

Materialien

Band 66

PM10-Vergleichsmessungen der deutschen Bundesländer

im Rahmen
der STIMES-Arbeitsgruppe PM10



Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen

Wasser

Boden

Abfall

Technik
Verfahren

Materialien

Band 66

**PM10-Vergleichsmessungen der deutschen Bundesländer
im Rahmen der STIMES-Arbeitsgruppe PM10**

von

**Reinhold Beier, Frank Bunzel, Erich Klasmeier, Lothar Laskus,
Gunter Löschau, Michael Lohberger, Ralf Lump, Frank Palme,
Ulrich Pfeffer, Wilma Travnicek**

gemeinsam herausgegeben von

Landesumweltamt NRW (LUA NRW)

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG)

Umweltbundesamt (UBA)

Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen 2005

Impressum

Herausgeber: **Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (LUA NRW)**
Wallneyer Straße 6, 45133 ESSEN
Telefon (02 01) 79 95-0, Telefax (02 01) 79 95-14 48
e-mail: poststelle@lua.nrw.de
Essen 2005

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG)
Rheingaustraße 186, D-65203 Wiesbaden
www.hlug.de

Umweltbundesamt (UBA)
Bismarckplatz 1, 14193 Berlin
www.umweltbundesamt.de

**Verfasserinnen
und Verfasser:** Dr. Reinhold Beier, Frank Bunzel, Erich Klasmeier,
Prof. Dr. Lothar Laskus, Gunter Löschau, Michael Lohberger,
Ralf Lumpp, Frank Palme, Dr. Ulrich Pfeffer, Wilma Travnicek

Redaktion: Dr. Ulrich Pfeffer, Landesumweltamt NRW

ISSN **0947-5206 (Materialien)**

**Informationsdienste
des LUA NRW:** **Umweltdaten aus NRW** (Aktuelle Luftqualität, Pegel­daten online, Hochwassermeldungen, etc.) sowie **Fachinformationen:**

- **Internet** unter www.landesumweltamt.nrw.de

Aktuelle Luftqualitäts­werte:

- **Telefonansagedienst** (02 01) 1 97 00
- **WDR-Videotext** (3. Fernsehprogramm, Tafeln 177 bis 179)

Bereitschaftsdienst: Nachrichtenbereitschaftszentrale des LUA NRW
(24-Std.-Dienst): Telefon (0201) 71 44 88

Inhaltsübersicht

0	Zusammenfassung / Abstract	5
1	Einführung und Motivation	9
2	Ziel der Messungen	11
3	Versuchsdesign - Aufbau des Messfeldes - Messverfahren	13
4	Technische Durchführung und Qualitätssicherung	25
5	Meteorologische Verhältnisse	26
6	Festlegung der Referenzwerte	29
7	Darstellung der angewandten Auswerteverfahren	31
7.1	Auswertungen in Anlehnung an DIN EN 12341	31
7.2	Ermittlung der Messunsicherheit	32
7.3	Auswertung hinsichtlich Driften	38
8	Auswertung der Ergebnisse	41
8.1	Datenverfügbarkeit	41
8.2	Auswertungen in Anlehnung an DIN EN 12341	42
8.2.1	Einleitung	42
8.2.2	Gravimetrische Messverfahren	44
8.2.3	Kontinuierliche Messverfahren (TEOM, FH)	46
8.3	Ermittlung der Messunsicherheit	50
8.4	Auswertung hinsichtlich Driften	53
9	Diskussion und Zusammenfassung	57
10	Anhang I: Sonderauswertungen und Hinweise einzelner Teilnehmer	59
10.1	Rheinland-Pfalz (Frank Bunzel)	59
10.2	Niedersachsen (Erich Klasmeier)	60
10.3	Bayern (Frank Palme, Lothar Laskus)	63
10.3.1	Einführung	63
10.3.2	Verluste während der Beprobung und Lagerung	64

10.3.3	Verluste während der Beprobung	65
10.3.4	Quantifizierung des Einflusses der Filterlagerung	65
10.3.5	Interne Erwärmung der Sammler	67
10.3.6	Zusammenhang der internen Erwärmung mit Minderbefunden	69
10.3.7	Fazit	71
10.4	Sachsen (Michael Lohberger)	72
10.5	Baden-Württemberg (Ralf Lumpp) Auswertungen zu möglichen Verlusten beim Digital DHA-80 in Abhängigkeit von der mittleren Tagestemperatur	80
10.5.1	Einleitung	80
10.5.2	Ziel	80
10.5.3	Auswertungen zur Temperaturabhängigkeit	81
10.5.4	Zusammenfassende Beurteilung	89
11	Anhang II	91
11.1	Tabellen der Messergebnisse	91
11.2	Auswertungen zur Ermittlung der Messunsicherheit	108
11.3	Auswertungen zu Driften	156
11.4	Qualitätssicherung bei Schwebstaubmessungen	168
11.4.1	Vorbemerkung	168
11.4.2	Geräte	168
11.4.3	Wägung und Filter	171
11.4.4	Datenübernahme	173
11.5	Mitglieder der Arbeitsgruppe	173
11.6	Literaturangaben	175

0 Zusammenfassung / Abstract

Zusammenfassung

Unter Federführung der beiden Nationalen Referenzlaboratorien (UBA, LUA NRW) wurde in Wiesbaden auf dem Gelände des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG) im Jahr 2003 ein achtmonatiger Feldversuch mit gravimetrischen und verschiedenen kontinuierlich arbeitenden PM10-Messverfahren durchgeführt. Hauptziel der Untersuchungen war die Ermittlung der Datenqualität der in den Ländern eingesetzten gravimetrischen Messverfahren. Darüber hinaus sollten Informationen über kontinuierlich nach verschiedenen Messprinzipien arbeitende Geräte gewonnen werden.

Die PM10-Vergleichsmessungen wurden mit insgesamt 23 Staubmessgeräten durchgeführt, davon 15 gravimetrische Sammler (low und high volume, Einzelfiltergeräte, Filterwechsler und 9 automatische Geräte (FH62, TEOM, optische Geräte). Die Vergleichsmessung dauerte 8 Monate vom 1. Februar bis 30. September 2003).

Die Auswertungen erfolgten zum einen in Anlehnung an DIN EN 12341, zum anderen durch Anwendung des *Leitfadens zur Angabe der Unsicherheit beim Messen* DIN ENV 13005.

88 % der gravimetrisch arbeitenden Geräte erfüllten alle Anforderungen der Norm DIN EN 12341. Bei den Auswertungen wurden tendenziell Minderbefunde der Sammler mit automatischen Filterwechslern (DHA-80 und SEQ) gegenüber den KleinfILTERGERÄTEN mit manuellem Filterwechsel festgestellt. Die 8 DHA-80-Sammler variierten im Bereich von - 1 % bis -13 % und 2 der 4 SEQ-Sammler lagen im Bereich von -4 bis - 8 %.

Bei den kontinuierlich arbeitenden Geräten wurden nur in Einzelfällen nach der Anwendung von Korrekturfaktoren die Normanforderungen erfüllt. Dabei kann der von einer EU-Arbeitsgruppe empfohlene „Standard-Korrekturfaktor“ von 1,3 für den Fall, dass Ergebnisse eigener Vergleichsmessungen nicht verfügbar sind, nur als erster konservativer Ansatz angesehen werden: nur zwei von neun Teilnehmern erfüllten nach Anwendung dieses Faktors die Anforderungen der DIN EN 12341. Für die speziellen Randbedingungen der Messungen in Wiesbaden ergab sich ein „optimaler Korrekturfaktor“ von 1,15. Vier von neun Geräten hielten nach Korrektur der Rohdaten mit diesem Faktor die Kriterien der Norm ein.

Bei der Ermittlung der Messunsicherheit ergab sich für die aus den Daten dreier LVS-Geräte gebildeten Referenzwerte eine erweiterte 95%-Unsicherheit U von weniger als 4 % bei 40 µg/m³. Alle gravimetrischen Geräte erfüllten das Datenqualitätsziel der EU-Richtlinie 1999/30/EG hinsichtlich der Messunsicherheit von $U \leq 25 \%$ bei 40 µg/m³. Gleichwohl ist die Spanne der erweiterten 95%-Unsicherheit U auch bei gleichen Gerätetypen teilweise beträchtlich und reicht beispielsweise bei den Digitel DHA-80 von 12 bis 24 % und von 16 bis 21 % bei den SEQ-Geräten. Bei den kontinuierlich messenden Geräten sind in aller Regel Korrekturen erforderlich, um die Datenqualitätsziele einzuhalten. Nur zwei Geräte (ein FH62, ein optisches Gerät) erbrachten ohne Korrektur eine 95 %-Unsicherheit U kleiner 25 %. Die Anwendung eines Standard-Faktors von 1,3 führt nicht zu signifikanten Verbesserungen. Bei Korrektur mit dem für das Wiesbadener Experiment günstigsten Korrekturfaktor von 1,15 erreichen vier von neun kontinuierlich arbeitenden Geräten eine erweiterte 95%-Unsicherheit $U \leq 25 \%$.

Der Bericht enthält ferner eine Vielzahl von Sonderauswertungen einzelner Teilnehmer. Darüber hinaus wurden detaillierte Empfehlungen zur Durchführung gravimetrischer PM10-Messungen formuliert. Dieses Protokoll regelt eine Vielzahl technischer Vorgehensweisen bei der Kalibrierung und Messung sowie bei der Wägung von Filtern.

Abstract

Under the lead of the two German Reference Laboratories (UBA, LUA NRW) a field measurement campaign was performed in Wiesbaden in 2003 over eight months in order to compare gravimetric and continuous monitoring methods for PM10. The main objective was the evaluation of data quality of gravimetric methods used in German networks. In addition, information should be gathered about continuous methods based on different principles.

23 PM10 monitors joined the measurement campaign. These were 15 gravimetric devices (low and high volume, single filter instruments, filter changer) and 9 automatic monitors (FH62, TEOM, optical devices). The measurements lasted 8 months from February, 1st until September 30, 2003.

Evaluations are based on EN 12341 and the *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement ENV13005*, respectively.

88 % of the gravimetric devices met the requirements of EN 12341. Compared with low volume single filter instruments, filter changers of the type DHA-80 and SEQ underestimated the PM concentrations (range from - 1 % to -13 % for DHA-80; from - 4 % to - 8 % for 2 of 4 SEQ).

Continuous monitors met the requirements of the standard EN 12341 only in special cases and after correction. The default correction factor of 1.3, recommended by an EC working group on particulates in the case, that results from proper inter-comparisons measurements are not available, can only be taken as a first approach: 2 of 9 instruments fulfilled the requirements after correction with 1.3. For the special circumstances of the Wiesbaden experiment an 'optimal correction factor' of 1.15 was found. After correction with this value, 4 of 9 automatic devices met the EN 12341 requirements.

For the uncertainty calculations reference values calculated from 3 low volume single filter devices were used, associated with an 95%-expanded uncertainty U of less than 4 % at a concentration of 40 µg/m³. All gravimetric instruments met the data quality objective (DQO) of the directive 1999/30/EC of $U \leq 25 \%$ at 40 µg/m³. However, the ranges found for 95%-expanded uncertainty U were considerably high: 12 to 24 % for DHA-80 and 16 to 21 % for SEQ.

Continuously measuring instruments normally need a data correction: only two instruments (1 FH62, 1 optical device) met the DQO mentioned above without correction. Treatment with the default factor of 1.3 yielded no significant improvement. Using the 'optimal factor' of 1.15 for the Wiesbaden experiment, 4 of 9 continuous devices met the DQO of $U \leq 25 \%$ of the EU.

The report also contains various special evaluations of some participants. In addition, detailed recommendations for gravimetric PM10 measurements were elaborated, dealing with measurement, calibration, and weighing of filters.

1 Einführung und Motivation

Mit dem Erscheinen der EU-Tochterrichtlinie 1999/30/EG im April 1999, die mit der 22. BImSchV in nationales Recht umgesetzt wurde [1], wurde die Überwachung der PM10-Fraktion des Schwebstaubs in den Mitgliedsstaaten der Europäischen Gemeinschaft eingeführt. Gleichzeitig wurden verbindliche PM10-Grenzwerte vorgegeben. Die Mindestanforderungen für die Datenqualitätsziele zur Beurteilung der Immissions-situation wurden ebenfalls fixiert. Damit konnte sich die EU auf klare Rahmenanfor-derungen an PM10-Immissionsmessung einigen (Tabelle 1.1). Als Referenzverfahren wurde die Partikelsammlung auf Filtern für festgelegte Sammler-Typen mit PM10-Probenahmekopf und die anschließende gravimetrische Bestimmung der Partikelmasse im Labor gemäß der Norm DIN EN 12341 [2] vorgegeben. Gleichwertige Messverfah-ren können auch zur Anwendung kommen.

Tabelle 1.1: PM10-Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Stufe 1) und Datenqualitätsziele

Konzentration	Mittlungszeitraum	Genauigkeit ^{*)}	Mindest-datenerfassung
50 µg/m ³	24 h	25 %	90 %
40 µg/m ³	1 Kalenderjahr	25 %	90 %

*) Erweiterte Messunsicherheit für einen Vertrauensbereich von 95% für Einzelwerte (24 h)

Diese Festlegungen sind nicht frei von Problemen und Widersprüchen. Zum einen ist eine messtechnische Rückführung im strengen Sinne nur für Teile des Messverfahrens möglich. Aus diesem Grunde wird das Referenzverfahren in der genannten Norm in Form der Beschreibung von Probenahmeköpfen und Betriebsparametern durch Konvention festgelegt. Zum anderen stellt eine Vergleichsuntersuchung von Messverfahren nach DIN EN 12341 auch bei Erfüllung der in der Norm genannten Kriterien nicht automatisch auch die Einhaltung der Datenqualitätsziele der 1. Tochterrichtlinie bezüglich der maximal zulässigen Messunsicherheit sicher.

Ist schon der Einsatz verschiedener gravimetrischer PM10-Messverfahren nicht problemlos, so gilt dies in besonderem Maße für den Einsatz kontinuierlicher Messgeräte, etwa nach dem Prinzip der Beta-Absorption oder der oszillierenden Mikrowaage (TEOM). Kontinuierliche Messungen sind jedoch in der Praxis erforderlich, um die Anforderungen der EU-Richtlinien im Hinblick auf die zeitnahe Unterrichtung der Öffentlichkeit zu erfüllen. Es gibt vielfältige Hinweise darauf, dass insbesondere beim Einsatz derartiger kontinuierlicher Messverfahren die von der EU vorgegebene maximale Messunsicherheit nicht immer eingehalten werden kann. Zahlreiche Beiträge auf dem Messtechnischen Kolloquium (MTK) und anderen Veranstaltungen in den letzten Jahre weisen darauf hin.

Im Bereich gasförmiger Luftschadstoffe haben sich seit über 20 Jahren Ringversuche als ein wichtiges Instrument zur Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle bewährt [3] [4], zum Beispiel die sog. STIMES-Ringversuche für die Messnetze in Deutschland (siehe z. B. [5]). Für partikelförmige Luftverunreinigungen fehlte ein solches Instrument

bisher, da die klassische Methode eines Ringversuchs an einer zentralen Dosieranlage ("Ringleitung") aus verschiedenen Gründen nicht durchführbar ist.

Gerade weil Auswertungen von PM10-Datenreihen zeigen, dass der PM10-Kurzzeitgrenzwert insbesondere in den Ballungsgebieten an verkehrs- und industrienahe Messstellen in Deutschland nicht selten überschritten wird, ist es auch aus rechtlichen Gründen wichtig, den Qualitätsstandard der durchgeführten PM10-Messungen zu ermitteln und die Einhaltung der Datenqualitätsziele zu überprüfen.

Auf dem Treffen der Präsidenten des Umweltbundesamtes und der Landesämter im Mai 2002 in Augsburg ist vom Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie die Durchführung von PM10-Vergleichsmessungen angeregt worden. Anlass dafür waren Differenzen im Vergleich von PM10-Automatenmessungen und gravimetrischen PM10-Bestimmung mit High-Volume-Sampler im Sächsischen Luftmessnetz, die trotz zahlreicher Untersuchungen in den vorangegangenen Jahren nicht behoben werden konnten.

Die Federführung für das geplante Projekt wurden den Nationalen Referenzlaboratorien Umweltbundesamt und Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen übertragen. Im September 2002 fand ein Planungsgespräch zur Machbarkeitsprüfung und ersten Versuchsplanung im Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen in Essen statt.

2 Ziel der Messungen

In dem genannten Planungsgespräch wurden die Ziele und Randbedingungen des vorgesehenen Projektes diskutiert und festgelegt. Die Arbeitsgruppe kam dabei zu folgenden Ergebnissen:

Alle Teilnehmer waren sich einig, dass ein reiner Vergleich "fertiger Messwerte" aus kontinuierlichen Messungen wenig Sinn macht, solange nicht dokumentiert ist, in welcher Qualität das zugrunde liegende Referenzverfahren (Gravimetrie) in den Ländermessnetzen beherrscht wird. Von daher wurde ein Vergleich der in den Ländern eingesetzten Referenzverfahren einhellig als prioritär angesehen. Im Rahmen der technischen Machbarkeit sollten auch kontinuierliche Geräte einbezogen werden.

Die AG legte Wert auf die Feststellung, dass es sich bei den vorgesehenen Untersuchungen nicht um einen Test von Messgeräten/-verfahren handelt, sondern vielmehr um einen Vergleich der Arbeitsweisen der Länderlaboratorien.

Es wurde beschlossen, im Vorfeld geplanter Messungen ein verbindliches Protokoll zur Durchführung gravimetrischer Messungen (QA/QC-Prozeduren) festzulegen, um grobe Fehler im voraus auszuschließen. Ausgangspunkt sollte ein entsprechendes Protokoll aus der CEN WG PM2,5 sein.

Von der AG wurde letztlich ein Messprogramm entwickelt, das wie folgt stichwortartig charakterisiert wird:

- Durchführung der Messungen am Standort des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG) in Wiesbaden (zentral gelegener Standort moderater Belastung; "urban background")
- Aufbau je eines gravimetrischen Filtergerätes pro teilnehmendem Messnetz
Dies können LVS-Geräte (KleinfILTERgeräte) bzw. SEQ-Sammler (low volume) oder Digitel-Geräte des Typs DHA-80 (high volume) sein.
- Messzeitraum: ca. Januar/Februar bis August/September 2003
- Messung von Tagesmittelwerten 0-24 Uhr MEZ an jedem zweiten Tag
- Betrieb aller Geräte nach den Konditionen der jeweiligen Ländermessnetze
- Wartung der Geräte und Filterwechsel durch jeweilige "Eigentümer"
- Angabe der Konzentrationen bezogen auf Außenluftbedingungen
- Dokumentation der Messungen mit standardisierten Protokollen

Zu einem späteren Zeitpunkt wurde beschlossen, in den PM10-Filterproben auch Inhaltsstoffe zu analysieren, und zwar:

- die Metallverbindungen Pb, Cd, As und Ni
- die PAK Benzo[a]pyren, Benzo[ghi]perylen und Coronen

3 Versuchsdesign - Aufbau des Messfeldes - Messverfahren

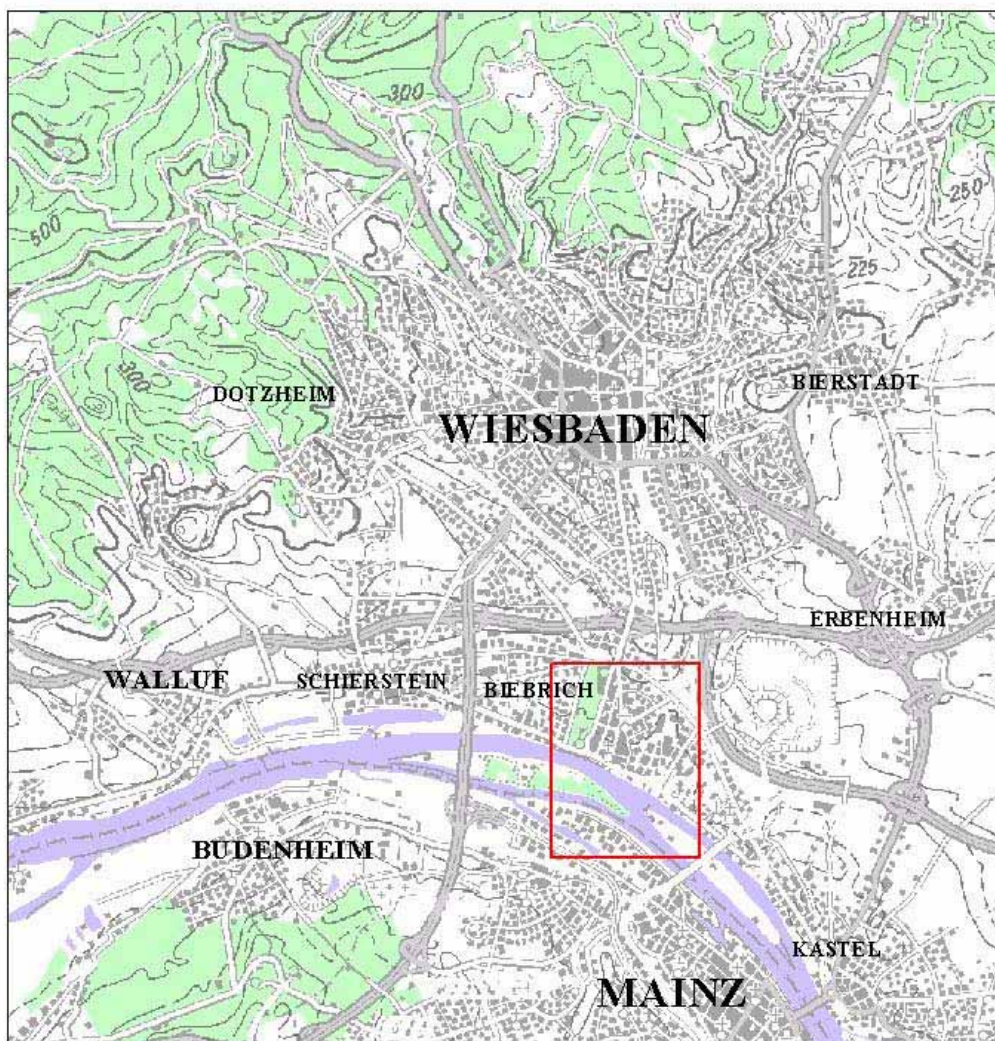
Standort Wiesbaden

Die Messungen wurden auf dem Gelände des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG, Rheingaustraße 186, Wiesbaden) durchgeführt. Das Messfeld selbst lag auf dem weitläufigen Hof hinter dem Hauptgebäude des HLUG. Das Gelände ist teils Rasenfläche, teils asphaltiert. Der asphaltierte Teil wird als Belegschaftsparkplatz genutzt. Bodenabrieb als Partikelquelle aus dem direkten Umfeld hat daher eine eher untergeordnete Bedeutung. Der Standort liegt am südlichen Stadtrand von Wiesbaden (Rheinufer); das benachbarte Gebiet ist durch die Nutzung als Industriegebiet und nahe gelegenen Wohnbezirk mit ausgeprägtem Kleingewerbe und Handel zu charakterisieren.

In östlicher Richtung befindet sich in direkter Nachbarschaft ein größerer Komplex verschiedener chemischer Betriebe. 2 km weiter in östlicher Richtung liegt ein Zementwerk. Die nächstgelegene, mäßig befahrene Straße (DTV: 10.000 – 15.000 Kfz/d) liegt ca. 100 m in südlicher Richtung auf der Vorderseite des Hauptgebäudes des HLUG. Auf dem Gelände stehen vereinzelt höhere Bäume (max. 25 m hoch); der Abstand zum nächstgelegenen Baum beträgt ca. 30 m. Zur einen Seite des Geländes schließt sich im Abstand von ca. 15 m ein Streifen mit strauch- und baumartigem Bewuchs (ca. 20 m breit und 100 m lang) an. Eine direkte Beeinflussung der Staubprobenahme durch die Vegetation konnte bislang nicht festgestellt werden. Der Standort ist bezüglich der Partikelbelastung als überwiegend gering belastet einzustufen.

