88,7	42,2	43,6			
35	17.03.2006					39,6	41,0			
36	18.03.2006	37,2	37,5			40,7	40,8			
37	19.03.2006					59,8	63,0			
38	20.03.2006	64,0	64,0			62,0	66,0			
39	21.03.2006					32,5	33,6			
40	22.03.2006	29,9	30,0			31,4	34,0			
41	23.03.2006	22,0	23,5			29,6	29,6			
42	24.03.2006					35,2	37,8			
43	25.03.2006	8,7	10,4			12,2	12,9			
44	26.03.2006					11,8	12,3			
45	27.03.2006					14,2	15,5			
46	28.03.2006	9,4	9,8			14,0	14,5			
47	29.03.2006	10,8	11,9			16,8	18,0			
48	30.03.2006					10,4	11,3			
49	31.03.2006	10,2	11,5	15,3	70,9	16,1	17,2			
50	01.04.2006					12,0	13,1			
51	02.04.2006					10,4	11,0			
52	03.04.2006					20,8	23,4			
53	04.04.2006					25,2	27,2			
54	26.07.2006	54,3	53,8	85,6	63,1	58,5	60,1	Stromausfall Stromausfall	Titz-Rödingen	
55	27.07.2006	42,7	43,6	67,9	63,5	47,6	48,7			
56	28.07.2006									
57	29.07.2006									
58	30.07.2006	19,3	20,9	26,1	77,0	21,9	23,6			
59	31.07.2006	19,0	20,3	25,1	78,4	23,1	23,6			
60	01.08.2006	17,2	17,3	22,8	75,6	18,1	21,2			

Anlage 4

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen

Blatt 3 von 10

Hersteller		Met One Instruments						Messobjekt	Schwebstaub PM 10, Außenluft	
Messbereich		0 bis 1000 µg/m³						Standort	Titz-Rödingen	
Gerätetyp		BAM 1020						Messwerte in µg/m³ i.N.		
Serien-Nr.		SN 4924 & SN 4925								
Nr.	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]	TSP [µg/m³]	PM10/TSP [%]	SN 4924 [µg/m³]	SN 4925 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
61	02.08.2006	18,7	19,2	22,2	85,3	20,1	21,7		Titz-Rödingen	
62	03.08.2006	17,7	18,9			17,3	19,0			
63	04.08.2006	24,2	24,9	27,1	90,5	26,7	26,9			
64	05.08.2006	21,7	23,1			26,1	27,1			
65	06.08.2006	20,0	20,1	23,0	87,2	22,5	24,0			
66	07.08.2006	23,6	24,7	28,0	86,3	23,2	25,0			
67	08.08.2006	15,5	15,7	17,9	87,2	14,6	15,7			
68	09.08.2006	31,7	29,8	36,0	85,4	29,5	30,3			
69	10.08.2006	23,9	24,4	26,0	92,8	24,5	25,2			
70	11.08.2006	19,1	17,6			17,9	18,5			
71	12.08.2006	21,8	20,9			21,9	23,3			
72	13.08.2006	14,8	13,9	16,9	85,1	14,4	14,1			
73	14.08.2006	14,9	13,9	24,4	59,0	21,9	22,5			
74	15.08.2006	32,9	32,6	34,1	96,2	32,1	32,7			
75	16.08.2006	23,8	25,7	30,9	80,0	26,7	27,3			
76	17.08.2006	18,4	19,5	23,1	82,0	18,5	19,3			
77	18.08.2006	13,1	12,5	16,6	77,2	14,2	13,8			
78	19.08.2006	12,4	14,2			14,9	16,6			
79	20.08.2006	10,9	12,4			14,3	15,3			
80	21.08.2006	16,3	16,6	18,9	87,1	19,7	20,0			
81	22.08.2006	20,7	21,7	23,3	91,0	22,3	23,0			
82	23.08.2006	41,0	41,9	55,4	74,8	45,7	45,9			
83	24.08.2006	16,1	17,3	21,9	76,3	18,4	19,7			
84	25.08.2006	34,2	33,3	56,8	59,5	35,0	36,6			
85	26.08.2006	33,3	32,8			34,6	33,7			
86	27.08.2006	22,8	22,5	26,7	84,7	24,4	25,1			
87	28.08.2006	13,6	14,0	16,4	84,3	15,3	15,6			
88	29.08.2006	14,5	15,4			16,7	15,4			
89	30.08.2006							Stromzähler installiert		
90	31.08.2006	17,7	19,4			23,7	23,4			

**Anlage 4**

**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen**

**Blatt 4 von 10**

Hersteller		Met One Instruments						Messobjekt	Schwebstaub PM 10, Außenluft	
Messbereich		0 bis 1000 µg/m³						Standort	Titz-Rödingen / Köln, Frankf. Str.	
Gerätetyp		BAM 1020						Messwerte in µg/m³ i.N.		
Serien-Nr.		SN 4924 & SN 4925								
Nr.	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]	TSP [µg/m³]	PM10/TSP [%]	SN 4924 [µg/m³]	SN 4925 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
91	01.09.2006	25,1	25,0	43,9	57,1	28,2	28,2		Titz-Rödingen	
92	02.09.2006	22,1	21,7			22,2	25,5			
93	03.09.2006	10,1	9,7	23,5	42,1	11,1	13,7			
94	29.09.2006	35,4	32,8	42,4	80,4	36,0	37,3		Köln, Frankf. Str.	
95	30.09.2006	20,2	21,2			17,7	19,1			
96	01.10.2006	16,3	16,6	17,2	95,8	12,4	14,0			
97	02.10.2006	19,2	18,3	21,0	89,2	12,9	14,1			
98	03.10.2006	20,0	19,3			16,4	18,0			
99	04.10.2006	24,7	25,0	29,1	85,3	22,6	24,5			
100	05.10.2006	14,9	13,4	17,4	81,1	16,0	16,6			
101	06.10.2006	15,0	13,7	17,4	82,6	14,0	13,8			
102	07.10.2006	21,5	22,3			20,1	21,0			
103	08.10.2006	24,7	24,0			22,8	23,0			
104	09.10.2006	32,0	32,2	39,6	81,0	32,4	31,3			
105	10.10.2006	38,1	37,9			36,7	36,9			
106	11.10.2006	42,2	41,6			38,8	40,3			
107	12.10.2006	54,0	53,4			52,4	54,4			
108	13.10.2006	43,8	43,9			42,1	44,4			
109	14.10.2006	53,7	51,6	52,9	99,5	49,3	50,8			
110	15.10.2006	38,9	37,0			38,8	38,9			
111	16.10.2006	32,2	30,4	38,1	82,1	33,2	34,1			
112	17.10.2006	33,3	31,7	40,1	81,0	35,4	35,6			
113	18.10.2006	33,9	32,2	51,2	64,5	37,5	38,2			
114	19.10.2006	24,3	23,2	31,6	75,3	23,4	24,9			
115	20.10.2006	15,3	14,1	18,8	78,1	14,3	15,7			
116	21.10.2006	14,6	12,7	18,5	73,7	12,8	14,8			
117	22.10.2006	14,3	13,9			12,5	16,4			
118	23.10.2006	16,7	16,8	18,6	89,9	16,7	18,1			
119	24.10.2006	20,6	20,5	26,4	77,9	19,1	19,7			
120	25.10.2006	21,0	19,9	30,9	66,1	23,9	23,9			

Anlage 4

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen

Blatt 5 von 10

Hersteller		Met One Instruments						Messobjekt	Schwebstaub PM 10, Außenluft	
Messbereich		0 bis 1000 µg/m³						Standort	Köln, Frankf. Str.	
Gerätetyp		BAM 1020						Messwerte in µg/m³ i.N.		
Serien-Nr.		SN 4924 & SN 4925								
Nr.	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]	TSP [µg/m³]	PM10/TSP [%]	SN 4924 [µg/m³]	SN 4925 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
121	26.10.2006	31,0	31,4	41,5	75,2	33,5	36,4		Köln, Frankf. Str.	
122	27.10.2006	29,8	28,6	41,5	70,3	27,6	29,4	Wechsel auf EU-Kopf	Köln, Frankf. Str.	
123	28.10.2006	23,6	22,4	26,9	85,5	24,0	23,9			
124	29.10.2006	23,9	22,4			23,5	23,8			
125	30.10.2006	36,3	35,3	50,8	70,4	34,7	34,8			
126	31.10.2006	22,1	22,2	33,1	66,9	20,9	22,2			
127	01.11.2006	22,3	21,0	34,6	62,6	22,5	23,3			
128	02.11.2006	28,7	27,3	32,8	85,4	28,2	28,1			
129	03.11.2006	37,4	37,2	43,9	85,0	35,6	35,6			
130	04.11.2006	32,3	32,7			34,0	31,7			
131	05.11.2006	29,9	31,0	43,2	70,5	35,7	34,0			
132	06.11.2006	39,9	41,6	56,4	72,2	43,8	42,7			
133	07.11.2006	35,6	36,9			40,0	37,3			
134	08.11.2006	31,3	32,0	38,6	82,0	30,7	30,9			
135	09.11.2006	27,5	27,8	35,6	77,7	25,3	24,5			
136	10.11.2006	38,0	36,6	50,4	74,1	35,1	34,6			
137	11.11.2006	17,9	16,7	20,6	84,0	18,2	17,7			
138	12.11.2006	19,3	19,8	22,1	88,6	19,6	18,6			
139	13.11.2006	14,3	14,7	16,8	86,1	14,3	14,3			
140	14.11.2006	16,3	15,6	19,6	81,4	14,4	16,0			
141	15.11.2006	28,1	27,8	39,3	71,0	26,1	26,3			
142	16.11.2006	21,9	23,3			21,2	22,2			
143	17.11.2006	15,2	15,4	22,9	66,7	15,2	14,7			
144	18.11.2006	21,7	21,6	30,9	70,1	22,9	23,0			
145	19.11.2006	19,9	21,1	22,0	93,2	21,1	21,3			
146	20.11.2006	13,7	13,9	19,7	70,2	15,8	15,4			
147	21.11.2006	19,5	20,5	24,9	80,3	18,5	20,5			

**Anlage 4 Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen Blatt 6 von 10**

Hersteller		Met One Instruments				Messobjekt	Schwebstaub PM 10, Außenluft
Messbereich	0 bis 1000 µg/m³					Standort	Köln, Parkplatzgelände
Gerätetyp	BAM 1020					Messwerte in µg/m³ i.B.	
Serien-Nr.	SN 4924 & SN 4925					zur Auswertung gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods"	
Nr.	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]	SN 4924 [µg/m³]	SN 4925 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
1	11.02.2006	35,2	35,5	29,8	32,9	Durchflussüberprüfung	Köln, Parkplatzgelände
2	12.02.2006			25,7	26,0		
3	13.02.2006	33,4	35,7	30,9	33,3		
4	14.02.2006						
5	15.02.2006	12,5	11,7	10,9	12,7		
6	16.02.2006	9,8	9,4	10,1	11,5		
7	17.02.2006	9,6	9,2	8,2	8,7		
8	18.02.2006			14,0	13,3		
9	19.02.2006			10,4	11,5		
10	20.02.2006	9,2	10,0	12,4	14,7		
11	21.02.2006	14,0	13,8	14,1	16,1		
12	22.02.2006	16,0	16,1	17,7	18,9		
13	23.02.2006			20,5	20,3		
14	24.02.2006			29,5	31,1		
15	25.02.2006	27,9	28,8	29,1	31,6		
16	26.02.2006			31,1	32,2		
17	27.02.2006			32,1	34,1		
18	28.02.2006			11,8	14,0		
19	01.03.2006	15,5	15,7	15,6	14,9		
20	02.03.2006	19,1	20,0	22,1	21,8		
21	03.03.2006	45,8	45,9	43,9	46,3		
22	04.03.2006			46,1	47,8		
23	05.03.2006			21,0	23,1		
24	06.03.2006	21,1	21,0	19,8	22,0		
25	07.03.2006	26,2	26,6	26,8	28,7		
26	08.03.2006	14,6	13,6	14,3	16,3		
27	09.03.2006	14,8	14,6	16,8	16,2		
28	10.03.2006	12,1	12,0	11,1	11,6		
29	11.03.2006			25,8	27,5		
30	12.03.2006			29,9	31,7		

**Anlage 4**

**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 7 von 10**

Hersteller		Met One Instruments				Messobjekt	Schwebstaub PM 10, Außenluft	
Messbereich	0 bis 1000 µg/m³				Standort	Köln, Parkplatzgelände / Titz-Rödingen		
Gerätetyp	BAM 1020				Messwerte in µg/m³ i.B.			
Serien-Nr.	SN 4924 & SN 4925				zur Auswertung gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods"			
Nr.	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]	SN 4924 [µg/m³]	SN 4925 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
31	13.03.2006	24,7	24,5	25,7	28,0		Köln, Parkplatzgelände	
32	14.03.2006	30,2	30,1	31,4	33,2			
33	15.03.2006	33,3	33,6	35,2	36,7			
34	16.03.2006	39,2	39,1	42,1	43,5			
35	17.03.2006			39,5	40,8			
36	18.03.2006	37,0	37,2	40,3	40,4			
37	19.03.2006			58,8	61,9			
38	20.03.2006	62,5	62,5	60,9	64,8			
39	21.03.2006			31,8	32,9			
40	22.03.2006	29,3	29,4	31,1	33,6			
41	23.03.2006	21,3	22,7	28,8	28,7			
42	24.03.2006			33,6	36,1			
43	25.03.2006	8,1	9,8	11,5	12,2			
44	26.03.2006			11,1	11,5			
45	27.03.2006			13,4	14,7			
46	28.03.2006	8,9	9,3	13,4	13,8			
47	29.03.2006	10,3	11,2	16,1	17,3			
48	30.03.2006			9,8	10,6			
49	31.03.2006	9,6	10,9	15,3	16,3			
50	01.04.2006			11,5	12,5			
51	02.04.2006			10,0	10,5			
52	03.04.2006			20,3	22,8			
53	04.04.2006			24,7	26,7			
54	26.07.2006	49,1	48,6	52,8	54,2	Stromausfall Stromausfall		Titz-Rödingen
55	27.07.2006	39,0	39,7	43,4	44,4			
56	28.07.2006							
57	29.07.2006							
58	30.07.2006	17,8	19,2	20,0	21,6			
59	31.07.2006	17,6	18,7	21,3	21,8			
60	01.08.2006	15,9	16,0	16,8	19,6			

Anlage 4 Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen Blatt 8 von 10

Nr.	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]	SN 4924 [µg/m³]	SN 4925 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
Hersteller		Met One Instruments		Messobjekt		Schwebstaub PM 10, Außenluft	
Messbereich		0 bis 1000 µg/m³		Standort		Titz-Rödingen	
Gerätetyp		BAM 1020				Messwerte in µg/m³ i.B.	
Serien-Nr.		SN 4924 & SN 4925				zur Auswertung gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods"	
61	02.08.2006	17,4	17,8	18,7	20,2		Titz-Rödingen
62	03.08.2006	16,5	17,6	16,2	17,8		
63	04.08.2006	22,5	23,0	24,8	25,0		
64	05.08.2006	20,1	21,4	24,3	25,2		
65	06.08.2006	18,7	18,7	21,0	22,4		
66	07.08.2006	22,0	22,9	21,6	23,3		
67	08.08.2006	14,6	14,8	13,7	14,8		
68	09.08.2006	29,8	28,0	27,7	28,5		
69	10.08.2006	22,6	22,9	23,0	23,7		
70	11.08.2006	18,0	16,6	16,9	17,5		
71	12.08.2006	20,4	19,5	20,5	21,8		
72	13.08.2006	13,8	12,9	13,5	13,2		
73	14.08.2006	13,8	12,9	20,4	20,9		
74	15.08.2006	30,7	30,3	29,9	30,5		
75	16.08.2006	22,0	23,6	24,8	25,3		
76	17.08.2006	16,9	17,8	16,9	17,7		
77	18.08.2006	12,1	11,6	13,1	12,7		
78	19.08.2006	11,5	13,2	13,8	15,4		
79	20.08.2006	10,3	11,6	13,5	14,4		
80	21.08.2006	15,4	15,5	18,5	18,8		
81	22.08.2006	19,5	20,4	21,0	21,7		
82	23.08.2006	38,2	38,9	42,6	42,8		
83	24.08.2006	15,0	16,1	17,1	18,4		
84	25.08.2006	31,9	31,0	32,5	34,0		
85	26.08.2006	31,1	30,6	32,3	31,5		
86	27.08.2006	21,3	21,0	22,8	23,5		
87	28.08.2006	12,8	13,2	14,4	14,6		
88	29.08.2006	13,7	14,5	15,7	14,5		
89	30.08.2006					Stromzähler installiert	
90	31.08.2006	16,7	18,2	22,3	22,0		

**Anlage 4                      Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen                      Blatt 9 von 10**

Hersteller		Met One Instruments				Messobjekt	Schwebstaub PM 10, Außenluft
Messbereich	0 bis 1000 µg/m³				Standort	Titz-Rödingen / Köln, Frankf. Str.	
Gerätetyp	BAM 1020				Messwerte in µg/m³ i.B.		
Serien-Nr.	SN 4924 & SN 4925				zur Auswertung gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods"		
Nr.	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]	SN 4924 [µg/m³]	SN 4925 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
91	01.09.2006	23,3	23,1	26,1	26,1		Titz-Rödingen
92	02.09.2006	20,4	20,0	20,5	23,5		
93	03.09.2006	9,3	8,9	10,3	12,6		
94	29.09.2006	32,9	30,4	33,5	34,6		Köln, Frankf. Str.
95	30.09.2006	18,8	19,7	16,5	17,8		
96	01.10.2006	15,2	15,4	11,5	13,0		
97	02.10.2006	17,9	17,0	12,0	13,1		
98	03.10.2006	18,8	18,1	15,4	16,9		
99	04.10.2006	23,5	23,7	21,5	23,3		
100	05.10.2006	14,1	12,6	15,2	15,7		
101	06.10.2006	14,1	12,8	13,1	13,0		
102	07.10.2006	20,6	21,3	19,3	20,1		
103	08.10.2006	23,7	23,0	21,8	22,0		
104	09.10.2006	30,4	30,4	30,8	29,7		
105	10.10.2006	36,2	35,9	34,8	35,0		
106	11.10.2006	39,7	38,9	36,5	37,9		
107	12.10.2006	51,1	50,4	49,5	51,3		
108	13.10.2006	42,0	42,0	40,3	42,5		
109	14.10.2006	52,1	50,0	47,8	49,3		
110	15.10.2006	37,7	35,7	37,5	37,6		
111	16.10.2006	31,0	29,2	32,0	32,8		
112	17.10.2006	31,8	30,1	33,8	33,9		
113	18.10.2006	31,8	30,1	34,8	35,4		
114	19.10.2006	22,7	21,6	21,8	23,2		
115	20.10.2006	14,2	13,1	13,3	14,5		
116	21.10.2006	13,6	11,8	12,0	13,8		
117	22.10.2006	13,2	12,9	11,6	15,2		
118	23.10.2006	15,4	15,4	15,4	16,7		
119	24.10.2006	19,4	19,2	18,1	18,6		
120	25.10.2006	19,8	18,7	22,5	22,5		



**Anlage 4                      Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen                      Blatt 10 von 10**

Hersteller		Met One Instruments				Messobjekt	Schwebstaub PM 10, Außenluft	
Messbereich	0 bis 1000 µg/m³					Standort	Köln, Frankf. Str.	
Gerätetyp	BAM 1020					Messwerte in µg/m³ i.B.		
Serien-Nr.	SN 4924 & SN 4925					zur Auswertung gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods"		
Nr.	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]	SN 4924 [µg/m³]	SN 4925 [µg/m³]	Bemerkung	Standort	
121	26.10.2006	33,4	29,0	31,1	33,7		Köln, Frankf. Str.	
122	27.10.2006	31,1	27,2	27,5	28,1	Wechsel auf EU-Kopf	Köln, Frankf. Str.	
123	28.10.2006	24,8	21,2	22,8	22,7			
124	29.10.2006	25,0	21,4	22,5	22,8			
125	30.10.2006	37,8	33,7	33,3	33,3			
126	31.10.2006	23,2	21,0	19,8	21,0			
127	01.11.2006	22,6	20,7	22,2	23,0			
128	02.11.2006	28,9	27,0	28,0	27,8			
129	03.11.2006	37,8	36,6	35,1	35,1			
130	04.11.2006	33,0	31,9	33,3	31,0			
131	05.11.2006	30,7	30,1	34,8	33,0			
132	06.11.2006	40,9	40,4	42,7	41,6			
133	07.11.2006	36,4	35,9	39,0	36,3			
134	08.11.2006	32,5	30,8	29,6	29,8			
135	09.11.2006	27,9	27,3	25,0	24,2			
136	10.11.2006	38,5	36,0	34,6	34,2			
137	11.11.2006	18,5	16,1	17,5	17,1			
138	12.11.2006	19,9	19,2	19,0	18,0			
139	13.11.2006	15,0	13,9	13,6	13,6			
140	14.11.2006	17,1	14,8	13,6	15,2			
141	15.11.2006	29,6	26,2	24,7	24,9			
142	16.11.2006	23,4	21,7	19,8	20,7			
143	17.11.2006	15,9	14,6	14,5	14,0			
144	18.11.2006	22,3	21,0	22,3	22,4			
145	19.11.2006	20,3	20,6	20,7	20,8			
146	20.11.2006	14,3	13,4	15,2	14,9			
147	21.11.2006	20,4	19,5	17,7	19,6			

Anlage 5

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 1 von 5

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur	Luftdruck	Rel. Luftfeuchte	Windgeschwindigkeit	Windrichtung	Niederschlagsmenge
			[°C]	[hPa]	[%]	[m/s]	[°]	[mm]
1	11.02.2006	Köln, Parkplatzgelände	1,9	1020	82,9	0,0	187,4	0,7
2	12.02.2006		2,5	1016	65,3	0,7	193	0,0
3	13.02.2006		4,1	1012	61,0	1,0	186	0,0
4	14.02.2006		5,4	1006	79,7	1,4	179	1,5
5	15.02.2006		7,1	987	84,8	1,4	198	13,3
6	16.02.2006		7,2	982	75,8	0,9	211	2,2
7	17.02.2006		6,6	985	66,7	1,1	205	1,1
8	18.02.2006		5,4	989	80,2	0,2	199	8,5
9	19.02.2006		6,9	993	69,2	0,8	159	2,2
10	20.02.2006		3,2	1000	82,6	1,0	112	6,7
11	21.02.2006		4,0	1009	72,2	1,0	112	1,5
12	22.02.2006		1,8	1016	60,9	1,4	111	0,0
13	23.02.2006		0,5	1012	50,9	1,1	116	0,0
14	24.02.2006		2,6	1009	49,7	1,9	112	0,0
15	25.02.2006		1,0	1008	50,8	1,3	112	0,0
16	26.02.2006		-1,9	1011	72,8	0,5	105	0,0
17	27.02.2006		1,2	1003	89,1	0,2	185	3,7
18	28.02.2006		1,2	992	88,9	1,7	234	4,8
19	01.03.2006		-0,7	994	71,4	1,2	194	1,9
20	02.03.2006		0,7	994	60,2	0,3	158	0,4
21	03.03.2006		0,3	989	80,6	0,5	196	1,1
22	04.03.2006		0,2	992	69,4	0,0	198	0,4
23	05.03.2006		2,6	1000	65,8	1,6	217	1,1
24	06.03.2006		2,4	1008	69,6	2,4	243	1,5
25	07.03.2006		2,8	1008	54,0	0,5	171	0,0
26	08.03.2006		4,9	991	86,9	0,9	158	15,2
27	09.03.2006		7,9	991	81,5	1,1	194	3,7
28	10.03.2006		4,9	993	77,4	0,5	206	13,3
29	11.03.2006		-1,2	1009	68,7	2,3	199	1,1
30	12.03.2006		-3,2	1024	51,9	0,7	126	0,0

Anlage 5

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 2 von 5

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
31	13.03.2006	Köln, Parkplatzgelände	-0,1	1022	42,0	0,5	152	0,0
32	14.03.2006		2,2	1016	39,6	0,8	146	0,0
33	15.03.2006		4,4	1014	42,9	0,9	135	0,0
34	16.03.2006		2,6	1016	46,4	1,0	131	0,0
35	17.03.2006		2,8	1015	52,3	1,9	108	0,0
36	18.03.2006		3,8	1010	57,7	1,2	128	0,0
37	19.03.2006		4,5	1004	55,5	0,7	168	0,0
38	20.03.2006		3,9	1002	62,4	0,5	124	0,0
39	21.03.2006		3,6	1001	43,3	1,0	114	0,0
40	22.03.2006		3,3	1003	42,2	2,0	62	0,0
41	23.03.2006		6,6	1001	33,7	1,8	150	0,0
42	24.03.2006		8,7	992	72,3	0,3	162	3,3
43	25.03.2006		13,4	999	66,4	1,7	208	4,4
44	26.03.2006		15,6	1000	66,7	0,5	162	1,1
45	27.03.2006		13,4	996	60,2	1,4	186	4,8
46	28.03.2006		9,8	996	58,2	0,7	188	1,9
47	29.03.2006		9,1	1001	70,2	0,9	184	8,5
48	30.03.2006		12,8	995	68,7	1,3	205	8,9
49	31.03.2006		12,2	1002	61,9	2,6	218	5,6
50	01.04.2006		10,7	1002	65,2	0,8	179	7,8
51	02.04.2006		11,5	1002	46,8	3,0	230	3,7
52	03.04.2006		8,3	1009	59,9	1,2	220	2,6
53	04.04.2006		5,5	1007	54,0	1,4	179	0,0
54	26.07.2006	Titz-Rödingen	26,5	1003	55,8	0,0	197	0,0
55	27.07.2006		24,1	1003	64,7	0,0	256	3,0
56	28.07.2006		20,6	999	80,1	0,0	237	26,6
57	29.07.2006		21,7	999	70,5	0,0	267	0,0
58	30.07.2006		21,0	1001	70,5	0,0	207	8,0
59	31.07.2006		20,1	1001	63,0	0,0	223	0,0
60	01.08.2006		17,5	995	71,6	1,0	229	9,8

**Anlage 5**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 3 von 5**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
61	02.08.2006	Titz-Rödingen	15,7	994	72,8	0,8	224	2,1
62	03.08.2006		15,1	996	79,8	0,0	280	5,3
63	04.08.2006		17,9	1000	77,2	0,2	176	35,7
64	05.08.2006		19,3	1006	73,3	0,1	254	0,0
65	06.08.2006		18,7	1007	71,0	0,1	277	0,0
66	07.08.2006		18,8	1006	75,0	0,3	241	2,7
67	08.08.2006		15,9	1006	71,7	0,2	236	0,0
68	09.08.2006		15,0	1002	78,3	0,0	234	3,9
69	10.08.2006		13,7	1001	78,1	0,0	246	9,2
70	11.08.2006		12,7	998	81,0	0,1	231	10,4
71	12.08.2006		14,1	995	74,4	0,1	163	4,1
72	13.08.2006		15,0	994	71,8	0,6	169	0,3
73	14.08.2006		15,2	994	80,4	0,4	246	11,2
74	15.08.2006		16,0	997	79,4	0,2	164	3,8
75	16.08.2006		17,4	993	75,3	0,2	120	1,5
76	17.08.2006		18,9	992	73,9	0,2	122	4,5
77	18.08.2006		18,8	998	68,8	1,6	203	1,5
78	19.08.2006		18,3	1002	72,4	0,1	175	3,0
79	20.08.2006		16,5	1005	75,0	1,7	233	12,1
80	21.08.2006		15,7	1004	80,3	0,3	200	18,3
81	22.08.2006		14,8	1006	79,5	0,0	221	0,0
82	23.08.2006		17,5	1001	72,0	0,1	183	0,0
83	24.08.2006		16,0	995	75,1	1,2	203	5,3
84	25.08.2006		16,1	997	80,5	0,1	269	2,4
85	26.08.2006		15,5	998	79,9	0,0	210	0,9
86	27.08.2006		15,6	1000	80,5	0,1	242	11,2
87	28.08.2006		12,7	995	81,7	0,4	200	12,1
88	29.08.2006		12,7	997	77,8	0,2	198	8,9
89	30.08.2006		13,1	1008	79,6	0,0	170	4,2
90	31.08.2006		16,9	1010	69,9	0,6	255	0,0

Anlage 5

Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Blatt 4 von 5

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
91	01.09.2006	Titz-Rödingen	20,0	1003	66,1	0,6	225	0,0
92	02.09.2006		19,8	1000	65,5	2,1	224	0,0
93	03.09.2006		20,2	1003	75,9	2,7	172	3,5
94	29.09.2006	Köln, Frankf. Str.	18,7	1003	68,5	0,4	175	0,6
95	30.09.2006		18,2	1004	67,3	0,1	199	1,2
96	01.10.2006		18,6	1003	63,8	0,5	207	0,3
97	02.10.2006		16,6	999	64,2	0,3	201	0,0
98	03.10.2006		14,3	996	73,4	0,2	286	1,5
99	04.10.2006		12,7	1006	75,6	0,4	227	2,7
100	05.10.2006		14,9	1009	68,1	0,2	199	6,8
101	06.10.2006		15,9	1002	72,1	1,2	214	11,8
102	07.10.2006		12,1	1011	70,4	2,0	243	0,3
103	08.10.2006		12,7	1014	69,6	0,0	184	0,0
104	09.10.2006		15,4	1013	70,2	0,1	170	0,0
105	10.10.2006		15,1	1012	74,7	0,1	139	0,0
106	11.10.2006		16,7	1007	70,6	0,7	173	0,0
107	12.10.2006		17,4	1017	75,3	0,1	231	0,0
108	13.10.2006		15,3	1023	77,8	0,0	155	0,0
109	14.10.2006		11,7	1022	73,8	0,6	111	0,0
110	15.10.2006		11,6	1020	67,7	0,4	119	0,0
111	16.10.2006		11,7	1015	67,3	2,0	168	0,0
112	17.10.2006		12,6	1007	65,8	2,6	172	0,0
113	18.10.2006		15,1	998	65,3	1,3	174	0,0
114	19.10.2006		15,1	993	76,0	1,6	166	1,8
115	20.10.2006		14,9	992	76,7	0,1	183	6,2
116	21.10.2006		15,7	997	69,1	0,3	188	0,3
117	22.10.2006		16,6	994	69,3	1,6	186	0,9
118	23.10.2006		16,7	989	76,9	1,2	192	19,8
119	24.10.2006		13,2	996	74,5	2,2	250	2,4
120	25.10.2006		14,5	1002	66,3	2,8	168	0,0

**Anlage 5**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 5 von 5**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
121	26.10.2006	Köln, Frankf. Str.	19,1	1003	64,2	0,5	222	0,0
122	27.10.2006		14,7	1017	68,8	0,3	252	0,0
123	28.10.2006		15,7	1014	75,6	0,2	252	0,9
124	29.10.2006		13,4	1016	72,0	2,1	259	0,0
125	30.10.2006		11,9	1010	70,4	0,1	174	0,0
126	31.10.2006		11,5	1001	68,1	3,3	273	2,4
127	01.11.2006		5,6	1017	65,4	3,8	225	1,5
128	02.11.2006		5,5	1022	76,8	1,0	262	2,1
129	03.11.2006		7,4	1024	76,3	0,0	311	0,0
130	04.11.2006		9,8	1024	70,6	1,2	275	0,0
131	05.11.2006		10,7	1021	73,3	1,2	291	0,0
132	06.11.2006		9,6	1020	71,3	0,5	261	0,0
133	07.11.2006		7,9	1014	70,7	0,2	172	0,0
134	08.11.2006		11,3	1014	72,6	0,5	266	7,7
135	09.11.2006	8,3	1024	70,9	2,2	248	0,0	
136	10.11.2006	7,0	1022	69,4	1,3	173	2,4	
137	11.11.2006	9,3	1007	73,9	3,8	261	9,5	
138	12.11.2006	7,9	1009	74,5	2,8	282	4,2	
139	13.11.2006	10,5	1001	79,5	0,6	237	2,4	
140	14.11.2006	12,8	1005	74,0	0,2	186	1,5	
141	15.11.2006	13,1	1003	73,0	2,4	177	0,0	
142	16.11.2006	15,8	998	65,5	2,4	195	3,0	
143	17.11.2006	11,2	1003	74,4	1,9	182	0,3	
144	18.11.2006	8,3	1012	77,1	0,3	194	1,2	
145	19.11.2006	6,0	1011	82,7	1,4	199	10,0	
146	20.11.2006	9,9	1000	80,1	0,1	282	13,6	
147	21.11.2006	7,1	992	76,4	0,4	218	2,4	

**Anlage 6: Softwareversion**

**Blatt 1 von 1**



Anmerkung: Während der Prüfung wurde die Software beständig bis zur Version 3236-02 3.2.1b weiterentwickelt und optimiert. Es ist durch die durchgeführten Änderungen bis zur Version 3236-02 3.2.1b kein Einfluss auf die Geräteperformance zu erwarten.

## **Anhang 2**

### **Handbuch BAM-1020-9800 REV E**

zusammen mit

Software Revision 3.0.0

Software Revision 3.1.0

Software Revision 3.2.0

Software Revision 3.2.1b

Handbuch Temperatursensor BX-592

Handbuch Luftdrucksensor BX-594

**TÜV RHEINLAND  
ENERGIE UND UMWELT GMBH**



# Addendum

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM<sub>10</sub> zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06.12.2006

Bericht-Nr.: 936/21220762/A  
Köln, 04.10.2012



[luft@de.tuv.com](mailto:luft@de.tuv.com)

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

- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen und Geruchsstoffen,
- Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmessgeräte einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung.
- 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. 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 806-2756, Fax: 0221 806-1349**

**Leerseite**

## Kurzfassung

Die Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instrument, Inc. wurde eignungsgeprüft und wie folgt bekanntgegeben.

1. BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 12. April 2007 (BAnz. S. 4139, Kapitel III Nummer 1.2)

Die letzte Mitteilung zur Messeinrichtung erfolgte:

BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 06. Juli 2012 (BAnz AT 20.07.2012 B11, Kapitel IV 6. Mitteilung), Stellungnahme vom 21. März 2012

Die Prüfung der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider wurde im Jahr 2006 so gestaltet, dass die Prüfungen gemäß den Mindestanforderungen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 sowie der entsprechenden europäischen Richtlinie EN 12341 ausgewertet und dokumentiert wurden. Darüber hinaus erfolgte für die drei Kampagnen auch eine Auswertung der vorhandenen Datensätze gemäß dem Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ in der Version 2005. Es konnte allerdings damals aus formalen Gründen kein Nachweis der Äquivalenz erfolgen, da nur drei statt der geforderten vier Vergleiche vorlagen und auch die Anzahl der validen Datenpaare für die einzelnen Vergleiche unter der geforderten Mindestanzahl von 40 liegt.

Um unter Berücksichtigung der vorhandenen Datensätze dennoch die Äquivalenz gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods" in der aktuellen Version 2010 nachzuweisen, wurde gemeinsam mit den englischen Projektpartnern im UK-GER PM Equivalence Programm folgende Vorgehensweise festgelegt:

Es erfolgt eine erneute Auswertung der Äquivalenz der folgenden Datensätze gemäß dem Leitfaden 2010 für folgende Standorte:

Standorte Köln, Parkplatz, Titz-Rödingen und Köln, Frankfurter Str. aus der bestehenden dt. Eignungsprüfung

zusätzlich jeweils mit BAM-1020 in gleicher Bauart

2 Standorte (Steyregg, Graz) aus österreichischen Äquivalenzuntersuchungen aus 2007 / 2008, durchgeführt durch das Umweltbundesamt Österreich,

1 Standort (Tusimice) aus tschechischen Äquivalenzuntersuchungen aus 2010, durchgeführt durch das Czech Hydrometeorological Institute,

1 Standort (Teddington) aus englischen Äquivalenzuntersuchungen aus 2012, durchgeführt durch NPL / Bureau Veritas UK.

Damit fließen insgesamt 7 Vergleichsmesskampagnen in die Auswertung und die formalen Bedingungen einer Äquivalenzprüfung nach Leitfaden 2010 (mindestens 4 Vergleiche a 40 Messwertpaare) werden erfüllt. Es werden alle Daten aller Stationen aus den verwendeten Äquivalenzprüfungen verwendet. Die Vorgehensweise soll darüber hinaus zeigen, dass auch unter diesen Bedingungen (verschiedene Sites in verschiedenen Ländern, verschiedene Geräte gleicher Bauart, verschiedene Bediener) die Äquivalenz nachgewiesen werden kann.

Im folgenden Addendum zum Eignungsprüfbericht wird die Auswertung der Äquivalenzprüfung detailliert dargestellt. Dieses Addendum ist nach seiner Veröffentlichung fester Bestandteil des TÜV Rheinland Prüfberichts der Nummer 936/212053333/A.

## **Inhaltsverzeichnis**

1.	Allgemeines und Methodik der Äquivalenzprüfung (Module 5.4.9 – 5.4.11) .....	7
2.	5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs}$ .....	10
3.	5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge.....	18
4.	5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen .....	34
5.	Anhang (Messdaten).....	42

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Messeinrichtung BAM-1020  
mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die  
Komponente Schwebstaub PM10, Bericht-Nr.: 936/21220762/A

**Leerseite**

## 1. Allgemeines und Methodik der Äquivalenzprüfung (Module 5.4.9 – 5.4.11)

Für die nachfolgende Äquivalenzprüfung wurden die folgenden historischen Vergleichsmesskampagnen herangezogen:

**Tabelle 1: Übersicht Vergleichsmesskampagnen**

Nr.	Land	Standort	Zeitraum	Prüflinge	Charakterisierung	Institut
1	D	Köln, Parkplatz	02/2006 – 04/2006	SN4924 / SN 4925	Städtischer Hintergrund	TÜV Rheinland
2	D	Titz-Rödingen	07/2006 – 09/2006	SN4924 / SN 4925	Ländlich	TÜV Rheinland
3	D	Köln, Frankf. Str.	09/2006 – 11/2006	SN4924 / SN 4925	Verkehrsbeeinflusst	TÜV Rheinland
4	A	Steyregg	06/2008 – 08/2008	Ö1 / Ö2	Vorstädtisch	UBA Österreich
5	A	Graz	12/2007 – 03/2008	Ö1 / Ö2	Städtischer Hintergrund + Verkehr	UBA Österreich
6	CZ	Tusimice	01/2010 – 06/2010	J7860 / J7863	Industrie	CHMI
7	UK	Teddington	04/2012 – 05/2012	17011 / 17022	Städtischer Hintergrund	NPL / Bureau Veritas

Alle Messdaten wurden entweder von akkreditierten Prüfinstituten oder von nationalen Referenzlaboratorien erzeugt.

Die Vergleichsmesskampagnen zeichnen sich durch folgende Kenngrößen aus:

**Tabelle 2: Umgebungsbedingungen bei den Vergleichsmesskampagnen**

Nr.	Standort	Lufttemperatur [°C]	Rel. Luft- feuchte [%]	Wind- geschwindigkeit [m/s]	Anzahl valide Mess- wertpaare	Anzahl ≥40*
1	Köln, Park- platz	4,7 -3,2 – 15,6	64,0 33,7 – 89,1	1,1 0,0 – 3,0	29	Nein
2	Titz- Rödingen	17,3 12,7 – 26,5	74,2 55,8 – 81,7	0,4 0,0 – 2,7	37	Nein
3	Köln, Frankf. Str.	15,1 11,6 – 19,1	70,5 63,8 – 77,8	0,8 0,0 – 2,8	28	Nein
4	Steyregg	19,7 10,9 – 26,2	74,0 58,7 – 94,6	1,3 0,3 – 2,5	45	Ja
5	Graz	2,7 -5,9 – 13,3	73,8 33,9 - 100	0,6 0,0 – 3,1	45	Ja
6	Tusimice	2,7 -13,0 – 19,0	82,9 24,0 – 96,0	0,7 0,0 – 3,1	97 (J7860) 96 (J7863)	Ja
7	Teddington	10,3 5,8 – 14,9	74,0 51,9 – 91,8	1,1 0,1 – 3,5	40	Ja

\* Der Leitfadens vom Januar 2010 verlangt mindestens 4 Vergleichskampagnen mit je mindestens 40 validen Messwertpaaren. Diese formale Anforderung wird durch die Einbeziehung der Standorte Steyregg, Graz, Tusimice und Teddington erfüllt. Die drei Vergleichskampagnen aus der ursprünglichen Eignungsprüfung aus 2006 werden zusätzlich zu den vorhandenen Datensätzen ergänzt und ausgewertet.

In der Anlage zu diesem Addendum sind alle Einzelwerte aufgeführt.

Gemäß der Version des Leitfadens vom Januar 2010 müssen zum Nachweis der Äquivalenz die folgenden 5 Kriterien erfüllt werden:

1. Vom Gesamtdatensatz müssen mindestens 20 % der Konzentrationswerte (ermittelt mit Referenzmethode) größer sein als die in 2008/50/EG festgelegte obere Beurteilungsschwelle für Jahresgrenzwerte, d.h. 28 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub> und 17 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub>.
2. Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen muss kleiner sein als 2,5 µg/m<sup>3</sup> für alle Daten sowie für einen Datensatz mit Daten größer/gleich 30 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub> und 18 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub>.
3. Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten muss kleiner sein als 2,0 µg/m<sup>3</sup>.

4. Die erweiterte Unsicherheit ( $W_{CM}$ ) wird berechnet bei  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  und bei  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$  für jeden einzelnen Prüfling gegen den Mittelwert der Referenzmethode. Für jeden der folgenden Fälle muss die erweiterte Unsicherheit kleiner 25 % sein:
  - Gesamtdatensatz;
  - Datensatz mit PM-Konzentrationen größer/gleich  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  oder größer/gleich  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$ , vorausgesetzt der Datensatz enthält 40 oder mehr gültige Datenpaare;
  - Datensätze für jeden einzelnen Standort.
5. Voraussetzung für die Akzeptanz des Komplettdatensatzes ist, dass die Steigung  $b$  insignifikant verschieden ist von 1:  $|b-1| \leq 2 \cdot u(b)$  und der Achsabschnitt  $a$  insignifikant verschieden ist von 0:  $|a| \leq 2 \cdot u(a)$ . Wenn diese Voraussetzungen nicht erfüllt werden, dann können die Prüflinge mit den Werten des Gesamtdatensatzes für die Steigung und/oder für den Achsabschnitt kalibriert werden.

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

Unter Punkt 2.5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$  werden die Kriterien 1 und 2 geprüft.

Unter Punkt 3.5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge werden die Kriterien 3, 4 und 5 geprüft.

Unter Punkt 4.5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen erfolgt eine Auswertung für den Fall, dass Kriterium 5 nicht ohne Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen erfüllt werden kann.

## 2. 5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen $u_{bs}$

*Bei der Prüfung von  $PM_{2,5}$ -Messeinrichtungen ist die Unsicherheit zwischen den Prüflingen nach Kapitel 9.5.3.1 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ im Feldtest an mindestens vier für den späteren Einsatz repräsentativen Probenahmeorten zu ermitteln.*

### Durchführung der Prüfung

Die Prüfungen wurden in Feldtests in insgesamt sieben verschiedenen Vergleichskampagnen durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten sowie unterschiedlich hohe  $PM_{10}$  Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG. Für  $PM_{10}$  liegt die obere Beurteilungsschwelle bei  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Es wurden 4 Vergleichskampagnen (A-Steyregg, A-Graz, CZ-Tusimice, UK-Teddington) mit je mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Zusätzlich wurden die 3 Vergleichsmesskampagnen (D-Köln, Parkplatz, D-Titz-Rödingen, D-Köln, Frankf. Str.) aus der ursprünglichen Eignungsprüfung (Bericht 936/21205333/A) mit ausgewertet, auch wenn diese Vergleiche jeweils weniger als 40 valide Wertepaare enthalten. Vom gesamten Datensatz (7 Vergleiche, 320 valide Messwertpaare) liegen insgesamt 35,3 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $PM_{10}$ . Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

### Auswertung

Gemäß **Punkt 9.5.3.1** des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ gilt:

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$  muss  $\leq 2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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  $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $PM_{10}$  (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10, Bericht-Nr.: 936/21220762/A

Seite 11 von 68

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

- Jeden Standort bzw. Vergleich einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten  $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

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

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

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

### Bewertung

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{\text{bs}}$  liegt mit maximal  $1,96 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  unterhalb des geforderten Wertes von  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

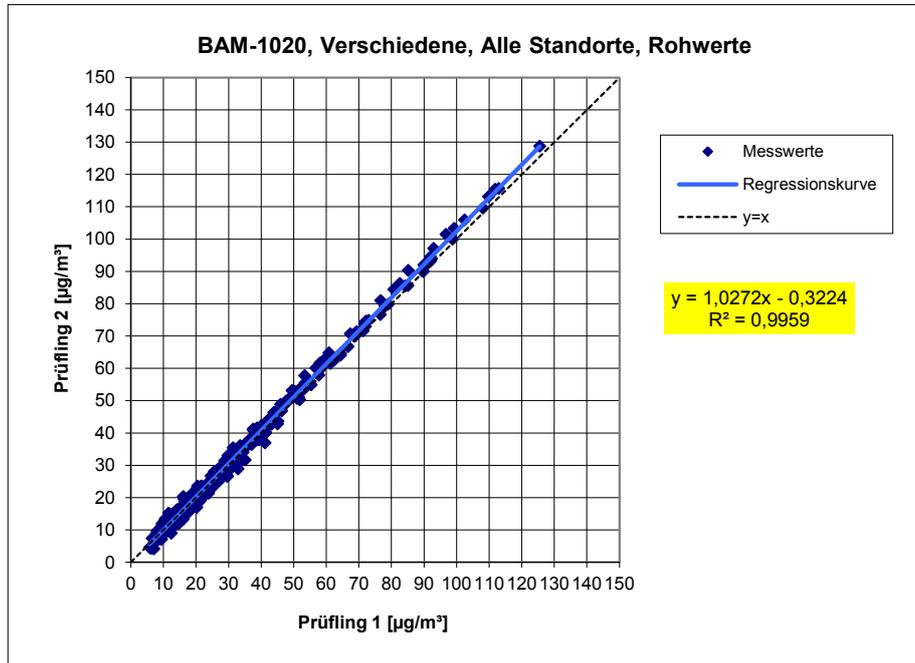
Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

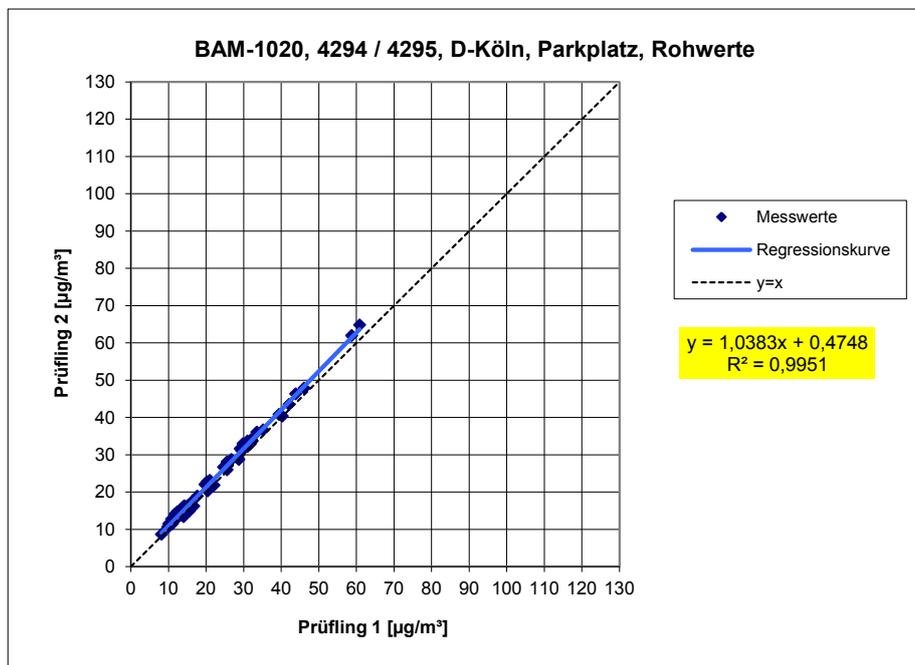
Tabelle 3 führt die berechneten Werte für die Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$  auf. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 1 bis Abbildung 10.

**Tabelle 3: Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$ , Messkomponente PM<sub>10</sub>**

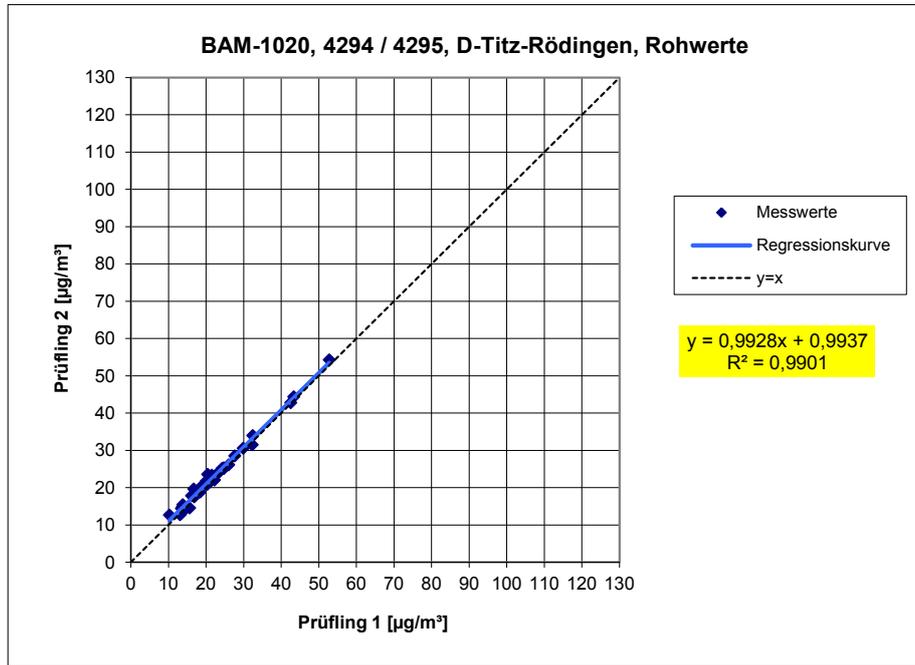
Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{bs}$
SN			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>Versch.</b>	<b>Alle Standorte</b>	<b>363</b>	<b>1,22</b>
Einzelstandorte			
4294 / 4295	D-Köln, Parkplatz	52	1,22
4294 / 4295	D-Titz-Rödingen	37	0,86
4294 / 4295	D-Köln, Frankf. Str.	28	0,99
Ö1 / Ö2	A-Steyregg	51	0,75
Ö1 / Ö2	A-Graz	50	1,96
J7860 / J7863	CZ-Tusimice	103	1,18
17011 / 17022	UK-Teddington	42	1,00
Klassierung über Referenzwerte			
<b>Versch.</b>	<b>Werte <math>\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>105</b>	<b>1,49</b>
Versch.	Werte $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	215	1,09



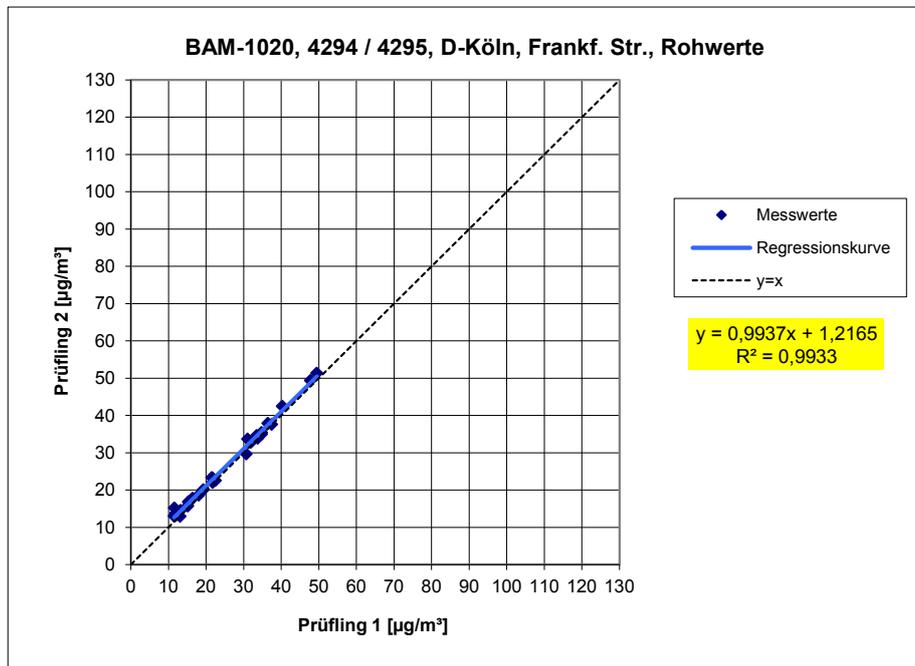
**Abbildung 1: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte**



**Abbildung 2: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Köln, Parkplatz**



**Abbildung 3: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Titz-Rödingen**



**Abbildung 4: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Köln, Frankf. Str.**

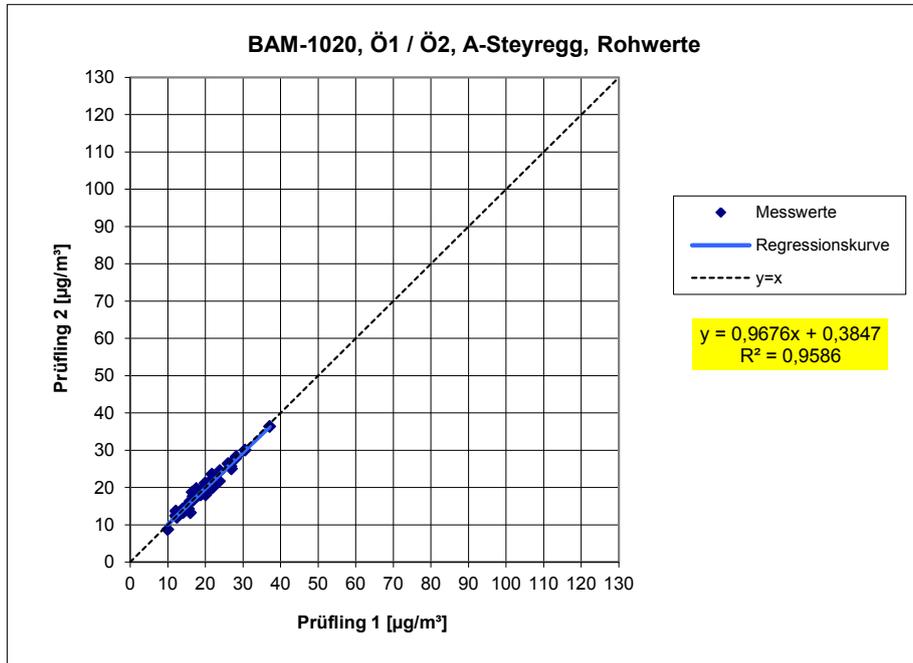


Abbildung 5: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Steyregg

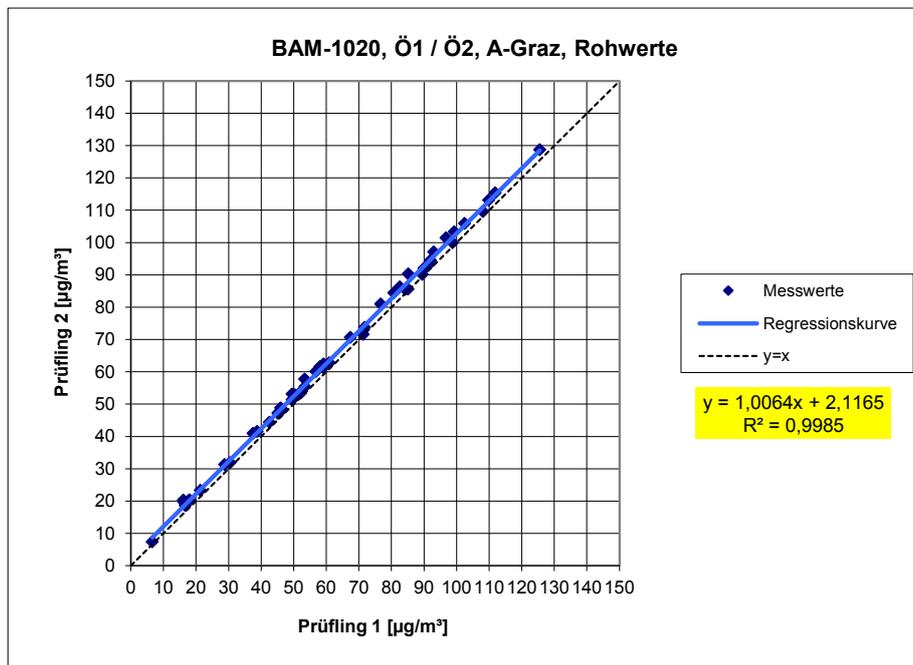
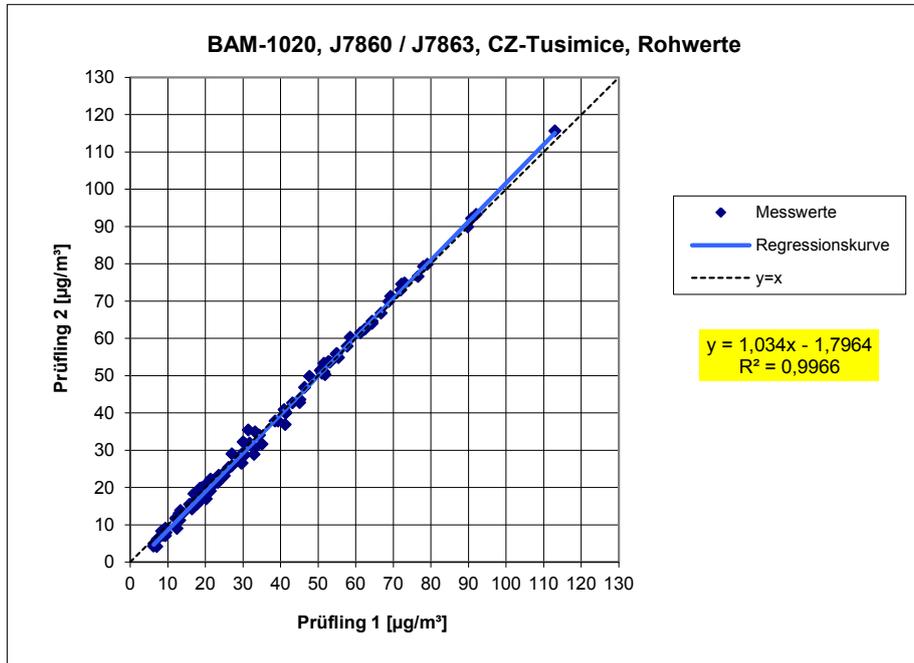
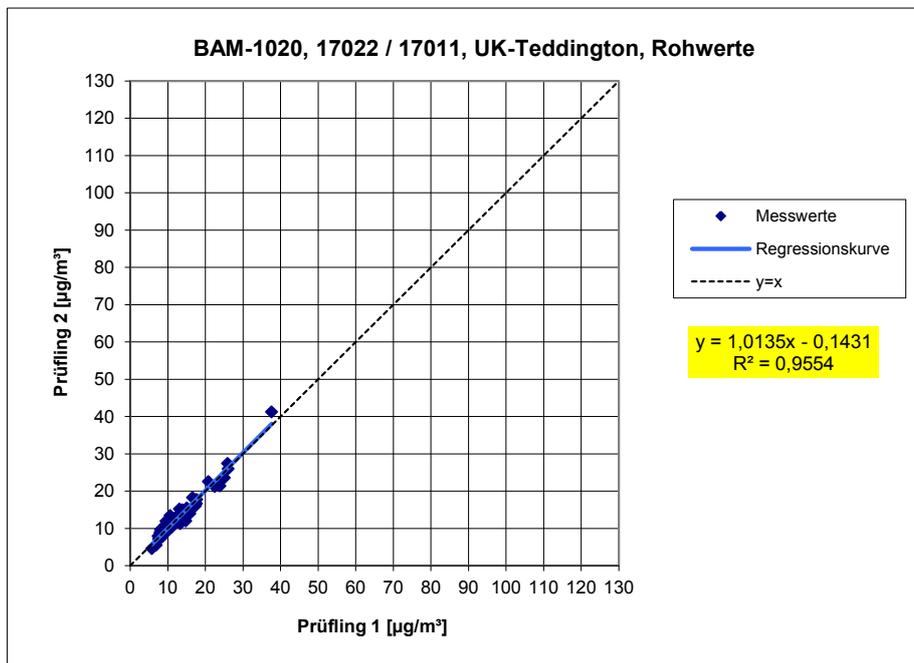


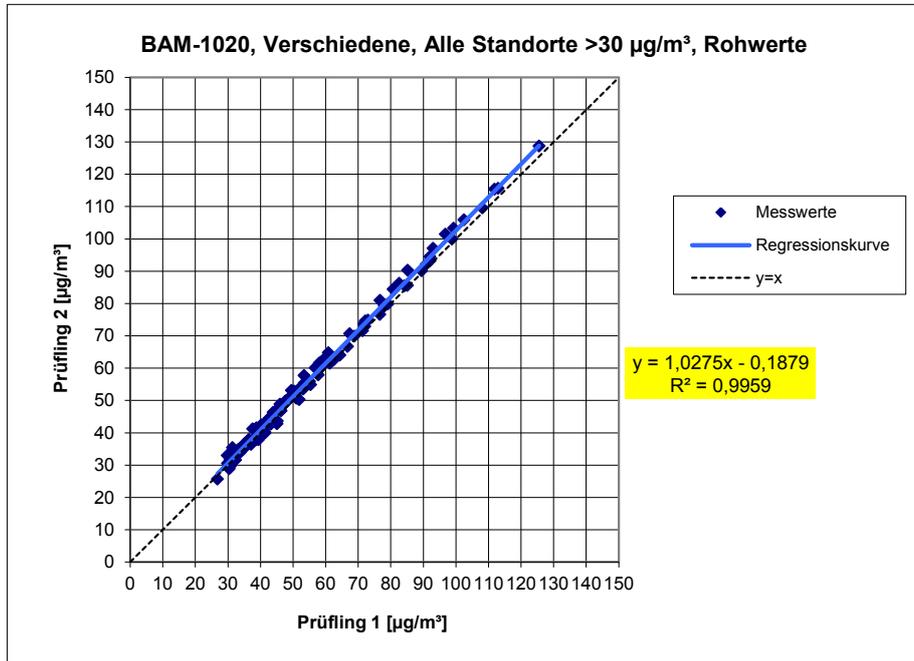
Abbildung 6: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Graz



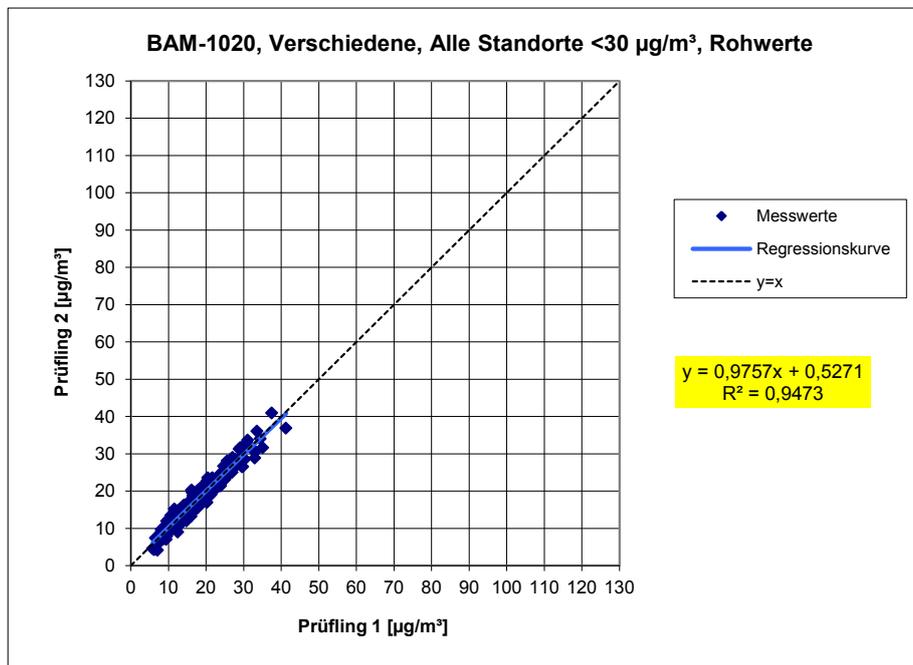
**Abbildung 7: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Tusimice**



**Abbildung 8: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Teddington**



**Abbildung 9: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte, Werte ≥ 30 µg/m³**



**Abbildung 10: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte, Werte < 30 µg/m³**

### 3. 5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge

*Bei der Prüfung von PM<sub>2,5</sub>-Messeinrichtungen ist die Gleichwertigkeit zum Referenzverfahren gemäß Kapitel 9.5.3.2 bis 9.6 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ im Feldtest an mindestens vier für den späteren Einsatz repräsentativen Probenahmeorten zu nachzuweisen. Die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge ist mit den Anforderungen an die Datenqualität nach Anhang A der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) zu vergleichen.*

#### Durchführung der Prüfung

Die Prüfungen wurden in Feldtests in insgesamt sieben verschiedenen Vergleichskampagnen durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten sowie unterschiedlich hohe PM<sub>10</sub> Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG. Für PM<sub>10</sub> liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 28 µg/m<sup>3</sup>.

Es wurden 4 Vergleichskampagnen (A-Steyregg, A-Graz, CZ-Tusimice, UK-Teddington) mit je mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Zusätzlich wurden die 3 Vergleichsmesskampagnen (D-Köln, Parkplatz, D-Titz-Rödingen, D-Köln, Frankf. Str.) aus der ursprünglichen Eignungsprüfung (Bericht 936/21205333/A) mit ausgewertet, auch wenn diese Vergleiche jeweils weniger als 40 valide Wertepaare enthalten. Vom gesamten Datensatz (7 Vergleiche, 320 valide Messwertpaare) liegen insgesamt 35,3 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 28 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub>. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

#### Auswertung

[Punkt 9.5.3.2] Der Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge wird die Überprüfung der Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten  $u_{ref}$  vorangestellt.

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

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<sub>10</sub>  $\geq 30$  µg/m<sup>3</sup> (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

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

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

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

$u(x_i)$  = zufällige Unsicherheit des Referenzverfahrens, sofern der Wert von  $u_{bs}$ , der für den Einsatz der Prüflinge berechnet wird, in diesem Test verwendet werden kann  
(siehe Punkt 2. 5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs}$ )

Algorithmen zur Berechnung des Achsabschnitts  $a$  sowie der Steigung  $b$  und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von des Leitfadens 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  $PM_{10} \geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Voraussetzung für die Akzeptanz des Gesamtdatensatzes ist gemäß Leitfaden:

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

und

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

Wobei  $u(b)$  und  $u(a)$  die Standardunsicherheiten der Steigung und des Achsabschnitts beschreiben, berechnet als Wurzel der Varianz. Wenn diese Vorbedingungen nicht erfüllt sind, dann können die Prüflinge gemäß Punkt 9.7 des Leitfadens kalibriert werden (siehe auch 4.

5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen. Die Kalibrierung darf nur für den Gesamtdatensatz durchgeführt werden.

[Punkt 9.5.4] Für alle Datensätze wird die kombinierte Unsicherheit der Prüflinge  $w_{c,CM}$  durch Kombination der Beiträge aus 9.5.3.1 und 9.5.3.2 gemäß der folgenden Gleichung berechnet:

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

Für jeden Datensatz wird die Unsicherheit  $w_{c,CM}$  auf einem Level von  $y_i = 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  berechnet.

[Punkt 9.5.5] Für jeden Datensatz wird die erweiterte relative Unsicherheit der Ergebnisse der Prüflinge durch Multiplizieren von  $w_{c,CM}$  mit einem Erweiterungsfaktor  $k$  nach folgender Gleichung berechnet:

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

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

[Punkt 9.6]

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

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

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

## Bewertung

Die ermittelten Unsicherheiten  $W_{CM}$  liegen ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze bis auf die Standorte A-Graz (für Gerät Ö2) sowie UK-Teddington (für Gerät 17011) unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit  $W_{d,qo}$  von 25 % für Feinstaub. Es muss geprüft werden, ob durch Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen alle Standorte inkl. der Standorte A-Graz (für Gerät Ö2) sowie UK-Teddington (für Gerät 17011) unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit  $W_{d,qo}$  von 25 % für Feinstaub liegen. (siehe Punkt 4. 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen).

Mindestanforderung erfüllt? nein

Nachfolgende Tabelle 4 zeigt einen Überblick über alle Ergebnisse der Äquivalenzprüfung für den Prüfling BAM-1020 für  $\text{PM}_{10}$ . 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 1. Allgemeines und Methodik der Äquivalenzprüfung (Module 5.4.9 – 5.4.11) die zugehörigen Zellen selbst farblich hinterlegt.

**Tabelle 4: Übersicht Äquivalenzprüfung BAM-1020 für PM<sub>10</sub>**

BAM-1020, PM10	35,3% > 28 µg m <sup>-3</sup>	Orthogonale Regression				Unsicherheit zwischen den Geräten	
	W <sub>CM</sub> / %	n <sub>o-a</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	Referenz	Prüflinge
Alle Standorte	16,0	320	0,982	1,034 +/- 0,008	0,843 +/- 0,290	0,67	1,22
< 30 µg m <sup>-3</sup>	24,7	215	0,826	1,119 +/- 0,032	-0,446 +/- 0,557	0,53	1,09
> 30 µg m <sup>-3</sup>	17,7	105	0,971	1,042 +/- 0,017	0,141 +/- 1,031	0,91	1,49

4294	Datensatz	Orthogonale Regression				Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>	
		n <sub>o-a</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>
Einzeldatensätze	Köln, Parkplatz	29	0,960	0,948 +/- 0,036	2,202 +/- 0,950	10,13	34,5
	Titz - Rödingen	37	0,962	1,058 +/- 0,035	0,376 +/- 0,782	14,75	18,9
	Köln, Frankfurter Str.	28	0,963	1,025 +/- 0,039	-1,293 +/- 1,083	8,07	42,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>-3</sup>	68	0,814	1,040 +/- 0,055	0,162 +/- 0,981	12,58	4,4
	> 30 µg m <sup>-3</sup>	26	0,897	0,964 +/- 0,063	1,810 +/- 2,438	9,75	100,0
	Alle Standorte	94	0,953	0,987 +/- 0,022	1,048 +/- 0,563	9,16	35,3

4295	Datensatz	Orthogonale Regression				Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>	
		n <sub>o-a</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>
Einzeldatensätze	Köln, Parkplatz	29	0,970	0,990 +/- 0,033	2,681 +/- 0,862	12,53	34,5
	Titz - Rödingen	37	0,961	1,056 +/- 0,035	1,260 +/- 0,785	17,52	18,9
	Köln, Frankfurter Str.	28	0,969	1,021 +/- 0,035	-0,154 +/- 0,994	8,10	42,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>-3</sup>	68	0,830	1,056 +/- 0,053	0,935 +/- 0,952	17,24	4,4
	> 30 µg m <sup>-3</sup>	26	0,929	1,025 +/- 0,056	0,713 +/- 2,151	11,49	100,0
	Alle Standorte	94	0,960	1,004 +/- 0,021	1,735 +/- 0,528	11,41	30,9

Österreich1	Datensatz	Orthogonale Regression				Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>	
		n <sub>o-a</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>
Einzeldatensätze	Graz	45	0,969	1,025 +/- 0,027	-0,202 +/- 1,848	20,89	82,2
	Steyregg	45	0,824	1,049 +/- 0,067	-1,750 +/- 1,392	9,31	8,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>-3</sup>	50	0,644	1,339 +/- 0,109	-6,789 +/- 2,135	42,75	2,0
	> 30 µg m <sup>-3</sup>	40	0,960	1,057 +/- 0,034	-2,826 +/- 2,431	19,58	100,0
	Alle Standorte	90	0,983	1,039 +/- 0,015	-1,294 +/- 0,729	15,95	45,6

Österreich2	Datensatz	Orthogonale Regression				Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>	
		n <sub>o-a</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>
Einzeldatensätze	Graz	45	0,966	1,033 +/- 0,029	1,948 +/- 1,962	26,05	82,2
	Steyregg	45	0,793	1,035 +/- 0,072	-1,668 +/- 1,489	9,56	8,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>-3</sup>	50	0,557	1,492 +/- 0,130	-9,462 +/- 2,545	62,86	2,0
	> 30 µg m <sup>-3</sup>	40	0,956	1,084 +/- 0,037	-2,296 +/- 2,635	22,65	100,0
	Alle Standorte	90	0,980	1,079 +/- 0,016	-1,702 +/- 0,818	19,84	45,6

J7860	Datensatz	Orthogonale Regression				Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>	
		n <sub>o-a</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>-3</sup>	59	0,906	1,172 +/- 0,047	1,204 +/- 0,839	40,46	6,8
	> 30 µg m <sup>-3</sup>	38	0,974	1,002 +/- 0,027	3,154 +/- 1,548	17,67	100,0
	Alle Standorte (Tusimice)	97	0,984	0,999 +/- 0,013	3,739 +/- 0,492	18,45	43,3

J7863	Datensatz	Orthogonale Regression				Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>	
		n <sub>o-a</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>-3</sup>	58	0,913	1,158 +/- 0,045	0,159 +/- 0,812	33,73	6,9
	> 30 µg m <sup>-3</sup>	38	0,978	1,032 +/- 0,025	1,948 +/- 1,450	17,98	100,0
	Alle Standorte (Tusimice)	96	0,987	1,035 +/- 0,012	2,035 +/- 0,461	18,18	43,8

17011	Datensatz	Orthogonale Regression				Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>	
		n <sub>o-a</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>-3</sup>	39	0,960	1,039 +/- 0,034	0,632 +/- 0,458	11,13	0,0
	> 30 µg m <sup>-3</sup>	1					100,0
	Alle Standorte (Teddington)	40	0,949	1,162 +/- 0,042	-0,766 +/- 0,602	29,99	2,5

17022	Datensatz	Orthogonale Regression				Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>	
		n <sub>o-a</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>-3</sup>	39	0,958	1,051 +/- 0,035	0,603 +/- 0,477	13,45	0,0
	> 30 µg m <sup>-3</sup>	1					100,0
	Alle Standorte (Teddington)	40	0,963	1,110 +/- 0,034	-0,050 +/- 0,488	22,28	2,5

	Kriterium 1
	Kriterium 2
	Kriterium 3
	Kriterium 4
	Kriterium 5

Die Überprüfung der fünf Kriterien aus Punkt 1. Allgemeines und Methodik der Äquivalenzprüfung (Module 5.4.9 – 5.4.11) ergab folgendes Bild:

- Kriterium 1: Mehr als 20 % der Daten sind größer als  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Kriterium 2: Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ist kleiner als  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Kriterium 3: Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten ist kleiner als  $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Kriterium 4: Alle erweiterten Unsicherheiten liegen unter 25%.
- Diese Anforderung wird mit dem Rohdatensatz **nicht** erfüllt für A-Graz (Österreich 2) und UK-Teddington (17011)
- Kriterium 5: Bei Betrachtung der Steigungen und Achsabschnitte für die einzelnen Prüflinge sind diese mehrmals signifikant größer als erlaubt. Auch die die Steigung und der Achsabschnitt bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes ist signifikant größer als erlaubt.
- 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 1,034 und einem Achsabschnitt von 0,843 bei einer erweiterten Gesamtunsicherheit von 16,0 % aufweist.

Da jedoch die erweiterte Unsicherheit für die Rohdatensätze A-Graz (Österreich 2) und UK-Teddington (17011) größer als 25 % ist, ist zum Nachweis der Äquivalenz die Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen unabwendbar.

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 (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 in Tabelle 4 golden hinterlegt und in der Legende mit "Weitere" bezeichnet.

Der UK Equivalence Report aus 2006 hat diesen Punkt als Schwachstelle in der Statistik für den Äquivalenznachweis in der November 2005 Version des Leitfadens beschrieben, da „präzisere“ Geräte dadurch benachteiligt werden (Anhang E Abschnitt 4.2). Die gleiche Schwachstelle wurde 1:1 in die Januar 2010 Version des Leitfadens übernommen. Sowohl der TÜV Rheinland als auch die englischen Partner von NPL / Bureau Veritas sind der Meinung, dass der BAM-1020 für PM<sub>10</sub> in der Tat grundsätzlich durch die Statistik für seine Präzision benachteiligt wird.

In diesem konkreten Fall liegt die Steigung für den Gesamtdatensatz bei 1,034.

Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei 0,843.

Es erfolgt daher unter Punkt 4. 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen eine zusätzliche Auswertung unter Anwendung des entsprechenden Korrekturfaktors/-term auf die Datensätze für die Fälle:

- a) Korrektur Achsabschnitt
- b) Korrektur Steigung
- c) Korrektur Achsabschnitt und Steigung

Die überarbeitete Fassung des Leitfadens von Januar 2010 enthält die Forderung, dass für eine richtlinienkonforme Überwachung fortlaufend stichprobenweise Überprüfungen bei einer gewissen Anzahl von Geräten in einem Messnetz durchgeführt werden müssen und dass die Anzahl der betroffenen Messorte abhängig ist von der erweiterten Messunsicherheit des Gerätes. Die entsprechende Umsetzung liegt in der Verantwortung des Messnetzbetreibers oder der zuständigen Behörde des Mitgliedstaates. Allerdings empfehlen der TÜV Rheinland wie auch die englischen Partner, dass die erweiterte Unsicherheit des Gesamtdatensatzes hierzu herangezogen wird, nämlich 16,0 %, was wiederum eine jährliche Überprüfung an 4 Messorten erfordern würde (Leitfaden [4], Kapitel 9.9.2, Tabelle 6).

### Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 5 zeigt einen Überblick über die Unsicherheiten zwischen den Referenzgeräten  $u_{ref}$  aus den Felduntersuchungen. In Tabelle 6 erfolgt eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung inkl. der ermittelten erweiterten Messunsicherheiten  $W_{CM}$  aus den Feldtestuntersuchungen.

**Tabelle 5: Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten  $u_{ref}$  für PM<sub>10</sub>**

Referenz-Geräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{bs}$
Nr.			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 / 2	Alle	320	0,67
1 / 2	D-Köln, Parkplatz	29	0,55
1 / 2	D-Titz-Rödingen	37	0,65
1 / 2	D-Köln, Frankf. Str.	28	1,02
1 / 2	A-Steyregg	45	0,53
1 / 2	A-Graz	45	0,82
1 / 2	CZ-Tusimice	96	-*
1 / 2	UK-Teddington	40	0,25

\* nur 1 Referenzgerät eingesetzt, zur Auswertung wird die Unsicherheit für den Gesamtdatensatz von  $0,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$  angesetzt

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

**Tabelle 6: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, Messkomponente PM10, Rohdaten**

BAM-1020, PM10	35.3% > 28 µg m <sup>-3</sup>	Orthogonale Regression			Unsicherheit zwischen den Geräten		
		W <sub>CM</sub> / %	n <sub>c-s</sub> r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	Referenz	Prüflinge
Alle Standorte	16,0	320	0,982	1,034 +/- 0,008	0,843 +/- 0,290	0,67	1,22
< 30 µg m <sup>-3</sup>	24,7	215	0,826	1,119 +/- 0,032	-0,446 +/- 0,557	0,53	1,09
> 30 µg m <sup>-3</sup>	17,7	105	0,971	1,042 +/- 0,017	0,141 +/- 1,031	0,91	1,49
4294	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>3</sup>		
		n <sub>c-s</sub> r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>3</sup>	
Einzeldatensätze	Köln, Parkplatz	29	0,960	0,948 +/- 0,036	2,202 +/- 0,950	10,13	34,5
	Titz - Rbdingen	37	0,962	1,058 +/- 0,035	0,376 +/- 0,782	14,75	18,9
	Köln, Frankfurter Str.	28	0,963	1,025 +/- 0,039	-1,293 +/- 1,083	8,07	42,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>3</sup>	68	0,814	1,040 +/- 0,055	0,162 +/- 0,981	12,58	4,4
	> 30 µg m <sup>3</sup>	26	0,897	0,964 +/- 0,063	1,810 +/- 2,438	9,75	100,0
	Alle Standorte	94	0,953	0,987 +/- 0,022	1,048 +/- 0,563	9,16	35,3
4295	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>3</sup>		
		n <sub>c-s</sub> r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>3</sup>	
Einzeldatensätze	Köln, Parkplatz	29	0,970	0,990 +/- 0,033	2,681 +/- 0,862	12,53	34,5
	Titz - Rbdingen	37	0,961	1,056 +/- 0,035	1,260 +/- 0,785	17,52	18,9
	Köln, Frankfurter Str.	28	0,969	1,021 +/- 0,035	-0,154 +/- 0,994	8,10	42,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>3</sup>	68	0,830	1,056 +/- 0,053	0,935 +/- 0,952	17,24	4,4
	> 30 µg m <sup>3</sup>	26	0,929	1,025 +/- 0,056	0,713 +/- 2,151	11,49	100,0
	Alle Standorte	94	0,960	1,004 +/- 0,021	1,735 +/- 0,528	11,41	30,9
Österreich1	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>3</sup>		
		n <sub>c-s</sub> r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>3</sup>	
Einzeldatensätze	Graz	45	0,969	1,025 +/- 0,027	-0,202 +/- 1,848	20,89	82,2
	Steyregg	45	0,824	1,049 +/- 0,067	-1,750 +/- 1,392	9,31	8,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>3</sup>	50	0,644	1,339 +/- 0,109	-6,789 +/- 2,135	42,75	2,0
	> 30 µg m <sup>3</sup>	40	0,960	1,057 +/- 0,034	-2,826 +/- 2,431	19,58	100,0
	Alle Standorte	90	0,983	1,039 +/- 0,015	-1,294 +/- 0,729	15,95	45,6
Österreich2	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>3</sup>		
		n <sub>c-s</sub> r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>3</sup>	
Einzeldatensätze	Graz	45	0,966	1,033 +/- 0,029	1,948 +/- 1,962	26,05	82,2
	Steyregg	45	0,793	1,035 +/- 0,072	-1,668 +/- 1,489	9,56	8,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>3</sup>	50	0,557	1,492 +/- 0,130	-9,462 +/- 2,545	62,86	2,0
	> 30 µg m <sup>3</sup>	40	0,956	1,084 +/- 0,037	-2,296 +/- 2,635	22,65	100,0
	Alle Standorte	90	0,980	1,079 +/- 0,016	-1,702 +/- 0,818	19,84	45,6
J7860	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>3</sup>		
		n <sub>c-s</sub> r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>3</sup>	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>3</sup>	59	0,906	1,172 +/- 0,047	1,204 +/- 0,839	40,46	6,8
	> 30 µg m <sup>3</sup>	38	0,974	1,002 +/- 0,027	3,154 +/- 1,548	17,67	100,0
	Alle Standorte (Tusimice)	97	0,984	0,999 +/- 0,013	3,739 +/- 0,492	18,45	43,3
J7863	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>3</sup>		
		n <sub>c-s</sub> r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>3</sup>	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>3</sup>	58	0,913	1,158 +/- 0,045	0,159 +/- 0,812	33,73	6,9
	> 30 µg m <sup>3</sup>	38	0,978	1,032 +/- 0,025	1,948 +/- 1,450	17,98	100,0
	Alle Standorte (Tusimice)	96	0,987	1,035 +/- 0,012	2,035 +/- 0,461	18,18	43,8
17011	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>3</sup>		
		n <sub>c-s</sub> r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>3</sup>	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>3</sup>	39	0,960	1,039 +/- 0,034	0,632 +/- 0,458	11,13	0,0
	> 30 µg m <sup>3</sup>	1					100,0
	Alle Standorte (Teddington)	40	0,949	1,162 +/- 0,042	-0,766 +/- 0,602	29,99	2,5
17022	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>3</sup>		
		n <sub>c-s</sub> r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>3</sup>	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>3</sup>	39	0,958	1,051 +/- 0,035	0,603 +/- 0,477	13,45	0,0
	> 30 µg m <sup>3</sup>	1					100,0
	Alle Standorte (Teddington)	40	0,963	1,110 +/- 0,034	-0,050 +/- 0,488	22,28	2,5

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10, Bericht-Nr.: 936/21220762/A

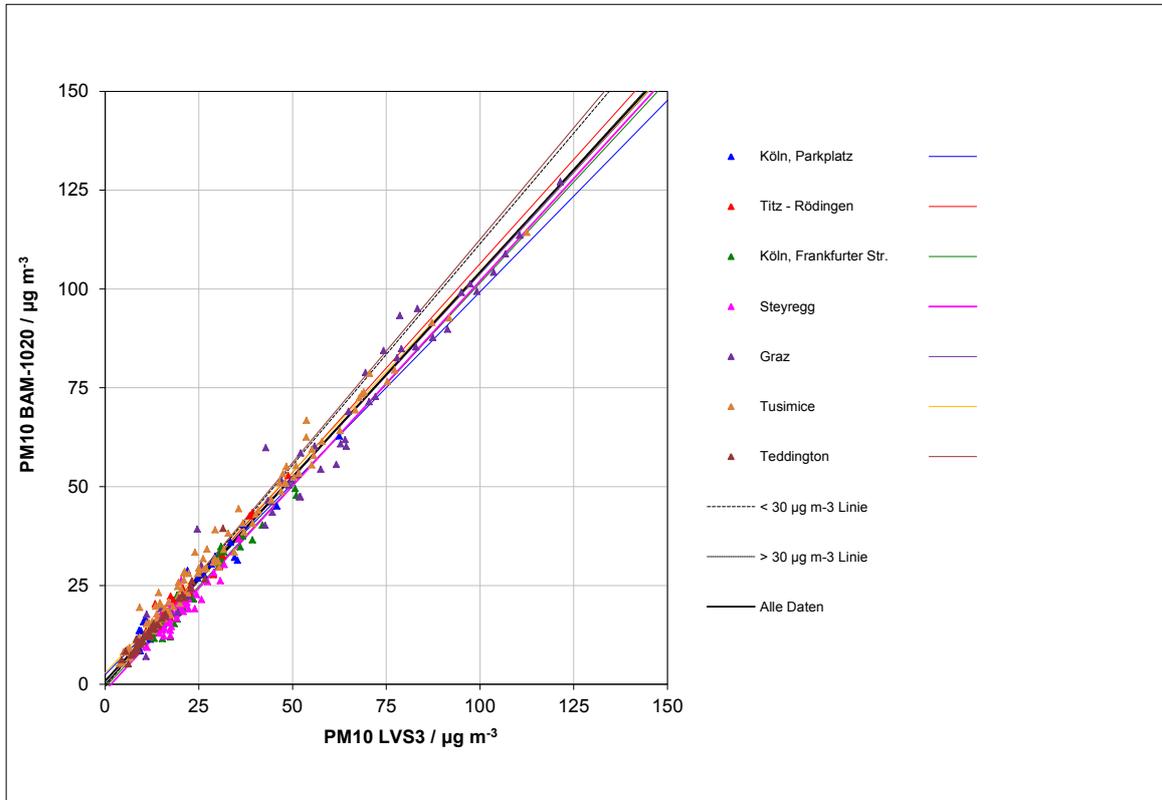
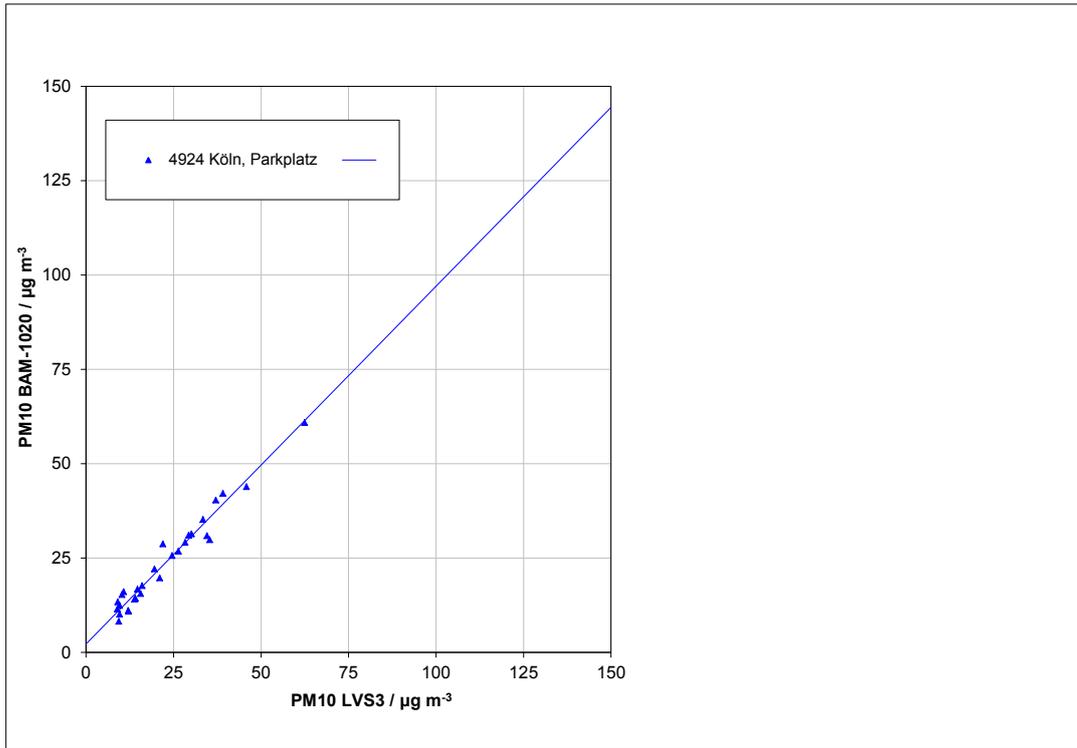
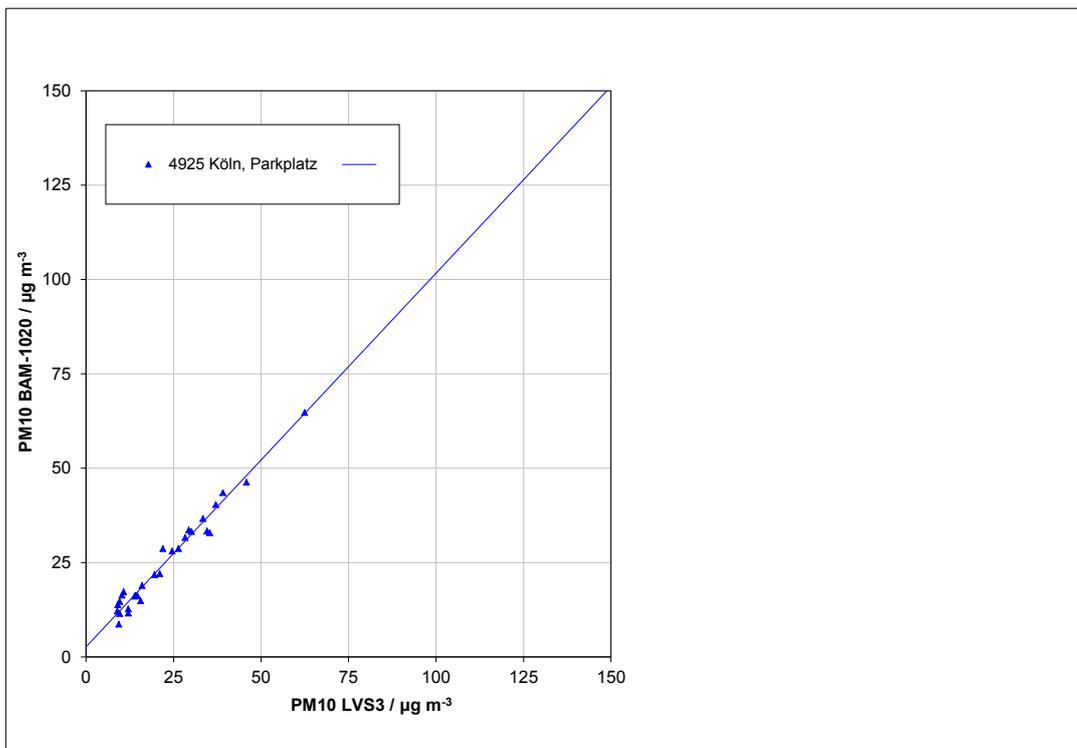


Abbildung 11: Referenz vs. Testgerät, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte



**Abbildung 12: Referenz vs. Testgerät, SN 4294, Messkomponente PM<sub>10</sub>, D-Köln, Parkplatz**



**Abbildung 13: Referenz vs. Testgerät, SN 4295, Messkomponente PM<sub>10</sub>, D-Köln, Parkplatz**

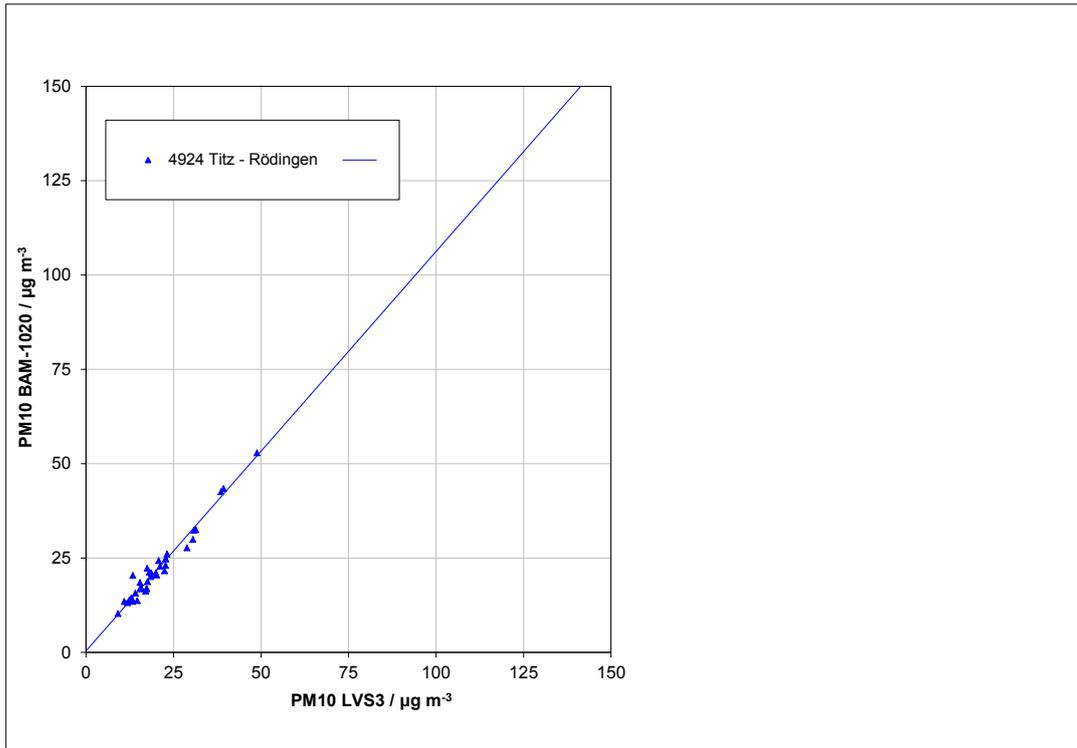


Abbildung 14: Referenz vs. Testgerät, SN 4294, Messkomponente PM<sub>10</sub>, D-Titz-Rödingen