Die Rechts/Hochwerte des Standortes sind: 344583/554465, die geographische Höhe beträgt 89 m über NN.

Abbildung 3.1 zeigt eine Übersichtskarte der Region Wiesbaden, Abbildung 3.2 die genaue Lage des Versuchsfeldes.



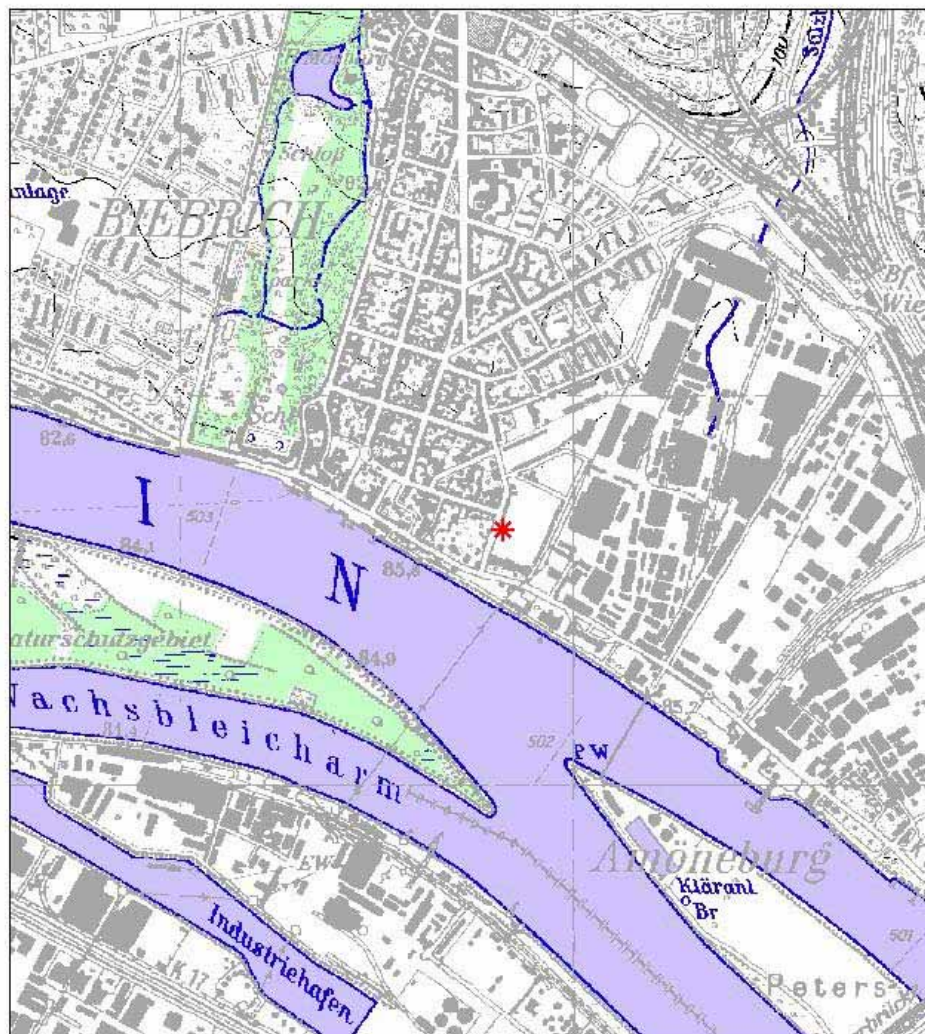
**Abb. 3.1: Geographische Lage des Versuchsfeldes,
Übersichtskarte der Region Wiesbaden**

 Bereich der Detailkarte

0 1 2 3 4 5 Kilometer



Kartengrundlage: Digitale Topographische Karte 1 : 200 000 (DTK 200)



**Abb. 3.2: Geographische Lage des Versuchsfeldes,
detaillierter Lageplan**

* Lage des Versuchsfeldes
Rechts/Hochwert: 344583/554465
Höhe über NN: 89 m

0 0.5 1 Kilometer

Kartengrundlage: TK 25 Nr. 5915 des Hessischen Landesvermessungsamtes

Anordnung der Geräte

Das Messfeld wurde auf der Rasenfläche in der Mitte des Geländes aufgebaut. Dort installierten die zehn teilnehmenden Bundesländer

- Baden-Württemberg
- Bayern
- Hamburg
- Hessen
- Niedersachsen
- Nordrhein-Westfalen
- Rheinland-Pfalz
- Sachsen
- Schleswig-Holstein
- Thüringen

ihre Staubsammelgeräte (Abbildung: 3.3). Die Messstationen standen auf der Asphaltfläche am nördlichen Rand des Messfeldes.

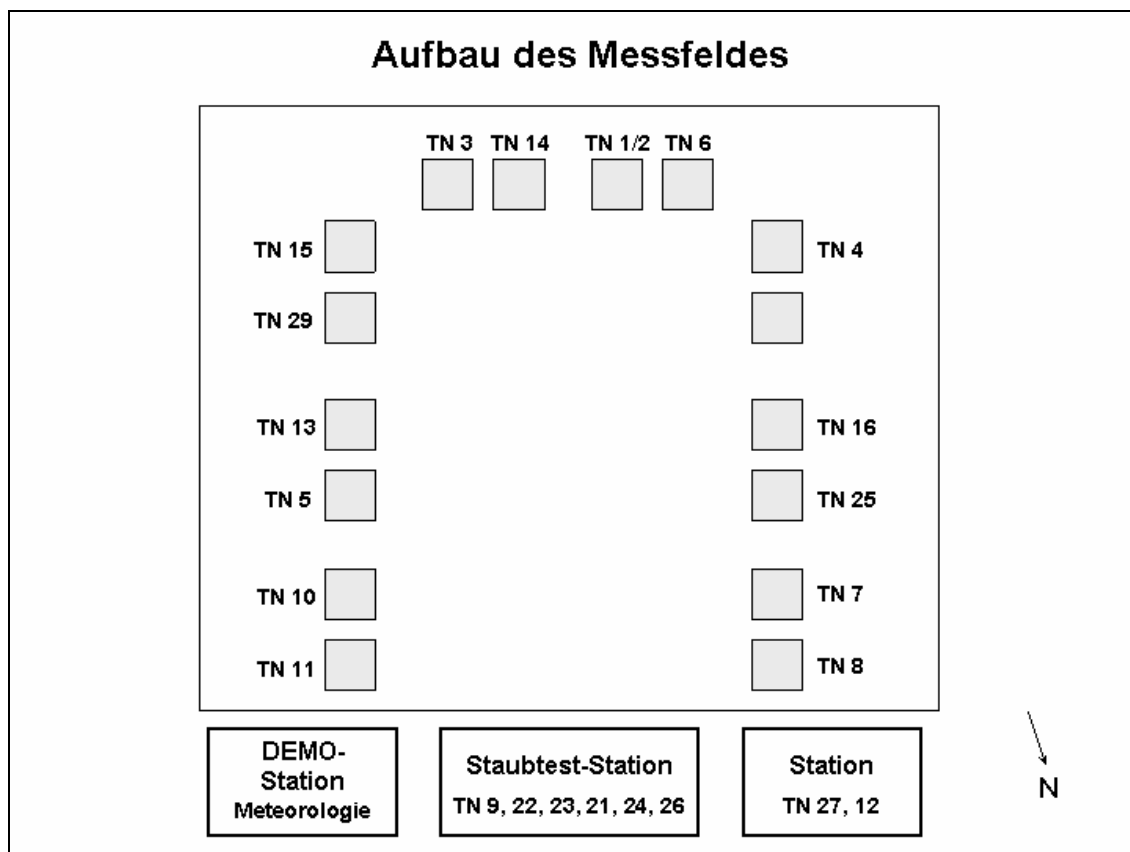


Abbildung 3.3: Schematischer Aufbau der Vergleichsmessung in Wiesbaden

Das Messfeld ist in der folgenden Abbildung 3.4 dargestellt.



Abbildung 3.4: Das Messfeld auf dem Gelände des HLUG in Wiesbaden

Messverfahren

An der PM10-Vergleichsmessung nahmen insgesamt 23 Staubmessgeräte teil, davon 15 gravimetrische Sammler und 9 automatische Geräte.

Bei den Low-Volume-Samplern kamen manuelle Geräte (LVS3 und GS050/3-C, nachgerüstet mit Massenflussregler) sowie Filterwechsler (SEQ) zum Einsatz. Ein LVS3-Gerät wurde gemäß den Anforderungen des Referenzverfahrens betrieben. Zusätzlich wurden die beaufschlagten Filter nach drei bis vier Wochen erneut gewogen, um den Verlust durch leichtflüchtige Bestandteile, die bei längerer Lagerung verloren gehen können, zu quantifizieren. Beim zweiten LVS3-Gerät wurden die Filter im Gerät gelagert, um den Lagerrhythmus der Filter in den automatischen Filterwechslern zu simulieren. Die Filter des GS050/3-C wurden im HLUG bei 6 °C in einem Kühlschrank gelagert und von Mitarbeitern der UMEG (Karlsruhe) monatlich zur Analyse abgeholt.

Die teilnehmenden DHA-80-Geräte der Fa. Digital waren zum Teil auf Außentemperatur- und -druckfühler umgerüstet. Bei den nicht nachgerüsteten Geräten wurden die Volumina mit Hilfe der gemessenen meteorologischen Parameter auf Betriebsvolumen korrigiert.

Es wurden auch mehrere Radiometer (FH 62 I-N / FH 62 I-R) der Fa. ESM Andersen Instruments eingesetzt. Die Geräte waren mit unterschiedlichen Probenahmeheizungen ausgestattet. Die Kalibrierung und Konfigurierung entsprach den Konditionen der einzelnen Ländermessnetze.

Weiterhin standen ein TEOM-Gerät mit dem zusätzlichen Entfeuchter SES (30 °C) sowie eines mit einer Probenahmebeheizung von 50 °C (beide von Rupprecht & Patashnick) zur Verfügung.

Zum Einsatz kamen auch messtechnische Neuerungen. So erprobte das HLUG eine Weiterentwicklung der in Hessen verwendeten Probenahmeheizung für Radiometer. Diese Heizung besteht aus einem Heizband, dessen Heizleistung durch einen Außentemperaturfühler gesteuert wird.

Ein Messgerät der Fa. Grimm (Opt 107) nahm ebenfalls teil. Dieses Gerät klassifiziert die Staubpartikel in einer Messkammer durch Laser-Streulichtmessung nach Größe und Anzahl. Das Messgerät ist in der Lage, die Staubfraktionen PM10, PM2,5 und PM1 quasi-zeitgleich zu analysieren. (In diesem Bericht werden jedoch ausschließlich die PM10-Werte betrachtet.)

Ein modifizierter Low-Volume-Sampler (SEQ der Fa. Leckel) arbeitete mit einer Messzelle der Fa. Grimm, die in das Ansaugsystem unterhalb des Probenahmekopfes eingebaut war. In Tabelle 3.1 sind alle Teilnehmer mit ihren Geräten und genaueren Angaben zum Betrieb aufgelistet.

Tabelle 3.1: Eingesetzte Messverfahren und -geräte

Teilnehmer	Gerät	Filtermaterial	Heizung	Software	PN-Kopf	Konzentration
Messfeld						
HLUG	LVS3 Gerät 1	Glasfaser: GF10, Schleicher & Schuell, 47 mm				
HLUG	LVS3 Gerät 1: Filter nach 3-4 Wochen erneut gewogen	Glasfaser: GF10, Schleicher & Schuell, 47 mm				
HLUG	LVS3 Gerät 2: (Filter im Gerät)	Glasfaser: GF10, Schleicher & Schuell, 47 mm				
UMEG	GS 050/3-C, mit Massflowmeter nachgerüstet	Glasfaser: INFILTEC GF312				
Umweltbehörde Hamburg	DHA-80 mit nachgerüstetem Außenfühler	Glasfaser: GF10, Schleicher & Schuell, 150 mm				
NLÖ	DHA-80	Membranfilter aus Cellulose-Nitrat: Satorius, Porenweite 5 µm, 11342-150-G				
UMEG	DHA-80	Glasfaser: INFILTEC GF312				
STUA Itzehoe	DHA-80	Quarzfaser: QF20, 150 mm, Schleicher & Schuell, Ref-No. 10373208, LOT DQ0969-1				
LUA NRW	DHA-80 mit nachgerüstetem Außenfühler	Quarzfaser: QF20, 150 mm, Schleicher & Schuell, Ref-No. 10373208				
LfU Bayern	DHA-80 mit nachgerüstetem Außenfühler	Quarzfaser: INFILTEC, QF15025				

Teilnehmer	Gerät	Filtermaterial	Heizung	Software	PN-Kopf	Konzentration
LfU Bayern	SEQ47/50	Quarzfaser: INFILTEC, QF47-25				
TLUG Jena	SEQ47/50	Quarzfaser: INFILTEC, QF47-25				
LFUG Rheinland-Pfalz	SEQ47/50	Membranfilter aus Cellulose-Nitrat: Porenweite 3 µm, Satorius Porenweite 3 µm				
UMEG	SEQ47/50 mit optischem Sensor	Quarzfaser: Schleicher&Schuell QF20				
UMEG	Grimm-Gerät					
NLÖ	FH 62 I-N		ESM-Heizung (kurze Version, 40 °C)		Andersen PM10, 1m³	
HLUG-Staubtest-Station						
STUA Itzehoe	DHA-80 (19-Zoll)	Quarzfaser: QF20, 150 mm, Schleicher & Schuell, Ref-No. 10373208, LOT DQ0969-1				
HLUG	FH 62 I-R		Heizband (ca. 1.50 m, Außentemperatur-Regelung)	V2.16	Andersen PM10, 1m³	1/2 h Mittelwert
TLUG Jena	FH 62 I-R, Rußmesskopf		mit ESM-Heizung (2 m, 40 °C)	V1.54	Digitel PM10, 1m³	1/2 h Mittelwert
LfU Bayern	FH 62 I-R		eigene Heizung (Abgasstrom der Pumpe)	V1.73	Digitel PM10, 1m³	3 h Mittelwert
HLUG	FH 62 I-N		mit Heizband (ca. 1.50 m, 40 °C)	V7.5	Andersen PM10, 1m³	1/2 h Mittelwert

Teilnehmer	Gerät	Filtermaterial	Heizung	Software	PN-Kopf	Konzentration
LfU Bayern	TEOM 1400a mit SES, FlowSplitter 2 Liter		30°C		Digitel PM10, 1m³	
Mobiler Container Sachsen:						
UBG Sachsen	DHA-80 (19-Zoll)	Quarzfaser: QF20, 150 mm, Schleicher & Schuell, Ref-No. 10373208				
UBG Sachsen	TEOM 1400a; FlowSplitter 2 Liter		50 °C		Andersen PM10, 1m³	
HLUG-DEMO-Station						
HLUG	Meteorologie					

In allen Auswertungen wurden für die einzelnen Geräte und Auswertevarianten Teilnehmer(TN)-Nummern vergeben. Die Zuordnung ist aus Tabelle 3.2 ersichtlich.

Tabelle 3.2: Teilnehmernummern (TN) der Messverfahren und ihrer Varianten
(Die Zuordnung der Teilnehmer ist separat verfügbar.)

Code	Teilnehmer	Gerät	Faktor
TN 1		LVS3	
TN 2		LVS3 (F n. 3 Wo)	
TN 3		LVS3 (F.i.G.)	
TN 4		GS 050/3-C	
TN 5		DHA-80	
TN 6		DHA-80	
TN 7		DHA-80	
TN 8		DHA-80	
TN 9		DHA-80 (19Z)	
TN 10		DHA-80	
TN 11		DHA-80	
TN 12		DHA-80 (19Z)	
TN 13		SEQ	
TN 14		SEQ	
TN 15		SEQ	
TN 16		SEQ	
Variante A (Rohdaten)			
TN 21		FH 62 I-R	ohne
TN 22		FH 62 I-R	ohne
TN 23		FH 62 I-R	ohne
TN 24		FH 62 I-N	ohne
TN 25		FH 62 I-N	ohne
TN 26		TEOM SES	ohne
TN 27		TEOM 50°C	ohne
TN 28		SEQ-OPT	ohne
TN 29		OPT 107	ohne
Variante B (Rohdaten mit Faktor 1,3)			
TN 31		FH 62 I-R	1,3
TN 32		FH 62 I-R	1,3
TN 33		FH 62 I-R	1,3
TN 34		FH 62 I-N	1,3
TN 35		FH 62 I-N	1,3
TN 36		TEOM SES	1,3
TN 37		TEOM 50°C	1,3
TN 38		SEQ-OPT	1,3
TN 39		OPT 107	1,3
Variante C (Rohdaten mit landesspezifischem Messnetzfaktor)			
TN 42		FH 62 I-R	1,15 mit SEQ-Werten des ersten Halbjahres kalibriert
TN 43		FH 62 I-R	1,25
TN 46		TEOM SES	1,25
TN 47		TEOM 50°C	1,2

Code	Teilnehmer	Gerät	Faktor
TN 49		OPT 107	mit SEQ kalibriert
Variante D (Rohdaten mit nach EN 12341 errechnetem "optimalen Korrekturfaktor")			
TN 51		FH 62 I-R	1,18
TN 52		FH 62 I-R	1,19
TN 53		FH 62 I-R	1,11
TN 54		FH 62 I-N	1,34
TN 55		FH 62 I-N	1,16
TN 56		TEOM SES	1,21
TN 57		TEOM 50°C	1,25
TN 58		SEQ-OPT	1,73
TN 59		OPT 107	0,91
Variante D (Rohdaten mit Faktor 1,15)			
TN 61		FH 62 I-R	1,15
TN 62		FH 62 I-R	1,15
TN 63		FH 62 I-R	1,15
TN 64		FH 62 I-N	1,15
TN 65		FH 62 I-N	1,15
TN 66		TEOM SES	1,15
TN 67		TEOM 50°C	1,15
TN 68		SEQ-OPT	1,15
TN 69		OPT 107	1,15

4 Technische Durchführung und Qualitätssicherung

Die Vergleichsmessung dauerte 9 Monate. Versuchsstart war der 1. Februar 2003; Versuchsende der 30. September 2003. Jeden zweiten Tag wurden die Proben genommen (Probenahme von 00:00 bis 24:00 Uhr MEZ). Die Vor-Ort-Betreuung des Projektes wurde von den Mitarbeitern des HLOG übernommen. Betrieb, Wartung und Kalibrierung der Geräte erfolgten nach den Konditionen der einzelnen Messnetze und wurden von den jeweiligen Messnetzbetreibern selbst vorgenommen. Die Filterwechsel der Kleinfiltergeräte führte das HLOG an den messfreien Tagen durch. Monatlich stellte das HLOG die meteorologischen Messergebnisse zur Verfügung. Einmal im Monat kamen die teilnehmenden Bundesländer nach Wiesbaden, um ihre Geräte zu überprüfen, die notwendigen Wartungs- und Kalibrierarbeiten durchzuführen und die Proben zur Analyse ins Labor mitzunehmen. An jedem Messtag prüften die Mitarbeiter des HLOG, ob die Geräte ordnungsgemäß arbeiteten. Bei Problemen gaben sie den entsprechenden Teilnehmern sogleich Nachricht und leisteten wenn möglich Soforthilfe. Monatlich übermittelten die Teilnehmer ihre Daten an das Umweltbundesamt.

Von den Filtern der manuellen PM10-Messgeräte wurden die Metalle Blei (Pb), Cadmium (Cd), Arsen (As) und Nickel (Ni) von den nachfolgenden Ländern untersucht:

- Baden-Württemberg
- Bayern
- Mecklenburg-Vorpommern
- Niedersachsen
- Nordrhein-Westfalen
- Rheinland-Pfalz
- Sachsen
- Thüringen

Die Länder

- Baden-Württemberg
- Bayern
- Mecklenburg-Vorpommern
- Nordrhein-Westfalen
- Sachsen

bestimmten auch die polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) Benzo[a]pyren, Benzo[ghi]perylen und Coronen. Mecklenburg-Vorpommern hatte kein Staubsammelgerät auf dem Versuchsfeld betrieben, sondern analysierte die PM10-Proben der schleswig-holsteinischen Kollegen. Während des Versuchs trafen sich die Teilnehmer mehrmals zur weiteren Planung des Projektes. Ferner erstellten sie ein Papier zur Qualitätssicherung der Schwebstaubmessung (Anhang 11.2).

Hinweis: In dem vorliegenden ersten Teil des Berichtes werden nur die Ergebnisse der PM10-Messungen behandelt. Die Ergebnisse der Metall- und PAK-Bestimmungen werden in einem zweiten Berichtsteil veröffentlicht.

5 Meteorologische Verhältnisse

Während des Versuchszeitraumes herrschten außergewöhnliche Witterungsbedingungen. Das Jahr 2003 war in Hessen nach Analyse des Deutschen Wetterdienstes (DWD) im Vergleich zu langjährigen Mittelwerten (Normalperiode 1961-1990) zu warm [6]. Dabei war die Sonnenscheindauer überdurchschnittlich, und es war häufig zu trocken. Der August war der wärmste Augustmonat seit Beginn der Temperaturmessungen in Hessen.

Die folgenden Tabellen dienen zur Charakterisierung der Witterung. Die meteorologischen Größen Temperatur, Windrichtung und –geschwindigkeit sowie die relative Feuchte wurden an der „DEMO-Station“ am Rand des Messfeldes gemessen. Der atmosphärische Druck wurde an der ca. 2 km nordwestlich gelegenen Messstation „Wiesbaden-Süd“ (Rechts/Hochwerte: 34460/55463, Höhe über NN: ca. 130 m) aufgezeichnet.

Tabelle 5.1: Monatsmittelwerte sowie der maximale und minimale Tagesmittelwert der meteorologischen Parameter im Versuchszeitraum (01.02. – 30.09.2003), Datenbasis: Tagesmittelwerte, Quelle: HLUG

Monat	Luftdruck (hPa)	Temperatur (°C)	Relative Feuchte (%)	Windgeschw. (m/sek)
Februar	1022	1	71	1
März	1024	8	67	1
April	1018	10	55	2
Mai	1018	16	67	1
Juni	1016	22	62	1
Juli	1017	22	63	1
August	1017	24	58	1
September	1021	16	66	1
Max. Tagesmittelwert	1041	32,7	93,2	3,3
Min. Tagesmittelwert	995	-3,1	36,2	0,1

Die Angaben in Tabelle 5.2 wurden an den Stationen Frankfurt/Main (Flughafen) und Geisenheim/Rheingau ermittelt (Quelle: DWD).

Tabelle 5.2: Angaben zur allgemeinen Wetterlage während des Versuchszeitraums (01.02. – 30.09.2003), Stationen Frankfurt/Main (Flughafen) und Geisenheim/Rheingau, Quelle: DWD [6]

Monat	Sommer-tage	Heiße Tage	Frost-tage	Eistage	Sicht <1000 m	Niederschlag (mm)	Sonnenschein (h)
Februar	-/-	-/-	26/25	2/3	-/-	9/10	154/151
März	-/-	-/-	12/7	-/-	-/-	13/24	183/191
April	2/-	-/-	7/6	-/-	-/-	12/19	219/231
Mai	7/8	-/-	-/-	-/-	-/-	65/80	190/201
Juni	27/25	10/4	-/-	-/-	1/-	25/20	305/304
Juli	24/17	5/5	-/-	-/-	-/-	33/43	244/252
August	28/27	15/15	-/-	-/-	-/-	13/26	301/302
September	8/8	1/0	-/-	-/-	-/-	31/41	224/233

Besonders hervorzuheben ist die Witterung im Februar. Polare Kaltluft aus Osteuropa sorgte den ganzen Monat über für niedrige Temperaturen (niedrigster Tagesmittelwert -

3 °C). Ab 17.2. bestimmte ein stabiles Hochdruckgebiet mit trockener Luft (Inversionswetterlage) das Wetter. Während dieser austauscharmen Wetterlage wurden die höchsten Schwebstaubkonzentrationen des gesamten Versuchszeitraumes (bis 112 µg/m³) gemessen. Auch der August zeichnete sich durch ein extremes Klima aus. Die Hochdruckwetterlagen in der ersten Monatshälfte sorgten für Temperaturen über 30 °C (maximaler Halbstundenmittelwert 38,7 °C) und Trockenheit. Bemerkenswert sind die Dauer und die Intensität der Mitte August zu Ende gehenden Hitzewelle. Sie hielt mit kurzen Unterbrechungen seit Juni an.

6 Festlegung der Referenzwerte

Die Festlegung von Referenzwerten stellt eine entscheidende Grundlage für alle Auswertungen dar. Für und Wider verschiedener Varianten wurden in der Arbeitsgruppe wiederholt und umfassend diskutiert.

Es wurde beschlossen, als Referenzwert für alle Auswertungen die Daten der LVS-Geräte sowie die des GS050 (KleinfILTERgeräte) zu verwenden. Dies gilt auch dann, wenn an bestimmten Tagen nur zwei oder nur ein Wert vorliegen. Anderenfalls könnten lange Messzeiträume im Februar/März nicht ausgewertet werden. Durch die geringe Streuung dieser Daten ist diese Vorgehensweise auch fachlich gerechtfertigt.

Hintergrund dieser wichtigen Entscheidung war nicht die besondere Qualität der Geräte-Hardware, sondern vielmehr die besondere Betriebsweise dieser Geräte während des Versuches. Durch die Einbeziehung des GS050 werden auch Unsicherheitskomponenten durch unterschiedliche Gerätebetreiber (HLUG bzw. UMEG) sowie Filtertransport, unterschiedliche Wägung etc. berücksichtigt.

Diese Entscheidung steht im Einklang mit der Norm DIN EN 12341, in der der Probenahmekopf dieser Geräte als eine Variante des Referenzverfahrens beschrieben wurde.

Weitere Hinweise zu den Referenzwerten finden sich in Abschnitt 8.1.

7 Darstellung der angewandten Auswerteverfahren

Die hier beschriebenen PM10-Vergleichsmessungen in Wiesbaden sind erstmalig in dieser Art und diesem Umfang in Deutschland. Ein standardisiertes Auswerteverfahren für diese Art von Versuchen existiert noch nicht. Aus diesem Grunde wurden zwei Ansätze gewählt:

Die Auswertungen erfolgten zum einen in Anlehnung an DIN EN 12341, zum anderen durch Anwendung des *Leitfadens zur Angabe der Unsicherheit beim Messen* [7].

7.1 Auswertungen in Anlehnung an DIN EN 12341

Die Norm DIN EN 12341 legt eine Prüfvorschrift für den Vergleich von Messergebnissen fest, die in einer Feldprüfung mit einem PM10-Testgerät sowie einem PM10-Referenzgerät gewonnen wurden. Dabei wird die zu prüfende Messeinrichtung als Testgerät und die für Vergleichsmessungen verwendete Messeinrichtung als Referenzgerät bezeichnet. Teilaspekte dieser Vorschrift werden hier soweit sie anwendbar sind zur Auswertung genutzt.

So kann die Berechnung des funktionalen Zusammenhangs zwischen den Konzentrationswerten des Testgerätes (y) und des Referenzgerätes (x) durch lineare Regressionsanalyse mit Angabe der Parameter der Referenz-Äquivalenz-Funktion $y = f(x)$ zur Darstellung und Bewertung der Ergebnisse der Vergleichsmessungen verwendet werden. Die Anforderungen für die Gleichwertigkeit mit dem Referenzverfahren nach DIN EN 12341 werden erfüllt, wenn beide nachfolgenden Bedingungen gelten:

1. Das Bestimmtheitsmaß R^2 ist $\geq 0,95$.
2. Die Konzentrationswerte liegen im beidseitig begrenzten Akzeptanzbereich.

Der Akzeptanzbereich für Testgeräte wird mit $y = (x \pm 10) \mu\text{g}/\text{m}^3$ für kleine Konzentrationswerte sowie mit $y = 0,9 x$ bzw. $y = 1,1 x$ für Werte größer $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ festgelegt [2].

Die Prüfung, ob diese zwei Anforderungen erfüllt werden erfolgt sowohl für jedes gravimetrische als auch für jedes kontinuierliche Messverfahren, das bei der Vergleichsmessung eingesetzt wurde.

Anmerkung:

Eine vollständige Beurteilung nach DIN EN 12341 ist jedoch nicht möglich, da bestimmte Voraussetzungen bei den Vergleichsmessungen der STIMES nicht gegeben und auch **aus ökonomischen Gründen nicht beabsichtigt** waren. In Abweichung an DIN EN 12341 erfolgte die Feldprüfung nicht an verschiedenen charakteristischen Messorten, sondern nur an einem wohl ausgesuchten Messort und anstelle von zwei Testgeräten kam nur ein Testgerät pro Teilnehmer zum Einsatz. Damit kann nicht beurteilt werden, ob die Ergebnisse für alle in Deutschland vorherrschenden Bedingungen Gültigkeit besitzen und der Nachweis der Vergleichbarkeit der Testgeräte (Punkt 5.2.3 der DIN EN 12341) kann nicht erfolgen. Die DIN EN 12341 gilt nur für die Prüfung der Probenahme, nicht aber zur Prüfung automatisierter Messeinrichtungen. Für die Eignungsprüfung gelten in Deutschland die VDI-Richtlinien VDI 4202 Blatt 1 (Mindestanforderungen) [8] und VDI 4203 Blatt 1 (Prüfplan) [9]. Ein Nachweis, ob die Qualitätsziele nach 22. BImSchV [1] erfüllt werden, kann anhand der Auswertung nach DIN EN 12341 nicht erbracht werden.

7.2 Ermittlung der Messunsicherheit

Grundlage für die Ermittlung der Messunsicherheit ist der *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen* [7], der wegen des englischsprachigen Titels *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement* auch kurz *GUM* genannt wird.

Sofern geeignete materielle oder instrumentelle Vergleichsnormale der Messgröße vorhanden sind, kann die Ermittlung der Messunsicherheit durch direkten Vergleich der betrachteten Messeinrichtung mit Vergleichsnormalen durchgeführt werden. Ist dies nicht möglich, so ist der Messprozess in Teilschritte zu zerlegen, für die geeignete Vergleichsstandards verfügbar sind. Die zweite indirekte Vorgehensweise findet im GUM eine ausführlichere Betrachtung, ohne dass die direkte Vorgehensweise ausgeschlossen würde.

Im vorliegenden Fall ist ein direkter Vergleich von Messresultaten $y(j)$ einer Messeinrichtung mit Referenzwerten $x(j)$ der Messgröße möglich, die von bis zu drei Referenz-Messeinrichtungen geliefert werden. Der Referenzwerte $x(j)$ für den Tag j wird als arithmetischer Mittelwert der Messwerte der drei Kleinfiltergeräte TN1, TN 3 und TN 4 gebildet, sofern mindestens einer dieser Messwerte vorliegt.

$$x(j) = [y(\text{TN1}, j) + y(\text{TN3}, j) + y(\text{TN4}, j)] / 3$$

Bei den durchgeführten Vergleichsmessungen handelt es sich nicht um einen Ringversuch, der gemäß DIN ISO 5725, Teil 2 ausgewertet werden könnte.

Die Unsicherheitsanalyse erfolgte gesondert für

- die gravimetrischen Messeinrichtungen TN 1 bis TN 16,
- die unkorrigierten Automaten TN 21 bis TN 29,
- die mit Default-Faktor 1.3 korrigierten Automaten TN 31 bis TN 37,
- die mit labor-spezifischen Faktoren korrigierten Automaten TN 42 bis TN 49 und die
- die mit Faktor 1,15 korrigierten Automaten TN 51 bis TN 59.

Ermittelt wurde für die Messwerte $y(j)$, welche als Tagesmittelwerte der PM10-Konzentration von der betrachteten Messeinrichtung bei den Vergleichsmessungen erhalten wurden,

- die Standardunsicherheit $u(y(j))$ im Intervall $0 \mu\text{g}/\text{m}^3 < y(j) < 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$,
- die 95%-erweiterte Unsicherheit $U(y(j))/y(j)$ im Intervall $0 \mu\text{g}/\text{m}^3 < y(j) < 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sowie
- das Unsicherheitsband $[x(j) - U(y(j)); x(j) + U(y(j))]$ im beobachteten Bereich $0 \mu\text{g}/\text{m}^3 < y(j) < 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Hier beschreibt $x(j)$ den zu $y(j)$ gehörenden Referenzwert.

Die Aufgabe der erweiterten 95%-Unsicherheit U eines betrachteten Messwertes y ist es, ein Intervall $[y - U; y + U]$ zu prognostizieren, in dem der unbekannte wahre Wert x der Messgröße mit einer Wahrscheinlichkeit $P = 95\%$ zu erwarten ist. In formalisierter Schreibweise wird diese Erwartung ausgedrückt durch die Relation $P[y - U \leq x \leq y + U] = 95\%$. Diese Beziehung kann mathematisch gleichbedeutend umgeformt werden zu $P[x - U \leq y \leq x + U] = 95\%$. Diese Relation beschreibt ein Unsicherheitsband der Breite $2U$, welches die ideale Ausgleichsgerade $y = x$ als zentrale Linie enthält. Die zugehörige Aussage lautet: 95 % der Messwerte y werden sich nicht weiter als U vom wahren Wert x entfernt liegen. Anhand von Vergleichsmessungen mit Referenzwerten $x(j)$ kann man die Richtigkeit dieser Aussage leicht überprüfen werden und zwar durch Abzählen des Anteils der Messpunkte $y(j)$, $x(j)$, welcher die Bedingung $x(j) - U(y(j)) \leq y(j) \leq x(j) + U(y(j))$ erfüllt. Diese Betrachtungsweise findet eine Entsprechung in der DIN EN 12341 [2].

Vergleichsmessungen mit einer oder mehreren Referenzmesseinrichtungen erlauben damit nicht nur die Ermittlung von Unsicherheitsstatements $u(y)$ und $U(y)$, sondern auch eine Überprüfung der angewandten Rechentechnik. Sollte eine Rechentechnik die Bedingung $P[x - U \leq y \leq x + U] = 95\%$ nicht erfüllen, so ist sie als ungeeignet zu verwerfen.

Die Umsetzung des in Abschnitt 8 des GUM beschriebenen allgemeinen Ablaufes zur Ermittlung der Messunsicherheit stellt sich im vorliegenden Fall wie folgt dar:

1. Schritt: Geben Sie die Beziehung zwischen der Messgröße Y und den Eingangsgrößen X_i an, von denen Y abhängt: $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_N)$. Die Funktion f muss jede Größe einschließlich aller Korrekturen und Korrekturfaktoren enthalten, die eine wesentliche Komponente zur Unsicherheit des Messergebnisses darstellen.

Die mathematische Beziehung zwischen einem möglichen Messresultat Y und Eingangsgrößen, über deren statistische Verteilungen die bereitgestellten Eingangsdaten $y(j)$, $x(j)$ mit $j = 1$ bis n Informationen enthalten, wird im vorliegenden Fall beschrieben durch eine Modellgleichung vom Typ

- (a) $Y = A + X + E$, oder
- (b) $Y = B X + E$, oder
- (c) $Y = A + B X + E$.

Die Eingangsgröße X beschreibt den Referenzwert einer Vergleichsmessung. Die Eingangsgrößen A und B beschreiben Achsenabschnitt und Steigung einer Ausgleichsgerade. Die Eingangsgröße E beschreibt die Residualabweichung eines Messpunktes von der ermittelten Ausgleichsgerade.

Mit den aus den Eingangsdaten $x(j)$, $y(j)$ mit $j = 1$ bis n erhaltenen Aussagen über die statistischen Verteilungen der Eingangsgrößen und der betrachteten Modellgleichung lassen sich Aussagen über die statistische Verteilung der möglichen Messresultate Y ableiten, die bei wiederholter Ausführung derselben Messung anstelle des realisierten

Messresultates y auftreten könnten. Die gesuchte Standardunsicherheit $u(y)$ eines realen Messresultates y ist schließlich gegeben durch $u(y) = \sqrt{\text{var}(Y)}$, wobei $\text{var}(Y)$ ein Schätzwert für die Varianz der Verteilung aller möglichen Messwerte Y ist, die anstelle von y gefunden werden könnten.

Die Vollständigkeit einer Modellgleichung wird als gegeben betrachtet, wenn die Eingangsdaten $x(j)$, $y(j)$ mit $j = 1$ bis n die Messbedingungen und Betriebsbedingungen der betrachteten Messeinrichtung umfassend abbilden. Dies ist durch geeignete Kontrollen sicherzustellen.

2. Schritt: Ermitteln Sie entweder durch eine statistische Analyse von Messwerten oder auf andere Weise den Schätzwert x_i der Eingangsgröße X_i .

Die Eingangsgrößen A und B werden durch den Achsenabschnitt a und die Steigung b einer Ausgleichsgerade durch den beobachteten Datensatz $x(j)$, $y(j)$ mit $j = 1$ bis n quantifiziert. Die Eingangsgröße X wird durch die beobachteten Referenzwerte $x(j)$ mit $j = 1$ bis n quantifiziert. Die Eingangsgröße E wird durch die Residualabweichungen $\varepsilon(j)$ der ermittelten Ausgleichsgerade quantifiziert. Die Werte $\varepsilon(j)$ der Residualabweichungen werden für jede in Betracht gezogene Modellgleichung gesondert ermittelt gemäß

Modellgleichung (a) $\varepsilon(j) = y(j) - a - x(j)$

Modellgleichung (b) $\varepsilon(j) = y(j) - b x(j)$

Modellgleichung (c) $\varepsilon(j) = y(j) - a - b x(j)$

In einem Programm ANDAQ-A wurden 5 Rechentechniken realisiert, welche die Parameter a und ggf. b einer Ausgleichsgerade vom Typ (a), (b) und (c) auf unterschiedliche Weise ermitteln. Die verschiedenen Rechentechniken weisen unterschiedliche Optimierungseigenschaften auf. Außerdem bietet diese Methodenvielfalt Möglichkeiten der Methodenbewertung und Absicherung. Gemeinsam ist den Rechentechniken aus ANDAQ-A, dass die Residualabweichung $\varepsilon(j)$ der ermittelten Ausgleichsgerade als Zufallsgröße behandeln, deren Standardabweichung $s(\varepsilon)$ unabhängig vom Referenzwert $x(j)$ ist.

In einem Programm ANDAQ-B wurden dieselben 5 Rechentechniken wie in ANDAQ-A realisiert unter teilweise modifizierten Zielfunktionen. Dabei wird die Relation $\varepsilon(j)/x$ als Zufallsgröße behandelt, deren Standardabweichung $s(\varepsilon/x)$ unabhängig von der Messgröße x ist.

Die in ANDAQ-A und ANDAQ-B benutzten Rechentechniken sind zusammengefasst in Tabelle 7.1 beschrieben.

Tabelle 7.1: Realisierte Rechentechniken

ANDAQ-A	$s(\varepsilon) = \text{constant}$	Zielfunktion	Modellgleichung
OLS2A	Einfache Regression mit Achsenabschnitt	$s^2(\varepsilon) = \min$	$y = a + bx + \varepsilon$
ORGUMA	Orthogonale Regression mit Achsenabschnitt	$s^2(dx) + s^2(dy) = \min$	$y = a + bx + dx + d y$
ROB1A	Robuste Regression ohne Achsenabschnitt	$\text{median}(\varepsilon) = 0$	$y = bx + \varepsilon$
LUAA	Einfache Regression ohne Achsenabschnitt	$\text{mean}(\varepsilon) = 0$	$y = bx + \varepsilon$
PAIREDA	Einfaches Offset-Modell	$\text{mean}(\varepsilon) = 0$	$y = a + x + \varepsilon$
ANDAQ-B	$s(\varepsilon/x) = \text{const}$	Zielfunktion	Modellgleichung
OLS2B	Einfache Regression mit Achsenabschnitt	$s^2(\varepsilon/x) = \min$	$y = a + bx + \varepsilon$
ORGUMB	Orthogonale Regression mit Achsenabschnitt	$s^2(dx) + s^2(dy) = \min$	$y = a + bx + dx + d y$
ROB1B	Robuste Regression ohne Achsenabschnitt	$\text{median}(\varepsilon) = 0$	$y = bx + \varepsilon$
LUAB	Einfache Regression ohne Achsenabschnitt	$\text{mean}(\varepsilon/x) = 0$	$y = bx + \varepsilon$
PAIREDB	Einfaches Offset-Modell	$\text{mean}(\varepsilon/x) = 0$	$y = a + x + \varepsilon$

Eine Zusammenschau der resultierenden Rechentechniken zur Bestimmung einer Ausgleichsgeraden findet sich in Tabelle 7.2.

Tabelle 7.2: Parameter der Ausgleichgeraden $y'(j) = a + x(j)$; $y'(j) = b x(j)$ und $y'(j) = a + b x(j)$

Rechentechnik	a	b
OLS2A	$m(y) - b m(x)$	S_{xy}/S_{xx}
ORGUMA	$m(y) - b m(x)$	$[S_{yy} - S_{xx} + \sqrt{ \{ (S_{yy} - S_{xx})^2 + 4 (S_{xy})^2 \} }] / (2 S_{xy})$
ROB1A	-	$\text{median}(y/x)$
LUA	-	$m(y)/m(x)$
PAIREDA	$m(y) - m(x)$	-
OLS2B	S_{XY}/S_{XX} $Y = y/x; X = 1/x$	$m(y/x) - a * m(1/x)$
ORGUMB	$m(y) - b m(x)$	$[S_{yy} - S_{xx} + \sqrt{ \{ (S_{yy} - S_{xx})^2 +$

Rechentechnik	a	b
		$4 (S_{xy})^2 \} / (2 S_{xy})$
ROB1B	-	median(y/x)
LUAB	-	m(y/x)
PAIREDB	$[m(y/x) - 1] / m(1/x)$	-

$$S_{xx} = \sum [x(i) - m(x)]^2; \quad S_{yy} = \sum [y(i) - m(y)]^2; \quad S_{xy} = \sum [x(i) - m(x)][y(i) - m(y)]$$

$$m(x) = \sum x(i) / n; \quad m(y) = \sum y(i) / n;$$

Welche der beschriebenen Rechentechniken am besten geeignet ist, lässt sich im Einzelfall durch vergleichende Bewertung der Ergebnisse der verschiedenen Rechentechniken prüfen. Für diese Prüfung wurden folgende Kriterien herangezogen.

- A) Das Unsicherheitsband $[x(j) - U(y(j)); x(j) + U(y(j))]$ überdeckt möglichst gut 95 Prozent der beobachteten Wertepaare $(y(j), x(j))$ im Intervall $0 \mu\text{g}/\text{m}^3 < x(j) < 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- B) Die von dem Unsicherheitsband $[x(j) - U(y(j)); x(j) + U(y(j))]$ im Intervall $0 \mu\text{g}/\text{m}^3 < x(j) < 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überdeckte Fläche wird minimal.
- C) Die maximale Breite des Unsicherheitsbandes, ausgedrückt durch das 98-Perzentil $P_{98}(U)$ der erweiterten Unsicherheit im Intervall $0 \mu\text{g}/\text{m}^3 < x(j) < 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ist minimal.

Anhand dieser Kriterien wurde festgestellt, dass für die Unsicherheitsanalyse der ausgewerteten PM10-Vergleichsmessungen die Annahme einer signal-unabhängigen Messunsicherheit besser begründet ist als die Annahme einer signal-proportionalen Messunsicherheit. Am häufigsten wurde die einfache Rechentechnik PAIREDA als beste Rechentechnik ausgewiesen. Auf Platz zwei folgt die robuste Rechentechnik ROB1A. Die Rechentechnik PAIREDA findet im Folgenden deshalb als Default-Rechentechnik Anwendung.

3. Schritt: Ermitteln Sie die Standardunsicherheit $u(x_i)$ für jeden Eingangsschätzwert x_i . Bei einem Eingangsschätzwert, der durch statistische Analyse von Messwerten gewonnen wurde, wird die Standardunsicherheit gemäß (GUM) 4.2 ermittelt (Ermittlungsmethode A der Standardunsicherheit). Bei einem Eingangsschätzwert, der auf andere Weise gewonnen wurde, wird die Standardunsicherheit $u(x_i)$ gemäß GUM 4.3 ermittelt (Ermittlungsmethode B der Standardunsicherheit)."

Da die Parameter a und b korreliert sind, ist es zweckmäßig, die Standardunsicherheiten der Eingangswerte a, b nicht gesondert, sondern gemeinsam zu ermitteln. Zu diesem Zweck wird zunächst die systematische Abweichung eines Messresultates y abgeschätzt, die durch Abweichung der Parameter a und b von Ihren Erwartungswerten $E(a) = 0$ und $E(b) = 1$ hervorgerufen wird. Im allgemeinen Fall gilt allgemein $a + (b-1) \cdot x$. Der resultierend Beitrag zur Standardunsicherheit von y ist gegeben durch $[a + (b-1) \cdot x]^2$. Die Unsicherheit der Eingangsgröße X ist nicht gesondert zu betrachten. Sie beeinflusst zum einen die Unsicherheit von a und b und zum anderen auch die

Residualabweichung $\varepsilon(j)$. Die Unsicherheit der Residualabweichungen wird beschrieben durch

$s^2(\varepsilon) = \Sigma [y(j) - y'(j)]^2 / [n - p]$; wobei p die Anzahl der Parameter der betrachteten Modellgleichung angibt.

4. Schritt: Berechnen Sie die Kovarianzen, die eventuell korrelierten Eingangsschätzwerten zugeordnet sind.

Modellgleichung (a) $\text{cov}(X, E) = \text{cov}(X, Y - X) = - \text{var}(X) = - u^2(x)$

Modellgleichung (b, c) $\text{cov}(BX, E) = \text{cov}(BX, Y - BX) = - B^2 \text{var}(X) = - b^2 u^2(x)$

Gleichbedeutend und gleichwertig zur oft mühsamen Ermittlung von Kovarianzen zwischen den Parametern A und B ist die Ermittlung der systematischen Abweichung $D(y)$ von $y(j)$, die durch Korrelationen hervorgerufen werden. Siehe Schritt 3.

5. Schritt: Errechnen Sie das Messergebnis, das heißt, den Schätzwert y der Messgröße Y, aus der Funktionsbeziehung f, wobei Sie für die Eingangsgrößen X_i , die in Schritt 2 ermittelten Schätzwerte x_i verwenden.

Nicht erforderlich, da Werte von $y(j)$ direkt beobachtet wurden. Die beschriebenen Modellgleichungen dienen nicht der Ermittlung eines Messresultates y in der konkreten Anwendung, sondern ausschließlich zur Unsicherheitsanalyse. Sie beschreiben den durchgeführten Performance-Test einer Messeinrichtung.

6. Schritt: Ermitteln Sie die kombinierte Standardunsicherheit $u(y)$ für das Messergebnis y anhand der Beschreibung in Kapitel 5 aus Standardunsicherheiten und Kovarianzen, die den Eingangsschätzwerten zugeordnet sind.

Anwendung der Regel der Unsicherheitsfortpflanzung auf die betrachtete Modellgleichung liefert mit $u^2(y) = \text{var}(Y)$ folgende Relationen für das Quadrat der Standardunsicherheit $u(y)$ eines Messwertes y als Funktion des Referenzwertes x:

Modellgleichung (a) $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$

Modellgleichung (b) $u^2(y) = (b - 1)^2 x^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$

Modellgleichung (c) $u^2(y) = (a + (b - 1) x)^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$

Die vorstehenden Rechenregeln implizieren, dass $u(x) \leq u(y)$. Sollte dies im Einzelfall nicht erfüllt sein, so ist der Schätzwert $u(x)$ zu überprüfen und gegebenenfalls nach unten zu korrigieren. Mit $u(x) = 0$ liegt man in jedem Fall auf der sicheren Seite.

7. Schritt: Ist die Angabe einer erweiterten Unsicherheit U erforderlich, so multiplizieren Sie die kombinierte Standardunsicherheit $u(y)$ mit einem Erweiterungsfaktor k, der normalerweise zwischen 2 und 3 liegt, um $U = k \cdot u(y)$ zu erhalten. Wählen Sie k anhand des geforderten Grads des Vertrauens aus.