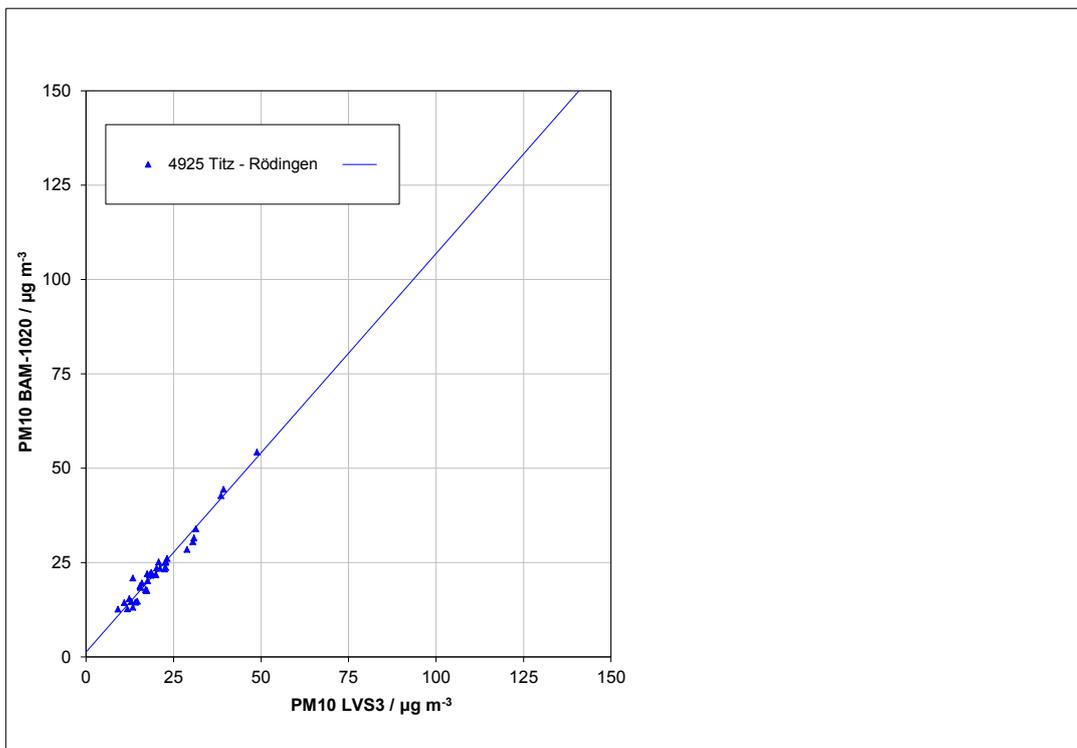
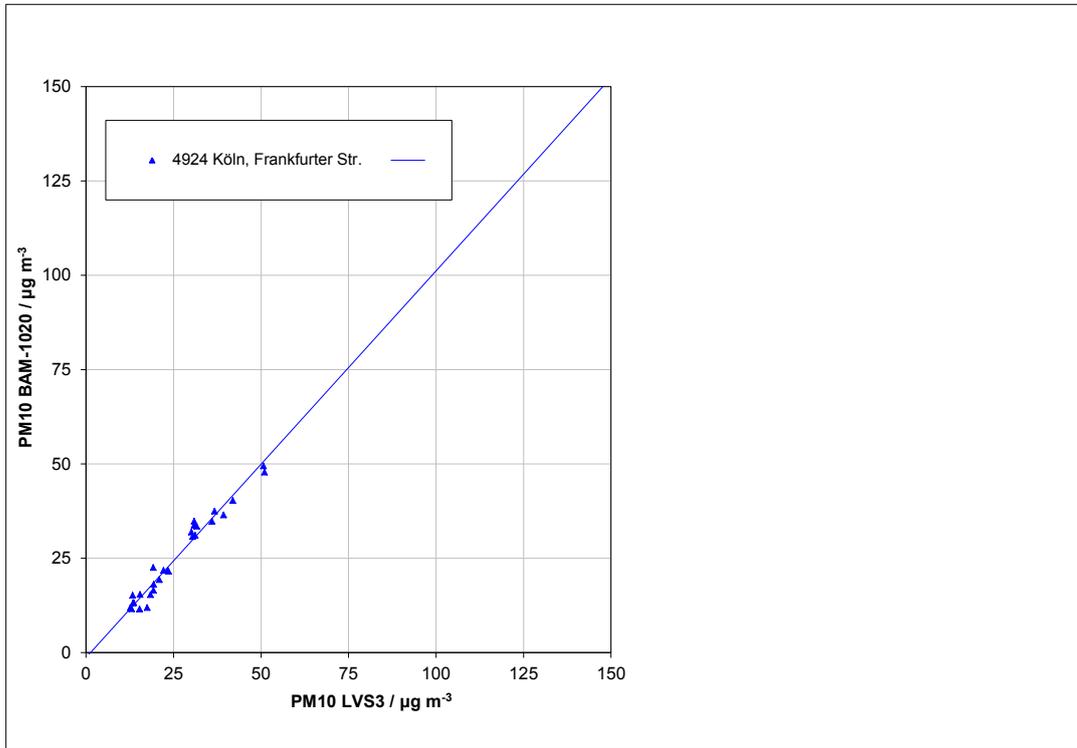
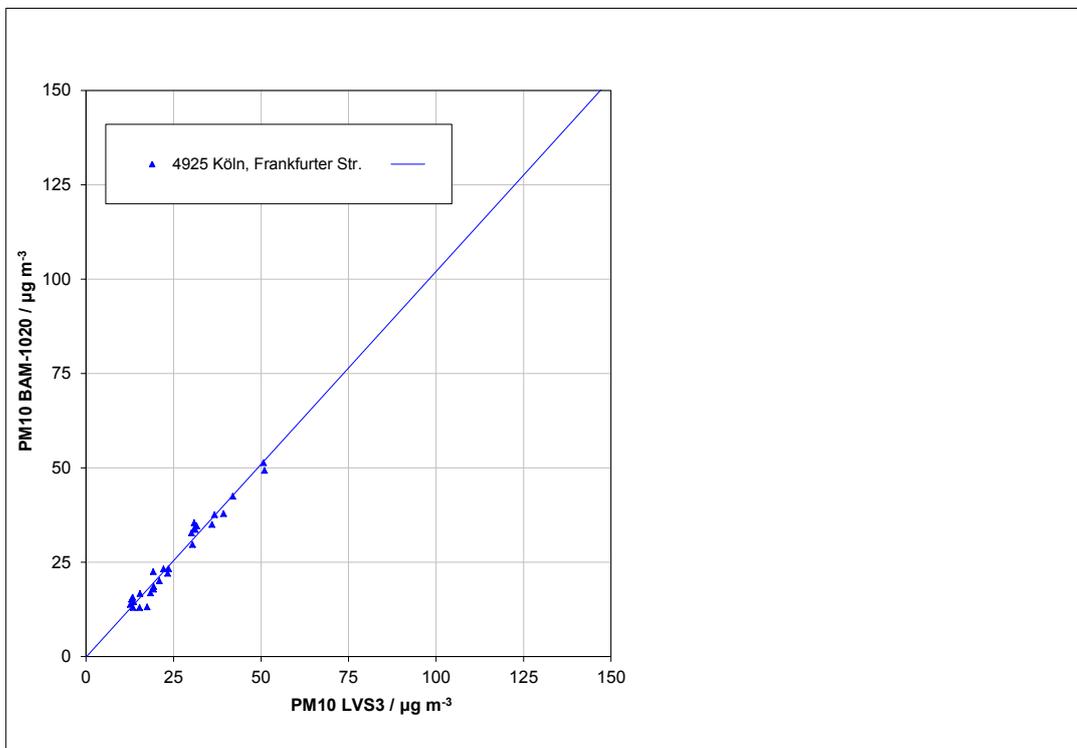


Abbildung 15: Referenz vs. Testgerät, SN 4295, Messkomponente PM<sub>10</sub>, D-Titz-Rödingen



**Abbildung 16: Referenz vs. Testgerät, SN 4294, Messkomponente PM<sub>10</sub>, D-Köln, Frankf. Str.**



**Abbildung 17: Referenz vs. Testgerät, SN 4295, Messkomponente PM<sub>10</sub>, D-Köln, Frankf. Str.**

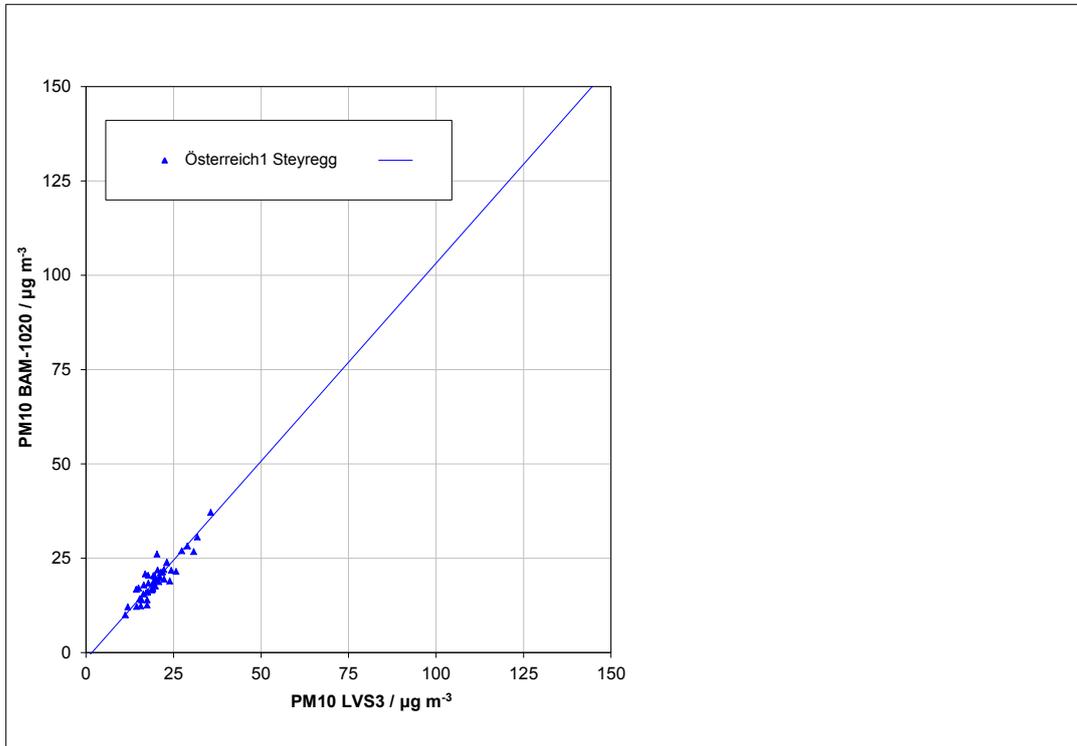


Abbildung 18: Referenz vs. Testgerät, Österreich 1, Messkomponente PM<sub>10</sub>, A-Steyregg

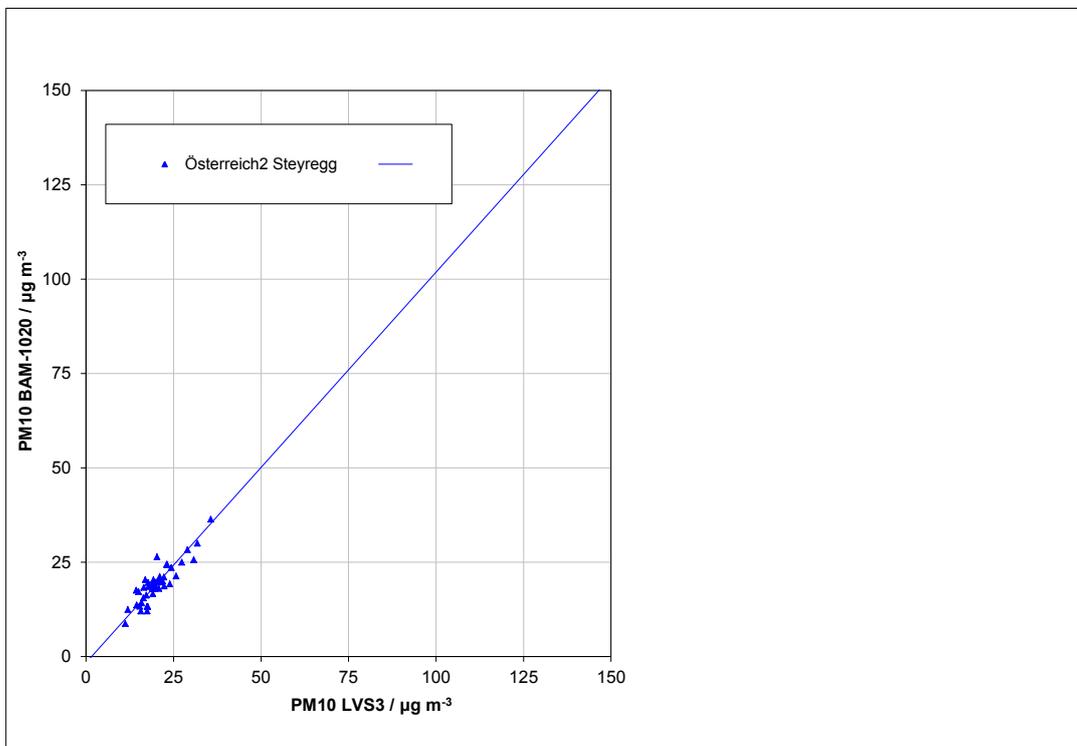
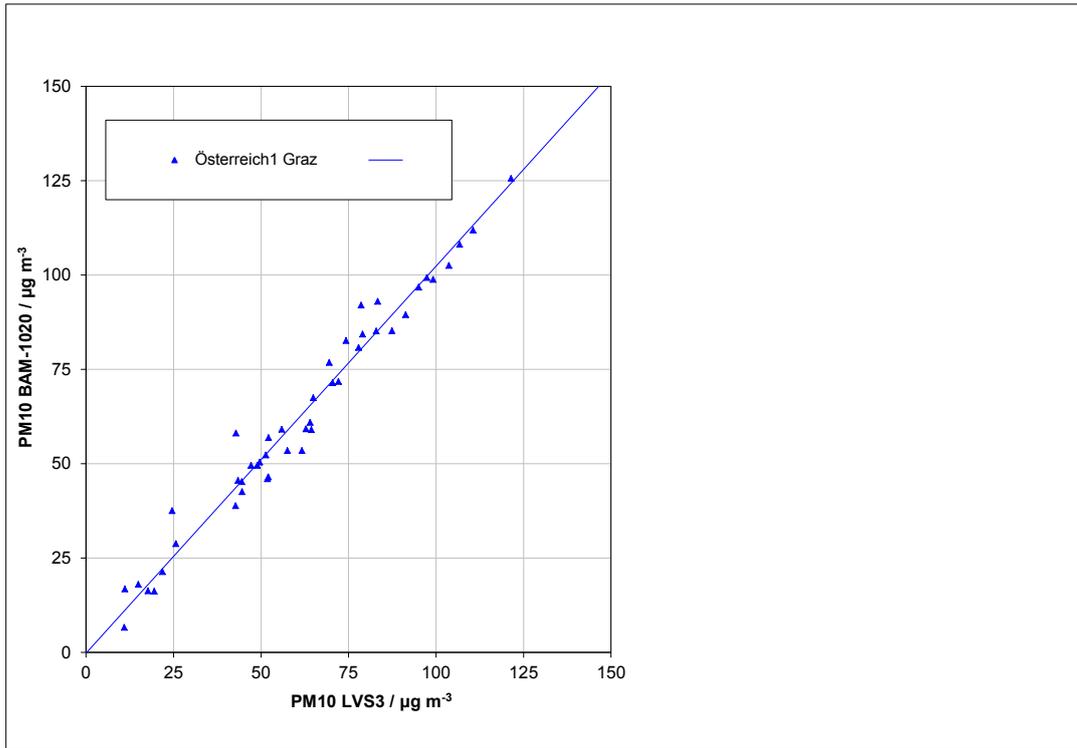
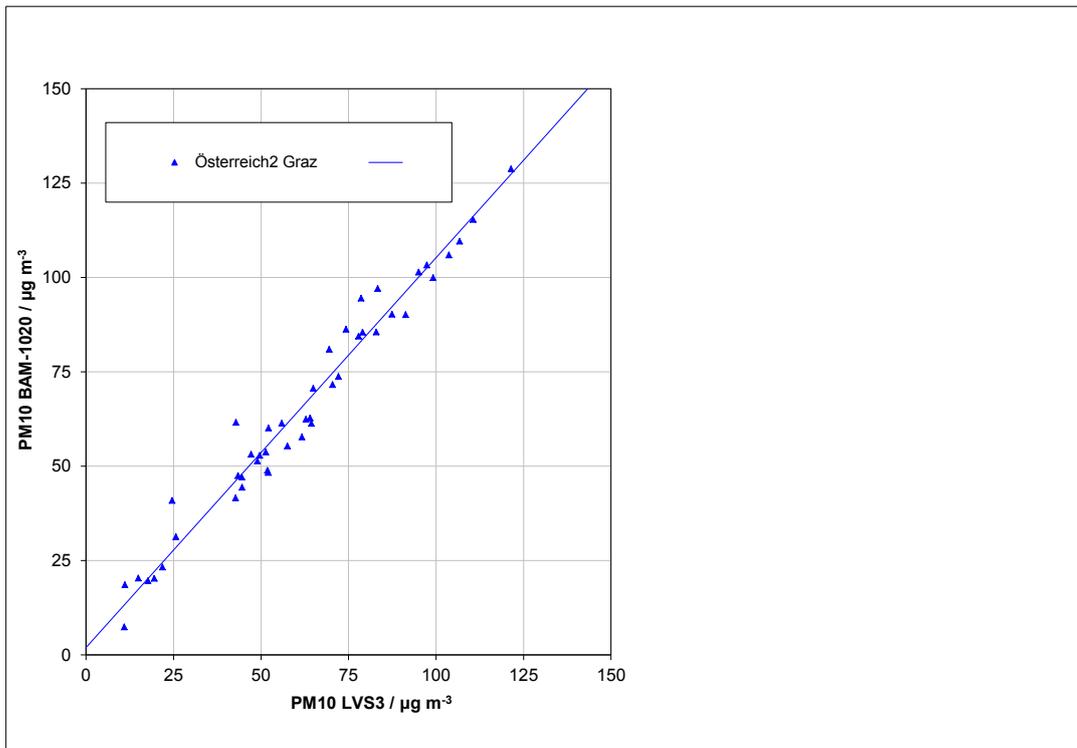


Abbildung 19: Referenz vs. Testgerät, Österreich 2, Messkomponente PM<sub>10</sub>, A-Steyregg



**Abbildung 20: Referenz vs. Testgerät, Österreich 1, Messkomponente PM<sub>10</sub>, A-Graz**



**Abbildung 21: Referenz vs. Testgerät, Österreich 2, Messkomponente PM<sub>10</sub>, A-Graz**

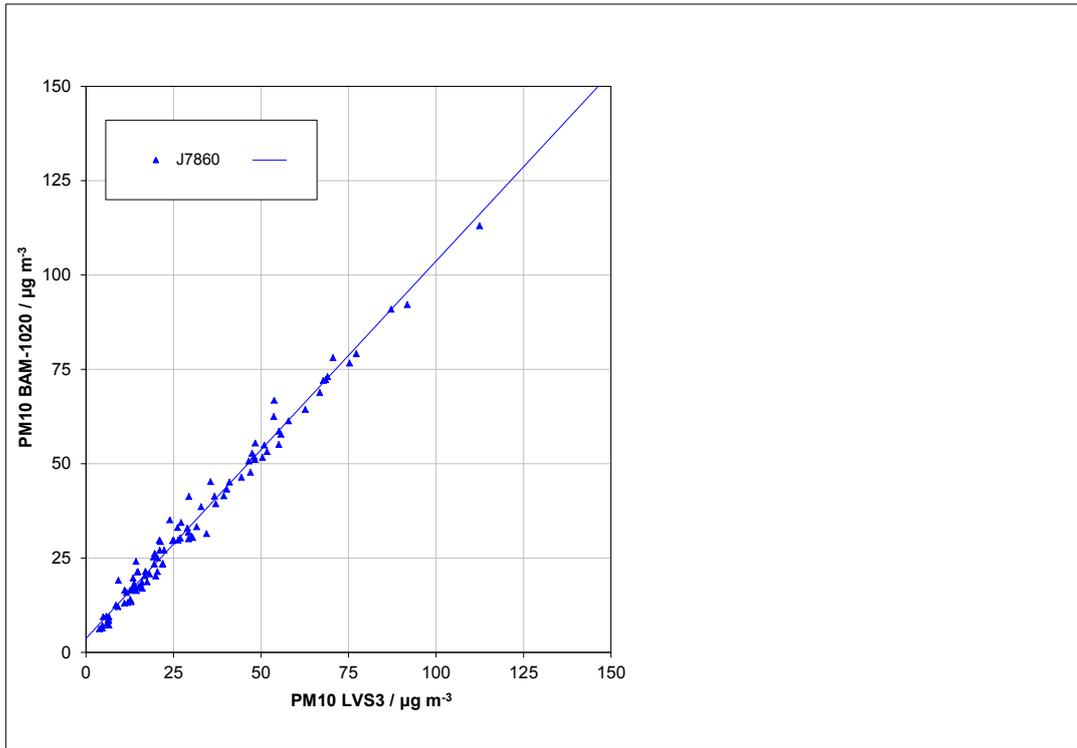


Abbildung 22: Referenz vs. Testgerät, J7860, Messkomponente PM<sub>10</sub>, CZ-Tusimice

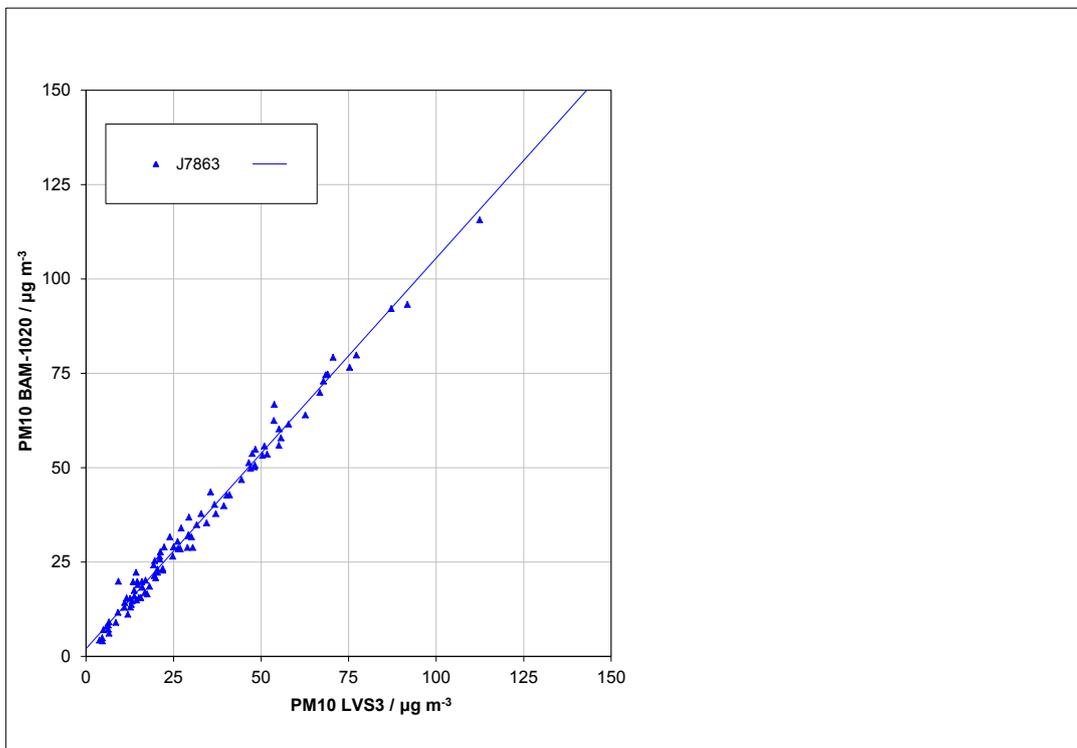
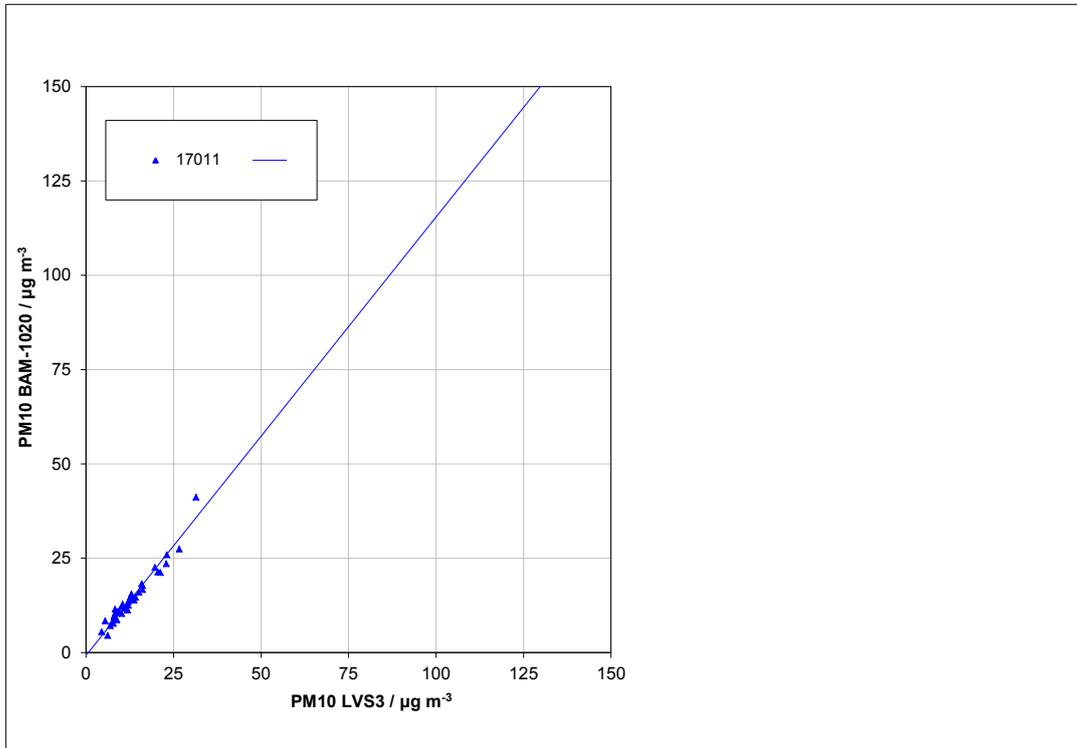
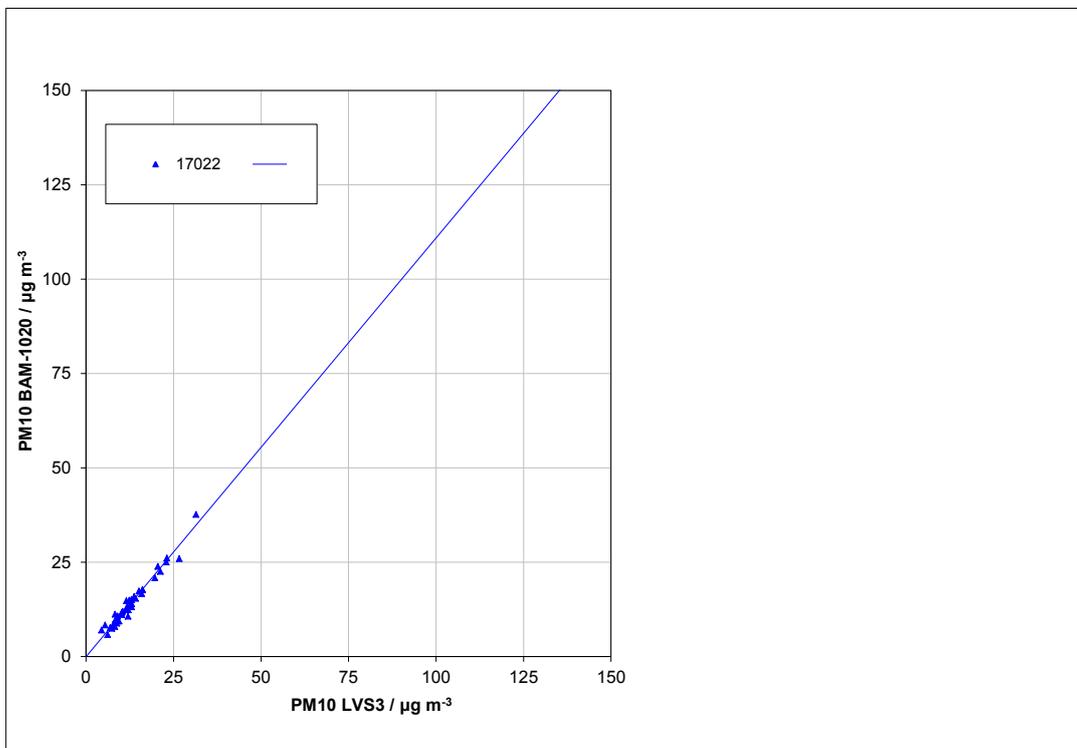


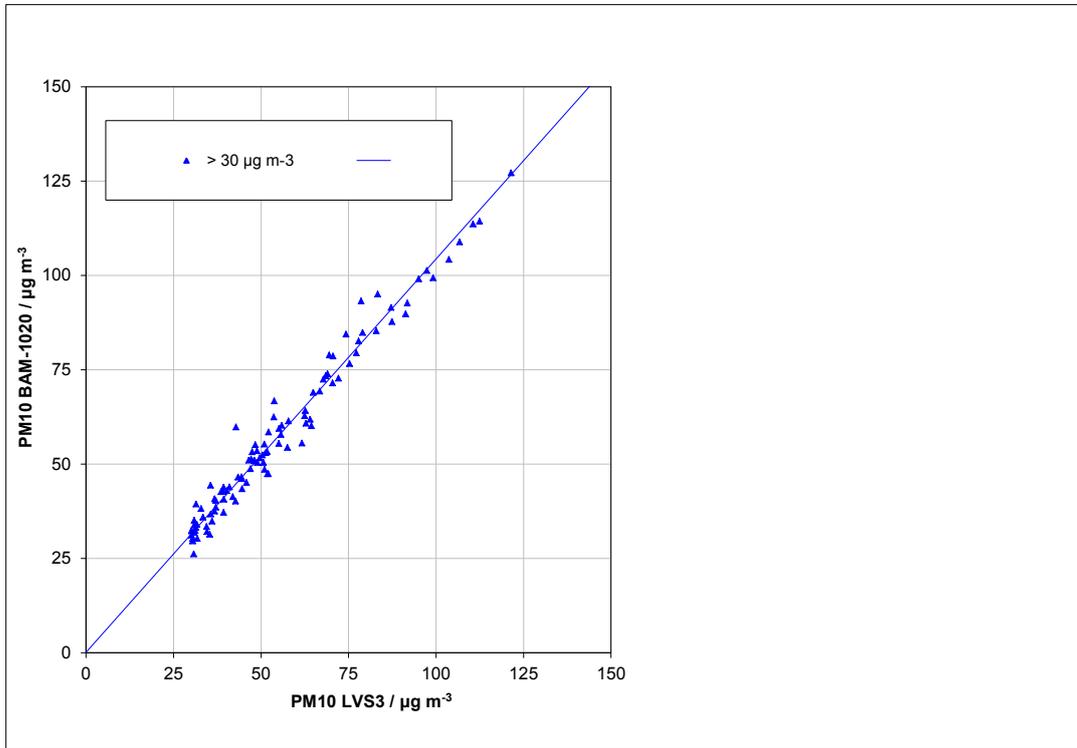
Abbildung 23: Referenz vs. Testgerät, J7863, Messkomponente PM<sub>10</sub>, CZ-Tusimice



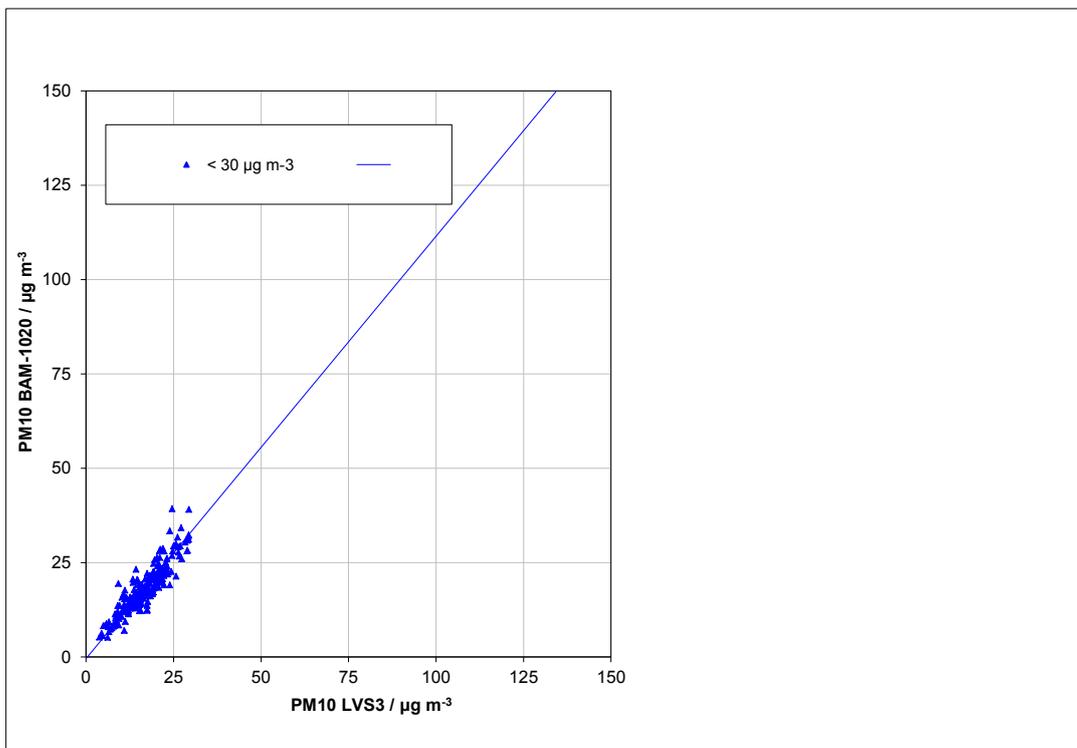
**Abbildung 24: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Messkomponente PM<sub>10</sub>, UK-Teddington**



**Abbildung 25: Referenz vs. Testgerät, SN 17022, Messkomponente PM<sub>10</sub>, UK-Teddington**



**Abbildung 26: Referenz vs. Testgerät, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Alle Standorte, Werte ≥ 30 µg/m³**



**Abbildung 27: Referenz vs. Testgerät, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Alle Standorte, Werte < 30 µg/m³**

#### 4. 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen

*Ist bei der Prüfung von PM<sub>2,5</sub>-Messeinrichtungen die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge größer als die in den Anforderungen an die Datenqualität nach Anhang B der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) festgelegte erweiterte relative Unsicherheit, ist eine Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen zulässig. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen gemäß den Punkten 9.5.3.2ff. des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ erfüllen.*

#### Durchführung der Prüfung

Siehe Modul 5.4.10

#### Auswertung

Tritt bei der Auswertung der Rohwerte gemäß Modul 5.4.10 der Fall  $W_{CM} > W_{dqo}$  auf, d.h. Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet, dann ist es zulässig, einen Korrekturfaktor oder -term anzuwenden, der aus der Regressionsgleichung für den gesamten Datensatz resultiert. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen für alle Datensätze oder Teildatensätze erfüllen (siehe Modul 5.4.10). Darüber hinaus kann eine Korrektur auch für den Fall, dass  $W_{CM} \leq W_{dqo}$  ist, genutzt werden, um die Genauigkeit der Prüflinge zu verbessern.

Es können drei verschiedene Fälle auftreten:

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

zu a)

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

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

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

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

und

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

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

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B des Leitfadens ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 5.4.10 ermittelt.

zu b)

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

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

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

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

und

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

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

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B des Leitfadens ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 5.4.10 ermittelt.

zu c)

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

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

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

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

und

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

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

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B des Leitfadens ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 5.4.10 ermittelt.

Die Werte für  $u_{c-s,\text{corr}}$  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 2008/50/EG verglichen und bewertet. Es sind zwei Fälle möglich:

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

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

## 6.5 Bewertung

Die Prüflinge erfüllen die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach einer Korrektur der Steigung. Die Korrektur führt zudem zu einer weiteren erheblichen Verbesserung der erweiterten Messunsicherheiten für den Gesamtdatensatz.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Die Auswertung des Gesamtdatensatzes für beide Prüflinge gemeinsam zeigt, dass die Messeinrichtung eine sehr gute Korrelation mit der Referenzmethode aufweist mit einer Steigung von 1,034 und einem Achsabschnitt von 0,843 bei einer erweiterten Gesamtunsicherheit von 16,0 % aufweist.

Da jedoch die erweiterte Unsicherheit für die Rohdatensätze A-Graz (Österreich 2) und UK-Teddington (17011) größer als 25% ist, ist zum Nachweis der Äquivalenz die Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen unabwendbar.

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 (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.

Der UK Equivalence Report aus 2006 hat diesen Punkt als Schwachstelle in der Statistik für den Äquivalenznachweis in der November 2005 Version des Leitfadens beschrieben, da „präzisere“ Geräte dadurch benachteiligt werden (Anhang E Abschnitt 4.2). Die gleiche Schwachstelle wurde 1:1 in die Januar 2010 Version des Leitfadens übernommen. Sowohl der TÜV Rheinland als auch die englischen Partner von NPL / Bureau Veritas sind der Meinung, dass der BAM-1020 für PM<sub>10</sub> in der Tat grundsätzlich durch die Statistik für seine Präzision benachteiligt wird.

In diesem konkreten Fall liegt die Steigung für den Gesamtdatensatz bei 1,034.

Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei 0,843.

Es erfolgt daher unter Punkt eine zusätzliche Auswertung unter Anwendung des entsprechenden Korrekturfaktors/-term auf die Datensätze für die Fälle:

a) Korrektur Achsabschnitt

Der Datensatz wird um den Achsabschnitt von 0,843 korrigiert. Die Auswertung ergibt, dass nach dieser Korrektur die Unsicherheit für den Datensatz UK-Teddington (17011) immer noch größer als 25% ist (siehe auch Tabelle 7). Damit reicht die Korrektur des Achsabschnitts alleine nicht zum Nachweis der Äquivalenz aus.

b) Korrektur Steigung

Der Datensatz wird um die Steigung von 1,034 korrigiert. Die Auswertung ergibt nun, dass für alle Datensätze die erweiterte Messunsicherheit kleiner als 25 % ist (siehe auch Tabelle 8). Damit kann die Äquivalenz nach der Steigungskorrektur nachgewiesen werden. Die erweiterte Messunsicherheit verbessert sich von 16,0 % auf 12,5 %.

c) Korrektur Achsabschnitt und Steigung

Der Datensatz wird um den Achsabschnitt von 0,843 und die Steigung von 1,034 korrigiert. Die Auswertung ergibt nun, dass für alle Datensätze die erweiterte Messunsicherheit kleiner als 25 % ist (siehe auch Tabelle 9). Damit kann die Äquivalenz nach der Abschnitts- und Steigungskorrektur nachgewiesen werden. Die erweiterte Messunsicherheit verbessert sich von 16,0 % auf 12,1 %.

Grundsätzlich wird die Korrektur der Steigung als ausreichend erachtet, da die zusätzliche Korrektur des Achsabschnitts nur zur marginalen Verbesserung der Datenqualität führt.

Die Version des Leitfadens vom Januar 2010 verlangt für den Fall des Betriebs der Messeinrichtung in einem Messnetz, dass die Geräte jährlich an einer Anzahl von Messstellen, die wiederum abhängig ist von der höchsten erweiterten Unsicherheit in der Äquivalenzprüfung, überprüft werden. Das entsprechende Kriterium zur Festlegung der Anzahl der Messstellen ist in 5 % Schritte unterteilt (Leitfaden [4], Kapitel 9.9.2, Tabelle 6). Es bleibt festzustellen, dass die höchste ermittelte erweiterte Unsicherheit nach der Korrektur der Steigung bzw. nach der Korrektur des Achsabschnitts und der Steigung im Bereich 10 % bis 15 % liegt.

Die entsprechende Umsetzung der oben genannten Anforderung zur regelmäßigen Überprüfung in den Messnetzen liegt in der Verantwortung des Messnetzbetreibers oder der zuständigen Behörde des Mitgliedstaates. Allerdings empfehlen der TÜV Rheinland wie auch die englischen Partner, dass die erweiterte Unsicherheit des Gesamtdatensatzes des Datensatzes hierzu herangezogen wird, nämlich 16,0 % (unkorrigierter Datensatz) respektive 12,5 % (Datensatz nach Steigungs-Korrektur) bzw. 12,1 % (Datensatz nach Achsabschnitts- und Steigungs-Korrektur), was wiederum eine jährliche Überprüfung an 4 respektive 3 Messorten erfordern würde.

## **6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses**

Tabelle 7 bis Tabelle 9 zeigen die Ergebnisse der Auswertungen der Äquivalenzprüfung nach Anwendung der Korrekturfaktoren/-terme auf den Gesamtdatensatz.

**Tabelle 7: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, nach Korrektur Achsabschnitt**

BAM-1020, PM10 Korrigiert um Achsabschnitt	35,3% > 28 µg m <sup>-3</sup>	Orthogonale Regression					Unsicherheit zwischen den Geräten	
		W <sub>CM</sub> / %	n <sub>c-s</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	Referenz	Prüflinge
Alle Standorte	14,2	320	0,982	1,034 +/- 0,008	0,000 +/- 0,290	0,67	1,22	
< 30 µg m <sup>-3</sup>	21,7	215	0,826	1,119 +/- 0,032	-1,288 +/- 0,557	0,53	1,09	
> 30 µg m <sup>-3</sup>	16,3	105	0,971	1,042 +/- 0,017	-0,701 +/- 1,031	0,91	1,49	
4294	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>			
		n <sub>c-s</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>	
Einzeldatensätze	Köln, Parkplatz	29	0,960	0,948 +/- 0,036	1,359 +/- 0,950	11,22	34,5	
	Titz - Rödingen	37	0,962	1,058 +/- 0,035	-0,466 +/- 0,782	11,91	18,9	
	Köln, Frankfurter Str.	28	0,963	1,025 +/- 0,039	-2,136 +/- 1,083	8,92	42,9	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>-3</sup>	68	0,814	1,040 +/- 0,065	-0,680 +/- 0,981	10,58	4,4	
	> 30 µg m <sup>-3</sup>	26	0,897	0,964 +/- 0,063	0,967 +/- 2,438	10,38	100,0	
	Alle Standorte	94	0,953	0,987 +/- 0,022	0,206 +/- 0,563	9,30	35,3	
4295	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>			
		n <sub>c-s</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>	
Einzeldatensätze	Köln, Parkplatz	29	0,970	0,990 +/- 0,033	1,839 +/- 0,862	10,54	34,5	
	Titz - Rödingen	37	0,961	1,056 +/- 0,035	0,417 +/- 0,785	14,52	18,9	
	Köln, Frankfurter Str.	28	0,969	1,021 +/- 0,035	-0,996 +/- 0,994	7,32	42,9	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>-3</sup>	68	0,830	1,056 +/- 0,053	0,092 +/- 0,952	14,49	4,4	
	> 30 µg m <sup>-3</sup>	26	0,929	1,025 +/- 0,056	-0,129 +/- 2,151	9,57	100,0	
	Alle Standorte	94	0,960	1,004 +/- 0,021	0,892 +/- 0,528	9,53	30,9	
Österreich1	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>			
		n <sub>c-s</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>	
Einzeldatensätze	Graz	45	0,969	1,025 +/- 0,027	-1,045 +/- 1,848	20,50	82,2	
	Steyregg	45	0,824	1,049 +/- 0,067	-2,593 +/- 1,392	8,95	8,9	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>-3</sup>	50	0,644	1,339 +/- 0,109	-7,631 +/- 2,135	39,58	2,0	
	> 30 µg m <sup>-3</sup>	40	0,960	1,057 +/- 0,034	-3,668 +/- 2,431	19,88	100,0	
	Alle Standorte	90	0,983	1,039 +/- 0,015	-2,137 +/- 0,729	15,78	45,6	
Österreich2	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>			
		n <sub>c-s</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>	
Einzeldatensätze	Graz	45	0,966	1,033 +/- 0,029	1,106 +/- 1,962	24,39	82,2	
	Steyregg	45	0,793	1,035 +/- 0,072	-2,511 +/- 1,489	10,09	8,9	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>-3</sup>	50	0,557	1,492 +/- 0,130	##### +/- 2,545	59,63	2,0	
	> 30 µg m <sup>-3</sup>	40	0,956	1,084 +/- 0,037	-3,138 +/- 2,635	21,77	100,0	
	Alle Standorte	90	0,980	1,079 +/- 0,016	-2,544 +/- 0,818	18,61	45,6	
J7860	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>			
		n <sub>c-s</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>-3</sup>	59	0,906	1,172 +/- 0,047	0,361 +/- 0,839	37,23	6,8	
	> 30 µg m <sup>-3</sup>	38	0,974	1,002 +/- 0,027	2,311 +/- 1,548	15,38	100,0	
	Alle Standorte (Tusimice)	97	0,984	0,999 +/- 0,013	2,896 +/- 0,492	15,92	43,3	
J7863	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>			
		n <sub>c-s</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>-3</sup>	58	0,913	1,158 +/- 0,045	-0,684 +/- 0,812	30,54	6,9	
	> 30 µg m <sup>-3</sup>	38	0,978	1,032 +/- 0,025	1,105 +/- 1,450	15,50	100,0	
	Alle Standorte (Tusimice)	96	0,987	1,035 +/- 0,012	1,193 +/- 0,461	15,54	43,8	
17011	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>			
		n <sub>c-s</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>-3</sup>	39	0,960	1,039 +/- 0,034	-0,210 +/- 0,458	8,21	0,0	
	> 30 µg m <sup>-3</sup>	1					100,0	
	Alle Standorte (Teddington)	40	0,949	1,162 +/- 0,042	-1,608 +/- 0,602	26,73	2,5	
17022	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>			
		n <sub>c-s</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>-3</sup>	39	0,958	1,051 +/- 0,035	-0,240 +/- 0,477	10,40	0,0	
	> 30 µg m <sup>-3</sup>	1					100,0	
	Alle Standorte (Teddington)	40	0,963	1,110 +/- 0,034	-0,893 +/- 0,488	19,05	2,5	

**Tabelle 8: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, nach Korrektur Steigung**

BAM-1020, PM10 Korrigiert um Steigung	35.3% > 28 µg m <sup>-3</sup>	Orthogonale Regression				Unsicherheit zwischen den Geräten	
		W <sub>CM</sub> / %	n <sub>c-s</sub> r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	Referenz	Prüflinge
Alle Standorte	12,5	320 0,982	1,000 +/- 0,008	0,824 +/- 0,280	0,67	1,18	
< 30 µg m <sup>-3</sup>	17,9	215 0,826	1,079 +/- 0,031	-0,372 +/- 0,538	0,53	1,06	
> 30 µg m <sup>-3</sup>	14,9	105 0,971	1,007 +/- 0,017	0,164 +/- 0,997	0,91	1,44	
4294	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>3</sup>		
		n <sub>c-s</sub> r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>3</sup>	
Einzeldatensätze	Köln, Parkplatz	29 0,960	0,917 +/- 0,035	2,144 +/- 0,919	12,72	34,5	
	Titz - Rbdingen	37 0,962	1,023 +/- 0,034	0,378 +/- 0,756	9,03	18,9	
	Köln, Frankfurter Str.	28 0,963	0,990 +/- 0,037	-1,235 +/- 1,048	10,44	42,9	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>3</sup>	68 0,814	1,003 +/- 0,053	0,219 +/- 0,949	8,97	4,4	
	> 30 µg m <sup>3</sup>	26 0,897	0,931 +/- 0,061	1,815 +/- 2,358	11,57	100,0	
	Alle Standorte	94 0,953	0,954 +/- 0,022	1,032 +/- 0,545	10,23	35,3	
4295	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>3</sup>		
		n <sub>c-s</sub> r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>3</sup>	
Einzeldatensätze	Köln, Parkplatz	29 0,970	0,957 +/- 0,032	2,605 +/- 0,834	9,04	34,5	
	Titz - Rbdingen	37 0,961	1,021 +/- 0,034	1,233 +/- 0,760	11,24	18,9	
	Köln, Frankfurter Str.	28 0,969	0,988 +/- 0,034	-0,135 +/- 0,962	7,70	42,9	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>3</sup>	68 0,830	1,018 +/- 0,052	0,961 +/- 0,921	11,33	4,4	
	> 30 µg m <sup>3</sup>	26 0,929	0,990 +/- 0,054	0,737 +/- 2,080	8,24	100,0	
	Alle Standorte	94 0,960	0,971 +/- 0,020	1,693 +/- 0,510	8,28	30,9	
Österreich1	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>3</sup>		
		n <sub>c-s</sub> r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>3</sup>	
Einzeldatensätze	Graz	45 0,969	0,991 +/- 0,027	-0,164 +/- 1,787	19,96	82,2	
	Steyregg	45 0,824	1,012 +/- 0,065	-1,624 +/- 1,347	9,63	8,9	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>3</sup>	50 0,644	1,285 +/- 0,105	-6,378 +/- 2,065	34,09	2,0	
	> 30 µg m <sup>3</sup>	40 0,960	1,022 +/- 0,033	-2,687 +/- 2,351	20,01	100,0	
	Alle Standorte	90 0,983	1,005 +/- 0,014	-1,240 +/- 0,705	15,78	45,6	
Österreich2	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>3</sup>		
		n <sub>c-s</sub> r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>3</sup>	
Einzeldatensätze	Graz	45 0,966	0,998 +/- 0,028	1,920 +/- 1,898	22,33	82,2	
	Steyregg	45 0,793	0,997 +/- 0,069	-1,531 +/- 1,441	11,48	8,9	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>3</sup>	50 0,557	1,429 +/- 0,126	-8,879 +/- 2,462	52,84	2,0	
	> 30 µg m <sup>3</sup>	40 0,956	1,048 +/- 0,036	-2,167 +/- 2,549	20,66	100,0	
	Alle Standorte	90 0,980	1,043 +/- 0,016	-1,631 +/- 0,791	17,32	45,6	
J7860	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>3</sup>		
		n <sub>c-s</sub> r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>3</sup>	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>3</sup>	59 0,906	1,131 +/- 0,046	1,195 +/- 0,812	32,66	6,8	
	> 30 µg m <sup>3</sup>	38 0,974	0,969 +/- 0,026	3,074 +/- 1,498	13,09	100,0	
	Alle Standorte (Tusimice)	97 0,984	0,966 +/- 0,012	3,625 +/- 0,476	13,28	43,3	
J7863	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>3</sup>		
		n <sub>c-s</sub> r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>3</sup>	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>3</sup>	58 0,913	1,119 +/- 0,044	0,182 +/- 0,786	26,26	6,9	
	> 30 µg m <sup>3</sup>	38 0,978	0,998 +/- 0,025	1,904 +/- 1,403	12,97	100,0	
	Alle Standorte (Tusimice)	96 0,987	1,001 +/- 0,012	1,975 +/- 0,446	12,77	43,8	
17011	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>3</sup>		
		n <sub>c-s</sub> r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>3</sup>	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>3</sup>	39 0,960	1,004 +/- 0,033	0,620 +/- 0,443	5,53	0,0	
	> 30 µg m <sup>3</sup>	1 +/-	+/-	+/-	100,0	100,0	
	Alle Standorte (Teddington)	40 0,949	1,123 +/- 0,041	-0,728 +/- 0,583	22,58	2,5	
17022	Datensatz	Orthogonale Regression			Grenzwert 50 µg m <sup>3</sup>		
		n <sub>c-s</sub> r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>3</sup>	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>3</sup>	39 0,958	1,016 +/- 0,034	0,592 +/- 0,461	7,27	0,0	
	> 30 µg m <sup>3</sup>	1 +/-	+/-	+/-	100,0	100,0	
	Alle Standorte (Teddington)	40 0,963	1,073 +/- 0,033	-0,040 +/- 0,473	15,26	2,5	

**Tabelle 9: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, nach Korrektur Achsabschnitt und Steigung**

BAM-1020, PM10 Korrigiert um Steigung und Achsabschnitt	35.3% > 28 µg m <sup>-3</sup>	Orthogonale Regression					Unsicherheit zwischen den Geräten	
		W <sub>CM</sub> / %	n <sub>c-s</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	Referenz	Prüflinge
Alle Standorte	12,1	320	0,982	1,000 +/- 0,008	0,009 +/- 0,280	0,67	1,18	
< 30 µg m <sup>-3</sup>	15,5	215	0,826	1,079 +/- 0,031	-1,187 +/- 0,538	0,53	1,06	
> 30 µg m <sup>-3</sup>	14,9	105	0,971	1,007 +/- 0,017	-0,651 +/- 0,997	0,91	1,44	
4294	Datensatz	Orthogonale Regression					Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>	
		n <sub>c-s</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>	
Einzeldatensätze	Köln, Parkplatz	29	0,960	0,917 +/- 0,035	1,329 +/- 0,919	15,05	34,5	
	Titz - Rödingen	37	0,962	1,023 +/- 0,034	-0,437 +/- 0,756	7,33	18,9	
	Köln, Frankfurter Str.	28	0,963	0,990 +/- 0,037	-2,050 +/- 1,048	12,87	42,9	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>-3</sup>	68	0,814	1,003 +/- 0,053	-0,596 +/- 0,949	9,11	4,4	
	> 30 µg m <sup>-3</sup>	26	0,897	0,931 +/- 0,061	1,000 +/- 2,358	13,74	100,0	
	Alle Standorte	94	0,953	0,954 +/- 0,022	0,217 +/- 0,545	12,26	35,3	
4295	Datensatz	Orthogonale Regression					Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>	
		n <sub>c-s</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>	
Einzeldatensätze	Köln, Parkplatz	29	0,970	0,957 +/- 0,032	1,790 +/- 0,834	9,04	34,5	
	Titz - Rödingen	37	0,961	1,021 +/- 0,034	0,418 +/- 0,760	8,91	18,9	
	Köln, Frankfurter Str.	28	0,969	0,988 +/- 0,034	-0,950 +/- 0,962	9,54	42,9	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>-3</sup>	68	0,830	1,018 +/- 0,052	0,146 +/- 0,921	9,59	4,4	
	> 30 µg m <sup>-3</sup>	26	0,929	0,990 +/- 0,054	-0,078 +/- 2,080	8,55	100,0	
	Alle Standorte	94	0,960	0,971 +/- 0,020	0,878 +/- 0,510	8,65	30,9	
Österreich1	Datensatz	Orthogonale Regression					Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>	
		n <sub>c-s</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>	
Einzeldatensätze	Graz	45	0,969	0,991 +/- 0,027	-0,979 +/- 1,787	20,64	82,2	
	Steyregg	45	0,824	1,012 +/- 0,065	-2,439 +/- 1,347	11,48	8,9	
	< 30 µg m <sup>-3</sup>	50	0,644	1,285 +/- 0,105	-7,193 +/- 2,065	31,13	2,0	
Gesamtdatensätze	> 30 µg m <sup>-3</sup>	40	0,960	1,022 +/- 0,033	-3,502 +/- 2,351	21,30	100,0	
	Alle Standorte	90	0,983	1,005 +/- 0,014	-2,055 +/- 0,705	16,94	45,6	
	Österreich2	Datensatz	Orthogonale Regression					Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>
n <sub>c-s</sub>			r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>	
Einzeldatensätze	Graz	45	0,966	0,998 +/- 0,028	1,105 +/- 1,898	21,51	82,2	
	Steyregg	45	0,793	0,997 +/- 0,069	-2,346 +/- 1,441	13,69	8,9	
	< 30 µg m <sup>-3</sup>	50	0,557	1,429 +/- 0,126	-9,694 +/- 2,462	49,76	2,0	
Gesamtdatensätze	> 30 µg m <sup>-3</sup>	40	0,956	1,048 +/- 0,036	-2,982 +/- 2,549	20,80	100,0	
	Alle Standorte	90	0,980	1,043 +/- 0,016	-2,446 +/- 0,791	17,28	45,6	
	J7860	Datensatz	Orthogonale Regression					Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>
n <sub>c-s</sub>			r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>-3</sup>	59	0,906	1,131 +/- 0,046	0,380 +/- 0,812	29,59	6,8	
	> 30 µg m <sup>-3</sup>	38	0,974	0,969 +/- 0,026	2,259 +/- 1,498	11,97	100,0	
	Alle Standorte (Tusimice)	97	0,984	0,966 +/- 0,012	2,810 +/- 0,476	11,73	43,3	
J7863	Datensatz	Orthogonale Regression					Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>	
		n <sub>c-s</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>-3</sup>	58	0,913	1,119 +/- 0,044	-0,633 +/- 0,786	23,28	6,9	
	> 30 µg m <sup>-3</sup>	38	0,978	0,998 +/- 0,025	1,089 +/- 1,403	11,54	100,0	
	Alle Standorte (Tusimice)	96	0,987	1,001 +/- 0,012	1,160 +/- 0,446	11,08	43,8	
17011	Datensatz	Orthogonale Regression					Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>	
		n <sub>c-s</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>-3</sup>	39	0,960	1,004 +/- 0,033	-0,195 +/- 0,443	4,58	0,0	
	> 30 µg m <sup>-3</sup>	1					100,0	
	Alle Standorte (Teddington)	40	0,949	1,123 +/- 0,041	-1,543 +/- 0,583	19,51	2,5	
17022	Datensatz	Orthogonale Regression					Grenzwert 50 µg m <sup>-3</sup>	
		n <sub>c-s</sub>	r <sup>2</sup>	Steigung (b) +/- u <sub>b</sub>	Achsabschnitt (a) +/- u <sub>a</sub>	W <sub>CM</sub> / %	% > 28 µg m <sup>-3</sup>	
Gesamtdatensätze	< 30 µg m <sup>-3</sup>	39	0,958	1,016 +/- 0,034	-0,223 +/- 0,461	5,30	0,0	
	> 30 µg m <sup>-3</sup>	1					100,0	
	Alle Standorte (Teddington)	40	0,963	1,073 +/- 0,033	-0,855 +/- 0,473	12,29	2,5	

## **5. Anhang (Messdaten)**

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10, Bericht-Nr.: 936/21220762/A

Anlage 1

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 1 von 13

<b>Hersteller</b> Net One Instruments						Schwebstaub PM10	
<b>Gerätetyp</b> BAM-1020						Messwerte in µg/m <sup>3</sup> i.B.	
<b>Serien-Nr.</b> Gerät 1 / Gerät 2							
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 2 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Gerät 1 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Gerät 2 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Bemerkung	Standort
1	11.02.2006	35,2	35,5	29,8	32,9	Geräte 4294 / 4295	D-Köln, Parkplatz
2	12.02.2006			25,7	26,0		
3	13.02.2006	33,4	35,7	30,9	33,3		
4	14.02.2006						
5	15.02.2006	12,5	11,7	10,9	12,7		
6	16.02.2006	9,8	9,4	10,1	11,5		
7	17.02.2006	9,6	9,2	8,2	8,7		
8	18.02.2006			14,0	13,3		
9	19.02.2006			10,4	11,5		
10	20.02.2006	9,2	10,0	12,4	14,7		
11	21.02.2006	14,0	13,8	14,1	16,1		
12	22.02.2006	16,0	16,1	17,7	18,9		
13	23.02.2006			20,5	20,3		
14	24.02.2006			29,5	31,1		
15	25.02.2006	27,9	28,8	29,1	31,6		
16	26.02.2006			31,1	32,2		
17	27.02.2006			32,1	34,1		
18	28.02.2006			11,8	14,0		
19	01.03.2006	15,5	15,7	15,6	14,9		
20	02.03.2006	19,1	20,0	22,1	21,8		
21	03.03.2006	45,8	45,9	43,9	46,3		
22	04.03.2006			46,1	47,8		
23	05.03.2006			21,0	23,1		
24	06.03.2006	21,1	21,0	19,8	22,0		
25	07.03.2006	26,2	26,6	26,8	28,7		
26	08.03.2006	14,6	13,6	14,3	16,3		
27	09.03.2006	14,8	14,6	16,8	16,2		
28	10.03.2006	12,1	12,0	11,1	11,6		
29	11.03.2006			25,8	27,5		
30	12.03.2006			29,9	31,7		

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Messeinrichtung BAM-1020  
 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die  
 Komponente Schwebstaub PM10, Bericht-Nr.: 936/21220762/A

**Anlage 1**
**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**
**Blatt 2 von 13**

<b>Hersteller</b>		Net One Instruments				Schwebstaub PM10			
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020				Messwerte in µg/m³ i.B.			
<b>Serien-Nr.</b>		Gerät 1 / Gerät 2							
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2. PM10 [µg/m³]	Gerät 1 PM10 [µg/m³]	Gerät 2 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort		
31	13.03.2006	24,7	24,5	25,7	28,0	Geräte 4294 / 4295	D-Köln, Parkplatz		
32	14.03.2006	30,2	30,1	31,4	33,2				
33	15.03.2006	33,3	33,6	35,2	36,7				
34	16.03.2006	39,2	39,1	42,1	43,5				
35	17.03.2006			39,5	40,8				
36	18.03.2006	37,0	37,2	40,3	40,4				
37	19.03.2006			58,8	61,9				
38	20.03.2006	62,5	62,5	60,9	64,8				
39	21.03.2006			31,8	32,9				
40	22.03.2006	29,3	29,4	31,1	33,6				
41	23.03.2006	21,3	22,7	28,8	28,7				
42	24.03.2006			33,6	36,1				
43	25.03.2006	8,1	9,8	11,5	12,2				
44	26.03.2006			11,1	11,5				
45	27.03.2006			13,4	14,7				
46	28.03.2006	8,9	9,3	13,4	13,8				
47	29.03.2006	10,3	11,2	16,1	17,3				
48	30.03.2006			9,8	10,6				
49	31.03.2006	9,6	10,9	15,3	16,3				
50	01.04.2006			11,5	12,5				
51	02.04.2006			10,0	10,5				
52	03.04.2006			20,3	22,8				
53	04.04.2006			24,7	26,7				
54	26.07.2006	49,1	48,6	52,8	54,2			Geräte 4294 / 4295	D-Titz-Rödingen
55	27.07.2006	39,0	39,7	43,4	44,4				
56	28.07.2006								
57	29.07.2006								
58	30.07.2006	17,8	19,2	20,0	21,6				
59	31.07.2006	17,6	18,7	21,3	21,8				
60	01.08.2006	15,9	16,0	16,8	19,6				

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Messeinrichtung BAM-1020  
mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die  
Komponente Schwebstaub PM10, Bericht-Nr.: 936/21220762/A

Seite 45 von 68

Anlage 1

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 3 von 13

<b>Hersteller</b>		Net One Instruments				Schwebstaub PM10			
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020				Messwerte in µg/m³ i.B.			
<b>Serien-Nr.</b>		Gerät 1 / Gerät 2							
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2. PM10 [µg/m³]	Gerät 1 PM10 [µg/m³]	Gerät 2 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort		
61	02.08.2006	17,4	17,8	18,7	20,2	Geräte 4294 / 4295	D-Titz-Rödingen		
62	03.08.2006	16,5	17,6	16,2	17,8				
63	04.08.2006	22,5	23,0	24,8	25,0				
64	05.08.2006	20,1	21,4	24,3	25,2				
65	06.08.2006	18,7	18,7	21,0	22,4				
66	07.08.2006	22,0	22,9	21,6	23,3				
67	08.08.2006	14,6	14,8	13,7	14,8				
68	09.08.2006	29,8	28,0	27,7	28,5				
69	10.08.2006	22,6	22,9	23,0	23,7				
70	11.08.2006	18,0	16,6	16,9	17,5				
71	12.08.2006	20,4	19,5	20,5	21,8				
72	13.08.2006	13,8	12,9	13,5	13,2				
73	14.08.2006	13,8	12,9	20,4	20,9				
74	15.08.2006	30,7	30,3	29,9	30,5				
75	16.08.2006	22,0	23,6	24,8	25,3				
76	17.08.2006	16,9	17,8	16,9	17,7				
77	18.08.2006	12,1	11,6	13,1	12,7				
78	19.08.2006	11,5	13,2	13,8	15,4				
79	20.08.2006	10,3	11,6	13,5	14,4				
80	21.08.2006	15,4	15,5	18,5	18,8				
81	22.08.2006	19,5	20,4	21,0	21,7				
82	23.08.2006	38,2	38,9	42,6	42,8				
83	24.08.2006	15,0	16,1	17,1	18,4				
84	25.08.2006	31,9	31,0	32,5	34,0				
85	26.08.2006	31,1	30,6	32,3	31,5				
86	27.08.2006	21,3	21,0	22,8	23,5				
87	28.08.2006	12,8	13,2	14,4	14,6				
88	29.08.2006	13,7	14,5	15,7	14,5				
89	30.08.2006								
90	31.08.2006	16,7	18,2	22,3	22,0				

**Anlage 1**
**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**
**Blatt 4 von 13**

<b>Hersteller</b>		Net One Instruments				Schwebstaub PM10	
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020				Messwerte in µg/m³ i.B.	
<b>Serien-Nr.</b>		Gerät 1 / Gerät 2					
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2. PM10 [µg/m³]	Gerät 1 PM10 [µg/m³]	Gerät 2 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
91	01.09.2006	23,3	23,1	26,1	26,1	Geräte 4294 / 4295	D-Titz-Rödingen
92	02.09.2006	20,4	20,0	20,5	23,5		
93	03.09.2006	9,3	8,9	10,3	12,6		
94	29.09.2006	32,9	30,4	33,5	34,6	Geräte 4294 / 4295	D-Köln, Frankf. Str.
95	30.09.2006	18,8	19,7	16,5	17,8		
96	01.10.2006	15,2	15,4	11,5	13,0		
97	02.10.2006	17,9	17,0	12,0	13,1		
98	03.10.2006	18,8	18,1	15,4	16,9		
99	04.10.2006	23,5	23,7	21,5	23,3		
100	05.10.2006	14,1	12,6	15,2	15,7		
101	06.10.2006	14,1	12,8	13,1	13,0		
102	07.10.2006	20,6	21,3	19,3	20,1		
103	08.10.2006	23,7	23,0	21,8	22,0		
104	09.10.2006	30,4	30,4	30,8	29,7		
105	10.10.2006	36,2	35,9	34,8	35,0		
106	11.10.2006	39,7	38,9	36,5	37,9		
107	12.10.2006	51,1	50,4	49,5	51,3		
108	13.10.2006	42,0	42,0	40,3	42,5		
109	14.10.2006	52,1	50,0	47,8	49,3		
110	15.10.2006	37,7	35,7	37,5	37,6		
111	16.10.2006	31,0	29,2	32,0	32,8		
112	17.10.2006	31,8	30,1	33,8	33,9		
113	18.10.2006	31,8	30,1	34,8	35,4		
114	19.10.2006	22,7	21,6	21,8	23,2		
115	20.10.2006	14,2	13,1	13,3	14,5		
116	21.10.2006	13,6	11,8	12,0	13,8		
117	22.10.2006	13,2	12,9	11,6	15,2		
118	23.10.2006	15,4	15,4	15,4	16,7		
119	24.10.2006	19,4	19,2	18,1	18,6		
120	25.10.2006	19,8	18,7	22,5	22,5		

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10, Bericht-Nr.: 936/21220762/A

Seite 47 von 68

**Anlage 1**

**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 5 von 13**

<b>Hersteller</b>		Net One Instruments				Schwebstaub PM10	
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020				Messwerte in µg/m³ i.B.	
<b>Serien-Nr.</b>		Gerät 1 / Gerät 2					
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2. PM10 [µg/m³]	Gerät 1 PM10 [µg/m³]	Gerät 2 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
121	26.10.2006	33,4	29,0	31,1	33,7	Geräte 4294 / 4295	D-Köln, Frankf. Str.
122	05.06.2008	20,2	20,4	26,1	26,4	Geräte Österreich 1 / Österreich 2	A-Steyregg
123	06.06.2008	16,6	17,3	20,8	20,3		
124	07.06.2008	13,9	14,9	16,7	17,6		
125	08.06.2008	20,7	21,5	20,0	21,2		
126	09.06.2008	14,7	15,4	17,1	17,2		
127	10.06.2008						
128	11.06.2008	24,1	24,7	21,8	23,5		
129	12.06.2008	21,9	22,7	22,0	21,1		
130	13.06.2008	19,6	20,1	17,6	19,7		
131	14.06.2008	17,6	17,9	20,4	19,6		
132	15.06.2008	16,2	16,6	15,5	15,5		
133	16.06.2008	12,0	11,9	12,1	12,4		
134	17.06.2008						
135	18.06.2008		14,4	15,5	14,3		
136	19.06.2008						
137	20.06.2008		20,4	23,8	21,6		
138	21.06.2008		19,5	18,9	18,6		
139	22.06.2008		27,6	21,2	21,6		
140	23.06.2008		23,1	22,3	22,1		
141	24.06.2008						
142	25.06.2008	28,6	29,4	28,2	28,3		
143	26.06.2008	31,2	32,4	30,6	30,0		
144	27.06.2008	25,4		28,0	27,8		
145	28.06.2008	16,5	16,5	17,9	18,3		
146	29.06.2008	16,7	17,7	15,9	16,2		
147	30.06.2008	19,4	18,6	18,3	18,0		
148	01.07.2008						
149	02.07.2008						
150	03.07.2008	35,6	35,8	37,1	36,4		

**Anlage 1**

**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 6 von 13**

<b>Hersteller</b>		Net One Instruments				Schwebstaub PM10	
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020				Messwerte in µg/m <sup>3</sup> i.B.	
<b>Serien-Nr.</b>		Gerät 1 / Gerät 2					
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 2. PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Gerät 1 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Gerät 2 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Bemerkung	Standort
151	04.07.2008	19,5	19,1	20,4	20,4	Geräte Österreich 1 / Österreich 2	A-Steyregg
152	05.07.2008	18,1	17,6	18,4	18,5		
153	06.07.2008	14,4	14,6	12,2	13,7		
154	07.07.2008	23,6	24,2	19,0	19,2		
155	08.07.2008						
156	09.07.2008	15,6	16,3	14,0	14,2		
157	10.07.2008	19,7	18,3	17,2	18,0		
158	11.07.2008	20,0	18,8	18,7	19,2		
159	12.07.2008	19,0	19,2	16,8	16,6		
160	13.07.2008	15,7	15,7	12,4	12,0		
161	14.07.2008	20,5	21,5	20,2	20,0		
162	15.07.2008						
163	16.07.2008	22,9	23,4	23,8	24,3		
164	17.07.2008	17,3	17,6	12,6	12,1		
165	18.07.2008	20,9	20,8	18,8	18,0		
166	19.07.2008	15,5	15,2	14,2	13,3		
167	20.07.2008	17,3	17,6	14,0	13,3		
168	21.07.2008	18,6	18,9	16,6	18,8		
169	22.07.2008						
170	23.07.2008	22,6	22,0	19,4	18,7		
171	24.07.2008	30,5	31,1	26,8	25,7		
172	25.07.2008	26,8	28,0	27,0	25,0		
173	26.07.2008	20,4	20,5	21,9	19,9		
174	27.07.2008	21,7	22,0	21,4	20,1		
175	28.07.2008	22,5	23,7	23,9	24,5		
176	29.07.2008						
177	30.07.2008	19,5	20,4	19,4	18,5		
178	31.07.2008	19,3	20,1	20,1	18,0		
179	01.08.2008	25,6	25,9	21,5	21,3		
180	02.08.2008	16,8	18,4	16,0	13,2		

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Messeinrichtung BAM-1020  
mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die  
Komponente Schwebstaub PM10, Bericht-Nr.: 936/21220762/A

Seite 49 von 68

Anlage 1

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 7 von 13

<b>Hersteller</b>		Net One Instruments				Schwebstaub PM10	
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020				Messwerte in µg/m <sup>3</sup> i.B.	
<b>Serien-Nr.</b>		Gerät 1 / Gerät 2					
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 2. PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Gerät 1 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Gerät 2 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Bemerkung	Standort
181	03.08.2008	10,7	11,7	10,0	8,7	Geräte Österreich 1 / Österreich 2	A-Steyregg
182	04.08.2008	20,5	22,1	21,2	19,7		
183	05.12.2007	121,1	121,8	125,6	128,7	Geräte Österreich 1 / Österreich 2	A-Graz
184	06.12.2007	107,7	105,9	108,1	109,6		
185	10.12.2007	71,4	69,5	71,4	71,6		
186	13.12.2007	11,3	11,0	16,8	18,6		
187	16.12.2007		31,1	30,5	31,9		
188	17.12.2007	53,8		52,1	53,4		
189	19.12.2007		82,5	90,0	91,9		
190	20.12.2007	78,6	79,5	84,3	85,5		
191	07.01.2008		107,4	109,9	113,1		
192	08.01.2008	95,5		94,6	101,4		
193	09.01.2008		86,5	91,4	93,0		
194	10.01.2008	65,0	64,9	67,4	70,6		
195	13.01.2008	63,7	62,1	59,2	62,4		
196	14.01.2008	50,4	48,8	50,4	52,9		
197	15.01.2008	49,3	48,6	49,5	51,4		
198	16.01.2008	52,9	51,3	46,5	48,3		
199	17.01.2008	57,9	57,1	53,5	55,3		
200	20.01.2008	63,9	64,2	61,0	62,8		
201	21.01.2008	100,5	97,9	98,8	99,9		
202	22.01.2008	44,6	44,6	42,6	44,4		
203	23.01.2008	52,4	50,3	52,3	53,7		
204	24.01.2008	90,6	92,0	89,5	90,1		
205	28.01.2008	20,1	18,9	16,2	20,3		
206	30.01.2008	78,2	77,6	80,8	84,4		
207	31.01.2008	72,8	71,4	71,8	73,8		
208	03.02.2008	22,0	21,7	21,4	23,3		
209	04.02.2008	55,5	56,3	59,1	61,4		
210	05.02.2008	44,7	44,3	45,2	47,1		

**Anlage 1**
**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**
**Blatt 8 von 13**

<b>Hersteller</b>		Net One Instruments				Schwebstaub PM10	
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020				Messwerte in µg/m³ i.B.	
<b>Serien-Nr.</b>		Gerät 1 / Gerät 2					
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	Gerät 1 PM10 [µg/m³]	Gerät 2 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
211	06.02.2008	43,3	43,6	45,6	47,5	Geräte Österreich 1 / Österreich 2	A-Graz
212	07.02.2008	43,2	42,2	38,9	41,5		
213	10.02.2008	64,6	64,1	59,0	61,3		
214	11.02.2008	83,6	82,3	85,1	85,5		
215	12.02.2008	87,9	87,0	85,2	90,2		
216	13.02.2008	111,4	109,8	111,9	115,3		
217	14.02.2008	97,9	96,8	99,3	103,3		
218	17.02.2008	52,6	51,2	46,0	48,9		
219	18.02.2008	47,1	47,2	49,5	53,1		
220	19.02.2008	69,7	69,2	76,8	81,0		
221	20.02.2008	102,8	104,5	102,5	105,9		
222	21.02.2008	84,0	82,7	93,0	97,1		
223	24.02.2008	60,9	62,4	53,4	57,7		
224	25.02.2008	73,8	74,8	82,6	86,2		
225	26.02.2008	79,6	77,7	92,0	94,5		
226	27.02.2008	43,1	42,6	58,1	61,6		
227	28.02.2008	52,7	51,6	56,9	60,1		
228	02.03.2008	10,8	11,1	6,6	7,4		
229	03.03.2008	24,3	24,9	37,5	40,9		
230	04.03.2008	15,2	14,7	18,0	20,4		
231	05.03.2008	17,3	18,2	16,3	19,6		
232	06.03.2008	26,0	25,3	28,8	31,3		
233	07.01.2010	47,0		47,7	49,8		
234	08.01.2010	50,4		51,6	53,3		
235	09.01.2010			50,8	51,6		
236	10.01.2010			17,6	16,7		
237	11.01.2010	40,2		43,2	42,7		
238	12.01.2010	53,7		62,5	62,5		
239	13.01.2010	68,5		72,2	74,6		
240	14.01.2010	31,6		33,3	34,9		

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Messeinrichtung BAM-1020  
mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die  
Komponente Schwebstaub PM10, Bericht-Nr.: 936/21220762/A

Seite 51 von 68

**Anlage 1**

**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 9 von 13**

<b>Hersteller</b>		Net One Instruments				Schwebstaub PM10	
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020				Messwerte in µg/m <sup>3</sup> i.B.	
<b>Serien-Nr.</b>		Gerät 1 / Gerät 2					
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 2. PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Gerät 1 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Gerät 2 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Bemerkung	Standort
241	15.01.2010	44,4		46,4	46,8	Geräte J7860 / J7863	CZ-Tusimice
242	16.01.2010			41,0	40,8		
243	17.01.2010			51,6	51,0		
244	18.01.2010	21,9		23,6	23,3		
245	19.01.2010	29,3		30,1	32,2		
246	20.01.2010	51,7		53,2	53,6		
247	21.01.2010	77,2		79,1	79,8		
248	22.01.2010	91,8		92,1	93,2		
249	23.01.2010			89,9	89,9		
250	24.01.2010			69,4	71,3		
251	25.01.2010			64,4	64,6		
252	26.01.2010	53,8		66,8	66,7		
253	27.01.2010	48,4		55,4	54,8		
254	28.01.2010	5,8		9,6	7,9		
255	29.01.2010	6,0		7,7			
256	30.01.2010			10,4			
257	31.01.2010						
258	01.02.2010	12,7		14,0	13,0		
259	02.02.2010	6,4		8,4	8,3		
260	03.02.2010	9,2		12,1	11,7		
261	04.02.2010	55,7		57,8	57,9		
262	05.02.2010	55,1		55,1	55,9		
263	06.02.2010	66,8		68,9	69,9		
264	07.02.2010	46,5		50,7	51,3		
265	08.02.2010	48,3		51,1	50,6		
266	09.02.2010	62,7		64,4	64,0		
267	10.02.2010	87,2		90,9	92,1		
268	11.02.2010	50,9		54,9	55,7		
269	12.02.2010	16,1		17,0	18,3		
270	13.02.2010	11,0		13,0	13,0		

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Messeinrichtung BAM-1020  
 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die  
 Komponente Schwebstaub PM10, Bericht-Nr.: 936/21220762/A

**Anlage 1**
**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**
**Blatt 10 von 13**

<b>Hersteller</b>		Net One Instruments				Schwebstaub PM10	
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020				Messwerte in µg/m³ i.B.	
<b>Serien-Nr.</b>		Gerät 1 / Gerät 2					
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2. PM10 [µg/m³]	Gerät 1 PM10 [µg/m³]	Gerät 2 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
271	14.02.2010	29,2		31,8	31,9	Geräte J7860 / J7863	CZ-Tusimice
272	15.02.2010	47,5		52,8	53,8		
273	16.02.2010	57,9		61,3	61,5		
274	17.02.2010	75,3		76,6	76,6		
275	18.02.2010	69,0		73,0	74,8		
276	19.02.2010	55,2		58,6	60,3		
277	20.02.2010	20,4		21,4	22,3		
278	21.02.2010	19,9		20,2	20,8		
279	22.02.2010	67,8		72,0	72,9		
280	23.02.2010	112,5		113,0	115,6		
281	24.02.2010	70,6		78,1	79,2		
282	25.02.2010	64,6					
283	26.02.2010	37,1		39,4	37,8		
284	27.02.2010	25,0		29,8	29,0		
285	28.02.2010	13,5		19,7	19,7		
286	01.03.2010	6,5		9,5	9,1		
287	02.03.2010	13,8		18,2	17,4		
288	03.03.2010	12,6		16,4	15,3		
289	04.03.2010	14,9		21,4	19,0		
290	05.03.2010	14,3		24,1	22,3		
291	06.03.2010	24,0		35,1	31,7		
292	20.04.2010	41,0		45,1	42,8		
293	21.04.2010	13,8		17,2	15,9		
294	22.04.2010	19,6		26,2	25,4		
295	23.04.2010	32,9		38,6	37,8		
296	24.04.2010	48,0		51,9	50,2		
297	25.04.2010	36,8		41,4	40,2		
298	26.04.2010	20,4		25,1	23,1		
299	27.04.2010	19,5		23,4	21,4		
300	28.04.2010	26,2		33,1	30,5		

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10, Bericht-Nr.: 936/21220762/A

Seite 53 von 68

Anlage 1

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 11 von 13

<b>Hersteller</b>		Net One Instruments				Schwebstaub PM10	
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020				Messwerte in µg/m <sup>3</sup> i.B.	
<b>Serien-Nr.</b>		Gerät 1 / Gerät 2					
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 2. PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Gerät 1 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Gerät 2 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Bemerkung	Standort
301	29.04.2010	35,6		45,2	43,6	Geräte J7860 / J7863	CZ-Tusimice
302	30.04.2010	27,2		34,4	34,0		
303	01.05.2010	13,2		16,6	14,7		
304	02.05.2010	29,0		33,0	28,9		
305	03.05.2010	15,1		17,4	15,5		
306	04.05.2010	21,1		27,0	25,7		
307	05.05.2010	24,8		29,6	26,6		
308	06.05.2010	12,0		13,2	11,2		
309	07.05.2010	8,5		12,5	9,0		
310	08.05.2010	18,1		20,8	18,5		
311	09.05.2010	15,7		17,8	15,6		
312	10.05.2010	39,4		41,5	39,9		
313	11.05.2010	30,5		30,4	28,8		
314	12.05.2010	14,4		16,3	14,9		
315	13.05.2010	17,5		18,7	16,5		
316	14.05.2010	4,7		6,4	4,9		
317	15.05.2010	12,9		13,4	13,8		
318	16.05.2010	16,0		18,6	19,8		
319	17.05.2010	19,4		25,3	24,2		
320	18.05.2010	11,6		15,9	15,5		
321	19.05.2010	6,4		8,8	7,2		
322	20.05.2010	11,0		16,5	14,2		
323	21.05.2010	26,4		29,8	28,5		
324	22.05.2010	27,0		30,3	28,5		
325	23.05.2010	16,8		20,3	16,9		
326	24.05.2010	17,0		21,4	20,2		
327	25.05.2010	21,2		29,3	27,7		
328	26.05.2010	30,2		30,7	31,7		
329	27.05.2010	29,4		41,3	36,9		
330	28.05.2010	22,3		27,1	29,0		

**Anlage 1**
**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**
**Blatt 12 von 13**

<b>Hersteller</b>		Net One Instruments				Schwebstaub PM10	
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020				Messwerte in µg/m³ i.B.	
<b>Serien-Nr.</b>		Gerät 1 / Gerät 2					
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2. PM10 [µg/m³]	Gerät 1 PM10 [µg/m³]	Gerät 2 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
331	29.05.2010	34,5		31,5	35,4	Geräte J7860 / J7863	CZ-Tusimice
332	30.05.2010	6,6		7,2	6,1		
333	31.05.2010	3,9		6,2	4,3		
334	01.06.2010	4,7		7,1	4,1		
335	02.06.2010	4,9		9,4	7,0		
336	03.06.2010	9,2		19,1	19,9		
337	04.06.2010	14,7		21,3	19,8		
338	05.06.2010	21,0		29,8	26,6		
339	06.06.2010	22,0		23,3	22,9		
340	10.04.2012			8,8	9,8		
341	11.04.2012			9,6	11,9		
342	12.04.2012	13,8	13,7	15,9	13,9		
343	13.04.2012	21,3	21,2	22,5	21,2		
344	14.04.2012	11,4	11,7	14,8	12,0		
345	15.04.2012	11,5	12,2	13,4	11,3		
346	16.04.2012	10,4	10,0	11,1	10,3		
347	17.04.2012	8,7	8,4	9,8	9,1		
348	18.04.2012	8,3	8,2	7,9	8,9		
349	19.04.2012	12,1	10,9	12,6	11,8		
350	20.04.2012	6,9	6,9	7,6	7,1		
351	21.04.2012	7,9	7,7	8,6	7,7		
352	22.04.2012	9,1	8,5	8,8	8,7		
353	23.04.2012	7,4	7,4	7,4	7,9		
354	24.04.2012	12,1	12,0	12,4	12,5		
355	25.04.2012	9,4	9,5	9,4	10,9		
356	26.04.2012	12,4	12,3	14,9	13,9		
357	27.04.2012	13,9	14,4	15,4	14,6		
358	28.04.2012	4,4	4,5	7,0	5,5		
359	29.04.2012	8,2	8,4	11,2	11,5		
360	30.04.2012	15,1	15,2	17,4	16,0		

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10, Bericht-Nr.: 936/21220762/A

Seite 55 von 68

**Anlage 1**

**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 13 von 13**

<b>Hersteller</b>		Net One Instruments				Schwebstaub PM10	
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020				Messwerte in µg/m³ i.B.	
<b>Serien-Nr.</b>		Gerät 1 / Gerät 2					
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2. PM10 [µg/m³]	Gerät 1 PM10 [µg/m³]	Gerät 2 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
361	01.05.2012	20,5	20,6	23,9	21,3	Geräte 17022 / 17011	UK-Teddington
362	02.05.2012	22,8	23,1	25,0	23,5		
363	03.05.2012	16,0	16,3	17,7	17,8		
364	04.05.2012	12,8	13,1	15,1	15,5		
365	05.05.2012	10,2	10,2	11,6	12,2		
366	06.05.2012	16,4	15,9	17,6	16,7		
367	07.05.2012	10,3	10,6	12,0	12,8		
368	08.05.2012	12,6	13,0	13,9	13,9		
369	09.05.2012	5,5	5,5	8,3	8,4		
370	10.05.2012	6,1	6,2	5,8	4,5		
371	11.05.2012	8,4	8,6	9,9	10,6		
372	12.05.2012	12,9	13,2	13,9	15,0		
373	13.05.2012	12,1	11,9	10,6	13,4		
374	14.05.2012	8,0	8,0	8,1	9,7		
375	15.05.2012	8,9	9,1	10,7	10,9		
376	16.05.2012	13,0	13,1	13,1	15,2		
377	17.05.2012	26,4	27,0	25,9	27,4		
378	18.05.2012	22,9	23,4	26,1	25,9		
379	19.05.2012	19,4	20,0	20,9	22,5		
380	20.05.2012	15,9	16,0	16,6	18,2		
381	21.05.2012	31,2	31,7	37,7	41,2		

**Anlage 2**
**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**
**Blatt 1 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]		
1	11.02.2006	D-Köln, Parkplatz	1,9	82,9	0,0		
2	12.02.2006		2,5	65,3	0,7		
3	13.02.2006		4,1	61,0	1,0		
4	14.02.2006		5,4	79,7	1,4		
5	15.02.2006		7,1	84,8	1,4		
6	16.02.2006		7,2	75,8	0,9		
7	17.02.2006		6,6	66,7	1,1		
8	18.02.2006		5,4	80,2	0,2		
9	19.02.2006		6,9	69,2	0,8		
10	20.02.2006		3,2	82,6	1,0		
11	21.02.2006		4,0	72,2	1,0		
12	22.02.2006		1,8	60,9	1,4		
13	23.02.2006		0,5	50,9	1,1		
14	24.02.2006		2,6	49,7	1,9		
15	25.02.2006		1,0	50,8	1,3		
16	26.02.2006		-1,9	72,8	0,5		
17	27.02.2006		1,2	89,1	0,2		
18	28.02.2006		1,2	88,9	1,7		
19	01.03.2006		-0,7	71,4	1,2		
20	02.03.2006		0,7	60,2	0,3		
21	03.03.2006		0,3	80,6	0,5		
22	04.03.2006		0,2	69,4	0,0		
23	05.03.2006		2,6	65,8	1,6		
24	06.03.2006		2,4	69,6	2,4		
25	07.03.2006		2,8	54,0	0,5		
26	08.03.2006		4,9	86,9	0,9		
27	09.03.2006		7,9	81,5	1,1		
28	10.03.2006		4,9	77,4	0,5		
29	11.03.2006		-1,2	68,7	2,3		
30	12.03.2006		-3,2	51,9	0,7		

**Anlage 2**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 2 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]		
31	13.03.2006	D-Köln, Parkplatz	-0,1	42,0	0,5		
32	14.03.2006		2,2	39,6	0,8		
34	15.03.2006		4,4	42,9	0,9		
34	16.03.2006		2,6	46,4	1,0		
35	17.03.2006		2,8	52,3	1,9		
36	18.03.2006		3,8	57,7	1,2		
37	19.03.2006		4,5	55,5	0,7		
38	20.03.2006		3,9	62,4	0,5		
39	21.03.2006		3,6	43,3	1,0		
40	22.03.2006		3,3	42,2	2,0		
41	23.03.2006		6,6	33,7	1,8		
42	24.03.2006		8,7	72,3	0,3		
43	25.03.2006		13,4	66,4	1,7		
44	26.03.2006		15,6	66,7	0,5		
45	27.03.2006		13,4	60,2	1,4		
46	28.03.2006		9,8	58,2	0,7		
47	29.03.2006		9,1	70,2	0,9		
48	30.03.2006		12,8	68,7	1,3		
49	31.03.2006		12,2	61,9	2,6		
50	01.04.2006		10,7	65,2	0,8		
51	02.04.2006		11,5	46,8	3,0		
52	03.04.2006		8,3	59,9	1,2		
53	04.04.2006		5,5	54,0	1,4		
54	26.07.2006	D-Titz-Rödingen	26,5	55,8	0,0		
55	27.07.2006		24,1	64,7	0,0		
56	28.07.2006		20,6	80,1	0,0		
57	29.07.2006		21,7	70,5	0,0		
58	30.07.2006		21,0	70,5	0,0		
59	31.07.2006		20,1	63,0	0,0		
60	01.08.2006		17,5	71,6	1,0		

**Anlage 2**
**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**
**Blatt 3 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]		
61	02.08.2006	D-Titz-Rödingen	15,7	72,8	0,8		
62	03.08.2006		15,1	79,8	0,0		
63	04.08.2006		17,9	77,2	0,2		
64	05.08.2006		19,3	73,3	0,1		
65	06.08.2006		18,7	71,0	0,1		
66	07.08.2006		18,8	75,0	0,3		
67	08.08.2006		15,9	71,7	0,2		
68	09.08.2006		15,0	78,3	0,0		
69	10.08.2006		13,7	78,1	0,0		
70	11.08.2006		12,7	81,0	0,1		
71	12.08.2006		14,1	74,4	0,1		
72	13.08.2006		15,0	71,8	0,6		
73	14.08.2006		15,2	80,4	0,4		
74	15.08.2006		16,0	79,4	0,2		
75	16.08.2006		17,4	75,3	0,2		
76	17.08.2006		18,9	73,9	0,2		
77	18.08.2006		18,8	68,8	1,6		
78	19.08.2006		18,3	72,4	0,1		
79	20.08.2006		16,5	75,0	1,7		
80	21.08.2006		15,7	80,3	0,3		
81	22.08.2006		14,8	79,5	0,0		
82	23.08.2006		17,5	72,0	0,1		
83	24.08.2006		16,0	75,1	1,2		
84	25.08.2006		16,1	80,5	0,1		
85	26.08.2006		15,5	79,9	0,0		
86	27.08.2006		15,6	80,5	0,1		
87	28.08.2006		12,7	81,7	0,4		
88	29.08.2006		12,7	77,8	0,2		
89	30.08.2006		13,1	79,6	0,0		
90	31.08.2006		16,9	69,9	0,6		

**Anlage 2**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 4 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]		
91	01.09.2006	D-Titz-Rödingen	20,0	66,1	0,6		
92	02.09.2006		19,8	65,5	2,1		
93	03.09.2006		20,2	75,9	2,7		
94	29.09.2006	D-Köln, Frankf. Str.	18,7	68,5	0,4		
95	30.09.2006		18,2	67,3	0,1		
96	01.10.2006		18,6	63,8	0,5		
97	02.10.2006		16,6	64,2	0,3		
98	03.10.2006		14,3	73,4	0,2		
99	04.10.2006		12,7	75,6	0,4		
100	05.10.2006		14,9	68,1	0,2		
101	06.10.2006		15,9	72,1	1,2		
102	07.10.2006		12,1	70,4	2,0		
103	08.10.2006		12,7	69,6	0,0		
104	09.10.2006		15,4	70,2	0,1		
105	10.10.2006		15,1	74,7	0,1		
106	11.10.2006		16,7	70,6	0,7		
107	12.10.2006		17,4	75,3	0,1		
108	13.10.2006		15,3	77,8	0,0		
109	14.10.2006		11,7	73,8	0,6		
110	15.10.2006		11,6	67,7	0,4		
111	16.10.2006	11,7	67,3	2,0			
112	17.10.2006	12,6	65,8	2,6			
113	18.10.2006	15,1	65,3	1,3			
114	19.10.2006	15,1	76,0	1,6			
115	20.10.2006	14,9	76,7	0,1			
116	21.10.2006	15,7	69,1	0,3			
117	22.10.2006	16,6	69,3	1,6			
118	23.10.2006	16,7	76,9	1,2			
119	24.10.2006	13,2	74,5	2,2			
120	25.10.2006	14,5	66,3	2,8			

**Anlage 2**
**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**
**Blatt 5 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]		
121	26.10.2006	D-Köln, Frankf. Str.	19,1	64,2	0,5		
122	05.06.2008	A-Steyregg	18,1	73,1	2,2		
123	06.06.2008		17,8	77,2	1,9		
124	07.06.2008		17,9	76,6	1,0		
125	08.06.2008		17,4	85,0	0,8		
126	09.06.2008		19,9	71,1	1,3		
127	10.06.2008		22,4	64,9	1,2		
128	11.06.2008		18,5	74,5	1,8		
129	12.06.2008		16,8	65,2	1,5		
130	13.06.2008		10,9	80,0	1,3		
131	14.06.2008		13,3	71,9	0,6		
132	15.06.2008		16,9	58,7	0,8		
134	16.06.2008		16,9	69,1	1,0		
134	17.06.2008		16,6	83,1	1,0		
135	18.06.2008		16,8	84,0	1,0		
136	19.06.2008		20,0	70,9	0,8		
137	20.06.2008		21,2	65,3	1,3		
138	21.06.2008		22,5	63,9	1,0		
139	22.06.2008		26,2	62,6	0,8		
140	23.06.2008		24,8	64,4	1,1		
141	24.06.2008		21,9	75,4	1,0		
142	25.06.2008		25,1	70,1	1,3		
143	26.06.2008		20,5	85,6	0,9		
144	27.06.2008		20,5	71,3	0,8		
145	28.06.2008		20,5	67,6	1,4		
146	29.06.2008		23,7	65,1	1,0		
147	30.06.2008		21,0	73,3	1,3		
148	01.07.2008		22,8	65,0	1,6		
149	02.07.2008		24,2	68,6	1,2		
150	03.07.2008		24,0	69,5	1,9		

**Anlage 2**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 6 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]		
151	04.07.2008	A-Steyregg	18,1	70,5	1,9		
152	05.07.2008		18,9	60,3	1,3		
153	06.07.2008		21,6	76,4	1,2		
154	07.07.2008		14,8	93,0	1,2		
155	08.07.2008		17,6	70,3	1,2		
156	09.07.2008		17,7	73,8	1,1		
157	10.07.2008		20,7	72,0	0,7		
158	11.07.2008		24,6	61,9	1,6		
159	12.07.2008		19,8	80,8	1,4		
160	13.07.2008		17,0	87,1	1,6		
161	14.07.2008		15,8	82,8	1,5		
162	15.07.2008		19,5	61,0	1,9		
163	16.07.2008		21,2	66,8	1,4		
164	17.07.2008		15,6	92,5	0,7		
165	18.07.2008		15,9	86,4	0,9		
166	19.07.2008		21,4	69,7	1,0		
167	20.07.2008		17,8	82,5	1,4		
168	21.07.2008		15,1	68,3	1,7		
169	22.07.2008		13,9	81,5	2,5		
170	23.07.2008		16,1	80,1	1,4		
171	24.07.2008		15,6	93,9	1,3		
172	25.07.2008		18,2	94,6	0,8		
173	26.07.2008		20,9	87,5	0,3		
174	27.07.2008		22,3	72,5	1,4		
175	28.07.2008		23,6	64,4	1,8		
176	29.07.2008		24,3	69,9	0,9		
177	30.07.2008		23,2	74,6	1,2		
178	31.07.2008		22,8	71,3	1,1		
179	01.08.2008		24,3	68,3	1,5		
180	02.08.2008		20,4	84,9	0,7		

**Anlage 2**
**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**
**Blatt 7 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]		
181	03.08.2008	A-Steyregg	22,1	72,7	0,9		
182	04.08.2008		22,2	69,2	2,1		
183	05.12.2007	A-Graz	1,1	83,9	0,1		
184	06.12.2007						
185	10.12.2007		1,1	98,4	0,2		
186	13.12.2007		4,7	41,4	1,8		
187	16.12.2007		-1,3	84,7	0,6		
188	17.12.2007		-2,7	83,5	0,3		
189	19.12.2007		-4,8	84,8	0,8		
190	20.12.2007		-5,9	89,1	0,7		
191	07.01.2008		-1,2	93,9	0,3		
192	08.01.2008						
193	09.01.2008		-1,6	88,0	0,2		
194	10.01.2008		-1,9	90,6	0,3		
195	13.01.2008		3,1	100,0	0,0		
196	14.01.2008		2,2	97,9	0,2		
197	15.01.2008		0,6	98,0	0,4		
198	16.01.2008		3,4	91,6	0,3		
199	17.01.2008		4,5	97,9	0,1		
200	20.01.2008		5,9	90,5	0,1		
201	21.01.2008		3,9	89,2	0,2		
202	22.01.2008		4,4	58,3	1,2		
203	23.01.2008		0,4	61,6	0,7		
204	24.01.2008						
205	28.01.2008		4,6	67,4	0,9		
206	30.01.2008		2,2	80,1	0,3		
207	31.01.2008		2,6	78,2	0,6		
208	03.02.2008		2,7	77,3	0,8		
209	04.02.2008		3,5	89,4	0,3		
210	05.02.2008						

**Anlage 2**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 8 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
211	06.02.2008	A-Graz	3,1	93,7	0,4		
212	07.02.2008	A-Graz	2,8	58,1	1,1		
213	10.02.2008	A-Graz	1,4	69,0	0,2		
214	11.02.2008	A-Graz	0,2	73,7	0,4		
215	12.02.2008	A-Graz	-0,7	72,5	0,3		
216	13.02.2008	A-Graz					
217	14.02.2008	A-Graz					
218	17.02.2008	A-Graz	-3,5	46,3	0,4		
219	18.02.2008	A-Graz	4,4	33,9	0,6		
220	19.02.2008	A-Graz	4,5	53,3	0,7		
221	20.02.2008	A-Graz					
222	21.02.2008	A-Graz					
223	24.02.2008	A-Graz	8,1	61,0	0,3		
224	25.02.2008	A-Graz					
225	26.02.2008	A-Graz	8,4	65,5	0,4		
226	27.02.2008	A-Graz	10,2	53,1	0,6		
227	28.02.2008	A-Graz	7,1	68,1	0,6		
228	02.03.2008	A-Graz	13,3	41,7	1,9		
229	03.03.2008	A-Graz	12,2	51,9	1,2		
230	04.03.2008	A-Graz	3,2	77,6	0,8		
231	05.03.2008	A-Graz	1,7	46,5	1,3		
232	06.03.2008	A-Graz	2,0	42,8	0,6		
234	07.01.2010	CZ-Tusimice	-7,0	85,0	0,0		
234	08.01.2010	CZ-Tusimice	-7,0	92,0	0,6		
235	09.01.2010	CZ-Tusimice	-6,0	93,0	0,6		
236	10.01.2010	CZ-Tusimice	-4,0	94,0	1,2		
237	11.01.2010	CZ-Tusimice	-7,0	92,0	0,0		
238	12.01.2010	CZ-Tusimice	-8,0	92,0	0,0		
239	13.01.2010	CZ-Tusimice	-7,0	94,0	0,0		
240	14.01.2010	CZ-Tusimice	-3,0	91,0	0,0		

**Anlage 2**
**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**
**Blatt 9 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
241	15.01.2010	CZ-Tusimice	-3,0	92,0	0,0		
242	16.01.2010		-2,0	88,0	0,6		
243	17.01.2010		-3,0	93,0	0,0		
244	18.01.2010			94,0	0,0		
245	19.01.2010		-13,0	24,0			
246	20.01.2010		-8,0	53,0			
247	21.01.2010		-5,0	91,0	0,0		
248	22.01.2010		-8,0	88,0	0,0		
249	23.01.2010		-9,0	91,0	0,0		
250	24.01.2010		-8,0	87,0	0,0		
251	25.01.2010		-9,0	87,0	0,6		
252	26.01.2010		-10,0	85,0	0,6		
253	27.01.2010		-13,0	79,0	0,6		
254	28.01.2010		-2,0	85,0	2,5		
255	29.01.2010		-1,0	88,0	1,2		
256	30.01.2010		-2,0	82,0	1,2		
257	31.01.2010		-7,0	85,0	0,0		
258	01.02.2010		-8,0	84,0	0,0		
259	02.02.2010		-2,0	80,0	1,2		
260	03.02.2010		-1,0	82,0	1,2		
261	04.02.2010		-5,0	92,0	0,6		
262	05.02.2010		-2,0	89,0	0,0		
263	06.02.2010		-2,0	96,0	0,0		
264	07.02.2010		-7,0	89,0	0,6		
265	08.02.2010		-9,0	84,0	0,0		
266	09.02.2010		-8,0	85,0	0,0		
267	10.02.2010		-6,0	91,0	0,0		
268	11.02.2010		-6,0	90,0	1,2		
269	12.02.2010		-5,0	90,0	0,0		
270	13.02.2010		-5,0	86,0	0,0		

**Anlage 2**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 10 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
271	14.02.2010	CZ-Tusimice	-6,0	85,0	0,0		
272	15.02.2010		-5,0	82,0	0,0		
273	16.02.2010		-7,0	84,0	0,6		
274	17.02.2010		-7,0	91,0	0,0		
275	18.02.2010		-1,0	93,0	0,0		
276	19.02.2010		0,0	96,0	0,0		
277	20.02.2010		1,0	82,0	0,6		
278	21.02.2010		-1,0	84,0	0,6		
279	22.02.2010		-2,0	92,0	0,0		
280	23.02.2010		0,0	89,0	0,0		
281	24.02.2010		3,0	92,0	0,0		
282	25.02.2010		3,0	86,0	0,6		
283	26.02.2010		2,0	90,0	0,6		
284	27.02.2010		4,0	73,0	1,2		
285	28.02.2010		0,0	88,0	0,0		
286	01.03.2010		3,0	71,0	2,5		
287	02.03.2010		0,0	78,0	0,6		
288	03.03.2010		-1,0	75,0	1,2		
289	04.03.2010		-3,0	82,0	0,6		
290	05.03.2010		-5,0	74,0	1,9		
291	06.03.2010		-6,0	82,0	1,2		
292	20.04.2010		9,0	72,0	0,6		
293	21.04.2010		6,0	70,0	1,9		
294	22.04.2010		4,0	63,0	1,2		
295	23.04.2010		5,0	67,0	0,6		
296	24.04.2010		10,0	60,0	0,6		
297	25.04.2010		11,0	64,0	0,6		
298	26.04.2010		11,0	73,0	1,2		
299	27.04.2010		11,0	74,0	1,2		
300	28.04.2010		11,0	70,0	0,6		

**Anlage 2**
**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**
**Blatt 11 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
301	29.04.2010	CZ-Tusimice	15,0	60,0	0,6		
302	30.04.2010		17,0	60,0	1,2		
303	01.05.2010		14,0	73,0	0,0		
304	02.05.2010		11,0	93,0	0,6		
305	03.05.2010		11,0	87,0	0,6		
306	04.05.2010		8,0	89,0	0,6		
307	05.05.2010		7,0	85,0	1,2		
308	06.05.2010		8,0	96,0	0,0		
309	07.05.2010		9,0	80,0	0,6		
310	08.05.2010		9,0	74,0	0,6		
311	09.05.2010		9,0	83,0	0,6		
312	10.05.2010		10,0	92,0	0,0		
313	11.05.2010		13,0	90,0	0,6		
314	12.05.2010		13,0	79,0	1,2		
315	13.05.2010		9,0	84,0	0,6		
316	14.05.2010		7,0	91,0	0,6		
317	15.05.2010		6,0	89,0	1,9		
318	16.05.2010		9,0	74,0	2,5		
319	17.05.2010		11,0	71,0	2,5		
320	18.05.2010		9,0	73,0	3,1		
321	19.05.2010		8,0	88,0	1,2		
322	20.05.2010		11,0	92,0	0,6		
323	21.05.2010		13,0	86,0	1,2		
324	22.05.2010		16,0	76,0	0,6		
325	23.05.2010		14,0	80,0	1,2		
326	24.05.2010		15,0	84,0	1,2		
327	25.05.2010		14,0	84,0	1,2		
328	26.05.2010		11,0	90,0	0,0		
329	27.05.2010		14,0	87,0	1,2		
330	28.05.2010		14,0	85,0	0,6		

**Anlage 2**

**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**

**Blatt 12 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
331	29.05.2010	CZ-Tusimice	14,0	77,0	0,6		
332	30.05.2010		13,0	87,0	0,6		
333	31.05.2010		10,0	83,0	1,9		
334	01.06.2010		10,0	87,0	2,5		
335	02.06.2010		11,0	91,0	2,5		
336	03.06.2010		12,0	95,0	1,2		
337	04.06.2010		14,0	78,0	1,2		
338	05.06.2010		16,0	73,0	0,6		
339	06.06.2010		19,0	74,0	0,6		
340	10.04.2012	UK-Teddington	8,1	69,5	0,2		
341	11.04.2012		8,6	69,6	0,4		
342	12.04.2012		7,3	81,6	0,2		
343	13.04.2012		9,6	69,1	0,7		
344	14.04.2012		8,1	60,1	2,2		
345	15.04.2012		5,8	63,9	1,5		
346	16.04.2012		8,4	51,9	1,0		
347	17.04.2012		8,5	75,4	0,9		
348	18.04.2012		8,4	85,8	0,9		
349	19.04.2012		8,1	86,1	0,1		
350	20.04.2012		7,8	79,4	0,2		
351	21.04.2012		8,9	70,6	0,2		
352	22.04.2012		9,7	75,8	0,5		
353	23.04.2012		7,9	84,4	2,0		
354	24.04.2012		9,4	70,5	1,5		
355	25.04.2012		10,0	83,6	1,9		
356	26.04.2012		11,4	71,7	1,2		
357	27.04.2012		11,3	77,8	0,7		
358	28.04.2012		7,5	91,8	3,5		
359	29.04.2012		11,3	73,8	2,4		
360	30.04.2012	14,6	69,7	2,4			

**Anlage 2**
**Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten**
**Blatt 13 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
361	01.05.2012	UK-Teddington	14,0	76,2	0,6		
362	02.05.2012		10,8	80,9	1,2		
363	03.05.2012		8,5	86,7	0,6		
364	04.05.2012		8,4	77,4	1,7		
365	05.05.2012		7,8	66,5	1,8		
366	06.05.2012		7,2	72,9	0,7		
367	07.05.2012		11,9	82,2	0,8		
368	08.05.2012		13,9	78,5	0,4		
369	09.05.2012		14,9	91,0	0,8		
370	10.05.2012		14,8	82,0	0,7		
371	11.05.2012		11,5	56,0	1,2		
372	12.05.2012		10,8	58,0	0,8		
373	13.05.2012		12,1	58,7	0,4		
374	14.05.2012		8,7	83,0	0,3		
375	15.05.2012		7,5	76,4	1,0		
376	16.05.2012		11,1	62,7	0,4		
377	17.05.2012		12,6	58,1	1,5		
378	18.05.2012		13,6	79,0	0,6		
379	19.05.2012		13,1	69,8	1,6		
380	20.05.2012		12,2	76,2	1,9		
381	21.05.2012		14,5	75,5	1,5		

## TÜV RHEINLAND ENERGY GMBH



### ADDENDUM

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM<sub>10</sub> zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006

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

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



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

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

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

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

Die Akkreditierung 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 PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

**Leerseite**

## Inhaltsverzeichnis

1.	KURZFASSUNG .....	9
1.1	Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse 13	
2.	AUFGABENSTELLUNG .....	18
2.1	Art der Prüfung 18	
2.2	Zielsetzung 18	
3.	BESCHREIBUNG DER GEPRÜFTEN MESSEINRICHTUNG.....	20
3.1	Messprinzip 20	
3.2	Funktionsweise der Messeinrichtung 21	
3.3	Umfang und Aufbau der Messeinrichtung 23	
4.	PRÜFPROGRAMM.....	39
4.1	Allgemeines 39	
4.2	Laborprüfung 41	
4.3	Feldtest 42	
5.	REFERENZMESSVERFAHREN.....	55
6.	PRÜFERGEBNISSE .....	57
6.1	1 Messbereiche.....	57
6.1	2 Negative Signale.....	58
6.1	3 Nullniveau und Nachweisgrenze (7.4.3).....	59
6.1	4 Genauigkeit des Volumenstroms (7.4.4) .....	61
6.1	5 Konstanz des Probenvolumenstroms (7.4.5).....	63
6.1	6 Dichtheit des Probenahmesystems (7.4.6).....	66
6.1	7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur (7.4.7.) .....	69
6.1	8 Abhängigkeit der Empfindlichkeit des Messgerätes (Span) von der Umgebungstemperatur (7.4.7) .....	71
6.1	9 Abhängigkeit der Messspanne von der Netzspannung (7.4.8) .....	73
6.1	10 Auswirkung des Ausfalls der Stromversorgung .....	75
6.1	11 Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration (7.4.9) .....	76
6.1	12 Nullpunktprüfungen (7.5.3).....	78
6.1	13 Aufzeichnung der Betriebsparameter (7.5.4).....	81
6.1	14 Tagesmittelwerte (7.5.5).....	83
6.1	15 Verfügbarkeit (7.5.6) .....	84
6.1	Methodik der Äquivalenzprüfung (7.5.8.4 & 7.5.8.8).....	86
6.1	16 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den AMS $u_{bs,AMS}$ (7.5.8.4) .....	88
6.1	17 Erweiterte Messunsicherheit der Ergebnisse der AMS (7.5.8.5 – 7.5.8.8) .....	96
6.1	17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (7.5.8.5 – 7.5.8.8) .....	112
6.1	18 Wartungsintervall (7.5.7) .....	118
6.1	19 Automatische Überprüfung (7.5.4) .....	120
6.1	20 Prüfungen der Sensoren für Temperatur, Druck und/oder Luftfeuchte .....	122
7.	EMPFEHLUNGEN ZUM PRAXISEINSATZ.....	123
8.	LITERATURVERZEICHNIS .....	125
9.	ANLAGEN.....	130



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Beschreibung der Messstellen .....	12
Tabelle 2:	Ergebnisse des Äquivalenztests (Rohdaten) .....	12
Tabelle 3:	Gerätetechnische Daten BAM-1020 (Herstellerangaben).....	37
Tabelle 4:	Feldteststandorte .....	43
Tabelle 5:	Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten, als Tagesmittelwerte ....	52
Tabelle 6:	Eingesetzte Filtermaterialien aus Eignungsprüfung [9] .....	54
Tabelle 6:	Eingesetzte Filtermaterialien aus zusätzlichen Untersuchungen [16; 20].....	54
Tabelle 6:	Eingesetzte Referenzgeräte aus zusätzlichen Untersuchungen [16; 20] .....	56
Tabelle 7:	Nullniveau und Nachweisgrenze PM <sub>10</sub> .....	60
Tabelle 8:	Genauigkeit des Volumenstroms bei +5 °C und +40 °C .....	62
Tabelle 9:	Ergebnisse Kontrolle Durchflussrate .....	63
Tabelle 10:	Kenngrößen für die Gesamtdurchflussmessung (24h-Mittel), SN 4924 & SN 4925 .....	64
Tabelle 11:	Ergebnisse der Dichtigkeitsprüfungen im Felde.....	68
Tabelle 12:	Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, BAM-1020, Abweichung in µg/m <sup>3</sup> , Mittelwert aus drei Messungen, SN 4924 & SN 4925 .....	70
Tabelle 13:	Abhängigkeit der Empfindlichkeit (Interne Referenzfolie) von der Umgebungstemperatur, BAM-1020, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen, SN 4924 & SN 4925.....	72
Tabelle 14:	Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in %, SN X14465 & SN X14499 .....	74
Tabelle 15:	Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration, Abweichung in µg/m <sup>3</sup> , SN X14465 & SN X14499 .....	77
Tabelle 16:	Nullpunktprüfungen SN 4924 & SN 4925, PM <sub>10</sub> .....	79
Tabelle 17:	Ermittlung der Verfügbarkeit.....	85
Tabelle 18:	Unsicherheit zwischen den Prüflingen u <sub>bs,AMS</sub> , Messkomponente PM <sub>10</sub> .....	90
Tabelle 19:	Übersicht Äquivalenzprüfung BAM-1020 für PM <sub>10</sub> .....	99
Tabelle 20:	Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten u <sub>bs,RM</sub> für PM <sub>10</sub> .....	102
Tabelle 21:	Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, BAM-1020, Messkomponente PM <sub>10</sub> nach Korrektur Steigung und Achsabschnitt .....	116

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	BAM-1020 – Übersicht Probenahme- und Messteil.....	22
Abbildung 2:	Überblick Gesamtsystem BAM-1020 (hier zusätzlich mit PM <sub>2,5</sub> VSCC BX-808 dargestellt (kein Bestandteil der eignungsgeprüften Messeinrichtung)).....	23
Abbildung 3:	US-EPA PM10-Probenahmekopf BX-802 für BAM-1020 .....	24
Abbildung 4:	Probenahmeheizung BX-830.....	25
Abbildung 5:	Messgerät BAM-1020 .....	26
Abbildung 6:	Messgeräte BAM-1020 in Messstation.....	26
Abbildung 7:	Vakuumpumpe BX-127.....	27
Abbildung 8:	Vorderansicht BAM-1020, Frontklappe geöffnet .....	27
Abbildung 9:	Darstellung Display (Hauptfenster der Benutzeranzeige) + Folientastatur des BAM-1020	28
Abbildung 10:	Menü „SETUP“ .....	29
Abbildung 11:	Menü „OPERATION“ .....	30
Abbildung 12:	Bildschirmdarstellung „NORMAL“ .....	30
Abbildung 13:	Menü „TEST“ .....	31
Abbildung 14:	Menü „TAPE/SELF TEST“.....	31
Abbildung 15:	Kommunikation über serielle Schnittstelle #1 - Systemmenü.....	32
Abbildung 16:	Typischer Ausdruck eines Parametersatzes BAM-1020 .....	35
Abbildung 17:	Nullfilter BX-302 im Feldeinsatz .....	36
Abbildung 18:	Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Parkplatz“	44
Abbildung 19:	Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Titz-Rödingen“	44
Abbildung 20:	Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Frankf. Str.“	45
Abbildung 21:	Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Steyregg (A)“	45
Abbildung 22:	Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Graz (A)“ .....	46
Abbildung 23:	Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Tusimice (CZ)“	46
Abbildung 24:	Verlauf der PM <sub>10</sub> -Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington (UK)“	47
Abbildung 25:	Feldteststandort Köln, Parkplatz.....	48
Abbildung 26:	Feldteststandort Titz-Rödingen .....	48
Abbildung 27:	Feldteststandort Köln, Frankfurter Str.....	49
Abbildung 28:	Feldteststandort Steyregg (A) [20].....	49
Abbildung 29:	Feldteststandort Graz (A) [20] .....	50
Abbildung 30:	Feldteststandort Tusimice (CZ) [20] .....	50
Abbildung 31:	Feldteststandort Teddington (UK).....	51
Abbildung 32:	Durchfluss am Testgerät SN 4924.....	65
Abbildung 33:	Durchfluss am Testgerät SN 4925.....	65
Abbildung 34:	Nullpunktdrift SN 4924, Messkomponente PM <sub>10</sub> .....	80
Abbildung 35:	Nullpunktdrift SN 4925, Messkomponente PM <sub>10</sub> .....	80
Abbildung 36:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924/Ö1/J7860/SN 17022 vs. SN 4925/Ö2/J7863/SN 17011, Messkomponente PM <sub>10</sub> , alle Standorte .....	91
Abbildung 37:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Standort Köln, Parkplatz.....	91
Abbildung 38:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Standort Titz-Rödingen.....	92
Abbildung 39:	Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Standort Köln, Frankf. Str.....	92



Abbildung 40: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten Ö1 / Ö2, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Standort Steyregg (A).....	93
Abbildung 41: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten Ö1 / Ö2, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Standort Graz (A) .....	93
Abbildung 42: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten J7860 / J7863, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Standort Tusimice (CZ) .....	94
Abbildung 43: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17022 / SN 17011, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Standort Teddington (UK).....	94
Abbildung 44: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924/Ö1/J7860/SN 17022 vs. SN 4925/Ö2/J7863/SN 17011, Messkomponente PM <sub>10</sub> , alle Standorte, Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	95
Abbildung 45: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924/Ö1/J7860/SN 17022 vs. SN 4925/Ö2/J7863/SN 17011, Messkomponente PM <sub>10</sub> , alle Standorte, Werte $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	95
Abbildung 46: Referenz vs. Testgerät, SN 4924/Ö1/J7860/SN 17022, Messkomponente PM <sub>10</sub> , alle Standorte.....	103
Abbildung 47: Referenz vs. Testgerät, SN 4925/Ö2/J7863/SN 17011, Messkomponente PM <sub>10</sub> , alle Standorte.....	103
Abbildung 48: Referenz vs. Testgerät, SN 4924, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Köln, Parkplatz 104	
Abbildung 49: Referenz vs. Testgerät, SN 4925, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Köln, Parkplatz 104	
Abbildung 50: Referenz vs. Testgerät, SN 4924, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Titz-Rödingen 105	
Abbildung 51: Referenz vs. Testgerät, SN 4925, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Titz-Rödingen 105	
Abbildung 52: Referenz vs. Testgerät, SN 4924, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Köln, Frankf. Str. 106	
Abbildung 53: Referenz vs. Testgerät, SN 4925, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Köln, Frankf. Str. 106	
Abbildung 54: Referenz vs. Testgerät, Ö1, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Steyregg (A) .....	107
Abbildung 55: Referenz vs. Testgerät, Ö2, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Steyregg (A) .....	107
Abbildung 56: Referenz vs. Testgerät, Ö1, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Graz (A).....	108
Abbildung 57: Referenz vs. Testgerät, Ö2, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Graz (A).....	108
Abbildung 58: Referenz vs. Testgerät, J7860, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Tusimice (CZ)....	109
Abbildung 59: Referenz vs. Testgerät, J7863, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Tusimice (CZ)....	109
Abbildung 60: Referenz vs. Testgerät, SN 17022, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Teddington (UK) 110	
Abbildung 61: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Teddington (UK) 110	
Abbildung 62: Referenz vs. Testgerät, SN 4924/Ö1/J7860/SN 17022, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .....	111
Abbildung 63: Referenz vs. Testgerät, SN 4925/Ö2/J7863/SN 17011, Messkomponente PM <sub>10</sub> , Werte $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .....	111
Abbildung 64: Erstbekanntgabe BAnz. vom 20. April 2007, S. 4139, Kapitel III Nummer 1.2 126	
Abbildung 65: Bekanntgabe Mitteilung BAnz. vom 25. August 2009, S. 2929, Kapitel III 6. Mitteilung 126	
Abbildung 66: Bekanntgabe Mitteilung BAnz. vom 12. Februar 2010, S. 552, Kapitel IV 10. Mitteilung 127	
Abbildung 67: Bekanntgabe Mitteilung BAnz. vom 12. Februar 2010, S. 552, Kapitel IV 11. Mitteilung 127	

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 7 von 163

- Abbildung 68: Bekanntgabe Mitteilung BAnz. vom 28. Juli 2010, S. 2597, Kapitel III 2. Mitteilung 127
- Abbildung 69: Bekanntgabe Mitteilung BAnz. vom 29. Juli 2011, S. 2725, Kapitel III 12. Mitteilung 127
- Abbildung 70: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 20.07.2012 B11, Kapitel IV 6. Mitteilung 128
- Abbildung 71: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 05.03.2013 B10, Kapitel V 2. Mitteilung 128
- Abbildung 72: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 23.07.2013 B4, Kapitel V 5. Mitteilung ..128
- Abbildung 73: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 02.04.2015 B5, Kapitel IV 11. Mitteilung 129
- Abbildung 74: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 26.03.2018 B8, Kapitel V 9. Mitteilung ..129



## 1. Kurzfassung

Im Auftrag der Firma Met One Instruments, Inc. führte die TÜV Rheinland Energy GmbH die Eignungsprüfung der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider für die Komponente Schwebstaub PM10 gemäß den folgenden Richtlinien durch.

- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, Juni 2002
- VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, August 2004
- Europäische Norm EN 12341, „Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM 10-Fraktion von Schwebstaub; Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“, Deutsche Fassung EN 12341: 1998
- Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung von November 2005 (Erstprüfung) bzw. Januar 2010 (Zusatzauswertung 2012)

Auf Basis der aufgeführten Prüfgrundlagen wurden die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-Vorabscheider für die Komponente Schwebstaub PM<sub>10</sub> bereits eignungsgeprüft und wie folgt bekanntgegeben:

- BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-Vorabscheider für Schwebstaub PM10 mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 12. April 2007 (BAnz. S. 4139, Kapitel III Nummer 1.2) – Erstbekanntgabe
- BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-Vorabscheider für Schwebstaub PM10 mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 3. August 2009 (BAnz. S. 2929, Kapitel III 6. Mitteilung) – Mitteilung zu Änderung des Hinweis 1 des Bekanntgabebetext hinsichtlich der zur verwendenden Optionen und neue Softwareversion

- BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-Vorabscheider für Schwebstaub PM<sub>10</sub> mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 25. Januar 2010 (BAnz. S. 552, Kapitel III 10. & 11. Mitteilung) – Mitteilung zu Ersatz des Hinweis 1 des Bekanntgabebetext hinsichtlich der zur verwendenden Optionen, neue Softwareversion, Bekanntgabe OEM-Version APDA-371 der Firma Horiba Europe GmbH
- BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-Vorabscheider für Schwebstaub PM<sub>10</sub> mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 12. Juli 2010 (BAnz. S. 2597, Kapitel III 2. Mitteilung) – Mitteilung zu neuer Softwareversion
- BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-Vorabscheider für Schwebstaub PM<sub>10</sub> mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 15. Juli 2011 (BAnz. S. 2725, Kapitel III 12. Mitteilung) – Mitteilung zu Geräteänderung (alternative Pumpe, Option Touch-Screen-Display) und neue Softwareversion
- BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-Vorabscheider für Schwebstaub PM<sub>10</sub> mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 6. Juli 2012 (BAnz AT 20.07.2012 B11, Kapitel IV 6. Mitteilung) – Mitteilung zu Geräteänderung (neues Design Rückplatte) und neue Softwareversion
- BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-Vorabscheider für Schwebstaub PM<sub>10</sub> mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 12. Februar 2013 (BAnz AT 05.03.2013 B10, Kapitel V 2. Mitteilung) – Mitteilung zu Nachweis der Erfüllung der Anforderungen des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ in der Version vom Januar 2010 sowie der Erfüllung der Anforderungen der DIN EN 15267
- BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-Vorabscheider für Schwebstaub PM<sub>10</sub> mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 3. Juli 2013 (BAnz AT 23.07.2013 B4, Kapitel V 5. Mitteilung) – Mitteilung zu neuer Softwareversion
- BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-Vorabscheider für Schwebstaub PM<sub>10</sub> mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 25. Februar 2015 (BAnz AT 02.04.2015 B5, Kapitel IV 11. Mitteilung) – Mitteilung zu neuem Drucksensor wegen Bauteilabkündigung
- BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-Vorabscheider für Schwebstaub PM<sub>10</sub> mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 21. Februar 2018 (BAnz AT 26.03.2018 B8, Kapitel V 8. Mitteilung) – Mitteilung zu neuer Softwareversion

Seit Juli 2017 liegt nun die Europäische Richtlinie DIN EN 16450 „Außenluft - Automatische Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration (PM<sub>10</sub>; PM<sub>2,5</sub>)“ vor. Diese enthält erstmalig auf europäischer Ebene einheitliche Anforderungen an die Eignungsprüfung von automatischen Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration (PM<sub>10</sub>; PM<sub>2,5</sub>) 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<sub>10</sub> 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 [9] bzw. dem Addendum zum Prüfbericht [16] entnommen werden. Einige Prüfpunkte können anhand von Daten aus dem ursprünglichen Eignungsprüfbericht [9] bzw. dem Addendum zum Prüfbericht [16] 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 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006 sowie des TÜV Rheinland Prüfberichtes 936/21220762/A vom 12. Dezember 2012 und wird im Internet unter [www.qal1.de](http://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<sub>10</sub>-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.

Die Untersuchungen erfolgten im Labor und während eines mehrmonatigen Feldtests.

Der mehrmonatige Feldtest erfolgte an den Standorten gemäß Tabelle 1.

Tabelle 1: Beschreibung der Messstellen

	Köln, Parkplatz	Titz-Rödingen	Köln, Frankf. Str.	Steyregg (A)
Zeitraum	02/2006 – 04/2006	07/2006 – 09/2006	09/2006 – 10/2006	06/2008 – 08/2008
Anzahl der Messwertpaare: Prüflinge	52	37	28	51
Charakterisierung	Städtischer Hintergrund	Ländliche Struktur	Verkehrsbeeinflusst	Vorstädtlich
Einstufung der Immissionsbelastung	durchschnittlich bis hoch	niedrig	durchschnittlich bis hoch	durchschnittlich

	Graz (A)	Tusimice (CZ)	Teddington (UK)
Zeitraum	12/2007 – 03/2008	01/2010 – 06/2010	04/2012 – 05/2012
Anzahl der Messwertpaare: Prüflinge	50	103	42
Charakterisierung	Städtischer Hintergrund + Verkehr	Industrie	Städtischer Hintergrund
Einstufung der Immissionsbelastung	hoch	durchschnittlich bis hoch	niedrig

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

Tabelle 2: Ergebnisse des Äquivalenztests (Rohdaten)

PM <sub>x</sub>	Steigung	Achsabschnitt	Alle Datensätze W <sub>CM</sub> <25 % Rohdaten	Kalibrierung ja/nein	Alle Datensätze W <sub>CM</sub> <25 % kal. Daten
PM <sub>10</sub>	1,034	0,843	16,11	ja	12,27

\* 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 <sup>3</sup> bis 1000 µg/m <sup>3</sup> als ein 24-Stunden-Mittelwert 0 µg/m <sup>3</sup> bis 10000 µg/m <sup>3</sup> als ein 1-Stunden-Mittelwert, falls zutreffend	Es ist standardmäßig ein Messbereich von 0 – 1.000 µg/m <sup>3</sup> eingestellt. Andere Messbereiche bis zu 0 – 10.000 µg/m <sup>3</sup> sind möglich.	ja	57
2 Negative Signale	Dürfen nicht unterdrückt werden.	Negative Messsignale werden von der Messeinrichtung direkt angezeigt und über die entsprechenden Messsignalausgänge korrekt ausgegeben.	ja	58
3 Nullniveau und Nachweisgrenze (7.4.3)	Nullniveau: ≤ 2,0 µg/m <sup>3</sup> Nachweisgrenze: ≤ 2,0 µg/m <sup>3</sup>	Das Nullniveau ermittelte sich aus den Untersuchungen für beide Geräte zu maximal -0,49 µg/m <sup>3</sup> und die Nachweisgrenze zu maximal 1,69 µg/m <sup>3</sup> .	ja	59
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	61
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	63
6 Dichtheit des Probenahme-systems (7.4.6)	≤ 2,0 % des gemittelten Proben-volumenstroms	Die maximal ermittelte Leckrate von 0,1 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	66

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 0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ festgestellt werden.	ja	69
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 > 0,2 % ermittelt werden.	ja	71
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	73
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	75

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	76
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 PM10 bei $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .	ja	78
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 Probeeinlasses, wenn ein beheizter Probeeinlass 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	81
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	83

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
15 Verfügbarkeit (7.5.6)	Mindestens 90 %	Die Verfügbarkeit betrug für SN 4924 99,3 % und für SN 4925 99,3 %.	ja	84
16 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den AMS <sub>ubs</sub> ,AMS (7.5.8.4)	≤ 2,5 µg/m <sup>3</sup>	Die Unsicherheit zwischen den Prüfungen $u_{bs}$ liegt mit maximal 1,49 µg/m <sup>3</sup> für PM <sub>10</sub> unterhalb des geforderten Wertes von 2,5 µg/m <sup>3</sup> .	ja	88
17 Erweiterte Messunsicherheit der Ergebnisse der AMS (7.5.8.5 – 7.5.8.8)	≤ 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 bis auf die Standorte A-Graz (für Gerät Ö2) sowie UK-Teddington (für Gerät 17011) unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit $W_{dqo}$ von 25 % für Feinstaub. Es muss geprüft werden, ob durch Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen alle Standorte inkl. der Standorte A-Graz (für Gerät Ö2) sowie UK-Teddington (für Gerät 17011) unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit $W_{dqo}$ von 25 % für Feinstaub liegen (siehe Punkt 6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (7.5.8.5 – 7.5.8.8)).	nein	96
17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (7.5.8.5 – 7.5.8.8)	Nach der Kalibrierung: ≤ 25 % bei der Konzentration des betreffenden Grenzwertes bezogen auf die Ergebnisse für den 24-h-Mittelwert.	Die Prüflinge erfüllen nach einer Korrektur der Steigung und des Achsenabschnitts die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen. Die Korrektur führt zudem zu einer weiteren erheblichen Verbesserung der erweiterten Messunsicherheiten für den Gesamtdatensatz.	ja	112

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 17 von 163

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	118
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	120
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	122



## **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 PM10-Vorabscheider vorgenommen.

Die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider für die Komponente Schwebstaub PM10 ist bereits eignungsgeprüft und im Bundesanzeiger bekanntgegeben.

Das vorliegende Addendum enthält nun eine Beurteilung der Messeinrichtungen BAM-1020 mit PM10-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 PM10 Feinstaub in der Umgebungsluft im Konzentrationsbereich 0 bis 1.000 µg/m<sup>3</sup> 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 12341, „Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM 10-Fraktion von Schwebstaub; Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“, Deutsche Fassung EN 12341: 1998 [3]
- Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“, Englische Fassung vom November 2005 sowie vom Januar 2010 [4]

Seit Juli 2017 liegt nun die Europäische Richtlinie

- DIN EN 16450 „Außenluft - Automatische Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration (PM10; PM2,5)“, 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; PM2,5) und dient zukünftig als Basis für die Zulassung von automatischen Schwebstaubmesseinrichtungen.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 19 von 163

Das vorliegende Addendum enthält nun eine Beurteilung der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM10 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 [9] bzw. dem Addendum zum Prüfbericht [16] entnommen werden. Einige Prüfpunkte können anhand von Daten aus dem ursprünglichen Eignungsprüfbericht [9] bzw. dem Addendum zum Prüfbericht [16] 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 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006 und wird im Internet unter [www.qal1.de](http://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	$\Delta t$	Probenahmezeit
$\mu$	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 m<sup>3</sup>/h den PM<sub>10</sub>-Probenahmekopf, 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.

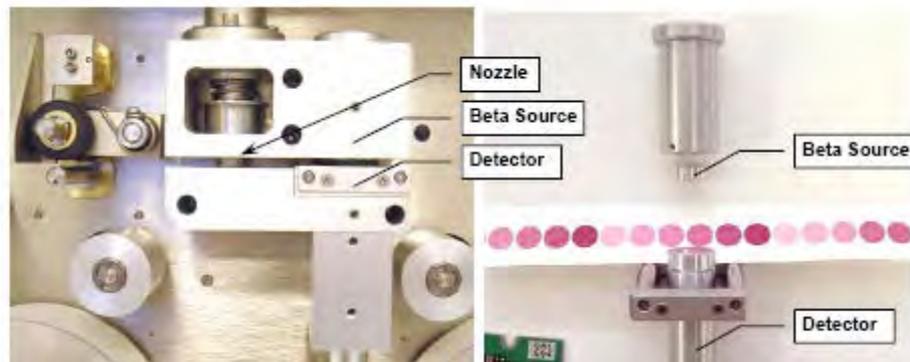
Die Partikel erreichen das Messgerät und werden auf dem Glasfilterband der radiometrischen Messung abgeschieden.

Ein Messzyklus (inkl. automatischer Überprüfung der radiometrischen Messung) läuft dabei folgendermaßen ab (Einstellung für PM<sub>10</sub>: Messzeit für Radiometrie 4 min):

1. Die Anfangs- oder Leermessung auf dem sauberen Filterband  $I_0$  findet am Anfang des Zyklus statt. Sie dauert 4 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 50 min die Partikel beladene Luft gesaugt.
3. Gleichzeitig wird 4 Bestäubungsflächen zurück auf dem Filterband eine radiometrischen Messung  $I_1$  für die Dauer von 4 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. 4 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 4 min.

Die Zykluszeit setzt sich daher zusammen aus 2 x 4 min für die radiometrische Messung ( $I_0$  &  $I_3$ ) sowie ca. 1-2 min für Filterbandbewegungen. Damit liegt die effektive Probenahmezeit bei 50 min.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM<sub>10</sub> zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 23 von 163

### 3.3 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung

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

Die geprüfte Messeinrichtung besteht aus dem PM<sub>10</sub>-Probenahmekopf BX-802, 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.

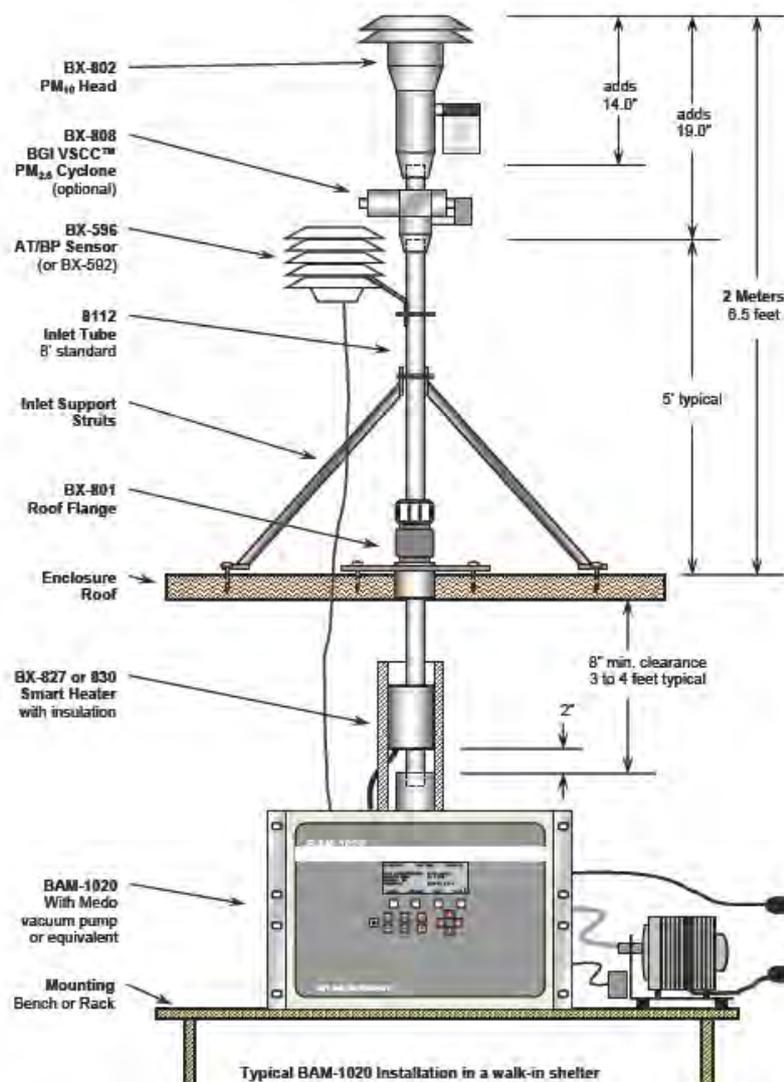


Abbildung 2: Überblick Gesamtsystem BAM-1020 (hier zusätzlich mit PM<sub>2.5</sub> VSCC BX-808 dargestellt (kein Bestandteil der eignungsgeprüften Messeinrichtung))

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-PM<sub>10</sub> Probeneinlass (Typ: BX-802, in Eignungsprüfung eingesetzt) zur Verfügung. Der Probenahmekopf fungiert als Vorabscheider für den aus der Außenluft angesaugten Schwebstaub in der Fraktion PM<sub>10</sub>. Dabei werden die Geräte mit einem konstanten, geregelten Volumenstrom von 16,67 l/min = 1,0 m<sup>3</sup>/h betrieben.

Alternativ ist auch ein Einsatz von TSP-Probeneinlässen oder dem PM<sub>10</sub> Probeneinlass nachgeschalteten PM<sub>2,5</sub>-Zyklonen möglich.



Abbildung 3: US-EPA PM<sub>10</sub>-Probenahmekopf BX-802 für BAM-1020

Das Probenahmerohr bildet die Verbindung zwischen dem Probenahmekopf und dem eigentlichen Messgerät. Die Länge des Probenahmerohres betrug in der Prüfung 2,4 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 4: 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.



Abbildung 5: Messgerät BAM-1020



Abbildung 6: Messgeräte BAM-1020 in Messstation

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 27 von 163



Abbildung 7: Vakuumpumpe BX-127



Abbildung 8: 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. 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.

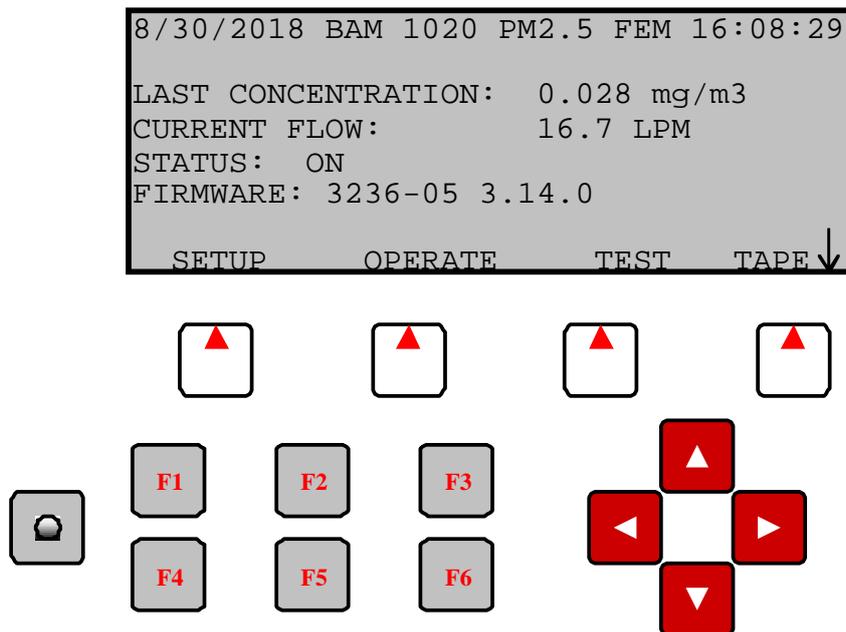
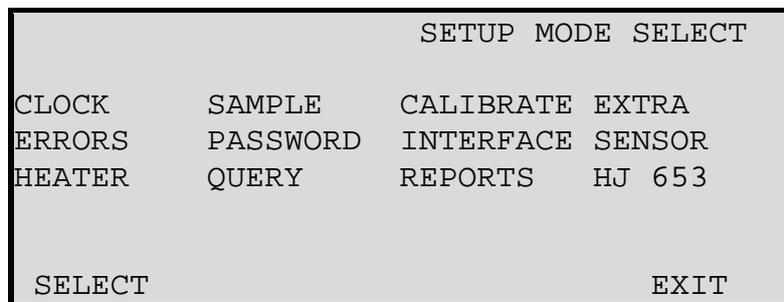


Abbildung 9: Darstellung Display (Hauptfenster der Benutzeranzeige) + Folientastatur des BAM-1020

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 10: 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 11: 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.