Gesucht ist die erweiterte Unsicherheit zu einem Vertrauensgrad von 95 %. Da der Stichprobenumfang der Vergleichsmessungen 20 deutlich überschreitet, gilt $k = 2$.

8. Schritt: Protokollieren Sie das Messergebnis (y) gemeinsam mit seiner kombinierten Standardunsicherheit $u(y)$ oder erweiterten Unsicherheit U.

Im Kapitel 8.3 werden die Ergebnisse der Default-Rechentechnik PAIREDA beschrieben.

7.3 Auswertung hinsichtlich Driften

Allgemeines

In den bisherigen Kapiteln wurde der Datensatz der einzelnen Teilnehmer als Ganzes analysiert. Die Ergebnisse sind Mittelungen über den gesamten Zeitraum der Vergleichsuntersuchung. Driften der Messverfahren während der Dauer der Vergleichsuntersuchung blieben bisher unbeachtet.

Für einzelne Teilnehmer kann es nützlich sein, Driften seines Messverfahrens zu erkennen, um mögliche Ursachen für Abweichungen besser analysieren und zuordnen zu können.

Unter Drift ist die zeitliche Änderung des Messwertes über einen festgelegten Bezugszeitraum zu verstehen. Die zeitliche Änderung des Messwertes wird aus dem zeitlichen Verlauf der Differenz zwischen dem Ergebnis des Teilnehmers und dem Referenzwert bestimmt.

Für diese Vergleichsmessung werden zwei Bezugszeiträume als sinnvoll angesehen. Es ist zum einen ein möglichst langer Messzeitraum der Vergleichsmessung mit signifikanten Änderungen der meteorologischen Bedingungen (Langzeitdrift) und zum anderen der Kalendermonat (Monatsdrift).

Die Langzeitdrift gibt hier die eine mittlere Änderung des Messwertes vom Winter bis zum Sommer an. Die Monatsdrift hat den Vorteil, dass ggf. auch gegenläufige Driften während der Langzeitdrift sichtbar werden. Systematische Änderungen von Monat zu Monat können so von jedem Teilnehmer erkannt und in Zusammenhang mit ggf. geänderten Maßnahmen zur Qualitätssicherung gebracht werden. Auch können Driften von Messgerätegruppen ggf. mit signifikanten meteorologischen Änderungen verglichen werden.

Ermittlung der Langzeitdrift

Die Langzeitdrift eines Teilnehmers wird aus dem zeitlichen Verlauf der Differenz zwischen Messwert des Teilnehmers und Referenzwert über eine lineare Regressionsanalyse ermittelt. Der Anstieg der Funktion ist ein Maß für die mittlere Drift. Wird dieser Anstieg mit der Anzahl der Tage multipliziert, kann eine mittlere Drift der PM10-Konzentration über den Betrachtungszeitraum für jeden Teilnehmer ermittelt werden.

Ermittlung der Monatsdrift

Aus der Differenz der einzelnen Messtage eines Monats wird der Monatsmittelwert der Differenzen für jeden Teilnehmer bestimmt. Die monatliche Drift eines Teilnehmers wird aus praktischen Gründen aus der Differenz zwischen dem Monatsmittelwert der Differenzen und dem jeweiligen Vormonatsmittelwert der Differenzen gebildet. Es wird also die Drift vom Februar zum März, dann die Drift vom März zum April u. s. w. bestimmt.

Bewertung der Driften

Die Angabe der Drift benötigt ein Bewertungskriterium, um bei Auffälligkeiten Handlungen zu veranlassen. Bei der Eignungsprüfungen von automatischen Messeinrichtungen wird als Mindestanforderung festgelegt, dass die Drift nicht größer als 10 % des zu überwachenden Grenzwertes sein sollte [8]. Für den PM10-Jahresmittelgrenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird eine Drift von maximal $|\pm 4 \mu\text{g}/\text{m}^3|$ zugelassen.

Es wird vorgeschlagen, diese Mindestanforderung auf die PM10-Vergleichsmessung in Wiesbaden zu übertragen. Danach wird ein Wert größer als $|\pm 4 \mu\text{g}/\text{m}^3|$ für die Langzeitdrift oder für die Monatsdrift als „auffällig“ bewertet.

8 Auswertung der Ergebnisse

8.1 Datenverfügbarkeit

Die Verfügbarkeit der Daten wird in Tabelle 8.1 angegeben. Sie bezieht sich auf 121 vereinbarte Messtage im Zeitraum Februar bis September 2003. Die Teilnehmer hatten die Gelegenheit, unplausible Werte bei technischen Problemen begründet zu streichen. Zwei Teilnehmer wurden nachträglich in die laufenden Vergleichsmessungen aufgenommen. Teilnehmer 3 startete die Messungen am 12.4.03 und Teilnehmer 4 am 22.5.03. Die Verfügbarkeit dieser Teilnehmer bei reduzierter Anzahl von Messtagen wird in Klammern angegeben. Für 115 Tage (95 %) liegen Referenzwerte vor.

Gravimetrische Messverfahren

Eine Datenverfügbarkeit größer als 90 % erreichen 10 von 16 Teilnehmern. Dies ist als ein ausgezeichnetes Ergebnis für die Teilnehmer unter den erschwerten Bedingungen in Wiesbaden zu bewerten, da u. a. längere Wege zwischen Labor und Messstelle als in den eigenen Messnetzen zurückzulegen sind. Die Teilnehmer 6 und 15, die beide mit Cellulose-Filtern arbeiten, fallen mit einer verminderten Verfügbarkeit von 80 bzw. 77 % etwas ab.

Kontinuierliche Messverfahren

Alle Geräte der Typen FH62 und TEOM erreichen eine Verfügbarkeit größer als 90 %. Die zwei optischen Geräte hingegen (Teilnehmer 28 und 29) fallen in der Verfügbarkeit ab.

Tabelle 8.1: Datenverfügbarkeit der Teilnehmer

Teilnehmer	Gerätetyp	Datenverfügbarkeit in %
Referenzwert		
1, 3, 4	Kleinfiltergerät	95
Gravimetrische Messverfahren		
1	Kleinfiltergerät	95
2		95
3		68 (95)
4		45 (83)
5	Digital-DHA80	84
6		80
7		85
8		97
9		98
10		98
11		98
12		93
13	SEQ	97
14		94
		77
16		88
Kontinuierliche Messverfahren		

Teilnehmer	Gerätetyp	Datenverfügbarkeit in %
21	FH62	97
22		93
23		94
24		97
25		95
26	TEOM	93
27		97
28	OPT	60
29		86

8.2 Auswertungen in Anlehnung an DIN EN 12341

8.2.1 Einleitung

Die Vorgehensweise bei der Auswertung in Anlehnung an DIN EN 12341 wurde in Punkt 7.1. bereits beschrieben.

Die Festlegung auf das gravimetrische Referenzmessverfahren (siehe Kapitel 6) als Grundlage für die Vergleichbarkeit der Immissionsmessungen zur Bestimmung der PM10-Fraktion im Schwebstaub gemäß der DIN EN 12341 ist im Hinblick auf die Rückführbarkeit der in den Messnetzen eingesetzten Äquivalenzmessverfahren von erheblicher Bedeutung. Vor diesem Hintergrund war bei den PM10-Vergleichsmessungen der deutschen Bundesländer (STIMES) der Beschluss, die drei gravimetrischen Referenzmessverfahren (LVS3; LVS3/F; GS050) zur Bewertung der Gleichwertigkeit und der Messunsicherheit zu zulassen, mehrheitlich unstrittig. Die anschließende Diskussion um die Validierung des Referenzdatensatzes war dagegen durch vielfältige Sichtweisen geprägt.

Die Datenmenge der drei Referenzmessgeräte war zeitlich unterschiedlich, so dass teilweise nur ein Wert ($n=35$), dann nur zwei Werte ($n = 22$) und schließlich drei Messergebnisse ($n=56$) einen „gemeinsamen Mittelwert“ ergaben. Wiederholt kam die Frage nach der Güte der Referenzmesswerte auf. Aber erst nach Fortschreiten der Auswertungen wurde der Fokus auf zwei mögliche Ausreißer in dem Datensatz immer stärker. Der Datensatz wurde daraufhin auch entsprechend der Möglichkeit, die die DIN EN 12341 beschreibt, formal einem Ausreißertest nach *Grubbs* unterzogen.

Für den Ausreißertest wurde zunächst eine Testreihe, bestehend aus den Differenzen der Teilnehmer 1 und Teilnehmer 3, berechnet. Diese Testreihe (ohne die vermeintlichen Ausreißer) wurde mit dem Schnelltest nach David auf „Normalverteilung“ geprüft:

➤ Anzahl Wertepaare	n	79
➤ Untere Signifikanzschranke	(P=90%)	4,28
➤ Obere Signifikanzschranke	(P=90%)	5,41
➤ Prüfwert der Testreihe	(PW)	5,23

Der berechnete Prüfwert $PW = 5,23$ befindet sich in dem Tabellenintervall mit der Signifikanzschranke von $P = 90\%$. Damit kann eine angenäherte Normalverteilung angenommen werden.

Im Folgenden wird ein Ausreißertest nach Grubbs durchgeführt. Die Wertetabelle enthält neben dem kleinsten und größten Wert der Testreihe die entsprechenden Prüfgrößen sowie den Tabellenwert für n ($P=95\%$) zum Vergleich. Danach sind die Ergebnisse des 10.05.03 und 09.09.03 als Ausreißer zu kennzeichnen und für die Berechnungen zu verwerfen (Tabelle 8.2). In der sich anschließenden Grafik werden beide Ausreißer bildlich dargestellt (Abbildung: 8.1).

Tabelle 8.2: Ergebnisse des Ausreißertests nach Grubbs

Referenzmessergebnisse im Vergleich			
Ausreißertest nach Grubbs (Vorschlag nach DIN 53804 bei $n>30$)			
Wertetabelle			
	Doppelbestimmung		Testreihe
	TN 1	TN 3	Differenz
	$X_{(1)}$	$Y_{(3)}$	$(X_{i1} - Y_{i3})$
Anzahl:	81	81	81
Mittelwerte:	24,8	24,3	0,5
Min.-Werte:	10,0	9,8	-7,9
Max.-Werte:	53,2	54,7	12,3
Standardabweichung:	9,7	9,4	1,9
kleinster Wert: PG 1	--	--	4,4
größter Wert: PG 2	--	--	6,3
PG = Prüfgröße			
Tabellenauszug für den Grubbs-Ausreißertest (rM-Tabelle):			
Tabellenwert (n=81): P = 95% 3,13			
1. Die Nullhypothese lautet:			
Der kleinste und der größte Wert sind Ausreißer ($P=95\%$ nach Grubbs, $n=81$).			
2. Bewertung:			
Da beide Prüfgrößen größer sind als der Tabellenwert wird die Nullhypothese angenommen, beim kleinsten und größten Wert der Differenzen handelt es sich signifikant um Ausreißer! (-7,9 / 12,3)			

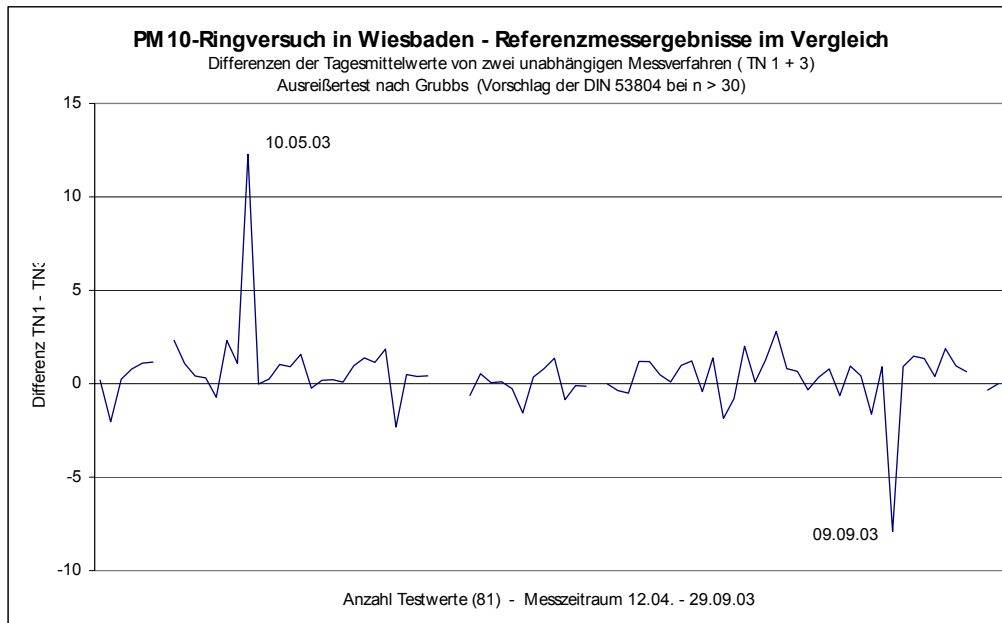


Abbildung: 8.1: Differenzen der Teilnehmer TN1 und TN 3

8.2.2 Gravimetrische Messverfahren

Die Daten der 16 Teilnehmer mit gravimetrischen Messverfahren wurden nach der in Kapitel 7.1 beschriebenen Verfahrensweise ausgewertet und bewertet. Details der Auswertungen sowie Grafiken sind im Anhang „EN12341.pdf“ (Lesezeichen: Teilnehmer 1 bis 16) zu finden (nur CD-/Internet-Version). Für jeden Teilnehmer wird dort die berechnete Referenz-Äquivalenz-Funktion angegeben und der Datensatz in einer Grafik mit gekennzeichnetem Akzeptanzbereich dargestellt. Eine Wertetabelle mit den Werten der ermittelten Ausgleichsfunktion ermöglicht eine leichte Beurteilung, ob der Akzeptanzbereich (AkB) vom Teilnehmer eingehalten oder überschritten wird. In Tabelle 8.3 werden die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst.

Tabelle 8.3: Ergebnisse und Beurteilung der gravimetrischen Messverfahren

Teilnehmer	Gerätetyp	Ergebnisse der Regressionsanalyse			Bewertung, ob Anforderungen nach Kapitel 7.1 erfüllt?		
		Bestimmtheitsmaß R^2	Anstieg m	Ordinatenabschnitt B [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Bestimmtheitsmaß R^2	Akzeptanzbereich	Gesamt
1	Kleinfiltergerät	1,00	1,00	0,4	Ja	Ja	Ja
2		0,99	0,97	0,6	Ja	Ja	Ja
3		0,99	1,02	-0,5	Ja	Ja	Ja
4		0,98	0,93	1,0	Ja	Ja	Ja
5	DHA80-Sammler	0,98	0,95	0,6	Ja	Ja	Ja
6		0,98	0,91	-0,6	Ja	Ja	Ja
7		0,98	0,93	0,8	Ja	Ja	Ja
8		0,99	0,90	0,5	Ja	Ja	Ja
9		0,98	0,92	-0,6	Ja	Ja	Ja
10		0,98	0,95	0,9	Ja	Ja	Ja

Teilnehmer	Gerätetyp	Ergebnisse der Regressionsanalyse			Bewertung, ob Anforderungen nach Kapitel 7.1 erfüllt?		
		Bestimmtheitsmaß R^2	Anstieg m	Ordinatenabschnitt B [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Bestimmtheitsmaß R^2	Akzeptanzbereich	Gesamt
11	SEQ-Sammler	0,95	0,96	-0,3	Ja	Ja	Ja
12		0,97	0,86	0,9	Ja	Nein	Nein
13		0,97	0,97	1,9	Ja	Ja	Ja
14		0,95	0,94	1,1	Ja	Ja	Ja
15		0,87	0,89	2,8	Nein	Ja	Nein
16		0,97	0,96	-0,3	Ja	Ja	Ja

Die Beurteilung dieser Ergebnisse der Regressionsanalyse erfolgt nach den zwei ausgewählten Anforderungen in Kapitel 7.1.

Die erste Anforderung, dass das Bestimmtheitsmaß R^2 gleich oder größer 0,95 beträgt, erfüllen 15 von 16 Teilnehmern. 13 Teilnehmern erreichen sogar ein ausgezeichnetes Bestimmtheitsmaß $\geq 0,98$. Teilnehmer 15, der mit $R^2 = 0,87$ deutlich abfällt, gab Probleme beim Umgang mit dem Filtermaterial an, die zu erhöhten Streuung der Messwerte führten.

Die zweite Anforderung der DIN EN 12341, dass der Akzeptanzbereich von $\pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $\pm 10 \%$ eingehalten wird, erfüllen 15 der 16 Teilnehmer. Ein Teilnehmer besitzt Minderbefunde, die zum Verlassen des Akzeptanzbereiches für PM10-Konzentrationen größer $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ führten. Es ist ein Probenehmer vom Typ DHA-80 in 19 Zoll-Bauform im klimatisierten Messcontainer mit Quarzfaser-Filtern.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Mehrzahl der Teilnehmer (88 %) mit gravimetrischen Messverfahren und Filterlaboranalyse beide Anforderungen hinsichtlich Bestimmtheitsmaß und Akzeptanzbereich nach DIN EN 12341 erfüllen.

Weiterhin werden bei den Auswertungen tendenziell Minderbefunde bei der Mehrzahl der Sammler mit automatischen Filterwechslern (DHA80 und SEQ) gegenüber den Kleinfiltergeräten mit manuellem Filterwechsel festgestellt, wie aus Tabelle 8.4 ersichtlich wird. Die 8 DHA80-Sammler variieren im Bereich von -1% bis -13% und 2 der 4 SEQ-Sammler liegen im Bereich von -4 bis -8% .

Tabelle 8.4: Mittelwerte und Abweichungen der Teilnehmer und Teilnehmergruppen

Teilnehmer	Einzelteilnehmer		Teilnehmergruppen	
	Mittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Abweichung [%]	Gerätegruppe	Abweichung [%]
RW	28,0		Referenzwert	
1	28,6	2,2	Kleinfilter-Geräte	0,9
2	27,9	-0,4		
3	1)			
4	1)			
5	27,5	-1,9	DHA80-Sammler	-6,0
6	24,5	-12,7		
7	27,5	-2,0		
8	26,0	-7,1		

Teilnehmer	Einzelteilnehmer		Teilnehmergruppen	
	Mittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Abweichung [%]	Gerätegruppe	Abweichung [%]
9	25,3	-9,6		
10	27,7	-1,0		
11	26,7	-4,6		
12	25,4	-9,2		
13	29,4	5,3	SEQ-Sammler	-1,8
14	27,9	-0,3		
15	25,7	-8,3		
16	26,9	-4,0		

¹⁾ Keine Angabe, da Daten mit verkürztem Messzeitraum

8.2.3 Kontinuierliche Messverfahren (TEOM, FH)

Die eingesetzten Messgeräte variieren sehr stark in technischer Ausführung und Betriebsweise. Angaben dazu sind in Kapitel 3 zu finden. Unter den 9 Testgeräten ist eine Vielfalt an Modifikationen - insbesondere der Heizungen und Software - zu erkennen. Es sind keine baugleichen Messgeräte anzutreffen. Während die Gerätetypen FH62 und TEOM die Eignungsprüfung besitzen, sind die optischen Gerätetypen noch im Erprobungsstadium. Von den 7 Eignungsgeprüften Gerätetypen FH62 und TEOM werden jedoch nur zwei Geräte in der Konfiguration der Eignungsprüfung betrieben.

Die Daten der neun kontinuierlichen Messeinrichtungen wurden nach der in Kapitel 7.1 beschriebenen Verfahrensweise ausgewertet und bewertet. In Tabelle 8.6 sind die Ergebnisse zusammengefasst. Details der Auswertungen sowie Grafiken sind im Anhang „EN12341.pdf“ (Lesezeichen: Teilnehmer 21 bis 69) zu finden (nur CD-/Internet-Version).

Varianten für die Datenauswertung

Die Rohdaten der kontinuierlichen Messgeräte wurden nach fünf Varianten (Tabelle 8.5) validiert. Ziel war es, verschiedene Möglichkeiten der Kalibrierung der Automaten zu simulieren und die Ergebnisse zu bewerten.

In der **Variante A** werden zunächst die Rohwerte betrachtet. Diese Datenvariante stellt den Basis-Zustand dar, wenn Automaten nur nach den Vorgaben des Messgeräteherstellers betrieben werden, ohne dass am Messort eine Kalibrierung erfolgt.

In der **Variante B** werden die Rohwerte der Variante A mit dem allgemeingültigen Faktor 1,3 korrigiert, der im PM Guidance Report [10] angegeben ist. Dieser Faktor wird empfohlen, wenn bisher keine Untersuchungen zur Kalibrierung mit dem Referenzverfahren am Standort vorliegen.

In der **Variante C** wird der im ersten Planungsgespräch für die Vergleichsmessungen festgelegte Grundsatz umgesetzt, die Messgeräte unter möglichst gleichen Bedingungen zu betreiben, wie sie im eigenen Landesmessnetz arbeiten. Wenn ein Bundesland einen Korrekturfaktor anwendet, der für das gesamte eigene Messnetz – also nicht messstationsspezifisch - genutzt wird, so wird dieser Faktor formal auf den Messort Wiesbaden übertragen. Dieser Fall trifft in 4 Länder zu.

In der **Variante D** wird die Vergleichsmessung in Wiesbaden genutzt, um für jedes kontinuierliche Messgerät einen optimalen Faktor anhand der Referenzwerte (Kap. 6) zu ermitteln. Diese Variante D stellt in gewisser Weise das Vorgehen einiger Bundesländer in ihren Messnetzen dar, die nach Ablauf eines Kalenderjahres die Messwerte der Automaten anhand gravimetrischer Vergleichsmessungen im Nachgang durch einen Faktor korrigieren.

In der **Variante E** werden die Rohwerte der Variante A mit dem Faktor 1,15 korrigiert. Die Arbeitsgruppe sieht darin einen optimalen Faktor für die Bedingungen der Vergleichsmessung in Wiesbaden.

Tabelle 8.5: Varianten für die Datenvalidierung der kontinuierlichen Messverfahren

Variante	Werte der Automaten	Bemerkung	Geräteanzahl
A	Rohdaten	Keine Kalibrierung am Messort	9
B	Rohdaten mit Faktor 1,3	Default-Wert aus dem PM Guidance Report	9
C	Rohdaten mit landesspezifischem Messnetzfaktor	Nach Untersuchungen des jeweiligen Bundeslandes festgelegt	4
D	Rohdaten werden mit einem optimalen Faktor für den Messort Wiesbaden korrigiert	Referenzwerte der Vergleichsmessung in Wiesbaden im Jahr 2003 werden genutzt	9
E	Rohdaten mit Faktor 1,15	Optimaler Faktor für Bedingungen in Wiesbaden	9

Ergebnisse der einzelnen Varianten

Die Bewertung der ersten Anforderung aus Kapitel 7.1 an die kontinuierlichen Messgeräte hinsichtlich Bestimmtheitsmaß ist für alle 5 Varianten gleich. Deshalb wird sie vorangestellt. Das Bestimmtheitsmaß R^2 soll $\geq 0,95$ sein. Diese Anforderung wird von 4 der 9 Teilnehmer erfüllt. Es sind 4 der 5 Messgeräte vom Typ FH 62. Sowohl beide TEOM-Geräte als auch beide optischen Geräte erfüllen diese Anforderung nicht. Diese 4 Geräte sind somit vorab nach EN12341 durchgefallen, werden aber dennoch weiter mit diskutiert.

Die zweite Anforderung aus Kapitel 7.1, dass der Akzeptanzbereich von $\pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $\pm 10 \%$ einzuhalten ist, wird nachfolgend für die 5 Varianten diskutiert.

Variante A: Rohdaten

Der Akzeptanzbereich wird erwartungsgemäß für die Rohwerte der Messgeräte nicht eingehalten¹. Es wird bestätigt, dass alle diese Messgeräte ohne Kalibrierung oder Nutzung von Faktoren nicht den Nachweis der Gleichwertigkeit nach DIN EN 12341 erbringen können.

¹ Eine Ausnahme bildet Teilnehmer 29, der am Standort zwischenzeitlich kalibrierte.

Variante B: Standardfaktor 1,3

Der Akzeptanzbereich wird von drei der neun Teilnehmer eingehalten. Es sind zwei FH62-Geräte und ein TEOM. Für die Teilnehmer 31, 33 und 39 führt ein Mehrbefund und für die Teilnehmer 34, 37 und 38 ein Minderbefund bei hohen Konzentrationen zum Verlassen des Akzeptanzbereiches. Es zeigt sich, dass der Standardfaktor 1,3 wirklich nur wie empfohlen als erste Orientierung genutzt werden kann. Beide Anforderungen hinsichtlich Bestimmtheitsmaß und Akzeptanzbereich erfüllen zwei Geräte vom Typ FH62 (1x I-N, 1x I-R) mit dem Standardfaktor 1,3.

Variante C: landesspezifischer Messnetzfaktor

Der Akzeptanzbereich wird von den beiden FH62 I-R –Geräten und dem TEOM (SES, 30 °C) eingehalten. Das TEOM (50 °C) - Gerät erfüllt diese Anforderung nicht, da sich ein Minderbefund bei Konzentrationen größer 70 µg/m³ sich zeigt. Beide Anforderungen hinsichtlich Bestimmtheitsmaß und Akzeptanzbereich erfüllen zwei Geräte vom Typ FH62 I-R.

Variante D: gerätespezifisch optimaler Faktor

Die optimalen Gerätefaktoren erscheinen spezifisch vom Messgerätetyp und werden deshalb in Gruppen nachfolgend diskutiert.

a) Messgerätetyp FH62

Vier der fünf Geräte (Teilnehmer 51, 52, 53, 55) liegen mit Gerätefaktoren um 1,15 im Akzeptanzbereich. Teilnehmer 54 lässt sich nicht in den Akzeptanzbereich zwingen, wobei der Gerätefaktor mit 1,34 deutlich über denen der anderen liegt. Vier der fünf Messgeräte vom Typ FH62 (3x I-R, 1x I-N) erfüllen beide Anforderungen.

b) Messgerätetyp TEOM

Teilnehmer 56 (Version SES, 30 °C) liegt mit Faktor 1,2 im Akzeptanzbereich. Teilnehmer 57 (50°C) besitzt einen leicht höheren Faktor (1,25) und lässt sich nicht in den Akzeptanzbereich zwingen. Beide Geräte erfüllen die zwei Anforderungen nicht.

b) Messgerätetyp OPT

Beide Geräte zeigen sehr unterschiedliches Verhalten. Teilnehmer 58 lässt sich mit Faktor 1,7 in den Akzeptanzbereich bringen, während das bei Teilnehmer 59 mit Faktor 0,9 nicht möglich ist. Beide Geräte erfüllen die zwei Anforderungen nicht.

Variante E: Mittlerer Wiesbadenfaktor 1,15

Der Akzeptanzbereich wird von vier der neun Teilnehmer erfüllt. Es sind vier der fünf Geräte vom Typ FH62. Beide Forderungen hinsichtlich Bestimmtheitsmaß und Akzeptanzbereich erfüllen ebenfalls die vier der fünf Geräte vom Typ FH62.

Tabelle 8.6: Ergebnisse und Beurteilung der kontinuierlichen Messverfahren

Teil- neh- me	Ge- räte- typ	Ge- räte- fak- tor	Ergebnisse der Regressionsanalyse			Bewertung, ob Anforderungen nach Kapitel 7.1 erfüllt?		
			Bestimmt- heitsmaß R²	Anstieg m	Ordinaten- abschnitt B [µg/m³]	Bestimmt- heitsmaß R²	Akzep- tanz- bereich	Gesamt
Variante A: Rohwerte								
21	FH62	1,0	0,97	0,85	0,0	Ja	Nein	Nein
22			0,96	0,78	2,4	Ja	Nein	Nein
23			0,99	0,85	2,0	Ja	Nein	Nein
24			0,86	0,63	4,4	Nein	Nein	Nein
25			0,96	0,81	1,8	Ja	Nein	Nein
26	TE- OM		0,91	0,71	4,3	Nein	Nein	Nein
27	0,82		0,64	6,1	Nein	Nein	Nein	
28	OPT		0,71	0,56	0,8	Nein	Nein	Nein
29			0,93	0,93	5,6	Nein	Nein	Nein
Variante B: Faktor 1,3								
31	FH62	1,3	0,97	1,11	-0,1	Ja	Nein	Nein
32			0,96	1,01	3,1	Ja	Ja	Ja
33			0,99	1,10	2,6	Ja	Nein	Nein
34			0,86	0,82	5,7	Nein	Nein	Nein
35			0,96	1,06	2,3	Ja	Ja	Ja
36	TE- OM		0,91	0,92	5,6	Nein	Ja	Nein
37	0,82		0,83	7,9	Nein	Nein	Nein	
38	OPT		0,71	0,73	1,0	Nein	Nein	Nein
39			0,93	1,21	7,3	Nein	Nein	Nein
Variante C: landesspezifischer Faktor								
42	FH62	1,3	0,96	1,01	3,1	Ja	Ja	Ja
43		1,25	0,99	1,06	2,5	Ja	Ja	Ja
46	TE- OM	1,25	0,91	0,89	5,4	Nein	Ja	Nein
47	1,2	0,82	0,77	7,3	Nein	Nein	Nein	
Variante D: gerätespezifisch optimaler Faktor für Wiesbaden								
51	FH62	1,18	0,97	1,00	-0,1	Ja	Ja	Ja
52		1,19	0,96	0,92	2,9	Ja	Ja	Ja
53		1,11	0,99	0,94	2,2	Ja	Ja	Ja
54		1,34	0,86	0,84	5,9	Nein	Nein	Nein
55		1,16	0,96	0,95	2,0	Ja	Ja	Ja
56	TE- OM	1,21	0,91	0,86	5,2	Nein	Ja	Nein
57	1,25	0,82	0,79	7,5	Nein	Nein	Nein	
58	OPT	1,73	0,71	0,97	1,4	Nein	Ja	Nein
59		0,91	0,93	0,85	5,1	Nein	Nein	Nein
Variante E: Faktor 1,15								
61	FH62	1,15	0,97	0,98	-0,0	Ja	Ja	Ja
62			0,96	0,89	2,8	Ja	Ja	Ja
63			0,99	0,97	2,3	Ja	Ja	Ja
64			0,86	0,72	5,1	Nein	Nein	Nein
65			0,96	0,94	2,0	Ja	Ja	Ja
66	TE- OM		0,91	0,92	5,6	Nein	Nein	Nein
67	0,82		0,73	7,0	Nein	Nein	Nein	

Teilnehmer	Gerätetyp	Gerätfaktor	Ergebnisse der Regressionsanalyse			Bewertung, ob Anforderungen nach Kapitel 7.1 erfüllt?		
			Bestimmtheitsmaß R^2	Anstieg m	Ordinatenabschnitt B [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Bestimmtheitsmaß R^2	Akzeptanzbereich	Gesamt
68	OPT		0,71	0,64	0,9	Nein	Nein	Nein
69			0,93	1,07	6,5	Nein	Nein	Nein

8.3 Ermittlung der Messunsicherheit

Tabelle 8.7 zeigt eine Zusammenfassung der ermittelten Unsicherheitsstatements für die betrachteten Messeinrichtungen, die mit Hilfe der Default-Rechentechnik PAIREDA erhalten wurden. Neben der Standardunsicherheit $u(y)$ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ist die erweiterte 95%-Unsicherheit $U(y)/y$ in Prozent angegeben. Der Term a gibt den festgestellten Bias der Messeinrichtung an.

Tabelle 8.7: Ergebnisse der Unsicherheitsanalyse
(Die Zuordnung der Teilnehmer ist separat verfügbar.)

Modell:	$y(i) = a + x(i) + e(i)$		$u^2(y) = \Sigma [y(i) - x(i)]^2/n - u^2(x)$		
Teilnehmer	Labor	Messgerät	a in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$u(y)$ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$U(y)/y$ in %
1		LVS3	0,5	1,2	5,8
3		LVS3/F	0,03	1,2	5,9
4		GS050	-0,8	1,6	7,8
x		[LVS3 + LVS3/F + GS050]/3		0,8	3,8
5		DHA	-0,9	2,5	12,5
6		DHA	-3,1	3,9	19,4
7		DHA	-1,2	2,6	13,1
8		DHA	-2,3	3,5	17,3
9		DHA(19Z)	-3,1	4,2	20,9
10		DHA	-0,6	2,6	12,9
11		DHA	-1,6	3,8	19,2
12		DHA(19Z)	-3,3	4,7	23,6
13		SEQ	1,0	3,2	15,9
14		SEQ	-0,8	3,6	17,8
15		SEQ	0,0	4,1	20,7
16		SEQ	-1,5	3,5	17,6
21		FH62I-R	-4,2	5,2	26,0

Modell:	$y(i) = a + x(i) + e(i)$		$u^2(y) = \Sigma [y(i) - x(i)]^2/n - u^2(x)$		
Teilnehmer	Labor	Messgerät	a in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	u(y) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	U(y)/y in %
22		FH62I-R	-3,8	5,6	28,1
23		FH62I-R	-2,4	3,7	18,3
24		FH62I-N	-6,0	9,2	45,8
25		FH62I-N	-3,7	5,4	27,0
26		TEOM-SES	-3,9	6,8	34,2
27		TEOM-50	-4,3	8,7	43,3
28		SEQ-OPT	-11,8	15,6	77,8
29		OPT107	3,6	5,1	25,3
31		1,3 FH62I-R	2,9	4,3	21,5
32		1,3 FH62I-R	3,3	4,5	22,6
33		1,3 FH62I-R	5,3	5,9	29,5
34		1,3 FH62I-N	0,6	5,8	29,0
35		1,3 FH62I-N	3,7	5,2	25,8
36		1,3 TEOM-SES	3,4	5,7	28,6
37		1,3 TEOM-50	2,8	7,4	37,2
38		1,3 SEQ-OPT	-6,6	11,8	59,2
39		1,3 OPT107	12,8	13,8	69,0
42		1,15 FH62I-R	-0,3	3,2	16,0
43		1,25 FH62I-R	4,1	4,6	22,8
46		1,25 TEOM-SES	2,2	5,1	25,5
47		1,2 TEOM-50	2,8	7,4	37,2
49		OPT107K	-1,1	4,0	20,2
61		1,15 FH62I-R	-0,9	2,7	13,6
62		1,15 FH62I-R	-0,7	3,5	17,3
63		1,15 FH62I-R	1,2	2,1	10,3
64		1,15 FH62I-N	-4,1	7,7	38,3
65		1,15 FH62I-N	-0,4	3,3	16,6
66		1,15 TEOM-SES	-0,2	4,8	24,2
67		1,15 TEOM-50	-1,7	7,9	39,5
68		1,15 SEQ-OPT	-9,2	13,5	67,3
69		1,15 OPT107	8,2	9,1	45,6

a) Gravimetrische Messeinrichtungen

Die Unsicherheit der Referenz-Messeinrichtungen TN 1, TN 3 und TN 4 wurde in konservativer Weise mit der Annahme $u(x) = 0$ errechnet. Die Messwerte y der betrachteten

Messeinrichtungen TN 1 und TN 3 vom Typ LVS zeigen signalunabhängige Standardunsicherheiten von $u(y) = 1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entsprechend einer (erweiterten) 95%-Unsicherheit $U(y)$ von weniger 6 % bei $y = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Messwerte y der Messeinrichtung TN 4 vom Typ GS050 zeigen eine signalunabhängige Standardunsicherheit $u(y) = 1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entsprechend einer (erweiterten) 95%-Unsicherheit $U(y)$ von weniger als 8 % bei $y = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Aus den so ermittelten Standardunsicherheiten $u(y)$ der Referenz-Messeinrichtungen TN 1, TN 3 und TN 4 wurde die Standardunsicherheit $u(x)$ der Referenzwerte $x(j)$ abgeschätzt zu $u(x) = 0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entsprechend einer (erweiterten) 95%-Unsicherheit $U(x)$ von weniger als 4 % bei $y = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die gravimetrischen Messeinrichtungen vom Typ DHA-80 (TN 5 bis TN 12) zeigen Standardunsicherheiten $u(y)$ zwischen $2,5$ und $4,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entsprechend einer 95%-Unsicherheit U zwischen 12 und 24 % bei $y = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Damit erfüllen die Messeinrichtungen vom Typ DHA-80 das Datenqualitätsziel der EU-Richtlinie 1999/30/EG [1] von $U \leq 25$ % bei $y = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die gravimetrischen Messeinrichtungen vom Typ SEQ (TN 13 bis TN 16) zeigen Standardunsicherheiten $u(y)$ von 3 bis $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entsprechend einer 95%-Unsicherheit U zwischen 16 und 21 % bei $y = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Damit erfüllen die Messeinrichtungen vom Typ SEQ das Datenqualitätsziel der EU-Richtlinie 1999/30/EG [1] von $U \leq 25$ % bei $y = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

b) Automatische Messeinrichtungen - unkorrigiert

Automatische Messeinrichtungen vom Typ FH62, TEOM, SEQ-OPT und OPT107 (TN 21 bis TN 29) wurden in die Vergleichsmessungen einbezogen. Ohne Korrektur erreicht die Messeinrichtung TN 23 vom Typ FH62 für den Messwert $y = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eine Standardunsicherheit $u(y) = 3,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und eine erweiterte 95%-Unsicherheit von 18,3 %. Die Messeinrichtung TN 29 vom Typ OPT107 erreicht eine Standardunsicherheit $u(y) = 5,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entsprechend einer 95%-Unsicherheit $U = 25,3$ % bei $y = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Damit erfüllen nur die beiden Messeinrichtungen TN 23 und TN 29 bereits ohne Korrektur das Datenqualitätsziel der EU-Richtlinie 1999/30/EG [1] von $U \leq 25$ % bei $y = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

c) Automatische Messeinrichtungen mit Korrekturfaktor 1,3

Nach Korrektur mit dem Default-Faktor 1,3 verbessert sich das Bild bei den Automaten nur unwesentlich. Nun weisen die FH62-Geräte TN 31 und TN 32 bei $y = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eine erweiterte 95%-Unsicherheit unterhalb von 25 % auf, nicht jedoch die FH62-Geräte TN 33, TN 34 und TN 35.

Die beiden betrachteten TEOM-Geräte TN 36 und TN 37 weisen nach Korrektur mit dem Faktor 1,3 für den Messwert $y = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eine erweiterte 95%-Unsicherheit von mehr als 25 % auf.

d) Automatische Messeinrichtungen mit laborspezifischem Korrekturfaktor

Nach Korrektur mit einem labor-spezifischen Faktor weisen die FH62-Geräte TN 42 (= 1,15 TN 22) und TN 43 (= 1,25 TN 23) bei $y = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eine erweiterte 95%-Unsicherheit unterhalb von 25 % auf.

Die beiden TEOM-Geräte TN 46 und TN 47 weisen nach Korrektur mit einem labor-spezifischem Faktor für den Messwert $y = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eine erweiterte 95%-Unsicherheit von mehr als 25 % auf.

Die korrigierten Messwerte der Messeinrichtung OPT107 (TN 49) zeigen eine Standardunsicherheit $u(y) = 4,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entsprechend einer 95%-Unsicherheit $U = 20,2 \%$ bei $y = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Damit erfüllt diese Messeinrichtung das Datenqualitätsziel der EU-Richtlinie 1999/30/EG [1] von $U \leq 25 \%$ bei $y = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

e) Automatische Messeinrichtungen mit Korrekturfaktor 1,15

Nach Korrektur mit dem Faktor 1,15 weisen die FH62-Geräte TN 61, TN 62, TN 63 und TN 65 für den Messwert $y = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eine erweiterte 95%-Unsicherheit von weniger als 25 % auf.

Von den beiden betrachteten TEOM-Geräten TN 66 und TN 67 weist nach Korrektur mit dem Faktor 1,15 für den Messwert $y = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ TN 66 eine erweiterte 95%-Unsicherheit von 24 % auf, TN 67 liegt deutlich oberhalb von 25 %.

Die mit dem Faktor 1,15 korrigierten Messwerte der Messeinrichtung OPT107 (TN 69) zeigen für den Messwert $y = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eine erweiterte 95%-Unsicherheit von mehr als 25 % auf.

f) Detaillierte Darstellungen

Detaillierte Darstellungen der durchgeführten Unsicherheitsanalysen einschließlich grafischer Darstellungen finden sich im Anhang (teilweise nur in CD-/Internet-Version):

Gravimetrie_A7.xls:	TN 1 bis TN 16
Automaten_roh_A7.xls:	TN 21 bis TN 29
Automaten_kor_A7.xls:	TN 31 bis TN 37 (Faktor 1,3)
	TN 42 bis TN 47 (Labor-Faktor)
	TN 61 bis TN 69 (Faktor 1,15)

8.4 Auswertung hinsichtlich Driften

Die Ergebnisse zur Auswertung der Driften für die gravimetrischen und kontinuierlichen Messverfahren sind in Tabelle 8.8 zusammengestellt. Es werden sowohl die Langzeitdrift als auch die Driften in den einzelnen Monaten für jeden Teilnehmer angegeben. Die Langzeitdrift und die monatlichen Driften sind nach Kapitel 7.3 auffällig, wenn sie größer als der Betrag von $|\pm 4 \mu\text{g}/\text{m}^3|$ sind.

Zur Ermittlung der Langzeitdrift wurde der Datensatz für die Monate Februar bis August ausgewählt, da sich die meteorologischen Bedingungen am Anfang und am Ende

des Betrachtungszeitraumes sehr deutlich unterscheiden. So betrug im Februar die mittlere Lufttemperatur 1 °C (Feuchte 71 %) und im August 24 °C (Feuchte 58 %).

Ergebnisse der gravimetrische Messverfahren (Teilnehmer 1 bis 16)

Die **Langzeitdrift** ist für die Mehrzahl der Teilnehmer der gravimetrischen Messverfahren gering oder vernachlässigbar. Auffällige Langzeitdriften besitzen die Teilnehmer 12 (+5,1 µg/m³), 15 (+6,8 µg/m³) und 16 (-5,5 µg/m³). Es betrifft 1 von 8 Digitel-Geräten und 2 von 4 SEQ-Geräten.

Die **Monatsdriften** sind für die Mehrzahl der Teilnehmer gering oder vernachlässigbar. Zwei Teilnehmer (Teilnehmer 7 und 14) besitzen für je einen Monat eine Drift, die größer als 4 µg/m³ ist. Die weiteren Monatsdriften mit sowohl negativen als auch positiven Vorzeichen für die einzelnen Teilnehmer lassen keine systematischen Abhängigkeiten auf den ersten Blick erkennen. Für alle vier SEQ-Geräte wird jedoch eine Drift mit negativen Vorzeichen von Mai zu Juni (etwa - 2 µg/m³) und eine Drift mit positiven Vorzeichen von Juli zu August (etwa + 2 µg/m³) beobachtet. Die Driften der Digitel-Geräte in diesen Zeiträumen folgen jedoch nicht diesem Muster.

Der Mehrzahl der Teilnehmer (11 von 16) der gravimetrischen Messverfahren kann eine ausgezeichnete Arbeitsweise mit hinreichend kleinen Driften bescheinigt werden. Signifikante Driften für bestimmte Sammlertypen sind nicht vordergründig. Vielmehr sind die Driften auf die offensichtlich individuelle Handhabung der gravimetrischen Messverfahren durch die einzelnen Teilnehmer zurückzuführen. Die Festlegung der Referenzwerte (Kapitel 6) erscheint bei dieser Analyse im Nachgang als plausibel.

Ergebnisse der kontinuierliche Messverfahren (Teilnehmer 21 bis 29)

Die **Langzeitdrift** ist für die Mehrzahl der Teilnehmer der kontinuierlichen Messverfahren auffällig. Alle fünf FH62-Geräte und beide TEOM-Geräte besitzen positive Driften im Bereich von 4,7 bis 16,9 µg/m³. Für alle kontinuierlichen Messverfahren (Ausnahme Teilnehmer 29) wird eine Langzeitdrift mit positiven Vorzeichen vom Wintermonat Februar bis zum Sommermonat August festgestellt.

Die **Monatsdriften** größer 4 µg/m³ konzentrieren sich ausschließlich auf zwei Monatsdriften. Von Februar zu März sind 3 Teilnehmer und von März zu April sind 4 Teilnehmer auffällig. Dabei haben diese Driften ausschließlich positive Vorzeichen. Die Monatsdriften von Mai bis September sind bei allen kontinuierlichen Messverfahren gering oder vernachlässigbar und besitzen wechselnde Vorzeichen.

Alle 9 Teilnehmer mit kontinuierlichen Messverfahren haben auffällige Driften, die größer als 4 µg/m³ sind. Von den Winter- zu den Sommermonaten werden für alle Teilnehmer Driften mit positiven Vorzeichen festgestellt. Alle kontinuierlichen Messverfahren zeigen damit eine jahreszeitliche Abhängigkeit des Messwertes gegenüber dem Referenzwert. Auch bei einem optimalen Korrekturfaktor der einzelnen kontinuierlichen Geräte sind die angezeigten Messwerte im Winter kleiner und im Sommer größer als die Referenzwerte. Eine Korrekturfunktion in Abhängigkeit von z. B. der Jahreszeit oder der Temperatur erscheint hier angebracht um Driften zu verringern.