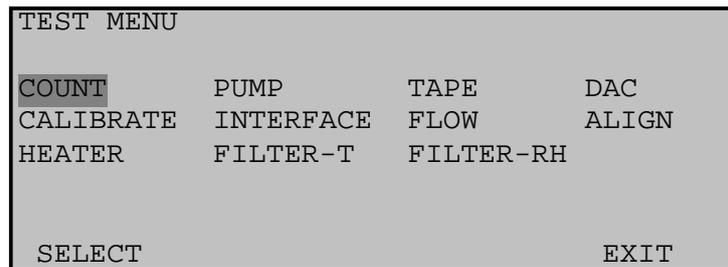
```
11/15/2006      Normal Mode      11:27:54

                                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 12: Bildschirmdarstellung „NORMAL“

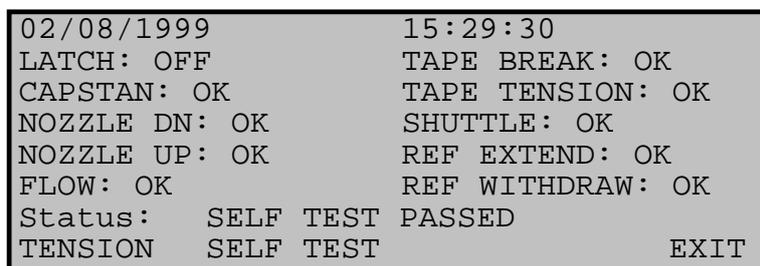
3. Menü „TEST“ (Softkey „TEST“ drücken): Im Menü „TEST“ kann der Bediener verschiedene Hardware- und Komponententests durchführen, u.a. kann die radiometrische Messung (Interne Referenzfolientest) oder die Durchflussrate überprüft oder eine Kalibrierung der Temperatur-, Drucksensoren sowie der Durchflussrate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



The TEST Menu

Abbildung 13: 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 14: 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 15: Kommunikation über serielle Schnittstelle #1 - Systemmenü

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 33 von 163

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	1							
Time	Conc(mg)	Qtot(m3)	BP(mm)	WS(MPS)	no(V)	RH(%)	Delta(C)	AT(C)
9/28/2006 14:00	0.029	0.834	755.1	2.3	0.015	35	58.3	20.7
9/28/2006 15:00	0.031	0.834	754.9	2.1	0.012	33	58.4	21.7
9/28/2006 16:00	0.024	0.834	754.7	2.1	0.012	32	58.5	22
9/28/2006 17:00	0.03	0.834	754.5	2	0.011	32	58.5	22.3
9/28/2006 18:00	0.025	0.834	754.4	2	0.01	32	58.5	22.3
9/28/2006 19:00	0.029	0.834	754.3	2	0.01	33	58.5	21.5
9/28/2006 20:00	0.034	0.834	754.4	2	0.01	35	58.5	20.4
9/28/2006 21:00	0.048	0.834	754.5	2	0.01	36	58.5	19.1
9/28/2006 22:00	0.047	0.834	754.6	2	0.01	37	58.5	18.1
9/28/2006 23:00	0.051	0.834	754.8	2	0.01	37	58.5	17.1
9/29/2006 0:00	0.036	0.834	754.8	2	0.01	37	58.5	16.6
9/29/2006 1:00	0.035	0.834	754.7	2	0.01	37	58.5	16
9/29/2006 2:00	0.029	0.834	754.6	2	0.01	38	58.5	15.8
9/29/2006 3:00	0.03	0.834	754.6	2	0.01	38	58.5	15.3

Conc( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ):	Staubkonzentrationsmesswert in $\text{mg}/\text{m}^3$ , Umgebungsbedingungen
Qtot( $\text{m}^3$ ):	Durchgesetztes Volumen in $\text{m}^3$ (hier bei 50 min Probenahmezeit)
BP(mm-Hg):	Luftdruck in mm-Hg
WS (MPS):	Windgeschwindigkeit, in diesem Fall nicht belegt
no(V):	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 $^{\circ}\text{C}$



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 16):

BAM 1020 Settings Report  
07/09/2018 17:42:43

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, 4  
Conc Error, FULL SCALE VALUE  
Inlet Type, PM10

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, 50  
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 PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 35 von 163

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 16: Typischer Ausdruck eines Parametersatzes BAM-1020

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 17: 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.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 37 von 163

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		2,4 m (andere Längen lieferbar)	
Probenahmekopf		BX-802 (US-EPA)	
<b>Energieversorgung</b>		100/115/230 V, 50/60 Hz	
<b>Leistungsaufnahme</b>		75 W, Zentraleinheit	
<b>Umgebungsbedingungen</b>			
Temperatur		-30 - +60 °C (Herstellerangabe) +5 - +40 °C in Eignungsprüfung	
Feuchte		nicht kondensierend	
<b>Probenflussrate</b>		16,67 l/min = 1 m <sup>3</sup> /h	
<b>Radiometrie</b>	<b>Strahler</b>	<sup>14</sup> C, <2,2 MBq (< 60 µCi)	
	<b>Detektor</b>	Szintillationszähler	
	<b>Überprüfung</b>	Stündliche, interne Null- und Referenzpunktüberprüfung (Interne Referenzfolie), Abweichungen vom Soll werden aufgezeichnet	
<b>Parameter Filterwechsel</b>			
Messzyklus (Zykluszeit)		1 min – 200 min	Default: 60 min
Messzeit Radiometrie		einstellbar 4,6 oder 8 min	für PM <sub>10</sub> : 4 min
Probenahmezeit		je nach Messzeit Radiometrie 50, 46 oder 42 min:	für PM <sub>10</sub> : 50 min
<b>Parameter Heizung Probenahme BX-830</b>			
Sollwert für relative Luftfeuchte am Filterband		Default: 45 % (aktiv in Eignungsprüfung)	



Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

<b>Speicherkapazität Daten (intern)</b>	ca. 180 Tage bei 1h-Messwerten
<b>Analogausgang</b>	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 <sup>3</sup>
<b>Digitalausgang</b>	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
<b>Statussignale / Fehlermeldungen</b>	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 4924 und SN 4925 gemäß den Mindestanforderungen aus [1; 2; 3; 4].

Die Prüfung wurde mit der Softwareversion 3236-02 2.65 bzw. 3236-02 3.2.1b durchgeführt.

Die ursprüngliche Prüfung umfasste einen Labortest zur Feststellung der Verfahrenskenngrößen sowie einen mehrmonatigen Feldtest an insgesamt 3 verschiedenen Feldteststandorten in Deutschland.

In der Erstprüfung [9] erfolgte für die drei Kampagnen auch eine Auswertung der vorhandenen Datensätze gemäß dem Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ in der Version 2005. Es konnte allerdings damals aus formalen Gründen kein Nachweis der Äquivalenz erfolgen, da nur drei statt der geforderten vier Vergleiche vorlagen und auch die Anzahl der validen Datenpaare für die einzelnen Vergleiche unter der geforderten Mindestanzahl von 40 liegt. Um unter Berücksichtigung der vorhandenen Datensätze dennoch die Äquivalenz gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods" in der aktuellen Version 2010 nachzuweisen, wurde im Jahr 2012 gemeinsam mit den englischen Projektpartnern im UK-GER PM Equivalence Programm folgende Vorgehensweise festgelegt:

Es erfolgt eine erneute Auswertung der Äquivalenz der folgenden Datensätze gemäß dem Leitfaden 2010 für folgende Standorte:

- Standorte Köln, Parkplatz, Titz-Rödingen und Köln, Frankfurter Str. aus der bestehenden dt. Eignungsprüfung

zusätzlich jeweils mit BAM-1020 in gleicher Bauart

- 2 Standorte (Steyregg, Graz) aus österreichischen Äquivalenzuntersuchungen aus 2007 / 2008, durchgeführt durch das Umweltbundesamt Österreich, Prüflinge Ö1 und Ö2
- 1 Standort (Tusimice) aus tschechischen Äquivalenzuntersuchungen aus 2010, durchgeführt durch das Czech Hydrometeorological Institute, Prüflinge J7860 und J7863
- 1 Standort (Teddington) aus englischen Äquivalenzuntersuchungen aus 2012, durchgeführt durch NPL / Bureau Veritas UK, Prüflinge SN 17011 und SN 17022

Damit fließen insgesamt 7 Vergleichsmesskampagnen in die Auswertung und die formalen Bedingungen einer Äquivalenzprüfung nach Leitfaden 2010 (mindestens 4 Vergleiche a 40 Messwertpaare) werden erfüllt. Es werden alle Daten aller Stationen aus den verwendeten Äquivalenzprüfungen verwendet. Die Vorgehensweise soll darüber hinaus zeigen, dass auch unter diesen Bedingungen (verschiedene Sites in verschiedenen Ländern, verschiedene Geräte gleicher Bauart, verschiedene Bediener) die Äquivalenz nachgewiesen werden kann.

Die Auswertung und Darstellung dieser umfangreichen Äquivalenzprüfung erfolgte in einem Addendum mit der TÜV-Bericht Nr. 936/21220762/A vom 12. Dezember 2012 [16].



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<sub>10</sub> 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  $-20\text{ °C}$  bis  $+50\text{ °C}$ , Genauigkeit besser als  $1\text{ °C}$ )
- Trennstelltrafo
- 1 Ganzmetall-Klein-Durchflussmesser DK 37 E (Hersteller: Krohne)
- 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.



Im Feldtest liefen jeweils für 24 h zeitgleich zwei BAM-1020 -Systeme und zwei Referenzgeräte für PM<sub>10</sub>. Einzige Ausnahme bildet die Kampagne in Tusimice (CZ), bei der nur ein Referenzgerät eingesetzt wurde. Dies wurde im Rahmen der Ermittlung des Unsicherheitsbeitrags des Referenzverfahren bei der Äquivalenzprüfung gemäß Punkt 8.2.1 Anmerkung 2 der DIN EN 16450 [8] entsprechend berücksichtigt.

Im Rahmen der Eignungsprüfung [9] wurden die Impaktionsplatten der PM<sub>10</sub> Probenahmeköpfe der Referenzgeräte wurden in der Prüfung alle 4 Wochen gereinigt und mit Silikonfett eingefettet, um eine sichere Trennung und Abscheidung der Partikel zu gewährleisten. Die PM<sub>10</sub> Probenahmeköpfe BX-802 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 einem Balgengaszähler, der über eine Schlauchleitung an der Lufteintrittsöffnung des Gerätes angeschlossen ist, überprüft.

Für die Standorte aus den zusätzlichen Messkampagnen in Österreich, Tschechien und Großbritannien [16] liegen hier keine Informationen vor.

#### **Messstandorte und Messgerätestandorte**

Die Messgeräte wurden im Feldtest so installiert, das nur die Probenahmeköpfe außerhalb des Messcontainers über dessen Dach eingerichtet sind. Die Zentraleinheiten der beiden Testgeräte und die der Referenzgeräte waren im Innern des klimatisierten Messcontainers untergebracht. Die Verbindung der Zentraleinheiten mit den Probenahmeköpfen geschah bei den BAM-1020-Systemen und bei den Referenzgeräten über das Probenahmerohr. Nur beim Feldteststandort Köln, Parkplatzgelände waren aus Platzgründen (alter Messcontainer) auch die kompletten Referenzsysteme (LVS3) im Freien auf dem Dach installiert.

Für die Standorte aus den zusätzlichen Messkampagnen in Österreich, Tschechien und Großbritannien [16] liegen hier keine Informationen vor.

Der Feldtest wurde an folgenden Messstandorten durchgeführt:

Tabelle 4: Feldteststandorte

Nr.	Messstandort	Zeitraum	Charakterisierung
1	Köln, Parkplatz	02/2006 – 04/2006	Städtischer Hintergrund
2	Titz-Rödingen	07/2006 – 09/2006	Ländliche Struktur
3	Köln, Frankf. Str.	09/2006 – 11/2006	Verkehrsbeeinflusst
4	Steyregg (A)	06/2008 – 08/2008	Vorstädtisch
5	Graz (A)	12/2007 – 03/2008	Städtischer Hintergrund + Verkehr
6	Tusimice (CZ)	01/2010 – 06/2010	Industrie
7	Teddington (UK)	04/2012 – 05/2012	Städtischer Hintergrund

Abbildung 11 bis Abbildung 14 zeigen den Verlauf der PM10-Konzentrationen an den Feldteststandorten, die mit den Referenzmesseinrichtungen aufgenommen wurden.

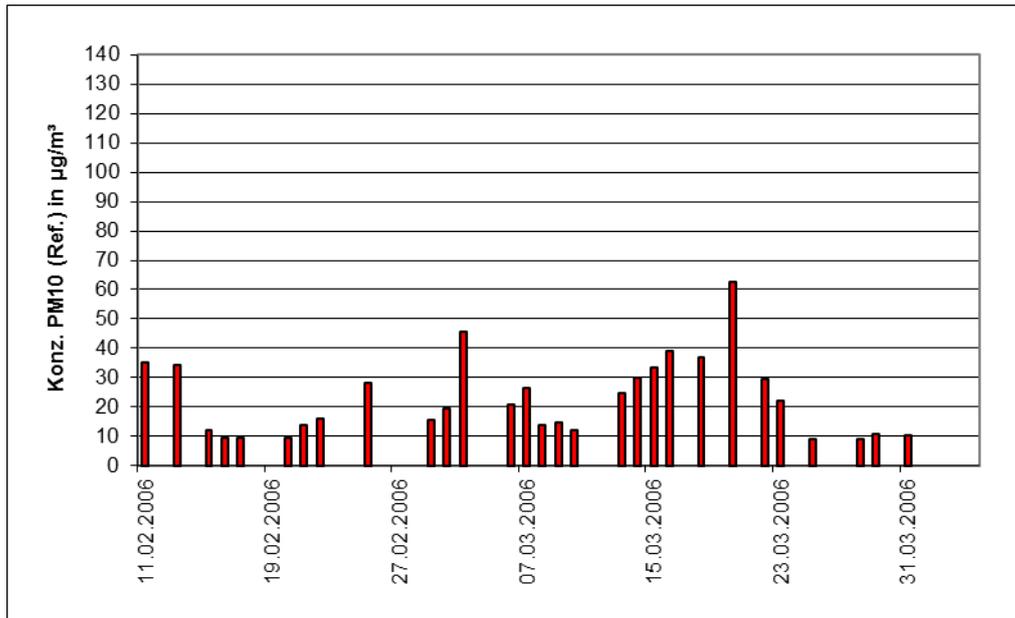


Abbildung 18: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Parkplatz“

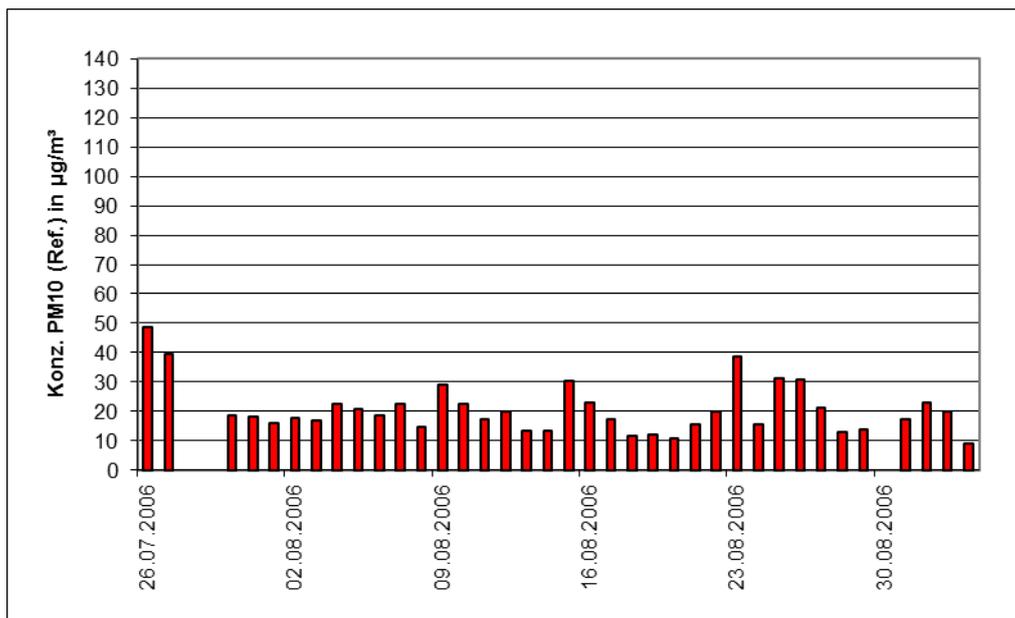


Abbildung 19: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Titz-Rödingen“

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 45 von 163

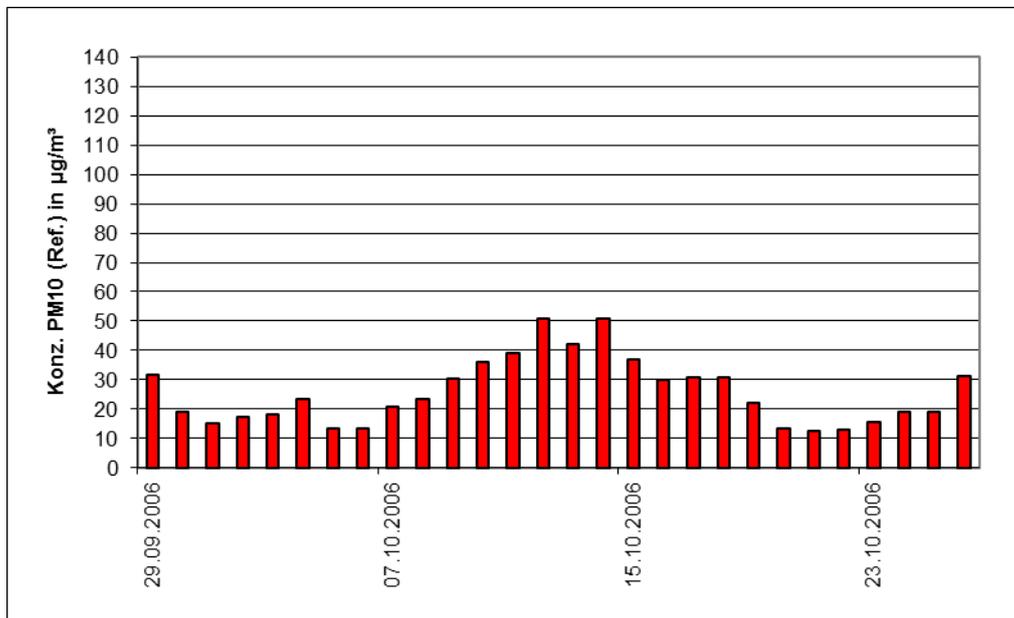


Abbildung 20: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Frankf. Str.“

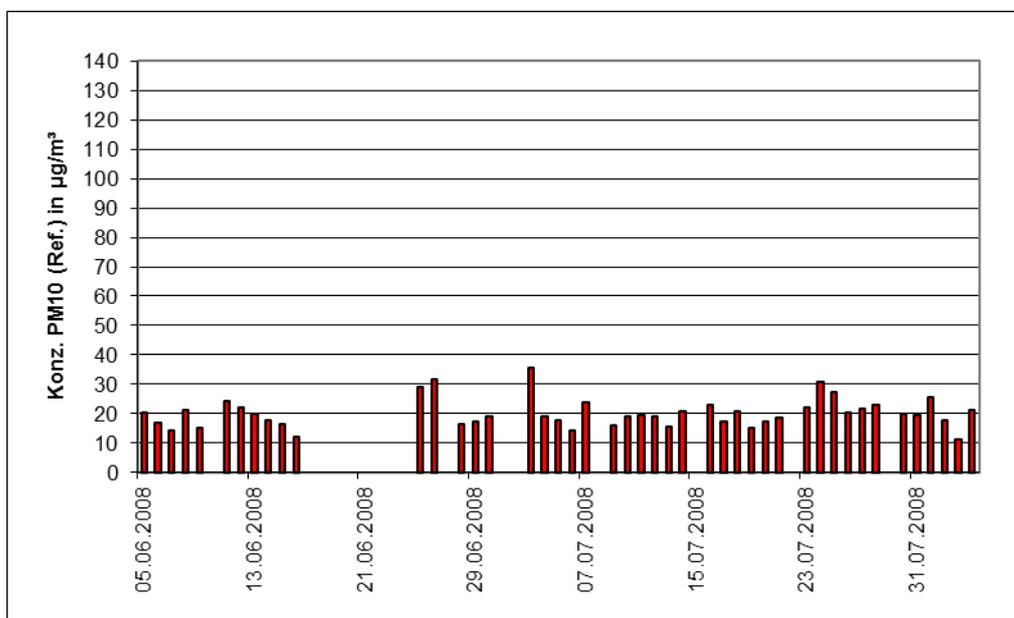


Abbildung 21: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Steyregg (A)“

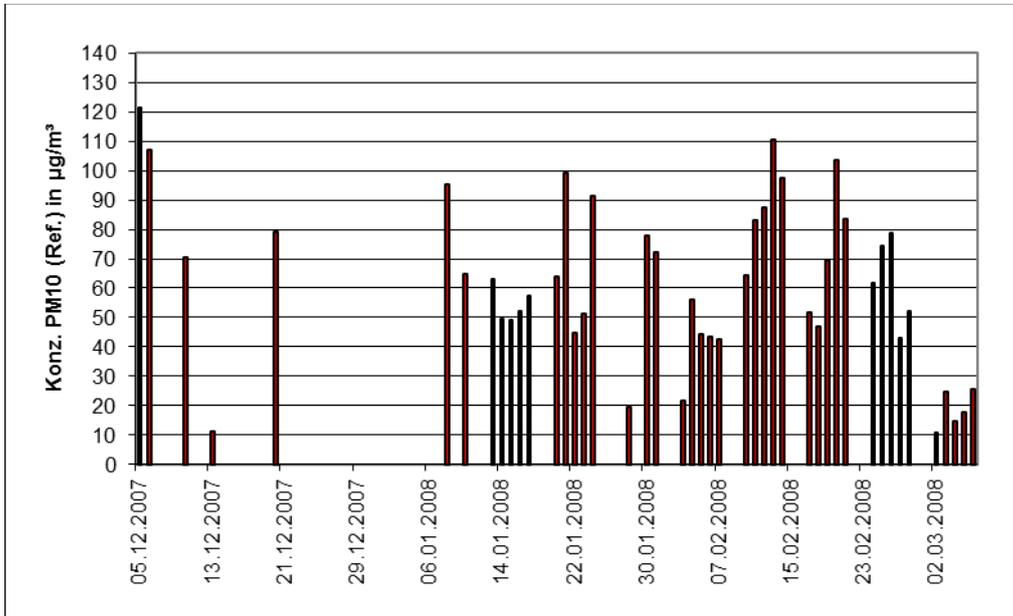


Abbildung 22: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Graz (A)“

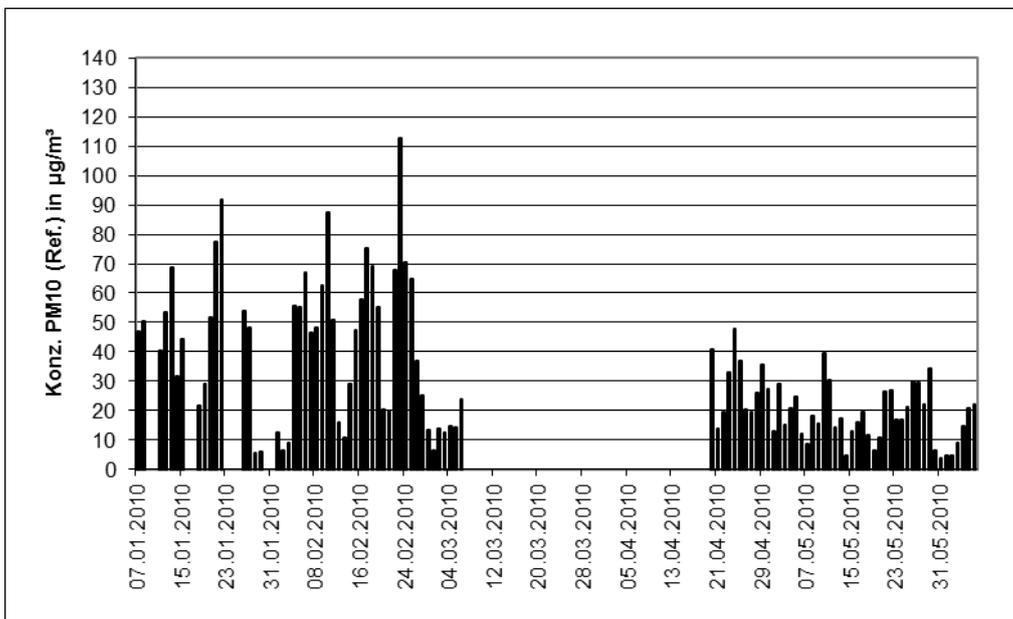


Abbildung 23: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Tusimice (CZ)“

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 47 von 163

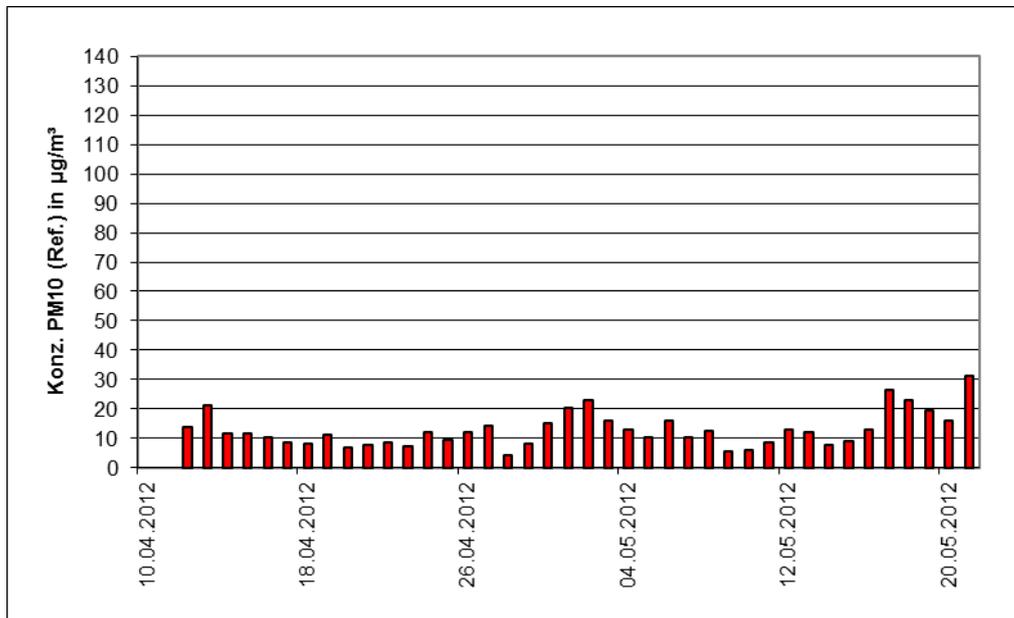


Abbildung 24: Verlauf der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington (UK)“

Die folgenden Abbildungen zeigen die verschiedenen Feldteststandorte.



Abbildung 25: Feldteststandort Köln, Parkplatz



Abbildung 26: Feldteststandort Titz-Rödingen

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 49 von 163



Abbildung 27: Feldteststandort Köln, Frankfurter Str.



Abbildung 28: Feldteststandort Steyregg (A) [20]

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B



Abbildung 29: Feldteststandort Graz (A) [20]



Abbildung 30: Feldteststandort Tusimice (CZ) [20]

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 51 von 163



Abbildung 31: Feldteststandort Teddington (UK)

Neben den Messgeräten zur Bestimmung der Schwebstaubimmissionen war bei den Kampagnen aus der Eignungsprüfung [9] eine Erfassungsanlage für meteorologische Kenndaten am Container/Messort angebracht. Es erfolgte eine kontinuierliche Erfassung von Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung sowie Niederschlagsmenge. Es wurden 10-min-Mittelwerte gespeichert.

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

- |                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| • Höhe Containerdach:            | 2,7 m                            |
| • Höhe der Probenahme für Test-/ | 1,2 m / 1,2 m über Containerdach |
| • Referenzgerät                  | 3,9 / 3,9 m über Grund           |
| • Höhe der Windfahne:            | 4,5 m über Grund                 |

Auch in den zusätzlichen Kampagnen gemäß [16] wurden die meteorologischen Kenndate aufgezeichnet.

Die nachfolgende Tabelle 5 enthält daher neben einem Überblick über die wichtigsten meteorologischen Kenngrößen, die während der Messungen an den 7 Feldteststandorten ermittelt wurden, auch einen Überblick über die Schwebstaubverhältnisse während des Prüfzeitraumes. Alle Einzelwerte sind in den Anhängen 5 und 6 zu finden.



Tabelle 5: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten, als Tagesmittelwerte

	Köln, Parkplatz	Titz-Rödingen	Köln, Frankf. Str.	Steyregg (A)
Anzahl Wertepaare Referenz	29	37	28	45
<b>Lufttemperatur [°C]</b>				
Bereich	-3,2 – 15,6	12,7 – 26,5	5,5 – 19,1	10,9 – 26,2
Mittelwert	4,7	17,3	12,7	19,7
<b>Luftdruck [hPa]</b>				
Bereich	982 – 1024	992 – 1010	989 – 1024	nicht vorhanden
Mittelwert	1003	1000	1008	
<b>Rel. Luftfeuchte [%]</b>				
Bereich	33,7 – 89,1	55,8 – 81,7	63,8 – 82,7	58,7 – 94,6
Mittelwert	64,0	74,2	71,8	74,0
<b>Windgeschwindigkeit [m/s]</b>				
Bereich	0,0 – 3,0	0,0 – 2,7	0,0 – 3,8	0,3 – 2,5
Mittelwert	1,1	0,4	1,1	1,3
<b>Niederschlagsmenge [mm/d]</b>				
Bereich	0,0 – 15,2	0,0 – 35,7	0,0 – 19,8	nicht vorhanden
Mittelwert	2,6	5,6	2,2	

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 53 von 163

	Graz (A)	Tusimice (CZ)*	Teddington (UK)
Anzahl Wertepaare Referenz	45	97 (J7860) 96 (J7863)	40
<b>Lufttemperatur [°C]</b>			
Bereich	-5,9 – 13,3	-13,0 – 19,0	5,8 – 14,9
Mittelwert	2,7	2,7	10,3
<b>Luftdruck [hPa]</b>			
Bereich	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
Mittelwert			
<b>Rel. Luftfeuchte [%]</b>			
Bereich	33,9 – 100	24,0 – 96,0	51,9 – 91,8
Mittelwert	73,8	82,9	74,0
<b>Windgeschwindigkeit [m/s]</b>			
Bereich			
Mittelwert	0,0 – 1,9 0,6	0,0 – 3,1 0,7	0,1 – 3,5 1,1
<b>Niederschlagsmenge [mm/d]</b>			
Bereich	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
Mittelwert			

\* nur 1 Referenzgerät im Einsatz

### Dauer der Probenahmen

DIN EN 12341 legt die Probenahmedauer auf 24 h fest.

Im Feldtest wurde immer eine Probenahmezeit von 24 h für alle Geräte eingestellt.

### 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 Referenzmessungen wurden keine Ausreißer entfernt.

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.

### Filterhandling - Massenbestimmung

Folgende Filter wurden in der Eignungsprüfung verwendet:

Tabelle 6: Eingesetzte Filtermaterialien aus Eignungsprüfung [9]

Messgerät	Filtermaterial, Typ	Hersteller
Leckel LVS3 bzw. SEQ47/50	Quarzfaser, Ø 50mm	Whatman

Die Behandlung der Filter entsprach den Anforderungen der DIN EN 12341, Anhang C [3].

Für die Standorte aus den zusätzlichen Messkampagnen in Österreich, Tschechien und Großbritannien liegen hier folgende Informationen vor [16; 20]:

Tabelle 7: Eingesetzte Filtermaterialien aus zusätzlichen Untersuchungen [16; 20]

Standort	Messgerät	Filtermaterial, Typ	Hersteller
Steyregg / Graz	Leckel SEQ47/50	Glasfaser, Ø 46mm	Munktell
Tusimice	Derenda	Glasfaser, Ø 47mm	Whatman
Teddington	Leckel LVS3	Emfab, Ø 47mm	Pall

Alle Messdaten für die zusätzlichen Messkampagnen wurden entweder von akkreditierten Prüfinstituten oder von nationalen Referenzlaboratorien erzeugt.

## 5. Referenzmessverfahren

Im Rahmen des Feldtestes [9] wurden gemäß der DIN EN 12341 folgende Geräte eingesetzt:

1. als Referenzgerät: Kleinfiltergerät Low Volume Sampler LVS3 (Standort Köln, Parkplatz-gelände)  
Hersteller: Ingenieurbüro Sven Leckel, Leberstraße 63, Berlin, Deutschland  
Herstelldatum: 2000  
PM10-Probenahmekopf

sowie

Filterwechsler SEQ47/50, Indoorversion, (ab Standort Titz)  
Hersteller: Ingenieurbüro Sven Leckel, Leberstraße 63, Berlin, Deutschland  
Herstelldatum: 2005  
PM10-Probenahmekopf

Während der Prüfung wurden parallel zwei Referenzgeräte mit einem geregelten Durchsatz von 2,3 m<sup>3</sup>/h betrieben. Der Filterwechsel erfolgte um 8:00.

Die Volumenstromregelgenauigkeit beträgt unter realen Einsatzbedingungen < 1 % des Nennvolumenstroms.

Ab dem Standort Titz kamen zwei Referenzsysteme vom Typ Filterwechsler SEQ47/50 zum Einsatz. Die Installation erfolgte als Indoorversion, d.h. der eigentliche Filterwechsler wurde im Messcontainer installiert und die Verbindung zum Probeneinlass über ein Ansaugrohr hergestellt. Das gesamte Probenahmesystem wird durch einen Luftmantel gekühlt – hierzu ist zusätzlich das eigentliche Ansaugrohr in einem durchspülten Aluminiumhüllrohr installiert.

Der Filterwechsler basiert technisch auf dem Kleinfiltergerät LVS3 und entspricht auf Grund seiner Bauausführung grundsätzlich einem Referenzsammler nach DIN EN 12341. Der Filterwechselmechanismus zusammen mit dem Vorrats- und Ablagemagazin ermöglicht eine kontinuierliche 24-h-Probenahme für die Dauer von bis zu 15 Tagen.

Die Probenahmeluft beim LVS3 wie auch beim SEQ47/50 wird von der Drehschieber-Vakuumpumpe über den Probenahmekopf gesaugt, der Probeluft-Volumenstrom wird hierbei zwischen Filter und Vakuumpumpe mit einer Messblende gemessen. Die angesaugte Luft strömt von der Pumpe aus über einen Abscheider für den Abrieb der Drehschieber zum Luftauslass.

Nach beendeter Probenahme zeigt die Messelektronik das angesaugte Probeluftvolumen in Norm- oder Betriebs-m<sup>3</sup> an bzw. legt die Messdaten im Speicher ab (SEQ 47/50).

Für die Standorte aus den zusätzlichen Messkampagnen in Österreich, Tschechien und Großbritannien liegen hier folgende Informationen vor [16; 20]:

Tabelle 8: Eingesetzte Referenzgeräte aus zusätzlichen Untersuchungen [16; 20]

<b>Standort</b>	<b>Messgerät</b>	<b>Filterwechsel</b>
Steyregg / Graz	Leckel SEQ47/50	Automatisch um 8:00
Tusimice	Derenda	Manuell um 7:00
Teddington	Leckel LVS3	Manuell um 10:00

Alle Messdaten für die zusätzlichen Messkampagnen wurden entweder von akkreditierten Prüfinstituten oder von nationalen Referenzlaboratorien erzeugt.

## 6. Prüfergebnisse

### 6.1 1 Messbereiche

*Die Messbereiche müssen die folgenden Anforderungen einhalten:*

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

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

### 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

### 6.3 Durchführung der Prüfung

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

### 6.4 Auswertung

An der Messeinrichtung 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/m<sup>3</sup>.

Während der Eignungsprüfung war der Messbereich 0 – 1,000 mg/m<sup>3</sup> = 0 – 1.000 µg/m<sup>3</sup> eingestellt.

Messbereich: 0 – 1.000 µg/m<sup>3</sup> (Standard)

### 6.5 Bewertung

Es ist standardmäßig ein Messbereich von 0 – 1.000 µg/m<sup>3</sup> eingestellt. Andere Messbereiche bis zu 0 – 10.000 µg/m<sup>3</sup> sind möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

### 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.



## **6.1 2 Negative Signale**

*Negative Signale dürfen nicht unterdrückt werden.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

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

## **6.4 Auswertung**

Die Messeinrichtung kann sowohl über Display wie auch über die Datenausgänge negative Werte ausgeben.

## **6.5 Bewertung**

Negative Messsignale 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.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 59 von 163

### 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  $-0,49 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und die Nachweisgrenze zu maximal  $1,69 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Mindestanforderung erfüllt? ja



## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 9: Nullniveau und Nachweisgrenze PM<sub>10</sub>

		Gerät SN X14465	Gerät SN X14499
Anzahl der Werte n		15	15
Mittelwert der Leerwerte (Nullniveau) $\bar{x}_0$	µg/m <sup>3</sup>	-0,49	0,08
Standardabweichung der Werte $s_{x0}$	µg/m <sup>3</sup>	0,51	0,47
Nachweisgrenze x	µg/m <sup>3</sup>	<b>1,69</b>	<b>1,56</b>

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

## 6.1 4 Genauigkeit des Volumenstroms (7.4.4)

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

*Die ermittelte relative Differenz zwischen dem Mittelwert der Messergebnisse für den Volumenstrom bei zwei Temperaturen der umgebenden Luft 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 m<sup>3</sup>/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:  
 $\leq 2,0 \%$  des Sollwertes des Volumenstroms (gemittelter Probendurchfluss)  
 $\leq 5 \%$  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 m<sup>3</sup>/h).

In der Eignungsprüfung [9] wurde der Probenahmestrom vor dem ersten Feldteststandort kalibriert und dann vor den Feldteststandorten mit Hilfe eines Balgengaszählers auf Korrektheit überprüft und falls erforderlich nachjustiert.

Um die Konstanz des Probenahmestroms zu ermitteln, wurde ein Durchflussmesser an die Messeinrichtungen angeschlossen und über einen Zeitraum von 6 h (=6 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 den Feldteststandorten durchgeführten Überprüfungen der Durchflussrate sind in Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11: Ergebnisse Kontrolle Durchflussrate

Durchflussüberprüfung vor Standort:	SN 4924		SN 4925	
	[l/min]	Abw. vom Soll [%]	[l/min]	Abw. vom Soll [%]
Köln, Parkplatzgelände	16,67	-	16,67	-
Titz-Rödingen	16,51	-1,0	17,09	2,5
Köln, Frankfurter Str.	16,45	-1,3	15,5	-7,0*

\* Durchflussrate nachjustiert



Die grafischen Darstellungen der Konstanz des Durchflusses zeigen, dass alle während der Probenahme ermittelten Messwerte weniger als  $\pm 5$  % 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  $\pm 5$  % vom Sollwert ab.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 12 sind die ermittelten Kenngrößen für den Durchfluss aufgeführt. Abbildung 32 bis Abbildung 33 zeigen eine grafische Darstellung der Durchflussmessungen an den beiden Testgeräten SN 4924 und SN 4925.

Tabelle 12: Kenngrößen für die Gesamtdurchflussmessung (24h-Mittel), SN 4924 & SN 4925

		Gerät SN 4924	Gerät SN 4925
Mittelwert	l/min	16,71	16,58
Abw. vom Sollwert	%	0,25	-0,52
Standardabweichung	l/min	0,05	0,08
Minimalwert	l/min	16,34	15,95
Maximalwert	l/min	17,02	16,83

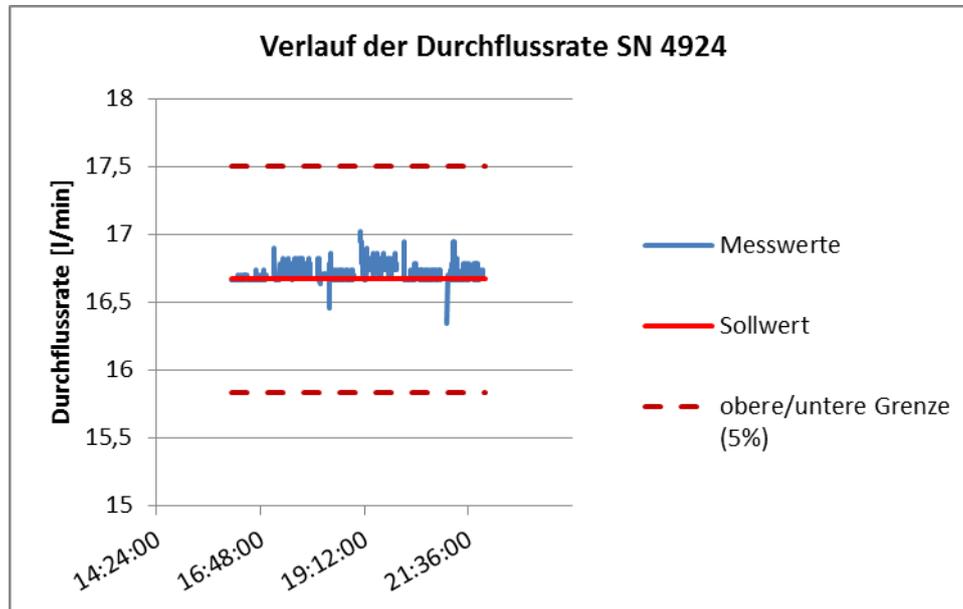


Abbildung 32: Durchfluss am Testgerät SN 4924

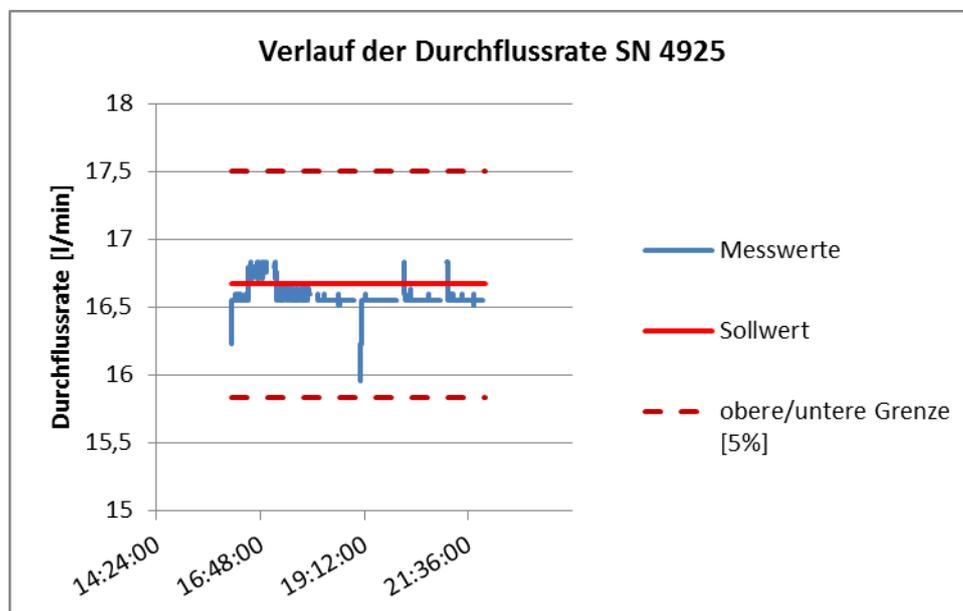


Abbildung 33: Durchfluss am Testgerät SN 4925



## 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 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  $\eta$  (für Gase keine Druckabhängigkeit im Bereich bis 10bar) bleiben konstant.
2. Die Leckrate  $\dot{V}$  ist damit direkt proportional abhängig vom Differenzdruck  $\Delta p$ .
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
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: 0,34 %

Gerät 2: 0,34 %

## 6.5 Bewertung

Die maximal ermittelte Leckrate von 0,1 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 Feldte

	Durchfluss (Pumpe aus)	Durchfluss (Pumpe ein, Eingang verschlossen)			Maxwert	Maxwert dividiert durch 1,75	Anteil vom Sollwert	Maximal zulässige Leckrate lt. Hersteller
		1	2	3				
	l/min	l/min	l/min	l/min	l/min	%	l/min	
SN 4924	0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,057	0,34	1,0
SN 4925	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,057	0,34	1,0

## 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, Filterband

## 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.

Bei den Testgeräten SN 4924 und SN 4925 wurde der Nullpunkt durch Auswertung der geräteinternen Überprüfung des Nullpunktes der radiometrischen Messung bei Betrieb der Messeinrichtung ermittelt. 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).

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. 3 h pro Temperaturstufe erfolgte die Aufnahme der Messwerte am Nullpunkt (3 Messwerte pro Temperaturstufe).

## 6.4 Auswertung

Es wurden die benötigten Messwerte über die serielle Schnittstelle #2 aufgezeichnet 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 0,4 µg/m<sup>3</sup> festgestellt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 14: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, BAM-1020, Abweichung in µg/m<sup>3</sup>, Mittelwert aus drei Messungen, SN 4924 & SN 4925

Temperatur °C	SN 4924		SN 4925	
	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C	Messwert	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
20	0,5	0,0	0,9	-0,1
5	0,2	-0,3	1,2	0,2
20	0,3	-0,2	1,2	0,2
40	0,9	0,4	0,8	-0,2
20	0,7	0,2	0,9	-0,1
Mittelwert bei 20°C	0,5	-	1,0	-

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

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

*Die ermittelten Differenzen müssen die folgenden Leistungskriterien erfüllen:*

*Empfindlichkeit des Messgerätes (Span):*

*≤ 5 % vom Wert bei der Nennprüftemperatur*

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

## 6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Klimakammer für den Temperaturbereich +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 4924 und SN 4925 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 3 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 > 0,2 % 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 4924 & SN 4925

Temperatur °C	SN 4924		SN 4925	
	Messwert [µg/cm <sup>2</sup> ]	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C %	Messwert [µg/cm <sup>2</sup> ]	Abweichung zu mittlerem Messwert bei 20°C %
20	824,7	-0,1	814,8	0,0
5	825,8	0,1	816,3	0,2
20	825,2	0,0	815,0	0,0
40	825,4	0,0	813,7	-0,1
20	825,9	0,1	814,0	-0,1
Mittelwert bei 20°C	825,3	-	814,6	-

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/m<sup>3</sup> in Nullluft, bei einer stufenweisen Änderung der relativen Feuchte von 40 % bis 90 % in beide Richtungen.*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

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

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserdampfkonzentration in der Probenluft wurde durch Zufuhr von befeuchteter Nullluft im Bereich von 40 % bis 90 % relativer Feuchte ermittelt. Hierzu wurde die Messeinrichtung in der Klimakammer betrieben und die relative Feuchte der gesamten umgebende Atmosphäre gezielt variiert. Den Prüflingen 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/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup>. Es konnte kein signifikanter Einfluss auf die Nullmesswerte durch verschiedene Wasserdampfkonzentrationen ermittelt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

## 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	0,2	-	-1,3	-
90	-1,1	-1,3	-2,8	-1,5
40	-0,7	0,4	-0,8	2,0
Maximale Abweichung	-1,3		2,0	



## **6.1 12 Nullpunktprüfungen (7.5.3)**

*Während der Prüfungen darf der absolute Messwert der AMS am Nullpunkt das folgende Kriterium nicht überschreiten:  
Absoluter Wert  $\leq 3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .*

## **6.2 Gerätetechnische Ausstattung**

Filterband

## **6.3 Durchführung der Prüfung**

Die Prüfung erfolgte im Rahmen des Feldtestes der Erstprüfung [9] über einen Gesamtzeitraum von insgesamt ca. 8-9 Monaten.

Für die Überprüfung des Nullpunktes wurden 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).

Zur Auswertung wurden die automatisch errechneten stündlichen Werte am Nullpunkt während des gesamten Feldtests im Mittel einmal pro Woche für einen Tag zu einem 24 h-Mittelwert verdichtet und ausgewertet. 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 den Zeitraum vom 03.10.2006 bis zum 16.10.2006.

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

Eine externe Prüfung mit Nullfilter am Geräteeinlass ist selbstverständlich auch jederzeit einfach möglich.

## **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  $\text{PM}_{10}$  bei  $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

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

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 79 von 163

Tabelle 18: Nullpunktprüfungen SN 4924 & SN 4925, PM<sub>10</sub>

Datum	SN 4924		Datum	SN 4925	
	Messwert	Messwert (absolut) > 3,0 µg/m <sup>3</sup>		Messwert	Messwert (absolut) > 3,0 µg/m <sup>3</sup>
	µg/m <sup>3</sup>			µg/m <sup>3</sup>	
11.02.2006	1,0	ok	11.02.2006	0,4	ok
18.02.2006	1,0	ok	18.02.2006	-0,1	ok
25.02.2006	0,6	ok	25.02.2006	1,9	ok
04.03.2006	-0,4	ok	04.03.2006	0,4	ok
11.03.2006	-0,6	ok	11.03.2006	0,2	ok
18.03.2006	-0,5	ok	18.03.2006	1,3	ok
25.03.2006	-0,1	ok	25.03.2006	0,3	ok
01.04.2006	0,5	ok	01.04.2006	0,8	ok
05.08.2006	2,2	ok	05.08.2006	1,1	ok
12.08.2006	0,6	ok	12.08.2006	1,1	ok
19.08.2006	1,2	ok	19.08.2006	-0,5	ok
26.08.2006	1,2	ok	26.08.2006	1,5	ok
02.09.2006	0,8	ok	02.09.2006	0,6	ok
01.10.2006	0,1	ok	01.10.2006	1,4	ok
07.10.2006	0,7	ok	07.10.2006	1,3	ok
14.10.2006	0,5	ok	14.10.2006	0,5	ok
21.10.2006	-0,2	ok	21.10.2006	0,2	ok
28.10.2006	1,5	ok	28.10.2006	0,9	ok

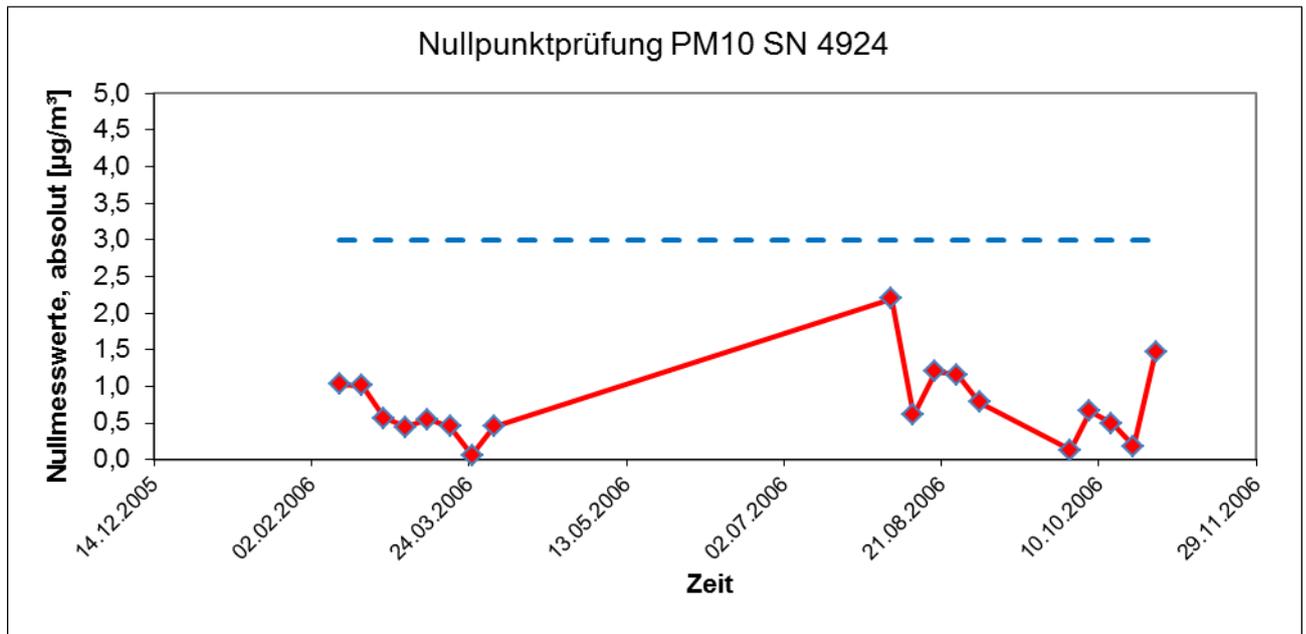


Abbildung 34: Nullpunkt drift SN 4924, Messkomponente PM<sub>10</sub>

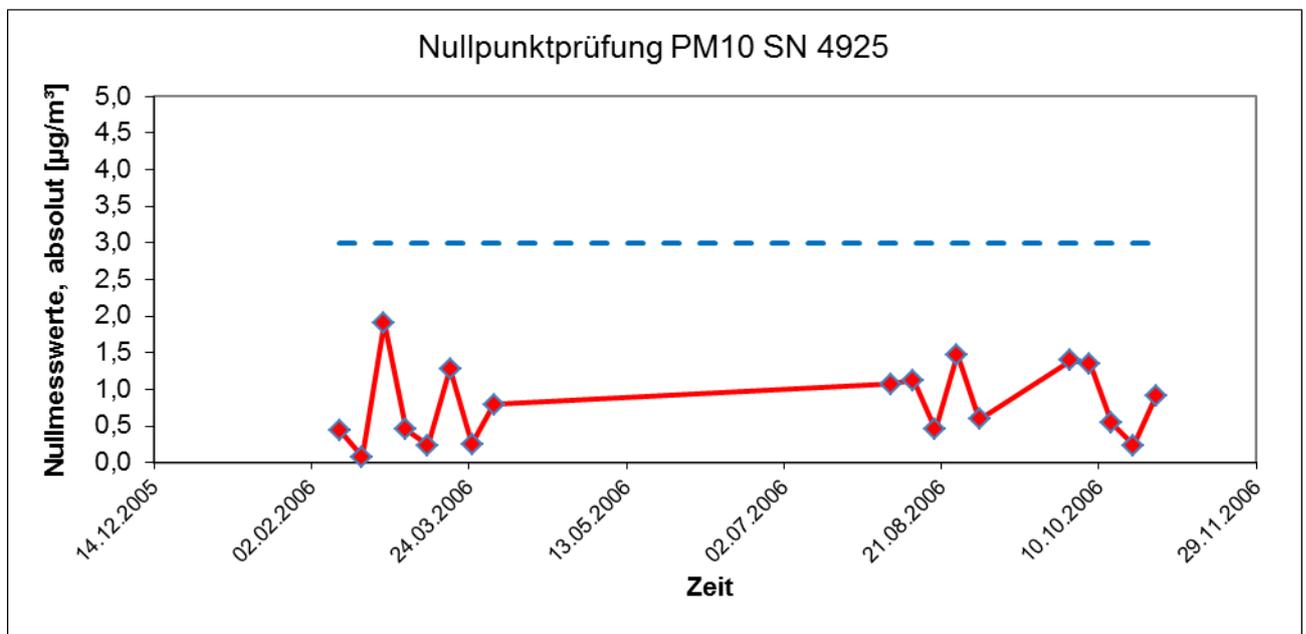


Abbildung 35: Nullpunkt drift SN 4925, Messkomponente PM<sub>10</sub>

## 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 4 min.

Die Zykluszeit setzt sich daher zusammen aus 2 x 4 min für die radiometrische Messung ( $I_0$  &  $I_3$ ) sowie ca. 1 bis 2 min für Filterbandbewegungen. Die Sammelzeit beträgt damit pro Stunde ca. 50 min.

Die verfügbare Probenahmezeit pro Messzyklus liegt damit bei ca. 83 % 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 drei Feldteststandorte aus der Erstprüfung [9] 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

$t_{\text{valid}}$  die Zeitspanne, in der valide Daten erfasst wurden;

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

$t_{\text{field}}$  die Gesamtdauer der Feldprüfung.

## 6.4 Auswertung

Tabelle 19 zeigt eine Aufstellung der Betriebs-, Wartungs- und Störungszeiten. Die Messeinrichtungen wurden im Feldtest der Erstprüfung [9] über einen Zeitraum von insgesamt 147 Messtagen betrieben (siehe Anlage 5).

Ausfälle durch externe Einflüsse, die nicht dem Gerät angelastet werden können, wurden am 28.07.2006 und 29.07.2006 (48 h wegen Stromausfall) sowie am 30.08.2006 (24 h wegen Einbau eines Stromzählers) verzeichnet. Dadurch reduziert sich die Gesamtbetriebszeit auf 144 Messtage.

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. Lediglich am 14.02.2006 wurde am Standort Köln, Parkplatzgelände für die notwendigen Arbeiten aus organisatorischen Gründen ein Zeitraum von mehr als 1 h benötigt und die Messwerte von diesem Tag daher komplett verworfen. Dieser 24-stündige Ausfall ist allerdings nicht dem Gerät anzulasten, sondern ist durch die Organisation und Durchführung der Prüfungen selbst begründet.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Es wurden keine Gerätestörungen beobachtet.

## 6.5 Bewertung

Die Verfügbarkeit betrug für SN 4924 99,3 % und für SN 4925 99,3 %.  
Mindestanforderung erfüllt? ja

## 6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 19: Ermittlung der Verfügbarkeit

		Gerät 1 (SN 4924)	Gerät 2 (SN 4925)
Einsatzzeit ( $t_{\text{field}}$ )	d	144	144
Ausfallzeit	d	-	-
Wartungszeit inkl. Nullfilter ( $t_{\text{cal,maint}}$ )	d	1	1
Tatsächliche Betriebszeit ( $t_{\text{valid}}$ )	d	143	143
Verfügbarkeit	%	99,3	99,3



## 6.1 Methodik der Äquivalenzprüfung (7.5.8.4 & 7.5.8.8)

Die Erstprüfung der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-Vorabscheider wurde im Jahr 2006 so gestaltet, dass die Prüfungen gemäß den Mindestanforderungen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 sowie der entsprechenden europäischen Richtlinie EN 12341 ausgewertet und dokumentiert wurden. Darüber hinaus erfolgte für die drei Kampagnen auch eine Auswertung der vorhandenen Datensätze gemäß dem Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ in der Version 2005. Es konnte allerdings damals aus formalen Gründen kein Nachweis der Äquivalenz erfolgen, da nur drei statt der geforderten vier Vergleiche vorlagen und auch die Anzahl der validen Datenpaare für die einzelnen Vergleiche unter der geforderten Mindestanzahl von 40 liegt.

Um unter Berücksichtigung der vorhandenen Datensätze dennoch die Äquivalenz gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods" in der aktuellen Version 2010 nachzuweisen, wurde gemeinsam mit den englischen Projektpartnern im UK-GER PM Equivalence Programm folgende Vorgehensweise festgelegt:

Es erfolgt eine erneute Auswertung der Äquivalenz der folgenden Datensätze gemäß dem Leitfaden 2010 für folgende Standorte:

- Standorte Köln, Parkplatz, Titz-Rödingen und Köln, Frankfurter Str. aus der bestehenden dt. Eignungsprüfung

zusätzlich jeweils mit BAM-1020 in gleicher Bauart

- 2 Standorte (Steyregg, Graz) aus österreichischen Äquivalenzuntersuchungen aus 2007 / 2008, durchgeführt durch das Umweltbundesamt Österreich,
- 1 Standort (Tusimice) aus tschechischen Äquivalenzuntersuchungen aus 2010, durchgeführt durch das Czech Hydrometeorological Institute,
- 1 Standort (Teddington) aus englischen Äquivalenzuntersuchungen aus 2012, durchgeführt durch NPL / Bureau Veritas UK.

Damit fließen insgesamt 7 Vergleichsmesskampagnen in die Auswertung und die formalen Bedingungen einer Äquivalenzprüfung nach Leitfaden 2010 (mindestens 4 Vergleiche a 40 Messwertpaare) werden erfüllt. Es werden alle Daten aller Stationen aus den verwendeten Äquivalenzprüfungen verwendet. Die Vorgehensweise soll darüber hinaus zeigen, dass auch unter diesen Bedingungen (verschiedene Sites in verschiedenen Ländern, verschiedene Geräte gleicher Bauart, verschiedene Bediener) die Äquivalenz nachgewiesen werden kann.

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 Jahreshgrenzwerte, d.h.  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  und  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$ . Wenn dies auf Grund niedriger Konzentrationslevel nicht gewährleistet werden kann, wird eine Mindestanzahl von 32 Wertepaaren als ausreichend erachtet.
2. Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen muss kleiner sein als  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für alle Daten sowie für einen Datensatz mit Daten größer/gleich  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  und  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$ .
3. Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten muss kleiner sein als  $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
4. Die erweiterte Unsicherheit ( $W_{\text{CM}}$ ) wird berechnet bei  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  und bei  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$  für jeden einzelnen Prüfling gegen den Mittelwert der Referenzmethode. Für jeden der folgenden Fälle muss die erweiterte Unsicherheit kleiner 25 % sein:
  - Gesamtdatensatz;
  - Datensatz mit PM-Konzentrationen größer/gleich  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  oder größer/gleich  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{2,5}$ , vorausgesetzt der Datensatz enthält 40 oder mehr gültige Datenpaare;
  - Datensätze für jeden einzelnen Standort.
5. Voraussetzung für die Akzeptanz des Komplettdatensatzes ist, dass die Steigung  $b$  insignifikant verschieden ist von 1:  $|b - 1| \leq 2 \cdot u(b)$  und der Achsabschnitt  $a$  insignifikant verschieden ist von 0:  $|a| \leq 2 \cdot u(a)$ . Wenn diese Voraussetzungen nicht erfüllt werden, dann können die Prüflinge mit den Werten des Gesamtdatensatzes für die Steigung und/oder für den Achsabschnitt kalibriert werden.

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

Unter Punkt 6.1 16 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den AMS  $u_{\text{bs,AMS}}$  (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 sieben verschiedenen Vergleichskampagnen durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten sowie unterschiedlich hohe PM10 Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG [7]. Für PM<sub>10</sub> liegt die obere Beurteilungsschwelle bei  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Es wurden 4 Vergleichskampagnen (A-Steyregg, A-Graz, CZ-Tusimice, UK-Teddington) mit je mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Zusätzlich wurden die 3 Vergleichsmesskampagnen (D-Köln, Parkplatz, D-Titz-Rödingen, D-Köln, Frankf. Str.) aus der ursprünglichen Eignungsprüfung [9] mit ausgewertet, auch wenn diese Vergleiche jeweils weniger als 40 valide Wertepaare enthalten. Vom gesamten Datensatz (7 Vergleiche, 320 valide Messwertpaare) liegen insgesamt 35,3 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>10</sub>. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

## **6.4 Auswertung**

Gemäß Punkt 7.5.8.4 der Richtlinie DIN EN 16450 gilt:

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

Die Unsicherheit wird dabei ermittelt für:

- Alle Standorte bzw. Vergleiche gemeinsam (Kompletter Datensatz)
- 1 Datensatz mit Messwerten  $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>10</sub> (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  $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>10</sub> (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 89 von 163

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  $1,49 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  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 36 bis Abbildung 45.

Tabelle 20: Unsicherheit zwischen den Prüflingen  $u_{bs,AMS}$ , Messkomponente PM<sub>10</sub>

Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{bs}$
SN			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>4924/Ö1/J7860/17022 vs. 4925/Ö2/J7863/17011</b>	<b>Alle Standorte</b>	<b>363</b>	<b>1,22</b>
Einzelstandorte			
4924 / 4925	Köln, Parkplatz	52	1,22
4924 / 4925	Titz-Rödingen	37	0,86
4924 / 4925	Köln, Frankf. Str.	28	0,99
Ö1 / Ö2	Steyregg (A)	51	0,75
Ö1 / Ö2	Graz (A)	50	1,96
J7860 / J7863	Tusimice (CZ)	103	1,18
17022 / 17011	Teddington (UK)	42	1,00
Klassierung über Referenzwerte			
<b>4924/Ö1/J7860/17022 vs. 4925/Ö2/J7863/17011</b>	<b>Werte <math>\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>105</b>	<b>1,49</b>
4924/Ö1/J7860/17022 vs. 4925/Ö2/J7863/17011	Werte $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	215	1,09

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 91 von 163

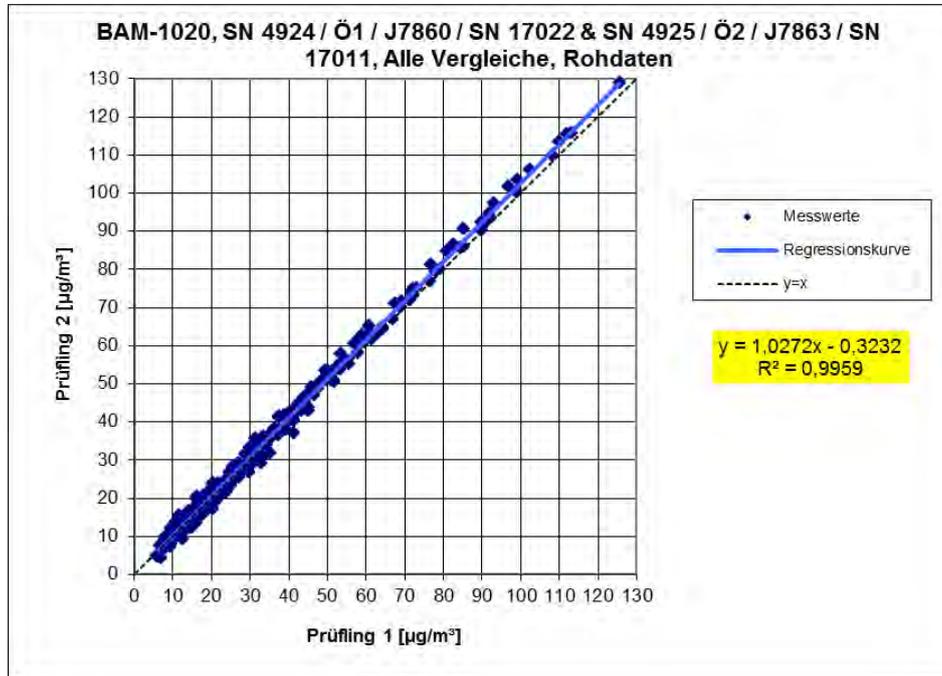


Abbildung 36: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924/Ö1/J7860/SN 17022 vs. SN 4925/Ö2/J7863/SN 17011, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte

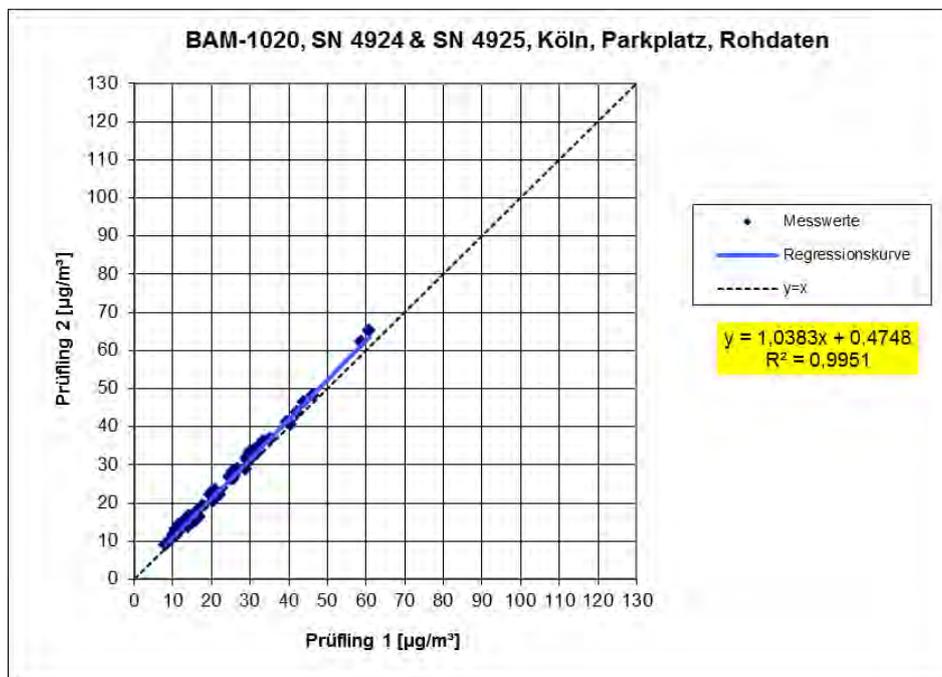


Abbildung 37: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Köln, Parkplatz

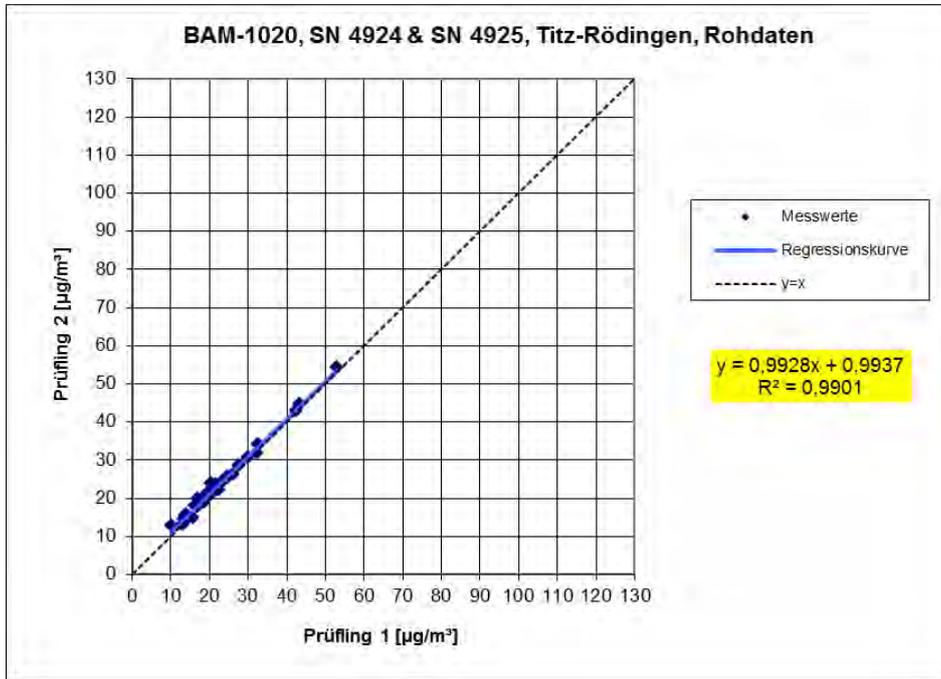


Abbildung 38: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Titz-Rödingen

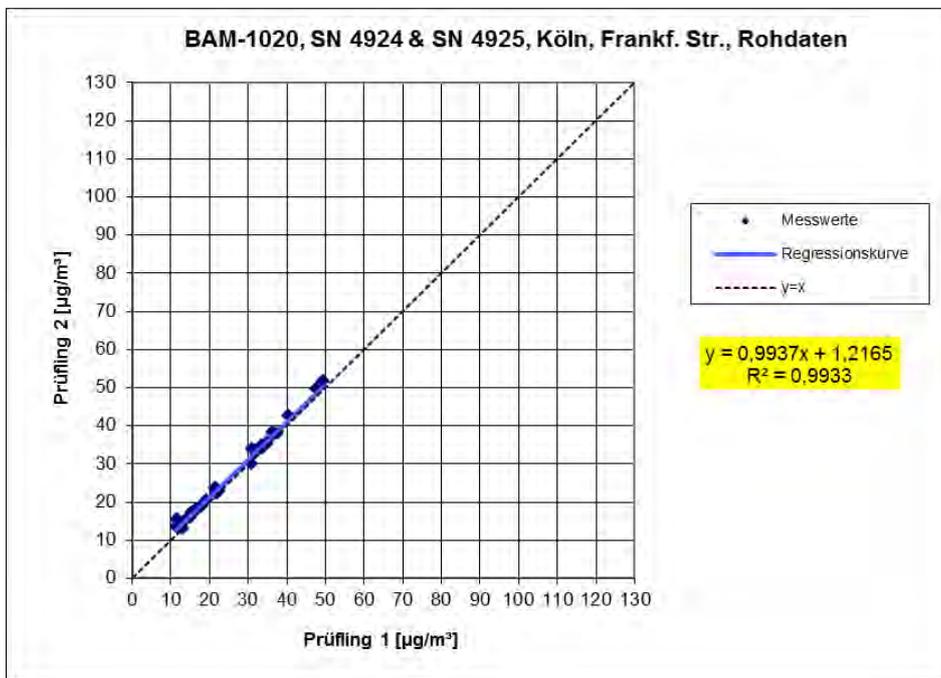


Abbildung 39: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Köln, Frankf. Str.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 93 von 163

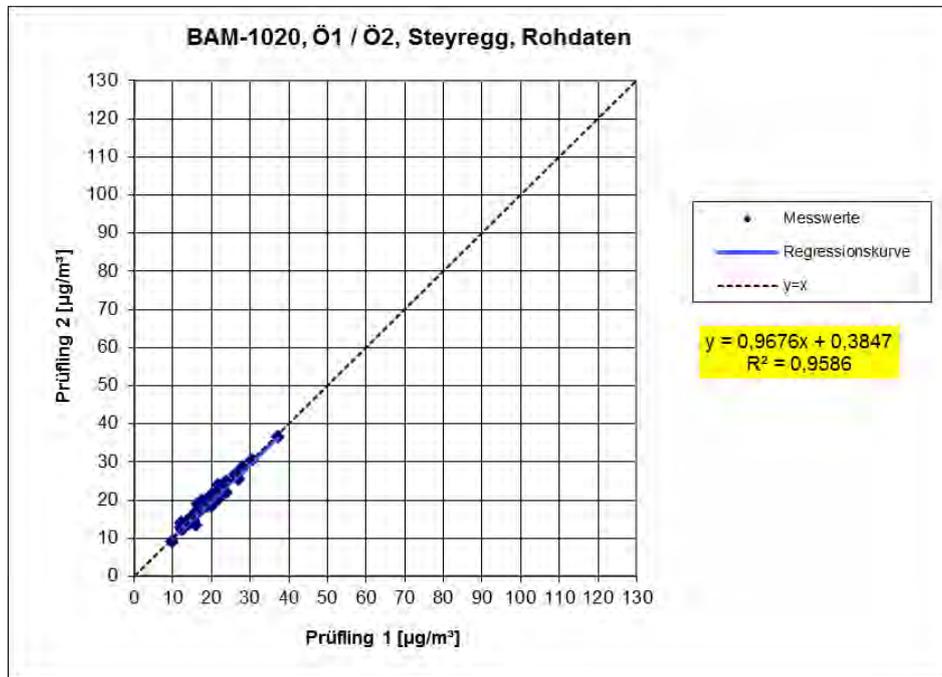


Abbildung 40: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten Ö1 / Ö2, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Steyregg (A)

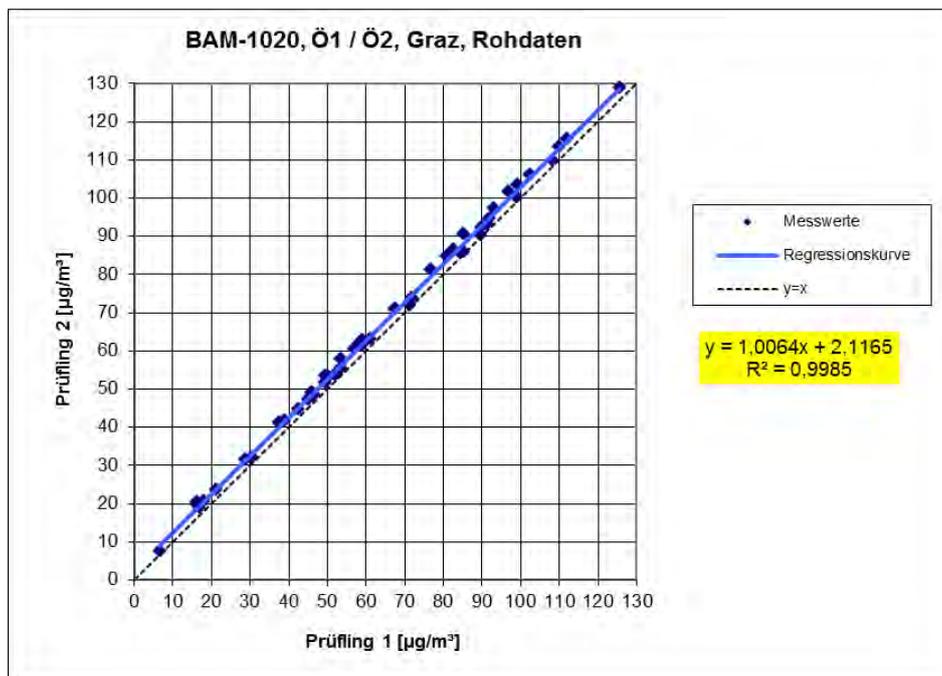


Abbildung 41: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten Ö1 / Ö2, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Graz (A)

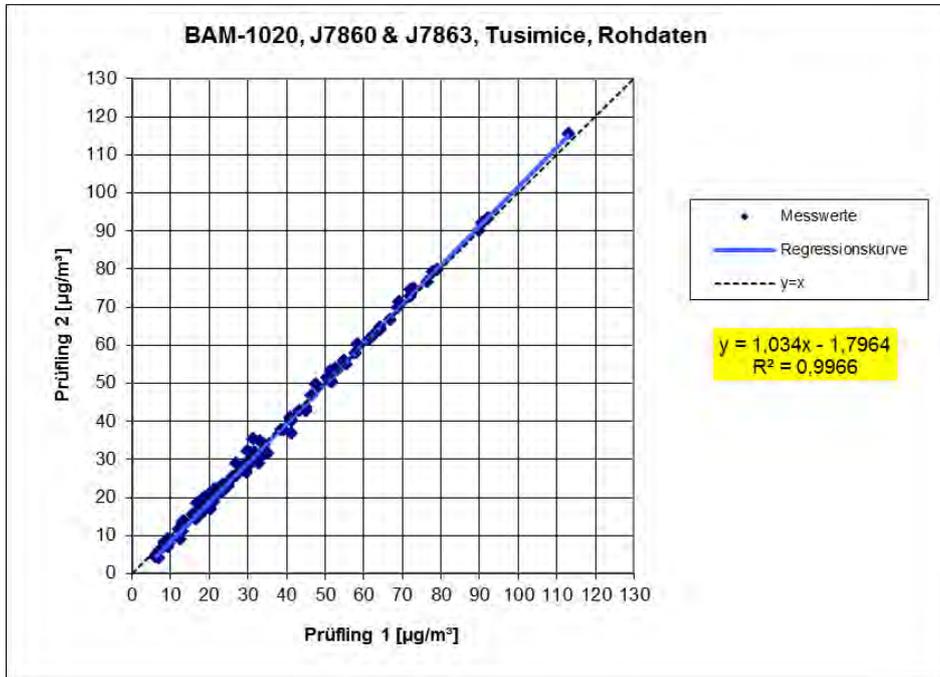


Abbildung 42: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten J7860 / J7863, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Tusimice (CZ)

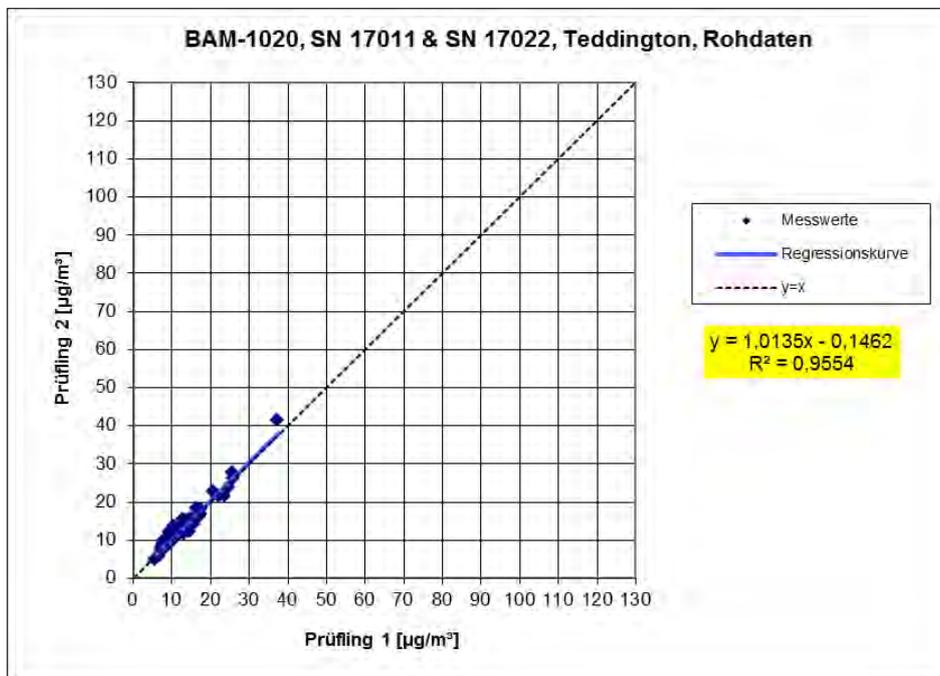


Abbildung 43: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17022 / SN 17011, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Standort Teddington (UK)

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 95 von 163

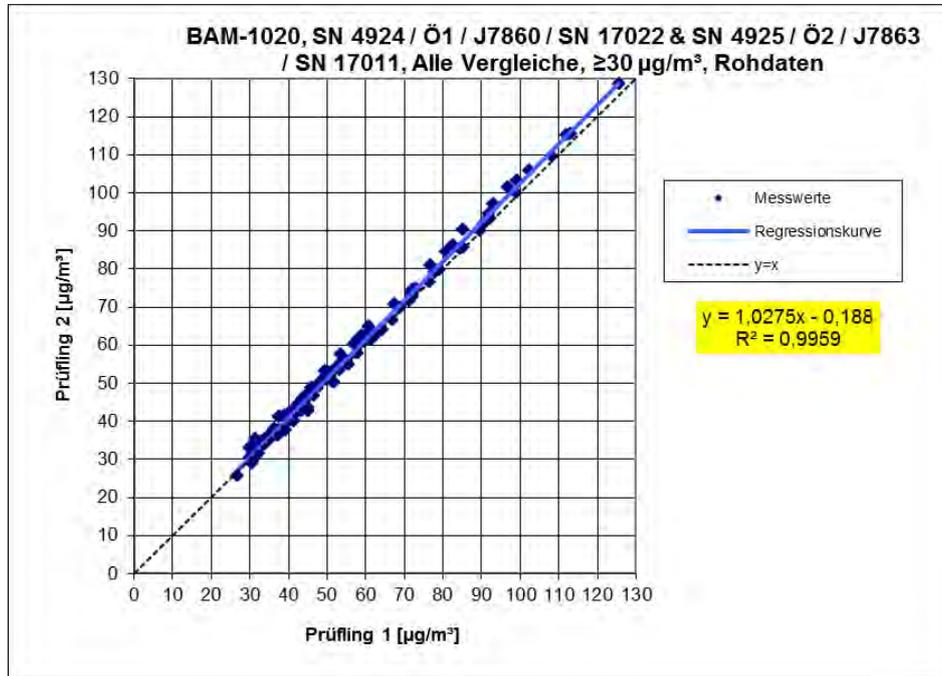


Abbildung 44: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924/Ö1/J7860/SN 17022 vs. SN 4925/Ö2/J7863/SN 17011, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte, Werte  $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

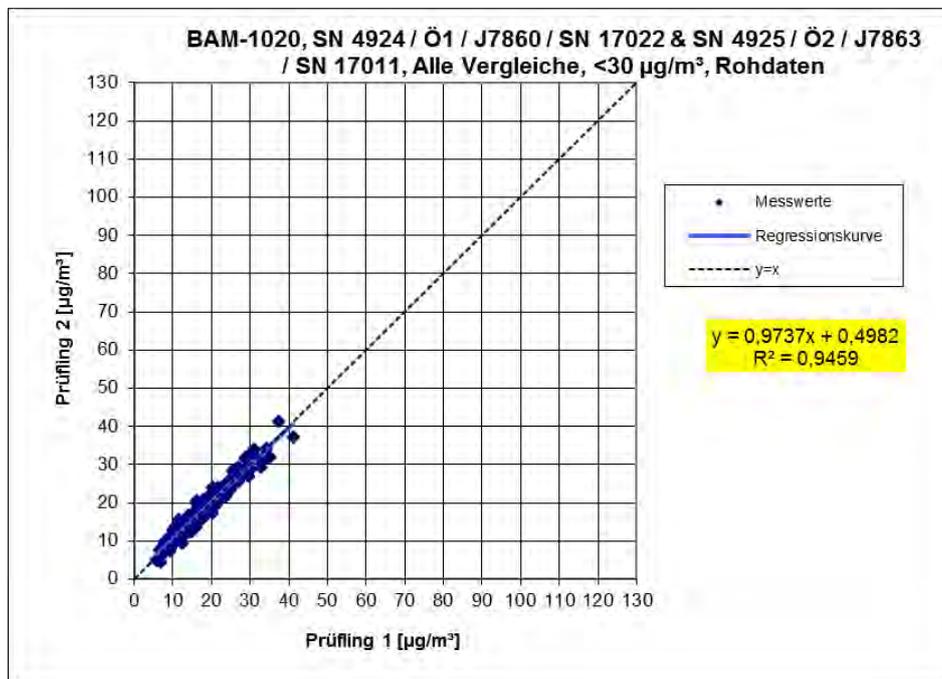


Abbildung 45: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924/Ö1/J7860/SN 17022 vs. SN 4925/Ö2/J7863/SN 17011, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte, Werte  $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$



## **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 sieben verschiedenen Vergleichskampagnen durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten sowie unterschiedlich hohe PM10 Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG [7]. Für PM<sub>10</sub> liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 28 µg/m<sup>3</sup>.

Es wurden 4 Vergleichskampagnen (A-Steyregg, A-Graz, CZ-Tusimice, UK-Teddington) mit je mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Zusätzlich wurden die 3 Vergleichsmesskampagnen (D-Köln, Parkplatz, D-Titz-Rödingen, D-Köln, Frankf. Str.) aus der ursprünglichen Eignungsprüfung [9] mit ausgewertet, auch wenn diese Vergleiche jeweils weniger als 40 valide Wertepaare enthalten. Vom gesamten Datensatz (7 Vergleiche, 320 valide Messwertpaare) liegen insgesamt 35,3 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 28 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub>. 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  $\leq 2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 97 von 163

Die Regression wird berechnet für:

- Alle Standorte bzw. Vergleiche gemeinsam
- Jeden Standort bzw. Vergleich einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten  $PM_{10} \geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

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

$$u_{yi}^2 = \frac{RSS}{(n-2)} - u_{RM}^2 + [a + (b-1)L]^2$$

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  $PM_{10} \geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Voraussetzung für die Akzeptanz des Gesamtdatensatzes ist gemäß Leitfaden:

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

Und

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



Wobei  $u(b)$  und  $u(a)$  die Standardunsicherheiten der Steigung und des Achsabschnitts beschreiben, berechnet als Wurzel der Varianz. Wenn diese Vorbedingungen nicht erfüllt sind, dann können die Prüflinge gemäß Punkt 9.7 des Leitfadens kalibriert werden (siehe auch 6.1 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:

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

Für jeden Datensatz wird die Unsicherheit  $w_{AMS}$  auf einem Level von  $L = 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $\text{PM}_{10}$  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.  $W_{AMS} \leq W_{d,qo}$  → Prüfling wird als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.
2.  $W_{AMS} > W_{d,qo}$  → Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.

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

## 7.5 Bewertung

Die ermittelten Unsicherheiten  $W_{CM}$  liegen ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze bis auf die Standorte A-Graz (für Gerät Ö2) sowie UK-Teddington (für Gerät 17011) unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit  $W_{d,qo}$  von 25 % für Feinstaub. Es muss geprüft werden, ob durch Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen alle Standorte inkl. der Standorte A-Graz (für Gerät Ö2) sowie UK-Teddington (für Gerät 17011) unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit  $W_{d,qo}$  von 25 % für Feinstaub liegen (siehe Punkt 6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (7.5.8.5 – 7.5.8.8)).

Mindestanforderung erfüllt? nein

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 99 von 163

Nachfolgende Tabelle 21 zeigt einen Überblick über alle Ergebnisse der Äquivalenzprüfung für den Prüfling BAM-1020 für PM<sub>10</sub>. 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<sub>10</sub>

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfling	BAM-1020	SN	SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 & SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011	
Status Messwerte	Rohdaten	Grenzwert erlaubte Unsicherheit	50 25	µg/m <sup>3</sup> %
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,67	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,22	µg/m <sup>3</sup>		
SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 & SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011				
Anzahl Wertepaare	320			
Steigung b	1,034	signifikant		
Unsicherheit von b	0,008			
Achsabschnitt a	0,843	signifikant		
Unsicherheit von a	0,290			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	16,11	%		
<b>Alle Vergleiche, ≥30 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,91	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,49	µg/m <sup>3</sup>		
SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 & SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011				
Anzahl Wertepaare	105			
Steigung b	1,042			
Unsicherheit von b	0,017			
Achsabschnitt a	0,141			
Unsicherheit von a	1,031			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	17,85	%		
<b>Alle Vergleiche, &lt;30 µg/m<sup>3</sup></b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53	µg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,09	µg/m <sup>3</sup>		
SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 & SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011				
Anzahl Wertepaare	215			
Steigung b	1,119			
Unsicherheit von b	0,032			
Achsabschnitt a	-0,445			
Unsicherheit von a	0,557			
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	24,70	%		

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017					
Prüfung	BAM-1020	SN	SN 4924 / O1 / J7860 / SN 17022 & SN 4925 / O2 / J7863 / SN 17011	Grenzwert	50 µg/m³
Status Messwerte	Rohdaten	erlaubte Unsicherheit		25	%
<b>Köln, Parkplatz</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,55				µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,22				µg/m³
	SN 4924		SN 4925		
Anzahl Wertepaare	29		29		
Steigung b	0,948		0,990		
Unsicherheit von b	0,036		0,033		
Achsabschnitt a	2,202		2,681		
Unsicherheit von a	0,950		0,862		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	10,25	%	12,62		%
<b>Titz-Rödingen</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,65				µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,86				µg/m³
	SN 4924		SN 4925		
Anzahl Wertepaare	37		37		
Steigung b	1,058		1,056		
Unsicherheit von b	0,035		0,035		
Achsabschnitt a	0,376		1,260		
Unsicherheit von a	0,782		0,785		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	14,86	%	17,62		%
<b>Köln, Frankf. Str.</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	1,02				µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,99				µg/m³
	SN 4924		SN 4925		
Anzahl Wertepaare	28		28		
Steigung b	1,025		1,021		
Unsicherheit von b	0,039		0,035		
Achsabschnitt a	-1,293		-0,154		
Unsicherheit von a	1,083		0,994		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	8,57	%	8,60		%
<b>Steyregg</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53				µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,75				µg/m³
	O1		O2		
Anzahl Wertepaare	45		45		
Steigung b	1,048		1,035		
Unsicherheit von b	0,067		0,072		
Achsabschnitt a	-1,750		-1,668		
Unsicherheit von a	1,392		1,489		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	9,43	%	9,68		%
<b>Graz</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,81				µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,96				µg/m³
	O1		O2		
Anzahl Wertepaare	45		45		
Steigung b	1,025		1,033		
Unsicherheit von b	0,027		0,029		
Achsabschnitt a	-0,202		1,948		
Unsicherheit von a	1,848		1,962		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	21,02	%	26,16		%
<b>Tusimice</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,95				µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,18				µg/m³
	J7860		J7863		
Anzahl Wertepaare	97		96		
Steigung b	0,999		1,035		
Unsicherheit von b	0,013		0,012		
Achsabschnitt a	3,739		2,035		
Unsicherheit von a	0,492		0,461		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	18,45	%	18,18		%
<b>Teddington</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,25				µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,00				µg/m³
	SN 17022		SN 17011		
Anzahl Wertepaare	40		40		
Steigung b	1,110		1,162		
Unsicherheit von b	0,034		0,042		
Achsabschnitt a	-0,050		-0,766		
Unsicherheit von a	0,488		0,602		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	22,29	%	30,00		%
<b>Alle Vergleiche, ≥30 µg/m³</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,91				µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,49				µg/m³
	SN 4924 / O1 / J7860 / SN 17022		SN 4925 / O2 / J7863 / SN 17011		
Anzahl Wertepaare	67		67		
Steigung b	1,035		1,067		
Unsicherheit von b	0,022		0,023		
Achsabschnitt a	-1,068		-0,891		
Unsicherheit von a	1,309		1,39		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	16,92	%	20,28		%
<b>Alle Vergleiche, &lt;30 µg/m³</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53				µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,09				µg/m³
	SN 4924 / O1 / J7860 / SN 17022		SN 4925 / O2 / J7863 / SN 17011		
Anzahl Wertepaare	157		157		
Steigung b	1,044		1,095		
Unsicherheit von b	0,036		0,040		
Achsabschnitt a	-0,141		-0,496		
Unsicherheit von a	0,625		0,698		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	12,79	%	20,33		%
<b>Alle Vergleiche</b>					
Unsicherheit zwischen Referenz	0,67				µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,22				µg/m³
	SN 4924 / O1 / J7860 / SN 17022		SN 4925 / O2 / J7863 / SN 17011		
Anzahl Wertepaare	224		224		
Steigung b	1,018	signifikant	1,054		signifikant
Unsicherheit von b	0,009		0,010		
Achsabschnitt a	0,157	nicht signifikant	0,079		nicht signifikant
Unsicherheit von a	0,329		0,358		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	12,89	%	17,28		%

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

- Kriterium 1: Mehr als 20 % der Daten sind größer als  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
  - Kriterium 2: Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ist kleiner als  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
  - Kriterium 3: Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten ist kleiner als  $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
  - Kriterium 4: Alle erweiterten Unsicherheiten liegen unter 25%.  
Diese Anforderung wird mit dem Rohdatensatz **nicht** erfüllt für A-Graz (Ö2) und UK-Teddington (SN 17011)
  - Kriterium 5: Bei Betrachtung der Steigungen für die einzelnen Prüflinge sind diese mehrmals signifikant größer als erlaubt. Auch die Steigung und der Achsabschnitt bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes ist signifikant größer als erlaubt.
- 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 1,034 und einem Achsabschnitt von 0,843 bei einer erweiterten Gesamtunsicherheit von 16,11 %

Die Version vom Januar 2010 des Leitfadens ist nicht eindeutig darin, welche Steigung und welcher Achsabschnitt konkret zur Korrektur eines Prüflings verwendet werden sollen, falls dieser Prüfling die Äquivalenzprüfung nicht besteht. Nach Rücksprache mit dem Vorsitzenden der für die Erstellung des Leitfadens verantwortlichen EU-Arbeitsgruppe Arbeitsgruppe (Herr Theo Hafkenscheid) 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 der Steigung und des Achsabschnitts für  $\text{PM}_{10}$  erfolgen. Es muss weiterhin geprüft werden, ob durch Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen alle Standorte inkl. der Standorte A-Graz (für Gerät Ö2) sowie UK-Teddington (für Gerät 17011) unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit  $W_{\text{dqo}}$  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 16,11 % für  $\text{PM}_{10}$ , was wiederum eine jährliche Überprüfung an 4 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<sub>10</sub>

Referenz-Geräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit $u_{bs,RM}$
Nr.			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 / 2	Köln, Parkplatz	29	0,55
1 / 2	Titz-Rödingen	37	0,65
1 / 2	Köln, Frankf. Str.	28	1,02
1 / 2	Steyregg (A)	45	0,53
1 / 2	Graz (A)	45	0,81
1*	Tusimice (CZ)	97	0,95
1 / 2	Teddington (UK)	40	0,25
1 / 2	Alle Standorte	320	0,67

\* nur 1 Referenzgerät, daher  $u_{RM} = u_{bs,RM} / \sqrt{2} = 0,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ([8], Kapitel 8.2.1, Anmerkung 2)

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

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 103 von 163

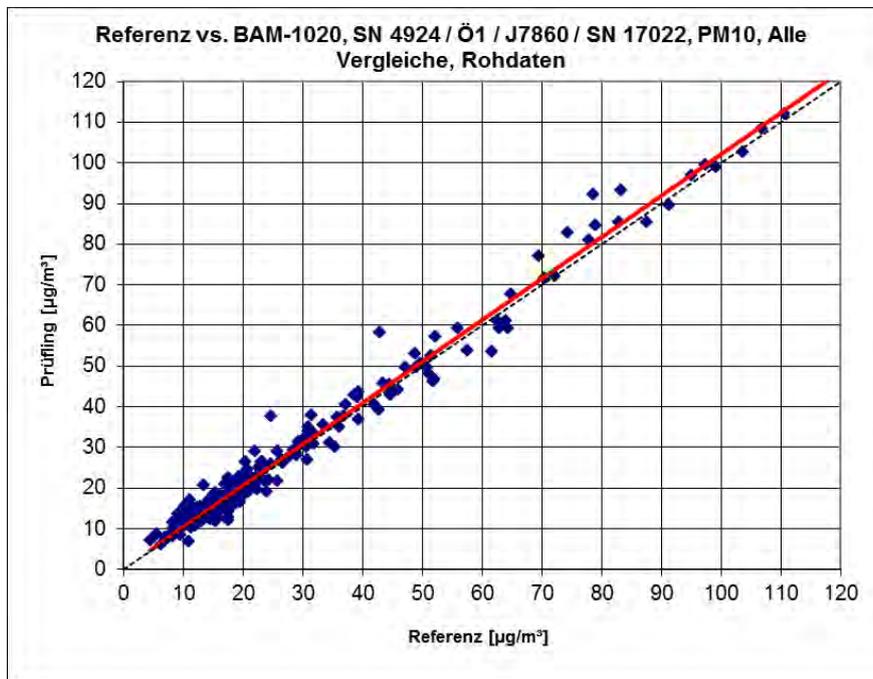


Abbildung 46: Referenz vs. Testgerät, SN 4924/Ö1/J7860/SN 17022, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte

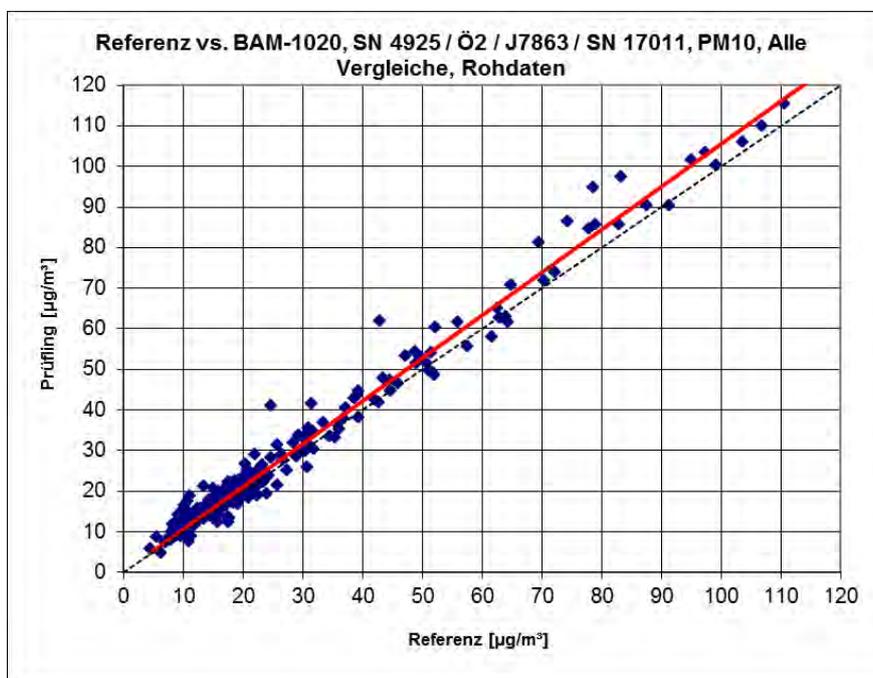


Abbildung 47: Referenz vs. Testgerät, SN 4925/Ö2/J7863/SN 17011, Messkomponente PM<sub>10</sub>, alle Standorte

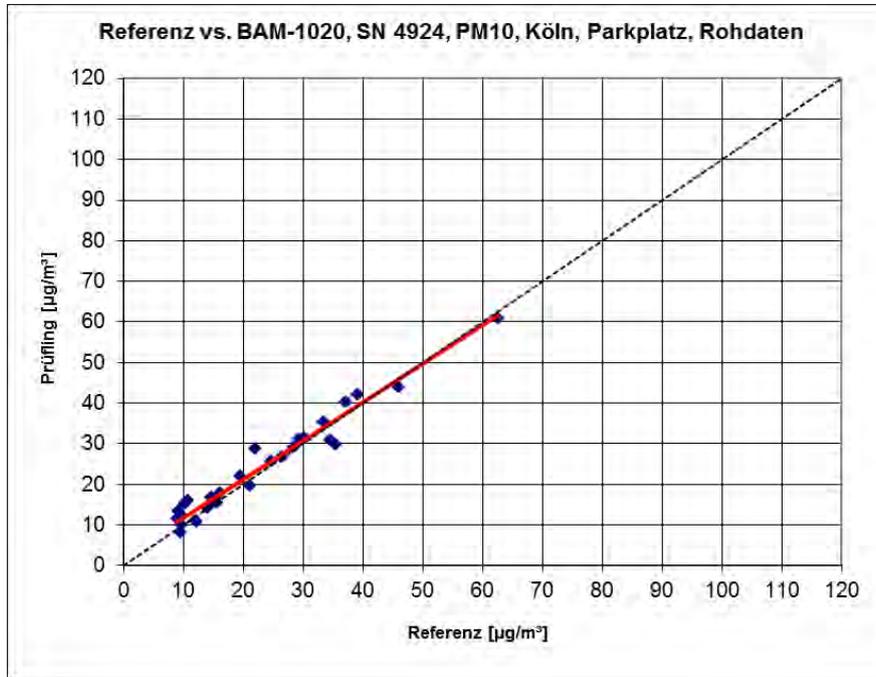


Abbildung 48: Referenz vs. Testgerät, SN 4924, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Köln, Parkplatz

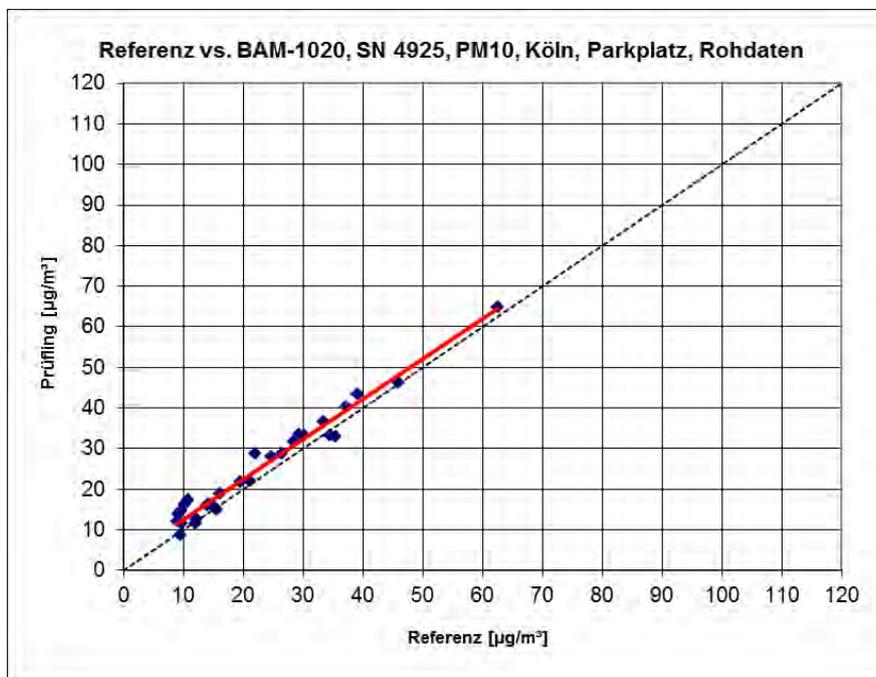


Abbildung 49: Referenz vs. Testgerät, SN 4925, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Köln, Parkplatz

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 105 von 163

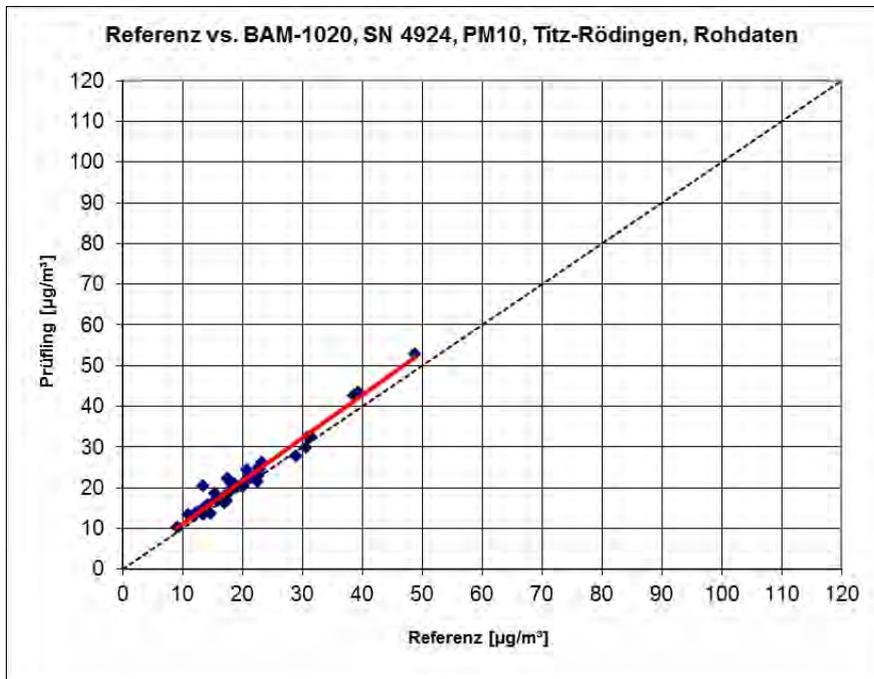


Abbildung 50: Referenz vs. Testgerät, SN 4924, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Titz-Rödingen

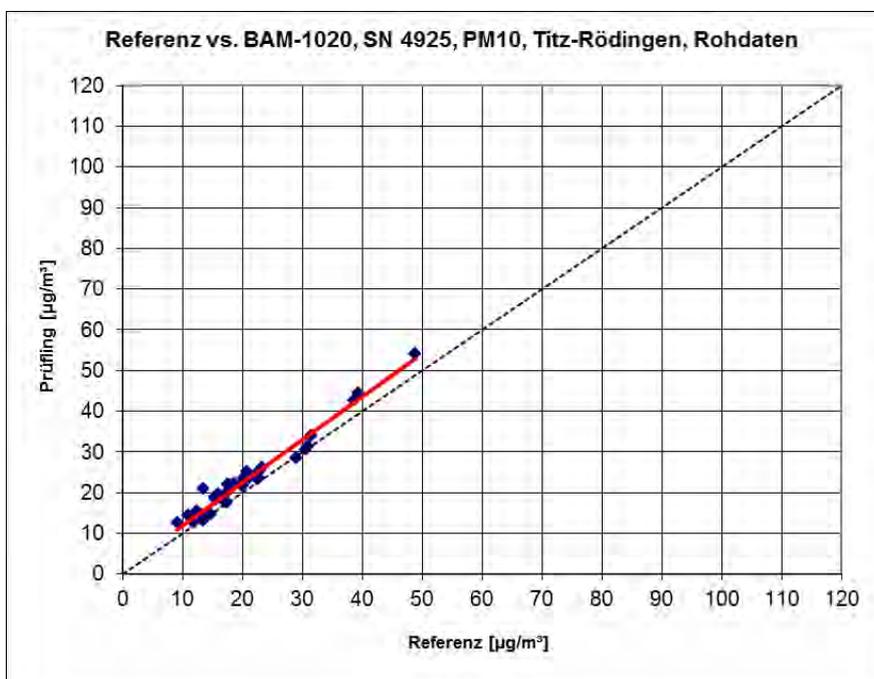


Abbildung 51: Referenz vs. Testgerät, SN 4925, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Titz-Rödingen

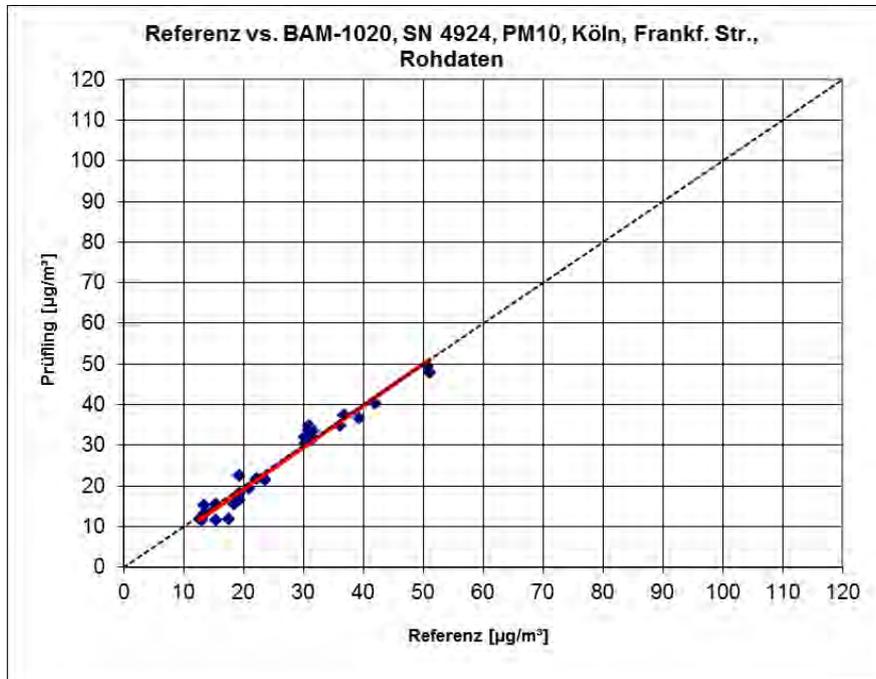


Abbildung 52: Referenz vs. Testgerät, SN 4924, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Köln, Frankf. Str.

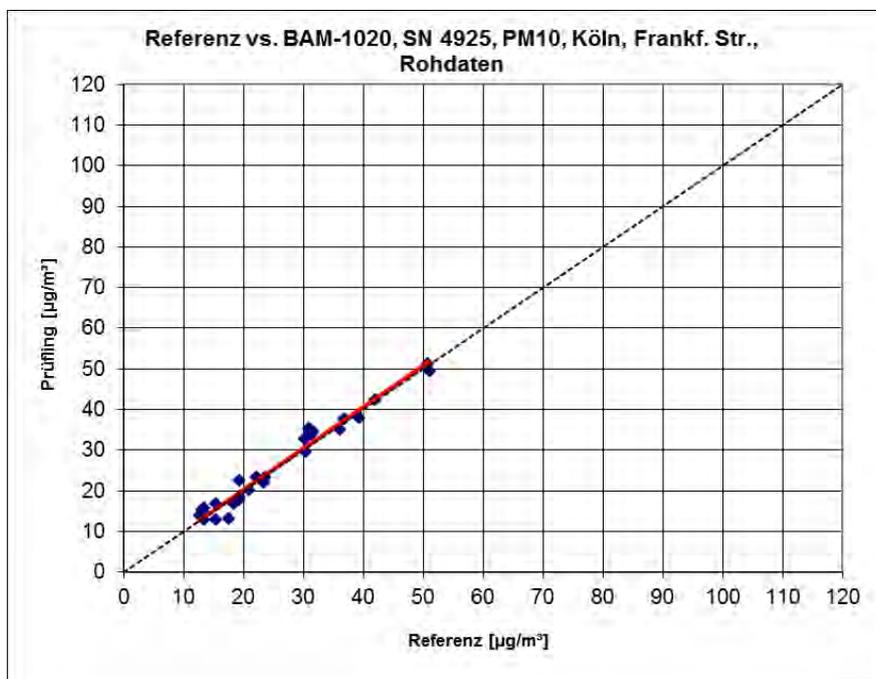


Abbildung 53: Referenz vs. Testgerät, SN 4925, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Köln, Frankf. Str.

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 107 von 163

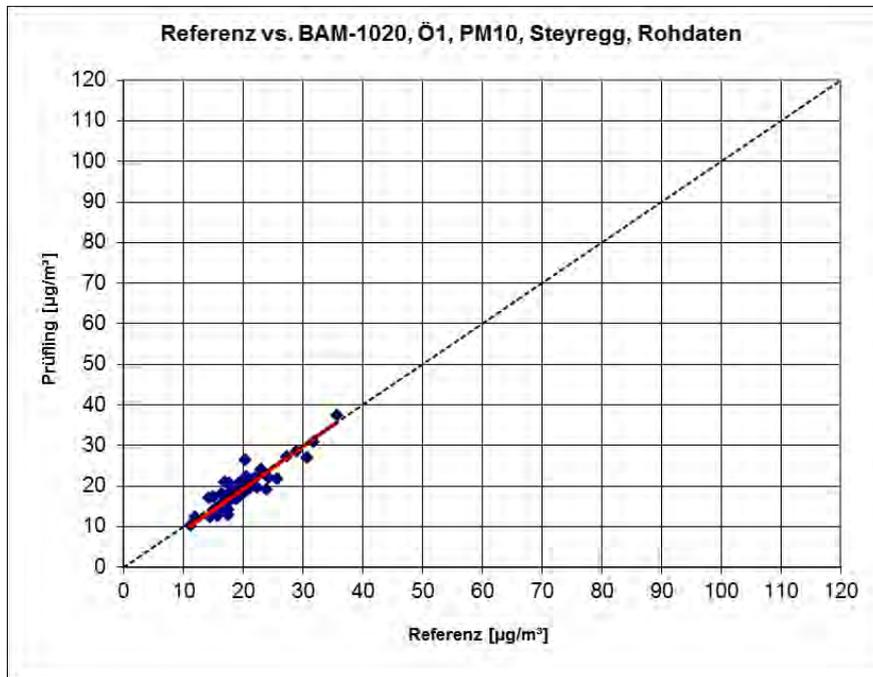


Abbildung 54: Referenz vs. Testgerät, Ö1, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Steyregg (A)

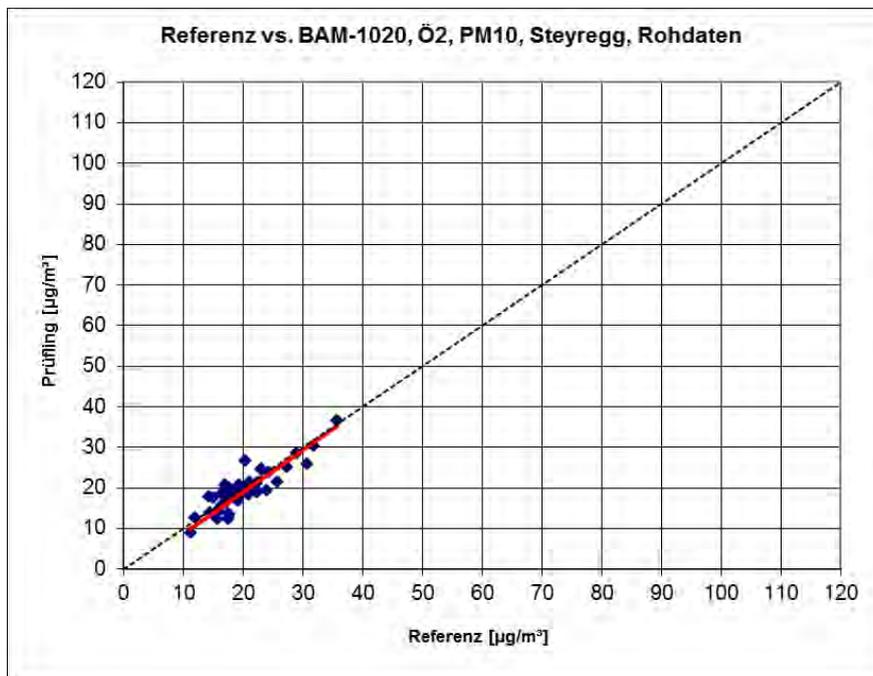


Abbildung 55: Referenz vs. Testgerät, Ö2, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Steyregg (A)

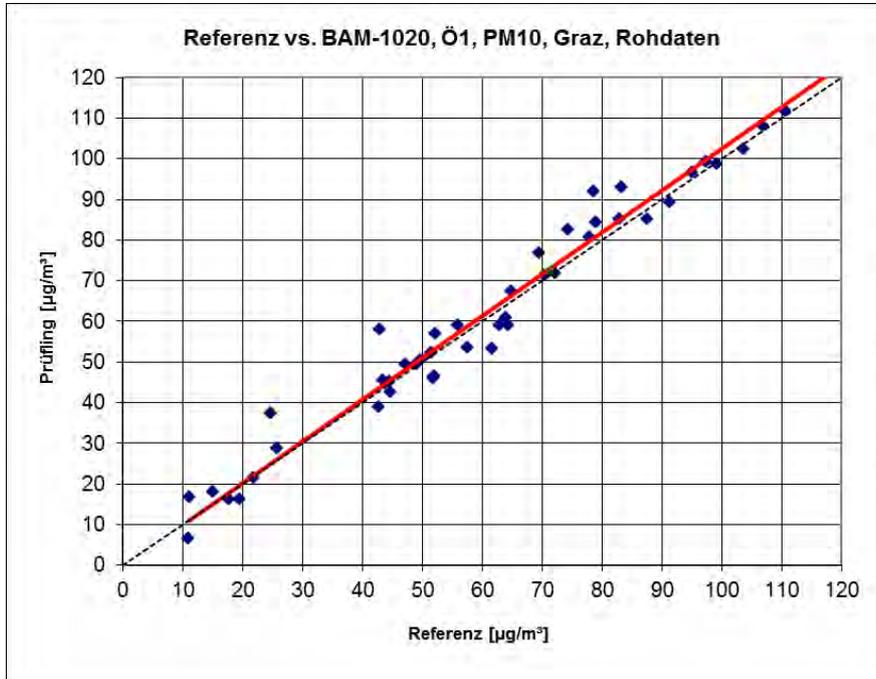


Abbildung 56: Referenz vs. Testgerät, Ö1, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Graz (A)

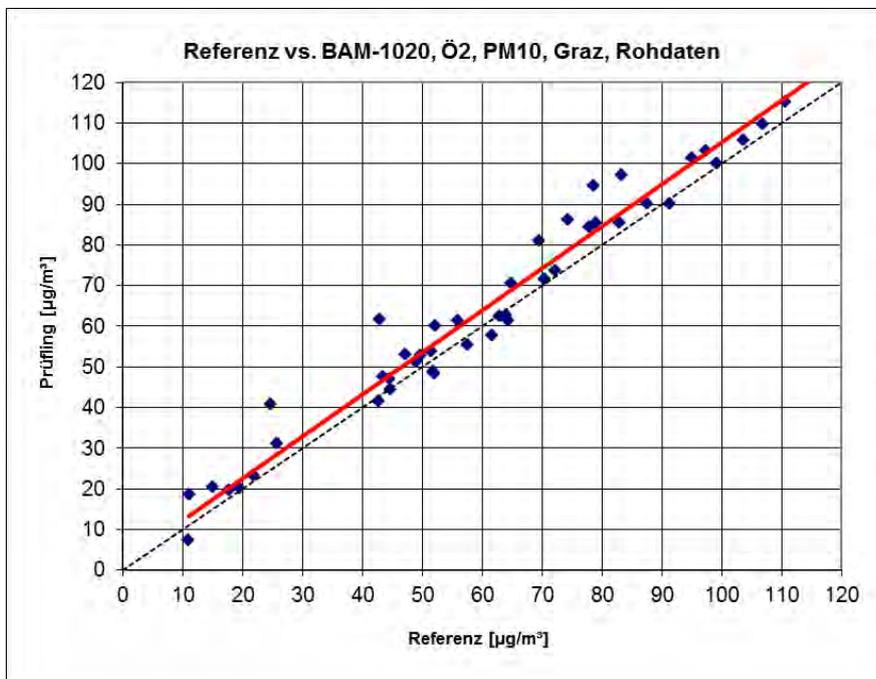


Abbildung 57: Referenz vs. Testgerät, Ö2, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Graz (A)

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 109 von 163

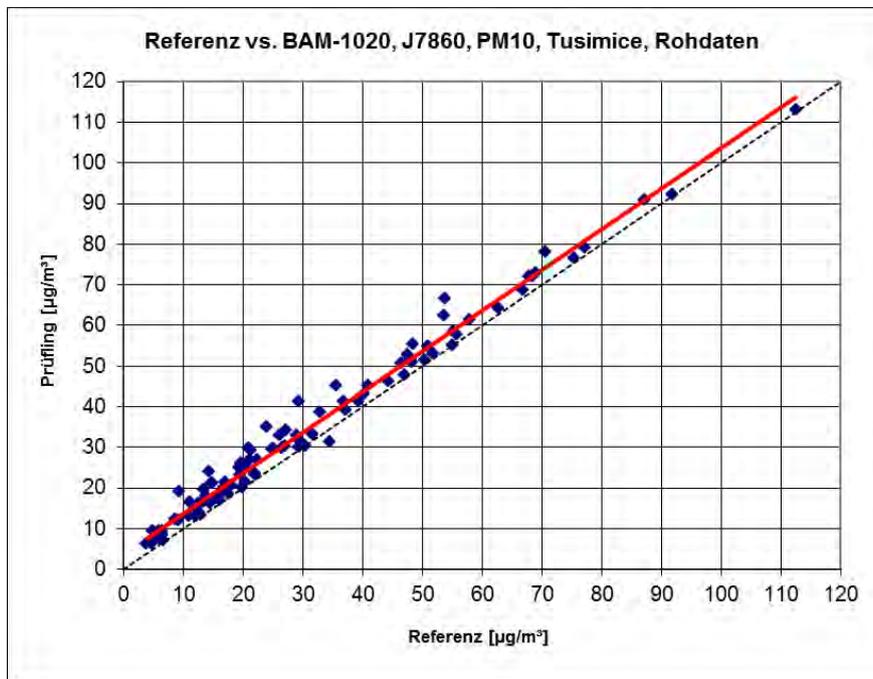


Abbildung 58: Referenz vs. Testgerät, J7860, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Tusimice (CZ)

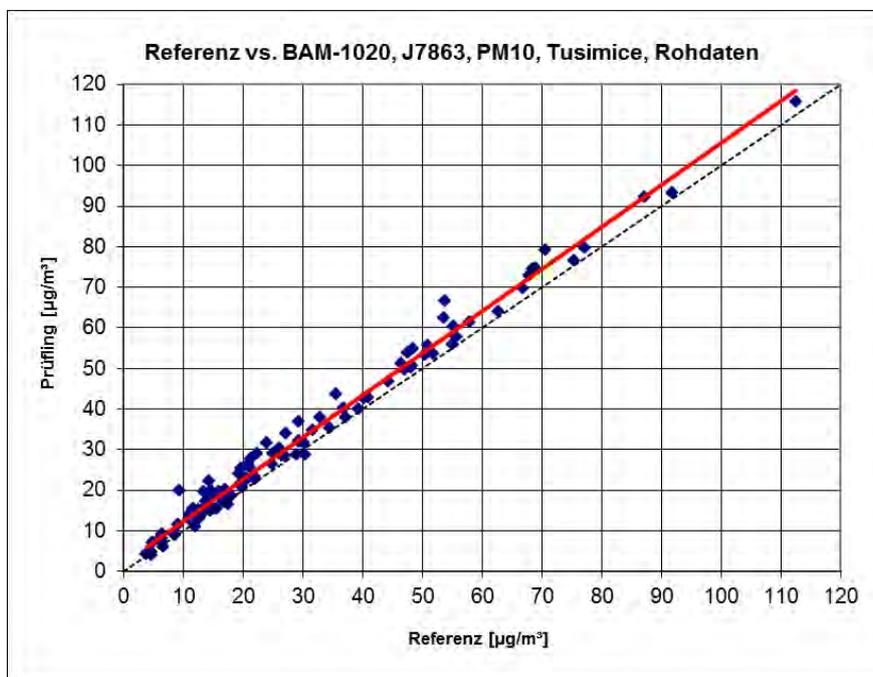


Abbildung 59: Referenz vs. Testgerät, J7863, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Tusimice (CZ)

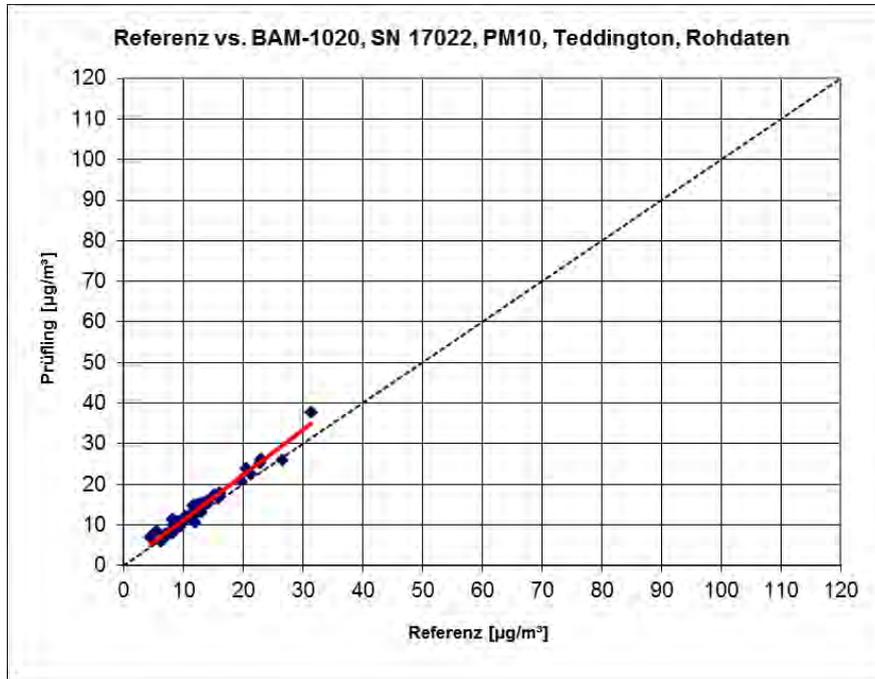


Abbildung 60: Referenz vs. Testgerät, SN 17022, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Teddington (UK)

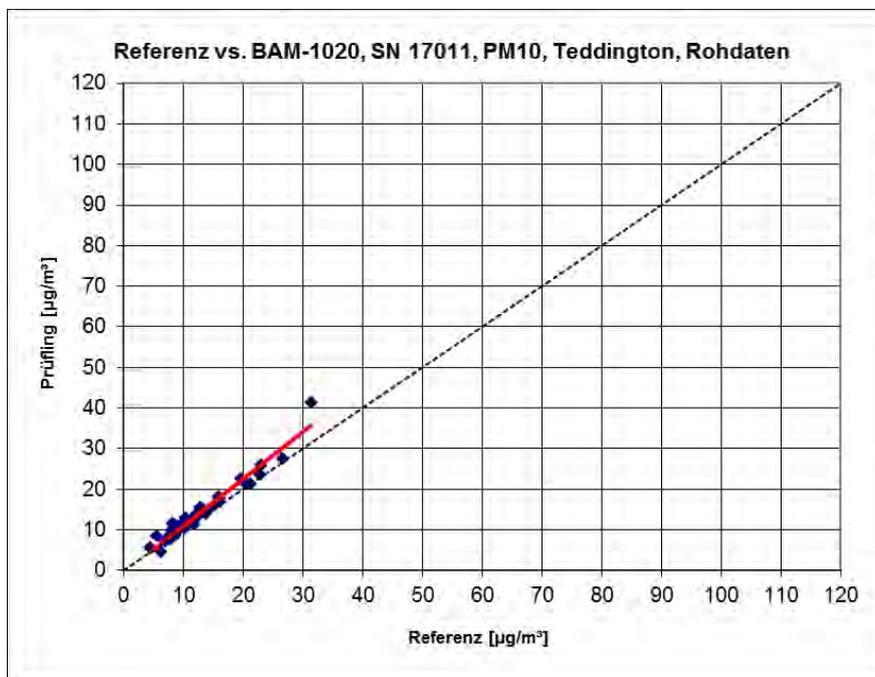


Abbildung 61: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Teddington (UK)

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 111 von 163

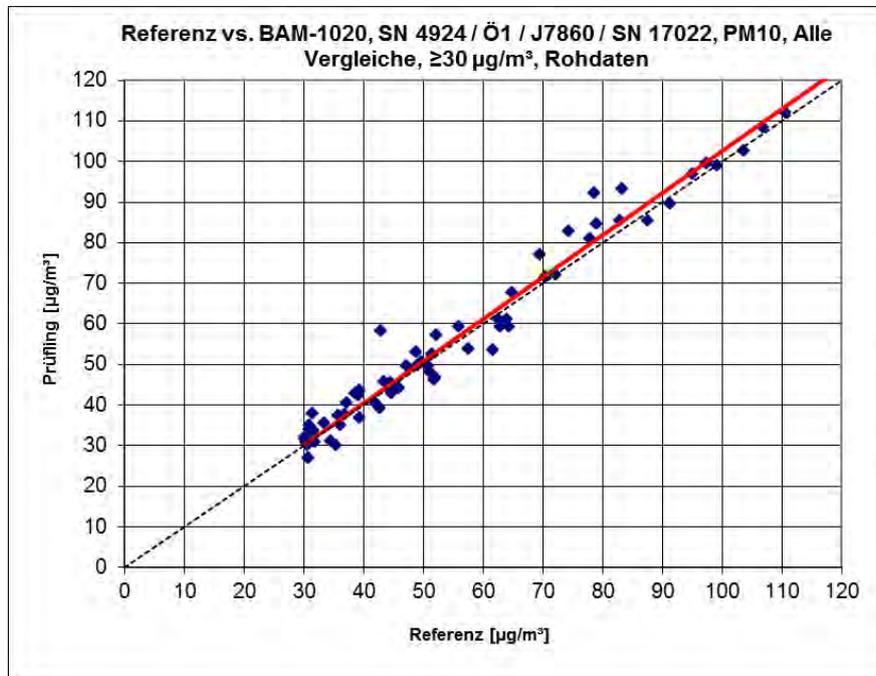


Abbildung 62: Referenz vs. Testgerät, SN 4924/Ö1/J7860/SN 17022, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Werte  $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

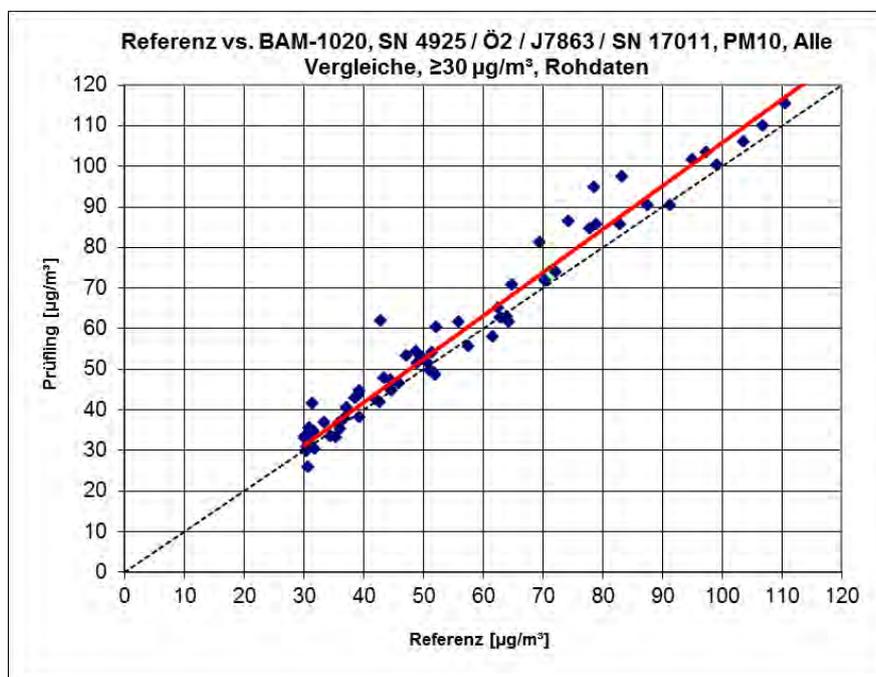


Abbildung 63: Referenz vs. Testgerät, SN 4925/Ö2/J7863/SN 17011, Messkomponente PM<sub>10</sub>, Werte  $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$



## 6.1 17 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (7.5.8.5 – 7.5.8.8)

*Die Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen (=Kalibrierung) muss erfolgen, wenn die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge größer als die in den Anforderungen an die Datenqualität festgelegte erweiterte relative Unsicherheit ist bzw. sofern die Prüfung zeigt, dass die 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 PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 113 von 163

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

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

und

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

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

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [8] ausführlich beschrieben.

zu b)

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

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

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

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

und

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

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

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [8] ausführlich beschrieben.

zu c)

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

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

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

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



und

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

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

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [8] ausführlich beschrieben.

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

$$W_{AMS,corr}^2 = \frac{u_{corr,y_i=L}^2}{L^2}$$

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

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

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

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

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

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

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

## 6.5 Bewertung

Die Prüflinge erfüllen nach einer Korrektur der Steigung und des Achsabschnitts die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen. Die Korrektur führt zudem zu einer weiteren erheblichen Verbesserung der erweiterten Messunsicherheiten für den Gesamtdatensatz.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Die Auswertung des Gesamtdatensatzes für beide Prüflinge ergibt für die Messkomponente PM<sub>10</sub> eine signifikante Steigung sowie einen signifikanten Achsabschnitt.

Die Steigung für den Gesamtdatensatz liegt bei 1,034. Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei 0,843. (siehe Tabelle 21).

Daher wurde für die Messkomponente PM<sub>10</sub> eine Steigungs- und Achsabschnittskorrektur des gesamten Datensatzes durchgeführt und mit den korrigierten Werten alle Datensätze neu ausgewertet.

Alle Datensätze erfüllen nach der Korrektur die Anforderungen an die Datenqualität. Die Anwendung eines Korrekturfaktors für den BAM-1020 für PM<sub>10</sub> verbessert zudem die erweiterten Messunsicherheiten teilweise erheblich.

Die Version des Leitfadens vom Januar 2010 sowie die Richtlinie DIN EN 16450 verlangen für den Fall des Betriebs der Messeinrichtung in einem Messnetz, dass die Geräte jährlich an einer Anzahl von Messstellen, die wiederum abhängig ist von der höchsten erweiterten Unsicherheit in der Äquivalenzprüfung, überprüft werden. Das entsprechende Kriterium zur Festlegung der Anzahl der Messstellen ist in 5 % Schritte unterteilt (Leitfaden [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<sub>10</sub> 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 16,1 % (PM<sub>10</sub>, unkorrigierter Datensatz), was eine jährliche Überprüfung an 4 Messorten erfordern würde, respektive 12,3 % (PM<sub>10</sub>, Datensatz nach Steigungs- und Offset-Korrektur), was wiederum eine jährliche Überprüfung an 3 Messorten 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, BAM-1020, Messkomponente PM<sub>10</sub> nach Korrektur Steigung und Achsabschnitt

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017			
Prüfling	BAM-1020	SN	SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 & SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011
Status Messwerte	Korrektur Steigung und Offset	Grenzwert erlaubte Unsicherheit	50 25 <span style="float:right">µg/m<sup>3</sup> %</span>
<b>Alle Vergleiche</b>			
Unsicherheit zwischen Referenz	0,67	µg/m <sup>3</sup>	
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,18	µg/m <sup>3</sup>	
SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 & SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011			
Anzahl Wertepaare	320		
Steigung b	1,000	nicht signifikant	
Unsicherheit von b	0,008		
Achsabschnitt a	0,009	nicht signifikant	
Unsicherheit von a	0,280		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	12,27	%	
<b>Alle Vergleiche, ≥30 µg/m<sup>3</sup></b>			
Unsicherheit zwischen Referenz	0,91	µg/m <sup>3</sup>	
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,44	µg/m <sup>3</sup>	
SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 & SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011			
Anzahl Wertepaare	105		
Steigung b	1,007		
Unsicherheit von b	0,017		
Achsabschnitt a	-0,652		
Unsicherheit von a	0,997		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	15,09	%	
<b>Alle Vergleiche, &lt;30 µg/m<sup>3</sup></b>			
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53	µg/m <sup>3</sup>	
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,06	µg/m <sup>3</sup>	
SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 & SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011			
Anzahl Wertepaare	215		
Steigung b	1,079		
Unsicherheit von b	0,031		
Achsabschnitt a	-1,187		
Unsicherheit von a	0,538		
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	15,57	%	

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Richtlinie DIN EN 16450:2017				
Prüfung	BAM-1020	SN	SN 4924 / O1 / J7860 / SN 17022 & SN 4925 / O2 / J7863 / SN 17011	
Status Messwerte	Korrektur Steigung und Offset	Grenzwert erlaubte Unsicherheit	50 25	µg/m³ %
<b>Köln, Parkplatz</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,55			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,18			µg/m³
	SN 4924		SN 4925	
Anzahl Wertepaare	29		29	
Steigung b	0,917		0,957	
Unsicherheit von b	0,035		0,032	
Achsabschnitt a	1,329		1,789	
Unsicherheit von a	0,919		0,834	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	15,13	%	9,18	%
<b>Titz-Rödingen</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,65			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,83			µg/m³
	SN 4924		SN 4925	
Anzahl Wertepaare	37		37	
Steigung b	1,023		1,021	
Unsicherheit von b	0,034		0,034	
Achsabschnitt a	-0,438		0,417	
Unsicherheit von a	0,756		0,760	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	7,56	%	9,10	%
<b>Köln, Frankf. Str.</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	1,02			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,96			µg/m³
	SN 4924		SN 4925	
Anzahl Wertepaare	28		28	
Steigung b	0,990		0,988	
Unsicherheit von b	0,037		0,034	
Achsabschnitt a	-2,050		-0,961	
Unsicherheit von a	1,048		0,962	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	13,19	%	9,97	%
<b>Steyregg</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,73			µg/m³
	O1		O2	
Anzahl Wertepaare	45		45	
Steigung b	1,012		0,997	
Unsicherheit von b	0,065		0,069	
Achsabschnitt a	-2,439		-2,347	
Unsicherheit von a	1,347		1,441	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	11,58	%	13,77	%
<b>Graz</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,81			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,90			µg/m³
	O1		O2	
Anzahl Wertepaare	45		45	
Steigung b	0,991		0,998	
Unsicherheit von b	0,027		0,028	
Achsabschnitt a	-0,979		1,105	
Unsicherheit von a	1,787		1,898	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	20,77	%	21,63	%
<b>Tusimice</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,95			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,15			µg/m³
	J7860		J7863	
Anzahl Wertepaare	97		96	
Steigung b	0,966		1,001	
Unsicherheit von b	0,012		0,012	
Achsabschnitt a	2,809		1,160	
Unsicherheit von a	0,476		0,446	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	11,73	%	11,08	%
<b>Teddington</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,25			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	0,97			µg/m³
	SN 17022		SN 17011	
Anzahl Wertepaare	40		40	
Steigung b	1,073		1,123	
Unsicherheit von b	0,033		0,041	
Achsabschnitt a	-0,856		-1,544	
Unsicherheit von a	0,473		0,583	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	12,31	%	19,52	%
<b>Alle Vergleiche, ≥30 µg/m³</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,91			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,44			µg/m³
	SN 4924 / O1 / J7860 / SN 17022		SN 4925 / O2 / J7863 / SN 17011	
Anzahl Wertepaare	67		67	
Steigung b	1,001		1,032	
Unsicherheit von b	0,021		0,022	
Achsabschnitt a	-1,621		-1,648	
Unsicherheit von a	1,268		1,34	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	17,71	%	17,26	%
<b>Alle Vergleiche, &lt;30 µg/m³</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,53			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,06			µg/m³
	SN 4924 / O1 / J7860 / SN 17022		SN 4925 / O2 / J7863 / SN 17011	
Anzahl Wertepaare	157		157	
Steigung b	1,006		1,055	
Unsicherheit von b	0,035		0,039	
Achsabschnitt a	-0,692		-1,223	
Unsicherheit von a	0,605		0,675	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	9,99	%	12,48	%
<b>Alle Vergleiche</b>				
Unsicherheit zwischen Referenz	0,67			µg/m³
Unsicherheit zwischen Prüflingen	1,18			µg/m³
	SN 4924 / O1 / J7860 / SN 17022		SN 4925 / O2 / J7863 / SN 17011	
Anzahl Wertepaare	224		224	
Steigung b	0,985	nicht signifikant	1,019	signifikant
Unsicherheit von b	0,009		0,010	
Achsabschnitt a	-0,655	signifikant	-0,729	signifikant
Unsicherheit von a	0,319		0,346	
Erweiterte Messunsicherheit W <sub>CM</sub>	13,17	%	12,96	%



## **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.

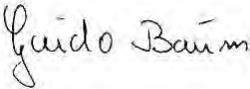
## 7.2 Weitergehende Wartungsarbeiten

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 Probenahme-rohres zu achten.

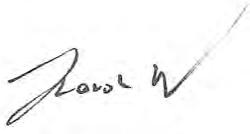
Weitere Einzelheiten können der Bedienungsanleitung entnommen werden.

Immissionsschutz / Luftreinhaltung



---

Dipl.-Ing. Guido Baum



---

Dipl.-Ing. Karsten Pletscher

Köln, 21. September 2018  
936/21243375/B

## 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 12341, „Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM 10-Fraktion von Schwebstaub; Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“, Deutsche Fassung EN 12341: 1998
- [4] Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“, Englische Fassung vom November 2005 sowie 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; PM2,5); Deutsche Fassung EN 16450 vom Juli 2017
- [9] TÜV Rheinland Bericht Nr. 936/21205333/A vom 6. Dezember 2006; Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmeseinrichtung BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM<sub>10</sub>
- [10] Stellungnahme der TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH vom 30. März 2009
- [11] 2 Stellungnahmen der TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH vom 9. Oktober 2009
- [12] Stellungnahme der TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH vom 16. März 2010
- [13] Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 24. März 2011
- [14] Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 21. März 2012
- [15] Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 4. Oktober 2012
- [16] TÜV Rheinland Bericht Nr. 936/21220762/A vom 12. Dezember 2012; Addendum zum Eignungsprüfbericht der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM<sub>10</sub> zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 6.1.2006
- [17] Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 18. März 2013
- [18] Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 20. September 2014
- [19] Stellungnahme der TÜV Rheinland Energy GmbH vom 18. August 2017
- [20] UK Report on the Equivalence of the Smart Heated PM<sub>10</sub> BAM-1020, Bureau Veritas (UK), Mai 2014



## **1.2 BAM-1020 mit PM 10 -Vorabscheider**

Hersteller:

Met One Instruments Inc., Grants Pass, USA

Eignung:

Zur kontinuierlichen Immissionsmessung der PM 10 -Fraktion im Schwebstaub im stationären Einsatz.

Messbereich bei der Eignungsprüfung:

Schwebstaub PM 10 : 0-1,000 mg/m<sup>3</sup> = 0-1000 µg/m<sup>3</sup>

Softwareversion: 3236-02 3.2.1b

Hinweise:

- Das Gerät ist zur Erfassung von PM 10 mit folgenden Optionen auszustatten: Probenahmeheizung (BX830), Probenahmekopf (BX802), Umgebungstemperatursensor (BX592) und Luftdrucksensor (BX594)
- Die Heizung darf nur in der während der Eignungsprüfung verwendeten Betriebsweise eingesetzt werden.
- Die Volumenstromregelung hat auf Betriebsvolumen in Bezug auf die Umgebungsbedingungen zu erfolgen (Betriebsart ACTUAL).
- Die Messeinrichtung wurde während der gesamten Eignungsprüfung mit der Probenahmeheizung BX-830 betrieben.
- Die Zykluszeit während der Eignungsprüfung betrug 1 h, d. h. jede Stunde wurde ein automatischer Filterwechsel durchgeführt. Jeder Filterleck wurde nur einmal beprobt.
- Die Messeinrichtung ist in einem verschließbaren Messcontainer zu betreiben.
- Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM 10 -Referenzverfahren nach DIN/EN 12341 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.

Prüfinstitut:

TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH, Köln, TÜV Rheinland Group  
Bericht-Nr.: 936/21205333/A vom 6. Dezember 2006

Abbildung 64: Erstbekanntgabe BAnz. vom 20. April 2007, S. 4139, Kapitel III Nummer 1.2

## **6. Mitteilung zur Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 12. April 2007 (BAnz. S. 4139)**

Die aktuelle Softwareversion der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 der Firma Met One Instruments, Inc. lautet:

Version 3236-02 5.0.2.

Der Hinweis 1 ist wie folgt zu ändern:

1. Das Gerät ist zur Erfassung von PM10 mindestens mit folgenden Optionen auszustatten: Probenahmeheizung (BX-830), Probenahmekopf (BX-802) und Umgebungstemperatursensor (BX-592).

Stellungnahme der TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH vom 30. März 2009

Abbildung 65: Bekanntgabe Mitteilung BAnz. vom 25. August 2009, S. 2929, Kapitel III 6. Mitteilung

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 127 von 163

**10 Mitteilung zu Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 12. April 2007 (BAnz. S. 4139) und vom 3. August 2009 (BAnz. S. 2935)**

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

Version 3236-07 V5.0.5

Der Hinweis 1 wird ersetzt durch:

1. Das Gerät ist zur Erfassung von PM10 mindestens mit folgenden Optionen auszustatten: Probenahmeheizung (BX-830), Probenahmekopf (BX-802) und Umgebungstemperatursensor (BX-592) bzw. kombinierter Druck- und Temperatursensor (BX-596).

Stellungnahme der TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH vom 9. Oktober 2009

Abbildung 66: Bekanntgabe Mitteilung BAnz. vom 12. Februar 2010, S. 552, Kapitel IV 10. Mitteilung

**11 Mitteilung zu Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 12. April 2007 (BAnz. S. 4139) und vom 3. August 2009 (BAnz. S. 2935)**

Die Messeinrichtung BAM-1020 der Firma MetOne Instruments (TÜV-Bericht-Nr. 936/21205333/A vom 6. Dezember 2006) wird baugleich auch von der Firma Horiba Europe GmbH, 61440 Oberursel unter dem Namen APDA-371 vertrieben.

Die aktuelle Softwareversion der Immissionsmesseinrichtung APDA-371 lautet:

Version 3236-07 V5.0.5

Stellungnahme der TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH vom 9. Oktober 2009

Abbildung 67: Bekanntgabe Mitteilung BAnz. vom 12. Februar 2010, S. 552, Kapitel IV 11. Mitteilung

2 Mitteilung zu Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 12. April 2007 (BAnz. S. 4139) und vom 25. Januar 2010 (BAnz. S. 555)

Die aktuelle Softwareversion der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments lautet:

Version 3236-07 V5.0.10

Stellungnahme der TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energie-systeme GmbH vom 16. März 2010

Abbildung 68: Bekanntgabe Mitteilung BAnz. vom 28. Juli 2010, S. 2597, Kapitel III 2. Mitteilung

**12. Mitteilung zu Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 12. April 2007 (BAnz. S. 4139, Kapitel III Nummer 1.2) und vom 12. Juli 2010 (BAnz. S. 2597, Kapitel III 2. Mitteilung)**

Die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Messkomponente Schwebstaub PM10 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 69: Bekanntgabe Mitteilung BAnz. vom 29. Juli 2011, S. 2725, Kapitel III 12. Mitteilung



**6 Mitteilung zu Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 12. April 2007 (BAnz. S. 4139, Kapitel III Nummer 1.2) und vom 15. Juli 2011 (BAnz. S. 2725, Kapitel III 12. Mitteilung)**

Die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Messkomponente Schwebstaub PM<sub>10</sub> erhält eine neu designte Rückplatte um die erweiterten Schnittstellen 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 70: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 20.07.2012 B11, Kapitel IV 6. Mitteilung

**2 Mitteilung zu den Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 12. April 2007 (BAnz. S. 4139, Kapitel III Nummer 1.2) und vom 6. Juli 2012 (BAnz AT 20.07.2012 B11, Kapitel IV, 6. Mitteilung)**

Die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-Vorabscheider der Fa. Met One Instruments, Inc. für die Messkomponente Schwebstaub PM<sub>10</sub> erfüllt die Anforderungen der DIN EN 12341 (Ausgabe März 1998) sowie des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ in der Version vom Januar 2010. Darüber hinaus erfüllt die Herstellung und das Qualitätsmanagement der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-Vorabscheider die Anforderungen der DIN EN 15267.

Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung mit der Berichtsnummer 936/21205333/A sowie ein Addendum zum Prüfbericht mit der Berichtsnummer 936/21220762/A sind im Internet unter [www.qal1.de](http://www.qal1.de) einsehbar.

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 4. Oktober 2012

Abbildung 71: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 05.03.2013 B10, Kapitel V 2. Mitteilung

**5 Mitteilung zu den Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 12. April 2007 (BAnz. S. 4139, Kapitel III Nummer 1.2) und vom 12. Februar 2013 (BAnz AT 05.03.2013 B10, Kapitel V 2. Mitteilung)**

Die aktuelle Softwareversion der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Messkomponente Schwebstaub PM<sub>10</sub> 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 72: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 23.07.2013 B4, Kapitel V 5. Mitteilung

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 129 von 163

**11 Mitteilung zu den Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 12. April 2007 (BAnz. S. 4139, Kapitel III Nummer 1.2) und vom 3. Juli 2013 (BAnz AT 23.07.2013 B4, Kapitel V 5. Mitteilung)**

Der Drucksensor 970603 (MICROSWITCH #185PC15AT) in der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-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 73: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 02.04.2015 B5, Kapitel IV 11. Mitteilung

**8 Mitteilung zu den Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 12. April 2007 (BAnz. S. 4139, Kapitel III Nummer 1.2) und vom 25. Februar 2015 (BAnz AT 02.04.2015 B5, Kapitel IV 11. Mitteilung)**

Die aktuelle Softwareversion der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM<sub>10</sub>-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 74: Bekanntgabe Mitteilung BAnz AT 26.03.2018 B8, Kapitel V 8. 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 Handbücher**

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Anlage 1

Nullniveau und Nachweisgrenze

Blatt 1 von 1

<p><b>Hersteller</b> Met One Instruments</p> <p><b>Gerätetyp</b> BAM-1020 <span style="float: right; margin-right: 100px;"><b>Standards</b> NP Messwerte mit Nullfilter</span></p> <p><b>Serien-Nr.</b> SN X14465 / SN X14499</p>				
Nr.	Datum	Messwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] SN X14465	Datum	Messwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] SN X14499
1	19.08.2018	-0,3	19.08.2018	-0,6
2	20.08.2018	0,1	20.08.2018	0,3
3	21.08.2018	-1,2	21.08.2018	0,6
4	22.08.2018	-0,3	22.08.2018	0,3
5	23.08.2018	-0,4	23.08.2018	-0,2
6	24.08.2018	0,2	24.08.2018	-0,3
7	25.08.2018	-1,0	25.08.2018	0,5
8	26.08.2018	-0,9	26.08.2018	-0,8
9	27.08.2018	-0,3	27.08.2018	-0,1
10	28.08.2018	0,5	28.08.2018	0,8
11	29.08.2018	-0,4	29.08.2018	0,0
12	30.08.2018	-1,3	30.08.2018	0,8
13	31.08.2018	-0,5	31.08.2018	-0,2
14	01.09.2018	-0,9	01.09.2018	-0,2
15	02.09.2018	-0,7	02.09.2018	0,3
	Anzahl Werte	15	Anzahl Werte	15
	Mittelwert (Nullniveau)	-0,49	Mittelwert (Nullniveau)	0,08
	Standardabweichung $s_{x0}$	0,51	Standardabweichung $s_{x0}$	0,47
	Nachweisgrenze X	<b>1,69</b>	Nachweisgrenze X	<b>1,56</b>

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

**Anlage 2**

**Genauigkeit des Volumenstroms**

**Blatt 1 von 1**

<b>Hersteller</b>	Met One Instruments						<b>Solldurchflussrate [l/min]</b>	16,67	
<b>Gerätetyp</b>	BAM-1020								
<b>Serien-Nr.</b>	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		
		<b>Mittelwert</b>	<b>16,41</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>16,35</b>				
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		
		<b>Mittelwert</b>	<b>16,87</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>16,88</b>				

**Anlage 3**

**Umgebungstemperaturabhängigkeit am Nullpunkt**

**Blatt 1 von 2**

<b>Hersteller</b>		Met One Instruments		<b>Standards</b> interne Leermessung auf Filterband			
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020					
<b>Serien-Nr.</b>		SN 4924 / SN 4925					
<b>Prüfzeitraum:</b>		05.09.2006 - 20.09.2006					
			Messung 1	Messung 2	Messung 3		
SN 4924	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Messwert [µg/m³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/m³]	Mittelwert bei 20°C [µg/m³]
NP	1	20	0,0	0,8	0,8	0,5	0,5
	2	5	1,5	-0,7	-0,1	0,2	
	3	20	0,5	0,2	0,1	0,3	
	4	40	0,8	0,8	1,2	0,9	
	5	20	0,2	1,4	0,6	0,7	
SN 4925	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	1,2	0,7	0,8	0,9	1,0
	2	5	0,8	1,6	1,1	1,2	
	3	20	1,1	0,8	1,6	1,2	
	4	40	0,8	0,6	0,9	0,8	
	5	20	0,2	1,2	1,2	0,9	

**Anlage 3**

**Umgebungstemperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit (Span)**

**Blatt 2 von 2**

<b>Hersteller</b> Met One Instruments			<b>Verwendeter Prüfstandard</b> interne Referenzfolie				
<b>Gerätetyp</b> BAM-1020							
<b>Serien-Nr.</b> SN 4924 / SN 4925							
<b>Prüfzeitraum:</b> 05.09.2006 - 20.09.2006			Messung 1	Messung 2	Messung 3		
SN 4924	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/cm³]	Messwert [µg/cm³]	Messwert [µg/cm³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/cm³]	Mittelwert bei 20°C [µg/cm³]
RP	1	20	823,6	825,0	825,4	824,7	825,3
	2	5	825,9	825,5	825,9	825,8	
	3	20	824,9	825,7	824,9	825,2	
	4	40	825,8	825,0	825,5	825,4	
	5	20	826,9	826,3	824,6	825,9	
SN 4925	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert [µg/cm³]	Messwert [µg/cm³]	Messwert [µg/cm³]	Mittelwert aus 3 Messungen [µg/cm³]	Mittelwert bei 20°C [µg/cm³]
RP	1	20	814,8	815,1	814,6	814,8	814,6
	2	5	817,5	815,7	815,8	816,3	
	3	20	814,9	815,0	815,0	815,0	
	4	40	813,7	813,8	813,6	813,7	
	5	20	813,5	813,5	814,9	814,0	

**Anlage 4**

**Netzspannungsabhängigkeit der Empfindlichkeit (Span)**

**Blatt 1 von 1**

<b>Hersteller</b>		Met One Instruments		<b>Verwendeter Prüfstandard</b> Interne Referenzfolie			
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020					
<b>Serien-Nr.</b>		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	

**Anlage 5**

**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 1 von 13**

<b>Hersteller</b> Met One Instruments						Schwebstaub PM10	
<b>Gerätetyp</b> BAM-1020						Messwerte in µg/m³ i.B.	
<b>Serien-Nr.</b> SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 / SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011							
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 PM10 [µg/m³]	SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
1	11.02.2006	35,2	35,5	29,8	32,9	SN 4294 / SN 4295	Köln, Parkplatz
2	12.02.2006			25,7	26,0		
3	13.02.2006	33,4	35,7	30,9	33,3		
4	14.02.2006					Durchflussüberprüfung	
5	15.02.2006	12,5	11,7	10,9	12,7		
6	16.02.2006	9,8	9,4	10,1	11,5		
7	17.02.2006	9,6	9,2	8,2	8,7		
8	18.02.2006			14,0	13,3		
9	19.02.2006			10,4	11,5		
10	20.02.2006	9,2	10,0	12,4	14,7		
11	21.02.2006	14,0	13,8	14,1	16,1		
12	22.02.2006	16,0	16,1	17,7	18,9		
13	23.02.2006			20,5	20,3		
14	24.02.2006			29,5	31,1		
15	25.02.2006	27,9	28,8	29,1	31,6		
16	26.02.2006			31,1	32,2		
17	27.02.2006			32,1	34,1		
18	28.02.2006			11,8	14,0		
19	01.03.2006	15,5	15,7	15,6	14,9		
20	02.03.2006	19,1	20,0	22,1	21,8		
21	03.03.2006	45,8	45,9	43,9	46,3		
22	04.03.2006			46,1	47,8		
23	05.03.2006			21,0	23,1		
24	06.03.2006	21,1	21,0	19,8	22,0		
25	07.03.2006	26,2	26,6	26,8	28,7		
26	08.03.2006	14,6	13,6	14,3	16,3		
27	09.03.2006	14,8	14,6	16,8	16,2		
28	10.03.2006	12,1	12,0	11,1	11,6		
29	11.03.2006			25,8	27,5		
30	12.03.2006			29,9	31,7		

**TÜV Rheinland Energy GmbH**  
Luftreinhaltung

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B



Seite 137 von 163

**Anlage 5**

**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 2 von 13**

<b>Hersteller</b>		Met One Instruments				Schwebstaub PM10			
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020				Messwerte in µg/m³ i.B.			
<b>Serien-Nr.</b>		SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 / SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011							
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 PM10 [µg/m³]	SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort		
31	13.03.2006	24,7	24,5	25,7	28,0	SN 4294 / SN 4295	Köln, Parkplatz		
32	14.03.2006	30,2	30,1	31,4	33,2				
33	15.03.2006	33,3	33,6	35,2	36,7				
34	16.03.2006	39,2	39,1	42,1	43,5				
35	17.03.2006			39,5	40,8				
36	18.03.2006	37,0	37,2	40,3	40,4				
37	19.03.2006			58,8	61,9				
38	20.03.2006	62,5	62,5	60,9	64,8				
39	21.03.2006			31,8	32,9				
40	22.03.2006	29,3	29,4	31,1	33,6				
41	23.03.2006	21,3	22,7	28,8	28,7				
42	24.03.2006			33,6	36,1				
43	25.03.2006	8,1	9,8	11,5	12,2				
44	26.03.2006			11,1	11,5				
45	27.03.2006			13,4	14,7				
46	28.03.2006	8,9	9,3	13,4	13,8				
47	29.03.2006	10,3	11,2	16,1	17,3				
48	30.03.2006			9,8	10,6				
49	31.03.2006	9,6	10,9	15,3	16,3				
50	01.04.2006			11,5	12,5				
51	02.04.2006			10,0	10,5				
52	03.04.2006			20,3	22,8				
53	04.04.2006			24,7	26,7				
54	26.07.2006	49,1	48,6	52,8	54,2			SN 4294 / SN 4295	Titz-Rödingen
55	27.07.2006	39,0	39,7	43,4	44,4				
56	28.07.2006							Stromausfall Stromausfall	
57	29.07.2006								
58	30.07.2006	17,8	19,2	20,0	21,6				
59	31.07.2006	17,6	18,7	21,3	21,8				
60	01.08.2006	15,9	16,0	16,8	19,6				

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 3 von 13

<b>Hersteller</b>		Met One Instruments				Schwebstaub PM10	
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020				Messwerte in µg/m³ i.B.	
<b>Serien-Nr.</b>		SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 / SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011					
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 PM10 [µg/m³]	SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
61	02.08.2006	17,4	17,8	18,7	20,2	SN 4294 / SN 4295	Titz-Rödingen
62	03.08.2006	16,5	17,6	16,2	17,8		
63	04.08.2006	22,5	23,0	24,8	25,0		
64	05.08.2006	20,1	21,4	24,3	25,2		
65	06.08.2006	18,7	18,7	21,0	22,4		
66	07.08.2006	22,0	22,9	21,6	23,3		
67	08.08.2006	14,6	14,8	13,7	14,8		
68	09.08.2006	29,8	28,0	27,7	28,5		
69	10.08.2006	22,6	22,9	23,0	23,7		
70	11.08.2006	18,0	16,6	16,9	17,5		
71	12.08.2006	20,4	19,5	20,5	21,8		
72	13.08.2006	13,8	12,9	13,5	13,2		
73	14.08.2006	13,8	12,9	20,4	20,9		
74	15.08.2006	30,7	30,3	29,9	30,5		
75	16.08.2006	22,0	23,6	24,8	25,3		
76	17.08.2006	16,9	17,8	16,9	17,7		
77	18.08.2006	12,1	11,6	13,1	12,7		
78	19.08.2006	11,5	13,2	13,8	15,4		
79	20.08.2006	10,3	11,6	13,5	14,4		
80	21.08.2006	15,4	15,5	18,5	18,8		
81	22.08.2006	19,5	20,4	21,0	21,7		
82	23.08.2006	38,2	38,9	42,6	42,8		
83	24.08.2006	15,0	16,1	17,1	18,4		
84	25.08.2006	31,9	31,0	32,5	34,0		
85	26.08.2006	31,1	30,6	32,3	31,5		
86	27.08.2006	21,3	21,0	22,8	23,5		
87	28.08.2006	12,8	13,2	14,4	14,6		
88	29.08.2006	13,7	14,5	15,7	14,5		
89	30.08.2006						
90	31.08.2006	16,7	18,2	22,3	22,0		

**Anlage 5**

**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 4 von 13**

<b>Hersteller</b> Met One Instruments		Schwebstaub PM10 Messwerte in µg/m <sup>3</sup> i.B.					
<b>Gerätetyp</b> BAM-1020							
<b>Serien-Nr.</b> SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 / SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011							
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Ref. 2 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011 PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	Bemerkung	Standort
91	01.09.2006	23,3	23,1	26,1	26,1	SN 4294 / SN 4295	Titz-Rödingen
92	02.09.2006	20,4	20,0	20,5	23,5		
93	03.09.2006	9,3	8,9	10,3	12,6		
94	29.09.2006	32,9	30,4	33,5	34,6	SN 4294 / SN 4295	Köln, Frankf. Str.
95	30.09.2006	18,8	19,7	16,5	17,8		
96	01.10.2006	15,2	15,4	11,5	13,0		
97	02.10.2006	17,9	17,0	12,0	13,1		
98	03.10.2006	18,8	18,1	15,4	16,9		
99	04.10.2006	23,5	23,7	21,5	23,3		
100	05.10.2006	14,1	12,6	15,2	15,7		
101	06.10.2006	14,1	12,8	13,1	13,0		
102	07.10.2006	20,6	21,3	19,3	20,1		
103	08.10.2006	23,7	23,0	21,8	22,0		
104	09.10.2006	30,4	30,4	30,8	29,7		
105	10.10.2006	36,2	35,9	34,8	35,0		
106	11.10.2006	39,7	38,9	36,5	37,9		
107	12.10.2006	51,1	50,4	49,5	51,3		
108	13.10.2006	42,0	42,0	40,3	42,5		
109	14.10.2006	52,1	50,0	47,8	49,3		
110	15.10.2006	37,7	35,7	37,5	37,6		
111	16.10.2006	31,0	29,2	32,0	32,8		
112	17.10.2006	31,8	30,1	33,8	33,9		
113	18.10.2006	31,8	30,1	34,8	35,4		
114	19.10.2006	22,7	21,6	21,8	23,2		
115	20.10.2006	14,2	13,1	13,3	14,5		
116	21.10.2006	13,6	11,8	12,0	13,8		
117	22.10.2006	13,2	12,9	11,6	15,2		
118	23.10.2006	15,4	15,4	15,4	16,7		
119	24.10.2006	19,4	19,2	18,1	18,6		
120	25.10.2006	19,8	18,7	22,5	22,5		

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 5 von 13

<b>Hersteller</b>		Met One Instruments				Schwebstaub PM10	
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020				Messwerte in µg/m³ i.B.	
<b>Serien-Nr.</b>		SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 / SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011					
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2. PM10 [µg/m³]	SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 PM10 [µg/m³]	SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
121	26.10.2006	33,4	29,0	31,1	33,7	SN 4294 / SN 4295	Köln, Frankf. Str.
122	05.06.2008	20,2	20,4	26,1	26,4	Ö1 / Ö2	A-Steyregg
123	06.06.2008	16,6	17,3	20,8	20,3		
124	07.06.2008	13,9	14,9	16,7	16,7		
125	08.06.2008	20,7	21,5	20,0	21,2		
126	09.06.2008	14,7	15,4	17,1	17,2		
127	10.06.2008						
128	11.06.2008	24,1	24,7	21,8	23,5		
129	12.06.2008	21,9	22,7	22,0	21,1		
130	13.06.2008	19,6	20,1	17,6	19,7		
131	14.06.2008	17,6	17,9	20,4	19,6		
132	15.06.2008	16,2	16,6	15,5	15,5		
133	16.06.2008	12,0	11,9	12,1	12,4		
134	17.06.2008						
135	18.06.2008		14,4	15,5	14,3		
136	19.06.2008						
137	20.06.2008		20,4	23,8	21,6		
138	21.06.2008		19,5	18,9	18,6		
139	22.06.2008		27,6	21,2	21,6		
140	23.06.2008		23,1	22,3	22,1		
141	24.06.2008						
142	25.06.2008	28,6	29,4	28,2	28,3		
143	26.06.2008	31,2	32,4	30,6	30,0		
144	27.06.2008	25,4		28,0	27,8		
145	28.06.2008	16,5	16,5	17,9	18,3		
146	29.06.2008	16,7	17,7	15,9	16,2		
147	30.06.2008	19,4	18,6	18,3	18,0		
148	01.07.2008						
149	02.07.2008						
150	03.07.2008	35,6	35,8	37,1	36,4		

**Anlage 5**

**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 6 von 13**

<b>Hersteller</b> Met One Instruments						Schwebstaub PM10	
<b>Gerätetyp</b> BAM-1020						Messwerte in µg/m³ i.B.	
<b>Serien-Nr.</b> SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 / SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011							
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 PM10 [µg/m³]	SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
151	04.07.2008	19,5	19,1	20,4	20,4	Ö1 / Ö2	A-Steyregg
152	05.07.2008	18,1	17,6	18,4	18,5		
153	06.07.2008	14,4	14,6	12,2	13,7		
154	07.07.2008	23,6	24,2	19,0	19,2		
155	08.07.2008						
156	09.07.2008	15,6	16,3	14,0	14,2		
157	10.07.2008	19,7	18,3	17,2	18,0		
158	11.07.2008	20,0	18,8	18,7	19,2		
159	12.07.2008	19,0	19,2	16,8	16,6		
160	13.07.2008	15,7	15,7	12,4	12,0		
161	14.07.2008	20,5	21,5	20,2	20,0		
162	15.07.2008						
163	16.07.2008	22,9	23,4	23,8	24,3		
164	17.07.2008	17,3	17,6	12,6	12,1		
165	18.07.2008	20,9	20,8	18,8	18,0		
166	19.07.2008	15,5	15,2	14,2	13,3		
167	20.07.2008	17,3	17,6	14,0	13,3		
168	21.07.2008	18,6	18,9	16,6	18,8		
169	22.07.2008						
170	23.07.2008	22,6	22,0	19,4	18,7		
171	24.07.2008	30,5	31,1	26,8	25,7		
172	25.07.2008	26,8	28,0	27,0	25,0		
173	26.07.2008	20,4	20,5	21,9	19,9		
174	27.07.2008	21,7	22,0	21,4	20,1		
175	28.07.2008	22,5	23,7	23,9	24,5		
176	29.07.2008						
177	30.07.2008	19,5	20,4	19,4	18,5		
178	31.07.2008	19,3	20,1	20,1	18,0		
179	01.08.2008	25,6	25,9	21,5	21,3		
180	02.08.2008	16,8	18,4	16,0	13,2		

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 143 von 163

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 7 von 13

<b>Hersteller</b>		Met One Instruments				Schwebstaub PM10	
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020				Messwerte in µg/m³ i.B.	
<b>Serien-Nr.</b>		SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 / SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011					
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2. PM10 [µg/m³]	SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 PM10 [µg/m³]	SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
181	03.08.2008	10,7	11,7	10,0	8,7	Ö1 / Ö2	A-Steyregg
182	04.08.2008	20,5	22,1	21,2	19,7		
183	05.12.2007	121,1	121,8	125,6	128,7	Ö1 / Ö2	A-Graz
184	06.12.2007	107,7	105,9	108,1	109,6		
185	10.12.2007	71,4	69,5	71,4	71,6		
186	13.12.2007	11,3	11,0	16,8	18,6		
187	16.12.2007		31,1	30,5	31,9		
188	17.12.2007	53,8		52,1	53,4		
189	19.12.2007		82,5	90,0	91,9		
190	20.12.2007	78,6	79,5	84,3	85,5		
191	07.01.2008		107,4	109,9	113,1		
192	08.01.2008	95,5	94,6	96,8	101,4		
193	09.01.2008		86,5	91,4	93,0		
194	10.01.2008	65,0	64,9	67,4	70,6		
195	13.01.2008	63,7	62,1	59,2	62,4		
196	14.01.2008	50,4	48,8	50,4	52,9		
197	15.01.2008	49,3	48,6	49,5	51,4		
198	16.01.2008	52,9	51,3	46,5	48,3		
199	17.01.2008	57,9	57,1	53,5	55,3		
200	20.01.2008	63,9	64,2	61,0	62,8		
201	21.01.2008	100,5	97,9	98,8	99,9		
202	22.01.2008	44,6	44,6	42,6	44,4		
203	23.01.2008	52,4	50,3	52,3	53,7		
204	24.01.2008	90,6	92,0	89,5	90,1		
205	28.01.2008	20,1	18,9	16,2	20,3		
206	30.01.2008	78,2	77,6	80,8	84,4		
207	31.01.2008	72,8	71,4	71,8	73,8		
208	03.02.2008	22,0	21,7	21,4	23,3		
209	04.02.2008	55,5	56,3	59,1	61,4		
210	05.02.2008	44,7	44,3	45,2	47,1		

**Anlage 5**

**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 8 von 13**

<b>Hersteller</b>		Met One Instruments				Schwebstaub PM10	
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020				Messwerte in µg/m³ i.B.	
<b>Serien-Nr.</b>		SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 / SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011					
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 PM10 [µg/m³]	SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
211	06.02.2008	43,3	43,6	45,6	47,5	Ö1 / Ö2	A-Graz
212	07.02.2008	43,2	42,2	38,9	41,5		
213	10.02.2008	64,6	64,1	59,0	61,3		
214	11.02.2008	83,6	82,3	85,1	85,5		
215	12.02.2008	87,9	87,0	85,2	90,2		
216	13.02.2008	111,4	109,8	111,9	115,3		
217	14.02.2008	97,9	96,8	99,3	103,3		
218	17.02.2008	52,6	51,2	46,0	48,9		
219	18.02.2008	47,1	47,2	49,5	53,1		
220	19.02.2008	69,7	69,2	76,8	81,0		
221	20.02.2008	102,8	104,5	102,5	105,9		
222	21.02.2008	84,0	82,7	93,0	97,1		
223	24.02.2008	60,9	62,4	53,4	57,7		
224	25.02.2008	73,8	74,8	82,6	86,2		
225	26.02.2008	79,6	77,7	92,0	94,5		
226	27.02.2008	43,1	42,6	58,1	61,6		
227	28.02.2008	52,7	51,6	56,9	60,1		
228	02.03.2008	10,8	11,1	6,6	7,4		
229	03.03.2008	24,3	24,9	37,5	40,9		
230	04.03.2008	15,2	14,7	18,0	20,4		
231	05.03.2008	17,3	18,2	16,3	19,6		
232	06.03.2008	26,0	25,3	28,8	31,3		
233	07.01.2010	47,0		47,7	49,8	J7860 / J7863	CZ-Tusimice
234	08.01.2010	50,4		51,6	53,3		
235	09.01.2010			50,8	51,6		
236	10.01.2010			17,6	16,7		
237	11.01.2010	40,2		43,2	42,7		
238	12.01.2010	53,7		62,5	62,5		
239	13.01.2010	68,5		72,2	74,6		
240	14.01.2010	31,6		33,3	34,9		

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Seite 145 von 163

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 9 von 13

<b>Hersteller</b>		Met One Instruments				Schwebstaub PM10	
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020				Messwerte in µg/m³ i.B.	
<b>Serien-Nr.</b>		SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 / SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011					
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 PM10 [µg/m³]	SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
241	15.01.2010	44,4		46,4	46,8	J7860 / J7863	CZ-Tusimice
242	16.01.2010			41,0	40,8		
243	17.01.2010			51,6	51,0		
244	18.01.2010	21,9		23,6	23,3		
245	19.01.2010	29,3		30,1	32,2		
246	20.01.2010	51,7		53,2	53,6		
247	21.01.2010	77,2		79,1	79,8		
248	22.01.2010	91,8		92,1	92,1		
249	23.01.2010			89,9	89,9		
250	24.01.2010			69,4	71,3		
251	25.01.2010			64,4	64,6		
252	26.01.2010	53,8		66,8	66,7		
253	27.01.2010	48,4		55,4	54,8		
254	28.01.2010	5,8		9,6	7,9		
255	29.01.2010	6,0		7,7			
256	30.01.2010			10,4			
257	31.01.2010						
258	01.02.2010	12,7		14,0	13,0		
259	02.02.2010	6,4		8,4	8,3		
260	03.02.2010	9,2		12,1	11,7		
261	04.02.2010	55,7		57,8	57,9		
262	05.02.2010	55,1		55,1	55,9		
263	06.02.2010	66,8		68,9	69,9		
264	07.02.2010	46,5		50,7	51,3		
265	08.02.2010	48,3		51,1	50,6		
266	09.02.2010	62,7		64,4	64,0		
267	10.02.2010	87,2		90,9	92,1		
268	11.02.2010	50,9		54,9	55,7		
269	12.02.2010	16,1		17,0	18,3		
270	13.02.2010	11,0		13,0	13,0		

**Anlage 5**

**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 10 von 13**

<b>Hersteller</b> Met One Instruments						Schwebstaub PM10	
<b>Gerätetyp</b> BAM-1020						Messwerte in µg/m³ i.B.	
<b>Serien-Nr.</b> SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 / SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011							
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 PM10 [µg/m³]	SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
271	14.02.2010	29,2		31,8	31,9	J7860 / J7863	CZ-Tusimice
272	15.02.2010	47,5		52,8	53,8		
273	16.02.2010	57,9		61,3	61,5		
274	17.02.2010	75,3		76,6	76,6		
275	18.02.2010	69,0		73,0	74,8		
276	19.02.2010	55,2		58,6	60,3		
277	20.02.2010	20,4		21,4	22,3		
278	21.02.2010	19,9		20,2	20,8		
279	22.02.2010	67,8		72,0	72,9		
280	23.02.2010	112,5		113,0	115,6		
281	24.02.2010	70,6		78,1	79,2		
282	25.02.2010	64,6					
283	26.02.2010	37,1		39,4	37,8		
284	27.02.2010	25,0		29,8	29,0		
285	28.02.2010	13,5		19,7	19,7		
286	01.03.2010	6,5		9,5	9,1		
287	02.03.2010	13,8		18,2	17,4		
288	03.03.2010	12,6		16,4	15,3		
289	04.03.2010	14,9		21,4	19,0		
290	05.03.2010	14,3		24,1	22,3		
291	06.03.2010	24,0		35,1	31,7		
292	20.04.2010	41,0		45,1	42,8		
293	21.04.2010	13,8		17,2	15,9		
294	22.04.2010	19,6		26,2	25,4		
295	23.04.2010	32,9		38,6	37,8		
296	24.04.2010	48,0		51,9	50,2		
297	25.04.2010	36,8		41,4	40,2		
298	26.04.2010	20,4		25,1	23,1		
299	27.04.2010	19,5		23,4	21,4		
300	28.04.2010	26,2		33,1	30,5		

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 11 von 13

<b>Hersteller</b>		Met One Instruments		Schwebstaub PM10			
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020		Messwerte in µg/m³ i.B.			
<b>Serien-Nr.</b>		SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 / SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011					
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 PM10 [µg/m³]	SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
301	29.04.2010	35,6		45,2	43,6	J7860 / J7863	CZ-Tusimice
302	30.04.2010	27,2		34,4	34,0		
303	01.05.2010	13,2		16,6	14,7		
304	02.05.2010	29,0		33,0	28,9		
305	03.05.2010	15,1		17,4	15,5		
306	04.05.2010	21,1		27,0	25,7		
307	05.05.2010	24,8		29,6	26,6		
308	06.05.2010	12,0		13,2	11,2		
309	07.05.2010	8,5		12,5	9,0		
310	08.05.2010	18,1		20,8	18,5		
311	09.05.2010	15,7		17,8	15,6		
312	10.05.2010	39,4		41,5	39,9		
313	11.05.2010	30,5		30,4	28,8		
314	12.05.2010	14,4		16,3	14,9		
315	13.05.2010	17,5		18,7	16,5		
316	14.05.2010	4,7		6,4	4,9		
317	15.05.2010	12,9		13,4	13,8		
318	16.05.2010	16,0		18,6	19,8		
319	17.05.2010	19,4		25,3	24,2		
320	18.05.2010	11,6		15,9	15,5		
321	19.05.2010	6,4		8,8	7,2		
322	20.05.2010	11,0		16,5	14,2		
323	21.05.2010	26,4		29,8	28,5		
324	22.05.2010	27,0		30,3	28,5		
325	23.05.2010	16,8		20,3	16,9		
326	24.05.2010	17,0		21,4	20,2		
327	25.05.2010	21,2		29,3	27,7		
328	26.05.2010	30,2		30,7	31,7		
329	27.05.2010	29,4		41,3	36,9		
330	28.05.2010	22,3		27,1	29,0		

**Anlage 5**

**Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen**

**Blatt 12 von 13**

<b>Hersteller</b>		Met One Instruments				Schwebstaub PM10	
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020				Messwerte in µg/m³ i.B.	
<b>Serien-Nr.</b>		SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 / SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011					
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2 PM10 [µg/m³]	SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 PM10 [µg/m³]	SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
331	29.05.2010	34,5		31,5	35,4	J7860 / J7863	CZ-Tusimice
332	30.05.2010	6,6		7,2	6,1		
333	31.05.2010	3,9		6,2	4,3		
334	01.06.2010	4,7		7,1	4,1		
335	02.06.2010	4,9		9,4	7,0		
336	03.06.2010	9,2		19,1	19,9		
337	04.06.2010	14,7		21,3	19,8		
338	05.06.2010	21,0		29,8	26,6		
339	06.06.2010	22,0		23,3	22,9		
340	10.04.2012			8,8	9,8		
341	11.04.2012			9,6	11,9		
342	12.04.2012	13,8	13,7	15,9	13,9		
343	13.04.2012	21,3	21,2	22,5	21,2		
344	14.04.2012	11,4	11,7	14,8	12,0		
345	15.04.2012	11,5	12,2	13,4	11,3		
346	16.04.2012	10,4	10,0	11,1	10,3		
347	17.04.2012	8,7	8,4	9,8	9,1		
348	18.04.2012	8,3	8,2	7,9	8,9		
349	19.04.2012	12,1	10,9	12,6	11,8		
350	20.04.2012	6,9	6,9	7,6	7,1		
351	21.04.2012	7,9	7,7	8,6	7,7		
352	22.04.2012	9,1	8,5	8,8	8,7		
353	23.04.2012	7,4	7,4	7,4	7,9		
354	24.04.2012	12,1	12,0	12,4	12,5		
355	25.04.2012	9,4	9,5	9,4	10,9		
356	26.04.2012	12,4	12,3	14,9	13,9		
357	27.04.2012	13,9	14,4	15,4	14,6		
358	28.04.2012	4,4	4,5	7,0	5,5		
359	29.04.2012	8,2	8,4	11,2	11,5		
360	30.04.2012	15,1	15,2	17,4	16,0		

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

Anlage 5

Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen

Blatt 13 von 13

<b>Hersteller</b>		Met One Instruments				Schwebstaub PM10	
<b>Gerätetyp</b>		BAM-1020				Messwerte in µg/m³ i.B.	
<b>Serien-Nr.</b>		SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 / SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011					
Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref. 2. PM10 [µg/m³]	SN 4924 / Ö1 / J7860 / SN 17022 PM10 [µg/m³]	SN 4925 / Ö2 / J7863 / SN 17011 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
361	01.05.2012	20,5	20,6	23,9	21,3	SN 17022 / SN 17011	UK-Teddington
362	02.05.2012	22,8	23,1	25,0	23,5		
363	03.05.2012	16,0	16,3	17,7	17,8		
364	04.05.2012	12,8	13,1	15,1	15,5		
365	05.05.2012	10,2	10,2	11,7	12,2		
366	06.05.2012	16,4	15,9	17,7	16,7		
367	07.05.2012	10,3	10,6	12,0	12,8		
368	08.05.2012	12,6	13,0	13,9	13,9		
369	09.05.2012	5,5	5,5	8,3	8,4		
370	10.05.2012	6,1	6,2	5,8	4,5		
371	11.05.2012	8,4	8,6	9,9	10,6		
372	12.05.2012	12,9	13,2	13,9	15,0		
373	13.05.2012	12,1	11,9	10,7	13,4		
374	14.05.2012	8,0	8,0	8,1	9,7		
375	15.05.2012	8,9	9,1	10,7	10,9		
376	16.05.2012	13,0	13,1	13,2	15,2		
377	17.05.2012	26,4	27,0	25,9	27,4		
378	18.05.2012	22,9	23,4	26,1	25,9		
379	19.05.2012	19,4	20,0	20,9	22,5		
380	20.05.2012	15,9	16,0	16,7	18,2		
381	21.05.2012	31,2	31,7	37,7	41,2		

**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	11.02.2006	Köln, Parkplatz	1,9	1020	82,9	0,0	187	0,7
2	12.02.2006		2,5	1016	65,3	0,7	193	0,0
3	13.02.2006		4,1	1013	61,0	1,0	186	0,0
4	14.02.2006		5,4	1006	79,7	1,4	180	1,5
5	15.02.2006		7,1	987	84,8	1,4	198	13,3
6	16.02.2006		7,2	982	75,8	0,9	211	2,2
7	17.02.2006		6,6	985	66,7	1,1	205	1,1
8	18.02.2006		5,4	989	80,2	0,2	200	8,5
9	19.02.2006		6,9	993	69,2	0,8	159	2,2
10	20.02.2006		3,2	1000	82,6	1,0	112	6,7
11	21.02.2006		4,0	1009	72,2	1,0	112	1,5
12	22.02.2006		1,8	1016	60,9	1,4	111	0,0
13	23.02.2006		0,5	1012	50,9	1,1	116	0,0
14	24.02.2006		2,6	1009	49,7	1,9	112	0,0
15	25.02.2006		1,0	1008	50,8	1,3	112	0,0
16	26.02.2006		-1,9	1011	72,8	0,5	105	0,0
17	27.02.2006		1,2	1003	89,1	0,2	185	3,7
18	28.02.2006		1,2	992	88,9	1,7	234	4,8
19	01.03.2006		-0,7	995	71,4	1,2	194	1,9
20	02.03.2006		0,7	994	60,2	0,3	158	0,4
21	03.03.2006		0,3	989	80,6	0,5	196	1,1
22	04.03.2006		0,2	992	69,4	0,0	198	0,4
23	05.03.2006		2,6	1000	65,8	1,6	217	1,1
24	06.03.2006		2,4	1008	69,6	2,4	243	1,5
25	07.03.2006		2,8	1008	54,0	0,5	171	0,0
26	08.03.2006		4,9	991	86,9	0,9	158	15,2
27	09.03.2006		7,9	991	81,5	1,1	194	3,7
28	10.03.2006		4,9	993	77,4	0,5	206	13,3
29	11.03.2006		-1,2	1009	68,7	2,3	199	1,1
30	12.03.2006		-3,2	1024	51,9	0,7	126	0,0

**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	13.03.2006	Köln, Parkplatz	-0,1	1022	42,0	0,5	153	0,0	
32	14.03.2006		2,2	1016	39,6	0,8	146	0,0	
34	15.03.2006		4,4	1014	42,9	0,9	135	0,0	
34	16.03.2006		2,6	1016	46,4	1,0	131	0,0	
35	17.03.2006		2,8	1015	52,3	1,9	108	0,0	
36	18.03.2006		3,8	1010	57,7	1,2	129	0,0	
37	19.03.2006		4,5	1005	55,5	0,7	168	0,0	
38	20.03.2006		3,9	1002	62,4	0,5	124	0,0	
39	21.03.2006		3,6	1001	43,3	1,0	114	0,0	
40	22.03.2006		3,3	1003	42,2	2,0	62	0,0	
41	23.03.2006		6,6	1001	33,7	1,8	150	0,0	
42	24.03.2006		8,7	992	72,3	0,3	162	3,3	
43	25.03.2006		13,4	1000	66,4	1,7	208	4,4	
44	26.03.2006		15,6	1000	66,7	0,5	162	1,1	
45	27.03.2006		13,4	996	60,2	1,4	186	4,8	
46	28.03.2006		9,8	996	58,2	0,7	188	1,9	
47	29.03.2006		9,1	1001	70,2	0,9	184	8,5	
48	30.03.2006		12,8	995	68,7	1,3	205	8,9	
49	31.03.2006		12,2	1002	61,9	2,6	218	5,6	
50	01.04.2006		10,7	1002	65,2	0,8	179	7,8	
51	02.04.2006		11,5	1002	46,8	3,0	230	3,7	
52	03.04.2006		8,3	1009	59,9	1,2	220	2,6	
53	04.04.2006		5,5	1007	54,0	1,4	179	0,0	
54	26.07.2006		Titz-Rödingen	26,5	1003	55,8	0,0	197	0,0
55	27.07.2006			24,1	1003	64,7	0,0	256	3,0
56	28.07.2006			20,6	1000	80,1	0,0	237	26,6
57	29.07.2006			21,7	999	70,5	0,0	267	0,0
58	30.07.2006			21,0	1001	70,5	0,0	207	8,0
59	31.07.2006			20,1	1001	63,0	0,0	223	0,0
60	01.08.2006	17,5		995	71,6	1,0	229	9,8	

**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	02.08.2006	Titz-Rödingen	15,7	994	72,8	0,8	224	2,1
62	03.08.2006		15,1	996	79,8	0,0	280	5,3
63	04.08.2006		17,9	1000	77,2	0,2	176	35,7
64	05.08.2006		19,3	1006	73,3	0,1	254	0,0
65	06.08.2006		18,7	1007	71,0	0,1	277	0,0
66	07.08.2006		18,8	1006	75,0	0,3	241	2,7
67	08.08.2006		15,9	1006	71,7	0,2	236	0,0
68	09.08.2006		15,0	1002	78,3	0,0	234	3,9
69	10.08.2006		13,7	1001	78,1	0,0	246	9,2
70	11.08.2006		12,7	998	81,0	0,1	231	10,4
71	12.08.2006		14,1	995	74,4	0,1	163	4,1
72	13.08.2006		15,0	994	71,8	0,6	169	0,3
73	14.08.2006		15,2	994	80,4	0,4	247	11,2
74	15.08.2006		16,0	997	79,4	0,2	165	3,8
75	16.08.2006		17,4	993	75,3	0,2	120	1,5
76	17.08.2006		18,9	992	73,9	0,2	122	4,5
77	18.08.2006		18,8	998	68,8	1,6	203	1,5
78	19.08.2006		18,3	1002	72,4	0,1	175	3,0
79	20.08.2006		16,5	1005	75,0	1,7	233	12,1
80	21.08.2006		15,7	1004	80,3	0,3	200	18,3
81	22.08.2006		14,8	1006	79,5	0,0	221	0,0
82	23.08.2006		17,5	1001	72,0	0,1	183	0,0
83	24.08.2006		16,0	995	75,1	1,2	203	5,3
84	25.08.2006		16,1	997	80,5	0,1	269	2,4
85	26.08.2006		15,5	998	79,9	0,0	210	0,9
86	27.08.2006		15,6	1000	80,5	0,1	242	11,2
87	28.08.2006		12,7	995	81,7	0,4	200	12,1
88	29.08.2006		12,7	997	77,8	0,2	198	8,9
89	30.08.2006		13,1	1008	79,6	0,0	170	4,2
90	31.08.2006		16,9	1010	69,9	0,6	255	0,0

**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	01.09.2006	Titz-Rödingen	20,0	1003	66,1	0,6	225	0,0
92	02.09.2006		19,8	1000	65,5	2,1	224	0,0
93	03.09.2006		20,2	1003	75,9	2,7	172	3,5
94	29.09.2006	Köln, Frankf. Str.	18,7	1003	68,5	0,4	175	0,6
95	30.09.2006		18,2	1004	67,3	0,1	199	1,2
96	01.10.2006		18,6	1003	63,8	0,5	207	0,3
97	02.10.2006		16,6	999	64,2	0,3	201	0,0
98	03.10.2006		14,3	996	73,4	0,2	287	1,5
99	04.10.2006		12,7	1006	75,6	0,4	227	2,7
100	05.10.2006		14,9	1009	68,1	0,2	199	6,8
101	06.10.2006		15,9	1002	72,1	1,2	214	11,8
102	07.10.2006		12,1	1012	70,4	2,0	243	0,3
103	08.10.2006		12,7	1014	69,6	0,0	184	0,0
104	09.10.2006		15,4	1014	70,2	0,1	170	0,0
105	10.10.2006		15,1	1012	74,7	0,1	139	0,0
106	11.10.2006		16,7	1007	70,6	0,7	173	0,0
107	12.10.2006		17,4	1017	75,3	0,1	231	0,0
108	13.10.2006		15,3	1023	77,8	0,0	155	0,0
109	14.10.2006		11,7	1022	73,8	0,6	111	0,0
110	15.10.2006		11,6	1020	67,7	0,4	119	0,0
111	16.10.2006		11,7	1015	67,3	2,0	168	0,0
112	17.10.2006		12,6	1007	65,8	2,6	172	0,0
113	18.10.2006		15,1	998	65,3	1,3	175	0,0
114	19.10.2006	15,1	993	76,0	1,6	166	1,8	
115	20.10.2006	14,9	992	76,7	0,1	183	6,2	
116	21.10.2006	15,7	997	69,1	0,3	188	0,3	
117	22.10.2006	16,6	994	69,3	1,6	187	0,9	
118	23.10.2006	16,7	989	76,9	1,2	192	19,8	
119	24.10.2006	13,2	997	74,5	2,2	250	2,4	
120	25.10.2006	14,5	1002	66,3	2,8	168	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	26.10.2006	Köln, Frankf. Str.	19,1	1003,4	64,2	0,5	221,7	0,0
122	05.06.2008	A-Steyregg	18,1		73,1	2,2		
123	06.06.2008		17,8		77,2	1,9		
124	07.06.2008		17,9		76,6	1,0		
125	08.06.2008		17,4		85,0	0,8		
126	09.06.2008		19,9		71,1	1,3		
127	10.06.2008		22,4		64,9	1,2		
128	11.06.2008		18,5		74,5	1,8		
129	12.06.2008		16,8		65,2	1,5		
130	13.06.2008		10,9		80,0	1,3		
131	14.06.2008		13,3		71,9	0,6		
132	15.06.2008		16,9		58,7	0,8		
134	16.06.2008		16,9		69,1	1,0		
134	17.06.2008		16,6		83,1	1,0		
135	18.06.2008		16,8		84,0	1,0		
136	19.06.2008		20,0		70,9	0,8		
137	20.06.2008		21,2		65,3	1,3		
138	21.06.2008		22,5		63,9	1,0		
139	22.06.2008		26,2		62,6	0,8		
140	23.06.2008		24,8		64,4	1,1		
141	24.06.2008		21,9		75,4	1,0		
142	25.06.2008		25,1		70,1	1,3		
143	26.06.2008		20,5		85,6	0,9		
144	27.06.2008		20,5		71,3	0,8		
145	28.06.2008		20,5		67,6	1,4		
146	29.06.2008		23,7		65,1	1,0		
147	30.06.2008		21,0		73,3	1,3		
148	01.07.2008		22,8		65,0	1,6		
149	02.07.2008		24,2		68,6	1,2		
150	03.07.2008		24,0		69,5	1,9		

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

**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	04.07.2008	A-Steyregg	18,1		70,5	1,9		
152	05.07.2008		18,9		60,3	1,3		
153	06.07.2008		21,6		76,4	1,2		
154	07.07.2008		14,8		93,0	1,2		
155	08.07.2008		17,6		70,3	1,2		
156	09.07.2008		17,7		73,8	1,1		
157	10.07.2008		20,7		72,0	0,7		
158	11.07.2008		24,6		61,9	1,6		
159	12.07.2008		19,8		80,8	1,4		
160	13.07.2008		17,0		87,1	1,6		
161	14.07.2008		15,8		82,8	1,5		
162	15.07.2008		19,5		61,0	1,9		
163	16.07.2008		21,2		66,8	1,4		
164	17.07.2008		15,6		92,5	0,7		
165	18.07.2008		15,9		86,4	0,9		
166	19.07.2008		21,4		69,7	1,0		
167	20.07.2008		17,8		82,5	1,4		
168	21.07.2008		15,1		68,3	1,7		
169	22.07.2008		13,9		81,5	2,5		
170	23.07.2008		16,1		80,1	1,4		
171	24.07.2008		15,6		93,9	1,3		
172	25.07.2008		18,2		94,6	0,8		
173	26.07.2008		20,9		87,5	0,3		
174	27.07.2008		22,3		72,5	1,4		
175	28.07.2008		23,6		64,4	1,8		
176	29.07.2008		24,3		69,9	0,9		
177	30.07.2008		23,2		74,6	1,2		
178	31.07.2008		22,8		71,3	1,1		
179	01.08.2008		24,3		68,3	1,5		
180	02.08.2008		20,4		84,9	0,7		

**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	03.08.2008	A-Steyregg	22,1		72,7	0,9		
182	04.08.2008		22,2		69,2	2,1		
183	05.12.2007	A-Graz	1,1		83,9	0,1		
184	06.12.2007							
185	10.12.2007			1,1		98,4	0,2	
186	13.12.2007			4,7		41,4	1,8	
187	16.12.2007			-1,3		84,7	0,6	
188	17.12.2007			-2,7		83,5	0,3	
189	19.12.2007			-4,8		84,8	0,8	
190	20.12.2007			-5,9		89,1	0,7	
191	07.01.2008			-1,2		93,9	0,3	
192	08.01.2008							
193	09.01.2008			-1,6		88,0	0,2	
194	10.01.2008			-1,9		90,6	0,3	
195	13.01.2008			3,1		100,0	0,0	
196	14.01.2008			2,2		97,9	0,2	
197	15.01.2008			0,6		98,0	0,4	
198	16.01.2008			3,4		91,6	0,3	
199	17.01.2008			4,5		97,9	0,1	
200	20.01.2008		5,9		90,5	0,1		
201	21.01.2008		3,9		89,2	0,2		
202	22.01.2008		4,4		58,3	1,2		
203	23.01.2008		0,4		61,6	0,7		
204	24.01.2008							
205	28.01.2008		4,6		67,4	0,9		
206	30.01.2008		2,2		80,1	0,3		
207	31.01.2008		2,6		78,2	0,6		
208	03.02.2008		2,7		77,3	0,8		
209	04.02.2008		3,5		89,4	0,3		
210	05.02.2008							

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

**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	06.02.2008	A-Graz	3,1		93,7	0,4		
212	07.02.2008		2,8		58,1	1,1		
213	10.02.2008		1,4		69,0	0,2		
214	11.02.2008		0,2		73,7	0,4		
215	12.02.2008		-0,7		72,5	0,3		
216	13.02.2008							
217	14.02.2008							
218	17.02.2008		-3,5		46,3	0,4		
219	18.02.2008		4,4		33,9	0,6		
220	19.02.2008		4,5		53,3	0,7		
221	20.02.2008							
222	21.02.2008							
223	24.02.2008		8,1		61,0	0,3		
224	25.02.2008							
225	26.02.2008		8,4		65,5	0,4		
226	27.02.2008		10,2		53,1	0,6		
227	28.02.2008		7,1		68,1	0,6		
228	02.03.2008		13,3		41,7	1,9		
229	03.03.2008		12,2		51,9	1,2		
230	04.03.2008	3,2		77,6	0,8			
231	05.03.2008	1,7		46,5	1,3			
232	06.03.2008	2,0		42,8	0,6			
234	07.01.2010	CZ-Tusimice	-7,0		85,0	0,0		
234	08.01.2010		-7,0		92,0	0,6		
235	09.01.2010		-6,0		93,0	0,6		
236	10.01.2010		-4,0		94,0	1,2		
237	11.01.2010		-7,0		92,0	0,0		
238	12.01.2010		-8,0		92,0	0,0		
239	13.01.2010		-7,0		94,0	0,0		
240	14.01.2010		-3,0		91,0	0,0		

**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	15.01.2010	CZ-Tusimice	-3,0		92,0	0,0		
242	16.01.2010		-2,0		88,0	0,6		
243	17.01.2010		-3,0		93,0	0,0		
244	18.01.2010				94,0	0,0		
245	19.01.2010		-13,0		24,0			
246	20.01.2010		-8,0		53,0			
247	21.01.2010		-5,0		91,0	0,0		
248	22.01.2010		-8,0		88,0	0,0		
249	23.01.2010		-9,0		91,0	0,0		
250	24.01.2010		-8,0		87,0	0,0		
251	25.01.2010		-9,0		87,0	0,6		
252	26.01.2010		-10,0		85,0	0,6		
253	27.01.2010		-13,0		79,0	0,6		
254	28.01.2010		-2,0		85,0	2,5		
255	29.01.2010		-1,0		88,0	1,2		
256	30.01.2010		-2,0		82,0	1,2		
257	31.01.2010		-7,0		85,0	0,0		
258	01.02.2010		-8,0		84,0	0,0		
259	02.02.2010		-2,0		80,0	1,2		
260	03.02.2010		-1,0		82,0	1,2		
261	04.02.2010		-5,0		92,0	0,6		
262	05.02.2010		-2,0		89,0	0,0		
263	06.02.2010		-2,0		96,0	0,0		
264	07.02.2010		-7,0		89,0	0,6		
265	08.02.2010		-9,0		84,0	0,0		
266	09.02.2010		-8,0		85,0	0,0		
267	10.02.2010		-6,0		91,0	0,0		
268	11.02.2010		-6,0		90,0	1,2		
269	12.02.2010		-5,0		90,0	0,0		
270	13.02.2010		-5,0		86,0	0,0		

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

**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	14.02.2010	CZ-Tusimice	-6,0		85,0	0,0		
272	15.02.2010		-5,0		82,0	0,0		
273	16.02.2010		-7,0		84,0	0,6		
274	17.02.2010		-7,0		91,0	0,0		
275	18.02.2010		-1,0		93,0	0,0		
276	19.02.2010		0,0		96,0	0,0		
277	20.02.2010		1,0		82,0	0,6		
278	21.02.2010		-1,0		84,0	0,6		
279	22.02.2010		-2,0		92,0	0,0		
280	23.02.2010		0,0		89,0	0,0		
281	24.02.2010		3,0		92,0	0,0		
282	25.02.2010		3,0		86,0	0,6		
283	26.02.2010		2,0		90,0	0,6		
284	27.02.2010		4,0		73,0	1,2		
285	28.02.2010		0,0		88,0	0,0		
286	01.03.2010		3,0		71,0	2,5		
287	02.03.2010		0,0		78,0	0,6		
288	03.03.2010		-1,0		75,0	1,2		
289	04.03.2010		-3,0		82,0	0,6		
290	05.03.2010		-5,0		74,0	1,9		
291	06.03.2010		-6,0		82,0	1,2		
292	20.04.2010		9,0		72,0	0,6		
293	21.04.2010		6,0		70,0	1,9		
294	22.04.2010		4,0		63,0	1,2		
295	23.04.2010		5,0		67,0	0,6		
296	24.04.2010		10,0		60,0	0,6		
297	25.04.2010		11,0		64,0	0,6		
298	26.04.2010		11,0		73,0	1,2		
299	27.04.2010		11,0		74,0	1,2		
300	28.04.2010		11,0		70,0	0,6		

**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	29.04.2010	CZ-Tusimice	15,0		60,0	0,6		
302	30.04.2010		17,0		60,0	1,2		
303	01.05.2010		14,0		73,0	0,0		
304	02.05.2010		11,0		93,0	0,6		
305	03.05.2010		11,0		87,0	0,6		
306	04.05.2010		8,0		89,0	0,6		
307	05.05.2010		7,0		85,0	1,2		
308	06.05.2010		8,0		96,0	0,0		
309	07.05.2010		9,0		80,0	0,6		
310	08.05.2010		9,0		74,0	0,6		
311	09.05.2010		9,0		83,0	0,6		
312	10.05.2010		10,0		92,0	0,0		
313	11.05.2010		13,0		90,0	0,6		
314	12.05.2010		13,0		79,0	1,2		
315	13.05.2010		9,0		84,0	0,6		
316	14.05.2010		7,0		91,0	0,6		
317	15.05.2010		6,0		89,0	1,9		
318	16.05.2010		9,0		74,0	2,5		
319	17.05.2010		11,0		71,0	2,5		
320	18.05.2010		9,0		73,0	3,1		
321	19.05.2010		8,0		88,0	1,2		
322	20.05.2010		11,0		92,0	0,6		
323	21.05.2010		13,0		86,0	1,2		
324	22.05.2010		16,0		76,0	0,6		
325	23.05.2010		14,0		80,0	1,2		
326	24.05.2010		15,0		84,0	1,2		
327	25.05.2010		14,0		84,0	1,2		
328	26.05.2010		11,0		90,0	0,0		
329	27.05.2010		14,0		87,0	1,2		
330	28.05.2010		14,0		85,0	0,6		

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10 zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06. Dezember 2006, Berichts-Nr.: 936/21243375/B

**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	29.05.2010	CZ-Tusimice	14,0		77,0	0,6		
332	30.05.2010		13,0		87,0	0,6		
333	31.05.2010		10,0		83,0	1,9		
334	01.06.2010		10,0		87,0	2,5		
335	02.06.2010		11,0		91,0	2,5		
336	03.06.2010		12,0		95,0	1,2		
337	04.06.2010		14,0		78,0	1,2		
338	05.06.2010		16,0		73,0	0,6		
339	06.06.2010		19,0		74,0	0,6		
340	10.04.2012	UK-Teddington	8,1		69,5	0,2		
341	11.04.2012		8,6		69,6	0,4		
342	12.04.2012		7,3		81,6	0,2		
343	13.04.2012		9,6		69,1	0,7		
344	14.04.2012		8,1		60,1	2,2		
345	15.04.2012		5,8		63,9	1,5		
346	16.04.2012		8,4		51,9	1,0		
347	17.04.2012		8,5		75,4	0,9		
348	18.04.2012		8,4		85,8	0,9		
349	19.04.2012		8,1		86,1	0,1		
350	20.04.2012		7,8		79,4	0,2		
351	21.04.2012		8,9		70,6	0,2		
352	22.04.2012		9,7		75,8	0,5		
353	23.04.2012		7,9		84,4	2,0		
354	24.04.2012		9,4		70,5	1,5		
355	25.04.2012		10,0		83,6	1,9		
356	26.04.2012		11,4		71,7	1,2		
357	27.04.2012		11,3		77,8	0,7		
358	28.04.2012		7,5		91,8	3,5		
359	29.04.2012		11,3		73,8	2,4		
360	30.04.2012		14,6		69,7	2,4		

**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	01.05.2012	UK-Teddington	14,0		76,2	0,6		
362	02.05.2012		10,8		80,9	1,2		
363	03.05.2012		8,5		86,7	0,6		
364	04.05.2012		8,4		77,4	1,7		
365	05.05.2012		7,8		66,5	1,8		
366	06.05.2012		7,2		72,9	0,7		
367	07.05.2012		11,9		82,2	0,8		
368	08.05.2012		13,9		78,5	0,4		
369	09.05.2012		14,9		91,0	0,8		
370	10.05.2012		14,8		82,0	0,7		
371	11.05.2012		11,5		56,0	1,2		
372	12.05.2012		10,8		58,0	0,8		
373	13.05.2012		12,1		58,7	0,4		
374	14.05.2012		8,7		83,0	0,3		
375	15.05.2012		7,5		76,4	1,0		
376	16.05.2012		11,1		62,7	0,4		
377	17.05.2012		12,6		58,1	1,5		
378	18.05.2012		13,6		79,0	0,6		
379	19.05.2012		13,1		69,8	1,6		
380	20.05.2012		12,2		76,2	1,9		
381	21.05.2012		14,5		75,5	1,5		

## **Anhang 2**

## **Handbuch**

**BEDIENUNGS- ANLEITUNG**  
**BAM-1020**  
**SCHWEBSTAUB IMMISSIONS-**  
**MESSGERÄT**



**Met One Instruments, Inc**  
1600 NW Washington Blvd.  
Grants Pass, Oregon 97526  
Telephone 541-471-7111  
Facsimile 541-541-7116

Regional Service  
3206 Main St. Suite 106  
Rowlett, Texas 75088  
Telephone 972-412-4715  
Facsimile 972-412-4716

## **Urheberrechtsvermerk**

Bedienungs- Anleitung BAM-1020 Schwebstaub Immissions- Messgerät

© Copyright 2001 Met One Instruments, Inc. Alle Rechte vorbehalten weltweit. Kein Teil dieser Publikation darf in einem Dateninformations- oder -abfragesystem reproduziert werden, übertragen werden, gespeichert werden, oder in irgendeine andere Sprache in irgendeiner Form mit irgendwelchen Mitteln ohne die ausdrückliche schriftliche Erlaubnis von Met One Instruments, Inc. übersetzt werden.

## **Technische Unterstützung**

Für technische Unterstützung, bitte konsultieren Sie zuerst die mitgelieferten Unterlagen um Ihr Problem zu lösen. Wenn Sie danach immer noch Probleme haben wenden Sie sich bitte an unseren Technischen Kundendienst, während unserer normalen Geschäftszeiten von 7:30 bis 16:00 Pacific Standard Zeit in der Zeit von Montag bis Freitag.

Telefon: (541) 471-7111

Fax: (541) 471-7116

E-Mail: [service@metone.com](mailto:service@metone.com)

Postadresse: Technical Services Department  
Met One Instruments, Inc.  
1600 Washington Boulevard  
Grants Pass, OR 97526

## **Achtung — für Ihre Sicherheit**

Das Met One Instruments BAM-1020 Messgerät enthält eine kleine  $^{14}\text{C}$  (Kohlenstoff -14) Beta Strahlenquelle. Die Aktivität dieser Quelle ist  $60 \mu\text{Ci} \pm 15 \mu\text{Ci}$  (Mikro Curie) oder  $2.22\text{E}+6 \text{ Bq}$ . Diese Aktivität liegt unter der Freigrenze für  $^{14}\text{C}$  von  $1.0\text{E}+7 \text{ Bq}$ , wie Sie in der Strahlenschutzverordnung (Anlage III Tabelle 1 Spalte 2) festgelegt wurde. Der Umgang mit dem Gerät ist demnach genehmigungs- und anzeigefrei. Als Benutzer oder Eigentümer des Messgerätes haben Sie die Wahl die Strahlenquelle zu Met One Instruments zur fachgerechten Entsorgung / Recycling zurückzugeben wenn das Gerät das Ende seiner Betriebszeit erreicht hat oder Sie können das gesamte Gerät selbst entsorgen.

Weder die  $^{14}\text{C}$  Strahlenquelle, noch der Detektor sind im Feld zu reparieren. Wenn diese Komponenten ersetzt oder repariert werden müssen, dann muss das Messgerät zu einer unserer Servicestellen eingeschickt werden.

Das BAM-1020 Messgerät sollte zurück in die Fabrik gesendet werden falls eine Neukalibrierung ansteht.

## Die Met One Instruments Model BAM-1020 Zulassungen

DAS BAM-1020 MESSGERÄT IST ZUGELASSEN ALS EINE EQUIVALENTE METHODE ZUR MESSUNG VON PM<sub>10</sub> VON DER UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY AM 3 AUGUST 1998 UNTER DER DESIGNATION NR.: EQPM-0798-122.

Die EPA Zulassung gilt für alle BAM-1020 und ältere Monitore des Typs G, -1 und die G -1 Messgeräte in die den BX-802 PM<sub>10</sub> Lufteinlass verwenden, betrieben zur Messung von 24-Stunden Mittelwerten, mit einer Filterwechselfrequenz von einer Stunde, Glassfieber Filterband und mit oder ohne einer der folgenden Optionen: BX-823, Probenahmerohr Verlängerung; BX-825, Probenahmeheizung; BX-826, 230 VAC Probenahmeheizung; BX-828, Dach Dreibein; BX-902 Aussengehäuse; BX-903, Aussengehäuse klimatisiert; BX-961, Massendurchflussregelung; BX-967, eingebaute Kalibriervorrichtung. Benutzer werden hiermit darauf hingewiesen das Konfigurationen des Messgerätes die von dieser spezifischen Beschreibung abweichen nicht unbedingt alle Anforderungen der Zulassung (40 CFR, parts 50 and 53) einhalten brauchen. Das Meßsystem muss unter folgenden Bedingungen betrieben werden:

RANGE, Konzentrationsbereich: 1.000-Milligramm/Kubikmeter  
SAMMEL, Pump Zeit: 50 Minuten

# Inhaltsverzeichnis

1	ALLGEMEINE INFORMATIONEN	10
1.1	Einleitung .....	10
1.2	Beschreibung .....	10
1.3	Gerätespezifikationen .....	10
1.4	Organisation und Anwendung .....	10
2	AUSPACKEN UND INSTALLATION	11
2.1	Auspacken und Installation .....	11
2.2	Verpacken .....	11
2.3	Aufstellung .....	11
2.4	Aufstellung auf einer Tischplatte .....	13
2.5	Geräterack Aufstellung .....	14
2.6	Einbauhinweise .....	14
3	Funktionsprinzip	18
3.1	Messprinzip .....	18
3.2	Anwendungsbezogene Aspekte .....	21
3.3	Software Beschreibung – Setup Mode .....	24
3.4	Berechnungen .....	24
4	VORBEREITUNG DER MESSUNG	26
4.1	Allgemein .....	26
4.2	Software Menüstruktur .....	28
4.3	Erdung des Instruments .....	29
4.4	Anschlüsse zum BAM-1020 .....	30
4.5	Netz einschalten und Aufwärmphase .....	31
4.6	Netzspannung .....	31
4.7	Das Einlegen des Filterbandes .....	31
4.8	Dichtheitsprüfung .....	33
4.9	Selbsttest .....	38
4.10	Start des Messzyklus .....	39
4.11	Auswahl der Einstellparameter .....	40
4.12	Clock Bildschirm zum Einstellen der Uhrzeit .....	41
4.13	SAMPLE Bildschirm zur Eingabe der Sammelzeiten .....	41
4.14	CALIBRATE Bildschirm zur Eingabe der Kalibrierwerte .....	43
4.15	EXTRA1 Bildschirm zur Eingabe verschiedener Parameter .....	46
4.16	ERRORS Bildschirm zur Einstellung der Fehlermeldungskriterien .....	47
4.17	PASSWORD Bildschirm zur Eingabe des Benutzerpassworts .....	49
4.18	INTERFACE Bildschirm zur Einstellung von Fernbedienungsparametern .....	50
4.19	SENSOR Bildschirm zur Anmeldung angeschlossener Sensoren .....	54
4.20	HEATER Bildschirm zum Setzen der Probenahmeheizungsparameter .....	56
5	BEDIENUNG	58
5.1	Einleitung .....	58
5.2	Lernen Sie die Benutzung der Tastatur .....	58
5.3	Normalbetriebsmodus .....	61
5.4	Untermenü „ Operate“ .....	61
5.5	Der „Normal“ Bildschirm .....	62
5.6	Der „INST“ Bildschirm zur Kontrolle der Momentanwerte .....	64
5.7	Der „Average“ Bildschirm zur Anzeige der letzten Mittelwerte .....	65
6	KALIBRIERUNG	66

6.1	Werkskalibrierung .....	66
6.2	Automatische Kalibrierüberprüfung .....	66
6.3	Kalibrierung der Luftdurchsatzmessung im Feldeinsatz.....	66
6.4	Periodisches Setzen des Luftdurchsatzes per Hand.....	70
7	INSTRUMENT DIAGNOSE .....	71
7.1	Allgemein .....	71
7.2	Test Hauptmenü.....	71
7.3	Untermenü „Count Test“ zum Testen der Zählraten.....	72
7.4	Untermenü „Pump“ zum Testen der Pumpe und der Bestäubungskammer.....	73
7.5	Untermenü „Tape“ zum Testen des Filterbandtransports.....	74
7.6	Untermenü „DAC“ zum Testen das Analogausgangs .....	75
7.7	Untermenü „Calibrate“ zum Testen der Referenzmembran Kalibrierung .....	76
7.8	Untermenü „Interface“ zum Testen der digitalen Ein/Ausgänge.....	77
7.9	Untermenü „Flow“ zur Kalibrierung des Volumenstroms.....	78
7.10	Untermenü „ALIGN“ zum Testen aller Motorbewegungen .....	79
7.11	Untermenü „HEATER“ zum Testen der Probenahmeheizung.....	81
8	KOMMUNIKATION .....	84
8.1	Analog Ausgabe.....	84
8.2	Fernsteuer- und Fehlerrelais .....	84
8.3	RS-232 Datenübertragung .....	88
8.4	Direkte Verbindung zum PC.....	89
8.5	Verbindung mit einem Modem .....	89
8.6	RS232 - Menüsystem.....	90
8.7	Transfer Modul für RS232 Daten .....	91
9	FEHLERSUCHE .....	92
9.1	Problem Index.....	92
9.2	Fehlersuche .....	92
10	WARTUNG UND KALIBRIERUNG .....	95
10.1	Empfohlene regelmäßige Wartung.....	95
10.2	Kalibrier Einstellungen .....	97
10.3	Verbrauchsmaterialien, Ersatzteile und Zubehör .....	98
	ANHANG A - BAM-1020 Gerätespezifikationen .....	100
	ANHANG B - Daten der Werkskalibrierung für Ihr Gerät .....	103
	ANHANG C - RS-232 Ausgabemenü .....	104
	ANHANG D - RS-232 Fernsteuerbefehle .....	106
	ANHANG E - Ausgabebeispiel der aktuellen Daten .....	108
	ANHANG F - Betrieb der Serie 500 Sensoren mit dem BAM-1020 .....	109
	ANHANG G - Fehlermeldungen .....	112

## Liste der Tabellen

Tabelle 1: Hersteller Grundeinstellungen .....	24
Tabelle 2: Gemessene Betaabsorptions- Intensitäten .....	25
Tabelle 3: BAM-1020 Ausgabewerte .....	25
Tabelle 4: Einstelluntermenüs .....	40
Tabelle 5: „Flow Type“ Einstellungen der Durchflussmessung .....	62
Tabelle 6: BAM-1020 Fehlersuchanleitung.....	93
Tabelle 7: Gerätespezifikationen .....	100
Tabelle 8: BAM-1020 Bedienelemente / Schnittstellen .....	101
Tabelle 9: BAM-1020 Physikalische Parameter.....	102
Tabelle 10: BAM-1020 Einstellwerte für die Serie 500 Sensoren .....	109

## Liste der Gleichungen

Gleichung 1 .....	18
Gleichung 2 .....	18
Gleichung 3 .....	19
Gleichung 4 .....	19
Gleichung 5 .....	19

## Liste der Abbildungen

Abbildung 1: BAM-1020 Aufstellung im Detail .....	13
Abbildung 2: BAM-1020 Rack Aufstellung im Detail .....	14
Abbildung 3: BAM-1020 Einbauhinweise.....	15
Abbildung 4: Zeitlicher Ablauf des Messzyklus.....	22
Abbildung 5: Frontansicht.....	26
Abbildung 6: Rückansicht .....	27
Abbildung 7: Menüstruktur der Gerätesoftware .....	28
Abbildung 8: BAM-1020 Erdungsanschlüsse.....	29
Abbildung 9: BAM-1020 Externe Anschlüsse .....	30
Abbildung 10: Benutzer Display.....	31
Abbildung 11: Filterband Menü.....	32
Abbildung 12: Einlegen des Filterbandes .....	33
Abbildung 13: BX-302/305 Installation.....	34
Abbildung 14: Reinigung der Bestäubungskammer.....	36
Abbildung 15 Überprüfung der Internen Vakuumleitungen .....	37
Abbildung 16: Selbsttest Menü .....	38
Abbildung 17: Setup Bildschirm.....	40
Abbildung 18: CLOCK Bildschirm.....	41
Abbildung 19: SAMPLE Bildschirm.....	41
Abbildung 20: CALIBRATE Bildschirm .....	43
Abbildung 21: EXTRA1 Bildschirm .....	46
Abbildung 22: ERRORS Bildschirm.....	47
Abbildung 23: PASSWORD Bildschirm .....	49
Abbildung 24: INTERFACE Bildschirm.....	50
Abbildung 25: Standard Zyklus zeitlicher Ablauf.....	51
Abbildung 26: Early Zyklus zeitlicher Ablauf.....	52
Abbildung 27: SENSOR Bildschirm .....	54
Abbildung 28: HEATER Bildschirm.....	56
Abbildung 29: Einschalt - Bildschirm .....	58
Abbildung 30: Der (F1) Bildschirm zur Anzeige der Momentanwerte .....	59
Abbildung 31: Der (F2) Bildschirm zur Anzeige der letzten Mittelwerte .....	60
Abbildung 32: Der (F3) Bildschirm zur Anzeige der gespeicherten Fehlermeldungen.....	60
Abbildung 33: Das OPERATE MODE Menü.....	61
Abbildung 34: Der Normal Mode Bildschirm.....	62
Abbildung 35: Der „Inst“ Bildschirm .....	64
Abbildung 36: Der „Average“ Bildschirm.....	65
Abbildung 37: Volumetric Flow Kalibrier Bildschirm.....	69
Abbildung 38: Test Menü.....	71
Abbildung 39: Der Count Test Bildschirm .....	72
Abbildung 40: Der Pump Test Bildschirm .....	73
Abbildung 41: Der Tape Test Bildschirm .....	74
Abbildung 42: Der DAC Test Bildschirm.....	75
Abbildung 43: Kalibrier Test Menü.....	76
Abbildung 44: Der Test Interface Bildschirm.....	77
Abbildung 45: Volumetric Flow Calibration Bildschirm.....	78
Abbildung 46: Das Alignment Test Menü .....	79
Abbildung 47: Test der Bestäubungskammer Photosensoren.....	79
Abbildung 48: Test des Shuttle Photosensor.....	80

Abbildung 49: Test des Photosensors der Vorratsspannrolle .....	80
Abbildung 50: Test des Photosensors der Transportwalze .....	80
Abbildung 51: Test des Sicherungshebel Photosensors .....	81
Abbildung 52: Test des Sensors der Referenz Membran .....	81
Abbildung 53: Der HEATER Bildschirm - RH.....	82
Abbildung 54: Der HEATER Bildschirm - Temperatur .....	82
Abbildung 55: Anschlussverbindungen zur Fernsteuerung .....	85
Abbildung 56: Reinigung der Bestäubungskammer.....	96
Abbildung 57: Hersteller Kalibrier Bildschirm.....	97
Abbildung 58: Analog Anschlussklemmenblock .....	110
Abbildung 59: Anschließen des 590 Windrichtungssensors .....	110
Abbildung 60: Anschliessen des 591 Windgeschwindigkeitssensors .....	110
Abbildung 61: Anschliessen des 592 Umgebungstemperatursensors.....	110
Abbildung 62: Anschliessen des 593 Relative Feuchtesensors.....	111
Abbildung 63: Anschliessen des 594 Barometrischen Luftdrucksensors.....	111
Abbildung 64: Anschliessen des 595 Sonnenstrahlungssensors.....	111

# **1 ALLGEMEINE INFORMATIONEN**

## **1.1 Einleitung**

Der Met One Instruments BAM-1020 Monitor misst die Staubkonzentration in der Luft und speichert sie automatisch in einem eingebauten Datenspeicher. Er verwendet als Messprinzip die Abschwächung von Betateilchen beim Durchgang durch ein Filterband. Eine kleine  $^{14}\text{C}$  ( $< 60 \mu\text{Ci}$ ) Strahlenquelle sendet eine extreme konstante Anzahl von Elektronen, auch als Betateilchen bezeichnet aus. Diese Betateilchen werden mit einem hochempfindlichen Szintillationszähler gemessen. Eine externe Pumpe zieht eine definierte Luftmenge durch das Filterband. Die Staubpartikel die sich in der Luft befinden werden auf dem Filterband abgeschieden. Das bestaubte Filter wird zwischen die Strahlenquelle und dem Detektor positioniert. Die durch die gesammelten Staubpartikel hervorgerufene Abschwächung der Betateilchen wird gemessen. Die Stärke der Abschwächung ist proportional der auf dem Filter abgeschiedenen Staubmasse. Mit Hilfe der gemessenen Luftmenge kann aus der Staubmasse die gewünschte Staubpartikelkonzentration der Umgebungsluft bestimmt werden.

## **1.2 Beschreibung**

Der BAM-1020 Monitor besteht aus drei Hauptkomponenten: dem Zentralgerät mit Datenspeicher, der Pumpe und einem Lufteinlass. Jede Komponente ist eine separate Einheit und kann deshalb einfach für Wartung oder Austausch zugänglich. Der BAM-1020 Monitor ist Eignungsgeprüft von der United States Environmental Protection Agency (US-EPA) und als Equivalent Method (EQPM-0798-122) zugelassen. Hierzu muss die Messeinrichtung mit einem  $\text{PM}_{10}$  Lufteinlass ausgerüstet sein und in einem bestimmten Betriebsmodus betrieben werden. Details hierzu finden Sie auf Seite 4 dieser Anleitung. Darüber hinaus kann die Messeinrichtung auch mit einem Lufteinlass zur Messung von Staubpartikeln kleiner als  $2.5\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2.5}$ ) oder Gesamtstaub (Total Suspended Particulate - TSP) zur Messung dieser Staubfraktionen ausgerüstet werden.

## **1.3 Gerätespezifikationen**

Die Gerätespezifikationen der BAM-1020 Monitore sind in Anhang A beschrieben.

## **1.4 Organisation und Anwendung**

Dieses Handbuch ist geschrieben worden, um die Informationen anzusprechen, die der Benutzer für den Betrieb des Messgerätes benötigt. Es umfasst alle Routineaspekte der Aufstellung, Betrieb und der laufenden Wartung. Es umfasst auch die einfache Störungssuche. Dieses Handbuch ist nicht als Wartungs- und Reparaturhandbuch zu verstehen. Tiefergehende Reparaturen sollten ausschließlich von ausgebildeten Service Personen durchgeführt werden.

## 2 AUSPACKEN UND INSTALLATION

### 2.1 Auspacken und Installation

ANMERKUNG: Wenn Sie irgendwelche Beschädigungen an der Verpackung des Gerätes VOR dem Auspacken bemerken, sollten Sie unverzüglich den Spediteur benachrichtigen. Sollten Sie Beschädigungen an dem Gerät feststellen benachrichtigen Sie bitte nach dem Spediteur auch Met One Instruments.

Nehmen Sie das Messgerät aus der Verpackung, öffnen Sie die Tür mit der Anzeigeeinheit und dann entfernen Sie vorsichtig die zwei weißen Plastikringe im inneren des Gerätes von den Filterbandtransportrollen. Entfernen Sie Ringe allerdings erst wenn Sie das Messgerät wirklich installieren.

Diese Ringe müssen installiert sein wenn das Gerät bewegt oder transportiert wird um eine Beschädigung des Filterbands Mechanismus zu vermeiden.

**ANMERKUNG:** Bitte heben Sie die Ringe und das Verpackungsmaterial auf, für den Fall, das Sie das Gerät zur Fabrik zurück senden müssen.

### 2.2 Verpacken

Bevor Sie das Gerät zu Met One Instruments zurück senden, setzen Sie sich bitte mit unserem Service in Verbindung. Sie erhalten dann eine Rücksendenummer, die wir für die Bearbeitung und Sie zur Referenz benötigen.

**ANMERKUNG:** Der BAM-1020 Monitor muss mit den zwei Plastikringen installiert auf den Transportrollen zurück gesendet werden. Sollten Sie die Ringe verlegt haben wenden Sie sich bitte für einen Ersatz an unseren Kundendienst.

Met One Instruments ist nicht für eine Beschädigung des Monitors durch fehlende oder falsch installierte Transportsicherungsringe verantwortlich.

### 2.3 Aufstellung

Die BAM-1020 Monitore sind ausgelegt für den Betrieb in einer Temperatur geregelten Umgebung, wie z.B. einem mobilen Container oder einem Gebäude. Der Standard Lufteinlass ist so ausgelegt dass er durch das Dach des Gebäudes oder des Containers montiert werden kann. Der BAM-1020 Monitor ist für eine Betriebstemperatur zwischen 0° C und +40° C ausgelegt, die relative Luftfeuchte sollte 90% nicht übersteigen, auf keinen Fall darf Kondensation auftreten. Der Aufstellungsort sollte entsprechend gewählt sein, darüber hinaus ist auf einen waagerechten Einbau und eine möglichst vibrationsfreie und staubfreie Umgebung zu achten. Met One Instruments bietet folgende Container für den Einbau des BAM-1020 Monitors an: BX-902 nur beheizt und BX-903 geheizt und gekühlt. In Abschnitt 10.3 finden Sie eine komplette Liste der BAM-1020 Optionen. Wenn Sie den BAM- 1020 Monitor installieren beachten Sie bitte die folgenden Kriterien.

- 1) Freie Anströmung des Lufteinlasses: Der Lufteinlass des BAM-1020 Monitors muss mindestens einen (1) Meter Abstand von allen Gegenständen haben, die die

Anströmung der Luft beeinflussen könnten, dies schließt auch den Lufteinlass eines zweiten Instrumentes ein. Zum Beispiel wenn in einer Meßstation 2 BAM-1020 Monitore installiert werden sollen oder ein zusätzlicher PM2.5 Filtersammler, dann ist darauf zu achten, dass der Abstand zwischen den Lufteinlässen der Geräte nicht kleiner als 2 Meter ist. Für den Fall, dass Sie das Gerät in der Nähe eines Sammlers mit sehr hohem Sammelvolumen installieren wollen, dann sollte der Abstand des Lufteinlasses des BAM-1020 Monitors und des Sammlers nicht weniger als drei (3) Meter betragen. Diese Abstände sind unter anderem in den Richtlinien der U.S. EPA festgelegt. (40 CFR Part 58).

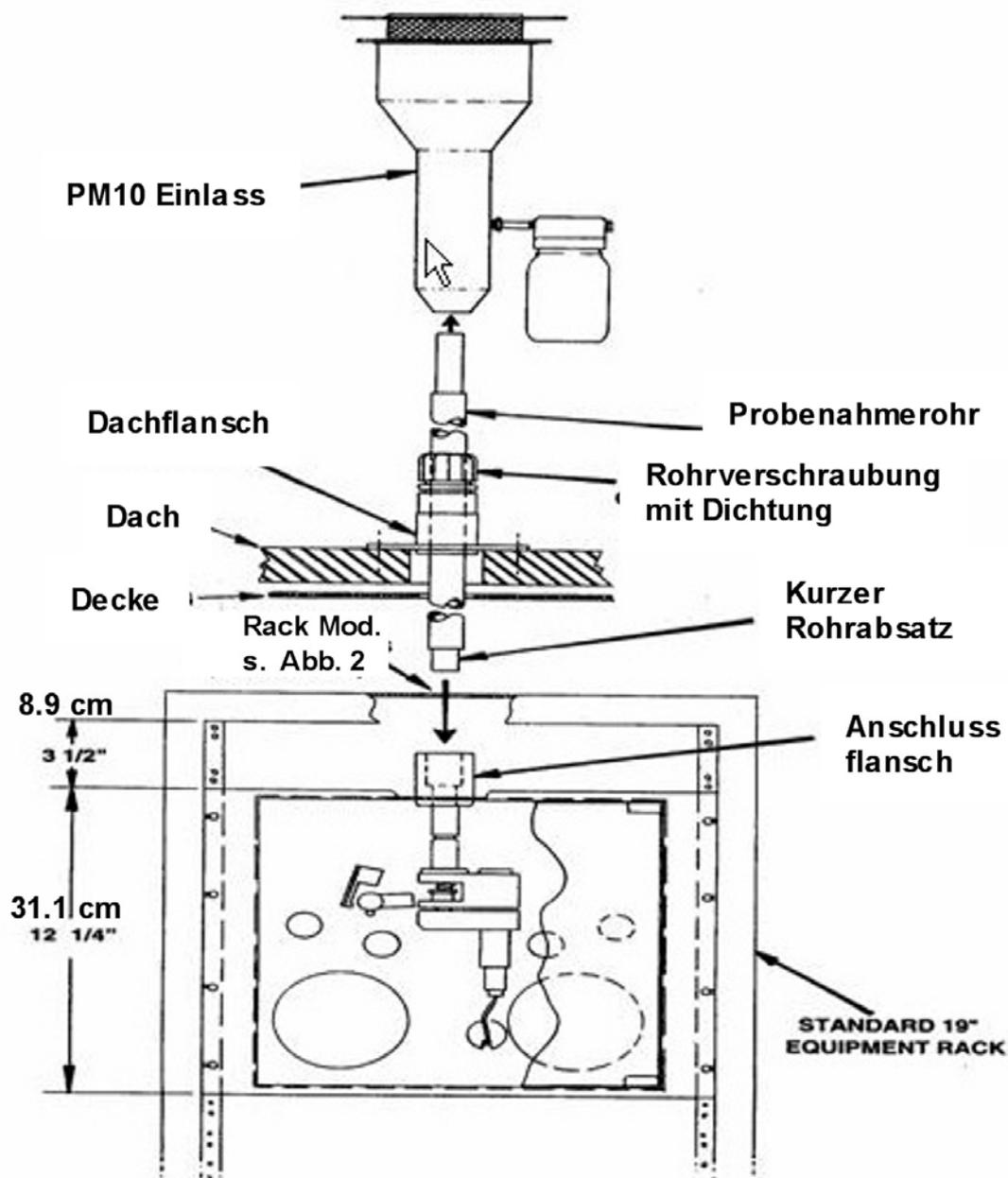
- 2) Lufteinlasshöhe: Die Höhe des Lufteinlasses sollte gleich der Höhe der verwendeten PM10 oder PM2.5 Referenzsammler sein. Wenn das Messgerät nicht zusammen mit einem Sammler betrieben wird, sollte der Lufteinlass in einer Höhe von 2 Metern über dem Dach des Messcontainers angebracht werden.
- 3) Abstand zwischen der Messcontainerdecke und dem Bam-1020 Messgerät: Ein minimaler Abstand von 20 cm ist erforderlich zwischen der Oberkante des Bam-1020 Messgerätes und der Messcontainerdecke. Dieser Abstand ist notwendig um die Option der Probenahmeheizung auch nachträglich einbauen zu können.
- 4) Probenahmeheizung: Zwei Versionen von Probenahmeheizungen sind erhältlich.
  1. Die Probenahmeheizung besteht aus einem Heizband, das um das Probenahmerohr gewickelt wird (nur innerhalb des Messcontainers). Wenn diese Option eingebaut ist beheizt das Heizband ca. 10 cm des Probenahmerohres. Das Heizband sollte mindestens 5 cm Abstand vom jeweiligen Ende des Heizbandes zu jeglichen Objekten, wie z.B. dem Instrument oder dem Containerdach haben.
  2. Die Probenahmeheizung besteht aus einem Aluminiumblock, der mit Stellschrauben am Probenahmerohr befestigt wird. Für diese Heizoption wird im Gerät ein Sensor für die relative Feuchte und die Temperatur nach dem Filterband benötigt. Die Software betreibt die Probenahmeheizung unter Berücksichtigung dieser Sensorwerte. Diese Heizoption deckt ebenfalls ca. 10cm des Probenahmerohres ab und wird an der Rückseite des Messgerätes an einem speziellen Stecker angeschlossen. Eine zusätzliche Isolationsmanschette bedeckt ca. 20cm des Probenahmerohres. Auf Grund dieser Abmessungen sollte der minimale Abstand zwischen dem BAM-1020 und der decke des Messcontainers nicht kleiner als 20cm sein.
- 5) Lufteinlass: Das gerade, vertikale Probenahmerohr des BAM-1020 limitiert die Einbauweise der BAM-1020 Zentraleinheiten. Das BAM-1020 robuste Aluminium Probenahmerohr hat einen Außen-Durchmesser von 33.3 mm und ist 2,4 m lang. Das untere Ende des Probenahmerohres passt direkt in den am BAM-1020 vorgesehenen Rohranschluss, das andere Ende des Rohres zeigt vertikal aufwärts durch die Decke des Messcontainers. Der gewählte Lufteinlass wird am oberen ende des Probenahmerohres einfach aufgesteckt. Der BAM-1020 PM10 Lufteinlass sollte in der gleichen Höhe wie die verwendeten Referenzsammler angebracht werden. (ungefähr 2m über dem Dach des Messcontainers). Beim Einbau sollte darauf geachtet werden, dass zukünftige Wartungsarbeiten, Entfernen oder Neuinstallation einfach möglich sind.

Anmerkung: Die Einbauspezifikationen für das BAM-1020 Messgerät entsprechen dem Spezifikationen für die Messung von PM2.5 Staubkonzentrationen entsprechend der U.S. EPA PM2.5 Kriterien aufgelistet in Code of Federal Regulations (40 CFR, Part 58).

## 2.4 Aufstellung auf einer Tischplatte

Sie können das BAM-1020 Messgerät direkt auf einer Tischplatte aufstellen, wobei das Probenahmerohr sich unmittelbar über dem Messgerät befinden muss. Das BAM-1020 ist hierzu mit Gummifüßen ausgerüstet. Die Tischplatte sollte waagrecht aufgelegt sein und ein einfacher Zugang zu den rückseitigen Anschlüssen des Gerätes sollte möglich sein um Einstellungen oder Wartungsarbeiten durchführen zu können. Der Abstand zwischen dem Lufteinlass und der Oberkante des BAM-1020 Messgerätes sollte 4.8m nicht übersteigen. Wenn Sie eine längere Probenahme benötigen wenden Sie sich bitte an unsere Met One Instruments Service Abteilung. Weitere Details zur Aufstellung entnehmen Sie bitte aus Abbildung 1.

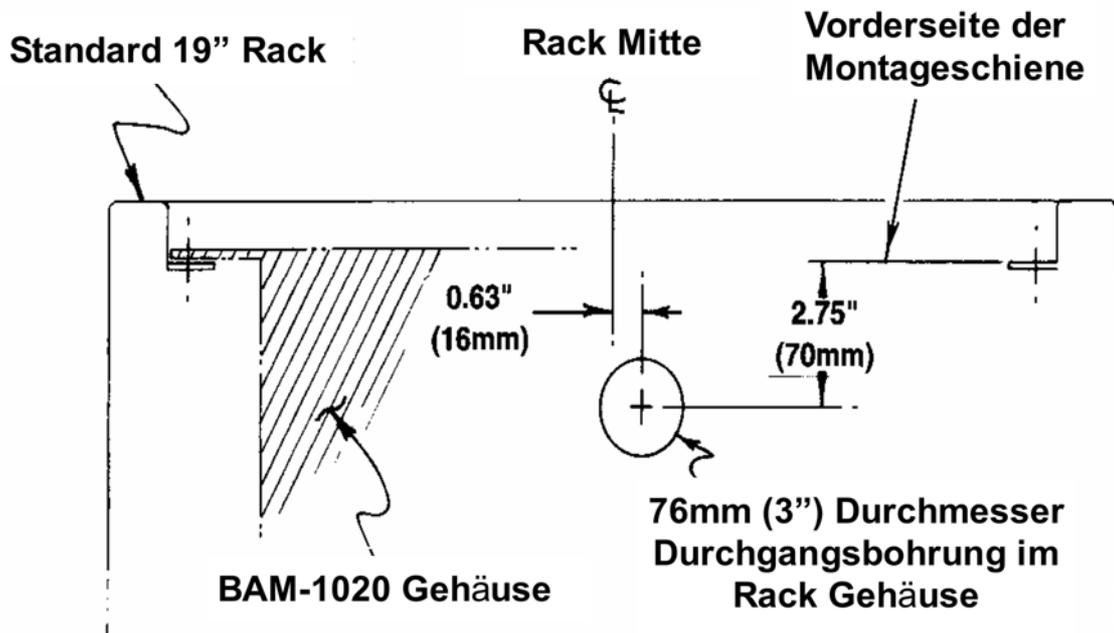
Abbildung 1: BAM-1020 Aufstellung im Detail



## 2.5 Geräterack Aufstellung

Sie können das BAM-1020 in einem Standard 19" Geräterack mit entsprechenden Einbaumaterialien einbauen. Die benötigten Einbaumaterialien gehören zum Standardlieferungsumfang des BAM-1020 Geräts. Wenn Sie das BAM-1020 in ein Fahrzeug einbauen möchten sollten Sie Teleskopschienen zum Einbau verwenden. Allerdings ist dabei darauf zu achten das das Gerät während der Fahrt gegen Herausrutschen gesichert kann. Details zur Rack Aufstellung entnehmen Sie aus Abbildung 2 .

Abbildung 2: BAM-1020 Rack Aufstellung im Detail



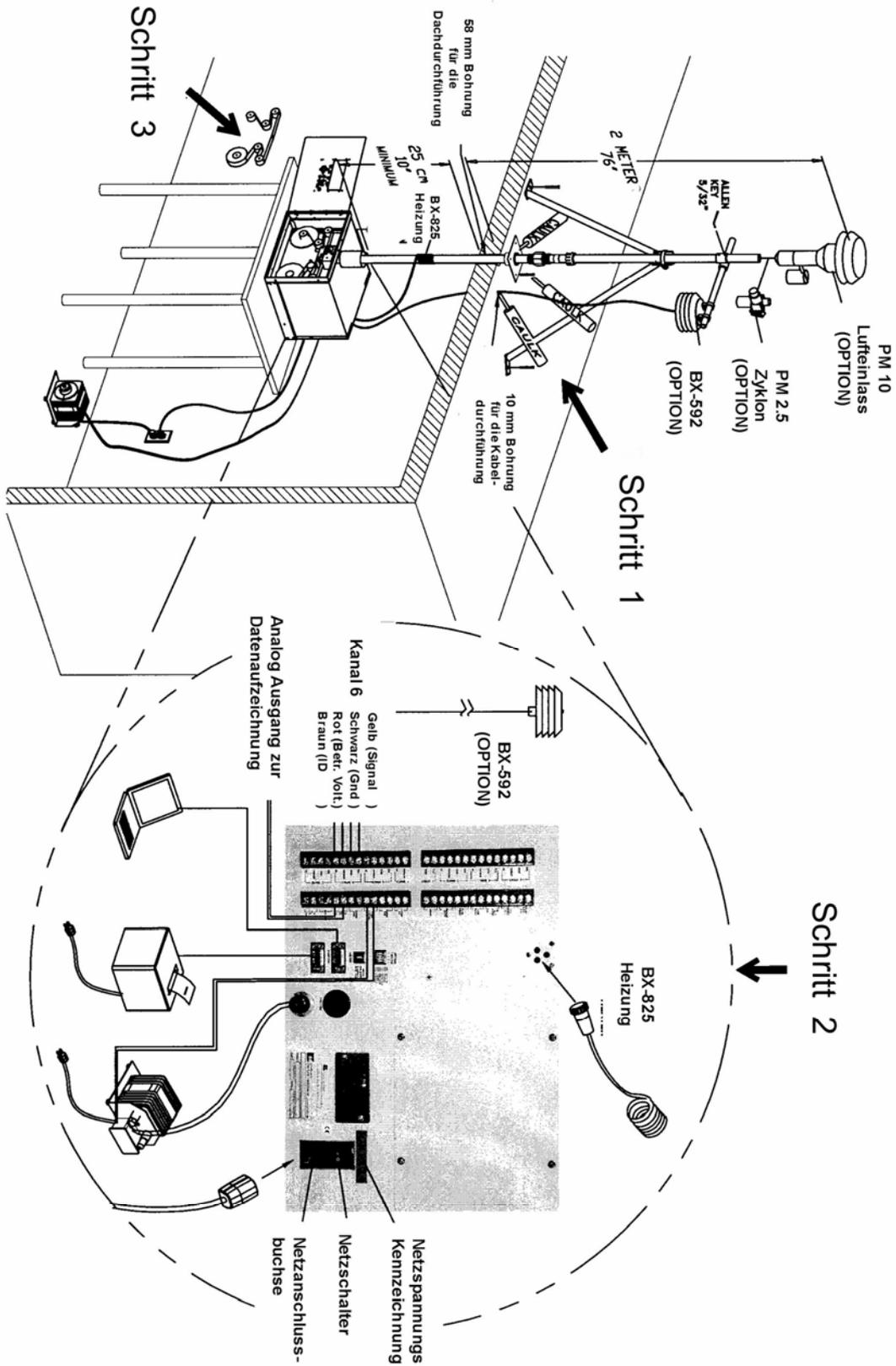
**(19" Rack Ansicht von oben)**

## Modifikation des 19" Rack Gehäuses zur Installation des Probenahmerohrs

### 2.6 Einbauhinweise

Der Einbau des BAM-1020 Messgerätes sollte von Personen ausgeführt werden, die sich mit Messgeräten zur Messung von Umweltparametern auskennen. Es existieren zwar keine speziellen Vorsichts- oder Umgangsmassnahmen, aber die normalen Umgangsregeln mit wissenschaftlichen Geräten sollten beachtet werden.

Abbildung 3: BAM-1020 Einbauhinweise



Die folgende Anleitung ist eine Schritt für Schritt Anleitung die sich auf Abbildung 3 bezieht.

### 1. Schritt 1 -- PROBENAHMEROHR

- a. Bestimmen Sie Stelle an der das Probenahmerohr durch die Decke des Messcontainers oder des Gehäuses nach außen soll.
- b. Bohren Sie ein 2 ¼" (58mm) Durchmesser Loch an dieser Stelle durch das Dach.
- c. Bohren Sie ein 3/8" (10 mm) Durchmesser Loch 6" (150 mm) von dem 2 ¼" Loch. Dieses Loch ist für den Sensor zur Messung der Umgebungstemperatur. (Option: für das BX-592 Kabel)
- d. Bringen Sie Silikondichtmasse um das 2 ¼" Loch auf und Plazieren Sie den Dachdurchführungsflansch über dem Loch.
- e. Schrauben Sie den Flansch mit den 4 selbst schneidenden Schrauben auf dem Dach fest und bringen Sie weitere Silikondichtmasse um den Flansch herum auf, um ein Eindringen von Wasser zu verhindern.
- f. Schrauben Sie die graue Dachdurchführung in den Flansch.
- g. Stecken Sie das Anschlusskabel des Temperatursensors durch das 3/8" (10 mm) Durchmesser Loch. Dichten Sie um das Kabel herum um das Eindringen von Wasser zu Verhindern. (Option: BX-592)
- h. Entfernen Sie die weiße Kappe und die Gummidichtung von der Dachdurchführung.
- i. Führen Sie das Probenahmerohr durch die Dachdurchführung in den Rohranschluss an der Oberseite des BAM-1020 Monitors.
- j. Drücken Sie das Probenahmerohr fest in den Anschlussflansch des BAM-1020 bis Sie einen Stopp spüren. Es ist sehr wichtig dass das Probenahmerohr in rechten Winkel in das BAM-1020 eingebracht wird. Das ordnungsgemäße öffnen und schließen der Bestäubungskammer wird beeinträchtigt, wenn es durch einen falsche Einbau des Probenahmerohres zu eine Verklemmung des Mechanismus kommt. Ein einfacher Test ist darauf zu achten das das Probenahmerohr nach dem Einbau sich noch drehen lässt.
- k. Stecken Sie die Gummidichtung und die weiße Kappe über das Probenahmerohr. Die Gummidichtung lässt sich leichter installieren, wenn Sie das Probenahmerohr etwas mit Wasser anfeuchten.
- l. Schrauben Sie die weiße Kappe auf die graue Dachdurchführung.
- m. Stecken Sie den Haltearm für den Temperatursensor auf das Probenahmerohr und befestigen Sie ihn in einer Höhe von 6" (150 mm) unterhalb der Oberkante des Probenahmerohres mit Hilfe der Inbusklemmschrauben (Option: BX-592).
- n. Befestigen Sie den BX-592 Temperatursensor auf dem Haltearm indem Sie die Klemmen schließen und einschnappen lassen. (Option: BX-592)
- o. Plazieren Sie die Probenahmerohrstützen in einem Winkel von 90 Grad und befestigen Sie mit einer Rohrschelle.
- p. Befestigen Sie das andere ende der Stützen mit selbst schneidenden Schrauben auf dem Dach. Dichten Sie die Schrauben um ein eindringen von Wasser zu vermeiden.
- q. Stecken Sie den PM2.5 Zyklon Lufteinlass auf das Probenahmerohr (Option: BX-807).
- r. Stecken Sie den PM10 Lufteinlass auf das PM2.5 Zyklon.

### 2. Schritt 2 -- ELEKTRISCHE ANSCHLÜSSE

- a. Einbau der Probenahme Heizung: Zwei Typen existieren siehe Beschreibung für Installation.
  - i. Aluminium Block Heizung – Stechen Sie das Probenahmerohr durch den Heizblock. Achten Sie darauf, dass die Anschlusskabel nach unten zeigen. Die Unterseite des Heizblocks sollte 2" (50 mm) oberhalb des BAM-1020 Monitors positioniert werden. Befestigen Sie die Heizung mit den Klemmschrauben. (Option: BX-827, BX-830)

- ii. Im Lieferumfang der BX-827/830 Option ist eine 12" (300mm) langes Isolationsrohr. Das Rohr ist in der Mitte der Länge nach geteilt um eine einfache Montage zu gewährleisten. Bringen Sie die Isolation um die Heizung und das Probenahmerohr herum an und befestigen Sie die beiden Halbschalen mit dem mitgelieferten Klebestreifen. Das Isolationsrohr kann mit einer Schere auf maß gekürzt werden falls nicht genügend Platz vorhanden sein sollte.
- iii. Heizband – Wickeln Sie das Heizband um das Probenahmerohr beginnend ungefähr 2" (50 mm) oberhalb des BAM-1020. Sichern Sie das Heizband mit dem mitgelieferten Aluminium Klebeband. (Option: BX-825, BX-826)
- b. Es gibt 3 Optionen für den Netzanschluss der Probenahmeheizungen.
  - i. Standard Stecker – direkt in 120VAC / 220VAC.
  - ii. Grüner Metal Stecker passt in den Anschluss auf der Geräterückseite.
  - iii. Smart heater box (8891) Schließen Sie die Box an 120VAC/220VAC und verbinden Sie die Heizung mit der Box.
- c. Klemmen Sie die Steuerleitung der Pumpe in die auf der Geräterückseite angebrachte Klemmleiste mit der Beschriftung „pump“ Verbinden Sie das andere Ende der Steuerleitung mit den an der Pumpe vorgesehen Klemmverbindungen. Auf eine Polarität muss nicht geachtet werden.
- d. Verbinden Sie den Vakuumschlauch der Pump mit dem Vakuumanschluss auf der Rückseite des BAM-1020.
- e. Stecken Sie den Netzstecker der Pumpe in eine Steckdose.
- f. Verbinden Sie die Erdverbindung des BAM-1020. (Siehe Abschnitt 4.3)
- g. Verbinden Sie den Temperatursensor auf Kanal 6 ( CH6 ) des BAM-1020 Monitors. (Option: BX-592)
- h. Verbinden Sie den Analogausgang des BAM-1020 mit einem externen Datenspeicher (Option: Kundenspezifischer Data Logger)

### 3. Schritt 3 -- BEDIENUNG

- a. Einlegen des Filterbandes Abschnitt 4.7.
- b. Schließen Sie die Fronttür. Drücken Sie die TAPE Taste auf der Tastatur der Frontplatte.
- c. Drücken Sie die SELF TEST Taste auf der Tastatur.
- d. Wenn alle Testpunkte mit OK beendet sind drücken Sie "exit".
- e. Die Anzeige sollte nun OPERATE ON anzeigen.
- f. Das Messgerät ist nun betriebsbereit und wartet auf den Beginn der nächsten Stunde um die Messung zu starten.
- g. Abschnitt 4 und 5 gibt detaillierte Hinweise auf den Betrieb und die Einstellung des Gerätes.

### 3 Funktionsprinzip

Dieser Abschnitt ist in drei Teile gegliedert. Der erste beschreibt das zugrunde liegende Messprinzip der Bam-1020 Monitore. Der zweite beinhaltet anwendungsbezogene Aspekte bei der Umsetzung des Funktionsprinzips in ein praktisches Messgerät und der dritte Teil beschreibt wie die Gerätesoftware das Messprinzip bei der Messung umsetzt.

#### 3.1 Messprinzip

Elektronen, die von dem radioaktiven Zerfall der  $^{14}\text{C}$  (Kohlenstoff-14) Strahlenquelle ausgesendet werden können mit der umgebenden Materie wechselwirken. Sie verlieren einen Teil ihrer Energie und in einigen Fällen werden sie auch vollständig absorbiert. Die Elektronen die durch den Zerfall eines radioaktiven Materials erzeugt werden bezeichnet man auch als Betastrahlen oder Betateilchen und die Wechselwirkung ist als Betaabsorption bekannt. Wenn man Materie zwischen einer Betastrahlenquelle und einem geeigneten Detektor platziert, wird ein Teil der Betateilchen absorbiert. Dies resultiert in einer Reduktion der Anzahl der Betateilchen, die den Detektor erreichen. Die Größe der Reduktion ist eine Funktion hängt von der absorbierenden Masse zwischen dem Detektor und der  $^{14}\text{C}$  Strahlenquelle ab.

Die Anzahl der Betateilchen, die durch die absorbierende Materie, zum Beispiel Staub auf einem Filterband, durchdringen nimmt in guter Näherung exponentiell mit der Masse ab. Gleichung 1 gibt den Zusammenhang an.

#### Gleichung 1

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

In Gleichung 1 ist  $I$  die gemessene abgeschwächte Betateilchenanzahl (Anzahl pro Zeiteinheit) (des staubbeladenen Filterbandes),  $I_0$  ist die gemessene Betateilchenanzahl ohne zusätzliche Massenabschwächung (unbeladenen Filterbandes),  $\mu$  ist der spezifische Massenabschwächungskoeffizient des absorbierenden Materials in ( $\text{cm}^2/\text{g}$ ) und  $x$  ist die Massendichte der absorbierenden Masse ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ).

Gleichung 1 ist ähnlich dem aus der optischen Spektrometrie bekannten Gesetz von Beer und Lambert. Ebenso wie das Beer Lambert'sche Gesetz beschreibt was bei der Absorption von Licht tatsächlich passiert beschreibt Gleichung 1 vereinfacht den Prozess der Betaabsorption. Mit dieser mathematischen Gleichung lässt sich so der Prozess der Betaabsorption beschreiben. Trotz dieser Vereinfachung zeigen Experimente mit entsprechend gut konstruierten Messgeräten, wie z.B. dem Bam-1020, dass die Verwendung der vereinfachten Mathematik zu keinem wesentlichen Fehler bei der Messung führt.

Gleichung 1 kann nach  $x$ , der Massendichte der absorbierenden Masse umgestellt werden. Dies ist in Gleichung 2 gezeigt.

#### Gleichung 2

$$-\frac{1}{\mu} \ln \left[ \frac{I}{I_0} \right] = \frac{1}{\mu} \ln \left[ \frac{I_0}{I} \right] = x$$

In der Praxis wird der Absorptionskoeffizient experimentell bestimmt zum Beispiel durch einen Kalibrierprozess und wenn  $I$  und  $I_0$  gemessen werden, ist  $x$  die zu messende Massendichte einfach zu berechnen.

Normalerweise wird die Umgebungsluft mit einem konstanten Volumenstrom ( $Q$ ) über einen Zeitraum  $\Delta t$  gesammelt. Das gesamte Luftvolumen wird durch ein Filterband geleitet auf dem die sich in der Luft befindenden Staubteilchen abgeschieden werden. Die Größe der Filterbandfläche durch die die Luft geleitet wird ist  $A$ . Aus der nach Gleichung 2 berechneten Massendichte ist es nun mit Hilfe von Gleichung 3 möglich die gesuchte Massenkonzentration der Staubpartikel ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in der Umgebungsluft zu bestimmen.

### Gleichung 3

$$c \left( \frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \right) = \frac{10^6 A(\text{cm}^2)}{Q \left( \frac{\text{liter}}{\text{min}} \right) \Delta t(\text{min})} * x$$

In Gleichung 3 ist  $c$  die Partikel Konzentration der Umgebungsluft ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ),  $A$  die Größe des Bestäubungsflecks auf dem Filterband ( $\text{cm}^2$ ),  $Q$  der Volumenstrom mit dem die Umgebungsluft gesammelt wird (Liter/Minute), und  $\Delta t$  ist die Sammelzeit (Minuten). Setzt man Gleichung 2 in 3 ein erhält man letztendlich den gesuchten Zusammenhang für die Staubkonzentration in der Umgebungsluft in den entsprechenden Maßeinheiten. Dies ist in Gleichung 4 gezeigt,

### Gleichung 4

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

Der Schlüssel zum Erfolg von Betamonitoren ist zum Grossteil in der Tatsache begründet das  $\mu$ , der Absorptionskoeffizient weitgehend unabhängig von dem gemessenen Material ist. Dies macht das BAM-1020 Messgerät auch weitgehend unempfindlich gegenüber Änderungen in der chemischen Zusammensetzung des gesammelten Materials.

Um eine Fehlerabschätzung der Messung zu erhalten kann man die konventionelle Fehlerfortpflanzungsregel auf Gleichung 4 anwenden. Dabei wird eine Gleichung für den relativen Fehler der Messung ( $\sigma_c/c$ ) als Funktion der Unsicherheit der einzelnen Parameter der Gleichung 4 erzeugt. Dies führt zu Gleichung 5.

### Gleichung 5

$$\frac{\sigma_c}{c} = \sqrt{\frac{\sigma_A^2}{A^2} + \frac{\sigma_Q^2}{Q^2} + \frac{\sigma_t^2}{t^2} + \frac{\sigma_\mu^2}{\mu^2} + \frac{\sigma_I^2}{I^2 \ln \left[ \frac{I}{I_0} \right]^2} - \frac{\sigma_{I_0}^2}{I_0^2 \ln \left[ \frac{I}{I_0} \right]^2}}$$

Betrachtet man Gleichung 5 kann man verschiedene Dinge ablesen. Die relative Unsicherheit der Messung ( $\sigma_c/c$ ) wird verkleinert (verbessert) durch eine Vergrößerung von der bestaubten Fläche auf dem Filterband ( $A$ ), dem Volumenstrom ( $Q$ ), der Sammelzeit ( $t$ ), des Absorptionskoeffizienten ( $\mu$ ),  $I$  und  $I_0$ .

In der Praxis werden Unsicherheiten verbunden mit der Filterfläche ( $\sigma_A/A$ ) minimiert, wenn man sicherstellt das sich das Filterband in exakt derselben Position befindet sowohl bei der Messung von  $I_0$  als auch bei der Messung von  $I$ . Der Transportmechanismus des Bam-1020 Monitors ist so konstruiert, das es hier zu einem vernachlässigbaren Fehler kommt.

Der relative Fehler durch die Unsicherheit im Volumenstrom ( $\sigma_Q/Q$ ) kann durch geeignete Regelung des Volumenstroms im Messgerät minimiert werden. Für das Standard BAM-1020 Messgerät ist dieser Fehler in der Größenordnung von  $\pm 3\%$ . Für das BAM-1020 Messgerät ausgerüstet mit der Option Massendurchflussregelung reduziert sich dieser Fehler auf ca  $\pm 1\%$ .

Der relative Fehler durch die Unsicherheit im Absorptionskoeffizienten ( $\sigma_\mu/\mu$ ), kann hervorgerufen werden durch eine verbleibende geringe Abhängigkeit der Absorption von der chemischen Zusammensetzung der gesammelten Staubpartikel. Typischerweise liegt der relative Fehler hier in der Größenordnung von  $\pm 2-3\%$ , wenn man den Absorptionskoeffizient mit den bei der Kalibrierung verwendeten Werten von  $\mu$  vergleicht.

Der relative Fehler verbunden mit der Messung von  $I$  und  $I_0$  hat mit dem physikalischen Prozess des Betazerfalls vom  $^{14}\text{C}$  zu tun. Dieser Zerfall gehorcht den Gesetzen der Poisson Statistik. Poisson Statistik zeigt, das die Unsicherheit der Messung von  $I$  ( $\sigma_I/I$ ) und  $I_0$  ( $\sigma_{I_0}/I_0$ ) verringert werden wenn man die Messzeit für die Zählraten erhöht. Mathematische Analysen zeigen, das eine Verdopplung der Messzeit und damit der Zählraten  $I$  und  $I_0$  die Unsicherheit der Messung um einen Faktor 1.41 (Quadratwurzel von 2) verringert wird.

### 3.2 Anwendungsbezogene Aspekte

Der BAM-1020 Monitor verwendet einen Sammelzyklus der die Gesamtzeit die für eine Messung benötigt wird optimiert. Jeder Messzyklus beinhaltet eine automatische Überprüfung der Kalibrierung die während der Sammelzeit auf einer anderen Filterbandstelle mit Hilfe einer eingebauten automatischen Kalibrierfolie durchgeführt wird. Zusätzlich zu dieser Referenzwertmessung wird in jedem Messzyklus auch eine Nullmessung durchgeführt. Diese Messung wird am derselben Stelle am Filterband durchgeführt an dem auch die Referenzmessung gemacht wurde.

1. Der Anfangswert der Zählrate ( $I_0$ ) des sauberen Filterbandes wird am Anfang des Messzyklus während einer Zeitdauer von 4 Minuten bestimmt.
2. Das Filterband wird über eine Strecke von 4 Bestäubungsflecken vorwärts transportiert, die Staubsammlung beginnt auf dem Bestäubungsfleck für den der Anfangswert  $I_0$  gerade gemessen wurde. Luft wird durch den Filterfleck für eine Zeit von 50 Minuten gepumpt.
3. Während dieser 50 Minuten wird zunächst eine weitere Zählrate ( $I_1$ ) ebenfalls 4 Minuten gemessen (auf einer neuen Filterbandstelle 4 Bestäubungsflecken zurück). Der Zweck dieser Messung ist eine Qualitätskontrolle der Staubmessung zu ermöglichen und eventuelle Abweichungen in der Messung durch Änderung von externen Parametern wie Temperatur oder relative Feuchte zu erkennen. Eine dritte Zählrate ( $I_2$ ) wird mit einer automatisch eingefahrenen Referenzfolie an derselben Filterbandstelle von ( $I_1$ ) während der nächsten 4 Minuten gemessen. Vier Minuten vor dem Ende der Sammelzeit wird eine weitere 4 Minuten Messung gestartet und eine Zählrate ( $I_1'$ ) gemessen. Die Sammelzeit (50 Minuten) sollte stets größer als 13 Minuten gewählt werden um einen Abbruch der Autokalibrierung zu vermeiden und die Ermittlung Qualitätskontrollwerte zu ermöglichen.
4. Am Ende der Sammelzeit wird das Filterband 4 Bestäubungsflecke zurück in die Messposition transportiert und die Zählrate für mit dem gesammelten Staub ( $I_3$ ) wird ermittelt. Schließlich wird mit den gemessenen Werten die Konzentrationsberechnung durchgeführt und der Messzyklus ist beendet.
5. Ein neuer Messzyklus wird gestartet.

Die folgende Abbildung 4 zeigt den detaillierten zeitlichen Ablauf eines Messzyklus für das BAM-1020 Messgerät.



### 3.2.1 Zeitsynchroner Messzyklus

Der zeitsynchrone Messzyklus beginnt stets am Anfang einer vollen Stunde (T = hh:00:00). Die Sammelzeit muss immer kleiner als die Länge des Messzyklus sein. Sie muss mindestens um die Zeit für die Ermittlung der Zählraten und der Filterbandbewegungen verringert werden (ungefähr 9 Minuten). Die Software kontrolliert bei der Eingabe ob die Sammelzeit korrekt gewählt ist.

### 3.2.2 Normaler Betriebsmodus

Jeder Zyklus im Normalbetrieb besteht aus drei Hauptabschnitten, der automatischen Kalibrierüberprüfung, dem sammeln von Staub und der Ermittlung der Zählraten sowie Berechnung der Messwerte. Das Speichern der gesammelten Daten erfolgt stets unmittelbar nach der Berechnung.

### 3.2.3 Automatisch Überprüfung der Kalibrierung

Hierzu wird die Betaabsorption an einem unbestaubten Filterfleck mit der Absorption einer eingebauten automatisch einzufahrenden Referenzmembran verglichen. Die Massendichte  $m$  ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ ) der Referenzmembran wird während dieses automatischen Prozesses gemessen. Die Aufzeichnung des  $m$  Wertes erlaubt eine statistische Auswertung der Stabilität des Messsystems und bietet außerdem die Möglichkeit einer Diagnose und/oder Kompensation von die externen Einflüssen, wie z.B. von Temperaturschwankungen. Während der Grundeinstellung und der Kalibrierung des Gerätes in der Fabrik wird der Mittelwert der  $m$  Werte über mindestens 24 h ermittelt und als "ABS" Wert im Gerät gespeichert. Dieser Wert wird mit den aktuell gemessenen Werten während des automatischen Zyklus verglichen. Die prozentuale Abweichung des gemessenen  $m$  Wertes von ABS sollte innerhalb einer definierten Spanne liegen ( $\pm 4\%$ ). Den ABS Wert für dieses BAM- 1020 Gerät finden Sie in Anhang B.

### 3.2.4 Sammelperiode

Während der "Sammelperiode" wird die staubbeladene Luft durch einen optionalen Lufteinlass  $\text{PM}_{10}$  (oder  $\text{PM}_{2.5}$ ) gepumpt um Staubpartikel die einen größeren Durchmesser als 10 (oder 2.5)  $\mu\text{m}$  haben aus dem Luftstrom zu entfernen. Die Luft geht danach durch das Filterband, wo alle Staubpartikel abgeschieden werden. Das Filterband hat eine Abscheidecharakteristik von 99,9% für Partikel  $< 0.3 \mu\text{m}$ , kleinere Partikel werden zwar auch abgeschieden können aber auch den Filter durchdringen. Für eine hinreichend genaue Massenbestimmung spielen diese jedoch keine Rolle. Zum Beginn des Sammelzyklus wird das Filterband zunächst etwa 4 Filterflecken "windows" (ungefähr 50mm) von der Zählposition zur Bestaubungsstelle transportiert. Als nächstes wird die Bestaubungskammer auf das Filterband abgesenkt und die Vakuumpumpe wird abgeschaltet. Am Ende der Sammelperiode wird die Pumpe abgeschaltet, die Bestaubungskammer angehoben und das Filterband in die Zählposition zur Messung zurückgefahren (4 windows).

### 3.2.5 Ermittlung der Zählraten und Berechnung der Konzentration

Der letzte Abschnitt des Normalbetriebszyklus ist die Ermittlung der Zählrate der Betaartikel durch den bestaubten Filterfleck und dann die Berechnung und Speicherung der Staubkonzentration. Das Filterband wird danach einen Filterfleck vorwärts transportiert (ungefähr 12.5mm) um den nächsten Zyklus zu beginnen. Am Beginn des Messzyklus um Mitternacht (oder kurz danach) wird das Filterband um einen weiteren Filterfleck nach vorne transportiert. Dies erlaubt eine einfache Separation der Messtage.

### 3.2.6 Datenspeicherung

Die Messdaten die in jedem Messzyklus berechnet werden, werden in einem eingebauten Datenspeicher für den jeweiligen Messtag gespeichert.

Der normale Messbetrieb startet sofort nachdem der Betriebsmode vom Benutzer des Bam-1020 mit ON quittiert wurde. Die Messung läuft so lange bis der Betriebsmode wieder durchsetzen auf OFF ausgeschaltet wird.

### 3.3 Software Beschreibung – Setup Mode

Der BAM-1020 Monitor hat verschiedene Setup Parameter gespeichert, die für die Berechnungen benötigt werden. Diese beinhalten Datum, Uhrzeit, ABS, BKGD, K,  $\mu_{sw}$ ,  $C_v$ ,  $Q_0$ , und die Sammelzeit  $t_s$ . Diese Daten sind in einem nichtflüchtigen Speicher abgelegt und brauchen aus beim Ein und Ausschalten des Messgeräten nicht mehr neu eingegeben werden.

ABS, BKGD, K,  $\mu_{sw}$ ,  $C_v$  und  $Q_0$  sind Konstanten die während der Grundeinstellung und Kalibrierung in der Fabrik ermittelt werden. Diese Werte sollten nicht verändert werden ohne sich über die möglichen Auswirkungen auf das Messergebnis Gedanken zu machen. Sollten Sie aus versehen Werte verändert haben finden Sie die zu Ihrem Gerät gehörenden Werte in Anhang B dieser Bedienungsanleitung.

Anmerkung: Bitte Achten Sie darauf, das die Seriennummern im Handbuch und auf Ihrem BAM-1020 Gerät übereinstimmen.

Der Messzyklus ist stets zeitsynchron, wobei die Sammelzeit von 1 to 200 Minuten variieren kann. Die nächste Messung beginnt dann jeweils zur nächsten vollen Stunde

### 3.4 Berechnungen

Das BAM-1020 Messgerät benutzt die weiter unten angegeben Konstanten und Eingabewerte um die Staubkonzentration und Ausgabewerte zu berechnen. Die Ausgabewerte werden zur Berechnung von Tagesstatistikwerten verwendet. Die vom Hersteller gesetzten Werte sind in Tabelle 1 gezeigt.

**Tabelle 1: Hersteller Grundeinstellungen**

Parameter	Hersteller Grundeinstellung
$\mu_{sw}$ – Absorptionskoeffizient	0.285 cm <sup>2</sup> /mg
K – Regressions- Faktor	0.9 to 1.1
ABS – Mittlere Massendichte der Referenz Massenfolie	0.800 to 0.900 mg/cm <sup>2</sup>
BKGD – Nullwert Konzentration	-0.005 to -0.018 mg/m <sup>3</sup>
S – Fläche des Bestäubungsflecks (cm <sup>2</sup> )	1.0386891 cm <sup>2</sup>
$C_v$ – Druck – Durchfluss Proportionalität	1.000 mg/ m <sup>3</sup>
$Q_0$ – Durchfluss offset	0.000 lpm

Das BAM-1020 Messgerät misst Intensitäts- Werte für die Betaabsorption zu verschiedenen Zeiten während des Messzyklus. Diese sind in Tabelle 2 dargestellt.

**Tabelle 2: Gemessene Betaabsorptions- Intensitäten**

<b>Parameter</b>	<b>Beschreibung</b>
$I_0$	Sauberes Filterband – Position X
$I_1$	Sauberes Filterband – Position X+4
$I_2$	Referenz Membran + sauberes Filterband – Position X+4
$I_1'$	Sauberes Filterband X+4
$I_3$	Staubbeladenes Filterband Position X

Die Ausgabewerte die das BAM-1020 Gerät jede Stunde berechnet sind in Tabelle 3 aufgelistet.

**Tabelle 3: BAM-1020 Ausgabewerte**

<b>Symbol</b>	<b>Bedeutung</b>
M	Wert der gemessen Referenz Massenfolie – $\text{mg}/\text{cm}^2$
C	Konzentration – $\text{mg}/\text{m}^3$
Q	Luftdurchflussrate – EPA Standard – Liter/Minute
$Q_t$	Gesamt Luftdurchfluss – Gemittelte Luftdurchflussrate multipliziert mit der Sammelzeit

## 4 VORBEREITUNG DER MESSUNG

### 4.1 Allgemein

Das BAM-1020 Gerät ist für einen minimalen Betriebszyklus von einer Stunde ausgelegt und misst den Stundenmittelwert der Umgebungsstaubkonzentration. Aufeinander folgende Stundenmittelwerte können zusammengefasst werden um längere Mittelungsperioden zu erhalten. Zum Beispiel werden 24 Stundenmittelwerte zu einem Tagesmittelwert zusammengefasst, diese Tagesmittelwerte werden für die Messung von PM<sub>10</sub> nach gegenwärtigen Anforderungen der US-EPA benötigt.

Abbildung 5 zeigt die Frontansicht des BAM-1020 Messgerätes.

**Abbildung 5: Frontansicht**

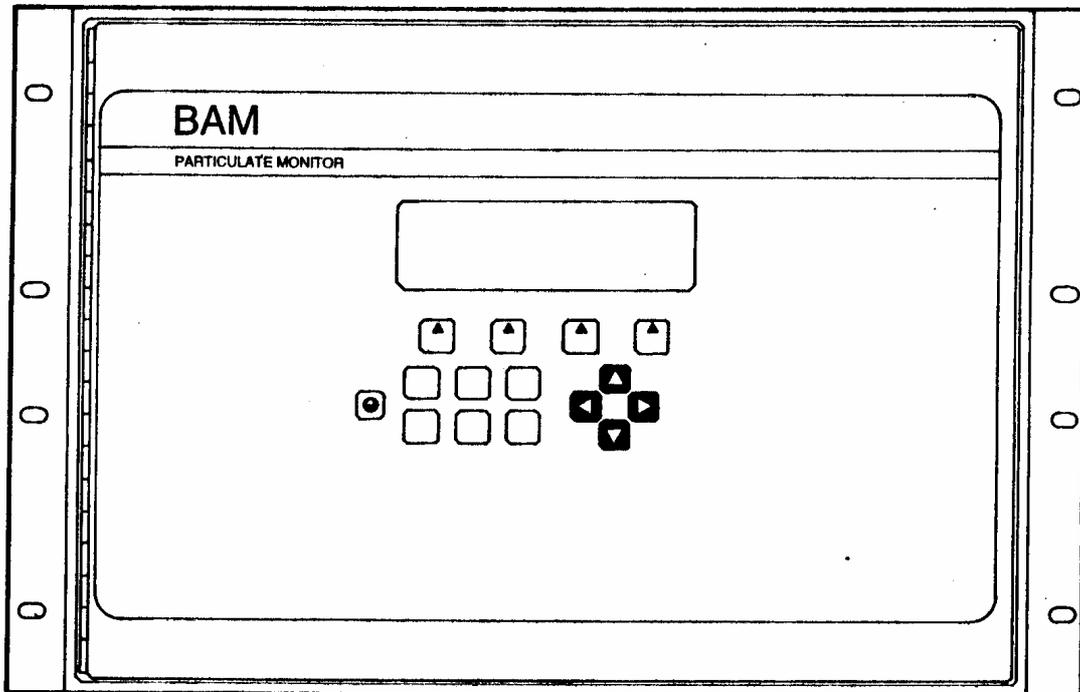
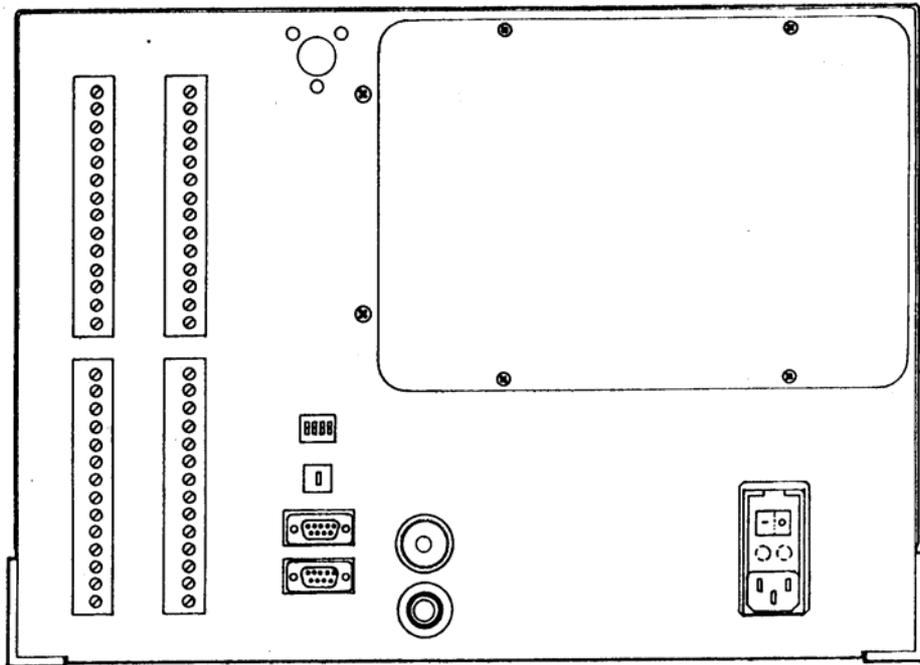


Abbildung 6 zeigt Rückansicht des BAM-1020.

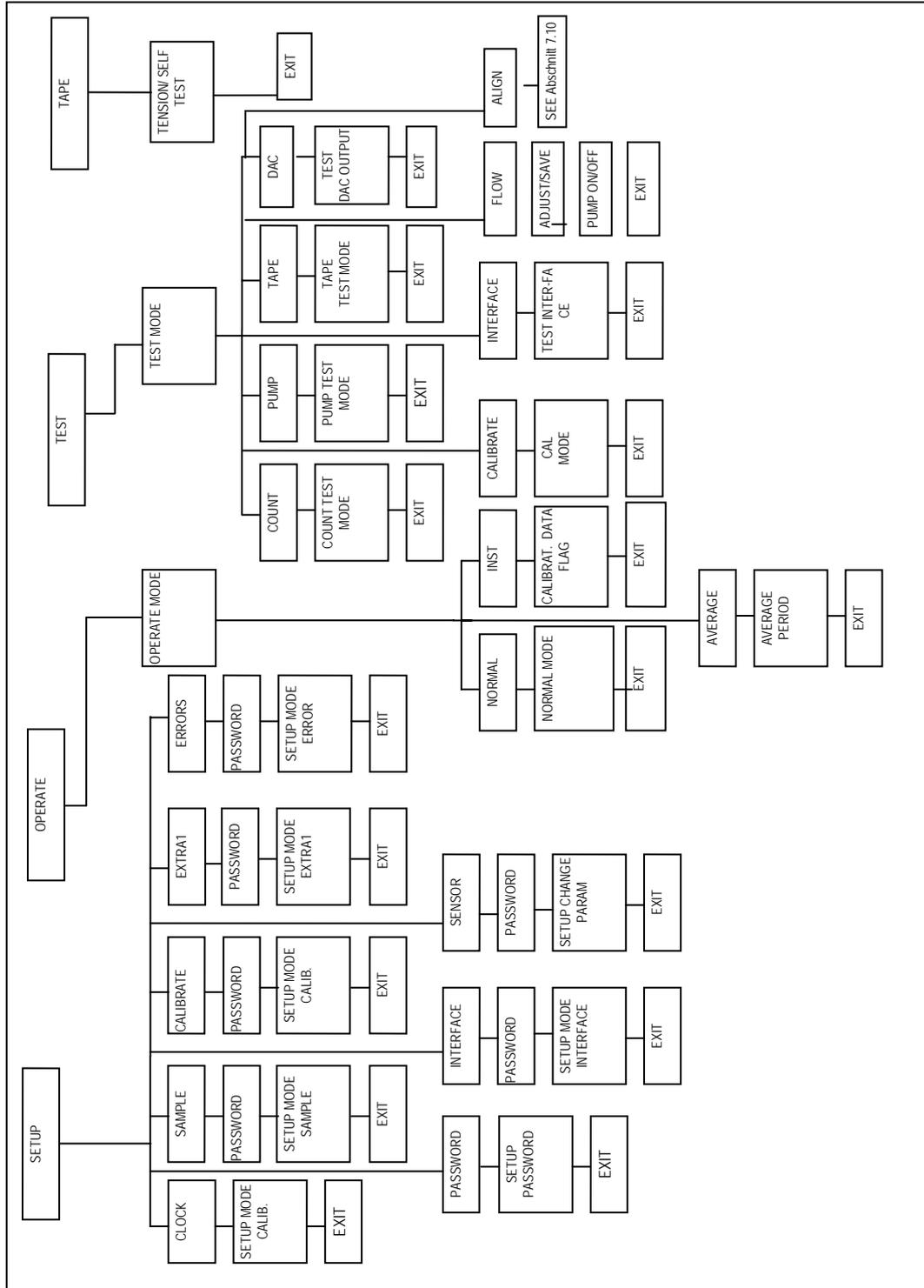
**Abbildung 6: Rückansicht**



## 4.2 Software Menüstruktur

Abbildung 7 zeigt die Menü Hierarchie der Software für das BAM-1020 Gerät.

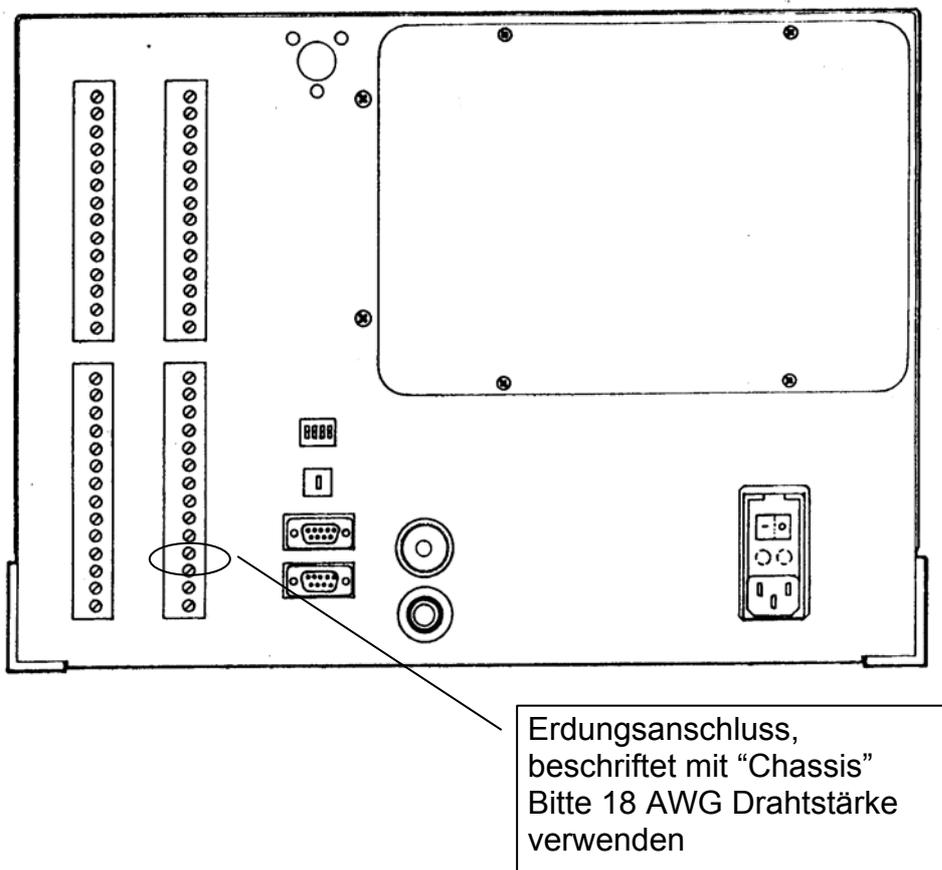
Abbildung 7: Menüstruktur der Gerätesoftware



### 4.3 Erdung des Instruments

Eine gute Erdung des Gerätes hilft Signal rauschen zu verhindern und ist für eine sichere und einwandfreie Installation notwendig. Zwei Erdungsanschlüsse sind an der Rückseite des BAM-1020 Gerätes dafür vorgesehen. Beide Anschlüsse sind mit dem Gehäuse und der Elektronik Erdung verbunden. Eine Kabelstärke von 18 gauge (18 AWG) sollte mindestens verwendet werden um einen der beiden Anschlüsse beschriftet mit "Chassis" mit dem nächsten Erdungspunkt zu verbinden. Die Erdung sollte so nahe wie möglich am Gerät erfolgen und allen elektrischen Sicherheitsanforderungen genügen. Eine geeignete Klemmverbindung an Erdungsstangen oder Metallrohren von Wasserleitungen sind mögliche Beispiele. Bitte Beachten Sie die gültigen Regeln für die elektrischen Anschlüsse und verwenden Sie einen zugelassenen Elektriker für die Verkabelung und Erdanschlüsse.

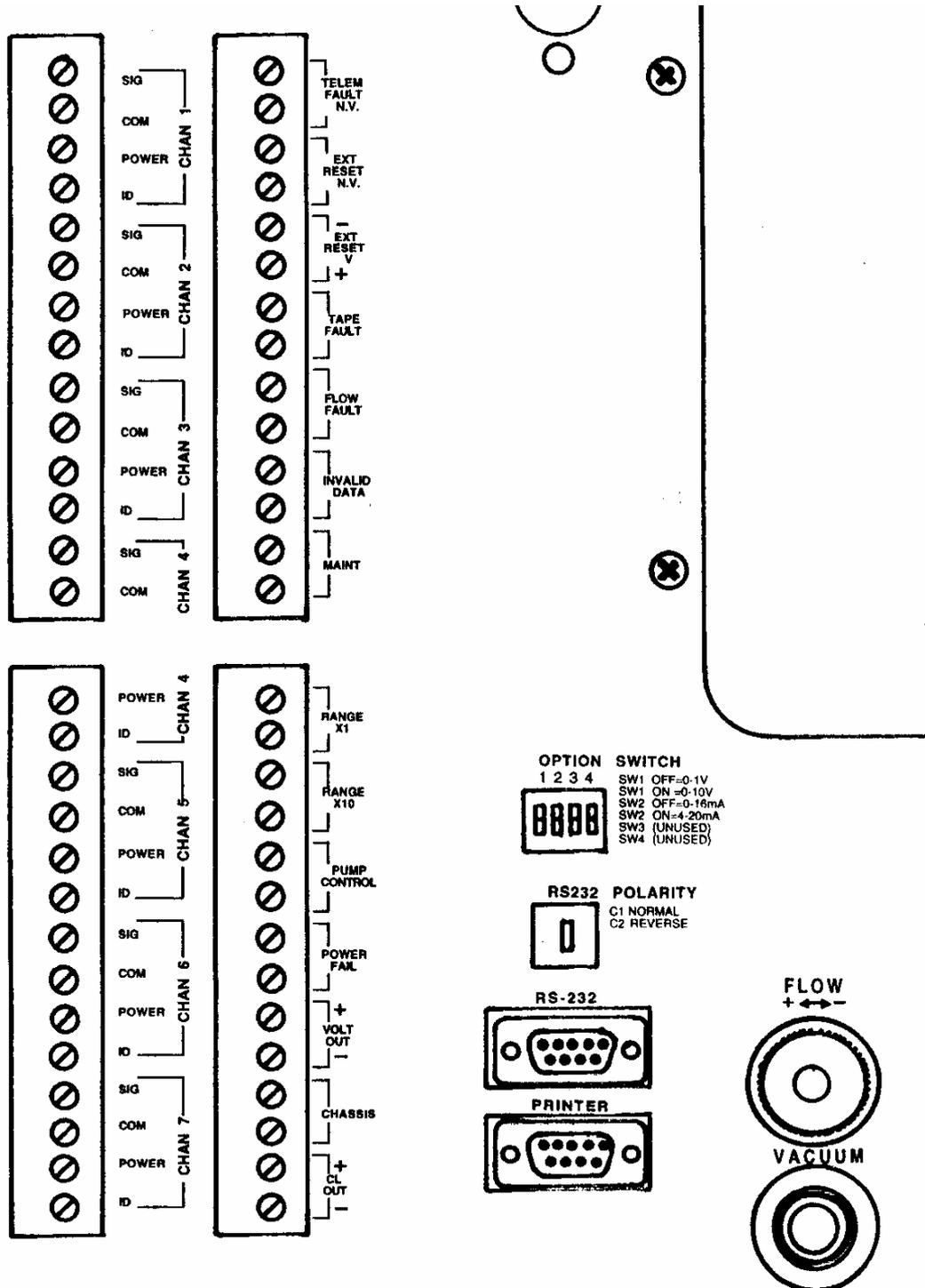
**ABBILDUNG 8: BAM-1020 ERDUNGSANSCHLÜSSE**



### 4.4 Anschlüsse zum BAM-1020

Siehe auch Abbildung 9 für die Anschlüsse und Abschnitt 8 für Details der Steuersignale.

Abbildung 9: BAM-1020 Externe Anschlüsse

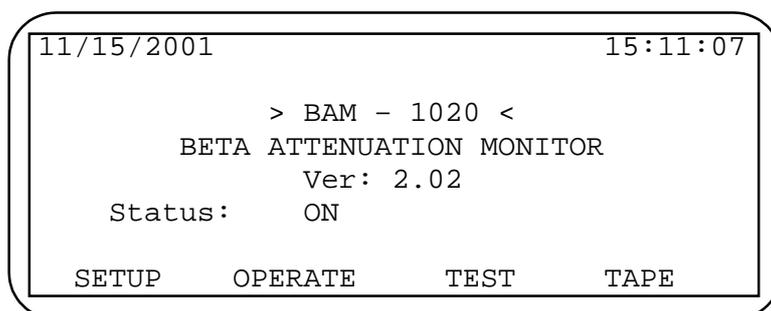


## 4.5 Netz einschalten und Aufwärmphase

Der BAM-1020 Netzschalter ist auf der Rückseite des Gerätes angebracht wie in Abbildung 6 gezeigt. Schalten Sie das BAM-1020 Gerät nicht ein bevor Sie sichergestellt haben dass das Gerät ordnungsgemäß installiert ist und alle elektrischen und pneumatischen Anschlüsse richtig angeschlossen sind. Bitte folgen Sie den Hinweisen in Abschnitt 2 für mehr Details.

Nach dem Einschalten des BAM-1020 erscheint das Benutzer Display gezeigt in Abbildung 10. **Das Messgerät muss mindestens eine Stunde eingeschaltet sein bevor Sie mit der Messung beginnen.**

Abbildung 10: Benutzer Display



## 4.6 Netzspannung

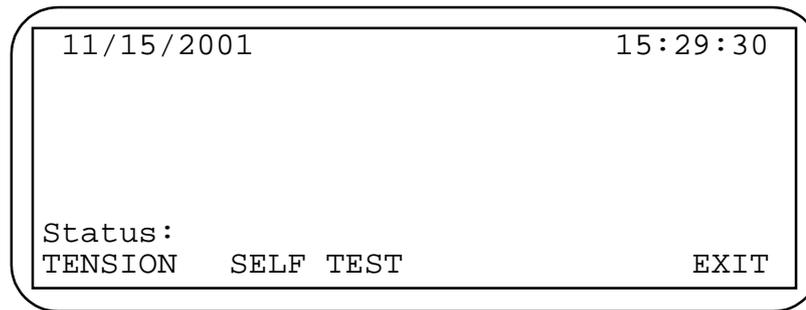
Bevor Sie das BAM-1020 Gerät an das Netz anschließen vergewissern Sie sich bitte das die Netzspannung und Netzfrequenz mit den am Gerät eingestellten Werten übereinstimmen. Sollten sie nicht übereinstimmen kontaktieren Sie bitte unsere Met One Instruments Service Abteilung. Der Netzschalter ist auf der Rückseite des Gerätes angebracht wie in Abbildung 6 gezeigt. Nachdem Sie das Netzanschlusskabel mit der geeigneten Netzsteckdose verbunden haben schalten Sie das Gerät ein. Die Geräteanzeige auf der Frontplatte wird aufleuchten. Die Netzspannungs- und Frequenzeinstellungen für die das BAM-1020 konfiguriert ist finden Sie auf der Geräterückseite. Länderspezifische Netzanschlussstecker werden mit jedem BAM-1020 geliefert.

## 4.7 Das Einlegen des Filterbandes

Das Filterband ist das einzige Verbrauchsmaterial für das BAM-1020. Eine Rolle sollte für etwas mehr als 2 Monate im Normalbetrieb ausreichen. Das Filterband muss eingelegt sein bevor das Gerät betriebsbereit ist. Ein guter Zeitpunkt für das Einlegen des Filterbandes ist die Aufwärmperiode. Um das Filterband korrekt einzulegen ist es notwendig dass das Gerät eingeschaltet ist.

Um das Filterband zu laden gehen Sie zum Menüpunkt „Tape“ indem Sie die Funktionstaste beschriftet mit „Tape“ drücken. Das Filterband Menü ist in Abbildung 11 gezeigt.

### Abbildung 11: Filterband Menü

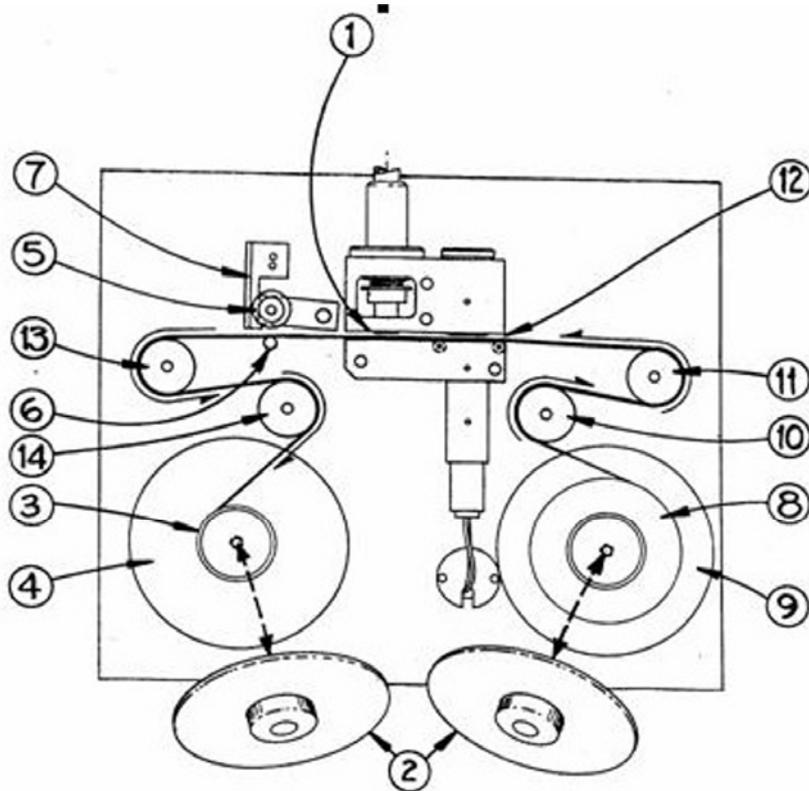


Gehen Sie folgendermaßen vor um das Filterband zu laden.

- A. Vom Hauptmenü, drücken Sie <TAPE> und dann <TENSION> um sicherzustellen die Bestäubungskammer (nozzle) ist geöffnet in der "UP" Position.
- B. Entfernen Sie die beiden durchsichtigen Spulenabdeckungen indem sie die beiden Halteschrauben lösen.
- C. Eine leere Spulenkern muss auf der Aufwickelseite installiert sein um zu vermeiden dass die Kanten des Bandes zerstört werden.
- D. Heben Sie die beiden Gummitransportrollen von der Transportwalze und befestigen sie den Arm mit dem Sicherungshebel in der "UP" Position.  
ANMERKUNG: Lassen Sie spezielle Sorgfalt walten wenn sie ein neues Filterband handhaben. Saubere fusselfreie Handschuhe sollten getragen werden um eine Verunreinigung des Filterbandmaterials zu vermeiden. Vorsichtiges handhaben während des Ladens hilft ein durchreißen des Filterbandes zu vermeiden.
- E. Stecken Sie die frische Filterbandrolle auf die Vorratsrolle (rechts), wobei die Abwickelrichtung im Uhrzeigersinn und das Ende des Bandes nach oben zeigen soll.
- F. Führen Sie das Band im Uhrzeigersinn um die Vorratsspannrolle und dann gegen den Uhrzeigersinn um die rechte Transportrolle.
- G. Fädeln Sie das Filterband durch die Sammel/Mess Zone.
- H. Führen Sie das Filterband gegen den Uhrzeigersinn um die linke Transportrolle.
- I. Legen Sie es im Uhrzeigersinn um die Aufwickelspannrolle.
- J. Legen Sie das Ende des Filterbandes so dass es die Aufwickelrolle entgegen dem Uhrzeigersinn trifft. Befestigen Sie das Ende des Filterbandes mit einem beliebigen Stück Klebeband auf der leeren Spulenrolle.
- K. Wickeln Sie das Filterband vorsichtig mit Aufwickelrolle auf bis sich das Filterband gleichmäßig um Rollen spannt und nicht mehr lose durchhängt.
- L. Installieren Sie die beiden Rollenhalter. Der Anpressdruck der Halter verhindert ein durchrutschen der Spulenkörper.
- M. Lassen Sie die Gummitransportrollen vorsichtig auf das Filterband herab indem Sie den Sicherungshebel lösen und das Ende des Hebelarms unterstützen damit er nicht herunterfällt.
- N. Spannen Sie das Filterband durch drücken der Taste <TAPE> und dann <TENSION>, nachdem das Filterband gespannt ist drücken Sie <EXIT>.

Das Einlegen des Filterbandes für das BAM-1020 ist auch in Abbildung 12 gezeigt.

**Abbildung 12: Einlegen des Filterbandes**



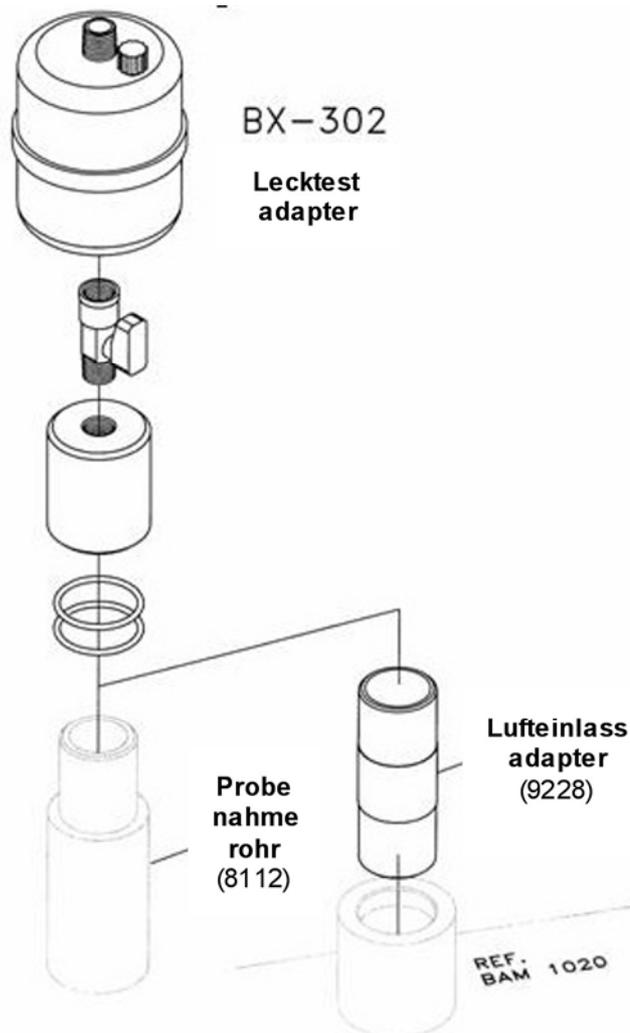
- |                                 |                          |
|---------------------------------|--------------------------|
| 1 Bestäubungskammer offen       | 8 Filterband             |
| 2 Durchsichtige Spulenabdeckung | 9 Vorratsrolle           |
| 3 Leerer Spulenkern             | 10 Vorratsspanrolle      |
| 4 Aufwickelrolle                | 11 Transportrolle links  |
| 5 Gummi Transportrollen         | 12 Sammel/Mess Zone      |
| 6 Transportwalze                | 13 Transportrolle rechts |
| 7 Sicherungshebel               | 14 Aufwickelspanrolle    |

#### **4.8 Dichtheitsprüfung**

Benötigte Werkzeuge: BX-305 oder BX-302  
Silikonfett

Schritt 1. Wenn das BAM-1020 in einem Container installiert ist nehmen Sie den PM10 Lufteinlass (wenn installiert auch den PM2.5 Einlass) ab. Wenn das Gerät nicht eingebaut ist installieren Sie den Lufteinlassadapter (9228) des BX-305/302 Testkits direkt in den Lufteinlass des BAM-1020. Siehe Abbildung 13:  
(Anmerkung: Wenn Sie einen BX-305 Kit haben dann haben Sie keinen Nullfilter)

ABBILDUNG 13: BX-302/305 INSTALLATION



**Schritt 2.** Setzen Sie den Lecktestadapter auf den BAM-1020 Lufteinlass. Drücken Sie den Adapter fest in den Lufteinlass bis beide O-Ringe den Adapter vollständig abdichten. Dieser Schritt kann mit einer kleinen Menge Silikonfett auf dem Adapter verbessert werden. Stellen Sie das Ventil in die geschlossen „off“ Position. Der Hebel ist dann im 90 Grad Winkel zum Probenahmerohr.

**Schritt 3.** Falls das Gerät ausgeschaltet ist, schalten Sie es jetzt an.

**Schritt 4.** Im Hauptmenü drücken Sie TEST. Im TEST Menü wählen Sie TAPE und transportieren Sie das Filterband 1 Filterfleck „window“ vorwärts.

**Schritt 4.** Vom Hauptmenü drücken Sie TEST. Im TEST Menü wählen Sie PUMP und schalten sie die Pumpe an, indem Sie auf die Taste „on“ drücken.

**Schritt 5.** Der angezeigte Luftdurchflussrate sollte kleiner als 1.5 LPM sein. Wenn die Rate größer als 1.5 LPM sehen Sie in der Fehlersuchanleitung nach.  
Anmerkung: Der Grund dass hier immer noch eine Luftdurchflussrate von 1.5 LPM erlaubt ist liegt an der Dichtung der Bestäubungskammer zum Filterband. Unter diesen Testbedingungen ist die Druckdifferenz in der Größenordnung von 21 inHg (710mbar). Die ist fast eine Größenordnung mehr als das BAM-1020 Gerät während der Staubsammelphase sieht. Wenn die

Luftdurchflussrate kleiner als 1.5 LPM ist, dann ist kein Leck im Normal-betrieb zu erwarten.

**Schritt 6.** Entfernen Sie den Lecktestadapter und setzen Sie den PM10/PM2.5 Lufteinlass wieder auf.

## **Fehlersuchanleitung**

**Schritt 1.** Testen Sie den Nullpunkt des Durchflussmessgerätes.

- a. Entfernen Sie den Pumpschlauch aus der Schnellkupplung in der Rückseite des Gerätes.
- b. Vom Hauptmenü drücken Sie TEST. Im TEST Menü wählen Sie PUMP und schalten die Pumpe durch drücken der Taste „on“ an.
- c. Die angezeigte Durchflussrate sollte kleiner als 0.2 LPM sein. Falls die Durchflussrate größer als dieser Wert ist führen Sie eine Überprüfung des Flowsystems durch. Siehe hierzu Seiten 56-57 dieses Handbuchs.
- d. Wiederholen die die Dichtheitsprüfung.

**Schritt 2.** Testen Sie alle Vakuumverbindungen vom Lecktestadapter bis zur Pumpe.

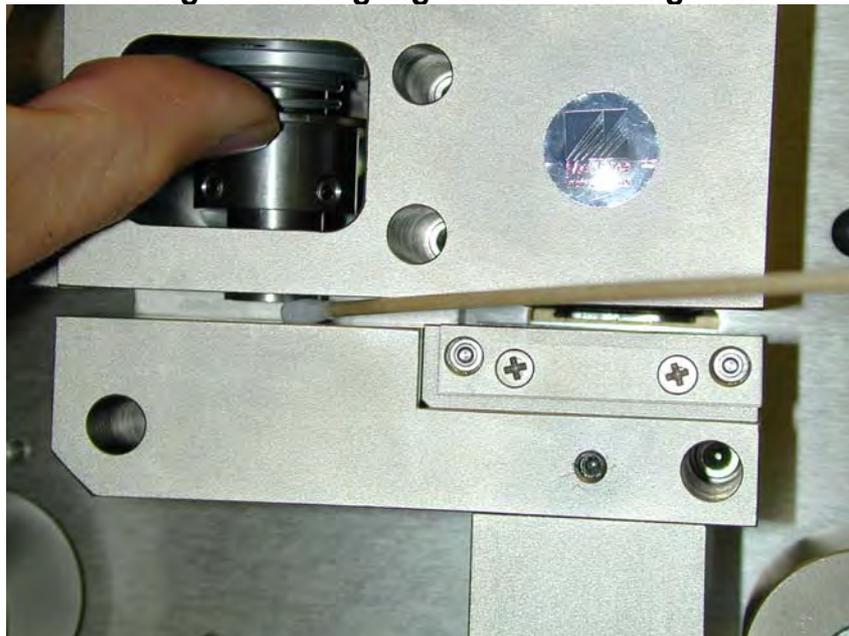
- a. Entfernen Sie den Lecktestadapter und sehen Sie ob Sie ein Leck oder lockere Verbindungen erkennen können. Ersetzen Sie lockere Steckverbinder und defekte O-Ringe.
- b. Entfernen Sie die Probenahmeleitung vom BAM-1020. Sehen Sie ob Sie ein Leck erkennen können oder ob sie lose Verbindungen finden. Ersetzen Sie diese wenn möglich. Testen sie die beiden O-Ringe im BAM-1020 Anschlußstutzen auf Abrieb oder Risse.
- c. Öffnen Sie die Geräte Fronttür des BAM-1020. Heben Sie mit dem Finger die Bestäubungskammer an und lassen Sie diese langsam zurück auf das Filterband sinken. Die Bestäubungskammer sollte frei beweglich in der Auf und Abbewegung sein. Wenn die Bestäubungskammer klemmt kontaktieren Sie unseren Service und verlangen Sie einen BX-803 kit.
- d. Entfernen Sie den Pumpschlauch von der Rückseite des Gerätes und untersuchen Sie ihn auf Risse oder lockere Verbindungen. Wenn der Schlauch einen Riss aufweist schneiden Sie den Schlauch so dass sie das fehlerhafte Stück entfernen können und verbinden Sie den Schlauch wieder mit der Geräterückseite des BAM-1020.
- e. Wiederholen die die Dichtheitsprüfung.

**Schritt 3.** Reinigen der Bestäubungskammer.

- a. Benötigte Werkzeuge – Wattestäbchen und Isopropylalkohol.
- b. Entfernen Sie das Filterband aus dem BAM-1020 siehe Abschnitt 4.7 dieses Handbuchs.
- c. Senken Sie die Bestäubungskammer ab.
  - a. Im BAM-1020 Hauptmenü drücken Sie TEST. Im TEST Menü wählen Sie PUMP und dann „Move nozzle“ bis der Status abgesenkt anzeigt.
- d. Heben Sie die Bestäubungskammer mit dem Finger entgegen der Federspannung am oberen Ring der Kammer. Legen Sie das Wattestäbchen getränkt mit Isopropylalkohol unter die Bestäubungskammer und senken Sie diese auf das Wattestäbchen. Drehen Sie die gesamte Bestäubungskammer. Acht bis Zehn Umdrehungen sollten genügen um die Dichtfläche der

Bestäubungskammer zu reinigen. Die Filterbandstützstruktur (dies ist das Drahtkreuz das unter dem Filterband sitzt, wenn die Bestäubungskammer abgesenkt ist) muss ebenfalls gereinigt werden. Im TEST PUMP Menü heben Sie die Bestäubungskammer an. Das Stützgitter kann inspiziert werden indem Sie die Probenahmerohrleitung entfernen und sie dann durch die Einlassöffnung nach unten blicken, während sie mit einer Taschenlampe die Bestäubungskammer/Stützgitter Gegend beleuchten. Benutzen Sie ein spitzes Werkzeug (Zahnarzt Sonde etc.) um vorsichtig sich angesammeltes Filtermaterial von dem Stützgitter und der Absaugöffnung zu entfernen. Siehe ABBILDUNG 14:

**Abbildung 14: Reinigung der Bestäubungskammer**

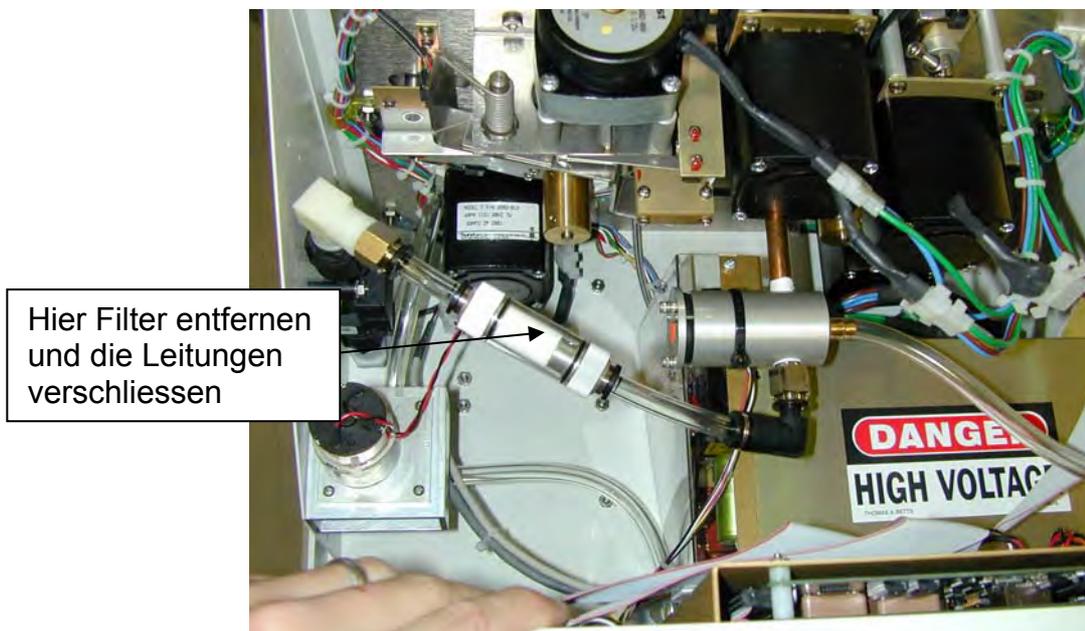


e. Wiederholen die die Dichtheitsprüfung.

#### Schritt 4. Interne Vakuumleitungen

- a. Benötigte Werkzeuge – Schraubenziehersatz, Zangen und einen einstellbaren Gabelschlüssel.
- b. Entfernen Sie das Probenahmerohr vom BAM-1020.
- c. Verschließen Sie die Einlassöffnung und testen die Leckrate. Wenn Sie nun die Dichtheitsprüfung bestehen ist ein Leck im Probenahmerohrsystem.
- d. Entfernen Sie die Gehäuseabdeckung vom BAM-1020 indem Sie die 10 Kreuzschlitzschrauben vorsichtig entfernen.
- e. Lösen Sie die Schlauchverbindung am Grobstaubfilter und verschießen Sie die offenen Schlauchenden. (siehe Abbildung 15). Testen Sie erneut die Leckrate. Wenn das Gerät nun den Test besteht ist ein Leck in der Bestäubungskammer Baugruppe. Testen Sie alle Schlauchverbindungen vom Grobstaubfilter bis zum BAM-1020 Lufteinlass. Ersetzen Sie Verbindungselemente falls nötig. Anmerkung: Abbildung 15 zeigt ein Gerät mit Filtertemperatur und Feuchte (RH) Option (BX-962).

## ABBILDUNG 15 ÜBERPRÜFUNG DER INTERNEN VAKUUMLEITUNGEN



Wenn die undichte Stelle unterhalb des Grobstaubfilters ist, dann hat das Durchflussmessgerät ein Leck oder ist fehlerhaft. Tauschen Sie das Durchflussmessgerät aus. (MOI Teilenummer 970608).

## 4.9 Selbsttest

Die BAM-1020 Geräte haben eine eingebaute Selbsttest Funktion. Drücken Sie die TAPE Taste und dann die SELF TEST taste. Das Selbsttest Menü ist in Abbildung 16 gezeigt.

**Abbildung 16: Selbsttest Menü**

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

Wenn Sie die Taste SELF TEST drücken wird das Gerät automatisch eine Reihe von internen Tests durchführen und der Reihenfolge nach die Testergebnisse anzeigen. Wenn der entsprechende Test erfolgreich absolviert wurde wird der Benutzer das Wort "OK" angezeigt sehen, oder falls das Gerät nicht richtig funktioniert, wird das Wort "FAIL" angezeigt. Der Vorteil des großen Bildschirms ist dass es nicht notwendig ist die einzelnen Tests mit zu beobachten, weil alle Testergebnisse nach Beendigung der Testreihe auf dem Bildschirm zu sehen bleiben. Der Selbsttest dauert ca. 4 Minuten. Die Ergebnisse eines erfolgreich absolvierten Selbsttests sehen Sie in Abbildung 16 dargestellt.

Beschreibung der einzelnen Testfunktionen;

### LATCH

Testet die Position des Sicherungshebels der Andruckrollen, Wenn LATCH "OFF" anzeigt, dann sind die Andruckrollen auf dem Filterband abgesenkt und die Transportwalze kann das Filterband ordnungsgemäß transportieren. Wenn LATCH ON anzeigt sind die Andruckrollen nicht in Arbeitsposition und das Filterband kann nicht richtig transportiert werden. Wenn LATCH den Wert "ON" im Normalbetrieb anzeigt werden Sie die in Abbildung 12 gezeigte Position der Andruckrollen sehen. Siehe Abbildung 12 Nummer 1.

### CAPSTAN

Die Funktion der Transportwalze wird durch ein hin und her bewegen des Filterbandes getestet. Dieser Test stellt auch die Funktion der Photosensoren zur Filterbandbewegung sicher. Siehe auch Abbildung 12 Nummer 6.

### NOZZLE DN (DOWN)

Testet die Funktion des Schließens der Bestäubungskammer und stellt außerdem fest ob der Photosensor 'Bestäubungskammer unten' richtig funktioniert.

### NOZZLE UP

Testet die Funktion des Öffnens der Bestäubungskammer und stellt außerdem fest ob der Photosensor 'Bestäubungskammer oben' richtig funktioniert.

## FLOW

Die Pumpe wird eingeschaltet und der Volumenstrom wird gemessen um festzustellen ob das Gerät in der Lage ist im Betriebsbereich von 10-20 LPM Luftdurchfluss zu arbeiten.

## TAPE BREAK

Entdeckt ob das Filterband gerissen ist, indem es die Funktion der Filterbandzufuhr und Aufwickelmotoren testet und die zugehörigen Photosensoren prüft. Die Motoren werden so betrieben, dass das Filterband entspannt und wieder gespannt wird, damit wird ein Signal der Photosensoren erzeugt.

## TAPE TENSION

Testet die Position der Spannrollen und der zugehörigen Photosensoren.

## SHUTTLE

Testet ob das Filterband korrekt von der Sammelposition in die Messposition mit Hilfe der Photosensorsignale transportiert werden kann.

## REF (REFERENCE) EXTEND

Stellt sicher dass die Referenzmembran ordnungsgemäß ausgefahren werden kann.

## REF (REFERENCE) WITHDRAW

Stellt sicher dass die Referenzmembran ordnungsgemäß eingefahren werden kann.

### **4.10 Start des Messzyklus**

1. Stellen Sie sicher das das Gerät eingeschaltet ist, das Filterband korrekt eingelegt ist, das Probenahmerohr richtig angeschlossen ist und das alle Einstellparameter korrekt eingestellt sind.
2. Die Sammelzeit sollte auf das gewünschte Intervall eingestellt sein. Die Werkseinstellung beträgt 50 Minuten. Vergleiche auch Abschnitt 0.
3. Stellen Sie das Datum und die Uhrzeit auf Ihre Zeitzone ein. Siehe Abschnitt 0.
4. Drücken Sie die OPERATE Taste im Hauptbildschirm um in das OPERATE Menü zu gelangen (Siehe auch Abbildung 33).
5. Überprüfen Sie das Operation Mode = "ON" angezeigt wird. Die Voreinstellung beim einschalten des Gerätes ist "ON". (Drücken sie die "UP" Zeiger Taste um den Betriebsmode auf "ON" zu schalten.)
6. Wenn gewünscht können Sie in den "Normal Mode" Bildschirm wechseln indem Sie die Taste NORMAL drücken. Dies ist zwar nicht erforderlich, aber erlaubt dem Benutzer den automatischen Messablauf zu beobachten.
7. Wenn Sie die Einstellung beendet haben drücken Sie die EXIT Taste.

**ANMERKUNG:** Wenn Sie den DOWN Zeiger drücken wechselt der Betriebsmode auf "OFF" und stoppt den normalen Messzyklus.

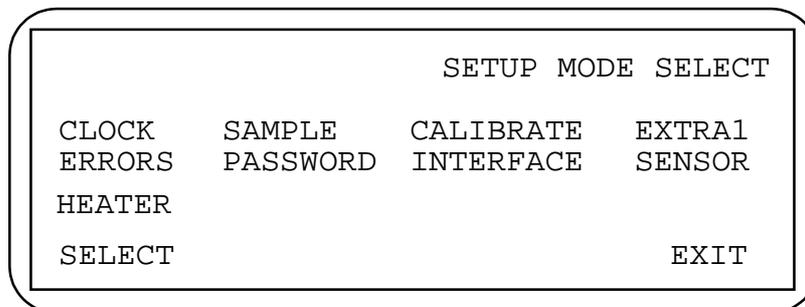
## 4.11 Auswahl der Einstellparameter

Das BAM-1020 Gerät benutzt verschiedene Einstellparameter um die gewünschten Berechnungen und Speicherintervalle zu definieren. Ein spezieller Speicherplatz ist für diese Werte vorgesehen. Werden diese Werte erst einmal gespeichert dann brauchen sie nicht wieder neu eingegeben werden auch wenn das Gerät ausgeschaltet wird.

Das Setup Menü bietet eine Auswahl von Einstellmöglichkeiten. Benutzen Sie die Up/Down/Right/Left Pfeiltasten um zum gewünschten Untermenü zu gelangen. Drücken Sie die SELECT Taste um Ihre Auswahl zu bestätigen. Das Setup Menü ist in Abbildung 17 gezeigt.

**WARNUNG:** Setup Einstellungen können nicht ohne Unterbrechung der Messung aufgerufen werden. Wenn das Gerät im Normalbetrieb ist dann führt ein Aufruf des SETUP Menüs zu einem Abbruch der aktuell laufenden Messung. Um Datenverluste zu vermeiden sollten Sie warten bis die laufende Messung beendet, die Pumpe abgeschaltet und die neue Staubkonzentration angezeigt wurde.

**Abbildung 17: Setup Bildschirm**



**ANMERKUNG:** Das aktuelle Setup Menü zeigt nicht immer alle Felder an dies ist völlig normal.

Die verschiedenen Auswahlmöglichkeiten des Menüs sind in Tabelle 4 mit Funktionsbeschreibungen aufgelistet.

**Tabelle 4: Einstelluntermenüs**

Selektion	Funktion
CLOCK	Datum und Uhrzeit einstellen
SAMPLE	Messbereich, Sammel Zeit und RS-232 Kommunikation
CALIBRATE	Werkskalibrierungs Werte
EXTRA1	Spezial Eingabe für die Fehler Parameter (e1-e4)
ERRORS	Erlaubt oder verbietet analog Fehlerausgabe und setzt Werte für Fehlergrenzen
PASSWORD	Änderung des Kennwortes
INTERFACE	Ein/Ausgabe Einstellungen für Alarm- and Status-Signale
SENSOR	Einstellwerte wenn das BAM-1020 mit meteorologischen Sensoren benutzt wird
HEATER	Einstellung von RH und Delta T für die Probenahmeheizung. Anmerkung: Diese Auswahl ist nicht aktiv bevor der HEATER CONTROL Parameter auf AUTO gesetzt wird. Siehe Kalibriereinstellungen Abschnitt 4.14.

Einige der Einstelluntermenüs beziehen sich auf die Grundkalibrierung des Gerätes. **Versuchen Sie nicht diese Werte zu verändern.** Sollten Sie versehentlich Werte verändert haben finden Sie in Anhang B die Werkseinstellungen für Ihr Gerät.

#### 4.12 Clock Bildschirm zum Einstellen der Uhrzeit

Der CLOCK Bildschirm erlaubt die Einstellung des Datums und der Uhrzeit. Die Uhrzeit wird ausschließlich im 24h mode angezeigt. Nachdem Sie die Zeit und das Datum eingegeben haben drücken Sie die Taste SAVE und dann EXIT. Der CLOCK Bildschirm ist in Abbildung 18 gezeigt.

**Abbildung 18: CLOCK Bildschirm**