Tabelle 8.8: Driften der gravimetrischen und kontinuierlichen Messverfahren

Teilnehmer	Ermittelte zeitliche Drift in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zum jeweiligen Bezugszeitraum								Bewertung, ob Drift größer $ \pm 4 \mu\text{g}/\text{m}^3 $?		
	Langzeit	Feb / Mrz	Mrz / Apr	Apr / Mai	Mai / Jun	Jun / Jul	Jul / Aug	Aug / Sep	Langzeit-drift	Monats-drift	Gesamt
Gravimetrie – KleinfILTER											
1	1,3	0,0	0,2	0,1	-0,3	0,7	0,3	-0,8	Nein	Nein	Nein
2	2,9	2,1	0,0	0,2	0,1	0,5	-0,1	-0,5	Nein	Nein	Nein
3	2,1	-	-	0,0	0,2	0,6	0,0	-0,9	Nein	Nein	Nein
4	-	-	-	-	-	-1,4	-0,8	2,2	Nein	Nein	Nein
Gravimetrie – DigiteL											
5	1,4	0,6	0,8	-1,3	1,4	-0,5	0,9	-0,1	Nein	Nein	Nein
6	0,7	-0,9	1,3	-0,4	0,0	-1,1	3,0	-1,2	Nein	Nein	Nein
7	0,0	0,6	-0,1	0,0	0,2	-0,3	0,0	5,4	Nein	Ja	Ja
8	-0,1	1,5	1,9	-0,1	-1,5	-1,4	0,9	-0,1	Nein	Nein	Nein
9	0,2	1,3	0,3	1,0	0,1	-1,9	-0,3	0,2	Nein	Nein	Nein
10	0,0	2,1	1,3	-1,4	-0,9	0,0	0,7	-0,3	Nein	Nein	Nein
11	-2,6	-2,8	2,3	-3,5	-0,1	1,8	0,1	-1,9	Nein	Nein	Nein
12	5,1	-1,1	2,9	1,3	0,7	-1,1	0,7	0,0	Ja	Nein	Ja
Gravimetrie – SEQ											
13	-2,8	0,8	1,2	2,4	-1,8	-0,4	2,7	1,3	Nein	Nein	Nein
14	-2,8	6,9	-1,9	-0,7	-2,3	-1,6	1,2	1,8	Nein	Ja	Ja
15	6,8	-	1,1	3,1	-2,9	0,6	3,9	-0,9	Ja	Nein	Ja
16	-5,5	1,3	0,2	-1,9	-1,3	-0,8	1,1	2,1	Ja	Nein	Ja
Automat – FH 62											
21	4,7	3,2	2,7	-0,9	-0,2	0,2	0,2	0,1	Ja	Nein	Ja
22	7,7	2,5	1,7	1,4	1,5	-1,3	0,7	0,1	Ja	Nein	Ja
23	4,7	2,7	1,4	1,0	-0,3	-0,2	-0,4	1,5	Ja	Nein	Ja
24	16,9	2,7	6,4	2,2	1,0	0,1	1,2	-1,1	Ja	Ja	Ja
25	9,4	4,3	2,2	1,0	1,4	-1,0	0,9	-1,5	Ja	Ja	Ja
Automat – TEOM											
26	14,3	0,6	5,5	3,3	1,1	-0,6	-0,4	0,4	Ja	Ja	Ja
27	15,8	1,1	8,7	1,2	0,9	-0,3	0,3	-2,4	Ja	Ja	Ja
Automat – OPT											
28	19,3	15,7	5,5	3,1	-3,4	0,2	-	-	Ja	Ja	Ja
29	-0,1	6,2	2,4	-3,2	0,3	-1,7	2,7	-1,4	Nein	Ja	Ja

9 Diskussion und Zusammenfassung

Die wesentlichen Erkenntnisse und Konsequenzen aus dem in Wiesbaden durchgeführten Vergleichsexperiment sind in den folgenden Statements schlagwortartig zusammengefasst:

- In den Ländern wurde eine breite Diskussion über qualitätssichernde Maßnahmen bei der Durchführung von PM10-Messungen mit gravimetrischen und automatischen Messverfahren angestoßen. Diese Diskussion hat bereits zu diversen Harmonisierungen hinsichtlich Handhabung und Betriebsweisen geführt. So wurde beispielsweise im sächsischen Messnetz beschlossen, die eingesetzten High-Volume-Sampler (Digital DHA-80) mit Modulen zur Druck- und Temperaturkorrektur nachzurüsten.
- Es wurde ein umfangreiches Protokoll zur Durchführung gravimetrischer PM10-Messungen in den Ländermessnetzen erarbeitet. Dieses Protokoll regelt eine Vielzahl technischer Vorgehensweisen bei der Kalibrierung und Messung sowie bei der Wägung von Filtern. Diese Vereinbarung bildet einen maßgeblichen Beitrag zur Harmonisierung der PM10-Messungen in den Messnetzen der deutschen Bundesländer.
- Es ist erkennbar, dass bei einem sorgfältigen Betrieb gravimetrischer, diskontinuierlicher Messverfahren für PM10 die Datenqualitätsziele der EU einhaltbar sind. Bei Filterwechseln der Typen SEQ und Digital wurden dabei tendenziell Minderbefunde gegenüber den als Referenz betrachteten LVS-Geräten beobachtet. Dies gilt allerdings keineswegs pauschal für bestimmte Gerätegruppen, sondern hängt individuell von Einzelgeräten bzw. deren Betreibern ab.
- Schwieriger ist die Situation bei den kontinuierlichen Messverfahren. Hier ist die Verwendung von Korrekturfunktionen unerlässlich. Inwieweit danach die Datenqualitätsziele eingehalten werden, ist im Einzelfall zu prüfen. Der in Vorbereitung befindliche Leitfaden der EU-Arbeitsgruppe "Equivalence of Monitoring Methods" wird hierbei Hilfestellung leisten.
- Die Durchführung der PM10-Vergleichsmessungen ist europaweit auf breites Interesse gestoßen. Nach Fertigstellung des Abschlussberichtes werden die Ergebnisse in das AQUILA-Netzwerk der Nationalen Referenzlaboratorien eingebracht.
- Es wird zu diskutieren sein, ob eine vergleichbare Vergleichsmesskampagne nach Ablauf einiger Jahre wiederholt werden sollte, um zu erwartende Verbesserungen der Messqualität zu dokumentieren.

ANHÄNGE

10 Anhang I: Sonderauswertungen und Hinweise einzelner Teilnehmer

Dieses Kapitel enthält Beiträge einzelner Bundesländer bzw. einzelner Autoren. Die in diesem Kapitel getroffenen Aussagen geben nicht in allen Fällen die Meinung der gesamten Arbeitsgruppe wieder. Die Arbeitsgruppe war sich jedoch einig darüber, dass alle aufgenommenen Beiträge wichtige Informationen enthalten, die der interessierten Fachöffentlichkeit nicht vorenthalten werden sollten. Die jeweiligen Autoren sind bei den einzelnen Unterkapiteln aufgeführt.

10.1 Rheinland-Pfalz (Frank Bunzel)

Im Folgenden wird auf Besonderheiten der Ergebnisse des LfUG, die mit SEQ LfUG CN3 bezeichnet sind, hingewiesen.

Das Messinstitut des LfUG (MIAS) ist im Jahr 2002 in eine vorübergehende Unterkunft in Wiesbaden umgezogen, da das bisherige und künftige Gebäude in Mainz renoviert wird. Während der Zeit in der Übergangsunterkunft stand dem Labor des LfUG kein Wägeraum gemäß DIN EN 12341 zur Verfügung. Die gravimetrische Bestimmung geschah in einem Wägeraum ohne Feuchteregulierung. Die relativen Feuchten betrugen im Zeitraum der Vergleichsmessungen zwischen 10 % und 55 % r.H.

Damit dennoch gravimetrische Analysen mit Cellulosenitratfiltern durchgeführt werden konnten, wurde ein Korrekturverfahren angewandt. Es wurden Vergleichsfilter sowohl bei der Leer – als auch bei der Rückwaage der belegten Filter mit gewogen. Die Gewichts Differenz des leeren Vergleichsfilters zwischen Vor- und Rückwaage stellt die Massendifferenz ausgelöst durch unterschiedliche Feuchten bei den Wägungen dar, die dann zur Korrektur angesetzt wurde. Das oben beschriebene Verfahren ist in der Lage, die Feuchteinflüsse in den meisten Fällen weitgehend zu eliminieren. Die Ergebnisse des LfUG zeigen dies insbesondere zu Beginn der Messungen vom März bis Anfang Juli recht deutlich.

Im Juli und August waren dann die Ergebnisse deutlich schlechter, was zwei Gründe haben könnte. Zum Einen waren in diesem Zeitabschnitt stark schwankende Luftfeuchtigkeiten zu registrieren. Zum Teil mussten Filter bis zu 10 Tagen äquilibriert werden, um eine Phase mit nicht zu stark schwankenden Feuchten innerhalb von 48 h abzuspannen. Zum Anderen waren in diesen beiden Monaten Geräteausfälle in Folge heftiger Gewitter zu beklagen. Der SEQ - Probensammler ist nach dem Wiedereinschalten des Stroms nicht selbstständig angelaufen, sondern musste erst einige Tage später manuell neu gestartet werden. Dabei kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Zuordnungen der Filter zu den Lauftagen bzw. zu den Datensätzen auf dem Memory-Stick des SEQ – Gerätes nicht richtig war, und deshalb zum Teil derart große Differenzen gegenüber den anderen Teilnehmern auftraten. Für diese zweite Erklärung spricht, dass die Ergebnisse der betroffenen Filterserie bis zum Ausfall des Gerätes vergleichbar waren (bis zum 07.07.2003). Von den dann erst wieder ab 23.07. ermittelten Tagesmittelwerten waren 3 Werte zu hoch, aber 2 Werte zu niedrig im Vergleich zum Durchschnitt. Ähnliches gilt für den zweiten Geräteausfall im August. Hier sind die Ergebnisse vom 06.08. und

08.08. ein gutes Beispiel. Wäre das Problem durch eine fehlerhafte Korrektur aufgetreten, dann hätte der Fehler in ein und dieselbe Richtung gehen müssen. Im September war dann die Abweichung gegenüber anderen Teilnehmern wieder im normalen Rahmen.

10.2 Niedersachsen (Erich Klasmeier)

Vergleich verschiedener Filtermaterialien

In der DIN EN 12341 wird die Vorgehensweise bei der Vergleichbarkeit von Testgeräten auf der Basis von Differenzen der Konzentrationswerte Y_{i1} und Y_{i2} beschrieben. Anhand von orts- und zeitgleichen Messungen, so genannten Doppelbestimmungen, kann der Beweis erbracht werden, dass das Messergebnis von zwei unabhängigen Probenahmen gleichwertig repräsentiert wird. Die Rahmenbedingungen dieser Vorgehensweise sollen im Folgenden Grundlage für die Vergleichbarkeit unterschiedlicher Filtermaterialien sein. Beim Einsatz von Cellulose-Nitrat-Filtern im Testgerät 1 und Quarzfiltern im Testgerät 2 ist die Rückfolgerung zulässig, dass bei einer gegebenen Vergleichbarkeit der Testgeräte das Filtermaterial eine untergeordnete Rolle spielen muss.

In der Zeit vom 01.04.02 bis zum 31.03.03 wurden zwei parallel betriebene DIGITEL DHA 80, eines mit Cellulose-Nitrat-Filtern (CNF Typ 11342-150-G, 5 µm Porengröße – Sartorius AG), das andere mit Quarzfaserfiltern (QF 20 – Schleicher & Schuell), bestückt. Die Konditionierung und die gravimetrische Auswertung erfolgten entsprechend den analytischen Anforderungen im Laboratorium. Die Quarzfaser-Filter wurden bezüglich der Erfordernisse der Stoffanalyse ausnahmslos über 4 Stunden bei 840 °C geglüht.

Die Messergebnisse werden im Folgenden in Form einer Regressionsrechnung grafisch dargestellt (Abbildung: 10.2.1). Neben der Funktionsgleichung und dem Bestimmtheitsmaß wird der Graph $y = x$ mit der Steigung 1 (----) wiedergegeben.

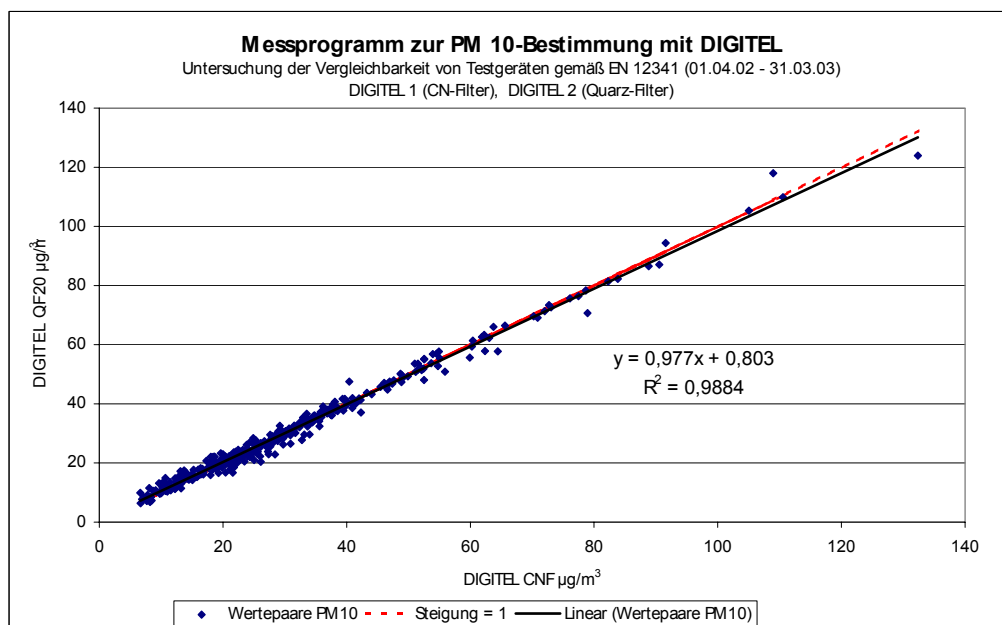


Abbildung 10.2.1: Messung mit verschiedenen Filtermaterialien

Bei der formalen Betrachtung der Testgeräte in Anlehnung an die DIN EN 12341 werden die Messergebnisse zur Bewertung anhand der Prüfgrößen in Werte $< 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und Werte $> 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unterteilt. An dieser Stelle muss vorausgeschickt werden, dass Messergebnisse im Tagesmittel von über $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erfahrungsgemäß nur selten auftreten. Nach Beobachtungen in Niedersachsen machen Werte in dieser Größenordnung nur etwa 1% der Tagesmittelwerte (TMW) für den Zeitraum von einem Jahr aus. Im zu betrachtenden Beispiel sind vier Messergebnisse oberhalb $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, von denen zwei in der grafischen Darstellung optisch auffällig sind. Diese Messwerte sind bei den Cellulose-Nitrat-Filter Probenahmen nur als Teilmengen einer 24-stündigen Probenahme zu sehen und dürfen somit nicht der Stichprobe zugeordnet werden. Eine belastbare Bewertung der Probenahme oberhalb von $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (TMW) ist aufgrund der anzusetzenden Freiheitsgrade von $n - 2$ daher nicht möglich.

In der folgenden Wertetabelle werden daher zunächst die Messwerte $< 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entsprechend geprüft. In einem zweiten Schritt werden alle Messwerte (einschließlich der anteiligen Tagesmittelwerte) mit einem Student-Faktor entsprechend $P = 99,9 \%$ beidseitig geprüft. Diese Vorgehensweise ignoriert den Teil $> 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ der Richtlinie, verschärft aber die Prüfbedingungen von 0,95 auf 0,999. Die Vorgehensweise unterstellt, dass die Werte $> 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, unter der Annahme einer möglichen zulässigen Messunsicherheit, die Grenzbetrachtung 100 nur unwesentlich übersteigen.

Tabelle 10.2.1: Vergleichbarkeit von Testgeräten mit verschiedenen Filtermaterialien

Untersuchung der Vergleichbarkeit von Testgeräten "DIGTEL - CNF" mit "DIGTEL - QF20" gemäß EN 12341								
Wertetabelle der Testgeräte "DIGTEL 1 - CN-Filter" und "DIGTEL 2 - Quarz-Filter"								
	Werte < 100 µg/m³			Werte > 100 µg/m³			alle Werte (JMW)	
	DIGTEL 1 CNF	DIGTEL 2 QF20		DIGTEL 1 CNF	DIGTEL 2 QF20		DIGTEL 1 CNF	DIGTEL 2 QF20
Mittelwert Testgerät:	29,6	29,7	µg/m³	114,2	114,3	µg/m³	30,6	30,7
Anzahl TMW:	346			4			350	
Probenahme gestört:	0			2*			2	
Standardabweichung:	1,36	absolut		0,037	relativ		1,43	absolut
Studentfaktor (n-2):	2,576	0,99 _{beidseitig}		9,925	0,99 _{beidseitig}		3,291	0,999 _{beidseitig}
Vertrauensbereich:	3,51			0,36			4,72	
Prüfgröße:	5,0	µg/m³		0,05			5,0	µg/m³
Vergleichbarkeit:	erfüllt!			nicht erfüllt!		verworfen!	erfüllt!	

* Zwei Messwerte über 100 µg/m³ sind als Tagesmittelwerte nicht repräsentativ!

Befund:

Die Vertrauensbereiche sind jeweils kleiner als die Prüfgröße 5, die Vergleichbarkeitsanforderungen sind erfüllt!

Anhand der Vergleichbarkeit der DIGTEL DHA 80-Testgeräte 1 und 2 beim Einsatz von unterschiedlichem Filtermaterial kann durch die Vorgehensweise mit hoher Wahrscheinlichkeit von der Gleichwertigkeit zweier unabhängiger Filterproben (Cellulose-Nitrat- und Quarzfaser-Filter) gesprochen werden.

Diese Aussagen werden durch die Ergebnisse eines Feldvergleiches unterstützt:

So konnte in einem über ein Jahr laufendem Messprojekt in Niedersachsen anhand von Feldmessungen aufgezeigt werden, dass die Ergebnisse beim Einsatz von unterschiedlichem Filtermaterial gleichwertig sind. Im Hinblick auf die analytischen Anforderungen war eine Optimierung der Filtermatrix für spezifische Untersuchungen von Bedeutung. Die Gleichwertigkeit beider Filterprobenahmen war daneben eine unverzichtbare Voraussetzung für eine sich anschließende Massenbilanzierung.

Im Hannover und Bösel (ländlicher Bereich) wurden im Rahmen dieses Projektes Doppelbestimmungen jeweils mit einem Cellulose-Nitrat-Filter (CNF) und einem Quarzfaserfilter (QF) gemacht, um die Erfordernisse der Stoffanalyse bezüglich des Filtermaterials zu erfüllen.

Dabei ergaben sich folgende Jahresmittelwerte:

Hannover: CNF = 32,1 µg/m³ QF = 31,8 µg/m³

Bösel: CNF = 30,8 µg/m³ QF = 31,0 µg/m³

Auch nach diesen Befunden sind Cellulose-Nitrat- und Quarzfaserfilter hinsichtlich der Messung von PM10 als gleichwertig anzusehen.

10.3 Bayern (Frank Palme, Lothar Laskus)

Vergleich zwischen dem DHA-80- und dem SEQ 47/50-Gerät

10.3.1 Einführung

In Abschnitt 8.2.2 ist ausgeführt, dass die Filterwechsler DHA-80 und SEQ 47/50 tendenziell Minderbefunde gegenüber den Kleinfiltergeräten aufweisen. Beim Vergleich der beiden Filterwechsler untereinander ergeben sich für das DHA-Gerät z. T. leichte Minderbefunde gegenüber dem SEQ-Gerät. Diese Ergebnisse weichen von den Befunden vorausgegangener PM₁₀-Vergleichsmessungen ab, bei denen bisher die Äquivalenz von Kleinfiltergerät, SEQ-Gerät und DHA-Gerät festgestellt wurde. Insbesondere wurden bei umfangreichen PM₁₀-Vergleichstests in den neunziger Jahren übereinstimmende Ergebnisse zwischen dem DHA-Gerät und dem Kleinfiltergerät gefunden.

Die im Rahmen dieses Messprogramms festgestellten unterschiedlichen Ergebnisse zwischen den Geräten können hinsichtlich der Mehrbefunde der Kleinfiltergeräte gegenüber den beiden Filterwechslern möglicherweise damit erklärt werden, dass die Filter der Kleinfiltergeräte direkt nach der Probenahme in das der Messstelle benachbarte Wägelabor gelangten bzw. in einem Kühlschrank gelagert wurden, hingegen die Filter der Filterwechsler von den die einzelnen Geräte betreuenden Teilnehmern erst nach einem Monat den Geräten entnommen und über weite Fahrtstrecken zu den verschiedenen Landesämtern transportiert wurden. Durch die langen Lagerungszeiten der bestaubten Filter in den Filterwechslern und die langen Transportwege kann nicht ausgeschlossen werden, dass bis zur Rückwägung flüchtige Staubbestandteile von den Filtern verloren gegangen sind. Wegen der direkten Rückwägung der bestaubten Filter der Kleinfiltergeräte bzw. deren Lagerung sofort nach der Probenahme im Kühlschrank ist anzunehmen, dass bei diesen Filtern derartige Effekte weniger ausgeprägt sind.

Ein gerätespezifischer Methodenvergleich Kleinfiltergerät/Filterwechsler bzw. DHA/SEQ zur Untersuchung dieses Effektes setzt voraus, dass die miteinander zu vergleichenden Geräte unter gleichen Bedingungen betrieben wurden, was in einem Fall für das DHA- und das SEQ-Gerät gegeben war:

- Beide Geräte wurden von einem einzigen Teilnehmer betrieben.
- Bei beiden Geräten wurden Quarzfaserfilter eingesetzt, die an jedem zweiten Tag zeitgleich beprobt wurden.
- Die Filter beider Geräte wurden zum selben Zeitpunkt nach einer Periode von jeweils einem Monat gewechselt.
- Diese beiden Filtersätze wurden jeweils unter denselben Bedingungen transportiert und gewogen.

Im Weiteren wird untersucht, inwieweit die mit beiden Geräten gemessenen PM₁₀-Konzentrationen durch mögliche Verluste flüchtiger Staubbestandteile (im Wesentlichen Ammoniumnitrat) aufgrund des Temperatureinflusses während der Probenahme und während der Lagerung der bestaubten Filter im Gerät bis zur jeweiligen Filterentnahme beeinflusst werden.

10.3.2 Verluste während der Beprobung und Lagerung

In Abbildung 10.3.1 ist das Verhältnis DHA/SEQ über der Tagesmitteltemperatur am jeweiligen Probenahmetag wiedergegeben.

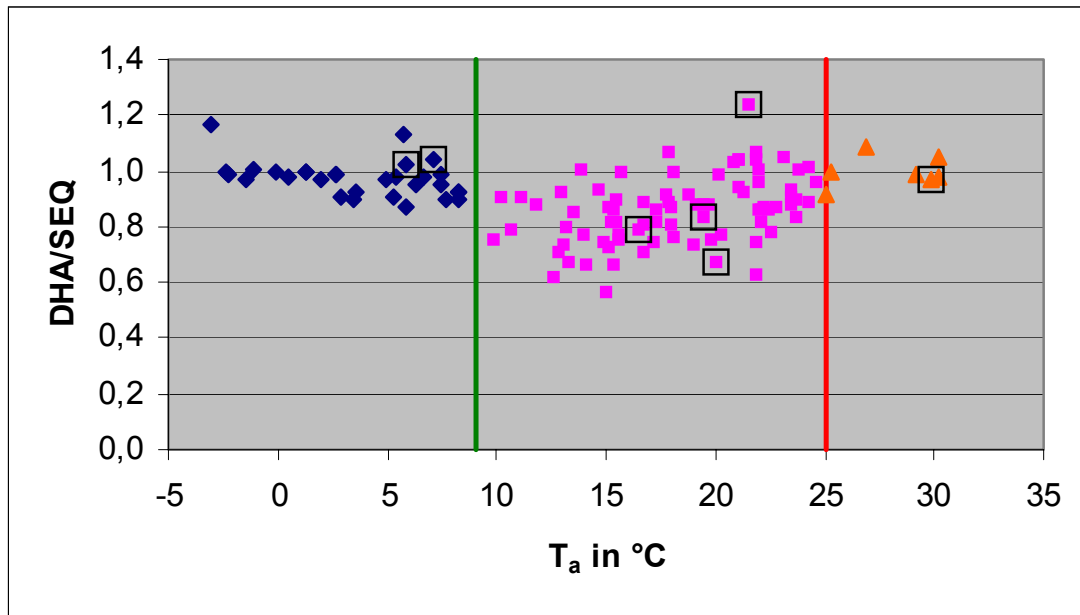


Abbildung 10.3.1: Verhältnis DHA/SEQ in Abhängigkeit der mittleren Tagestemperatur, (Die jeweils zuletzt beprobten Filter vor dem Filterwechsel sind mit Rechtecken markiert.)

Die Darstellung kann in drei Temperaturbereiche unterteilt werden:

- Im Temperaturbereich bis etwa 9 °C Tagesmitteltemperatur beträgt das Verhältnis DHA/SEQ ungefähr 1 mit leicht fallender Tendenz. Bei diesen niedrigen Temperaturen ist davon auszugehen, dass von den Filtern beider Geräte während der Probenahme nahezu keine flüchtigen Staubbestandteile verloren gehen.
- Im nachfolgenden Temperaturbereich bis etwa 25 °C weist das DHA-Gerät deutliche Minderbefunde auf, die möglicherweise darauf zurückgeführt werden können, dass von den DHA-Filtern durch eine zusätzliche Erwärmung während der Probenahme oder der nachfolgenden Lagerung flüchtige Bestandteile verloren gehen. Eine gerätebedingte Temperaturerhöhung bereits weniger Grad kann in diesem Bereich zu einer merklichen Verdampfung flüchtiger Partikel führen: Je nach Höhe dieser internen Zusatzerwärmung durch den Sammler und je nach Anteil flüchtiger Bestandteile im Aerosol können daher große Streuungen des Verhältnisses DHA/SEQ unterhalb 1 auftreten.
- Im dritten Temperaturbereich von mehr als 25 °C Tagesmitteltemperatur weist das DHA-Gerät keine merklichen Minderbefunde mehr auf. Bei derartigen Tagesmitteltemperaturen können Tageshöchstwerte von mehr als 32 °C auftreten. Es ist anzunehmen, dass in dieser sehr warmen Periode kaum noch flüchtige Aerosolanteile in der Außenluft vorhanden sind.

10.3.3 Verluste während der Beprobung

In Abbildung: 10.3.1 sind zusätzlich diejenigen Filter mit Rechtecken markiert, die während jeder Messperiode von 30 Tagen am jeweils letzten Tag beprobt wurden und im Anschluss an die Probenahme nach jeweils kurzer Lagerungsdauer den Geräten entnommen wurden. Alle anderen Filter hingegen konnten sowohl während der Probenahme als auch während der anschließenden Lagerung im Gerät flüchtige Staubbestandteile verloren haben.