```
                SETUP MODE CLOCK
DATE    11/15/2001    TIME 11:42:12

                SAVE                                EXIT
```

#### 4.13 SAMPLE Bildschirm zur Eingabe der Sammelzeiten

Benutzen Sie den SAMPLE Bildschirm um die BAM-1020 Sammelzeiten einzustellen. Der SAMPLE Bildschirm ist in Abbildung 19 gezeigt.

**Abbildung 19: SAMPLE Bildschirm**

```
                SETUP MODE SAMPLE
RS-232 9600 N 8 1    BAM SAMPLE 050 MIN
STATION # 01          MET SAMPLE 60 MIN
RANGE    1.000 mg    OFFSET    0.000 mg

                SAVE                                EXIT
```

## **RS-232**

Einstellung der RS-232 Datenübertragungsrate. Zulässige Werte sind: 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600. Sie können nur einen dieser Werte auswählen. Weitere RS-232 Übertragungsparameter: No Parity, 8 data bits, 1 stop bit.

## **BAM SAMPLE**

Setzt die Zeit während der die Pumpe angeschaltet ist, dies ist die aktuelle Sammelzeit. SAMPLE sollte auf 50 Minuten gesetzt werden wenn Stunden messwerte aufgezeichnet werden sollen. Anmerkung: Die restlichen 10 Minuten werden benötigt um die Zählraten zu ermitteln und das Filterband hin und her zu transportieren. Der BAM-1020 SAMPLE Parameter hat einen Einstellbereich von 0 bis 200 Minuten. Wenn das BAM-1020 für eine kürzere Sammelperiode, wie zum Beispiel 15 Minuten eingestellt ist, dann beendet das Gerät die Sammlung und wartet bis zum Ende der vollen Stunde bevor es einen neuen Messzyklus beginnt.

## **STATION #**

Dies ist eine Geräteidentifikationsnummer. Diese Nummer kann von 00 bis 99 eingestellt werden. Diese Nummer wird auf allen Ausdrucken mit verwendet. Wenn mehrere BAM-1020 Geräte in einem Netzwerk betrieben werden sollte jedem Gerät eine eigene Nummer gegeben werden um die Datenzuordnung zu erleichtern.

## **MET SAMPLE**

Diese Zeit setzt das Intervall in dem die Messdaten im Gerät gespeichert werden. Diese Art der Speicherung erlaubt auch zusätzliche Messungen (Wetter Sensoren etc.) zu speichern. Benutzen die die "up" und "down" Pfeiltasten um das Datenspeicherintervall zu verändern. Die möglichen Werte sind 1,5,15, 60 Minuten. Wenn zusätzliche Messsignale nicht angeschlossen sind lassen sie die MET SAMPLE Zeit bei 60 Minuten.

## **RANGE**

Setzt den Messbereich des Analogausgangs. Die einstellbaren Werte für den maximalen Ausschlag Analogausgangs sind (0.1 mg, 0.2 mg, 0.25 mg, 0.5 mg, 1.0 mg, 2.0 mg, 5.0 mg, 10.0 mg)

## **OFFSET**

Die 'OFFSET' Funktion wird benutzt um den Nullpunkt des Analogsignals zu verschieben/einzustellen. Typische ist ein  $-0.005\text{mg}/\text{m}^3$  "OFFSET" (entspricht einer Ausgabespannung von  $-0.005\text{VDC}$ ). Diese Einstellung produziert einen Messbereich von  $-0.005\text{vdc}$  to  $0.995\text{vdc}$  was einer Staubkonzentration von 0 bis  $1000\text{mg}/\text{m}^3$  entsprechen würde. Diese Verschiebung des Analogsignals ermöglicht nun der Ausgabe  $1.000\text{VDC}$  eine eindeutige Alarmfunktion zuzuordnen, da die Messdaten nur bis maximal  $0.995\text{VDC}$  reichen. Die Werkseinstellung ist  $-0.005\text{mg}/\text{m}^3$ .

#### 4.14 CALIBRATE Bildschirm zur Eingabe der Kalibrierwerte

Der CALIBRATE Bildschirm ermöglicht dem Benutzer die Kalibriereinstellungen des BAM-1020 Gerätes zu verändern. Sie sollten diese Werte nicht ohne detaillierte Information von Met One Instruments verändern. Zum Beispiel würde eine Einstellinformation einem Austauschdetektor beiliegen und Sie hätten dann diesen Bildschirm zu benutzen.

Der CALIBRATE Bildschirm ist in Abbildung 20 gezeigt.

**Abbildung 20: CALIBRATE Bildschirm**

SETUP MODE CALIBRATE			
Heater Control: Manual			
FLOWRATE:	016.7	FLOW TYPE:	Actual
Cv	1.0000	Qo	0.000
ABS	0.805	µsw	0.285
K	1.000	BKGD	0.000
SAVE		EXIT	

**VORSICHT!** Verändern Sie keinen der Kalibrierwerte, wie ABS, BKGD, K, oder µsw. Diese Werte sind mit einem \* gekennzeichnet. Falls diese versehentlich geändert wurden finden Sie in Anhang B die Werkseinstellungen für Ihr Gerät. Anmerkung: Cv und Qo können bei einer Kalibrierung des Luftdurchsatzes verändert werden. Siehe Abschnitt 6.

Cv \*

Definiert die Luftdurchsatzkonstante (Steigung) und wird im Zusammenhang mit den Funktionsprüfungen in Abschnitt 6.3 benötigt um den Volumenstrom zu kalibrieren. Der Wertebereich der Cv Konstante ist von 0.0001 bis 9.9999.

Qo \*

Definiert die Nullpunktverschiebung des Luftdurchsatzes und wird ebenfalls bei den Funktionsprüfungen in Abschnitt 6.3 benötigt um den Volumenstromnullpunkt zu kalibrieren. Der Wertebereich von Qo reicht von -9.999 bis +9.999.

Heater Control – zwei Einstellungen sind hier möglich:

„**Manual**“ – Wenn die BX-825 oder BX-826 (Gewickelte Probenahmeheizung) Option gekauft wurde und wenn die Smart Heater (BX-827 oder BX-830) Probenahmeheizung ständig angeschaltet bleiben.

„**Automatic**“ – wenn die BX-827 oder BX-830 (Smart Heater) Option gekauft wurde zusammen mit dem BX-962 (RH and Filter Temp) Sensoren. Dieser Betriebsmode benutzt die Messwerte der relativen Feuchte RH und die Delta-T Werte um die Feuchte am Filterband konstant zu halten. Siehe Abschnitt 4.20 für die benötigten Einstellungen.

## FLOWRATE

Falls Sie ein Gerät ausgestattet mit einem Handventil zur Regulierung des Volumenstromes haben, stellen Sie die gewünschte Luftdurchflussrate damit ein und die zugehörige FLOW TYPE Variable in der Gerätesoftware ist METERED.

Für die FLOW TYPE Variablen ACTUAL (VOLUMETRISCH) oder STD Type flow System (Computer regulated) stellen Sie hier die gewünschte Luftdurchflussrate ein. Das BAM-1020 Gerät wird dann die eingestellte Luftdurchflussrate mit Hilfe des eingebauten elektrischen Regelventils aufrechterhalten. Ihr Gerät muss dazu allerdings mit der BX-961 Option für automatische Volumenstromregelung ausgestattet sein.

Der Volumenstrom kann mit der FLOWRATE Variablen von 10.0 bis 20.0 Liter/Minute (LPM) eingestellt werden.

## FLOW TYPE\*

Wie oben erwähnt gibt es drei Einstellungen für die Variable FLOW TYPE um Ihren gewünschten Betriebsmode einstellen zu können. Die FLOW TYPE Auswahl bestimmt wie der Volumenstrom im Gerät berichtet wird. Sie können die Einstellung im OPERATE Menü Untermenü NORMAL Bildschirm ablesen. Anmerkung: In älteren Versionen der BAM-1020 Geräte wird die Variable VOLUMETRIC für die Variable ACTUAL benutzt.

Flow Type	Beschreibung
METERED	<p>Wählen Sie METERED wenn Ihr BAM mit einem Handventil zur Einstellung des Volumenstroms ausgestattet ist.</p> <p>Der Volumenstrom wird hier in U.S. EPA Standardkonditionen (25 C and 1013 hPa) berechnet.</p>
ACTUAL	<p>Wählen Sie ACTUAL wenn Ihr BAM mit der BX-961 Durchflussregeloption, und einem BX-592 Temperatursensor ausgerüstet ist.</p> <p>Der Volumenstrom (ACTUAL) wird dann in Umgebungsbedingungen (aktuelle Temperatur und Luftdruck) berechnet.</p> <p>Die Konzentration ist ebenfalls in mg/m<sup>3</sup> berechnet auf Umgebungsbedingungen.</p> <p>Der Volumenstrom wird hier auf Umgebungsbedingungen geregelt.</p>
STD	<p>Wählen Sie STD wenn Ihr BAM mit der BX-961 Durchflussregeloption ausgerüstet ist.</p> <p>Der Volumenstrom wird hier in U.S. EPA Standardkonditionen (25 C and 1013 hPa) berechnet.</p> <p>Die Konzentration ist ebenfalls auf die Standardkonditionen in mg/m<sup>3</sup> berechnet.</p> <p>Der Volumenstrom kann falls der BX-592 Temperatur Sensor installiert ist auf Umgebungsbedingungen geregelt werden. Ohne die Sensoroption wird der Volumenstrom hier stets auf Standardkonditionen geregelt.</p>

## ABS\*

Dies ist der werksseitig eingestellte Messwert der Referenzmembran. Die Werte liegen im Bereich von 0.100 bis 0.995.

## μsw \*

Dies ist der werksseitig eingestellte Wert des Massenabsorptionskoeffizienten. Dieser wird zusammen mit dem Referenzmembranwert während der Grundkalibrierung eingegeben. Typischerweise beträgt er etwa 0.285.

## K\*

Dies ist der werksseitig ermittelte Kalibrierfaktor des Gerätes der mit Hilfe eines Regressionsvergleiches zu unserem Kalibrierstandardgerät an unserem Kalibrierprüfstand ermittelt wurde. Hierzu werden über einen längeren Zeitraum die

beiden Geräte parallel mit Teststaub verschiedener Konzentrationen erzeugt durch Räucherstäbchen beaufschlagt. Das Verhältnis der Anzeigen liefert über die erwähnte Regressionsauswertung den individuellen Kalibrierfaktor des Gerätes. Typische Werte sind im Bereich von 0.90 bis 1.10.

#### BKGD\*

Dieser Wert ist ebenfalls werkseitig ermittelt und korrigiert den Messwert am Nullpunkt. Dieser Wert wird mit Hilfe einer Messung von gefilterter Luft ermittelt und ist typisch für das jeweilige Gerät. Alle gemessenen und angezeigten Konzentrationswerte werden mit diesem Wert korrigiert. Typische Werte für individuelle Geräte liegen im Bereich von  $-0.005$  bis  $-0.018 \text{ mg/m}^3$ .

### **4.15 EXTRA1 Bildschirm zur Eingabe verschiedener Parameter**

Die Einstellungen im EXTRA1 Bildschirm sind für ganz spezielle Anwendungen installiert worden und müssen in der Regel nicht verändert oder benutzt werden.

- e1 Erlaubt die Anzeige der Konzentration im Bereich von  $-0.005$  bis  $+0.010$  festzuhalten falls die aktuell gemessenen werte darunter liegen.
- e2 Nicht benutzt
- e3 Hysterese Zeit für Referenzmembran im Bereich von 0.000 bis 5.000 Sekunden.
- e4 Testzeit für Referenzmembranbewegung im Bereich von 10.00 bis 20.00 Sekunden.

Der EXTRA1 Bildschirm ist in Abbildung 21 gezeigt.

**Abbildung 21: EXTRA1 Bildschirm**

```
SETUP MODE EXTRA 1

e1: Low Concentration Limit      -0.005
e2: Not Used                      0.000
e3: Membrane OFF Delay (Sec)     0.000
e4: Membrane Time Out (Sec)      15.00

SAVE                               EXIT
```

## 4.16 ERRORS Bildschirm zur Einstellung der Fehlermeldungskriterien

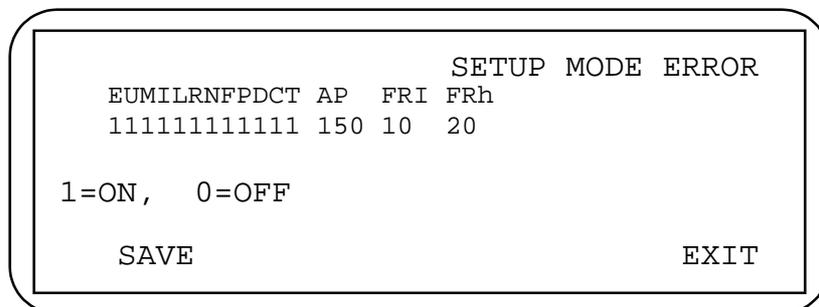
Dieser Bildschirm erlaubt die Einstellung des Gerätes hinsichtlich der Fehlerbehandlung und der Fehlerberichte. Zusätzliche Einstellungen für den Analogkanal Alarm können hier vorgenommen werden. Fehler werden jeweils am Ende eines Messzyklus angezeigt und gespeichert. Zu Beginn eines neuen Messzyklus werden die Fehlermeldungen wieder zurückgesetzt.

### 4.16.1 FEHLERMELDUNG - ANALOG AUSGANG

In einigen Fällen ist es wünschenswert eine Fehlfunktion des Gerätes direkt auf dem Datenausgabekanal anzuzeigen. Diese Art der Fehleranzeige wird benutzt wenn der Anwender nur einen Analog Ausgabekanal zur kontinuierlichen Datenspeicherung zur Verfügung hat. Für den Fall das das Gerät einen ausgewählten Fehler aufweist wird der normale Konzentrationsausgang auf den Maximalwert der Ausgabe gesetzt. Analog Fehlerausgaben für individuelle Fehler werden ermöglicht indem Sie die Fehler aus der angegebenen Liste auswählen, wobei Sie 1 für einschalten (1=ON) oder 0 für ausschalten (0=OFF) wählen können. Wenn nun ein Fehler der ausgewählten Liste auftritt wird das Analogausgabesignal auf den Maximalwert gesetzt, der digitale Messwert wird hierbei nicht verändert und kann zu einem späteren Zeitpunkt entweder über den Bildschirm oder die serielle RS-232 Schnittstelle ausgelesen werden. Siehe auch Abschnitt 5.2 oder Anhang C für digital gespeicherte Fehlerberichte und deren Ausgabe.

Der ERRORS Bildschirm ist in Abbildung 22 gezeigt.

Abbildung 22: ERRORS Bildschirm



Im oben gezeigten Beispiel sind alle möglichen Fehler ausgewählt worden, dies bedeutet dass jeder auftretende Fehler das Analog Ausgangssignal auf Maximalwert während der Sammelperiode setzt. Fehlermeldungen werden am Ende der Sammelperiode zurückgesetzt.

**E EXTERNER TRIGGER** Zeigt an das die Messzeit zurückgesetzt wurde. Dieses externe Triggersignal kann auch zur Synchronisation des Gerätes in einem Gesamtsystem verwendet werden. Wenn der externe Trigger erfolgreich das Gerät synchronisiert hat wird keine Fehlermeldung ausgegeben.

**U FERNBEDIENUNGSFEHLER**—Zeigt einen Fehler in der signalgesteuerten Fernbedienung des Gerätes an.

- M MET/KALIBRIER KENNUNG**—Dieser Wert zeigt an das in diesem Zeitabschnitt eine Kalibrierung oder Funktionstests durchgeführt wurden. Siehe hierzu auch Abschnitt 4.18.
- I INTERN CPU** – Fehler im Rechner Teil der Elektronik.
- L NETZ AUS** Wenn die Netzspannung aus und eingeschaltet wird, wird ein Netzfehler gespeichert.
- R REFERENZ MEMBRAN**—Zeigt an das die Referenzmembran nicht richtig funktioniert hat und ein Abbruch der Referenzmessung passiert ist. Oft auch im Zusammenspiel mit einem **D** Fehler. Siehe weiter unten.
- N BESTAUBUNGSKAMMER Zeitfehler oder Delta-T Schwelle überschritten** — Bestäubungskammer Bewegung erfolgt stets am Beginn einer vollen Stunde oder nach einem Stromausfall. Wenn die Zeit des Fehlers also am Beginn einer Stunde oder nach einem Stromausfall ist, handelt es sich um einen Fehler der Bestäubungskammer, der Öffnungsmechanismus hat nicht einwandfrei gearbeitet. Bei einem Fehler zu allen anderen Zeiten handelt es sich um eine Überschreitung der eingestellten Delta-T Schwelle. Siehe auch Abschnitt 4.20.
- F FLOW OUT OF LIMITS** – Der Volumenstrom war entweder kleiner als FRI (untere Schwelle) oder größer als FRh (obere Schwelle).
- P PRESSURE DROP EXCESSIVE** – Der Druckabfall am Filterband ist größer als der mit AP gesetzte Wert.
- D DEVIANT MEMBRANE DENSITY**—Zeigt an das die aktuelle Messung der Referenzmembran um mehr als  $\pm 5\%$  vom im Gerät gespeicherten Wert abweicht.
- C COUNT**—Zeigt an das die gemessenen Zählraten nicht richtig funktionieren. Dieser Fehler tritt auf wenn die Zählrate kleiner ist als 10,000 pro 4 Minuten.
- T TAPE BREAK**—Zeigt einen Filterbandriss an.

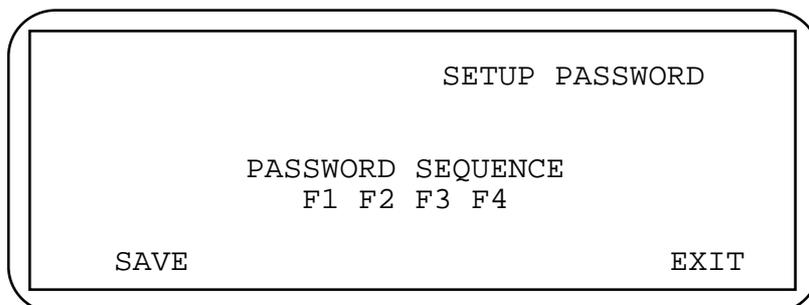
Nachfolgend sind Fehlerparameter dargestellt für die Sie hier Schwellen einstellen können. Benutzen Sie die Pfeiltasten um die Werte zu verändern und drücken Sie die Funktionstaste <SAVE> wenn sie alle Werte richtig eingestellt haben.

- AP** Druckabfall am Filter einstellbar im Bereich von 0 bis 500 mm-Hg (0 bis 666 hPa). Fällt der Luftdruck unter dem Filterband unter den eingestellten Wert wird der Alarm ausgelöst.
- FRI** Luftdurchsatzfehler untere Schwelle einstellbar im Bereich von 0 bis 30 lpm. Hier setzen sie die untere Schwelle. Wenn der Luftdurchsatz unter diese Schwelle fällt wird der "F" Alarm ausgelöst.
- FRh** Luftdurchsatzfehler obere Schwelle einstellbar im Bereich von 0 bis 38 lpm. Hier setzen sie die obere Schwelle. Wenn der Luftdurchsatz über diese Schwelle kommt wird der "F" Alarm ausgelöst.

#### 4.17 PASSWORD Bildschirm zur Eingabe des Benutzerpassworts

Erlaubt das Setzen einen Benutzerspezifischen Kennworts. Sie können jede der 6 Funktionstasten F1-F6 in beliebiger Reihenfolge verwenden ( $6^4 = 1296$  Kombinationen). Der PASSWORD Bildschirm ist in Abbildung 23 gezeigt.

**Abbildung 23: PASSWORD Bildschirm**

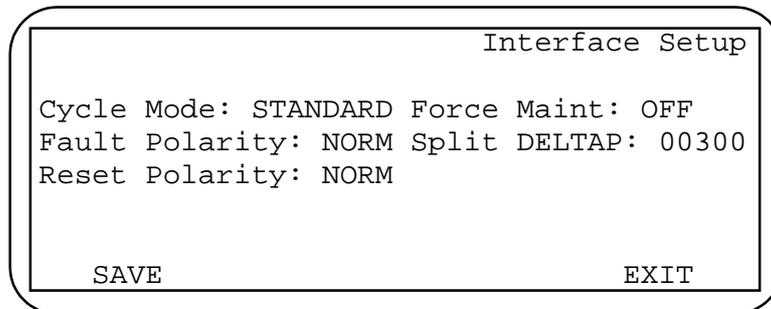


Die Werkseinstellung ist F1,F2,F3,F4 wie in Abbildung 23 gezeigt.

## 4.18 INTERFACE Bildschirm zur Einstellung von Fernbedienungsparametern

Der Interface Einstellbildschirm ist in Abbildung 24 gezeigt. Hier können Sie Werte einstellen, die für die Synchronisation mit externen Geräten von Bedeutung sind.

**Abbildung 24: INTERFACE Bildschirm**

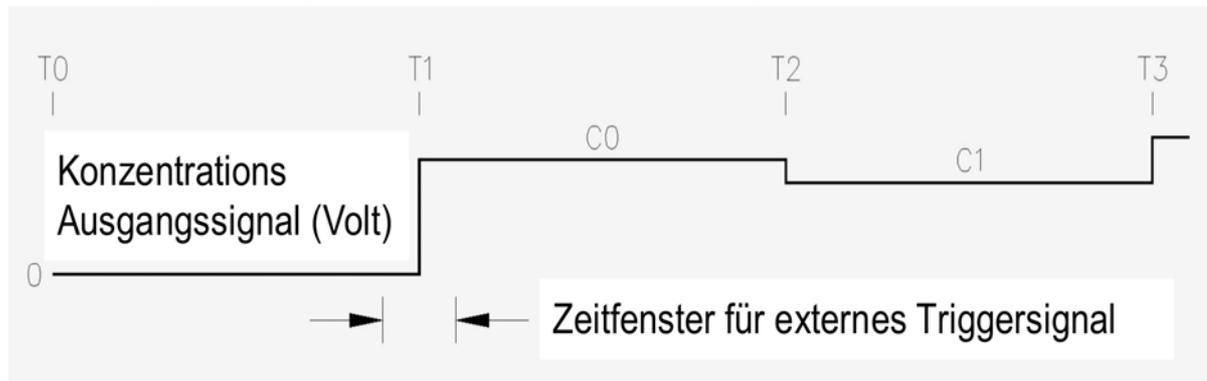


Force Maint	diese Variable setzt das Wartungsrelay in die ON oder OFF Position. Diese Funktion kann vom Servicepersonal benutzt werden um dem angeschlossenen Datenaufzeichnungssystem zu signalisieren dass zurzeit Wartungsarbeiten am Gerät durchgeführt werden.
Fault Polarity	Setzt die Polarität des Fernsteuerfehlerrelays; NORM für normal offen (NO) und INV für normal geschlossen (NC).
Split DELTAP	Setzt den split cycle Punkt. Nicht nötig im BAM-1020.
Reset Polarity	Setzt die Eingangspolarität des externen Rücksetztriggersignals; NORM für normal offen (NO) und INV für normal geschlossen (NC).
Cycle Mode	Die Zyklusbetriebsmode Einstellung bestimmt die Funktion des externen Rücksetztriggersignals und das Ausgabeformat des analogen Konzentrationsausgangs. Eine Beschreibung des STANDARD und des EARLY Zyklus Betriebsmodes folgt.

## STANDARDZYKLUS Betriebsmode

Das Ausgabeformat des analogen Konzentrationsausgangs für den Standardzyklus Betriebsmode ist in Abbildung 25 gezeigt

**Abbildung 25: Standard Zyklus zeitlicher Ablauf**



Die C0 Ausgabespannung entspricht der Konzentration gemessen von Zeitpunkt T0 bis T1, wobei die T Zeitmarken jeweils den Beginn einer vollen Stunde markieren (i.a. minute=0 und sekunde=0).

Ein externes Rücksetztriggersignal kann benutzt werden um den Ablauf des Zyklus zu kontrollieren und das System mit externen anderen Geräten zu synchronisieren. Das Triggersignal muss mindestens für 2 Sekunden anliegen. Es muss in einem Zeitraum von plus oder minus 5 Minuten um den Beginn der vollen Stunde anliegen oder der E Fehlerwert (siehe oben) wird gesetzt. Die folgenden Aktionen werden je nach auftreten des Signals durchgeführt.

Minute 0 bis 5—Das Triggersignal setzt die Uhrzeit auf Minute=0 und Sekunde=0 der aktuellen Stunde. Wenn ein Messzyklus gerade begonnen hat wird er fortgesetzt. Keine Fehlermeldung (E) wird erzeugt, da das Signal zur angemessenen Zeit aufgetreten ist, so dass der Messzyklus ordnungsgemäß beendet werden kann.

Minute 5 bis 55—Das Triggersignal hat keinen Effekt, aber in das Fehlerprotokoll wird das Datum und die Uhrzeit des Auftretens des Triggersignals eingetragen und die Fehlermeldung (E) erzeugt.

Minute 55 bis 0—Wenn das Triggersignal nach einem beendeten Messzyklus auftritt oder Während das Gerät auf einen Neustart wartet dann wird keine Fehlermeldung erzeugt. In diesem Fall wird die Uhrzeit auf Minute=0 und Sekunde=0 und die Stunde auf die nächste Stunde vorgestellt und ein neuer Messzyklus gestartet.

Die Uhr wird nicht gestellt wenn der Messzyklus noch nicht die Zählrate I3 ermittelt hat (Siehe Abb. 4). Datum und Uhrzeit des Triggers wird in das Fehlerprotokoll eingetragen. Ein Trigger während dieser Zeit sollte vermieden werden, da die Datenausgabe und das Fehlerprotokoll gleichzeitig zurückgesetzt würden.

Wenn während der Ermittlung der I3 Zählrate, oder während der Berechnung der Messwerte ein Trigger auftritt, dann wird die laufende Messung abgebrochen. Datum und Uhrzeit der Triggers wird in das Fehlerprotokoll eingetragen (This means that the shuttle must be moved back to the right hand position to reset a cycle). Ein abgebrochener Messzyklus setzt automatisch den Analogausgang auf maximalen Spannungs- oder Stromwert. (z.B. 1.0 Volt oder 20.0 mA).

### EARLYZYKLUS Betriebsmode

Das Ausgabeformat des analogen Konzentrationsausgangs für den Earlyzyklus Betriebsmode ist in Abbildung 26 gezeigt

**Abbildung 26: Early Zyklus zeitlicher Ablauf**



Die C0 Ausgabespannung entspricht der Konzentration gemessen von Zeitpunkt T0 bis T1, wobei die T Zeitmarken jeweils den Beginn einer vollen Stunde markieren (i.a. minute=0 und sekunde=0). Die Ausgabespannung für die Konzentration der aktuellen Stunde wird für 5 Minuten (Minute 55 bis 0) ausgegeben. Zu allen anderen Zeiten ist die Ausgabespannung 0.920 Volts.

Ein externes Rücksetztriggersignal kann benutzt werden um den Ablauf des Zyklus zu kontrollieren und das System mit externen anderen Geräten zu synchronisieren. Das Triggersignal muss mindestens für 2 Sekunden anliegen. Es muss in einem Zeitraum von plus oder minus 5 Minuten um die Minute 55 anliegen oder der E Fehlerwert (siehe oben) wird gesetzt. Die folgenden Aktionen werden je nach auftreten des Signals durchgeführt.

Minute 55 bis 0—Das Triggersignal setzt die Uhrzeit auf Minute=55 und Sekunde=0 der aktuellen Stunde. Ein neuer Messzyklus wird gestartet, wenn ein Messzyklus gerade begonnen hat wird er fortgesetzt. Keine Fehlermeldung (E) wird erzeugt, da das Signal zu einer Zeit aufgetreten ist das der Messzyklus noch ordnungsgemäß beendet werden kann.

Minute 0 bis 50—Das Triggersignal hat keinen Effekt, aber in das Fehlerprotokoll wird das Datum und die Uhrzeit des Auftretens des Triggersignals eingetragen und die Fehlermeldung (E) erzeugt.

Minute 50 bis 55—Wenn das Triggersignal nach einem beendeten Messzyklus auftritt oder während das Gerät auf einen Neustart wartet dann wird keine Fehlermeldung erzeugt. In diesem Fall wird die Uhrzeit auf Minute=55 und Sekunde=0 gestellt und ein neuer Messzyklus gestartet.

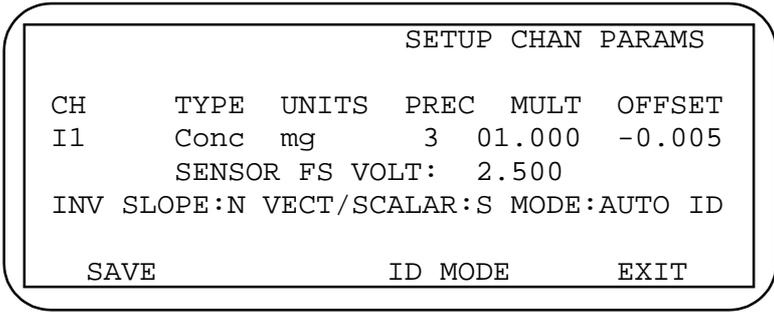
Die Uhr wird nicht gestellt wenn der Messzyklus noch nicht die Zählrate I3 ermittelt hat (Siehe Abb. 4). Datum und Uhrzeit des Triggers wird in das Fehlerprotokoll eingetragen. Ein Trigger während dieser Zeit sollte vermieden werden, da die Datenausgabe und das Fehlerprotokoll gleichzeitig zurückgesetzt würden.

Wenn während der Ermittlung der I3 Zählrate, oder während der Berechnung der Messwerte ein Trigger auftritt, dann wird die laufende Messung abgebrochen. Datum und Uhrzeit der Triggers wird in das Fehlerprotokoll eingetragen (This means that the shuttle must be moved back to the right hand position to reset a cycle). Ein abgebrochener Messzyklus setzt automatisch den Analogausgang auf 0.920 Volt.

#### 4.19 SENSOR Bildschirm zur Anmeldung angeschlossener Sensoren

Die BAM-1020 Messgeräte haben 6 analoge Eingänge die für die Aufzeichnung von meteorologischen Sensoren oder anderen Luftgütesensordaten gedacht sind. Neue Sensoren müssen im Gerät voreingestellt werden bevor deren Daten aufgezeichnet werden können. Der SENSOR Bildschirm erlaubt notwendigen Einstellungen vorzunehmen. Der SENSOR Bildschirm ist in Abbildung 27 gezeigt.

Abbildung 27: SENSOR Bildschirm



```

                SETUP CHAN PARAMS
CH      TYPE  UNITS  PREC  MULT  OFFSET
I1      Conc  mg     3    01.000  -0.005
        SENSOR FS VOLT:  2.500
INV SLOPE:N VECT/SCALAR:S MODE:AUTO ID
        SAVE                ID MODE        EXIT

```

**CH** Kanäle werden mit Hilfe der up und down Pfeiltasten im CH (Kanal) Eingabefeld ausgewählt.

**ANMERKUNG:** Kanäle I1 (Conc) und I2 (Qtot) sind intern. Sie können betrachtet aber nicht verändert werden.

**TYPE** Dies ist der Kanalname. Wenn der MODE Parameter auf AUTO ID steht, dann wird der Name automatisch gewählt wenn Met One auto ID Sensoren (500 series) angeschlossen werden. Wenn der MODE Parameter MANUAL ist dann können Sie einen Namen mit den Pfeiltasten eingeben. Wobei die Auswahl der Buchstaben mit den Pfeilen auf und ab und die Abfolge mit den links rechts Tasten gewählt wird.

**UNITS** Dies ist die Einheit in der das Meßsignal angezeigt wird.

**PREC** Setzt die Dezimalstellen nach dem Dezimalpunkt für Multiplier und Offset.

**MULT** Faktor mit dem das Eingangssignal multipliziert wird.

**OFFSET** Offset der zum Eingangssignal addiert wird.

**SENSOR FS VOLT** Der Wert für die maximale Sensorspannung.

**INV SLOPE** Benutzen Sie den „inverse slope“ Parameter nur für Thermistor Temperatursensoren mit Widerstandsveränderung.

**VECT/SCALAR** Setzt die Mittelungsmethode; SCALAR ist für alle Sensoren außer der Windrichtung zu benutzen. Hier benötigen Sie die Einstellung VECTOR.

**MODE** Drücken Sie die ID MODE Taste um den mode Parameter zu verändern.  
MANUAL—in diesem mode kann der Benutzer die Sensorparameter von Hand eingeben.  
AUTO ID—In diesem mode wird die „AUTOMET ID“ Methode benutzt um die Sensorparameter automatisch auszuwählen. Die Met One 500 Serie Sensoren unterstützen diesen Betriebsmode.

**ANMERKUNG:** Von Hand eingegebene Parameter werden gelöscht wenn sie in den AUTO ID mode wechseln.

## 4.20 HEATER Bildschirm zum Setzen der Probenahmeheizungsparameter

Eine Option für die BAM-1020 Messgeräte ist die feuchtigkeitsgesteuerte (RH) Probenahmeheizung. Diese Option benutzt einen Feuchtesensor und einen Temperatursensor die kurz unterhalb des Filterbandes angebracht sind. Tests haben gezeigt wenn man die relative Feuchte unterhalb des Filterbandes über 55% erhöht das dann die Staubpartikel vermehrt Wasser anlagern können. Dies führt dann zu einer erhöhten Anzeige der Staubkonzentration. Die feuchtigkeitsgesteuerte Probenahmeheizung minimiert diesen Effekt. Met One empfiehlt einen Wert für die relative Feuchte RH von bis zu 45% zu verwenden. Dies ist ähnlich der Äquilibration von gesammelten Filtern im Labor zu sehen.

Zusätzlich wird die Filtertemperatur und die Umgebungstemperatur gemessen und eine Differenztemperatur Delta-T aus diesen berechnet. Flüchtige organische Bestandteile (VOCs) und Semi-VOC's können vom Filter abdampfen und damit für die Messung unzugänglich werden wenn die Filtertemperatur deutlich größer als die Umgebungstemperatur ist. Die US EPA verwendet in ihren Referenzsammlern eine maximale Temperaturdifferenz von 5 C. Met One empfiehlt im Falle einer Aussenaufstellung des Gerätes im BX-903 oder BX-902 Wetterschutzgehäuse den Delta-T Wert auf 5 Grad Celsius zu setzen. Anmerkung: Delta-T ist nur verfügbar wenn ein Umgebungstemperatursensor (BX-592) an Kanal 6 angeschlossen ist.

Die Probenahmeheizung ist eingeschaltet wenn das BAM-1020 Messgerät eingeschaltet ist und die Pumpe läuft. Die Probenahmeheizung schaltet ab wenn die relative Feuchte RH genau 1% unter den gesetzten Wert kommt oder der Wert für die Delta-T Schwelle erreicht ist.

**Abbildung 28: HEATER Bildschirm**

```
Heater Setup
  RH Control: YES
  RH Setpoint: 45 %
  Datalog RH: YES (Chan 4)
  Delta-T Control: YES
  Delta-T Setpoint: 5 C
  Datalog Delta-T: YES (Chan 5)
  Save                                     Cancel
```

**RH Control** Optionen sind YES oder NO. Im Falle YES wird die Probenahmeheizung eingeschaltet und der RH Wert wird im Bereich von etwa +/-1% des Sollwertes geregelt.

**RH Setpoint** Der Sollwert kann ein Wert von 1 bis 99 sein. Dieser Wert wird dann unterhalb des Filters möglichst konstant gehalten.

**Datalog RH** Optionen sind YES oder NO. Im Falle YES wird die relative Feuchte RH im Kanal 4 der BAM-1020 Datenaufzeichnung gespeichert.

Anmerkung: Wenn YES ausgewählt wurde wird ein eventuell angeschlossenes externes Signal an Kanal 4 ignoriert.

- Delta-T Control** Optionen sind YES oder NO. Wenn YES gewählt ist schaltet die Probenahmeheizung ab wenn der Delta-T Sollwert überschritten wird. Wenn der Delta-T Sollwert um 1 C überschritten ist wird ein Alarm (N) ausgelöst und in das Fehlerprotokoll eingetragen. Siehe Abschnitt 4.16.
- Delta-T Setpoint** Der Sollwert kann eine Zahl von 1 bis 99 sein. Wenn dieser Wert überschritten wird schaltet sich die Probenahmeheizung ab. Anmerkung: Dies ist auch der Fall wenn die relative Feuchte noch größer als der zugehörige Sollwert ist.
- Datalog Delta-T** Optionen sind YES oder NO. Wenn YES ausgewählt ist dann wird der Wert von Delta-T im Kanal 5 der BAM-1020 Datenaufzeichnung gespeichert. Anmerkung: Wenn YES ausgewählt wurde wird ein eventuell angeschlossenes externes Signal an Kanal 5 ignoriert.

## 5 BEDIENUNG

### 5.1 Einleitung

Die BAM-1020 hat eine große 320-Zeichen Anzeige (8 Zeilen je 40 Zeichen) welche eine leistungsstarke Kommunikationsschnittstelle mit dem Benutzer erlaubt. Der Benutzer kann Datensätze erhalten, verschiedene Kommunikationsprotokolle erstellen und mit dem Display und der Tastatur die Bedienung des Systems testen

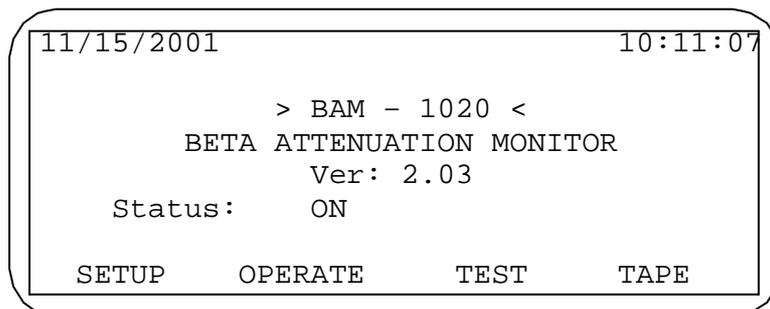
### 5.2 Lernen Sie die Benutzung der Tastatur

Wird die BAM-1020 zum ersten Mal in Betrieb genommen wird erscheint eine Anzeige im Hauptmenü. Das zeigt das Gerät ist für den Start bereit. Die Anzeige enthält Informationen über das Datum, Uhrzeit, Geräteversion, Modellnummer und auch 4 Tasten zur Menüauswahl der BAM-1020. Die Tasten erlauben dem Benutzer zum Einschalt-, Ablauf- und Testmenü zu gelangen. Jedes Menü zeigt eine kurze Funktionsbeschreibung an. Die Untermenüs enthalten eine EXIT Taste welche zum Hauptmenü des BAM-1020 zurückführt.

Die linke und rechte Pfeiltaste bewegen den Cursor durch die verschiedenen Dateneingabefelder der Untermenüs. Die Auf- und Abpeile ermöglichen die Nummernwerte auf- oder absteigend anzuzeigen oder aber die Auswahl innerhalb eines Feldes. Jede Veränderung innerhalb eines Bildschirms muss durch die Bedienung der Speichertaste bestätigt werden. Eine Meldung am Bildschirm wird angezeigt nachdem das System die Änderungen gespeichert hat.

Bild 29 zeigt den BAM-1020 Einschalt-Bildschirm

**Abbildung 29: Einschalt - Bildschirm**



## Beschreibung der Tasten

### SOFTWARE FUNKTIONSTASTEN

Die Beschreibung der 4 Tasten unterhalb der Anzeige wird in der Fußzeile angezeigt. Die Bedeutung der jeweiligen Taste hängt jeweils vom Menü ab.

### KURSOR Tasten

Diese 4 Pfeiltasten werden genutzt um durch das Menü nach oben, unten, rechts und nach links zu navigieren bzw. die Parameter im Einschalt-Bildschirm zu verändern.

### CONTRAST ADJUSTMENT KEY

Diese Taste hat ein Halbmondzeichen. Durch die Bedienung wird der Kontrast des Bildschirms mehr oder weniger. Wird die Taste länger gehalten wird sich der Kontrast in die eine oder andere Richtung verändern.

### FUNKTIONSTASTEN

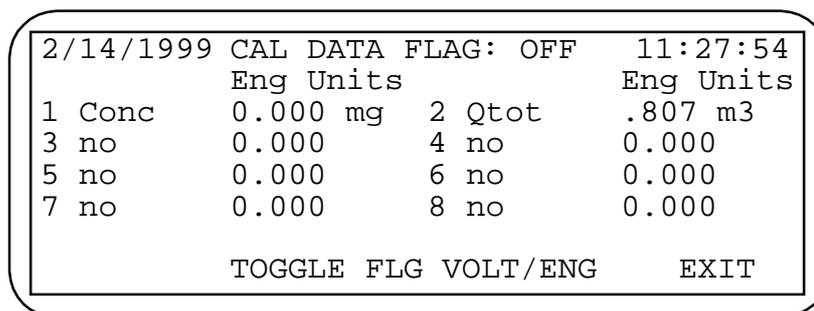
Die 6 Tasten F1-F6 können zur Vereinfachung häufig ausgeführter Aufgaben genutzt werden.

**ANMERKUNG:** Funktionstasten sind nur im Hauptmenu bzw. zur Passworteingabe verfügbar.

### F1

Diese Taste kann zur Anzeige der momentanen Werte, die durch die BAM-1020 aufgezeichnet wurden, genutzt werden. Angezeigt werden alle Werte wie die zuletzt gemessene Konzentration, die gegenwärtige Luftdurchflussrate und die aktuellen Werte aller anderen Sensoren welche mit der BAM-1020 verbunden sind. Der Bildschirm der aktuell gemessenen Werte ist in Abbildung 30 dargestellt.

**Abbildung 30: Der (F1) Bildschirm zur Anzeige der Momentanwerte**



2/14/1999	CAL DATA	FLAG: OFF	11:27:54
	Eng Units		Eng Units
1 Conc	0.000 mg	2 Qtot	.807 m3
3 no	0.000	4 no	0.000
5 no	0.000	6 no	0.000
7 no	0.000	8 no	0.000
	TOGGLE FLG	VOLT/ENG	EXIT

Dieser Bildschirm wird zur Beobachtung aller Kanäle die mit der BAM-1020 verbunden sein könnten genutzt. Die Werte, mit Ausnahme der Konzentration (Conc) und des Luftvolumenstroms (Qtot), werden momentan gemessen. Der Conc Wert repräsentiert die Konzentration des letzten Messzyklus. Die Qtot Angabe repräsentiert den gesamten Luftvolumenstrom während dem letzten Messzyklus.

### CAL DATA FLAG

Dieses Datenkennzeichen wird benutzt um die aktuellen Daten mit einer Kennung M zu versehen. Wenn das CAL DATA FLAG auf (ON) gesetzt ist werden die Daten in der aktuellen Messperiode mit M gekennzeichnet. Hiermit kann das Wartungspersonal eine Kennzeichnung geben das es am Gerät Wartungs- Einstellarbeiten wie zum Beispiel die Überprüfung der Luftdurchflussrate, einen Filterbandwechsel oder andere Routine Aufgaben durchgeführt wurden.

### TOGGLE FLG

Mit dieser Taste wird das Wartungskennzeichen in den aufgezeichneten Daten gesetzt. Wenn das Wartungskennzeichen gesetzt ist, dann zeigt der Bildschirm die Bezeichnung „CAL DATA FLAG ON“ schwarz hinterlegt und blinkend an.

### VOLT/ENG

Dieses Feld erlaubt dem Benutzer die Kanäle entweder mit den eingestellten Einheiten (ENG) oder aber als reine Spannungswerte (VOLT) zu sehen.

### F2

Diese Taste wird zur Anzeige des letzten vom BAM-1020 aufgenommenen Mittelwertes genutzt. Die Konzentration und der Luftstrom werden als Wert der letzten Stunde angezeigt, alle anderen Messungen sind die Mittelwerte der letzten Datenaufzeichnungsperiode (siehe MET SAMPLE Parameter Abschnitt 4.13). Der Bildschirm zur Mittelwertanzeige ist in Abbildung 31 gezeigt.

**Abbildung 31: Der (F2) Bildschirm zur Anzeige der letzten Mittelwerte**

11/15/2001				13:13:07
60 Min Avg Period			Last Avg	00:00
Conc	0.000 mg	Qtot		0.000 m3
1 no	0.000 V	2 no		0.000 V
3 no	0.000 V	4 no		0.000 V
5 no	0.000 V	5 AT		19.8 C
				EXIT

### F3

F3 zeigt die durch das BAM-1020 Gerät gespeicherten Fehlermeldungen an. Der Bildschirm der Fehlermeldungen wird in Abbildung 32 gezeigt.

**Abbildung 32: Der (F3) Bildschirm zur Anzeige der gespeicherten Fehlermeldungen**

11/15/2001				11:27:54
			FLOW	
NEXT	PREV	SELECT DAY		EXIT

**F4**

Die Datenrückruftaste wird genutzt um die Daten der letzten 10 Tage anzuzeigen.

**F5**

Durch die Taste wird der Transfer des Speicherinhaltes zum Speicher-Modul angestoßen. Lesen Sie dazu mehr im Abschnitt 7 und 8.

**F6**

Diese Taste hat bisher keine Funktion.

**5.3 Normalbetriebsmodus**

Wird das BAM-1020 Gerät auf den Normalbetriebsmodus (Operation Mode = ON) eingestellt, ist die Maschine solange im Betrieb bis sie angehalten wird. Der Befehl zum Anhalten kann entweder durch den Benutzer mittels setzen von (Operation Mode = OFF) gegeben werden, oder durch den Benutzer wenn die Optionen SETUP oder TEST gewählt wird während die Maschine noch im Normalbetriebsmodus ist oder aber durch einen Fehler des BAM-1020 der durch einen Neustart nicht behoben werden kann (wie z.B. einen Filterbandriss).

**5.4 Untermenü „Operate“**

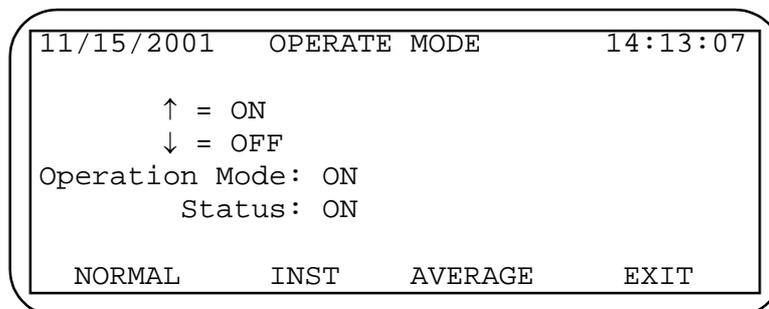
Um zum OPERATE Bildschirm zu gelangen bedienen Sie bitte den OPERATE soft-key im Hauptmenü.

Der OPERATE Bildschirm hat 4 Optionen, NORMAL ist der Standardbetriebs-Mode. INST wird genutzt um die BAM-1020 Kanäle und die zusätzlich aufgezeichneten Kanäle unverzüglich anzuzeigen. Die Option AVERAGE zeigt die Mittelwerte der aufgezeichneten Werte an. Des weiteren gibt es die EXIT Option.

Beim Einschalten des Gerätes oder nach Netzausfall ist der Operation Mode auf ON gesetzt. Um den Operations-Modus zu ändern betätigen Sie bitte die UP Taste für den ON und die DOWN Taste für den OFF Modus.

Der Operate Mode Bildschirm wird in der Abbildung 33 angezeigt.

**Abbildung 33: Das OPERATE MODE Menü**



## 5.5 Der „Normal“ Bildschirm

Dieser Bildschirm ermöglicht dem Benutzer die Überwachung des Geräteablaufs. Zu diesem Bildschirm gelangt man mit Hilfe des soft key NORMAL.

**Abbildung 34: Der Normal Mode Bildschirm**

11/15/2001	NORMAL MODE	11:27:54
LAST C: 0.060 mg/m <sup>3</sup>	Flow(STD) 16.7 LPM	
LAST m: 0.806 mg/cm <sup>2</sup>	PRESS: 00780 mmHg	
STATUS: SAMPLING		
		EXIT

### LAST C

Dieser Wert zeigt die zuletzt aufgezeichnete Konzentration, am Ende des Messzyklus wird der Wert jeweils erneuert.

### LAST m

Dies ist der neuste Referenz Membranwert. Der Wert sollte mit dem ABS Wert um  $\pm 5\%$  übereinstimmen. Ist die Differenz größer, wird ein **D** Fehler protokolliert.

### FLOW

Zeigt den die Luftdurchflussrate im Gerät an. Die Auswahl des (FLOW TYPE) Parameters (Siehe auch Abschnitt 4.14) steuert wie der Luftdurchfluss am Bildschirm angezeigt wird.

LPM steht für Liter Pro Minute und STD für Standard Konditionen

Anmerkung: In älteren Versionen der BAM-1020 wird der Begriff „VOLUMETRIC“ gleichbedeutend mit „ACTUAL“ verwendet. Beide Begriffe zeigen an, dass die Volumenstromregelung des Geräts auf Umgebungsbedingungen eingestellt ist.

**Tabelle 5: „Flow Type“ Einstellungen der Durchflussmessung**

Flow Type	Beschreibung
METERED	<p>Wählen Sie METERED wenn Ihr BAM mit einem Handventil zur Einstellung des Volumenstroms ausgestattet ist.</p> <p>Der Volumenstrom wird hier in U.S. EPA Standardkonditionen (25 C and 1013 hPa) berechnet.</p>
ACTUAL	<p>Wählen Sie ACTUAL wenn Ihr BAM mit der BX-961 Durchflussregeloption, und einem BX-592 Temperatursensor ausgerüstet ist.</p> <p>Der Volumenstrom (ACTUAL) wird dann in Umgebungsbedingungen (aktuelle Temperatur und Luftdruck) berechnet.</p> <p>Die Konzentration ist ebenfalls in mg/m<sup>3</sup> berechnet auf Umgebungsbedingungen.</p> <p>Der Volumenstrom wird hier auf Umgebungsbedingungen geregelt.</p>

STD	<p>Wählen Sie STD wenn Ihr BAM mit der BX-961 Durchflussregeloption ausgerüstet ist.</p> <p>Der Volumenstrom wird hier in U.S. EPA Standardkonditionen (25 C and 1013 hPa) berechnet.</p> <p>Die Konzentration ist ebenfalls auf die Standardkonditionen in mg/m<sup>3</sup> berechnet.</p> <p>Der Volumenstrom kann falls der BX-592 Temperatur Sensor installiert ist auf Umgebungsbedingungen geregelt werden. Ohne die Sensoroption wird der Volumenstrom hier stets auf Standardkonditionen geregelt.</p>
-----	--

#### PRESS

Zeigt den momentanen Luftdruck in mm-Hg an.

## 5.6 Der „INST“ Bildschirm zur Kontrolle der Momentanwerte

Dieser Bildschirm wird zur Beobachtung aller Kanäle die mit der BAM-1020 verbunden sein könnten genutzt. Die Werte, außer der Konzentration (Conc) und Luftstrom (Qtot), werden alle momentan gemessen. Der Conc Wert repräsentiert die Konzentration der letzten Periode. Die Qtot Angabe repräsentiert den gesamten Volumenstrom während der letzten Periode.

### CAL DATA FLAG

Dieses Datenkennzeichen wird benutzt um die aktuellen Daten mit einer Kennung M zu versehen. Wenn das CAL DATA FLAG auf (ON) gesetzt ist werden die Daten in der aktuellen Messperiode mit M gekennzeichnet. Hiermit kann das Wartungspersonal eine Kennzeichnung geben das es am Gerät Wartungs- Einstellarbeiten wie zum Beispiel die Überprüfung der Luftdurchflussrate, einen Filterbandwechsel oder andere Routine Aufgaben durchgeführt wurden.

### TOGGLE FLG

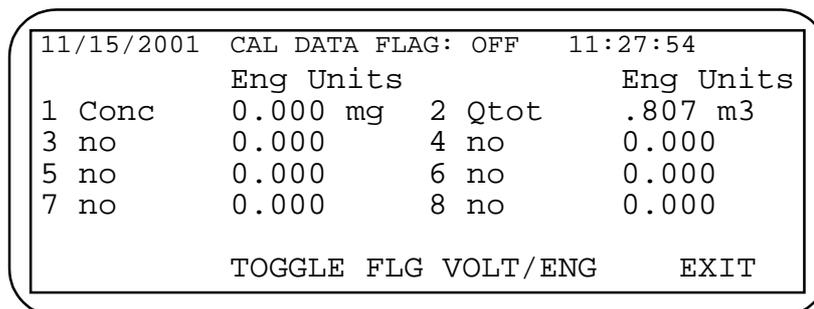
Mit dieser Taste wird das Wartungskennzeichen in den aufgezeichneten Daten gesetzt. Wenn das Wartungskennzeichen gesetzt ist, dann zeigt der Bildschirm die Bezeichnung „CAL DATA FLAG ON“ schwarz hinterlegt und blinkend an.

### VOLT/ENG

Dieses Feld erlaubt dem Benutzer die Kanäle entweder mit den eingestellten Einheiten (ENG) oder aber als reine Spannungswerte (VOLT) zu sehen.

Der „Inst“ Bildschirm ist in Abbildung 35 zu sehen.

**Abbildung 35: Der „Inst“ Bildschirm**



11/15/2001	CAL DATA FLAG: OFF	11:27:54
	Eng Units	Eng Units
1 Conc	0.000 mg	2 Qtot .807 m3
3 no	0.000	4 no 0.000
5 no	0.000	6 no 0.000
7 no	0.000	8 no 0.000
	TOGGLE FLG	VOLT/ENG EXIT

### 5.7 Der „Average“ Bildschirm zur Anzeige der letzten Mittelwerte

Dieser Bildschirm wird zur Anzeige der letzten vom BAM-1020 aufgenommenen Mittelwerte genutzt. Der Conc Wert repräsentiert die Konzentration und die Qtot Angabe den gesamten Volumenstrom während des letzten Messzyklus. Alle anderen Messwerte sind die Mittelwerte der letzten Datenaufzeichnungsperiode. Der Zeitraum für die Mittelwertbildung ist in 2. Zeile der Anzeige angegeben. Um die Datenaufzeichnungsperiode zu ändern lesen sie bitte den Abschnitt 4.13.

Der Bildschirm zur Mittelwertanzeige in Abbildung 36 gezeigt.

**Abbildung 36: Der „Average“ Bildschirm**

```
11/15/2001                               11:27:54
60 Min Avg Period                         Last Avg
1-Conc      0.000 mg      2 Qtot         .807 m3
3 no        0.000        4 no          0.000
5 no        0.000        6 no          0.000
7 no        0.000        8 no          0.000

                                           EXIT
```

## **6 KALIBRIERUNG**

### **6.1 Werkskalibrierung**

Met One Instruments verfügt über eine komplette Testeinrichtung zur Kalibrierung aller Partikelinstrumente. Jedes Instrument wird entsprechend nachweisbarer Standards getestet und dann an einer Bestäubungstesteinrichtung zusammen mit einem Referenzgerät in Betrieb genommen. Die Testergebnisse werden als Daten Punkte für die Datenregression und die letztendliche Kalibration genutzt. Um die Konformität während der Testperiode sicherzustellen wird auch der eingebaute Membran Kalibrator getestet.

Ein eingebautes Gerät wird sowohl einen stündlichen Diagnostik Test als auch Tests für die korrekte Funktion aller Komponenten durchführen. Eine Kalibrierung der Luftdurchsatzes im Feld wird je nach Saison durchgeführt.

### **6.2 Automatische Kalibrierüberprüfung**

Die BAM-1020 hat eine eingebaute Referenz Membran. Die Membran wird automatisch in das Messvolumen eingeschoben um die Masse der Membrane zu jeder Stunde bzw. nach jedem Filterwechsel zu bestimmen. Für jede Membran wurde vorab im Herstellerwerk eine charakteristische Masse bestimmt und im BAM-1020 gespeichert. Wenn die stündliche Referenz Membran Kalibrierung abläuft wird der neu errechnete Wert mit dem werksseitig gespeicherten Wert verglichen um einen ordnungsgemäßen Messablauf zu gewährleisten. Die Membran darf während der normalen Messung nicht eingefahren sein. Sollte das Instrument eine Abweichung von dem gespeicherten Wert feststellen die außerhalb der Spezifikation liegt wird ein Fehler protokolliert und die Daten werden markiert.

Eine Nullmessung wird zu Beginn und zum Ende eines jeden Messzyklus auf einem frischen Filterfleck durchgeführt um die Stabilität des Meßsystems zu gewährleisten.

Die Nullmessung wird auf demselben Filterfleck durchgeführt und zeigt die Fähigkeit des Systems einen konstanten Messwert (Null) zu erzeugen wenn kein Staub gesammelt wurde. Überschreitet der Unterschied der beiden Messwerte ein vorher festgelegtes Limit wird eine Fehlermeldung im Fehlerprotokoll gezeigt und die digitalen Werte werden markiert.

### **6.3 Kalibrierung der Luftdurchsatzmessung im Feldeinsatz**

Das BAM-1020 kennt drei Arten der Luftdurchsatzregelung – Manuell fest eingestellt, geregelt auf Normbedingungen oder auf Umgebungsbedingungen. Der manuell fest eingestellte Volumenstrom wird in EPA Norm Konditionen angegeben (298 Kelvin und 1013.25 hPa, bzw. 760 mmHg) es ist keine Flowregelung nötig. Bei der Regelung auf Umgebungsbedingungen wird der Volumenstrom so geregelt, dass er für die jeweiligen Umgebungsbedingungen dem Sollwert entspricht. Bei der Regelung auf Normbedingungen wird der Volumenstrom bezogen auf die Standardbedingungen (298 Kelvin und 1013.25

hPa) konstant auf dem Sollwert gehalten. Eine Kalibrierung der verschiedenen Regelungsarten erfordert jeweils spezielle Messgeräte und Test Abläufe.

Um die Art der Volumestromregelung des BAM's zu bestimmen, navigieren Sie zu dem Kalibrations Bildschirm (SETUP>CALIBRATE). Ein Passwort muss eingegeben werden, siehe Abschnitt 4.17. Dieser Bildschirm zeigt den Wert der FLOW TYPE Variablen entweder METERED, STANDARD oder ACTUAL. Wählen Sie Schritt **A** für die Kalibrierung der METERED und STANDARD Regelung und Schritt **B** für die der ACTUAL Regelung.

- A. METERED oder festeingestellter Volumenstrom erfordert ein Referenz Volumenstrommessgerät mit einem Anschlussadapter. Met One empfiehlt die BIOS<sup>®</sup> Geräte oder den Kauf der BX-307 Option. Ein Referenz Temperaturmessgerät wird benötigt um die Umgebungstemperatur zu messen.
1. Notieren Sie folgende Werte mit ausgeschalteter Vakuum Pumpe:  
 $T_{\text{ambient}} (T_a)$  \_\_\_\_\_ Kelvin. (Referenz Temperaturmessgerät)  
 $P_{\text{ambient}} (P_a)$  \_\_\_\_\_ mm-Hg (BAM OPERATE>NORMAL Bildschirm)
  2. Im SETUP>CALIBRATE Bildschirm muss jeweils  $C_v$  und  $Q_0$  auf 1.000 und 0.000 eingestellt werden.
  3. Transportieren Sie das Filterband auf einen frischen Filterfleck. Entfernen Sie den Vakuumschlauch der Pumpe von der Rückseite des BAM-1020. Im TEST>PUMP Bildschirm schalten Sie die Pumpe an.  
**ANMERKUNG:** Es sollte keine Luft durch das BAM-1020 fließen. Notieren Sie den angezeigten Volumenstrom:  
 $\text{Zero flow } (Z_f)$  \_\_\_\_\_ LPM.
  4. Im SETUP>CALIBRATE Bildschirm stellen Sie den  $Q_0$  Wert gleich dem negativen Null Wert  $Z_f$  ein. Testen Sie den Luftstrom nun wie oben beschrieben und stellen Sie sicher dass der angezeigte Messwert nun  $0 \pm 0.10$  LPM ist.
  5. Der Vakuumschlauch der Pumpe muss nun wieder angeschlossen werden.
  6. Entfernen Sie den  $PM_{10}$  Lufterlasskopf und legen Sie diesen beiseite.
  7. Befestigen Sie den Anschlussadapter für das Volumenstrommessgerät anstelle des  $PM_{10}$  Kopfes. Verbinden Sie das Referenz Volumenstrommessgerät mit dem Schlauchanschlußstutzen des Adapters.
  8. Benutzen Sie nun das Referenz Volumenstrommessgerät und notieren Sie den gemessenen Volumenstrom nachdem die Pumpe etwa 5 Minuten gelaufen ist. Gleichzeitig notieren sie auch den vom BAM-1020 gemessenen Volumenstrom des TEST>PUMP Bildschirms.  
Audit ( $Q_a$ ) \_\_\_\_\_ LPM (Aufgenommen von Referenz)  
BAM ( $Q_b$ ) \_\_\_\_\_ LPM (Aufgenommen vom BAM Bildschirm)
  9. Wenn das Referenzgerät in Umgebungsbedingungen anzeigt konvertieren Sie die Anzeige zu Normbedingungen mit folgender Formel:

$$Q_s = Q_a * (P_a / T_a) * (298 / 760)$$

10. Berechnen Sie  $C_v$  und  $Q_o$ :

$$C_v = Q_s / Q_b$$

$$Q_o = -C_v * Z_f$$

11. Stellen Sie die im Schritt 10 ermittelten Werte  $C_v$  und  $Q_o$  im Kalibrations Einschalt SETUP>CALIBRATE Bildschirm ein.
12. Schalten Sie die Pumpe ein und vergleichen Sie die Werte  $Q_s$  und  $Q_b$  wie im Schritt 8 bis 10 beschrieben. Diese sollten nicht mehr als 1 % voneinander abweichen. Sollte der Abstand größer sein wiederholen Sie bitte von Schritt 1 an.
13. Stellen Sie mit Hilfe des Handregelventils Rückseite des BAM den Volumenstrom so ein, dass die Anzeige 17.5 L/Minute zeigt. Dieser Wert entspricht der Spezifikation des PM-10 Vorabscheiders und ermöglicht eine höhere Filterbeladung bei hoher Staubkonzentration. In manchen Fällen kann dieser Volumenstrom auch direkt auf den Sollwert von 16.7 lpm eingestellt werden. Es ist empfehlenswert sich vom Hersteller beraten zu lassen sollten andere Einstellungen genutzt werden.

- B. Kalibrierung für ACTUAL oder Regelung auf Umgebungsbedingungen erfordert ein Referenz Volumenstrommessgerät mit einem Anschlussadapter BX-305. Eine vollständige Liste der BAM Optionen finden Sie im Abschnitt 10.3.3. Met One empfiehlt die BIOS<sup>®</sup> Messgeräte oder die BX-307 Option zu kaufen.
- Anmerkung:** Dieser Bildschirm ist verfügbar im Test Menü wenn der ACTUAL Parameter im SETUP>CALIBRATE Bildschirm ausgewählt wurde. **Anmerkung:** Ältere Versionen der BAM-1020 nutzen den Parameter VOLUMETRIC synonym mit ACTUAL. Das BAM muss außerdem mit einer Volumenstromregelung BX-961 ausgestattet sein. Ein Model 592 Temperatur Sensor muss mit dem BAM an der Rückseite an Kanal 6 angeschlossen sein. Siehe die Sensor Anschlüsse in Abbildung 61 des Anhangs F.

**Abbildung 37: Volumetric Flow Kalibrier Bildschirm**

ACTUAL FLOW CALIBRATION MODE			
F1=RESTORE DEFAULT			
	BAM	REFERENCE	
AMBIENT TEMPERATURE:	21.8C	21.8C	
BAROMETRIC PRESSURE:	737mmHg	737mmHg	
VOLUMETRIC FLOWRATE:	0.0l/min	16.7l/min	
ADJUST/SAVE	NEXT	PUMP ON	EXIT

Um eine Volumenstromkalibrierung ausführen zu können wird ein Referenztemperatur, -Druck und ein -Volumenstrommessgerät gebraucht. Dann folgen Sie den Schritten 1 – 4.

1. Korrigieren Sie zuerst die BAM Umgebungs-Temperatur Messung. Mit Hilfe des Referenz Temperatur Sensors messen sie die Temperatur am PM10 Kopf. Geben Sie die extern gemessene Referenz Temperatur im Feld REFERENCE ein. Drücken Sie auf die ADJUST/SAVE Taste um die BAM Umgebungs-Temperatur zu korrigieren. Die BAM Anzeige soll nun mit dem Referenz Wert übereinstimmen.
2. Drücken Sie die NEXT Taste und wiederholen Sie nun die Schritte von Punkt 1 für den Luftdruck.
3. Nachdem die Temperatur und der Luftdruck korrekt sind entfernen Sie den PM10 Kopf (und sofern installiert auch den PM2.5 SCC) und schließen Sie den Anschlussadapter (BX-305) mit dem Referenz Volumenstrommessgerät am Probenahmerohr an. Auf dem BAM-1020 LCD drücken Sie auf den PUMP ON Schalter. Nachdem sich der Volumenstrom stabilisiert hat (nach 5 Minuten Minimum) vergleichen Sie den angezeigten Volumenstrom mit dem am Probenahmerohr angeschlossenen Referenz Volumenstrommessgerät. Geben Sie den Referenzwert nun in das Referenzfeld ein. Stimmen der BAM Volumenstromwert nicht mit dem Referenzwert überein korrigieren Sie die BAM Messung mit Hilfe der ADJUST/SAVE Taste.
4. Wiederholen Sie Schritt 3 solange bis die Referenzmessung und der BAM Wert um nicht mehr als 1% voneinander abweichen.

## 6.4 Periodisches Setzen des Luftdurchsatzes per Hand

Dieses Verfahren wird für die BAM's genutzt, die nicht mit einer automatischen Regelung Luftdurchsatzes (BX 961) ausgestattet sind. Diese Geräte haben ein manuell einstellbares Luftdurchsatzventil an der Rückseite des BAM.

1. Messen Sie die Umgebungs-Temperatur in der Nähe des PM<sub>10</sub> Kopfes um ca. 16:00 Uhr (außerhalb des Gehäuses des BAM-1020). Konvertieren sie den Temperaturmesswert in Kelvin: für Celsius addieren Sie 273.15; für Fahrenheit nehmen Sie (Fahrenheit -32)\*.556 + 273.15. Bitte als Temperatur (Temp) speichern.
2. Stellen Sie sicher dass die BAM-1020 auf Pumpen Test Mode eingestellt ist und die Pumpe selbst ausgeschaltet ist. Es wird eine Meldung namens *PRESSURE* erscheinen. Dieser Messwert entspricht dem Luftdruck wenn die Pumpe ausgeschaltet ist. Bitte als Druck (Press) speichern.
3. Nun wird ein Volumen Korrektur Wert mit der folgenden Formel berechnet:

$$V = (\text{Temp} / \text{Press}) * 62.4$$

4. Dividiere V durch 24.47 um das Verhältnis des EPA Durchsatz zum Umgebungsdurchsatz zu ermitteln und speichern Sie den Wert als Calnum.
5. Schließen Sie die Bestäubungskammer, schalten Sie die Pumpe ein und für mindestens 10 Minuten warten. Danach dividieren Sie den angezeigten Luftdurchsatzwert durch Calnum.
6. Lokalisieren Sie das Durchsatzventil v1 auf der Rückseite der BAM-1020. Stellen Sie den angezeigten Durchsatzwert auf 17.5/Calnum ein.

Beispiel:

1. Temp. = 300 Kelvin
  2. Pressure = 710 mmHg
  3.  $V = (300/710) * 62.4$   
= 26.4
  4. Calnum = 26.4/24.47  
= 1.08
  5. Adjusted flow = 17.5 / 1.08  
= 16.2 LPM
5. Mit Hilfe des Ventils V1 solange den Wert anpassen bis der Wert des Luftdurchsatzes der BAM 16.2 LPM entspricht.

Wird dieses Verfahren genutzt sollte diese Einstellung bei jedem Wechsel des Filterbandes stattfinden, wenigstens aber alle 2 Monate.

## 7 INSTRUMENT DIAGNOSE

### 7.1 Allgemein

Das BAM-1020 stellt manuelle Funktionen zur Verfügung welche zur Unterstützung bei der Fehlersuche helfen einzelne Subsysteme oder Komponenten zu testen.

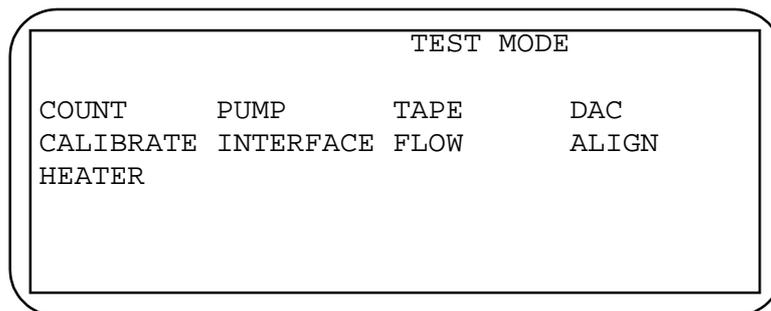
**WARNUNG:** Test bitte nicht während des normalen Ablaufs durchführen. Sofern das Gerät im Operations- Modus ist würde ein Testablauf den Normalbetrieb unterbrechen. Es ist empfehlenswert vor einem Testlauf die gegenwärtige Messung vollständig abzuwarten bis die Pumpe ausgeschaltet ist die letzte Konzentration angezeigt wird.

### 7.2 Test Hauptmenü

Über das Test Hauptmenü gelangt man zu 8 verschiedenen Testmöglichkeiten.

Abbildung 38 wird das Test Hauptmenü angezeigt.

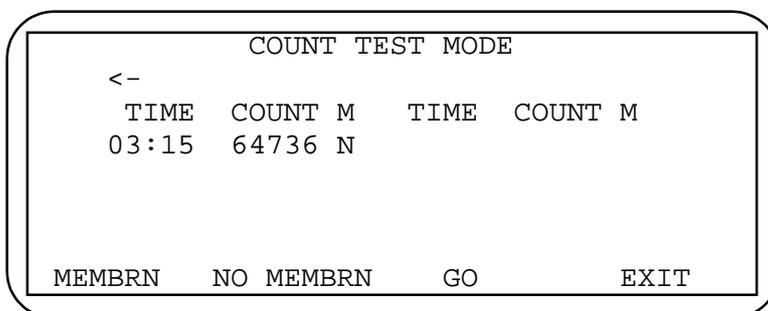
**Abbildung 38: Test Menü**



### 7.3 Untermenü „Count Test“ zum Testen der Zählraten

Der Zählraten Test ermöglicht den Detektor und die Beta Quelle separat von allen anderen mechanischen Bewegungen oder Luftdurchflussfunktionen zu testen. Das Zählen kann entweder mit oder ohne Membran durchgeführt werden. Der Benutzer kann mit dem Filterpapier allein oder auch zusätzlich mit der Referenz Membrane testen. Die einzelnen Zählraten werden gespeichert und angezeigt bis zu maximal 6 Messungen dann werden diese wieder überschrieben. Der Zähltest Bildschirm zeigt die Betadetektor Zählrate im sekudentakt während einer Zählperiode (normalerweise 4 Minuten) an. Diese Daten werden nicht gespeichert. Der Referenz Membran kann zwischen den Tests entweder vollständig aus oder eingefahren werden. Das Menü des Zählraten Tests wird in Abbildung 39 gezeigt.

**Abbildung 39: Der Count Test Bildschirm**



**<-** zeigt an Membran ausgefahren.

**->** zeigt an Membran eingefahren.

**TIME** Gibt die Startzeit des Tests an.

**COUNT** Nennt die Gesamtzählrate einer Messung während einer 4 Minuten Periode an.

**Y** oder **N** Zeigt an Membran war eingefahren (Y) oder die Membran war nicht eingefahren (N).

**MEMBRN** Referenz Membran einfahren.

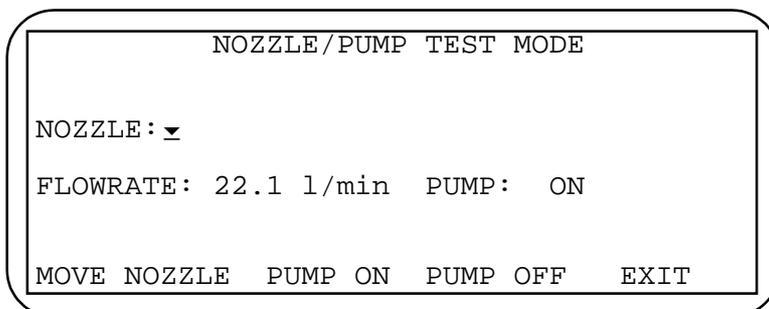
**NO MEMBRN** Referenz Membran ausfahren.

**GO** Startet den Zähltest unmittelbar. Am Ende der Periode hält der Zähler an. Der Benutzer muss entscheiden ob er eine neue Zähl Periode beginnen möchte oder nicht.

## 7.4 Untermenü „Pump“ zum Testen der Pumpe und der Bestäubungskammer

Dieser Test untersucht die Komponenten des Luftdurchfluss Systems. Der Pump Test Bildschirm ist in Abbildung 40 zu sehen.

**Abbildung 40: Der Pump Test Bildschirm**



**NOZZLE:** Bestäubungskammer Status; offen (▲) oder geschlossen (▼).

**PUMP:** Pumpen Status; ON oder OFF.

**FLOWRATE:** Volumenstrom Wert wird angezeigt in Liter/Minute.

**MOVE NOZZLE** Diese Funktionstaste bewegt die Bestäubungskammer nach oben oder unten. Dieser Test erlaubt eine ordnungsgemäße Bestäubungskammer Bewegung. Die gesamte Ablaufzeit ist ca. 5 Sekunden. Ist die Pumpe eingeschaltet kann die Funktion nicht durchgeführt werden.

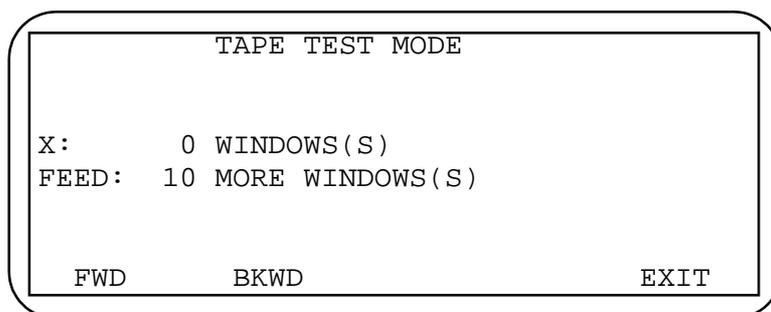
**PUMP ON** Diese Funktion wird die Bestäubungskammer nach unten bewegen und die Vakuum Pumpe einschalten.

**PUMP OFF** Diese Funktion wird die Pumpe ausschalten.

## 7.5 Untermenü „Tape“ zum Testen des Filterbandtransports

Die Filterbandbewegungs- Tests erlauben eine halbautomatische Steuerung des Filterbandtransportes, entweder vor- oder rückwärts, in definierten 12.5 mm Schritten („windows“). Der Tape Bildschirm ist in Abbildung 41 angezeigt.

**Abbildung 41: Der Tape Test Bildschirm**



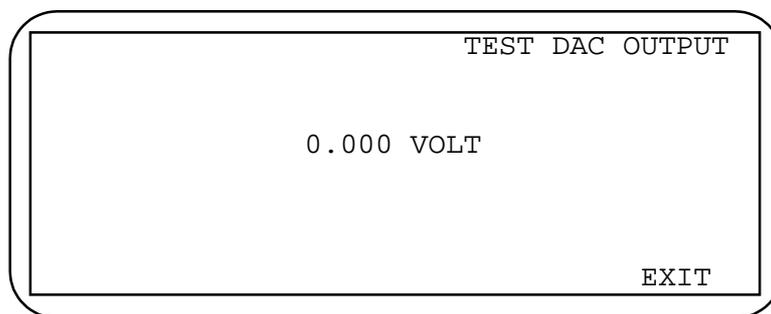
- X: Zeigt die Anzahl der Schritte an die sich der Transport bewegt hat. Die Rückwärts Bewegungen werden als negative Zahl angegeben (-).
- FEED: Ein einstellbarer Wert der zu bewegenden Anzahl von Schritten. Nutzen sie die Pfeiltasten um den Wert innerhalb der Spanne 1-10 zu ändern.
- FWD Diese Funktion bewegt das Filterband vor um die FEED Anzahl der Fenster.
- BWD Diese Funktion bewegt das Filterband zurück um die FEED Anzahl der Fenster.

## 7.6 Untermenü „DAC“ zum Testen des Analogausgangs

Der DAC Test ermöglicht einen einfachen Weg die Konvertierungselektronik von digital auf analog zu prüfen. Darüber hinaus wird die korrekte Einstellung des angeschlossenen Datenaufzeichnungsgerätes geprüft. Am Bildschirm wird eine über die Tastatur einstellbare Spannung angezeigt welche der DAC nun auf der Rückseite über den Analogausgang ausgibt.

Anmerkung: Mit den Pfeiltasten kann man die Werte ändern. Up/Dn ändert die Spannung in Millivolt Schritten. Die linke Pfeiltaste stellt die Ausgabe auf Null. Die rechte Pfeiltaste stellt die Ausgabe auf Vollausschlag. Die DAC Test Bildschirm wird in Abbildung 42 angezeigt.

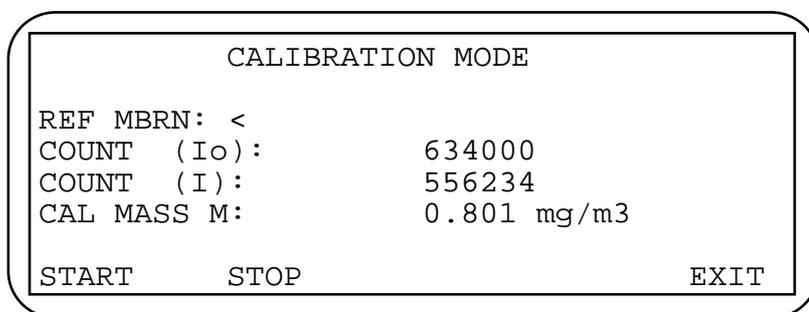
**Abbildung 42: Der DAC Test Bildschirm**



## 7.7 Untermenü „Calibrate“ zum Testen der Referenzmembran Kalibrierung

Der Kalibrier Test Mode ermöglicht dem Benutzer eine Überprüfung der Referenz Membran Berechnung durchzuführen die automatisch während jeder Sammelperiode durchgeführt wird. Der gleiche Test kann auch im Zähl Test Menü ausgeführt werden dann jedoch ohne die Massen Dichte Berechnung. Der Kalibrier Test zeigt 2 Betazählraten an, eine mit und eine ohne Referenz Membran. Jedes BAM-1020 hat eine individuell gewogene Referenz Membran. Dieser Wert ist im Anhang B als der ABS Wert angegeben. Der berechnete Wert dieses Verfahrens sollte nicht mehr als 5 % vom ABS Wert im Anhang B abweichen. Der hier berechnete Wert wird nicht gespeichert. Die Gesamtlaufzeit ist ca. 8.1 Minuten. Das Kalibrier Test Menü ist in Abbildung 43 angezeigt.

**Abbildung 43: Kalibrier Test Menü**



REF MBRN (Referenz Membrane)

- <- Zeigt eine ausgefahrene Referenz Membrane an.
- > Gibt an dass die Membran sich im Messvolumen befindet.

COUNT (I<sub>0</sub>)

Angabe der Gesamtzählrate des Filterflecks während einer 4 Minuten Messung.

COUNT (I)

Angabe der Gesamtzählrate desselben Filterfleckes einer 4 Minuten Messung aber mit einer installierten Membran.

CAL MASS M (Calibration Mass)

Berechneter Wert der Membran basierend auf gemessenen Zählraten.

START

Startet den Kalibrierungs- Zyklus, die Messung wird unmittelbar beginnen. Nach 4 Minuten Zählen von I<sub>0</sub> wird die Membran eingefahren und die Zählung von I wird gestartet. Am Ende des Zyklus wird das Zählen angehalten und die Massendichte der Membran berechnet.

## 7.8 Untermenü „Interface“ zum Testen der digitalen Ein/Ausgänge

Die Ein/Ausgänge können mit Hilfe der in Abbildung 7 gezeigten Funktionen getestet werden.

**Abbildung 44: Der Test Interface Bildschirm**

```
TEST INTERFACE
<---INPUTS--->
FAULT:      OFF      RESET:      OFF
<---RELAYS--->
TAPE BREAK: OFF      FLOW ERROR:  OFF
DATA ERROR: OFF      MAINTENANCE: OFF
RANGE:      OFF
EXIT
```

### FAULT

Zeigt den Wert des TELEMETRY FAULT Eingangs an, OFF ist normal.

### RESET

Zeigt den Wert des EXTERNAL RESET an, OFF ist normal.

### TAPE BREAK

Testet das TAPE BREAK Relais, welches durch die Bewegung der „Up“ Pfeiltaste aktiviert werden kann. Wenn man den Bildschirm wieder verlässt wird das Relais ausgeschaltet.

### FLOW ERROR

Testet das FLOW ERROR Relais, welches durch die Bewegung der „Up“ Pfeiltaste aktiviert werden kann. Wenn man den Bildschirm wieder verlässt wird das Relais ausgeschaltet.

### DATA ERROR

Testet das DATA ERROR Relais, welches durch die Bewegung der „Up“ Pfeiltaste aktiviert werden kann. Wenn man den Bildschirm wieder verlässt wird das Relais ausgeschaltet.

### MAINTENANCE

Testet das MAINTANANCE Relais, welches durch die Bewegung der „Up“ Pfeiltaste aktiviert werden kann. Wenn man den Bildschirm wieder verlässt wird das Relais ausgeschaltet.

### RANGE

Wird für die BAM-1020 Geräte nicht genutzt.

## 7.9 Untermenü „Flow“ zur Kalibrierung des Volumenstroms

Dieser Bildschirm wird genutzt zur Überprüfung und Kalibrierung des Luftvolumenstroms des BAM-1020. Das BAM kann Temperatur, Druck und Volumenstrommessungen von externen Prüfgeräten zur Kalibrierung verwenden. Der Volumenstrom Kalibrierungs-Bildschirm wird in Abbildung 45 gezeigt.

**Anmerkung:** Dieser Bildschirm steht im Testmenü zur Verfügung wenn die Volumenstromart aus dem SETUP>CALIBRATE Bildschirm gewählt wurde. Die BAM muss mit einer Volumenstrom Hardware BX-961 ausgestattet sein. Ein Model 592 Temperatur Sensor muss mit dem Kanal 6 auf der Rückseite verbunden sein. Sehen Sie die Abbildung 61 im Anhang F zu dem Sensoranschluss.

**Abbildung 45: Volumetric Flow Calibration Bildschirm**

ACTUAL FLOW CALIBRATION MODE			
F1=RESTORE DEFAULT			
	BAM	REFERENCE	
AMBIENT TEMPERATURE:	21.8C	21.8C	
BAROMETRIC PRESSURE:	737mmHg	737mmHg	
VOLUMETRIC FLOWRATE:	0.0l/min	16.7l/min	
ADJUST/SAVE	NEXT	PUMP ON	EXIT

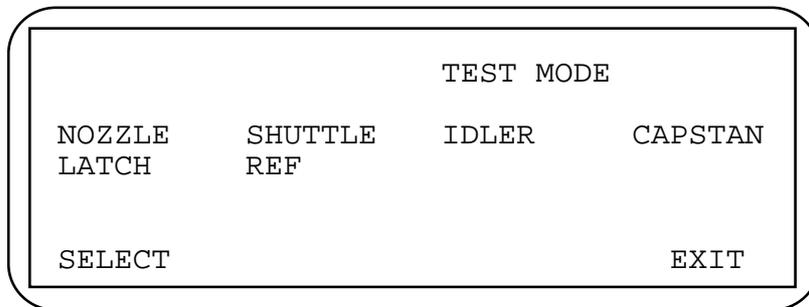
Um eine Volumenstromprüfung ausführen zu können wird ein Referenztemperatur-, Druck- und ein Volumenstrommessgerät gebraucht. Dann folgen Sie den Schritten 1 – 4.

1. Korrigieren Sie zuerst die BAM Umgebungs-Temperatur Messung. Mit Hilfe des Referenz Temperatursensors messen sie die Temperatur am PM10 Kopf. Geben Sie die extern gemessene Referenz Temperatur im REFERENCE Feld ein. Drücken Sie auf die ADJUST/SAVE Taste um die BAM Umgebungs-Temperatur zu korrigieren. Der BAM soll nun mit dem Referenz Wert übereinstimmen
2. Drücken Sie die NEXT Taste und wiederholen Sie die Schritte von Punkt 1 um den Luftdruck zu ermitteln
3. Nachdem der Temperatur und der Luftdrucksensor korrekt eingestellt ist entfernen Sie den PM10 Kopf (und sofern installiert auch den PM2.5 SCC) und verbinden Sie den Anschlussadapter (BX-305) mit dem Referenz Volumenstrommessgerät und setzen Sie den Adapter auf das Probenahmerohr. Auf dem BAM-1020 LCD drücken Sie nun auf den PUMP ON Schalter. Nachdem sich die Volumenstromrate stabilisiert hat (nach 5 Minuten Minimum) vergleichen Sie die gemessene Volumenstromrate mit dem am BAM-1020 angeschlossenen Referenz Volumenstrommessgerät. Geben Sie den Referenzmesswert in das Referenzfeld ein. Stimmt der BAM Volumenstrom Wert nicht mit dem Referenz Wert überein korrigieren Sie die BAM Messung mit Hilfe der ADJUST/SAVE Taste.
4. Wiederholen Sie Schritt 3 solange bis die Referenz Volumenstrommessung vom BAM Volumenstrom um nicht mehr als 1% abweicht.

### 7.10 Untermenü „ALIGN“ zum Testen aller Motorbewegungen

Dieser Bildschirm wird zur Überprüfung des Filterbandtransportes, der Referenz Membran und des Bestäubungskammer Mechanismus des BAM- 1020 genutzt. Das Abgleich/Test Mode Menü ist in Abbildung 46 zu sehen.

**Abbildung 46: Das Alignment Test Menü**



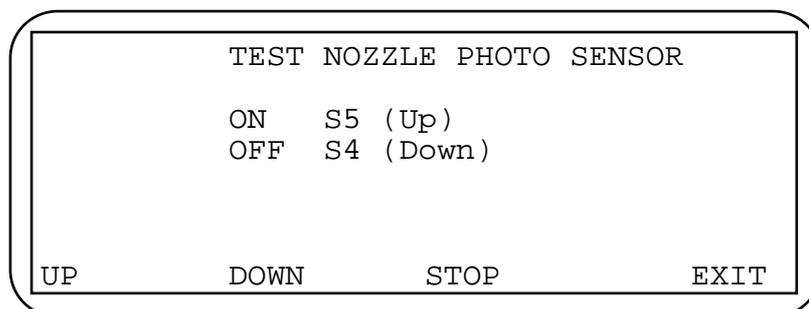
Dieses ist das Hauptmenü des „Alignment“ Test Modus. Es verzweigt in 6 verschiedene individuelle Testmenüs, welche die BAM-1020 Motorbewegungen und die jeweils zugehörigen Photosensoren testen. Diese Tests werden zwar hauptsächlich vom Werk für die mechanischen Einstellungen der BAM Geräte genutzt. Sie können aber auch hilfreich bei der Fehlersuche sein.

ANMERKUNG: Diese Tests haben keine automatische Motorabschaltung oder Fehlermeldungen. Um einen Filterbandriss zu vermeiden sollte man es entfernen.

#### TEST BESTÄUBUNGSKAMMER PHOTO SENSOR - FACTORY DIAGNOSTIC

Der Test Bestäubungskammer Photo Sensor Factory Diagnostik Bildschirm ist in Abbildung 47 zu sehen.

**Abbildung 47: Test der Bestäubungskammer Photosensoren**

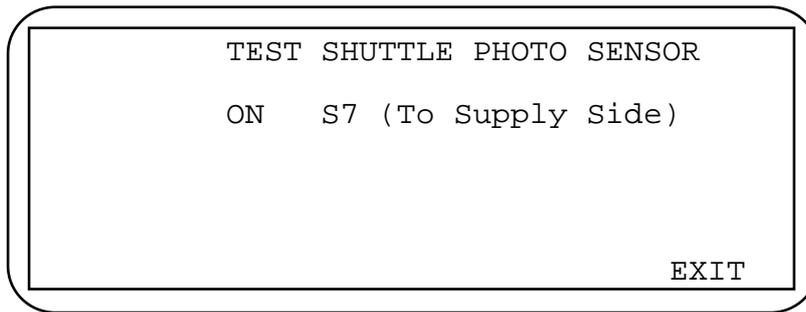


Dieser Test erlaubt dem Benutzer mit den Tasten 'Up' und 'Down' den Bestäubungskammermotor einzuschalten und die Sensoren S4 und S5 zu testen.

#### TEST SHUTTLE PHOTO SENSOR – FABRIK DIAGNOSE

Der Test Shuttle Photo Sensor Fabrik Diagnose Bildschirm ist Abbildung 48 zu sehen.

### Abbildung 48: Test des Shuttle Photosensor

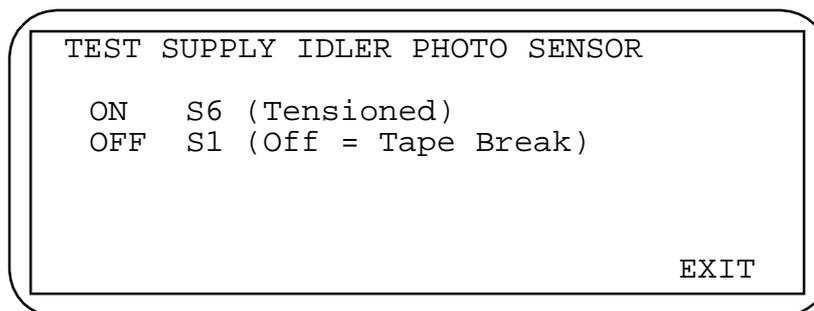


Dieser Test erlaubt dem Benutzer den Filterbandtransport „Shuttle“ Sensor durch die Anzeige des S7 Ausgangs zu testen. Hier gibt es keine Motorsteuerung, für diesen Test muss man den Shuttle an den Transportrollen manuell bewegen.

### TEST DES PHOTOSENSORS DER VORRATSSPANNROLLE - FACTORY DIAGNOSTIC

Der Test Bildschirm ist in Abbildung 49 gezeigt.

### Abbildung 49: Test des Photosensors der Vorratsspannrolle

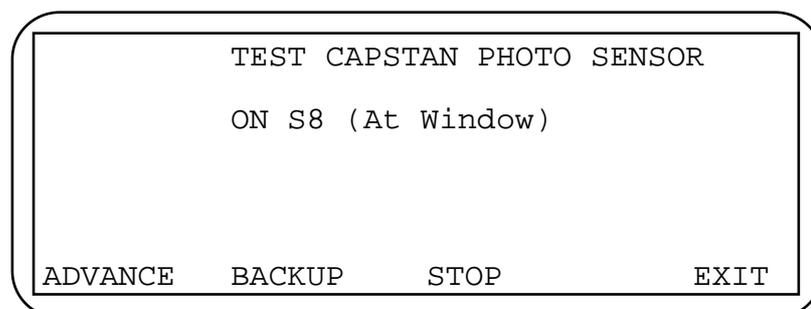


Mit diesem Test kann man den Sensor der Vorratsspannrolle manuell testen indem man die Vorratsspannrolle vorsichtig hin und herbewegt.

### TEST DES PHOTOSENSORS DER TRANSPORTWALZE - FACTORY DIAGNOSTIC

Der Test zugehörige Factory Diagnostik Bildschirm ist in Abbildung 50 gezeigt.

### Abbildung 50: Test des Photosensors der Transportwalze

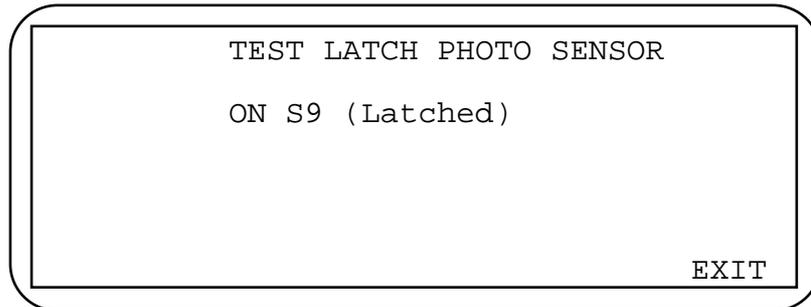


Mit diesem Test wird die Transportwalze die die Bewegung des Bandes kontrolliert geprüft, ohne dass die Motoren der Vorratsrolle und der Aufwickelrolle arbeiten. Mit der Tastatursteuerung ist ein Transport in beide Richtungen ist möglich.

## TEST DES SICHERUNGSHEBEL PHOTOSENSORS - FACTORY DIAGNOSTIC

Der Sicherungshebel Photosensor Factory Diagnostik Bildschirm ist in Abbildung 51 gezeigt.

**Abbildung 51: Test des Sicherungshebel Photosensors**

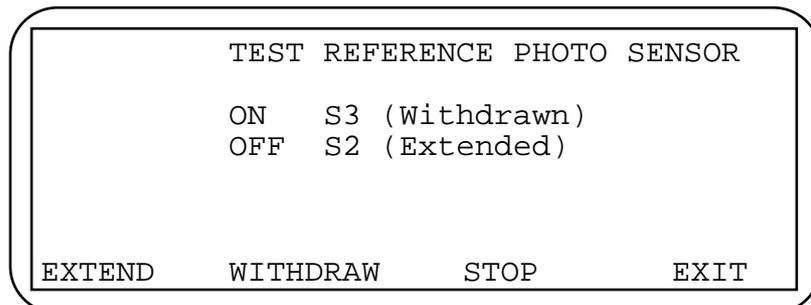


Bei diesem Test müssen Sie die Gummitransportwalzen anheben und mit dem Sicherungshebel arretieren. Der Schaltzustand sollte sich dann wie in Abb. 51 in (on) ändern. Wenn sie den Hebel wieder öffnen sollte off angezeigt werden.

## TEST DES SENSORS DER REFERENZMEMBRAN - FACTORY DIAGNOSTIC

Der Test Bildschirm ist in Abbildung 52 gezeigt.

**Abbildung 52: Test des Sensors der Referenz Membran**



Mit diesem Test werden die 'Extended' und 'Withdrawn' Membransensoren durch die Aktivierung des nun tastaturgesteuerten Referenz Membran Motor überprüft. EXTEND wird versuchen die Referenz Membran soweit wie möglich einzufahren. WITHDRAW wird versuchen die Referenz Membran soweit wie möglich zurückzuziehen. STOP schaltet den Motor aus.

### **7.11 Untermenü „HEATER“ zum Testen der Probenahmeheizung**

Dieser Test überprüft die Filter RH und die Filtertemperatur Sensoren der Smart Probenahmeheizung (BX-827/BX-830).

Das HEATER Menü ist in Abbildung 53 abgebildet.

**Abbildung 53: Der HEATER Bildschirm - RH**

```
Heater Test

Calibration: RH
Pt  BAM      Ref      Save
1  xxx.x    xxx.x    xxx.x %      Save(F1)
2  xxx.x    xxx.x    xxx.x %      Save(F4)

Calibrate Heater ON      Default      Exit
```

Dieser Bildschirm ist zur Kontrolle und Einstellung des Filter RH Sensors. Der Bildschirm für den Filtertemperatursensor ist unten gezeigt.

**Abbildung 54: Der HEATER Bildschirm - Temperatur**

```
Heater Test

Calibration: Temperature
Pt  BAM      Ref      Save
1  xxx.x    xxx.x    xxx.x C      Save(F1)
2  xxx.x    xxx.x    xxx.x C      Save(F4)

Calibrate Heater ON      Default      Exit
```

Diese Bildschirme werden zur Kontrolle und Kalibrierung der Filter Sensoren genutzt.

Calibration: Wähle den Sensor zur Kalibrierung (RH oder Temperatur) mit den Pfeiltasten aus.

PT: Abkürzung für Punkt. Jeder Sensor kann an zwei Punkten kalibriert werden.

BAM: Dies ist der aktuell gemessene Wert der vom BAM-1020 für den ausgewählten Sensor gemessen wurde.

Ref: In dieses Feld wird der gemessene Referenz Wert eingegeben um den ausgewählten Sensors zu kalibrieren.

Save: Hier werden die Messwerte der Referenz und des BAM gespeichert um später die neue Steigung der Kalibriergeraden berechnen zu können. Der Speicherbefehl wird durch die F1 oder F4 Taste gegeben.

**Calibrate:** Wenn 1 oder 2 Punkte eingegeben und gespeichert wurden, re-kalibriert dieser Befehl die Sensoren entsprechend des durch den Benutzer eingegebenen Referenz Wertes.

**Heater ON:** Mit diesem Befehl wird die Heizung eingeschaltet um die korrekte Funktion zu überprüfen.

**Default:** Mit diesem Befehl werden die Fabrik Einstellungen der gewählten Sensoren wiederhergestellt.

**Sensorüberprüfung** – Entfernen Sie das Probenahmerohr vom BAM-1020 Lufteinlass. Schalten sie die Pumpe im TEST/PUMP Bildschirm für ca. 10 Minuten an. Hiermit werden die interne Temperatur und die relative Feuchte RH mit der Gehäusetemperatur und Feuchte ausgeglichen. Nutzen Sie das Referenzmessgerät um sicherzustellen dass die Messungen mit den Spezifikationen übereinstimmen. Die Temperatur sollte nicht mehr als 1 Grad von der Referenz abweichen. Die RH sollte nicht mehr als 5 % von der Referenz abweichen.

**Calibrate** – Die Sensoren müssen hierzu ausgebaut werden. Beginnen Sie mit dem Entfernen der 12 Schrauben der Abdeckung oben und an der Seite der BAM-1020. Als nächstes entfernen Sie das schwarze Kupplungsstück mit den 3 separaten Anschlüssen in dem sich die Sensoren befinden aus der Vakuumleitung. (Die Verbindung ist auf der Rückseite des Transportteils zwischen den 2 schwarzen Motoren) Zum Ausbau muss man auf den Haltering der Vakuumkupplung drücken und dann das Kupplungsstück aus der Kupplung herausziehen. Dies ist dasselbe Prinzip wie der Anschluss der Vakuumleitung der Pumpe auf der Rückseite des BAM-1020. Sobald die Sensoren ausgebaut sind können sie entsprechend der Kalibrierprozedur neu kalibriert werden.

Met One empfiehlt eine Einzelpunkt Kalibrierung für den RH Sensor durch den Vergleich des BAM-1020 Wertes mit einer Referenzmessung. Geben Sie den Referenz Wert in Zeile 1 „Ref value“ ein, speichern (F1) und kalibrieren Sie. Met One empfiehlt dann eine 2 Punkt Kalibrierung für den Temperatur Sensor. Vergleichen Sie den Referenzmesswert mit dem Wert des BAM-1020 Sensors bei Zimmertemperatur. Nach einer Äquilibrierungs Periode tragen Sie den Referenz Wert in Zeile 1 im „Ref“ Feld ein und speichern. Legen Sie nun den Referenz Sensor und den BAM-1020 Sensor in Eiswasser. Danach tragen Sie den Eiswasser Referenzwert im „Ref“ Feld der Zeile 2 ein, speichern und kalibrieren Sie.

## 8 KOMMUNIKATION

### 8.1 Analog Ausgabe

Der analog Ausgang des BAM-1020 ist einstellbar entweder für optisch entkoppelten Spannungsausgang (0-1 Vdc oder 0-10 Vdc) oder für optisch entkoppelten Ausgangsstrom (4-20 oder 0-16 mA). Auf der Rückseite kann man die Einstellungen mit einem Schiebeschalter vornehmen. Der Vollausschlagswert für beide Ausgangseinstellungen wird bestimmt durch den im INTERFACE SETUP Bildschirm eingestellten Messbereich.

SW1 OFF	=	0-1 Vdc
SW1 ON	=	0-10 Vdc
SW2 OFF	=	0-16 mA
SW2 ON	=	4-20 mA

Anmerkung: SW3 und SW4 werden nicht gebraucht.

#### Fehlermeldung, Analoge Ausgabe

In manchen Fällen ist es wünschenswert die Fehlermeldung unmittelbar am Ausgabekanal zu sehen. Diese Art der Fehlerindikation wird genutzt wenn die Datenaufzeichnung auf nur einen Spannungskanal limitiert ist. Wird einer der ausgewählten Fehler im Gerät registriert wird der Konzentrationsausgang auf Vollausschlag eingestellt. Die Fehler die auf diese Weise gemeldet werden können über eine Liste eingestellt werden. Siehe Abschnitt 4.16. Tritt ein Fehler auf, geht zwar das Analogausgangssignal auf Vollausschlag aber der digitale Messwert bleibt unverändert und kann zu einem späteren Zeitpunkt über die Anzeige oder die RS-232 Verbindung abgerufen werden.

### 8.2 Fernsteuer- und Fehlerrelais

Auf der Rückseite des BAM-1020 findet man zusätzlich Anschlüsse für die Fernsteuerung und verschiedene Fehlerrelais. Hiermit lässt sich eine Fernsteuerung optimal gestalten. Das BAM-1020 kann auf einem synchronen Weg mit externen Datenerfassungsgeräten genutzt werden. Typischerweise wird das Datenerfassungsgerät einen Kontakt zur Verfügung stellen der am Anfang der Stunde einen neuen Messzyklus beginnt. Für die Meldung und Aufzeichnung stehen mit dem BAM-1020 fünf Relais zur Verfügung:

1. Filterbandriss/Störung
2. Volumenstrom Fehler
3. Daten Fehler
4. Wartungsfehler/Meldung
5. Stromausfall

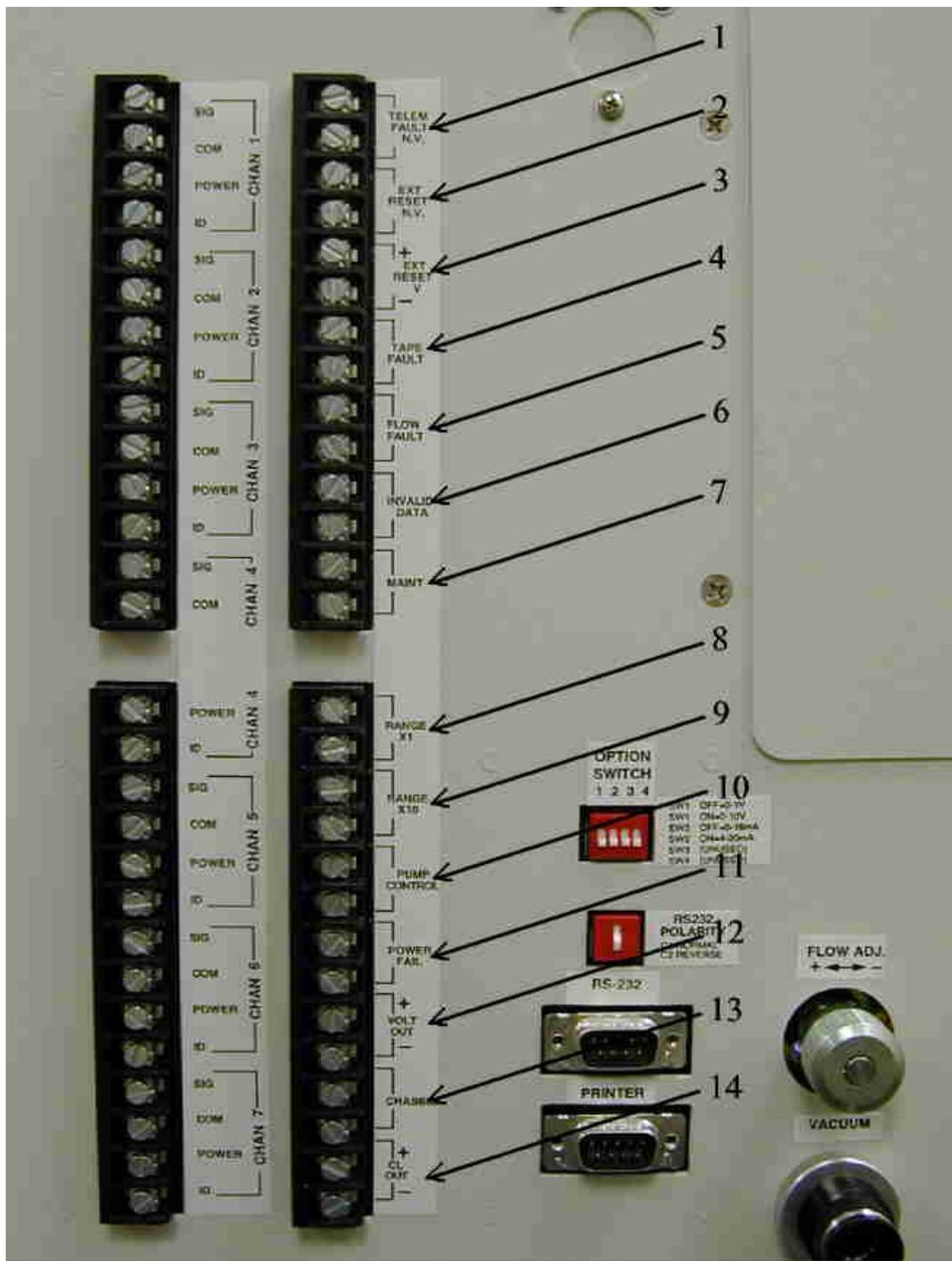
Wenn es während eines Messzyklus zu einem Fehler kommt, wird folgendes passieren:

1. Fehlermeldung wird gedruckt
2. Das betroffene Fehlerrelais wird aktiviert (geschlossen).

3. ERROR wird blinkend in der Status Zeile des LCD Bildschirms angezeigt.
4. Der analoge Ausgang wird auf Vollausschlag gesetzt (Siehe Abschnitt 4.16).

ANMERKUNG: Die Fehlermeldungen werden zu jeder vollen Stunde oder aber wenn der Messzyklus unterbrochen wird zurückgesetzt.

**Abbildung 55: Anschlussverbindungen zur Fernsteuerung**



1. TELEM FAULT NV (Fernsteuer Störung, Schaltkontakt)  
Das Störungseingangssignal deutet darauf hin dass das Fernsteuerungs- System nicht funktioniert. Das Gerät wird mit der internen Uhr weitermessen. Der Eingang ist

ein Schaltkontakt. Die Polarität des Signals (schließen oder öffnen) kann im SETUP>INTERFACE Bildschirm, Abschnitt **4.18**, eingestellt werden. Liegt eine Fernsteuerungsstörung vor, wird das Gerät eine Fehlermeldung speichern, der Ablauf und die Datenerfassung werden fortgesetzt. Die Statusanzeige wird auf den Fehler hinweisen. Diese Störung führt zur Aktivierung des Daten Fehler Relais. Dazu muss das Fehlersignal für mindestens 2 Sekunden angelegen haben.

2. EXT RESET NV (Externer Messzyklusstart, Schaltkontakt)

3. EXT RESET V (Externer Messzyklusstart, Spannungseingang)

Das BAM-1020 akzeptiert ein externes Startsignal für den Messzyklus. Es gibt 2 verschiedene Eingänge verfügbar auf der Rückseite: Spannung oder Schaltkontakt. Das Startsignal muss für mind. 2 Sekunden anliegen. Die Polarität des Signals kann im SETUP>INTERFACE Bildschirm, Abschnitt **4.18**, eingestellt werden. Auch in Abschnitt 4.18 wird das Startsignal beschrieben.

4. TAPE FAULT (Relais, normal offen)

Weist auf einen Filterbandfehler hin, wie z.B. ein gerissenes Band, Band Spannung, oder ein Transportwalzenfehler.

5. FLOW FAULT (Relais, normal offen)

Weist auf darauf hin dass der Luftdurchfluss außerhalb der eingestellten Grenzwerte ist. Diese Begrenzungen werden im ERRORS Bildschirm of Abschnitt **4.16** eingestellt.

6. INVALID DATA (Relais, normal offen)

Wird aktiviert wenn: der Druckverlust größer als 460 mm-Hg (300 Torr) ist.

7. MAINT (Relais, Wartung)

Ein normal offener Schaltkontakt wird aktiviert wenn der Messzyklus beendet oder das Gerät im SETUP, TEST oder TAPE Bildschirm ist. Das Relais wird auch aktiviert wenn das FORCE MAINT Feld eingeschaltet ist. (Siehe SETUP>INTERFACE Bildschirm, Abschnitt **4.18**).

8. RANGE X1

Das Messbereichs Relais zeigt an das sich das Gerät im in SETUP>INTERFACE Bildschirm eingestellten Messbereich befindet; dieses Mesbereichsrelais kann nur den normalen Messbereich von 0-1.000-mg/m<sup>3</sup> anzeigen. Wenn die Messbereichseinstellung einen anderen wert hat wird das X10 Relais aktiviert. Diese Funktion dient dazu eine korrekte Einstellung des Messbereiches entsprechend der US EPA Eignung sicherzustellen.

## 9. RANGE X10

Das Messbereichs Relais X10 zeigt an das sich das Gerät in einem anderen Messbereich als 0-1.000 mg/m<sup>3</sup> befindet. Mit einer speziellen Firmwareversion kann hier auch eine Messbereichsumschaltung angezeigt werden.

## 10. PUMP CONTROL

Anschluss der Signalleitung zur Steuerung der Vakuumpumpe.

## 11. POWER FAIL (Stromausfall, Schaltkontakt)

Wenn die +5V Versorgung unter einen definierten Wert fällt wird der Schaltkontakt geschlossen. Der Kontakt wird geöffnet sobald das Gerät eingeschaltet wird. Kommt es zu einer Störung wird die Verbindung wieder geschlossen.

## 12. VOLT OUT

Siehe Abschnitt 8 für Optionen und Details.

## 13. CHASSIS

Erdanschlüsse

## 14. CL OUT (CURRENT LOOP OUT)

Siehe Abschnitt 8 für Optionen und Details.

### **8.3 RS-232 Datenübertragung**

Drucker, Computer und Modems können mit der RS-232 verbunden werden.

Serielle Schnittstelle #1 kümmert sich um den Datentransfer und um den Operationsstatus. Diese Schnittstelle wird häufig genutzt zur Fernbedienung. Zur Erleichterung gibt es einen Schalter für die Modem- oder Computerauswahl. Der Schalter und die Verbindungen sind auf der Rückseite zu finden. Aufgenommene Daten können abgerufen werden durch den RS-232 Seriellen Anschluss für die Nutzung mit einem PC (Abschnitt 8.4), einem Daten Transfer Modul (Abschnitt 8.7), oder einem Modem (Abschnitt 8.5).

Serielle Schnittstelle #2 ist lediglich zur Ausgabe gedacht und kann mit einem Seriellen Drucker oder einem Computer genutzt werden. Die Ausgabe kann entweder als Datum, Uhrzeit und Messdaten oder in eines von drei Diagnose Ausgabeformaten (siehe Anhang D, Befehl a) gesetzt werden.

Software Pakete zur RS232 Datenaufzeichnung sind z.B. AutoMet Report, Air Plus und MicroMet Plus.

Das BAM-1020 kann auch mit einfacher Monitor Software genutzt werden, um entweder Daten abzurufen, oder die Stationsparameter zu setzen. Spezielle Kommunikations-Funktionen beinhalten das Setzen des Datums und der Uhrzeit, das Löschen des BAM-1020 Speichers, binäres Herunterladen von Daten, und die Fähigkeit die momentanen Einstellungen des BAM-1020 anzuzeigen. Jede einfache PC-Verbindung oder Terminal-Programm kann zur Systemanzeige oder zum Sammeln von aufgezeichneten Daten genutzt werden.

Zugang zum BAM-1020 ist eine einfache durch Menüs gesteuerte Schnittstelle. Durch das Menü können Reports direkt in ASCII Form angezeigt werden. Siehe auch Abschnitt 8.6 für Details über die Menü-Führung. Um die RS-232 Verbindung mit dem BAM-1020 zu prüfen, drücken Sie die <Enter> Taste bis die Anzeige „\*“ der Befehlseingabe erscheint. Falls das Sternzeichen nicht erscheint prüfen Sie die Verbindungskabel und die Einstellungen der RS232 Schnittstellen.

Anmerkung: Der LCD Bildschirm des BAM-1020 wird nicht funktionieren wenn die Kommunikation über die RS-232 Schnittstelle aktiv ist. Wenn der Benutzer das BAM-1020 lokal nutzt und die Anzeige befindet sich in einem der Untermenüs, die RS-232 Schnittstelle ist inaktiv. Das heißt, das BAM-1020 sollte immer auf dem Hauptmenü bleiben, wenn eine RS-232 Kommunikation erwartet wird

***ANMERKUNG: Es gibt keinerlei Kommunikation zwischen dem PC und dem BAM-1020 bis das Hauptmenu angezeigt wird***

## **8.4 Direkte Verbindung zum PC**

Das BAM-1020 kann leicht mit einem Standard PC verbunden werden, der freie RS-232 Schnittstellen (COM1 to COM4) zur Datenkommunikation hat. Verbinden Sie einfach den RS-232 Ausgang des BAM-1020 mit dem RS-232 Datenkabel auf den neunpoligen Stecker der RS-232 COM Schnittstelle des Computers. Wenn der Computer noch ältere 25 polige Stecker hat, verwenden Sie einen 9 auf 25-poligen Adapter.

ANMERKUNG: BAM-1020 braucht 9600 Baud, 8 bit, no parity, one Stopp bit (9600 8N1).

**VORSICHT**—Verwechseln Sie nicht den parallelen Druckerausgang oder Video Anschlussverbindungen des Computers mit der RS-232 Schnittstelle. Wenn sie mit diesen verbinden können Sie Ihren Computer oder angeschlossene Geräte beschädigen. Im Zweifelsfall sehen Sie im Handbuch des Computers nach oder fragen Sie Ihren Computerlieferanten bevor Sie irgendwelche Verbindungen machen.

Um die RS-232 Verbindung zum BAM-1020 zu prüfen, drücken Sie die <Enter> Taste in Ihrem Terminal Programm bis das BAM-1020 mit dem Sternzeichen „\*“ antwortet. Wenn nicht überprüfen Sie die Anschlußkabel und die Einstellungen Ihrer Datenübertragungsverbindung. Wenn Sie immer noch nicht mit dem Gerät kommunizieren können, schalten Sie den Schiebeschalter auf der Geräterückseite in die andere Schaltposition. (Schalter ist direkt neben der Schnittstelle oberhalb des 9 poligen Anschlusses).

## **8.5 Verbindung mit einem Modem**

Schließen Sie das Met One Instruments Modem and Serienanschluss #1 and. Anmerkung: der Polarieteten Schalter muss korrekt eingeschaltet sein. Kommt die Kommunikation nicht zustande verändern Sie die Position des Schalters. Um eine zuverlässige Kommunikation zu gewährleisten ist es sehr empfehlenswert das Met One Instruments Modem so zu nutzen wie es gedacht ist.

Wenn Sie eines der Met One Instruments Datenaufzeichnungsprogramme wie z.B. MicroMet Plus oder MicroMet AQ nutzen brauchen Sie nur die Telefonnummer des Aufstellungsortes in dem Einschalt Menü des Programms eintragen. Es steht eine benutzerfreundliche grafische Windows Oberfläche für die Kommunikation und Datenerfassung der BAM-1020 zur Verfügung. Es können auch mehrere Telefonnummern eingegeben werden um mit verschiedenen Orten zu kommunizieren.

Wenn Sie mit einem Terminal Programm wie z.B. Windows 3.1X TERMINAL kommunizieren oder Sie nutzen das WIN95 Programm HYPERTERMINAL haben Sie die Einstellungen für das Modem schon in Ihrem Computer vorgenommen. Möglicherweise ist es nötig die Baud rate auf 9600 mit 8 Daten bits, keiner Parität und einem Stopp bit zu verändern. Nutzen Sie das Terminal Programm oder die internen Wählkommando-sequenzen anderer Kommunikationspakete um die BAM-1020 anzuwählen. Um die RS-232 Verbindung sicherstellen zu können, drücken Sie die <Enter> Taste bis die Anzeige der Befehlseingabe erscheint. Wenn nicht prüfen Sie die Verbindungseinstellungen und das Anschlusskabel. Ist die Verbindung zur BAM-1020 einmal hergestellt gibt es eine einfache Menügesteuerte Schnittstelle. Mit dem Menü können Ausgaben direkt in ASCII Format angezeigt werden.

## 8.6 RS232 - Menüsystem

Um die RS-232 Verbindung zum BAM-1020 zu prüfen, drücken Sie die <Enter> Taste in Ihrem Terminal Programm bis das BAM-1020 mit dem Sternzeichen „\*“ antwortet. Wenn nicht überprüfen Sie die Anschlußkabel und die Einstellungen Ihrer Datenübertragungsverbindung

Wenn Sie immer noch nicht mit dem Gerät kommunizieren können, schalten Sie den Schiebeschalter auf der Geräterückseite in die andere Schaltposition. (Schalter ist direkt neben der Schnittstelle oberhalb des 9 poligen Anschlusses).

Lassen Sie das System Menü anzeigen durch die “?” oder "H" Tasten. Das folgende Menü sollte erscheinen:

\* H