Die markierten Filter zeigen die im vorherigen Abschnitt beschriebene Charakteristik: Kaum Minderbefunde im Bereich kleiner 9 °C und größer 25 °C, hohe Minderbefunde im Zwischenbereich mit starker Streuung. Dieses Verhalten ist ein Hinweis, dass Verluste bei der Probenahme in direktem Zusammenhang mit den beobachteten Minderbefunden stehen.

10.3.4 Quantifizierung des Einflusses der Filterlagerung

Mit Hilfe der bisherigen Betrachtungen kann der Einfluss der Lagerung beprobter Filter nicht von Verlusteffekten während der Beprobung unterschieden werden. Zur Charakterisierung dieses Anteils während der Filterlagerung im Gerät (einschließlich der Zeit der Probenahme) wurde folgendes lineare Modell für die effektive, integrale Temperaturlast einer individuellen Filterprobe angesetzt:

$$q_i = \frac{\sum_{n=i}^{k-1} T_n}{30 \text{ Tage} \cdot 20 \text{ °C}}$$

Hierin bedeutet $\sum T_n$ die Summe aller Tagesmitteltemperaturen T_n während der Lagerungsdauer jedes einzelnen Filters vom Beprobungstag i bis zum jeweils nächsten Filterwechseltag k . q_i ist die jeweilige standardisierte temperaturbezogene Lagerungszeit der einzelnen Filter im Gerät mit Werten zwischen etwa 0,01 und 1,4, normiert auf die maximale Lagerungszeit eines Filters von 30 Tagen und eine Bezugstemperatur von 20 °C (Temperaturen unter 0 °C werden in der Summe $\sum T_n$ nicht berücksichtigt). In Abbildung: 10.3.2 ist der sich daraus ergebende Verlauf von q zusammen mit dem Verhältnis DHA/SEQ angetragen, Abbildung: 10.3.3 zeigt die zugehörige Korrelation.

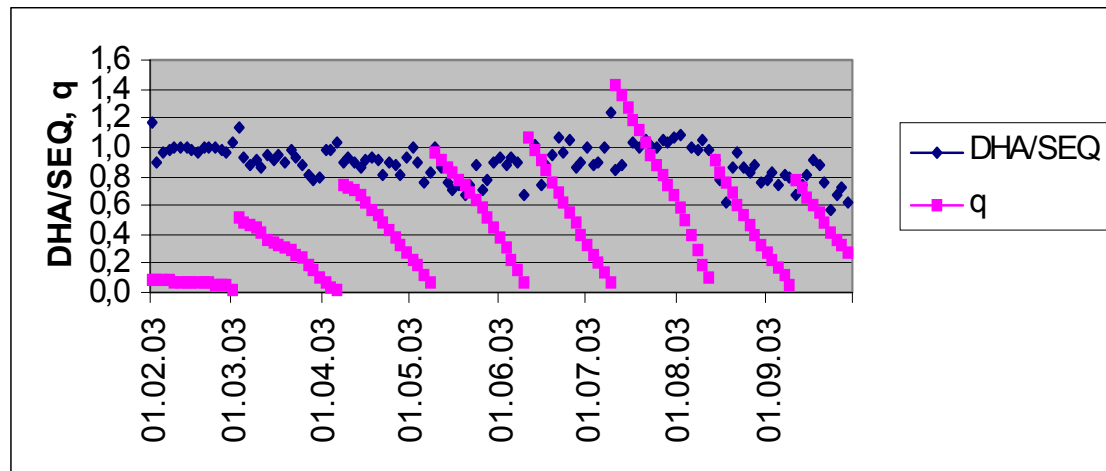


Abbildung 10.3.2: Verlauf des Verhältnisses DHA/SEQ und der effektiven Lagerungsdauer q

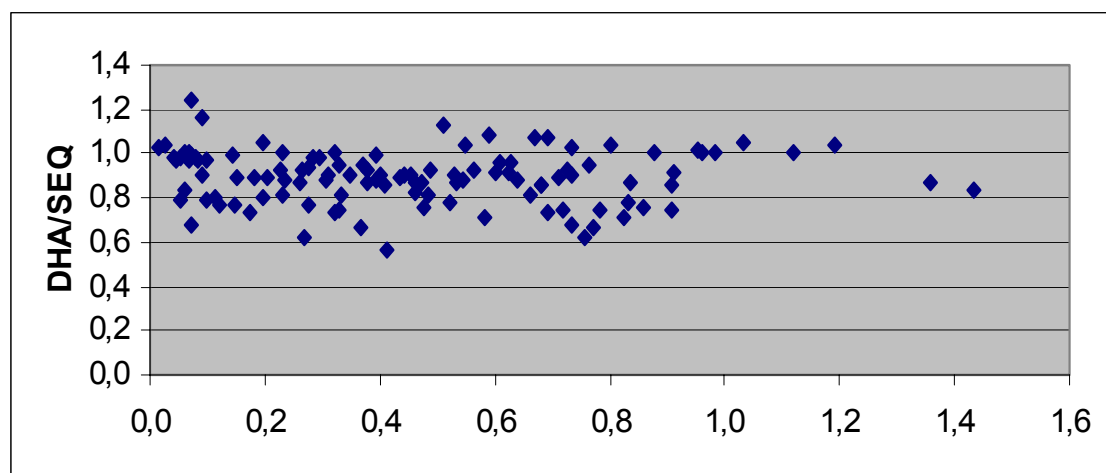


Abbildung 10.3.3: Korrelation des Verhältnisses DHA/SEQ mit der effektiven Lagerungsdauer q

Der Bereich bis $q = 0,5$ entspricht einer mittleren integralen Temperaturlast von maximal $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ pro Tag und umfasst die Messungen in den Monaten Februar und März sowie die etwa in der zweiten Hälfte bzw. im letzten Drittel der anderen jeweils 30-tägigen Perioden gemessenen Werte. Auffällig ist im Bereich unter $q = 0,1$ ein Cluster von Werten mit $\text{DHA/SEQ} \approx 1$, d.h. vernachlässigbaren Minderbefunden. Hierbei handelt es sich um Messergebnisse vom Februar bei sehr geringer integraler Temperaturlast ΣT_n . Bild 10.3.3 zeigt jedoch insgesamt keinen ausgeprägten Zusammenhang zwischen relativem Minderbefund und der effektiven Temperaturlast eines Filters. Daraus folgt, dass die beobachteten Minderbefunde im wesentlichen während der Beprobung aufgetreten sein dürften.

10.3.5 Interne Erwärmung der Sammler

Zur weitergehenden Klärung der beobachteten Effekte wurde zusätzlich zur Umgebungstemperatur T_a die Temperatur im Gasstrom zwischen Filter und Pumpe betrachtet, die ein Maß ist für die effektiven Temperaturbedingungen im Bereich der gesammelten Partikelmasse. Diese Temperatur wird über entsprechende Sensoren sowohl bei DHA als auch SEQ als Tagesmittelwerte T_F aufgezeichnet. Abbildung: 10.3.4 zeigt den Verlauf der Temperaturdifferenzen $\Delta T = T_F - T_a$ für SEQ und DHA, sowie die Differenz der Verläufe DHA–SEQ.

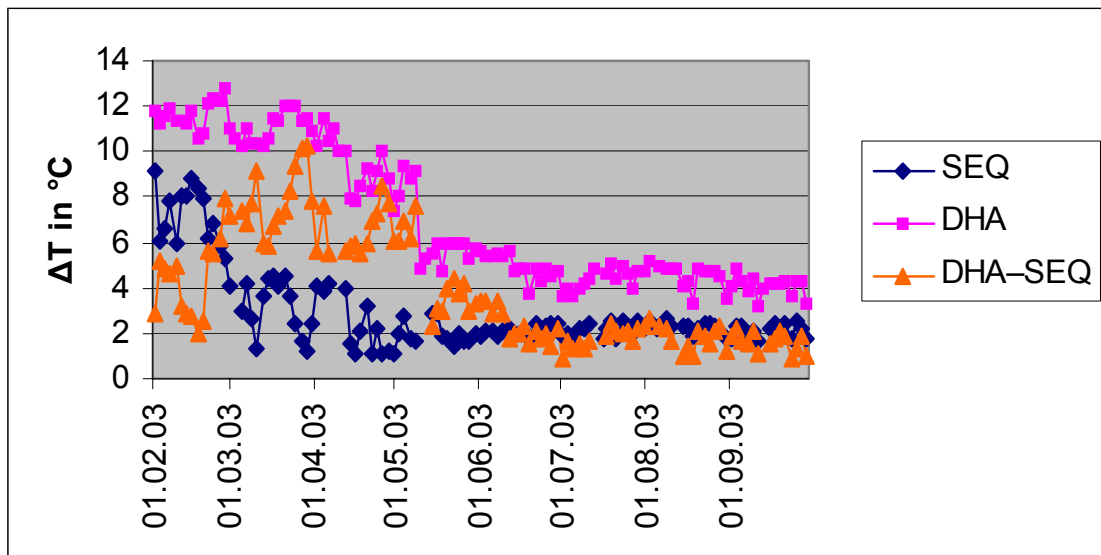


Abbildung 10.3.4: Temperaturdifferenz $\Delta T = T_F - T_a$ für SEQ und DHA

Man erkennt, dass die Temperaturerhöhung bei beiden Geräten in der kalten Periode deutlich höher ist (bis zu 12 °C bei DHA bzw. 9 °C bei SEQ), bei steigenden Temperaturen abnimmt und ab Juni in einen nahezu konstanten Verlauf (etwa 5 °C bei DHA bzw. 2 °C bei SEQ) übergeht. Allgemein zeigt der DHA dabei eine höhere interne Erwärmung mit zwei dominierenden Temperaturgruppen (siehe Abbildung: 10.3.5): Die DHA-Zusatzerwärmung im Bereich 10 – 12 °C ist nahezu unabhängig vom Verhalten des SEQ, während das Cluster bei 4 – 6 °C mit einer SEQ-Erwärmung im Bereich von 2 – 3 °C korrespondiert.

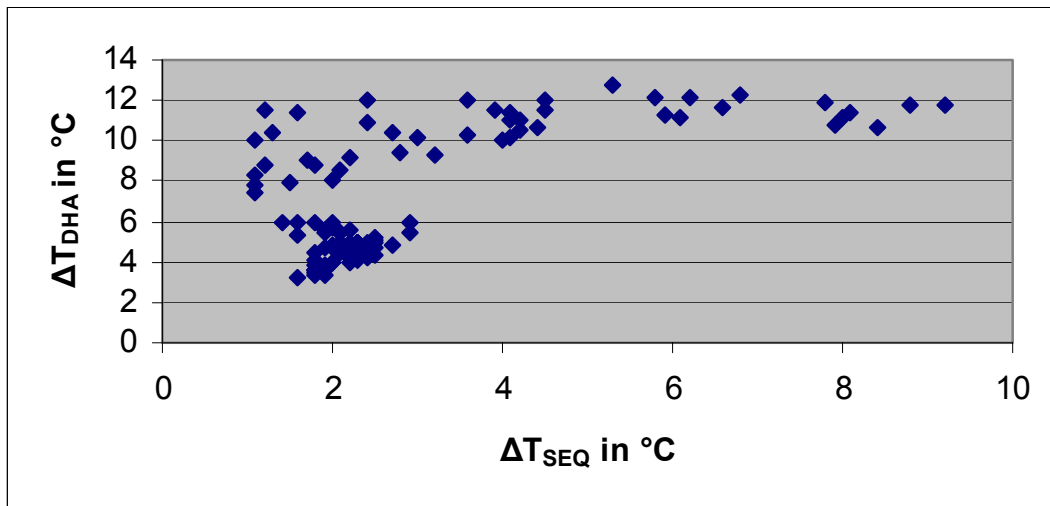


Abbildung 10.3.5: Korrelation der Temperaturerhöhung $\Delta T = T_F - T_a$ zwischen DHA und SEQ

Trägt man das Verhältnis DHA/SEQ nicht über der Außentemperatur, sondern über die jeweilige interne Temperatur auf, ergeben sich die Verläufe gemäß Abbildung: 10.3.6. Man erkennt in Übereinstimmung mit der grundlegenden Charakteristik in Bild 10.3.1, dass die Minderbefunde beim DHA ab 15 °C beginnen und sich bis etwa 32 °C erstrecken – ab dieser Temperatur dürften sämtliche flüchtigen Anteile im Aerosol verdampft sein.

Typische Ursachen für die beobachtete interne Erwärmung der Sammler sind:

- Prallplattenheizung (nur bei DHA)
- interne thermische Quellen (Pumpe bzw. Turbine, elektronische Baugruppen)
- externe Sonneneinstrahlung.

Vermutet wird, dass vor allem die Prallplattenheizung für die hohe Temperaturdifferenz beim DHA verantwortlich ist: Beim Filterwechsel am 9. Mai 2003 wurde die Heizung vollständig abgeschaltet – an dieser Stelle tritt ein merklicher Sprung im Temperaturverlauf auf, der gerade mit dem Start des konstanten, Umgebungstemperatur-unabhängigen Bereichs korrespondiert.

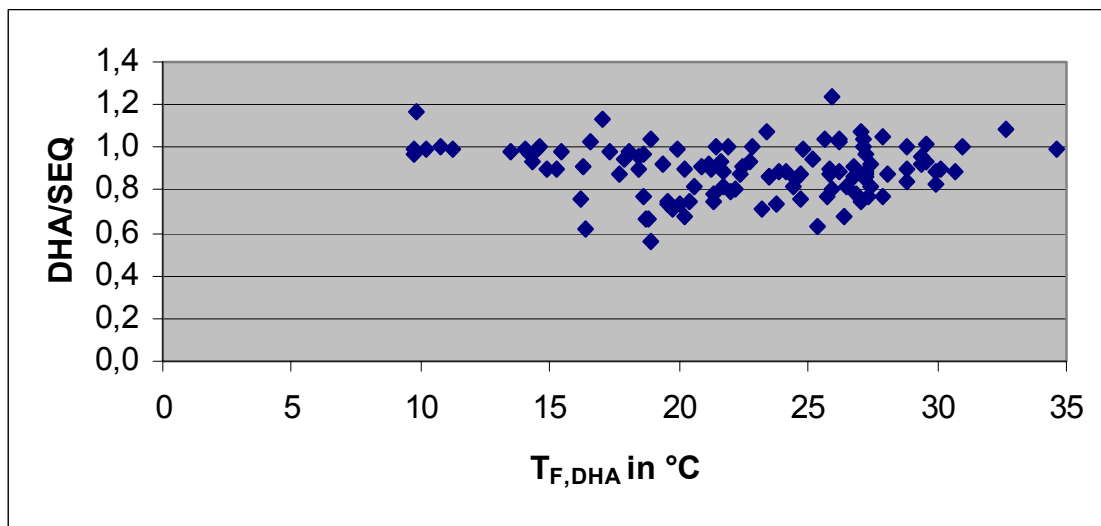
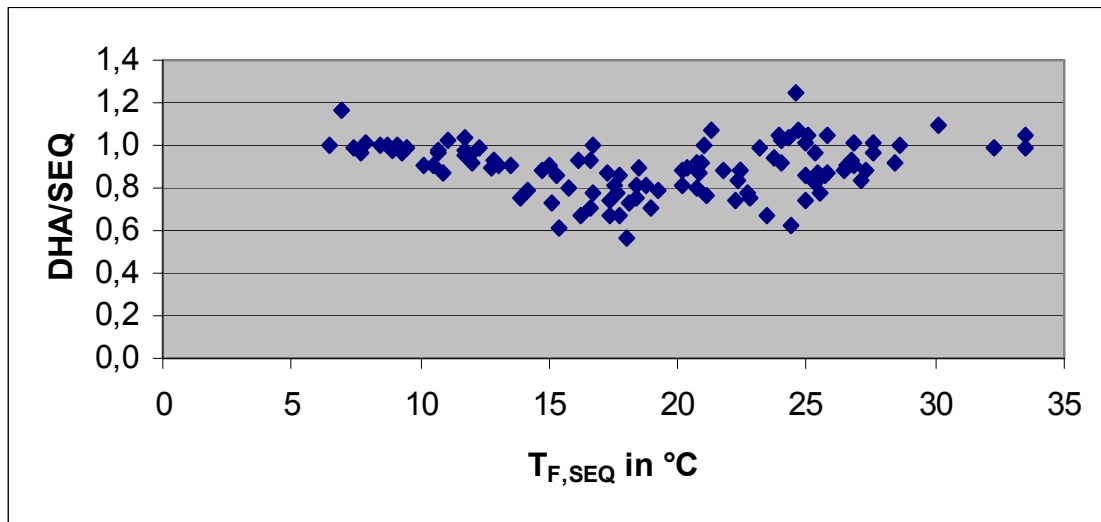


Abbildung 10.3.6: Verhältnis DHA/SEQ in Abhängigkeit der internen Temperatur $T_{F,SEQ}$ bzw. $T_{F,DHA}$

10.3.6 Zusammenhang der internen Erwärmung mit Minderbefunden

Unabhängig von den Gründen für das unterschiedliche Verhalten beider Geräte bezüglich dieser unerwünschten Erwärmung des Gasstroms durch den Sammler kann der beobachtete Minderbefund von DHA gegenüber SEQ dadurch allein jedoch nicht erklärt werden: Abbildung: 10.3.7 zeigt, dass deutliche Minderbefunde sowohl im Bereich sehr kleiner als auch sehr großer Erwärmungsunterschiede auftreten können:

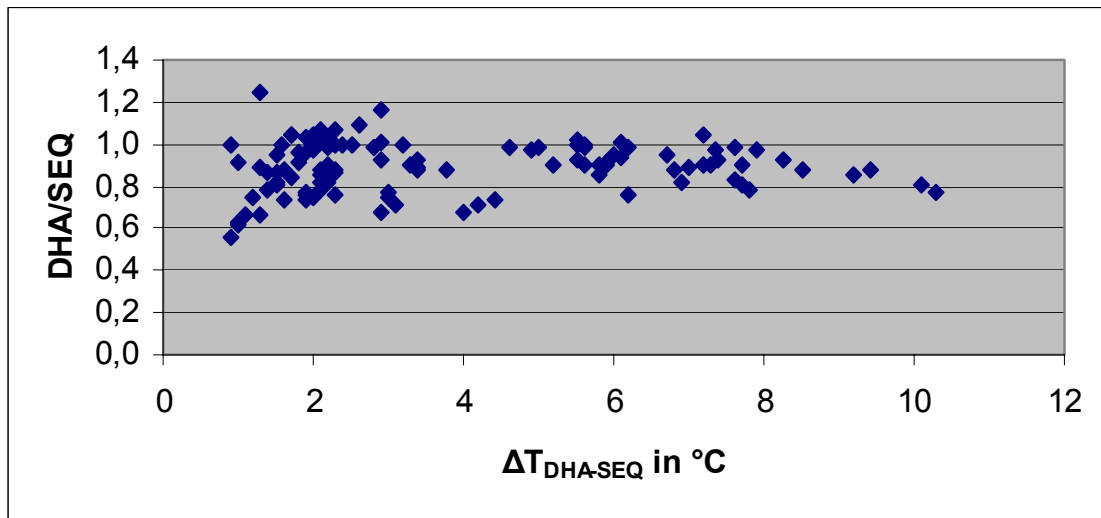


Abbildung 10.3.7: Verhältnis DHA/SEQ in Abhängigkeit der Differenz der internen Erwärmung der beiden Sammler

Entscheidend ist vielmehr das Zusammenspiel der unterschiedlichen internen zusätzlichen Erwärmung mit der aktuell herrschenden Außentemperatur: Trägt man die Temperaturerhöhung über der Umgebungstemperatur auf (Abbildung: 10.3.8), erkennt man die deutlich unterschiedliche Erwärmungscharakteristik der beiden Sammler:

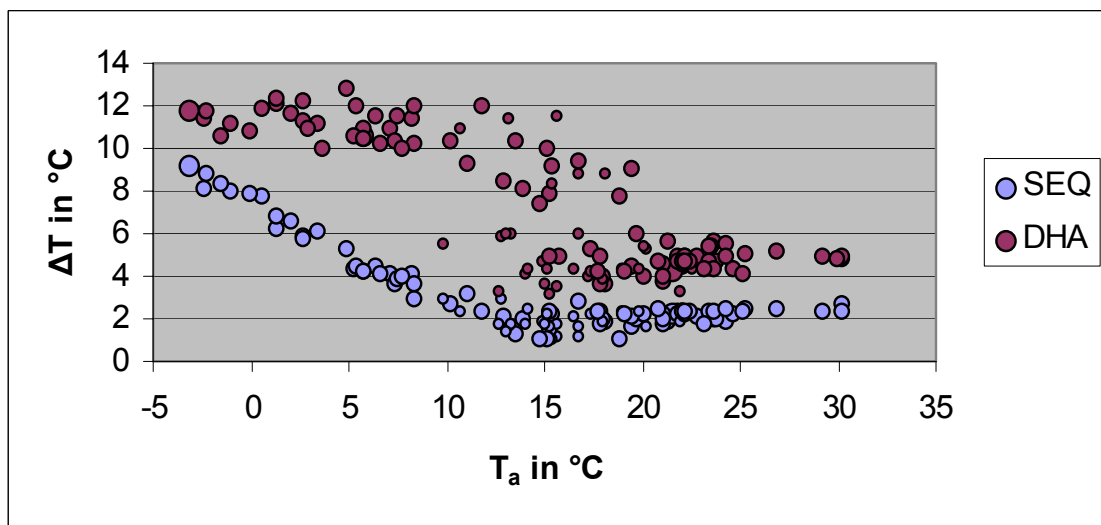


Abbildung 10.3.8: Korrelation der Temperaturerhöhung $\Delta T = T_F - T_a$ mit der Umgebungstemperatur bei DHA und SEQ. Der Durchmesser der Punkte repräsentiert dabei das Konzentrationsverhältnis DHA/SEQ.

Der SEQ zeigt eine für steigende Umgebungstemperatur linear mit etwa $0,5 \text{ K/}^\circ\text{C}$ fallende Charakteristik und geht dann in einen von der Umgebungstemperatur unabhängigen Bereich mit etwa $2,5 \text{ }^\circ\text{C}$ über. Der DHA hingegen weist bis $10 \text{ }^\circ\text{C}$ und ab $20 \text{ }^\circ\text{C}$ Umgebungstemperatur jeweils weitgehend konstante Zusatzerwärmungen von $10 - 12 \text{ }^\circ\text{C}$ bzw. $5 \text{ }^\circ\text{C}$ auf, mit einem stark streuenden Zwischenbereich. Der Durchmesser der angetragenen Temperaturerhöhung repräsentiert dabei zusätzlich das Konzentrati-

onsverhältnis DHA/SEQ, das für große Punkte nahe 1 liegt und bei kleinen Punkten Minderbefunde des DHA gegenüber SEQ ausweist: Interessanterweise treten die größten Minderbefunde – erkennbar an sehr kleinen Datenpunkten – gerade in diesem Übergangsbereich auf, was insbesondere auch in der Differenz der beiden Verläufe in Abbildung 10.3.9 zu erkennen ist:

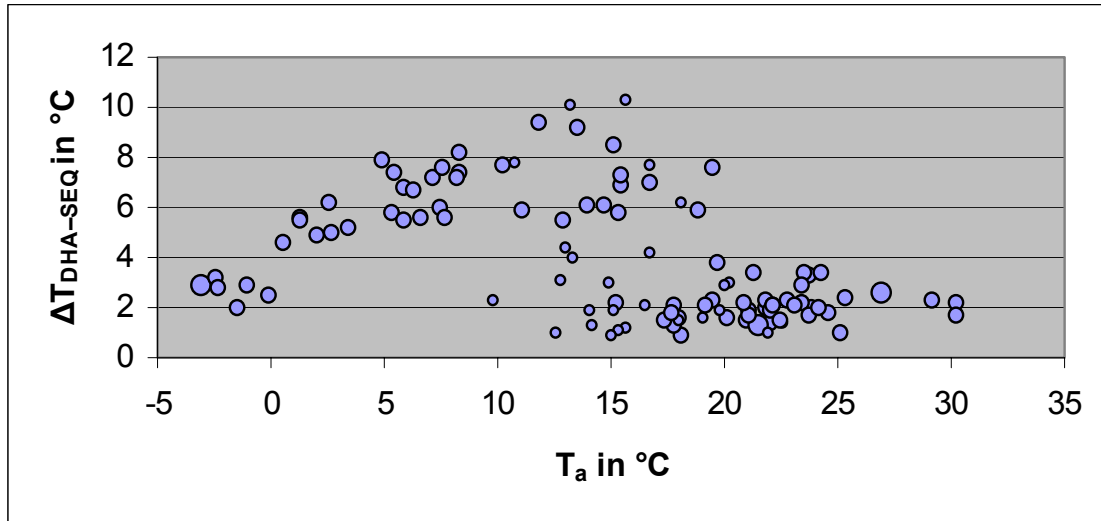


Abbildung 10.3.9: Differenz der Temperaturerhöhung bei DHA und SEQ in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur. Der Durchmesser der Punkte repräsentiert dabei das Konzentrationsverhältnis DHA/SEQ.