```
-----  
| > BAM-1020 < System Menü |  
-----
```

Wählen Sie eines der folgenden Optionen:

- 0 – None (Keine)
- 1 - Display Current Day Data (Anzeige der Daten von heute)
- 2 - Display All Data (Anzeige aller Daten)
- 3 - Display New Data (Anzeige der neuesten Daten)
- 4 - Display System Configuration (Anzeige der Systemkonfiguration)
- 5 - Display Date / Time (Anzeige des Datums und der Zeit)
- 6 - CSV File Output (CSV Datei Ausgabe)
  - 2 - All Data (alle Daten)
  - 3 - New Data (neue Daten)
- 7 - Display last 100 errors (Anzeige der letzten 100 Fehlermeldungen)
- 8 - Display > BAM-1020 < Utility Commands (Anzeige > BAM-1020> Sonderbefehle)
- 9 - Display Pointers (Anzeige der Datenzeiger)

Drücken Sie <Enter> um die Auswahl zu verlassen

\*

Die Funktionen können auch durch die Betätigung der Nummerntasten ausgeführt werden. Siehe Anhang C für Details.

Die Sonderbefehle für binäre Datentransfer und Wartung werden erreicht durch die Nummer „8“  
Siehe Anhang C für Details.

\* 8

> BAM-1020 < Sonderbefehlsmenü:

ASCII Befehle:

- c - Datenspeicher löschen, (Passwort erforderlich)
- d - Datum einstellen (Passwort erforderlich)
- e - Anzeige der Hex EEPROM Werte
- f - Werkskalibrierungs Tests
- h,H,? - Anzeige > BAM-1020 < System Menü
- i - Anzeige ID Werte
- m - Anzeige Hex Daten Speicher Werte
- p - Ändern Modem Pointer
- q - Anzeige Station ID
- t - Zeit einstellen (Passwort erforderlich)

BINARY Befehle:

- b - XMODEM Download von Daten
- r - XMODEM Download von Echt Zeit Werten
- x - XMODEM Download von EEprom Werten

\*

## **8.7 Transfer Modul für RS232 Daten**

Bitte lesen Sie im Universal Transfer Modul Bedienungsanleitung P/N UX-961-9800 weiter.

## **9 FEHLERSUCHE**

### **9.1 Problem Index**

Mit dem einfachen 5-Schritt Test kann man die meisten Probleme der BAM-1020 ermitteln. Dieser Test wird den Benutzer zum Problem und zur Lösung führen. Lesen Sie bitte über den Selbst Test im Abschnitt 4.9.

#### **9.1.1 Der Bildschirm funktioniert nicht**

Zunächst einmal ist sicherstellen dass der Stecker richtig steckt und dass der Rückschalter eingeschaltet ist (ON). Überprüfen Sie die Sicherungen des Schalters.

Möglicherweise erlaubt die Kontrasteinstellung nicht dass man die Bildfläche sieht, ändern Sie den Kontrast (die Taste ist auf der linken Vorderseite der BAM-1020 zu finden, eine Taste mit einem schwarz weißen Kreis.).

#### **9.1.2 Das Gerät scheint nicht zu funktionieren**

Wird das BAM-1020 Gerät gestartet beginnt ein neuer Messzyklus dann wenn die interne Uhr bei 00 Minuten steht (am Anfang der Stunde). Bis dahin wird das Gerät nichts tun. Stellen sie sicher dass entweder das Haupt- oder eines der Bedien Menüs eingestellt ist. Mit dem „EXIT“ Befehl kann man sich vergewissern dass „OPERATE ON“ angezeigt ist. Wenn dem nicht der Fall ist gehen Sie bitte zu Abschnitt 4.10 um neu zu starten.

#### **9.1.3 Es macht “Piep” Töne**

Das BAM-1020 Gerät sendet akustische Signale (Piep Töne) wenn das Gerät eigentlich laufen sollte aber einen Fehler aufweist. Ist das Gerät allerdings im Einstell- oder Testmodus wird es keine „Piep“ Töne geben. Piep Töne wird man hören, wenn das Gerät entweder in einem der Operate Bildschirme oder im Hautmenü ist und wenn „OPERATE OFF“ gesetzt ist oder wenn „OPERATE ON“ gesetzt ist und ein Fehler vorliegt.

#### **9.1.4 Der Selbsttest wird nicht richtig absolviert**

Anmerkung: Lesen Sie bitte im Anhang G mehr dazu.

#### **9.1.5 Der Analogausgang ist ständig auf Vollausschlag**

Der Analogausgang ist ständig auf Vollausschlag. Die Fehlersteuerung des analogen Ausgangs ist eingestellt und führt dazu dass der Ausgang voll ausgeschlagen wird wenn ein Fehler vorliegt.

Benutzen Sie die „Recall Error“ Funktion im Abschnitt 4.16 und 5.2.

### **9.2 Fehlersuche**

Eine einfache Hilfe zur Fehlersuche finden Sie in Tabelle 6.

**Tabelle 6: BAM-1020 Fehlersuchanleitung**

<b>Symptom</b>	<b>Testpunkt</b>	<b>Mögliche Ursache</b>	<b>Fehlerbehebung</b>
Lässt sich nicht einschalten	Netzschalter Kabel/Stecker Sicherung F1 Steckdose Schalter	Schalter "OFF" Lockere/Defekte Sicherung, durch Haupt Schalter Kein Strom	Einschalten "ON" Noch einmal installieren Ersetzen Zurücksetzen Schalter Ersetzen
Vakuum Pumpe funktioniert nicht	LCD (Haupt Menü)  Kabel	Nicht im Operation Mode Schwache Verbindung	Gerät einschalten  Verbindung sichern
Gerät eingeschaltet, nichts passiert	Leiterplatte am Verbindungsstecker	Verbindung locker	Noch einmal aufstecken
Filterband bewegt sich nicht	Transportwalze	Gummiwalzen arretiert	Sicherungshebel entriegeln
Filterband kräuselt sich am Rand	Transportwalze Aufwickelrolle Filterband falsch eingelegt	Fehljustage Fehlender Spulenkern Falsches Handling	Filterband neu einlegen Spulenkern Installieren Richtiges Handling
Zerrissenes Filterband und gestanztes Filter	Sensor für Shuttle Bewegung auf der Rückseite des Transports	Loses Kabel kann Transport blockieren	Blockade entfernen  Sensor ersetzen
Motor hält nicht an vorgesehener Position	Transportwalze, Bestäubungskamm er, Ref. Membran	Defekter Photosensor	Ersetzen
"Corona" am Rand des Filterflecks	Filterflecken Bestäubungs kammer Bestäubungs kammer dichtfläche	Verschmutzte r Lufteinlass oder lockere Bestäubungs kammer, Filterbandabri eb in Bestäubungs kammer	Reinigen des Lufteinlasses, befestigen Abrieb entfernen
Luftdurchsatzfehler	PM <sub>10</sub> Lufteinlass Sammelstelle Vakuum Pumpe	Schlauch undicht Kohleflügel verbraucht	Kohleflügel ersetzen
Zählt nicht	LCD, Zähltest	Detektor of HVDC Beta	Ersetzen Öffnen

		Ausgangspunkt 3150-1 circuit board, HV Threshold	Baugruppe ersetzen
Hohe Konzentrations- Werte	Luftinlass, Bestäubungskamm er	Kondensiert	Probenahme heizung einschalten
Hoher Referenz Membran Werte	Membrane Halter	Bewegung verhindert	Service anrufen
Zeit nicht korrekt nach Ausschalten	LCD, Haupt Menü	3230-4 CPU	Batterie ersetzen
Schlechter Druck	LCD, Operation Mode	3250-1 Schnittstelle	Korrigiere jumps

# 10 WARTUNG UND KALIBRIERUNG

## 10.1 Empfohlene regelmäßige Wartung

### 10.1.1 Regelmäßige Funktionstests

1. Überprüfung der Datenaufzeichnung. Vergleichen Sie den aktuell aufgezeichneten Wert mit dem am BAM-1020 im LCD Display angezeigten Konzentrationswert. Die Werte sollten innerhalb von 2 ug/m<sup>3</sup> übereinstimmen.
2. Überprüfen Sie ob Fehler aufgetreten sind. Stellen Sie sicher, dass das BAM- 1020 Gerät im Hauptmenü ist (Drücken sie die EXIT Softwarefunktionstaste so lange bis Sie kein „EXIT“ mehr sehen). Drücken Sie dann die F3 Taste. Nun bekommen Sie die letzten 10 Fehlermeldungen die das BAM- 1020 aufgezeichnet hat zu sehen. Überprüfen Sie welche oder ob Fehler auftraten und entscheiden Sie ob Maßnahmen zur Fehlerbehebung notwendig sind. Siehe hierzu Abschnitte 4.16, 5.2, und 9.2.

### 10.1.2 Monatliche Tests

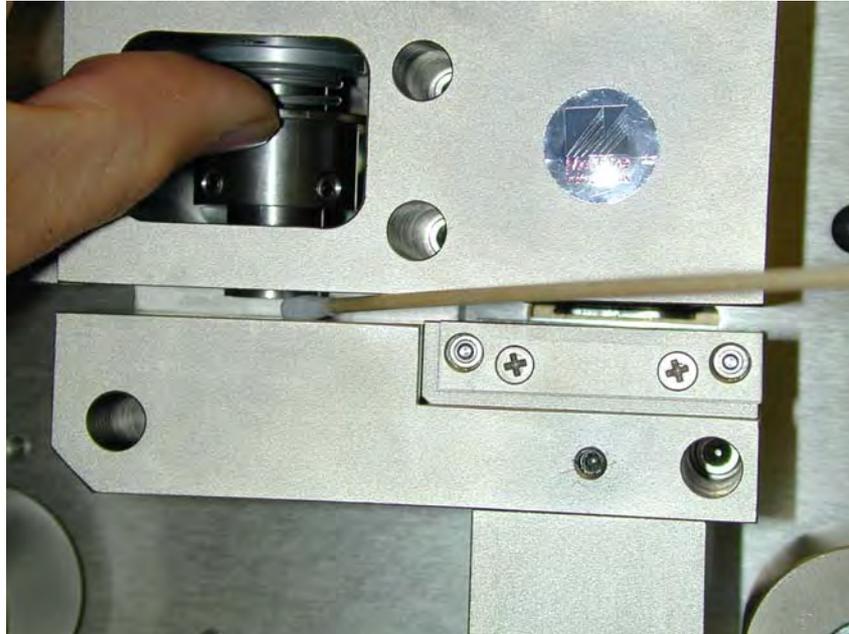
1. Führen Sie einen Test der Luftdurchflussrate durch und stellen Sie sicher dass der angezeigte Volumenstrom korrekt ist. Die Luftdurchflussrate sollte ohne PM 10 Lufteinlass und mit dem Testadapter aufgesteckt durchgeführt werden. Wenn der Volumenstrom um mehr als +/-3% abweicht ist eine Rekalibrierung notwendig. Detaillierte Hinweise hierzu finden Sie in Abschnitt 6 dieses Handbuchs.
2. Optische Prüfung. Öffnen Sie die Fronttür des BAM- 1020. Prüfen Sie ob noch genügend Filterband auf der Vorratsrolle vorhanden ist. Eine Filterbandrolle reicht etwa für 2 Monate. Überprüfen Sie ob Sie Kondensationen in der Nähe der Sammelzone oder auf dem Filterband sehen. Reinigen Sie das Innere des Gerätes falls sich dort Staub angesammelt hat. Entfernen Sie auch Staub von der Oberseite des Gerätes.

### 10.1.3 Zwei (2) Monatsintervalle

1. Erneuern Sie das Filterband. Siehe hierzu Abschnitt 4.7.
2. Reinigen Sie den PM10 Lufteinlass. Der BX-344 Reinigungssatz beinhaltet alle notwendigen Teile um den PM10 Lufteinlass zu reinigen. Zum Reinigen müssen Sie den PM10 Lufteinlass vom Probenahmerohr entfernen und auseinanderschrauben. Zerlegen Sie den PM10 Lufteinlass und reinigen Sie ihn mit einem fusselfreien Tuch. Stellen Sie sicher, dass alle O-Ringoberflächen in einwandfreiem Zustand sind und die Teile korrekt wieder zusammengesetzt werden. Falls Sie beschädigte O-Ringe haben finden Sie in Abschnitt 10.3 eine Liste der Ersatzteile.
3. Reinigen Sie das PM2.5 SCC Zyklon. Zur Reinigung muss der PM2.5 SCC Lufteinlass ebenfalls vom Probenahmerohr entfernt und zerlegt werden. Schrauben Sie den SCC Lufteinlass auseinander und reinigen Sie die Teile mit einem fusselfreien Tuch. Stellen Sie sicher, dass alle O-Ringoberflächen in einwandfreiem Zustand sind und die Teile korrekt wieder zusammengesetzt werden. Falls Sie beschädigte O-Ringe haben finden Sie in Abschnitt 10.3 eine Liste der Ersatzteile.
4. Reinigen Sie die Bestäubungskammer und die Bestäubungskammerumgebung. In der Bestäubungskammer des BAM- 1020 können sich Teile des Filterbandes an einer oder mehreren Stellen ansammeln. Diese Ansammlungen können schließlich

dazu führen, dass Löcher in das Filterband gestanzt werden oder dass das System nicht mehr richtig abdichtet und Fehlluft zieht. Die Auswirkungen des Gestanzten Filterbandes können fehlerhafte meist negative Konzentrationswerte und falsche Luftdurchflussraten sein. Die Bestäubungskammer und das Filterbandstützgitter sollten jedes mal wenn das Filterband gewechselt wird gereinigt werden. Abbildung 56 zeigt wie die Bestäubungskammer zu reinigen ist.

**Abbildung 56: Reinigung der Bestäubungskammer**



Erforderliche Werkzeuge – Wattestäbchen, Taschenlampe und Isopropyl Alkohol.

Entfernen Sie das Filterband aus dem BAM-1020 siehe Seite 30 des Handbuchs. Schließen Sie die Bestäubungskammer. Im BAM-1020 Hauptmenü drücken Sie hierzu die Taste „TEST“. Im TEST Menü wählen Sie „PUMP“ und dann „MOVE NOZZLE“ um die Bestäubungskammer abzusenken. Heben Sie nun die Bestäubungskammer indem Sie sie mit dem Daumen gegen den Federdruck wie im Bild gezeigt nach oben drücken. Legen Sie ein in Isopropyl Alkohol getränktes Wattestäbchen unter den Rand der Bestäubungskammer und lassen Sie Bestäubungskammer auf das Wattestäbchen herab. Drehen Sie nun die Bestäubungskammer langsam um die eigene Achse. Acht bis zehn Umdrehungen sollten genügen um die Bestäubungskammer zu reinigen. Das Filterbandstützgitter (das ist das Drahtkreuzgitter welches sich unter dem Filterband in der Bestäubungskammer befindet und Kontakt mit dem Filterband hat) muss ebenfalls gereinigt werden. Im TEST/PUMP Bildschirm heben Sie die Bestäubungskammer wieder mit dem Motor an. Das Stützgitter kann durch den Lufteinlass mit Hilfe einer Taschenlampe inspiziert werden, wenn Sie das Probenahmerohr entfernen. Benutzen Sie ein scharfes/spitzes Werkzeug (z.B. Zahnarzt Sonde) um vorsichtig von dem Drahtgitter jegliche Rückstände von Filterband zu entfernen. Reinigen Sie auch den Rand des Stützgitters. Abschließend reinigen sie das gesamte Gitter mit einem Wattestäbchen getränkt in Isopropyl Alkohol.

Anmerkung: Bitte achten Sie darauf dass das Wattestäbchen zwar feucht aber nicht tropfnass vom Alkohol ist.

#### 10.1.4 Halbjährliche Arbeiten

1. Wechseln Sie den Schalldämpfer der Pumpe. Dies ist ein wichtiger Schritt um die Lebensdauer der Pumpe zu verlängern. Finden Sie heraus welche Pumpe Sie haben und suchen Sie im Abschnitt 10.3 des Handbuchs die passende Ersatzteilnummer heraus.
2. Vollständige Kalibrierung der Volumenstrommessung. Kalibrieren Sie zuerst den Umgebungstemperatursensor, den Luftdrucksensor und dann den Massendurchflussmesser wie in Abschnitt 6 angegeben. Anmerkung: Je nach Konfiguration des BAM- 1020 wird ein Temperatursensor eventuell nicht benötigt.

#### 10.1.5 Ein bis zweijährige Wartungsarbeiten

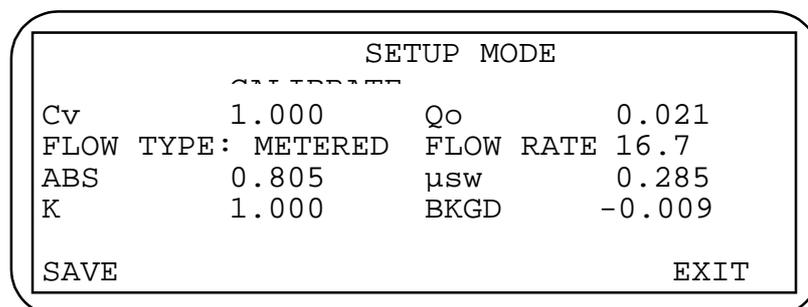
1. Prüfen und/oder ersetzen sie die Kohleflügel der Vakuumpumpe. Falls Sie eine geräuscharme Medo Pumpe, diese ist wartungsfrei.
2. Reinigen Sie das Probenahmerohr. Siehe hierzu BX-341 Option.

### 10.2 Kalibrier Einstellungen

Die Kalibrierung wird im Herstellerwerk durchgeführt, bitte verändern Sie die Kalibriereinstellungen nicht ohne ausdrückliche Information über neue Einstellungen von Met One Inc. erhalten zu haben. Die beiden Variablen zur Volumenstromkalibrierung Cv und Qo können entsprechend der Hinweise in Abschnitt 6 geändert werden.

Wenn Sie festgestellt haben das Einstellungen geändert werden müssen sollten sie das Menü SETUP, Untermenü CALIB benutzen um die neuen Werte einzugeben. Nochmals bitte nicht ohne Information vom Hersteller verändern. Zum Beispiel würde mit einem neuen Detekorsystem Einstellinformation geliefert werden und diese würde dann eine Eingabe in dem Hersteller Kalibrier Bildschirm gezeigt in Abbildung 57 erfordern.

**Abbildung 57: Hersteller Kalibrier Bildschirm**



SETUP MODE			
CALIBRATION			
Cv	1.000	Qo	0.021
FLOW TYPE:	METERED	FLOW RATE	16.7
ABS	0.805	µsw	0.285
K	1.000	BKGD	-0.009
SAVE			EXIT

## 10.3 Verbrauchsmaterialien, Ersatzteile und Zubehör

### 10.3.1 Verbrauchsmaterialien

Beschreibung Met One Teilenummer	
Filterband	460130
Schalldämpfer für Medo Pumpe	580293
Schalldämpfer für Gast Pump	580293
Interner Pisco Filter	580291
Interner Pisco Filter – Nur Filterelement	580292
Pumpen Reparatursatz (Gast)	680820

### 10.3.2 .. Ersatzteile

Beschreibung Met One Teilenummer	
Pumpenkontrolleinheit	BX-839
Netzteil	
115 VAC 60 HZ	BX-115
115 VAC 50 HZ	BX-116
230 VAC 60 HZ	BX-230
230 VAC 50 HZ	BX-231
100 VAC 60 HZ	BX-100
100 VAC 50 HZ	BX-101
Pumpe	
100 VAC 60 HZ	BX-123
115 VAC 50/60 HZ	BX-121
115 VAC 50/60 HZ Low Noise	BX-126
230 VAC 50 HZ	BX-122
230 VAC 60 HZ	BX-124
230 VAC 50/60 HZ Low Noise	BX-127
Durchflussmesser 0-20 LPM	970608
Durchflussregelventil	8776
PM10 Einlass O-Ring	
Ungefähr ø 25mm für Probenahmerohrverbindung	720084
Ungefähr ø 63mm für PM10 Vorabscheider	760079
LCD Anzeigebaugruppe	2823
Detektor	3150-1
CPU Leiterplatte	3230-4
Input/Output Leiterplatte	3250-1
Motor 4 UPM	8105
Motor 10 UPM	8106

### 10.3.3 ....Zubehör

<u>Beschreibung</u>	<u>Met One</u>
<u>Teilenummer</u>	
Pumpe im Aussengehäuse	
115 VAC 50/60 HZ	BX-131
230 VAC 60 HZ	BX-134
230 VAC 50 HZ	BX-132
Lufteinlass System – Dachdurchführung , Probenahmerohr, Etc.	BX-801
PM10 Lufteinlass – EPA Style	BX-802
PM10 Lufteinlass -- EU Style	BX-809
TSP Lufteinlass	BX-803
PM2.5 Sharp Cut Zyklon	BX-807
PM2.5 WINS Impaktor	BX-804
Probenahmerohr Verlängerung 2.4 m mit Rohrverbindung	BX-823
Probenahmerohr Verlängerung (Länge angeben)	BX-801S
Automatische Durchflussregelung	BX-961
Lufteinlass Adapter zur Durchflussskalibrierung	BX-305
Umgebungs Temperatursensor	BX-592
Filtertemperatur- und Feuchtesensor	BX-962
Probenahmeheizung Bandtyp 115 VAC	BX-825
Probenahmeheizung Bandtyp 230 VAC	BX-826
Probenahmeheizung Smarttyp 115 VAC	BX-827
Probenahmeheizung Smarttyp 230 VAC	BX-830
Dreibein zur Abstützung des Probenahmerohrs	BX-828
Low Range Calibration Kit	BX-306
Mid Range Calibration Kit	BX-301
Nullluft Kalibriereinheit	BX-302
Gravimetrischer Kalibriersatz	BX-304
Massendurchfluss Kalibriersatz	BX-303
Kalibriersatz für volumetrischen Luftdurchsatz	BX-307
Echtzeit Anzeigemodul für BAM-1020	BX-894
Probenahmerohr Reinigungssatz	BX-341
PM10 Lufteinlass Reinigungssatz	BX-344
Serieller Drucker	BX-601
Konverter für Drucker mit Parallelschnittstelle	BX-602
Aussenaufstellungsgehäuse	BX-902
Aussenaufstellungsgehäuse, klimatisiert	BX-903
Wartungswerkzeugsatz	BX-308
Diagnose Satz	BX-342

## ANHANG A - BAM-1020 Gerätespezifikationen

Tabelle 7: Gerätespezifikationen

Parameter	Spezifikation
Messprinzip	Konzentrationsmessung durch Betaabsorption
Referenz Methode	Gravimetrische Filtersammler Methode
Messbereiche:	0-0.100, 0.200, 0.250, 0.500, 1.000, 2.000, 5.000, 10.000 mg/m <sup>3</sup>
Nachweisgrenze (24 Stunden)	± 2 µg im Konzentrationsmessbereich von 0.000 mg to 0.100 mg/m <sup>3</sup> (24 Stunden mode) 2 % im Konzentrationsmessbereich von 0.100 mg to 1.000 mg/m <sup>3</sup>
Nachweisgrenze (1 Stunde)	± 8 µg im Konzentrationsmessbereich von 0.000 mg to 0.100 mg/m <sup>3</sup> (1 Stunden Messzyklus) ± 8% im Konzentrationsmessbereich von 0.100 mg to 1.000 mg/m <sup>3</sup>
Auflösung:	± 1 µg/m <sup>3</sup>
Span Stabilität (1 Monat)	± 1%, gemessen mit eingebauter Referenzmembran
Minimale Anzeige	± 1 µg/m <sup>3</sup> (± 0.001 mg/m <sup>3</sup> )
Kalibrierungstest	Eingebaute Kalibriermembran erlaubt einen automatischen Kalibriertest. Die Membran wird automatisch jede Stunde gemessen und die Abweichungen > 5% vom gespeicherten Referenzwert aufgezeichnet.
Messzyklus	1 Stunde Standard, oder Benutzer einstellbar von 1 Minute bis zu 200 Minuten. Spezielle Messzyklen verfügbar.
Beta Messung	C-14 Strahlenquelle , 2.22 X 10 <sup>6</sup> Bq (60 µCi), Halbwertszeit beträgt 5730 Jahre
Detektor:	Plastikszintillationszähler
Filterband	Glasfaserfilterband, 30mm breit und 21 Meter lang. Eine Rolle reicht für ca 60 Tage im 1 Stunden Messzyklus
Durchflussrate:	16.7 Liter/Minute (Standard), einstellbar von 0-20 LPM
Durchflussmessung	Gemessen mit Massendurchflussmesser.
Vakuumpumpe	1/3 PS Drehschiebervakuum Pumpe (Gast - Standard)
Probenahmeheizung	Optional es stehen 2 Heizungstypen zur Verfügung. Dies ist die BX-825/BX826 oder BX-827/BX-830 Option.
Eignungsprüfungen	US EPA, United Kingdom, Korea, Japan, China

**Tabelle 8: BAM-1020 Bedienelemente / Schnittstellen**

<b>Parameter</b>	<b>Spezifikation</b>
Anzeige und Tastatur	8 Zeilen je 40 Zeichen breite Anzeige, zur Darstellung aller Bedien-, Kalibrier oder Einstellparameter mit Menü und Pfeiltastennavigation. Die Tastatur hat 4 Software Funktionstasten, 4 Pfeiltasten und sechs weitere Funktionstasten
Anzeige Funktionen	LCD Bildschirm mit 8 X 40 Zeichen und einstellbarer Hintergrundbeleuchtung MENÜ geführte Bildschirme für SETUP, OPERATE, TEST
Analog Ausgang	0-1 oder 0-10 VDC, per Schalter einstellbar (optisch entkoppelt) 4-20 oder 0-16 mA, per Schalter einstellbar (optisch entkoppelt)
Serielle Schnittstelle #1	Datenübertragung und Gerätefernbedienung. Diese Schnittstelle wird oft auch mit einem Modem zur Fernsteuerung betrieben.
Serielle Schnittstelle #2	Diese Schnittstelle ist nur für Datenausgabe und kann mit einem Drucker oder Computer benutzt werden. Die Ausgabe kann als Datum, Uhrzeit, Messdaten oder als eine von 2 verschiedenen Diagnoseausgaben eingestellt werden. Wird vom Wartungspersonal benutzt.
Printer	Ein Drucker mit RS-232 Schnittstelle kann an die Serielle Schnittstelle #2 angeschlossen werden, optional ist auch ein seriell auf parallel Verbindungskabel erhältlich zum betrieb von Druckern mit Standard Parallelschnittstelle.
Printer, external	80 Spalten serieller Drucker ist optional verfügbar
Fernsteuersignale (Telemeter)	Externer Triggereingang (optisch entkoppelt) Trigger Fehlereingang (optisch entkoppelt)
Alarmrelais	-Ungültige Daten -Durchflussfehler -Wartungssignal -Filterbandriss -Netzfehler
Software	Kann mit jedem transparenten Datenübertragungsprogramm wie z.B. Hyperterminal oder mit Met One's Datenauslesesoftware betrieben werden.
Fehlermeldungen	Filterbandriss, Kalibrierwertabweichung, Luftdurchflussabweichung, Differenzdruck zu hoch, Zählraten zu klein Siehe Abschnitt 4.16 für eine komplette Liste.
Aufgezeichnete Daten	Konzentration (mg/m <sup>3</sup> ) mit einstellbarer Aufzeichnungsrate (1-200 Minuten)
Speicherkapazität	30-200 Tage abhängig von der Aufzeichnungsrate
Ausgabe	Liest RS-232 Daten (von BAM-1020 remote site)

**Tabelle 9: BAM-1020 Physikalische Parameter**

Betriebstemperaturbereich	0-40 °C (0-90% RH, nicht kondensierend) 5-40 °C geprüft in Eignungsprüfung
Erweiterter Betriebstemperaturbereich	-30° to +60 °C (0-90% RH, nicht kondensierend)
Netzspannung/Frequenz	100/115/230 VAC, Netzteil intern umschaltbar per Schalter, 50 oder 60 Hz, ebenfalls per Hand einstellbar im inneren des Gerätes
Gewicht:	Ca. 21 Kg (46.3 pounds) , ohne Vakuumpumpe
Abmaße	(H) x (B) X (L) (36.5)x(48.3)x(45.7) cm
Stromverbrauch Zentralgerät	75 VA
Gesamtsystem mit Pumpe (Gast) + Heizung	ca. 780 VA
mit Pumpe (MEDO) + Heizung	ca. 370 VA
Kalibrierung im Feld	Eine Kalibrierung im Feldeinsatz kann durch den Vergleich mit Referenzsammlern mit Gravimetrischer Auswertung durchgeführt werden.

## ANHANG B - Daten der Werkskalibrierung für Ihr Gerät

### Werkskalibrierungs Daten

Datum: \_\_\_\_\_

Seriennummer: \_\_\_\_\_

#### Durchfluss Kalibrierung

**Cv:** \_\_\_\_\_ EPA SLPM per mm-Hg

**Qo:** \_\_\_\_\_ EPA SLPM

#### Referenzmembran Kalibrierung

**μ<sub>sw</sub>:** \_\_\_\_\_ cm<sup>2</sup>/mg

**ABS:** \_\_\_\_\_ mg/ cm<sup>2</sup>

#### Konzentrations- Kalibrierung

**K:** \_\_\_\_\_

**BKGD:** \_\_\_\_\_ mg/ cm<sup>3</sup>

**E1:** \_\_\_\_\_ mg/ cm<sup>3</sup>

# ANHANG C - RS-232 Ausgabemenü

## RS-232 KOMMANDO ÜBERSICHT

### 1 – Display Current Day Data

Zeigt nur die Daten des laufenden Tages an.

### 2 - Display All Data

Zeigt alle gespeicherten Daten an.

### 3 - Display New data

Zeigt alle noch nicht ausgedruckten Daten an

### 4 - Display System Configuration

Allgemeiner Bildschirm zeigt die eingestellten Geräteparameter an. Siehe Ausdruckbeispiel unten:

\* 4

```
-----  
| > BAM 1020 < SETUPS 02/10/1996 06:43:05 |  
-----
```

```
BAM Sample Time: 015 Minute(s)  
MET Sample Time: 05 Minute(s)  
ABS: 0.805  
mu: 0.285  
K: 0.950  
BKGD: -0.009  
Cv Qo: 2.622 0.000  
E1 E2 E3 E4: -0.005 0.500 0.000 15.000  
DAC Mask: = 0x03ff  
Ap FRI FRh: = 150.000 10 20  
Cp Cm I% F%: = 50.000 -20.000 99 99  
RS232: 9600 N 8 1  
Firmware Ver: 2.03.03  
Station ID: 01  
Channel Identification:  
Channel      01  02  03  04  05  06  
Type  Conc  Qtot no  no  no  no  no  AT  
Units mg   m3   V   V   V   V   V   C  
Mult  1.000 3.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 080.0  
Offset -0.005 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 -030.0
```

#### 5 - Display Date / Time

Druckt eingestelltes Datum und Uhrzeit aus.

#### 6 - CSV DATA Output

2 - All DATA

3 - New DATA

#### 7 - Display Last 100 Errors

Zeigt alle Fehler mit dem Zeitpunkt des Auftretens an

#### 8 - Display > < Utility Commands

Untermenü zum Herunterladen der Daten und Einstellen des Gerätes.

#### 9 - Display Pointers

Dieser Befehl zeigt den gegenwärtigen Status des Datenspeichers an. Die aktuelle Eingabepointer Position und die Anzahl der gespeicherten Messwerte werden angezeigt.

## ANHANG D - RS-232 Fernsteuerbefehle

### ASCII Kommandos:

ANMERKUNG: Das Passwort das in den Fernsteuerbefehlen verlangt wird ist identisch mit dem über die Funktionstasten gewählten (Zum Beispiel die Sequenz F1 F2 F3 F4 ist dann 1234).

#### **a - RS-232 Port #2 Funktion Select (THIS IS NOT VISIBLE COMMAND!)**

Setzt die zweite Serielle Schnittstelle entweder in den Diagnostik oder Druckmode

- 1 - Druckmode
- 2 - Standard Diagnostik
- 3 - Werks Diagnose
- 4 - Komma Getrennte Datenausgabe Port
- 5 - Abbruch

#### **c - Löschen des Datenspeichers (Passwort wird benötigt)**

Achtung dieser Befehl wird alle gespeicherten Messdaten im Gerät löschen. Die Eingabe des Passwortes ist hier notwendig.

#### **d - Setzen des Datums (Passwort wird benötigt)**

Setzen des Datums. Hier wird das Passwort benötigt.

#### **e - Anzeige von Hex EEPROM Setup Werten**

Wird für Diagnostik Zwecke benötigt. Zeigt Inhalte von Speicherzellen an in denen die Einstellparameter gespeichert werden.

#### **f - Werkskalibrier Tests**

Wird nur für die Werkskalibrierung verwendet - nicht empfohlen im Feldeinsatz!

#### **h,H,? - Anzeige > < System Menü**

Zeigt das Hauptmenü an.

#### **i - Anzeige ID Werte**

Wird für Diagnostik Zwecke benötigt. Zeigt die ID (Identifizierungs-) Codes der MET Sensoren an.

#### **m - Anzeige Hex Daten Speicherwerte**

Wird für Diagnostik Zwecke benötigt. Zeigt verschiedene gespeicherte Werte an.

**p - Verändern des Modem Pointer's**

(Für Details hierzu wenden Sie sich bitte an Met One Instruments)

**g - Anzeige Stations ID**

Zeigt die eingestellte Stationsidentifikationsnummer.

**t - Setzt Uhrzeit (Passwort wird benötigt)**

Setzt die Uhrzeit des Gerätes. Die Eingabe des Passwortes ist hier notwendig.

**BINÄRE KOMMANDOS**

**b - XMODEM Herunterladen der Daten**

XMODEM ist ein Standard binäres Datentransfer Protokoll. Das Kommando erlaubt die Übertragung von binären Daten die im AutoMet Gerätespeicher abgelegt sind. Der AutoMet Report benutzt dieses Kommando zum Herunterladen der Daten. (Anmerkung: Dieses Kommando erfordert ein Software handshaking und ist nicht empfohlen für den Terminalsoftware Betrieb).

**r - XMODEM Herunterladen der aktuellen Werte**

Übertragen der aktuellen Messwerte erlaubt eine schnelle Überprüfung der Momentanwerte der Sensoren, Alarme und verschiedener Einstellungen. AutoMet Report benutzt dieses Kommando für den Monitor Bildschirm. (Anmerkung: Dieses Kommando erfordert ein Software handshaking und ist nicht empfohlen für den Terminalsoftware Betrieb).

**x - XMODEM Download of EEPROM Value**

Herunterladen des EEPROM's erlaubt eine schnelle Überprüfung des nichtflüchtigen Speichers im BAM-1020 (Für Diagnose Zwecke).

# ANHANG E - Ausgabebeispiel der aktuellen Daten

## TYPISCHE AUSGABE

Report for 12/09/99 - Day 343 > < Station ID: 1

Channel		01	02	03	04	05	06		
Sensor	Conc	Qtot	no	no	no	no	no	no	
Units	<Errors>	mg/m3	m3	V	V	V	V	V	V
00:00	-----	0.011	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
01:00	-----	0.014	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
02:00	-----	0.013	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
03:00	-----	0.016	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
04:00	-----	0.013	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
05:00	-----	0.014	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
06:00	-----	0.016	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
07:00	-----	0.018	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
08:00	-----	0.019	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
09:00	-----	0.018	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
10:00	-----	0.016	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
11:00	-----	0.014	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
12:00	-----	0.011	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
13:00	-----	0.012	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
14:00	-----	0.014	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
15:00	-----	0.011	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
16:00	-----	0.014	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
17:00	-----	0.015	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
18:00	-----	0.018	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
19:00	-----	0.020	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
20:00	-----	0.016	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
21:00	-----	0.014	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
22:00	-----	0.011	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
23:00	-----	0.009	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
Savg		0.015	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
Vavg		0.000	0.000	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0

Data Recovery 100.0 %

Die BAM-1020 Geräte speichern sowohl die Messdaten als auch die Fehlermeldungen während jedem Messzyklus. Das Ausgabeformat ist wie folgt:

```
02:00 ----- -0.000 0.000 000.0 0.000 0.000 0.000 0.000 020.1
03:00 EUMILRNFPDCT -0.000 0.000 000.2 0.001 0.001 0.001 0.003 020.2
```

Der Ausdruck eines Buchstabens zeigt an, dass ein Fehler in diesem Messzyklus gefunden wurde. Die Bedeutung der einzelnen Fehlerbuchstaben finden Sie in Abschnitt 4.16.

## ANHANG F - Betrieb der Serie 500 Sensoren mit dem BAM-1020

Die Einstellungen und Anschlussbelegungen für die Serie 500 Sensoren sind in diesem Abschnitt aufgeführt. Die Anschlusskabel der Sensoren werden am Klemmenblock auf der Rückseite des Gerätes angeschlossen. Vergleichen Sie hierzu auch Abbildung 9 der Bedienungsanleitung. Befolgen Sie die angegebene Prozedur um die Sensoren an einen der sechs verfügbaren Sensorkanäle des BAM-1020 anzuschließen (Kanäle 3-8).

Gehen Sie in den SETUP SENSOR Bildschirm (siehe Abschnitt 4.19) und benutzen Sie die AUF/AB Pfeiltasten um eine nicht benutzten Kanal auszuwählen (Kanäle 3-8). Drücken Sie die „ID Mode“ Funktionstaste und setzen Sie den Auto ID Wert auf MANUAL. Benutzen Sie die Werte in Tabelle 10 für die Einstellungen von Multiplier, Offset, und Full Scale Volt. Benutzen Sie die AUF/AB Pfeiltasten zur Einstellung der Werte. Sie können hier die Sensoren von Englischen Einheiten in metrische Einheiten umstellen indem Sie die entsprechenden Faktoren eingeben. Wenn Sie alle werte gesetzt haben drücken Sie die „SAVE“ Funktionstaste um die Werte im BAM-1020 zu speichern. Sie sind nun bereit die Sensorinformation aufzuzeichnen.

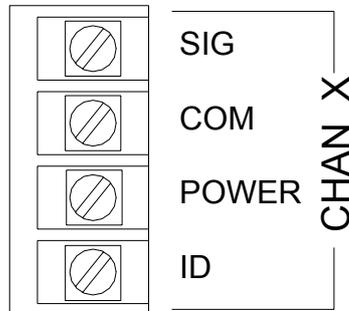
Tabelle 10 zeigt die BAM-1020 Scaling and Setup Information.

**Tabelle 10: BAM-1020 Einstellwerte für die Serie 500 Sensoren**

Sensor Parameters				Datalogger					MMP Software	
Typ	Modell	Einheit	Bereich	Mult	Offset	FS VOLT	S/V	Inv Slope ?	Mult	Offset
WD	590	Deg	0 to 360	360	0	1.0	V	N	900	0
WS	591	mph	0 to 100	100	0	1.0	S	N	250	0
		m/s	0 to 44.704	44.70	0	1.0	S	N	111.76	0
AT	592	<sup>o</sup> F	-22 to +122	144	-22	1.0	S	N	360	-22
		<sup>o</sup> C	-30 to +50	80	-30	1.0	S	N	200	-30
RH	593	%	0 to 100	100	0	1.0	S	N	250	0
BP	594	inHg	26 to 32	6	26	1.0	S	N	15	26
		mm-Hg	660.4 to 812.8	152.40	660.40	1.0	S	N	381.00	660.40
		mbar	880.5 to 1083.7	203.19	880.46	1.0	S	N	507.98	880.46
SR	595	Ly/min	0 to 2	2	0	1.0	S	N	5	0
		W/M2	0 to 2000	2000	0	1.0	S	N	5000	0

Die folgenden Abbildungen zeigen die Anschlussbelegungen für die Serie 500 Sensoren, die an das BAM-1020 Messgerät angeschlossen werden können. Die Sensoren sind optional und können bei Met One Instruments gekauft werden. Für weitergehende Informationen zu unserem Sensorprogramm wenden Sie sich bitte an Met One Instruments.

**Abbildung 58: Analog Anschlussklemmenblock**



**Abbildung 59: Anschließen des 590 Windrichtungssensors**

Terminal Block	Anschlusskabel Farbe
SIG	Gelb
COM	Schwarz/Schirm
POWER	Rot
ID	Grün

**Abbildung 60: Anschliessen des 591 Windgeschwindigkeitssensors**

Terminal Block	Anschlusskabel Farbe
SIG	Gelb
COM	Schwarz/Schirm
POWER	Rot
ID	Grün

**Abbildung 61: Anschliessen des 592 Umgebungstemperatursensors**

Terminal Block	Anschlusskabel Farbe
SIG	Gelb
COM	Schwarz/Schirm
POWER	Rot
ID	Grün

**Abbildung 62: Anschliessen des 593 Relative Feuchtesensors**

<b>Terminal Block</b>	<b>Anschlusskabel Farbe</b>
SIG	Gelb
COM	Grün /Schirm
POWER	Weiss
ID	Rot

**Abbildung 63: Anschliessen des 594 Barometrischen Luftdrucksensors**

<b>Terminal Block</b>	<b>Anschlusskabel Farbe</b>
SIG	White
COM	Schwarz/Schirm
POWER	Rot
ID	Gelb

**Abbildung 64: Anschliessen des 595 Sonnenstrahlungssensors**

<b>Terminal Block</b>	<b>Anschlusskabel Farbe</b>
SIG	Gelb
COM	Schwarz/Schirm
POWER	Rot
ID	Grün

## ANHANG G - Fehlermeldungen

Die BAM-1020 Monitore bieten die ständige Anzeige von Variablen wie Luftdruck und Luftdurchflussrate. Fehler werden im Gerät gespeichert und sind über die RS-232 Schnittstelle abrufbar.

### Maximale Motor Einschaltzeiten

Die Laufzeiten der Transportmotoren können länger als eine vorgegebene maximale Zeit dauern, wenn zum Beispiel ein Motor klemmt oder das Filterband reißt. Ein überschreiten der maximalen Einschaltzeiten für die Motoren führt zu einer Fehlermeldung, die entsprechend der Funktion des Motors kodiert ist. (FILTERBANDRISS, BESTAUBUNGSKAMMER KLEMMT, REFERENZ MEMBRANE KLEMMT). Die voreingestellten maximalen Einschaltzeiten sind weiter unten aufgelistet. Die Zeit für den Filterbandmotor ist bezogen den Transport für nur einen Filterfleck.

Motor	Funktion	Maximale Einschaltzeit (Sek)
M1	BESTAUBUNGSKAMMER	10
M2	REF MEMBRAN	15
M3	VORRATSROLLE	10
M4	AUFWICKELROLLE	10
M5	TRANSPORTWALZE	5

### Fehlerprotokoll

Ein Speicher für die letzten 100 aufgetretenen Fehler ist im Gerät vorgesehen. Zur jeweiligen Fehlermeldung wird das Datum und die Uhrzeit des Auftretens gespeichert. Das Fehlerprotokoll kann über die serielle Schnittstelle ausgelesen werden.

### Protokoll Definitionen

COUNT FEHLER: weniger als 10,000 Ereignisse / 4 MINUTEN

PRESSURE FEHLER: Druckdifferenz > AP

FLOW RATE FEHLER:  $|Q - 16.7| / 16.67 > F\%$

CALIBRATION FEHLER:  $|m - ABS| / ABS > 0.05$  (Abweichung > 5%)

### FILTERBANDRISS

Der Sensor S6 ist ständig an, unabhängig von den Motorbewegungen von M3-M5.

### BESTAUBUNGSKAMMER KLEMMT

Die Sensoren S4 und S5 verändern ihren Schaltzustand nicht auch wenn der Bestäubungskammermotor M2 eingeschaltet ist.

### REFERENZ MEMBRAN KLEMMT

Die Sensors S2 & S3 verändern ihren Schaltzustand nicht auch wenn der Referenzmembranmotor M1 eingeschaltet ist.

## NETZ FEHLER

Unterbrechung der Netzspannung zum beliebigen Zeitpunkt.

# Geräte Software Revision 3.0.0

## **BITTE ZUERST LESEN!**

### **BAM-1020-9800 Ergänzung**

Folgendes Dokument beschreibt die Merkmale der Geräte  
Software Revision 3.0.0 welche in dem BAM-1020-9800  
Handbuch Ausgabe E nicht enthalten sind.



**Met One Instruments, Inc**  
1600 Washington Blvd.  
Grants Pass, Oregon 97526  
Telephone 541-471-7111  
[www.metone.com](http://www.metone.com)

## 1. Normbezugsbedingungen

Dieses Softwareupdate unterstützt drei (3) Standard Bedingungen für die die gemessene Konzentration bestimmt werden kann.

1. 0 C, 760 mmHg , bzw. 1013.25 hPa
2. 20 C, 760 mmHg, bzw.1013.25 hPa
3. 25 C, 760 mmHg, bzw. 1013.25 hPa

Die Auswahl der Bezugsbedingungen erfolgt über die Variable `Std Temp` im `SETUP/CALIBRATE` Bildschirm. Die Einstellmöglichkeiten sind 0 C, 20 C, oder 25 C.

Wenn Sie zum Beispiel die gemessene Konzentration bezogen auf die Normbezugsbedingungen 0 C, 760 mmHg, bzw 1013.25 hPa ausgeben möchten, dann setzen Sie die `Flow Type Variable` auf `STD` und die `Std Temp Variable` auf 0 C.

```
Calibrate Setup
                Heater Control: AUTO
Flow Rate: 16.7      Flow Type: STD
      Cv:  1.000      Qo:  0.000
      ABS: 0.805      usw: 0.285
      K:   1.000      BKGD: 0.000
Std Temp: 25 C
SAVE                               EXIT
```

## 2. Ausgabe des Luftdrucks

In früheren Versionen der Gerätesoftware wird der Luftdruck als Absolut Druck angezeigt. Diese Version zeigt nun den Luftdruck als Umgebungsdruck an. Der Messwert des Luftdrucks wird nur verändert wenn die Pumpe aus ist. Wenn die Pumpe an ist wird die letzte Messung vor Einschalten der Pumpe konstant angezeigt. Der Luftdruck wird als `Amb P`, im `OPERATE/NORMAL` Bildschirm angezeigt.

```
04/03/2006      Normal Mode      09:38:19
                Flow(STD):  0.0 LPM
LAST C: 0.995 mg/m3      Amb P: 760 mmHg
LAST m: 0.000 mg/cm2      RH: 45%
                Heater: OFF
Status: SAMPLING                               EXIT
```

## 3. Zukünftige Gerätesoftware Änderungen

Dieses Software update bringt eine neue Funktionalität die es ermöglicht zukünftige Änderungen der BAM-1020 Gerätesoftware mit Hilfe der RS232 seriellen Schnittstelle und einem PC vorzunehmen. Das bedeutet das Gerätesoftware Änderungen nun via E-Mail an unsere Kunden versendet werden können. Die genaue Prozedur der Änderung wird mit der nächsten Änderung bekannt gegeben.

# Geräte Software Revision 3.1.0

## **BITTE ZUERST LESEN!**

### **BAM-1020-9800 Ergänzung**

Folgendes Dokument beschreibt die Merkmale der Geräte  
Software Revision 3.1.0 welche in dem BAM-1020-9800  
Handbuch Ausgabe E und in der Ergänzung zu Version 3.0.0  
nicht enthalten sind.



**Met One Instruments, Inc**  
1600 Washington Blvd.  
Grants Pass, Oregon 97526  
Telephone 541-471-7111  
[www.metone.com](http://www.metone.com)

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1. Flash Upgrade .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Hauptbildschirm .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Vorsicht – Laufende Messung Beenden .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Konzentrationseinheiten .....</b>	<b>5</b>
<b>5. Konzentrationsauflösung .....</b>	<b>5</b>
<b>6. WARNUNG BEI RANGE/OFFSET ÄNDERUNG.....</b>	<b>5</b>
<b>7. Baud Rate .....</b>	<b>6</b>
<b>8. Zeitsteuerung einstellen .....</b>	<b>6</b>
<b>9. Konzentrationsauswertung .....</b>	<b>7</b>
<b>10. Test Menu .....</b>	<b>7</b>
<b>11. Test der Probenahmeheizung .....</b>	<b>8</b>
<b>12. Filter Temperatur Einstellung .....</b>	<b>9</b>
<b>13. RH – Sensor Kalibrierung.....</b>	<b>10</b>
<b>14. Ausdruck der Einstellungen.....</b>	<b>11</b>

# 1. Flash Upgrade

Folgendes ist beim Upgrade des Programms der Version 3.0.0 auf 3.1.0 durch das Flash Update Utility Programm oder aber durch das Ersetzen des Chip zu beachten:

Vor dem Start des Update Prozesses:

1. Der „Flash Update Prozess“ wird alle Daten und Fehlerprotokolle löschen. Also vor dem Start die Daten herunterladen und speichern.

1. Notieren Sie den „OFFSET“ Wert (SETUP/SAMPLE OFFSET). Dieser wird nach dem Update Prozess wieder benötigt.

Nach dem Update Prozess:

2. Die RS232 Datenübertragungsgeschwindigkeit wird auf 38400 umgestellt. Bitte entsprechend korrigieren/anpassen.

3. Stellen Sie die Filtertemperatur (TEST/FILTER-T) und die RH (TEST/RH) Sensoren neu ein.

4. Stellen Sie den zuvor aufgenommenen SETUP/SAMPLE OFFSET Wert wieder ein.

5. Stellen Sie den SETUP/SAMPLE CONC UNITS Wert wieder ein.

6. Stellen Sie den SETUP/CALIBRATE CONC TYPE Wert wieder ein.

7. Stellen Sie SETUP/CALIBRATE FLOW TYPE Wert wieder ein.

## 2. Hauptbildschirm

Durch das Update wird sich der Hauptbildschirm verändern:

```
05/18/2006      BAM 1020      09:21:18
                3236-02 3.1.0

      LAST CONC: 0.012 mg/m3
            FLOW: 16.7 LPM
            STATUS: ON

  SETUP      OPERATE      TEST      TAPE
```

Zeile 2, 3236-02 3.1.0, zeigt die Gerätesoftware Ersatzteilnummer sowie die Revisionsnummer an.

Zeile 4, LAST CONC, zeigt die Konzentration der Messung der letzten Stunde. Die Einheit der Konzentration ist entweder  $\text{mg}/\text{m}^3$  oder aber  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Diese Einheit wird im SETUP/SAMPLE Bildschirmbild ausgewählt durch das ändern des Wertes im CONC UNITS Feld.

Zeile 5, FLOW, zeigt den aktuellen Luftdurchsatz. Die Volumenstromeinheiten sind entweder LPM oder SLPM. Die Art der Volumenstromregelung bestimmt die Volumenstromstromeinheit. Im Bildschirm SETUP/CALIBRATE Feld FLOW TYPE kann man den Wert auswählen.

Zeile 6, STATUS, zeigt den operationalen Status und den Fehlerstand.

Zeile 7, Wenn eine Außentemperaturmessung erforderlich ist aber keine Verbindung besteht wird folgende Meldung erscheinen: **MISSING TEMP PROBE**.

## 3. Vorsicht – Laufende Messung Beenden

Folgender Bildschirm erscheint wenn man zum SETUP, TEST, und TAPE Menu Bildschirm gelangt. Man wird gefragt ob die laufende Messung beendet werden soll oder nicht. Bestätigen der Ja Taste YES wird die laufende Messung abbrechen und das Gerät wird das SETUP, TEST, oder TAPE Menu anzeigen. Das Bedienen der Nein Taste NO wird zum Hauptbild zurückführen. Hält man die No Taste für 5 Sekunden wird man automatisch zum Hauptmenü zurückgeführt.

```
>>> CAUTION <<<
CONTINUING TO THE NEXT SCREEN
REQUIRES THE BAM TO STOP SAMPLING.

STOP SAMPLING: YES OR NO?

YES                                NO
```

## 4. Konzentrationseinheiten

Die Konzentration wird entweder in der Einheit  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  oder aber in  $\text{mg}/\text{m}^3$  angezeigt. Entscheiden kann man das in den CONC UNITS Einstellungen im SETUP/SAMPLE Feld (Zeile 7).

SETUP SAMPLE			
RS232	38400	8N1	BAM SAMPLE 050 MIN
STATION #	01	MET SAMPLE	01 MIN
RANGE	1.000 mg	OFFSET	-0.005 mg
CONC UNITS	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
SAVE			EXIT

## 5. Konzentrationsauflösung

Die Auflösung der Konzentration hängt davon ab welche Einheit in den Einstellungen ausgewählt wurde. Für die Einstellung der Konzentrationseinheit in  $\text{mg}/\text{m}^3$  wird eine Auflösung von 3 Dezimalstellen (99.999) für alle Bereiche angezeigt. Für die Einheit  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  wird eine Auflösung von 0 Dezimalstellen (99999) für alle Bereiche angezeigt.

## 6. WARNUNG BEI RANGE/OFFSET ÄNDERUNG

Wenn entweder der RANGE oder der OFFSET Einstellparameter (Line 6) verändert wird, ändern siech die im internen Datenspeicher gespeicherten Konzentrationswerte und werden damit ungültig.

SETUP SAMPLE			
RS232	38400	8N1	BAM SAMPLE 050 MIN
STATION #	01	MET SAMPLE	01 MIN
RANGE	1.000 mg	OFFSET	-0.005 mg
CONC UNITS	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
SAVE			EXIT

Wenn die Speichern `SAVE` Taste betätigt wird und sich entweder die `RANGE` oder der `OFFSET` Parameter verändert haben wird das folgende Bild angezeigt:

```
>>> WARNING <<<
  CHANGING THE RANGE OR OFFSET
  SETTINGS REQUIRES THE DATA LOG
  MEMORY TO BE CLEARED!

  CLEAR THE DATA LOG: YES OR NO?

  YES                                NO
```

Sollen die Änderungen gespeichert und die gespeicherten Messdaten gelöscht werden muss die `YES` Taste betätigt werden.

Sollen die Änderungen nicht gespeichert werden und die Messdaten erhalten bleiben bitte die `NO` Taste drücken.

## 7. Baud Rate

Die `RS232` Datenübertragungsgeschwindigkeitseinstellung (Zeile 2) unterstützt nun auch 19200 und 38400 Bps. Die `RS232` Einstellung ist im `SETUP/SAMPLE` Bild zu finden.

```
                                SETUP SAMPLE
RS232 38400 8N1          BAM SAMPLE 050 MIN
STATION # 01            MET SAMPLE 01 MIN
RANGE 1.000 mg          OFFSET -0.005 mg
CONC UNITS µg/m3
  SAVE                                EXIT
```

## 8. Zeitsteuerung einstellen

Die `RS232` Zeitsteuerung (t) kann auf die nächste Sekunde eingestellt werden. Die Einstellung auf die nächste Minute ist ebenso möglich.

\* t

```
Enter Password (Function Key #'s): 1234
Time: 18:55 X4193: 16:55:12
```

```
Time: 16:55:12 X0843
```

\*

## 9. Konzentrationsauswertung

Die `Conc Type` Einstellung (Zeile 3) bestimmt welches Luftvolumen für die Berechnung der Konzentration genutzt wird. Es gibt die 2 Möglichkeiten (2) `STD` und `ACTUAL`.

Die `Flow Type` Einstellung (Zeile 3) steuert die Art wie der Volumenstrom geregelt wird. Möglich sind 3 Einstellungen `METERED`, `STD` oder `ACTUAL`. Die `METERED` Einstellung wird ausgewählt wenn keine Volumenstromregelung vorhanden ist.

Wenn die `Conc Type` oder `Flow Type` auf `ACTUAL` eingestellt wird, dann ist der Anschluss eines Außentemperatursensors am Gerät erforderlich.

Wird die Speicher Taste `SAVE` gedrückt ohne dass ein Außentemperatursensor angeschlossen ist wird folgende Fehlermeldung auf dem Bildschirm angezeigt.

**MISSING TEMP PROBE**

CALIBRATE SETUP	<b>MISSING TEMP PROBE</b>
CONC TYPE: STD	FLOW RATE: 16.7
Cv: 1.000	FLOW TYPE: ACTUAL
ABS: 0.805	Qo: 0.000
K: 1.000	usw: 0.285
STD TEMP: 25 C	BKGD: 0.000
SAVE	HEATER: AUTO
	EXIT

Wenn das Gerät im normalen Messbetrieb ist, die Pumpe läuft und der `Conc Type` ist `ACTUAL` oder der `Flow Type` ist `ACTUAL` und der Außentemperatursensor wird abgeklemmt oder hat einen Fehler, dann wird eine Fehlermeldung im Fehlerspeicher abgelegt und die Messdaten werden mit der F Kennung gekennzeichnet.

## 10. Test Menu

Das Testmenu hat sich um 2 (2) Funktionen erweitert. Dies sind „`FILTER-T`“ und „`RH`“ (Zeile 5). Diese Testfunktionen ermöglichen den Abgleich der Filtertemperatur- und RH-Sensoren. Diese Funktionen waren bisher im `HEATER` Bildschirm zu finden.

TEST MENU			
COUNT	PUMP	TAPE	DAC
CALIBRATE	INTERFACE	FLOW	ALIGN
HEATER	FILTER-T	RH	
SELECT			EXIT

## 11. Test der Probenahmeheizung

Der Heizung HEATER TEST Bildschirm wird genutzt um die Probenahmeheizung zu testen. Um diese Funktion ausüben zu können muss ein Passwort eingegeben werden.

```
HEATER TEST  
  
HEATER STATUS: OFF  
  
ON EXIT
```

Betätige den ON Funktionstaste um die Probenahmeheizung anzustellen. Die ON Tastenbezeichnung wird sich auf OFF umstellen.

```
HEATER TEST  
  
HEATER STATUS: ON  
  
OFF EXIT
```

Soll die Probenahmeheizung ausgeschaltet werden betätigen Sie die OFF Taste. Die OFF Tastenbezeichnung wird sich auf ON umstellen. Wenn Sie den Bildschirm über EXIT verlassen wird die Probenahmeheizung ausgeschaltet.

## 12. Filter Temperatur Einstellung

Die Filtertemperatursensoren werden in diesem Bildschirm kalibriert. Ein Passwort ist erforderlich um diese Funktion ausführen zu können.

Sobald man Zugang zu dem Bildschirm bekommt wird die Bestäubungskammer angehoben, die Pumpe eingeschaltet und der REFERENCE Wert wird auf die aktuelle Messung des BAM-1020 eingestellt.

Um den Sensor zu kalibrieren müssen den REFERENCE Wert eingegeben und die Taste CALIBRATE drücken.

Um die Kalibrierung Rückgängig zu machen betätigen Sie die Taste „RESET“.

Drückt man auf die Taste „EXIT“ wird die Pumpe ausgeschaltet.

```
FILTER TEMPERATURE CALIBRATION

      BAM: -99.9 C
REFERENCE: -99.9 C

CALIBRATE      RESET                      EXIT
```

Die Kalibriergleichung ist die folgende:

Kalibrierte Temperatur = Unkalibrierte Temperatur + **Offset**

### 13. RH – Sensor Kalibrierung

Der Filter RH Sensor wird durch den gezeigten Bildschirm kalibriert. Für die Kalibrierung muss das Filterband entfernt werden.

Auch für diese Funktion wird ein Passwort benötigt.

Sobald man Zugang zu dem Bild bekommt wird die Bestäubungskammer angehoben, die Pumpe eingeschaltet und der REFERENCE Wert auf die aktuelle BAM Messung eingestellt.

Um die Kalibrierung zu starten tragen Sie Ihre REFERENCE Messung ein und drücken Sie auf die CALIBRATE Taste.

Um die Kalibrierung rückgängig zu machen drücken sie auf die RESET Taste.

Wenn die EXIT Taste betätigt wird schaltet sich die Pumpe aus.

```
RH CALIBRATION

      BAM: 100.0 %
REFERENCE: 100.0 %

CALIBRATE      RESET      EXIT
```

Die Kalibriergleichung ist wie folgt:

Offset = Reference – Uncalibrated RH

Calibrated RH = Uncalibrated RH + Offset

## 14. Ausdruck der Einstellungen

Der Ausdruck der aktuellen Einstellungen (RS232 Kommando, 4 - Display System Configuration) ist verbessert worden. Ein Beispiel des neuen Ausdrucks ist nachfolgend gezeigt.

BAM 1020 Settings Report  
06/07/2006 14:19:45

```
Station ID, 1
    Firmware, 3236-02 3.1.0
        K, 01.000
        BKGD, 00.000
        usw, 00.285
        ABS, 00.805
        Range, 1.000
        Offset, -0.005
        Clamp, -0.005
    Conc Units, mg/m3
    Conc Type, STD
        Cv, 01.000
        Qo, 00.000
    Flow Type, METERED
    Flow Setpt, 0016.7
    Std Temp, 25
    Temp Mult, 1.0000
    Pres Mult, 1.0000
    Flow Mult, 1.0000
    High Flow Alarm, 20
    Low Flow Alarm, 10
        Heat Mode, MANUAL
        Heat OFF, 20
        RH Ctrl, NO
        RH SetPt, 99
        RH Log, NO
        DT Ctrl, NO
        DT SetPt, 99
        DT Log, NO
    BAM Sample, 50
    MET Sample, 60
    Cycle Mode, STANDARD
    Fault Polarity, NORM
    Reset Polarity, NORM
    Maintenance, OFF
    EUMILRNFPDCT
    000000000000
        AP, 000150
    Baud Rate, 9600
    Printer Report, 2
        e3, 00.000
```



# Geräte Software Revision 3.2.0

## **BITTE ZUERST LESEN!**

### **BAM-1020-9800 Ergänzung**

Folgendes Dokument beschreibt die Punkte der Geräte Software Revision 3.2.0 welche in dem BAM-1020-9800 Handbuch Rev. E und im Ergänzung zu Version 3.1.0 nicht enthalten sind.



**Met One Instruments, Inc**  
1600 Washington Blvd.  
Grants Pass, Oregon 97526  
Telephone 541-471-7111  
[www.metone.com](http://www.metone.com)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Flash Upgrade .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Zeitdauer der Betamessung .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Sensor Ausfälle .....</b>	<b>5</b>
3.1. Ausfall des Umgebungstemperatur Sensors.....	5
3.2. Ausfall des Umgebungsluftdruck Sensors .....	5
3.3. Ausfall des Betatemperatur Sensors.....	5
<b>4. BKGD Eingabegenauigkeit.....</b>	<b>5</b>
<b>5. Konzentrationsausgabe.....</b>	<b>6</b>

# 1. Flash Upgrade

Folgendes ist beim Upgrade des Programms der Version 3.x.0 to 3.2.0 durch das Flash Update Utility Programm oder aber durch das Ersetzen des Chip zu beachten:

Vor dem Start des Update Prozesses:

1. Der „Flash Update Prozess“ wird alle Daten und Fehlerprotokolle löschen. Also vor dem Start die Daten herunterladen und speichern.
2. Notieren Sie den OFFSET Wert (SETUP/SAMPLE OFFSET) . Dieser wird nach dem Update Prozess wieder benötigt.
3. Notieren Sie den BKGD Wert (SETUP/CALIBRATE BKGD) . Dieser wird nach dem Update Prozess wieder benötigt.

Nach dem update Prozess:

4. Die RS232 Baudrate (Datenübertragungsgeschwindigkeit) wird automatisch auf 38400 umgestellt. Bitte entsprechend korrigieren/anpassen.
5. Stellen Sie die Filtertemperatur (TEST/FILTER-T) und die RH (TEST/RH) Sensoren neu ein.
6. Stellen Sie den zuvor aufgenommenen OFFSET Wert SETUP/SAMPLE OFFSET wieder ein.
7. Stellen Sie den SETUP/SAMPLE CONC UNITS Wert ein.
8. Stellen Sie den SETUP/SAMPLE COUNT TIME Wert ein.
9. Stellen Sie den SETUP/CALIBRATE CONC TYPE Wert ein.
10. Stellen Sie den SETUP/CALIBRATE FLOW TYPE Wert ein.
11. Stellen Sie den zuvor aufgenommenen BKGD Wert SETUP/CALIBRATE BKGD wieder ein.

## 2. Zeitdauer der Betamessung

Die Zeitdauer der Betamessung kann in dieser Version ausgewählt werden.

Zu finden ist die Zeitdauer Auswahl im SETUP/SAMPLE Bildschirm.

Der Feldname ist: COUNT TIME. Ausgewählt werden können entweder 4, 6, oder 8 Minuten.

```

                                SETUP SAMPLE
RS232 38400 8N1      BAM SAMPLE 050 MIN
STATION # 01        MET SAMPLE 01 MIN
RANGE 1.000 mg     OFFSET -0.005 mg
CONC UNITS ug/m3   COUNT TIME 4 MIN
SAVE                EXIT
    
```

Wird die Speichertaste SAVE gedrückt und die empfohlene BAM SAMPLE Zeit korrespondiert nicht mit der eingegebenen Zeitdauer COUNT TIME wird eine empfohlene BAM SAMPLE angezeigt. Diese Beispielzeiten sehen Sie in der folgenden Tabelle:

COUNT TIME	BAM SAMPLE
4	50
6	46
8	42

```

>>> CAUTION <<<
FOR A COUNT TIME OF 4 MINUTES
THE RECOMMENDED
BAM SAMPLE TIME IS 50 MINUTES.

CHANGE THE BAM SAMPLE TIME TO 50?

YES                                NO
    
```

Soll die BAM SAMPLE Zeit geändert werden drücken Sie auf YES und alle Veränderungen im SAMPLE Bildschirm werden gespeichert. Soll die BAM SAMPLE Änderung nicht gespeichert werden aber alle anderen Änderungen des SAMPLE Bildschirms bitte die NO Taste drücken.

### 3. Sensor Ausfälle

Sensorenausfallkriterien beziehen sich auf die Umgebungstemperatur, der Betatemperatur und auf die Umgebungsdruck Sensoren.

#### 3.1. Ausfall des Umgebungstemperatur Sensors

Der Umgebungstemperatur Sensor wird auf Fehler überprüft sofern entweder die CONC TYPE oder die FLOW TYPE auf ACTUAL eingestellt ist. Geprüft wird nur während der Sample Phase wenn die Pumpe in betrieb ist.

Kommt es während einer Minute Messzeit durchschnittlich zu einem Wert von weniger als -29.0 C oder größer als 49.0 C ist der Sensor fehlerhaft. Der Fehler wird einmal pro Messzyklus festgehalten als ein FLOW Fehler (F) .

#### 3.2. Ausfall des Umgebungsluftdruck Sensors

Der Umgebungsluftdruck Sensor wird am Ende der Zählperioden I0 und I3 auf Fehler überprüft.

Ist die durchschnittliche Messung für die Beta Zähler Periode weniger als 487.5 mmHg (650 hPa) oder aber größer als 774.2 mmHg (1032 hPa) ist der Sensor fehlerhaft. Der Fehler wird einmal pro Messzyklus festgehalten als ein FLOW Fehler (F) .

#### 3.3. Ausfall des Betatemperatur Sensors

Der Betatemperatur Sensor wird am Ende jeder Betazählperiode auf Fehler überprüft (I0, I1, I2, I1x and I3).

Ist die durchschnittliche Messung für die Betazählperiode geringer als 0 C oder aber höher als 60 C ist der Sensor fehlerhaft. Der Fehler wird einmal pro Messzyklus festgehalten als ein BT FAILURE Fehler . Dieser Fehler wird die gespeicherten Daten nicht als fehlerhaft markieren.

### 4. BKGD Eingabegenauigkeit

Die BKGD Auflösung hat sich erweitert von 3 auf 4 Stellen nach dem Dezimal Punkt.

CALIBRATE SETUP	
CONC TYPE: STD	FLOW RATE: 16.7
CV: 1.000	FLOW TYPE: ACTUAL
ABS: 0.805	Qo: 0.000
K: 1.000	usw: 0.285
STD TEMP: 25 C	BKGD: 0.0000
SAVE	HEATER: AUTO
	EXIT

## 5. Konzentrationsausgabe

Ein 'z' RS232 Befehl wurde hinzugefügt um die Druckerschnittstelle so zu konfigurieren dass die Konzentration am Ende des Messzyklus angegeben wird. Diese Ausgabe kann als Schnittstelle zu externen Datenaufzeichnungsgeräten eingesetzt werden die eine serielle Schnittstelle nutzen.

Die Parameter dieser Ausgabe sind: Datum, Zeit, Konzentration und Sample Luftvolumen (Qtotal). Die Breite des Berichtes kann nicht geändert werden.

Das Format in mg/m3 ist: MM/DD/YY HH:mm:ss ,+99.999 ,+9.999

Das Format in ug/m3 ist: MM/DD/YY HH:mm:ss ,+999999 ,+9.999

Folgendes ist ein Ausgabebeispiel für beide Konzentrationseinheit (mg/m3, ug/m3).

MM/DD/YY HH:mm:ss ,+00.015 ,+0.835

MM/DD/YY HH:mm:ss ,+000015 ,+0.835

Oder

MM/DD/YY HH:mm:ss ,-00.001 ,+0.835

MM/DD/YY HH:mm:ss ,-000001 ,+0.835

Die Zeitmarke für den Ausdruck im STANDARD Zyklus ist jeweils der Beginn der vollen nächsten Stunde. Sehen Sie bitte im Handbuch Abschnitt 4.18 wegen der Definition der Zyklen nach

Ein Beispiel: erfolgt die Messung zwischen 2 und 3 Uhr ist das Konzentrationsausgabeformat:

MM/DD/YY 03:00:00 ,+00.015 ,+0.835

Die Ausdruck Zeitmarke für den EARLY Zyklus in obigem Beispiel würde Minute 55 Sekunde 00 sein für die gegenwärtige Stunde. Das Konzentrationsausgabeformat ist dann:

MM/DD/YY 02:55:00 ,+00.015 ,+0.835

Den 'z' Befehl kann man nun im RS232 Ausgabemenü ( Befehl 8 ) finden, wie im folgenden zu sehen ist:

```
> BAM 1020 < Utility Commands
```

ASCII Commands:

```
c      - Clear Data Memory (Password required)
d      - Set Date (Password required)
e      - Display Hex EEPROM Setup Values
f      - Factory Calibration Tests
h,H,? - Display > BAM 1020 < System Menu
i      - Display ID Values
m      - Display Hex Data Memory Values
```

- p - Modify Modem Pointer
- q - Display Station ID
- t - Set Time (Password required)
- z - Enable concentration report to PRINTER output

# **Geräte Software Revision 3.2.1b**

## **BITTE ZUERST LESEN!**

### **BAM-1020-9800 Ergänzung**

Folgendes Dokument beschreibt die Punkte der Geräte Software Revision 3.2.1b welche in dem BAM-1020-9800 Handbuch Rev. E und in Ergänzung zu Version 3.2.0 nicht enthalten sind.



**Met One Instruments, Inc**  
1600 Washington Blvd.  
Grants Pass, Oregon 97526  
Telephone 541-471-7111  
[www.metone.com](http://www.metone.com)

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1. Übersicht.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Hauptbildschirm.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Konzentrations - Offset.....</b>	<b>4</b>
3.1. Unteres Konzentrations- Limit (e1).....	5
<b>4. Tagesreport der Messdaten .....</b>	<b>6</b>

# 1. Übersicht

Diese Anleitung gibt eine Übersicht über die Änderungen der Gerätesoftware des BAM 1020 Messgerätes von Version 3.2.0 zu 3.2.1b. Diese Ergänzung ist im Zusammenhang mit der Bedienungsanleitung des BAM 1020 – 9800 Revision E und den Ergänzungen 3.0.0, 3.1.0 und 3.2.0 zu lesen.

# 2. Hauptbildschirm

Durch das Update wird sich der Hauptbildschirm verändern:

```
05/18/2006      BAM 1020      09:21:18
                3236-02 3.2.1b

      LAST CONC: 0.012 mg/m3
            FLOW: 16.7 LPM
            STATUS: ON

  SETUP   OPERATE   TEST   TAPE
```

Zeile 2, 3236-02 3.2.1b, zeigt die Gerätesoftware Ersatzteilnummer sowie die Revisionsnummer an.

Zeile 4, LAST CONC, zeigt die Konzentration der Messung der letzten Stunde. Die Einheit der Konzentration ist entweder  $\text{mg}/\text{m}^3$  oder aber  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Diese Einheit wird im SETUP/SAMPLE Bildschirmbild ausgewählt durch das ändern des Wertes im CONC UNITS Feld.

Zeile 5, FLOW, zeigt den aktuellen Luftdurchsatz. Die Volumenstromeinheiten sind entweder LPM oder SLPM. Die Art der Volumenstromregelung bestimmt die Volumenstromstromeinheit. Im Bildschirm SETUP/CALIBRATE Feld FLOW TYPE kann man den Wert auswählen.

Zeile 6, STATUS, zeigt den operationalen Status und den Fehlerstand.

Zeile 7, Wenn eine Außentemperaturmessung erforderlich ist aber keine Verbindung besteht wird folgende Meldung erscheinen: **MISSING TEMP PROBE**.

### 3. Konzentrationen - Offset

Änderung des unteren Wertes des Konzentrations- Offset von  $-0.005$  auf  $-0.015$ . Die Anzeige des Gerätes kann nun festgehalten werden im Bereich von  $-0.015$  bis  $0.005$  falls der Messwert darunter liegen sollte.

Die Werkseinstellung für den Offset Parameter ist  $-0.015$ .

```

                                SETUP SAMPLE
RS232 38400 8N1      BAM SAMPLE 050 MIN
STATION # 01        MET SAMPLE 01 MIN
RANGE 1.000 mg      OFFSET -0.015 mg
CONC UNITS ug/m3    COUNT TIME 4 MIN
SAVE                EXIT
```

Anmerkung: Sollten Sie entweder den RANGE oder den OFFSET Parameter verändern müssen, beachten Sie bitte dass dabei die gespeicherten Messdaten gelöscht werden.

Die folgende Tabelle zeigt den unteren und oberen Datenbereich des internen Datenspeichers für die verschiedenen RANGE Einstellungen. Sie zeigt auch die Datenauflösung des Datenspeichers in  $\mu\text{g}$  pro Speichereinheit. Beachten Sie bitte dass der dynamische Messbereich des Datenspeichers 4095 Bits beträgt.

OFFSET (mg)	RANGE (mg)	Low Scale (mg)	Full Scale (mg)	ug / bit
-0.015	0.100	-0.015	0.085	0.02
-0.015	0.200	-0.015	0.185	0.05
-0.015	0.250	-0.015	0.235	0.06
-0.015	0.500	-0.015	0.485	0.12
-0.015	1.000	-0.015	0.985	0.24
-0.015	2.000	-0.015	1.985	0.49
-0.015	5.000	-0.015	4.985	1.22
-0.015	10.000	-0.015	9.985	2.44

### 3.1. Unteres Konzentrations- Limit (e1)

Änderung des unteren Konzentrationsanzeigewertes (e1) von  $-0.005$  auf  $-0.015$ .

Der Einstellbereich für diesen Parameter ist von  $-0.015$  bis  $0.010$ .

Die Werkseinstellung ist  $-0.015$ .

SETUP MODE EXTRA 1	
e1: Low Concentration Limit	-0.015
e2: Not Used	0.500
e3: Membrane OFF Delay (Sec)	0.000
e4: Membrane Time Out (Sec)	15.00
SAVE	EXIT

## 4. Tagesreport der Messdaten

Der Ausdruck des Tagesreports (Befehle 1, 2, und 3) wurde bezüglich der Start und Stoppzeiten geändert um eine richtige Synchronisation mit dem aktuellen Tag zu gewährleisten die Zeiten sind nun von 00:00:01 – 24:00:00 (anstatt wie früher von 00:00:00 – 23:59:59). Im folgenden sehen Sie einen geänderten Ausdruck als Beispiel.

```

Report for 11/19/2006 - Day 323    > BAM 1020 <    Station ID: 1

Channel
Sensor          Conc   Qtot   01     02     03     04     05     06
Units          ug/m3  m3     XXX   XXX   PRESS  RH     FT     AT
=====
01:00  ----L----- 00185  0.000  0.000  00000  738.3  016.9  046.1  016.8
02:00  ----L----- 00185  0.000  0.000  00000  738.4  016.1  045.6  016.0
03:00  -----      00010  0.700  0.000  00000  738.4  015.3  045.1  015.8
04:00  -----      00010  0.700  0.010  00000  738.6  018.0  044.9  016.4
05:00  ----L----- 00185  0.000  0.000  00000  738.9  017.0  045.0  016.1
06:00  -----      00009  0.700  0.000  00000  739.2  015.9  044.9  015.4
07:00  ----L----- 00185  0.000  0.000  00000  739.6  017.1  044.5  014.5
08:00  -----      00007  0.700  0.000  00000  740.1  018.0  044.3  015.7
09:00  -----      00007  0.700  0.007  00000  740.5  018.6  044.7  017.9
10:00  -----      00008  0.700  0.007  00000  740.7  016.0  046.0  022.5
11:00  -----      00009  0.700  0.008  00000  740.5  016.1  048.0  024.4
12:00  -----      00010  0.700  0.009  00000  740.5  014.3  050.2  026.5
13:00  -----      00010  0.700  0.010  00000  740.4  012.7  051.9  025.9
14:00  -----      00009  0.700  0.010  00000  740.0  012.5  052.2  025.4
15:00  -----      00010  0.700  0.009  00000  739.6  014.0  052.2  025.4
16:00  ----L----- 00185  0.000  0.000  00000  739.3  013.6  052.1  024.6
17:00  -----      00002  0.700  0.000  00000  738.9  013.8  052.2  027.5
18:00  -----      00005  0.700  0.002  00000  738.7  013.5  052.8  027.7
19:00  -----      00005  0.700  0.005  00000  738.7  013.3  053.1  026.4
20:00  -----      00002  0.700  0.005  00000  739.0  014.3  051.3  021.7
21:00  -----      00003  0.700  0.003  00000  739.1  015.2  049.9  019.2
22:00  -----      00003  0.700  0.003  00000  739.4  015.4  048.8  018.3
23:00  -----      00003  0.700  0.003  00000  739.9  015.5  047.3  016.9
00:00  -----      00003  0.700  0.003  00000  739.5  017.9  045.5  015.9

Savg          00044  0.554  0.004  00000  739.4  015.5  048.3  020.5
Vavg          00000  0.000  0.000  00000  00000  00000  00000  00000

```

Data Recovery 100.0 %

In der Zeile **Savg** finden Sie die berechneten 24h Mittelwerte der aufgezeichneten Daten des jeweiligen Tages. Die Zeile **Vavg** ist ein Vektormittelwert für eventuell angeschlossene Sensoren die eine Vectorinformation liefern z.B. Windrichtung.

Der Wert **Data Recovery** gibt die Verfügbarkeit des Gerätes während des betreffenden Tages an. In den Spalten 01 – 06 werden die Mittelwerte der angeschlossenen Sensoren angezeigt

# 592

# TEMPERATUR SENSOR

# HANDBUCH



Met One Instruments, Inc  
**1600 Washington Blvd.**  
Grants Pass, Oregon 97526  
Telephone 541-471-7111  
Facsimile 541-471-7116

Regional Service  
3206 Main St. Suite 106  
Rowlett, Texas 75088  
Telephone 972-412-4715  
Facsimile 972-412-4716

## **Urheberrechtsvermerk**

© Copyright 2001 Met One Instruments, Inc. Alle Rechte vorbehalten weltweit. Kein Teil dieser Publikation darf in einem Dateninformations- oder -abfragesystem reproduziert werden, übertragen werden, gespeichert werden, oder in irgendeine andere Sprache in irgendeiner Form mit irgendwelchen Mitteln ohne die ausdrückliche schriftliche Erlaubnis von Met One Instruments, Inc. übersetzt werden.

## **Technische Unterstützung**

Für technische Unterstützung, bitte konsultieren Sie zuerst die mitgelieferten Unterlagen um Ihr Problem zu lösen. Wenn Sie danach immer noch Probleme haben wenden Sie sich bitte an unseren Technischen Kundendienst, während unserer normalen Geschäftszeiten von 7:30 bis 16:00 Pacific Standard Zeit in der Zeit von Montag bis Freitag.

Telefon: (541) 471-7111

Fax: (541) 471-7116

E-Mail: [service@metone.com](mailto:service@metone.com)

Postadresse: Technical Services Department  
Met One Instruments, Inc.  
1600 Washington Boulevard  
Grants Pass, OR 97526

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.0</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>4</b>
	<i>Abbildung 1-1: Modell 592 Temperatursensor .....</i>	<i>4</i>
	<i>Eigenschaften.....</i>	<i>5</i>
	<i>Elektronische Eigenschaften.....</i>	<i>5</i>
<b>3.0</b>	<b>ANSCHLUSSVERBINDUNGEN.....</b>	<b>5</b>
	<i>Abbildung 3-1:Temperatursensor und Anschlussverbindungen.....</i>	<i>5</i>
<b>4.0</b>	<b>KALIBRIERÜBERPRÜFUNG .....</b>	<b>6</b>

## 1.0 Einleitung

- 1.1 Der Temperatursensor Modell 592 ist an einem Strahlungsschutzschild befestigt, siehe Abbildung 1-1. Konzentrisch emaillierte Aluminium Platten reflektieren die Solarenergie, die auf den Temperatursensor einfällt. Das Schild ist so gestaltet dass sowohl die Messfehler durch die direkte Einstrahlung als auch die durch die reflektierte terrestrische Einstrahlung weitgehend reduziert werden. Das Schild ist selbst belüftend bei normalen Windbedingungen.
- 1.2 Das Strahlungsschild welches den Temperatur Sensor enthält lässt sich an einem Met One Instrument Typ 191 Querarm oder jedem anderen 25 mm (1-inch) Durchmesser horizontalem Rohr, wie z.B. dem Met One Instrument Typ 193 universellem Haltearm befestigen.
- 1.3 Das Model 592 wird ausgeliefert mit einem 4.6 m (15 Fuß) langen Anschlusskabel und einem 4-poligen Anschlussstecker, der direkt in den Eingang des AutoMet Daten Aufzeichnungsgerätes passt. Für die Verbindung zu anderen Instrumenten kann der Stecker entweder abgeschnitten werden oder aber der Sensor kann ohne den Anschlussstecker bestellt werden. Siehe die Drahtfarben und Pinbelegungen des Sensors in Abbildung 3-1. Ist der Sensor ohne Anschlussstecker geliefert worden beachten Sie bitte die korrekten Farben der Drähte beim Anschließen.
- 1.3.1 Diese Sensoren sind sehr haltbare und feldgeprüfte Geräte.

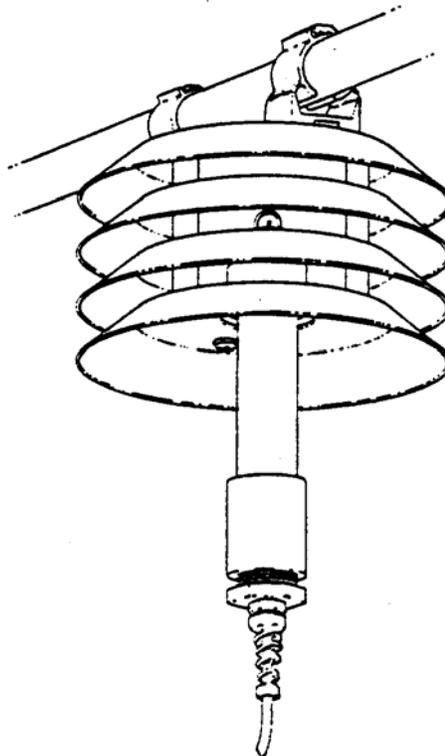


Abbildung 1-1: Modell 592 Temperatursensor

## Spezifikationen

### Eigenschaften

Temperatur Spanne: Standard	-30° to +50° C (-22° to +122° F)
Optional	-50° to +50° C (-58° to +122° F)
Genauigkeit: Standard	± 0.15° C
Optional	± 0.1° C
Linearität	± 0.15° C
Zeitkonstante	10 Sekunden ohne Wind

### Elektronische Eigenschaften

Stromverbrauch	Bei 12V DC typisch 4mA
Ausgang	0-1 Volt für -30° to +50° C 0.5-1 Volt für -50° to +50° C
Ausgangsimpedanz	100 Ohm Maximal
Maximale Kabellänge	30 m (100-ft) (Wenn eine längere Verbindung gebraucht wird bitte Rücksprache mit dem Hersteller)

## 3.0 Anschlussverbindungen

- 3.1 Die folgenden Verbindungen sind für den Typ 592 Temperatursensor verfügbar. Der Sensor erfordert 12 V Gleichspannung für den Betrieb. Der Ausgang ist normalerweise 0-1 Volt für den Eingang zu einem Datenspeicher oder anderen Geräten. Der Sensor hat einen ID Ausgang, den verschiedene intelligente Datenspeichersysteme wie z.B. das AutoMet und der BAM-1020 Staubmessgerät nutzen können. Der Ausgang erlaubt dem Aufzeichnungsgerät den installierten Sensor automatisch zu erkennen und die notwendigen Parameter zu setzen, so das der Benutzer nicht mehr tun muss.

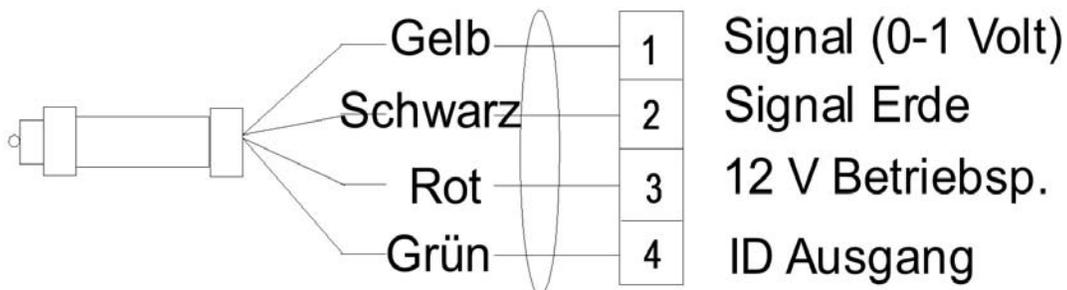


Abbildung 3-1: Temperatursensor und Anschlussverbindungen

## **4.0 Kalibrierüberprüfung**

- 4.1 Eine einfache Überprüfung der Kalibrierung kann in einem Eisbad ausgeführt werden. Der Fühler wird aus dem Schild entfernt und im Eisbad getestet. Den Fühler sollte man hierzu mit einer Plastik- oder Gummiabdeckung schützen, soweit er in das Wasser getaucht wird. Bei 0° C oder 32° F kann der Ausgang des Sensors dann mit einem angeschlossenen Gerät oder einem Voltmeter gemessen werden. Beim Gefrierpunkt sollte die Spannung am Ausgang bei 0.375 Volt liegen. Bei einer Zimmertemperatur von 20° C sollte die Ausgangsspannung bei ca. 0.625 Volt liegen.

# 594 LUFTDRUCK SENSOR HANDBUCH



Met One Instruments, Inc  
**1600 Washington Blvd.**  
Grants Pass, Oregon 97526  
Telephone 541-471-7111  
Facsimile 541-471-7116

Regional Service  
3206 Main St. Suite 106  
Rowlett, Texas 75088  
Telephone 972-412-4715  
Facsimile 972-412-4716

## **Urheberrechtsvermerk**

© Copyright 2001 Met One Instruments, Inc. Alle Rechte vorbehalten weltweit. Kein Teil dieser Publikation darf in einem Dateninformations- oder -abfragesystem reproduziert werden, übertragen werden, gespeichert werden, oder in irgendeine andere Sprache in irgendeiner Form mit irgendwelchen Mitteln ohne die ausdrückliche schriftliche Erlaubnis von Met One Instruments, Inc. übersetzt werden.

## **Technische Unterstützung**

Für technische Unterstützung, bitte konsultieren Sie zuerst die mitgelieferten Unterlagen um Ihr Problem zu lösen. Wenn Sie danach immer noch Probleme haben wenden Sie sich bitte an unseren Technischen Kundendienst, während unserer normalen Geschäftszeiten von 7:30 bis 16:00 Pacific Standard Zeit in der Zeit von Montag bis Freitag.

Telefon: (541) 471-7111

Fax: (541) 471-7116

E-Mail: [service@metone.com](mailto:service@metone.com)

Postadresse: Technical Services Department  
Met One Instruments, Inc.  
1600 Washington Boulevard  
Grants Pass, OR 97526

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1.0</b>	<b>GENERELLE INFORMATIONEN .....</b>	<b>4</b>
<b>2.0</b>	<b>SPEZIFIKATIONEN .....</b>	<b>4</b>
	<i>EIGENSCHAFTEN .....</i>	<i>4</i>
	<i>ELEKTRONISCHE EIGENSCHAFTEN .....</i>	<i>4</i>
	<i>PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN.....</i>	<i>4</i>
<b>3.0</b>	<b>INSTALLATION.....</b>	<b>5</b>
<b>4.0</b>	<b>BEDIENUNG .....</b>	<b>5</b>
	<i>Tabelle 4-1: Luftdruck Sensor Bereich Auswahl .....</i>	<i>5</i>
<b>5.0</b>	<b>WARTUNG UND FEHLERSUCHE .....</b>	<b>6</b>
	<i>Abbildung 5.1-Luftdruck Sensor Kabelanschlüsse .....</i>	<i>6</i>
	<i>Abbildung 5.2-Luftdruck Sensor Montage .....</i>	<i>7</i>

## 1.0 GENERALE INFORMATIONEN

Der 5904 Luftdruck Sensor nutzt ein aktives Halbleiterelement um den Luftdruck zu messen. Eine eigenständige Elektronik liefert eine stabilisierte Spannung zum Halbleiterelement und zur Verstärkung des Signalausgangs.

## 2.0 Spezifikationen

### Eigenschaften

Kalibrierter Messbereich:	880-1084 hPa (26-32" Hg) (Standard)*
Kalibrierter Betriebsbereich:	-18°C to +50°C
Betriebstemperaturbereich:	-40°C to +50°C
Auflösung:	unendlich
Genauigkeit:	±1.35 hPa (±0.04 in Hg)
Genauigkeit:	±0.125% FS
Ausgang:	0-1V DC (Standard)*

\*Nummerierungsbeispiel Bereich: 5904 - 26/32 - 1

Basis Mod #                      Bereich ("Hg)                      Ausgangsspannung  
(In diesem Beispiel ist der Sensor Ausgang 0-1V in einem Bereich von 26 to 32" Hg)

### Elektronische Eigenschaften

Stromverbrauch:	11 mA @ 12 VDC
Sensor Ausgang:	0-1 VDC Standard 0-5 VDC Optional

### Physikalische Eigenschaften

Gewicht:	8.8 Oz (250 g)
Größe:	2.13" x 3.2" x 5" (5.4 x 8.3 x 13 cm)

### 3.0 INSTALLATION

#### 3.1 Sensor Montage

Den Sensor sollte man am Mast mit dem Druckeinlasskanal nach unten gerichtet anbringen. Je nach Befestigungs-Hardware die Befestigungshaken am Mast positionieren. Mit Druck die Haken in die Klemmverbindung einrasten. (um die Klemmen vom Mast zu entfernen, die Klemmen auseinander drücken) oder die Muttern anziehen bis der Sensor stramm am vorgesehenen Befestigungspunkt sitzt. Siehe Abb. 5.2

### 4.0 Bedienung

- 4.1 Der Luftdruck Sensor ist in der Fabrik kalibriert worden und wird sich so lange dieser nicht defekt ist nicht verändern. Um sich über die korrekte Funktion des Sensors und Moduls zu vergewissern, ist es empfehlenswert diese mit der lokalen Wetterdienststelle zu überprüfen. Ganz exakte Korrelation ist nicht zu erwarten da es geografische und meteorologische Abweichungen gibt. Der Sensor liest den absoluten Luftdruck, wobei die Messungen der lokalen Wetterstationen oft dem Meeresspiegel angeglichen werden.
- 4.2 Man sollte daran denken dass der Nominale Luftdruck auf Höhe des Meeresspiegels ist etwa 1013 hPa (30" Hg) ist und das pro etwa 305 m (1,000 Fuß) Höhenunterschied der Mittlere Luftdruck um ca, 34 hPa (1" Hg) abnimmt. Beispiel: Eine Wetterstation auf Meeresspiegel nutzt ein Barometer in einem Bereich von 880 bis 1084 hPa (26 bis 32" Hg) um alle möglichen Wetterbedingungen abzudecken. Einer Wetterstation in 1200 m (4.000 ft) Höhe oberhalb des Meeresspiegels würde einen Messbereich von 745 bis 848 hPa (22 bis 28" Hg) erfordern.

Tabelle 4-1: Luftdruck Sensor Bereich Auswahl

<u>Höhe über NN</u>		<u>Bereich hPa ("Hg") (Standard)*</u>
<u>Meter</u>	<u>(ft)</u>	
0 bis 457	(0 bis 1,500)	880/1084 (26/32)
468 bis 1067	(1,501 bis 3,500)	813/1016 (24/30)
1068 bis 1676	(3,501 bis 5,500)	745/948 (22/28)
1677 bis 2438	(5,501 bis 8,000)	677/880 (20/26)
2439 bis 3048	(8,001 bis 10,000)	610/813 (18/24)
3049 bis 3810	(10,001 bis 12,500)	542/745 (16/22)
3811 bis 4724	(12,501 bis 15,500)	474/677 (14/20)
4725 bis 5791	(15,501 bis 19,000)	406/610 (12/18)

\*Bitte im Werk nachfragen falls andere Bereiche gewünscht sind

- 4.3 Jeder Sensor wird mit einem Kalibrierdatenblatt geliefert. Dieses Blatt zeigt die Messwerte des Sensors bei zwei oder mehr verschiedenen Druckwerten. Es ist ratsam diese Werte aufzubewahren, weil bei einer eventuell erforderlichen Rekalibrierung des Sensors im Feldeinsatz diese Werte benötigt werden. Sind

diese Daten nicht mehr vorhanden muss der Sensor zum Werk zurückgeschickt werden um neu kalibriert zu werden.

## 5.0 **Wartung und Fehlersuche**

### 5.1 Genereller Wartungsplan:

- Den Druckeinlasskanal gelegentlich überprüfen, um sich zu vergewissern dass es keine Blockierung gibt. Darüber hinaus sind keine periodischen Wartungen oder Kalibrierungen erforderlich.

- Den Sensor auf korrekte Funktion überprüfen, Lesen Sie bitte dazu in Abschnitt 4.1.

### 5.2 5904 Drucksensor Wartung:

Der Drucksensor erfordert normalerweise keine regelmäßige Wartung oder Kalibrierung. Sollte es dennoch nötig sein, muss der Sensor zurück ins Werk geschickt werden. Beim Drucksensor Model 5904 muss immer sichergestellt werden dass der Sensoreingangskanal sauber und nicht blockiert ist.

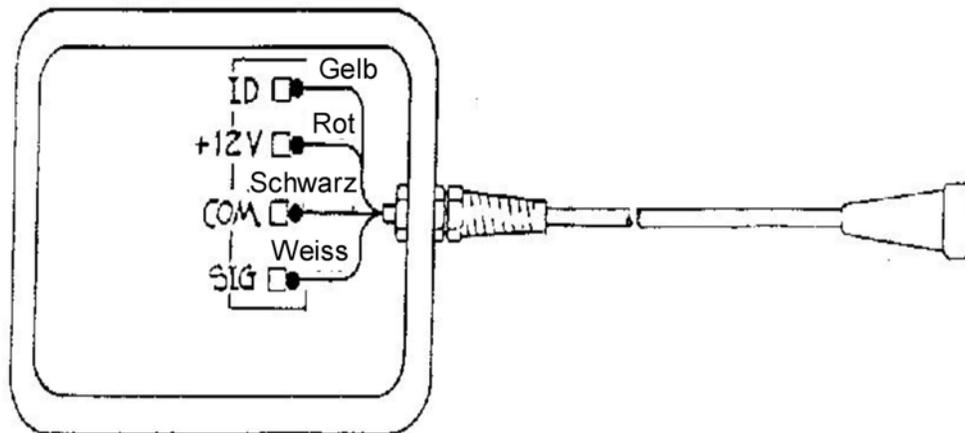


Abbildung 5.1-Luftdruck Sensor Kabelanschlüsse

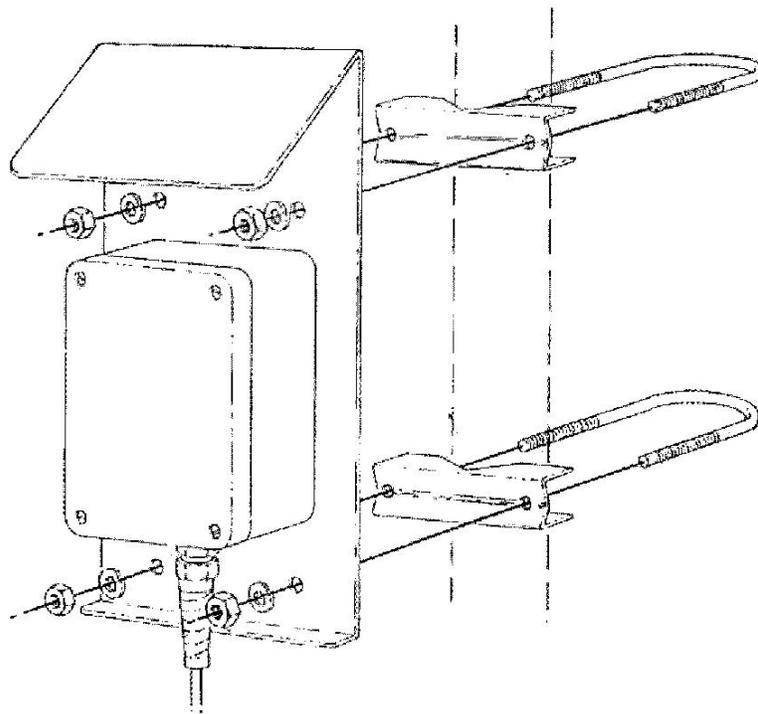


Abbildung 5.2-Luftdruck Sensor Montage