Offensichtlich erreicht die höhere Zusatzerwärmung des DHA in diesem kritischen Übergangsbereich von 10 °C bis 20 °C bereits die Verdampfungsschwelle von Ammoniumnitrat, während dies beim SEQ erst bei höherer Umgebungstemperatur ab etwa 20 °C der Fall ist, ab der die Verluste flüchtiger Anteile (bzw. deren Abwesenheit im Aerosol bei noch höheren Temperaturen) somit beide Geräte in gleicher Weise betreffen und in dieser Vergleichsbetrachtung nicht mehr erkennbar sind.

10.3.7 Fazit

Die Auswertungen geben einen Hinweis darauf, dass das DHA-Gerät durch ausgeprägtere Temperaturerhöhung im Gerätegehäuse oder im Bereich der Prallplattenheizung flüchtige Partikel während der Probenahme und der Lagerung der Filter in stärkerem Maße verlieren kann als das SEQ-Gerät. Als Ursache wird die unterschiedliche Erwärmungscharakteristik der beiden Sammler gemäß Bild 10.3.9 vermutet. Möglicherweise tritt dieser Effekt bei den verschiedenen Bauausführungen und Betriebsarten des DHA-Geräts nicht im gleichem Umfang auf:

- Bei dem DHA-Gerät, dessen Werte den in diesem Abschnitt beschriebenen Auswertungen zugrunde liegen, könnte durch den grünen Außenanstrich eine zusätzliche Erwärmung des Innenraums durch Sonneneinstrahlung stattgefunden haben, der bei Geräten mit weißem Anstrich weniger ausgeprägt sein dürfte.

- Je nach Isolierung des Pumpenraums zu dem Bereich, in dem die Filter bestaubt und gelagert werden, kann die zusätzliche Erwärmung der Filter durch die Abwärme des Ansaugaggregats unterschiedlich stark auftreten.
- Entscheidend dürfte gemäß den in Abschnitt 10.3.5 dargestellten Verläufen auch die korrekte Einstellung der Prallplattenheizung sein, was aber in der derzeitigen geräte-technischen Realisierung als empirische Einstellvorgabe vor allem bei längerfristiger, autonomer Beprobung – wie in diesem Fall – nur sehr schwierig erreichbar ist.

Unabhängig von einer hier möglicherweise nicht-optimalen Einstellung der DHA-Prallplattenheizung zeigen die Ergebnisse jedoch deutlich, wie kritisch die korrekte Einstellung dieser Prallplattenheizung nicht primär im Winter, sondern vor allem in der Frühjahrs- bzw. Herbst-Übergangszeit ist: Da der Betreiber auf die hierbei auftretenden Temperaturschwankungen naturgemäß nicht unmittelbar reagieren kann, sollte die Prallplattenheizung nicht mit fester Vorgabe arbeiten, sondern in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur und Feuchte durch das Gerät so geregelt werden, dass bei minimaler Heizleistung eine Vereisung der Prallplatte gerade vermieden wird.

10.4 Sachsen (Michael Lohberger)

Die Vergleichsmessungen in Wiesbaden fanden im Zeitraum Februar bis September 2003 statt.

Der Teilnehmer 12 brachte einen klimatisierter Messanhänger der Firma Horiba mit eingebautem DIGITEL DHA80 HVS in 19“-Ausführung (Baujahr 1995) zum Einsatz. Die Technik wird in dieser Form im gesamten Messnetz des Teilnehmers 12 eingesetzt.

Bereits während der Messungen wurden erhebliche Differenzen zu den Messungen der anderen Teilnehmer festgestellt. Um Fehlmessungen auszuschließen bzw. die Differenzen zu begründen wurden diverse Tests durchgeführt, die jedoch alle keinen Anhaltspunkt für Fehlmessungen liefern konnten.

Folgende Messungen wurden parallel zu den Vergleichsmessungen in Wiesbaden durchgeführt:

- Vergleichende Durchflussüberprüfungen an verschiedenen DIGITEL sowie Vergleich der Prüfmittel für Durchfluss in Zusammenarbeit mit dem Teilnehmer 5 und dem Teilnehmer 9
- Technische Überprüfung der eingesetzten Technik durch die Firma Riemer Messtechnik
- Vergleichsmessung mittels zusätzlichem, baugleichem DIGITEL 19“- Zweitgerät
- Überprüfung der gravimetrischen Staubmassebestimmung des vom Teilnehmer 12 beauftragten Labors in Zusammenarbeit mit dem Teilnehmer 9
- Kompletter 14-tägiger Betrieb des DIGITEL - Zweitgerätes durch den Teilnehmer 9

- Überprüfung des eingesetzten Quarzfaserfiltermaterials hinsichtlich etwaiger Mas-
severluste durch Verlust von Filtermaterial

Die Messungen konnten alle keine Differenzen beim Betrieb des Erstgerätes aufzeigen, vielmehr wurden die Messwerte durch die Parallelmessung mit dem zweiten baugleichen DIGITEL bestätigt.

Unbenommen davon genügen die Messungen mit einer Steigung von $m = 0,85 \text{ m}^3/\mu\text{g}$ bei einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,97$ nicht den in Anlehnung an DIN EN 12341 festgelegten Akzeptanzbereich von $\pm 10 \%$.

Da die angestellten vergleichenden und überprüfenden Messungen die Differenzen nicht erklären konnten, wird nun davon ausgegangen, dass die Messungen korrekt, die Art der Probenahme zu den anderen Teilnehmern aber nicht vergleichbar ist.

Im Unterschied zu den anderen Teilnehmern, die (bis auf den Teilnehmer 9) alle DIGITEL in der Bauform Feldgehäuse einsetzten, wurde durch den Teilnehmer 12 ein DIGITEL in 19“-Bauform eingesetzt. Dieser verfügt zudem nicht über eine Abschirmung der Turbine im Lagerraum der Filter. Bei diesem Gerät liegt die Temperatur an den Filtern in einem auf 20 °C klimatisiertem Umfeld bei ca. 30 °C.

Um diese Annahme zu überprüfen wurde im November 2003 an einer Station beim Teilnehmer 12 parallel zu dem dort eingesetzten DIGITEL in 19“- Bauform ein zweites DIGITEL Feldgehäuse aufgebaut.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Messung für den Zeitraum Ende November bis Ende April zusammengestellt und den Messungen in Wiesbaden gegenübergestellt.

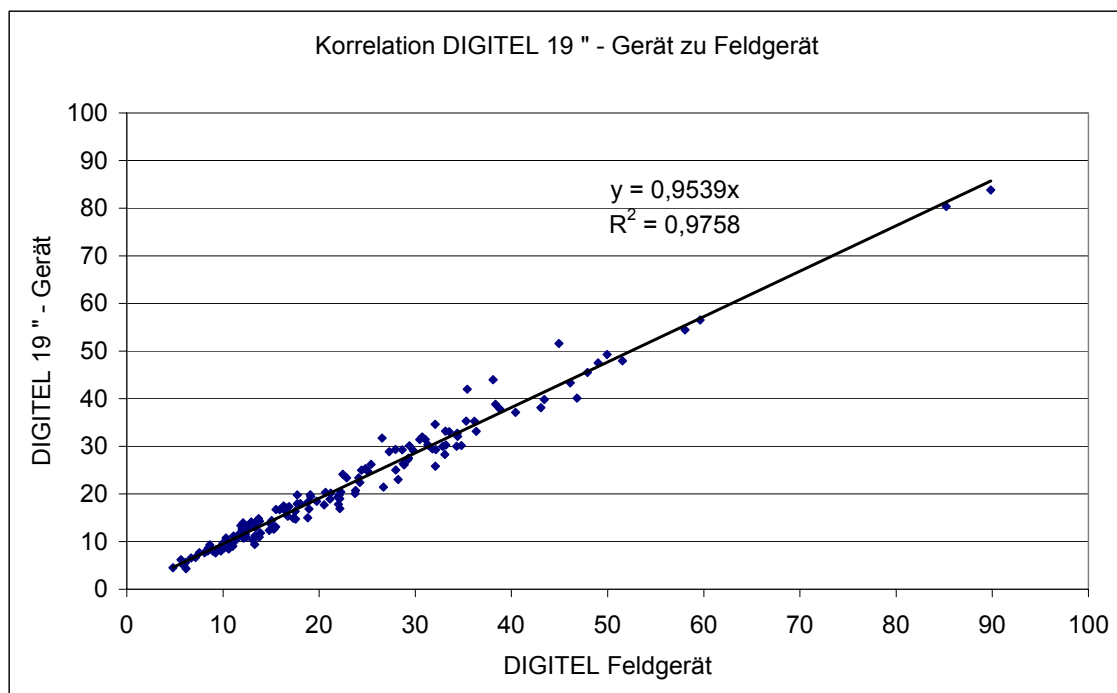


Abbildung 10.4.1: Vergleich Messung mit unterschiedlichen DIGITEL - Geräten
(am Standort des Teilnehmers 12)

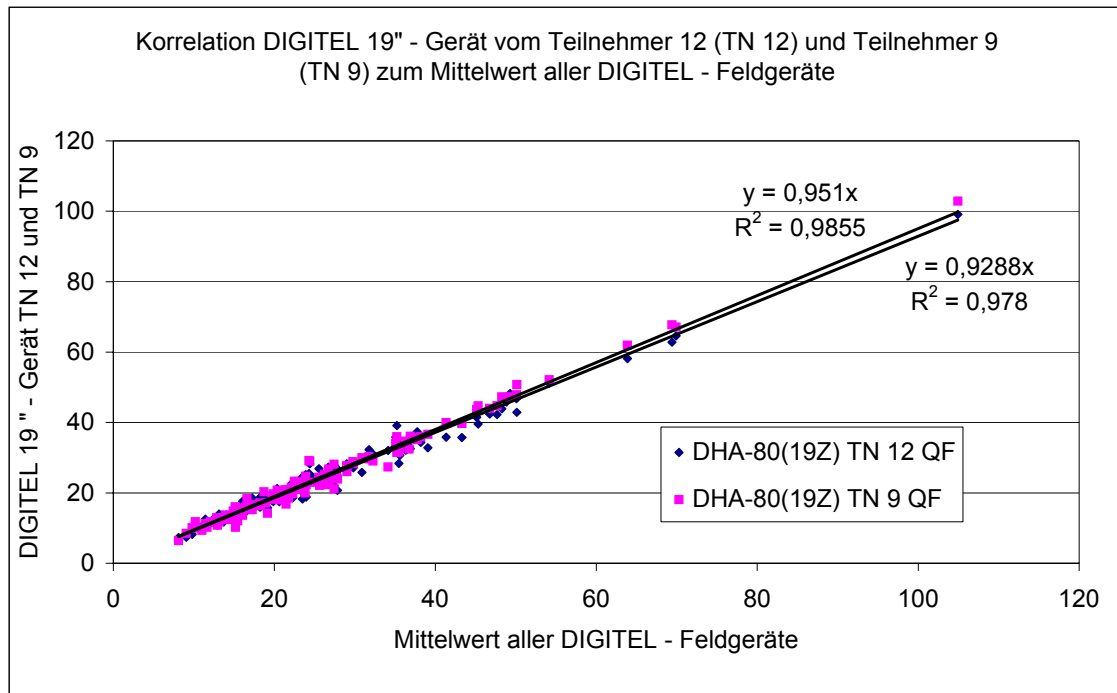


Abbildung 10.4.2: Vergleich Messungen mit unterschiedlichen DIGITEL - Geräten (in Wiesbaden)

Die Messungen beim Teilnehmer 12 zeigen mit einer Steigung von 0,95 einen vergleichbaren Minderbefund wie bei den Messungen in Wiesbaden mit 0,93 bei vergleichbarer Korrelation von $R^2 = 0,98$.

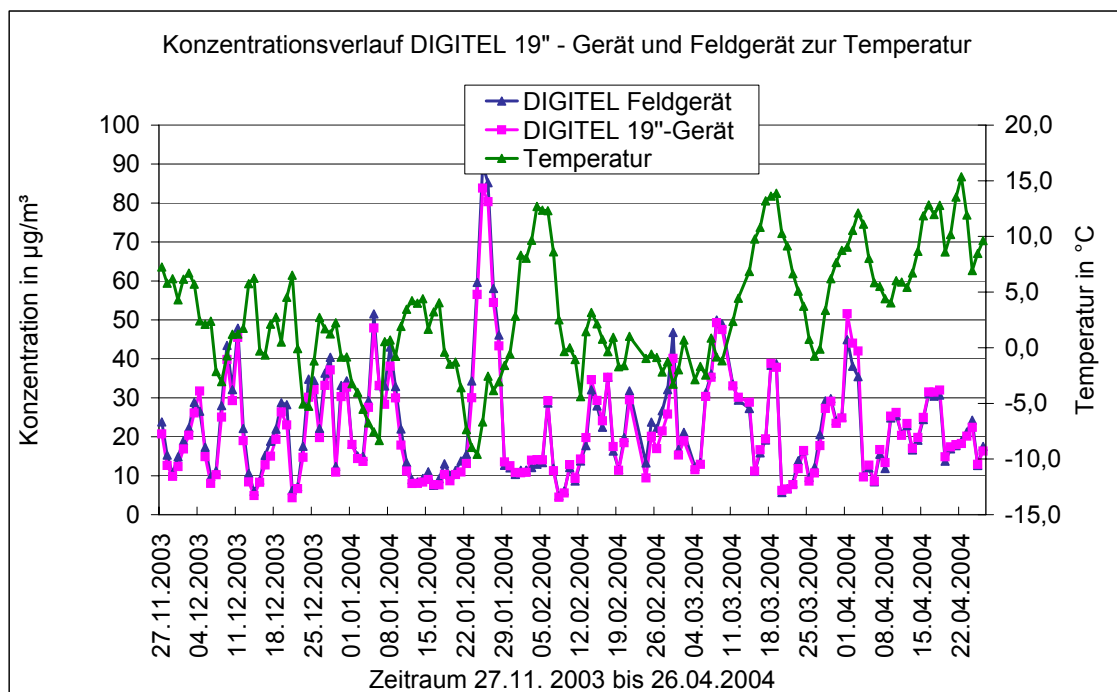


Abbildung 10.4.3: Vergleich Konzentration PM10 gemessen an verschiedenen DIGITEL – Gerätetypen zur Außentemperatur (am Standort des Teilnehmers 12)

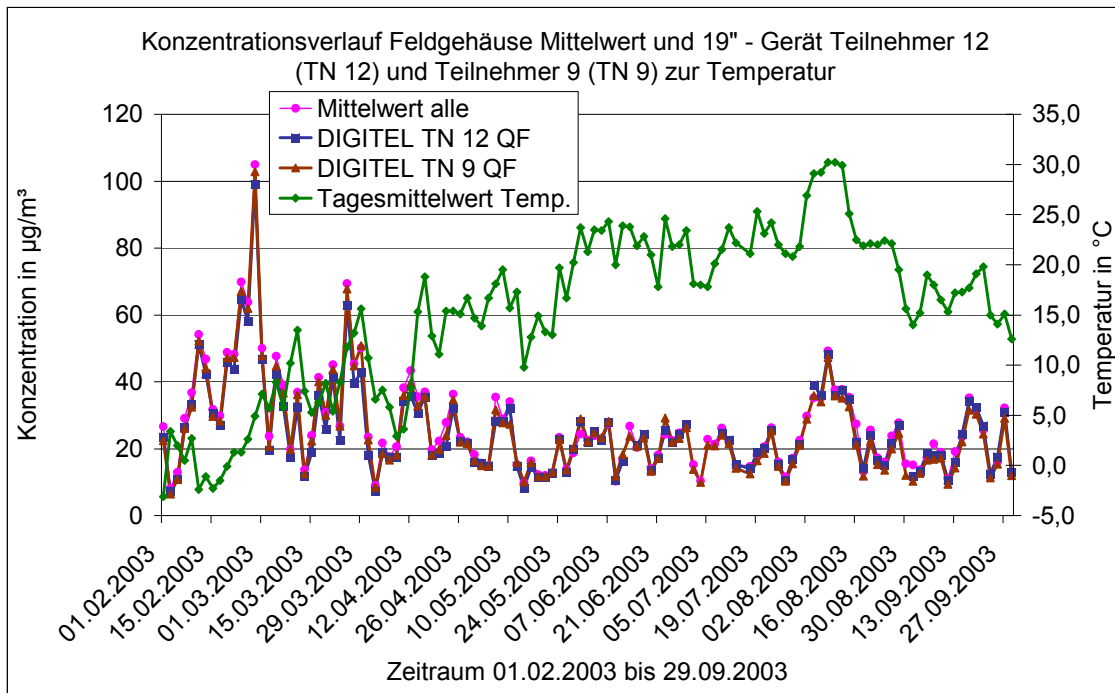


Abbildung 10.4.4: Vergleich Konzentration PM10 gemessen an verschiedenen DIGITEL – Gerätetypen zur Außentemperatur (in Wiesbaden)

Ähnlich wie bei den Messungen in Wiesbaden zeigen auch die zusätzlichen Messungen beim Teilnehmer 12 eine zeitliche Drift. Sind die Differenzen zu Beginn der Messungen noch erheblich, reduzieren sich diese mit fortschreitender Zeit. Dargestellt sind zur Veranschaulichung auch die an den Stationen gemessenen Außentemperaturen.

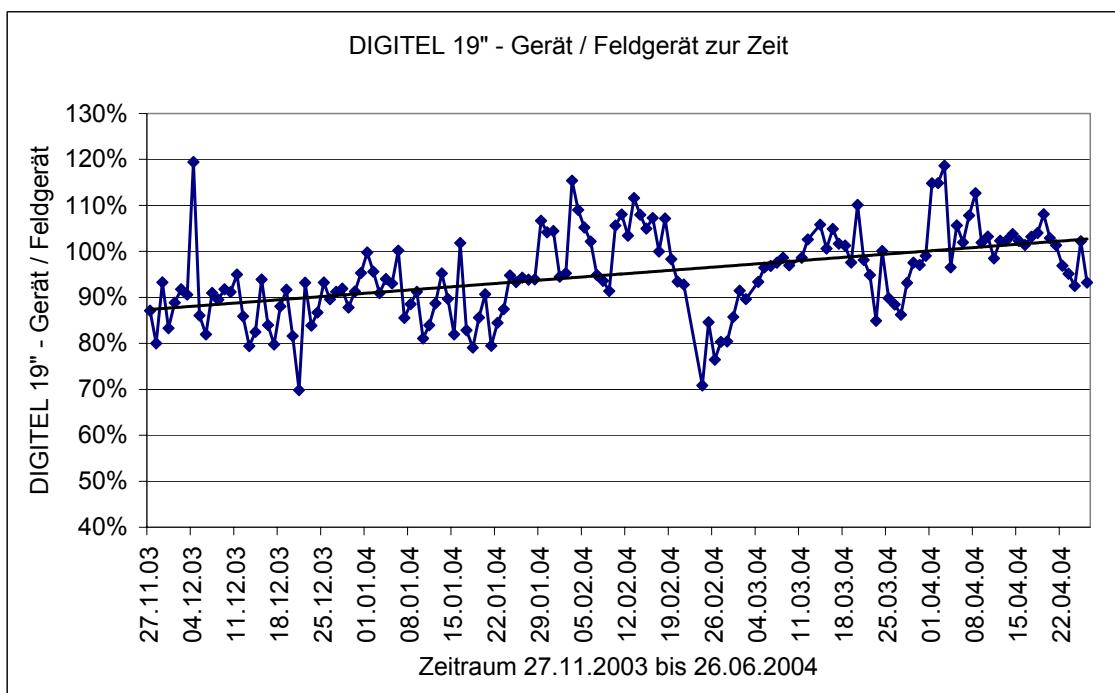


Abbildung 10.4.5: Abweichung DIGITEL 19'' – Gerät zum Feldgerät aufgetragen über der Zeit (am Standort des Teilnehmers 12)

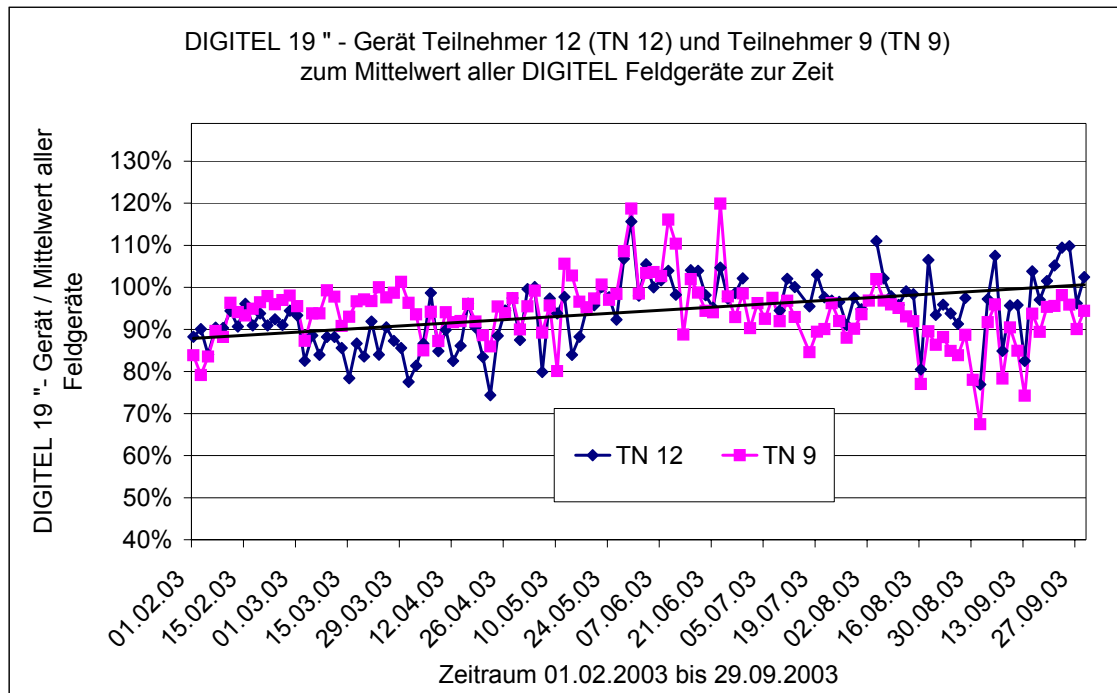


Abbildung 10.4.6: Abweichung DIGITEL 19“ – Gerät zu den Feldgeräten aufgetragen über der Zeit (in Wiesbaden)

Zur Veranschaulichung des Minderbefundes wurde ein Faktor DIGITEL 19“ – Gerät / DIGITEL Feldgerät gebildet und über der Zeit aufgetragen. In beiden Stationen sind sehr große Schwankungen festzustellen, beiden Darstellungen gemein ist aber ausgehend von deutlichen Minderbefunden im Dezember '03 in der Station des Teilnehmers 12 bzw. Februar/März '03 in Wiesbaden hin zu äquivalenten Werten von 1,0 und sogar deutlich darüber mit dem Auftreten erster sommerlicher Verhältnisse im Februar und April '04 in der Station des Teilnehmers 12 bzw. ab Mai '03 in Wiesbaden.

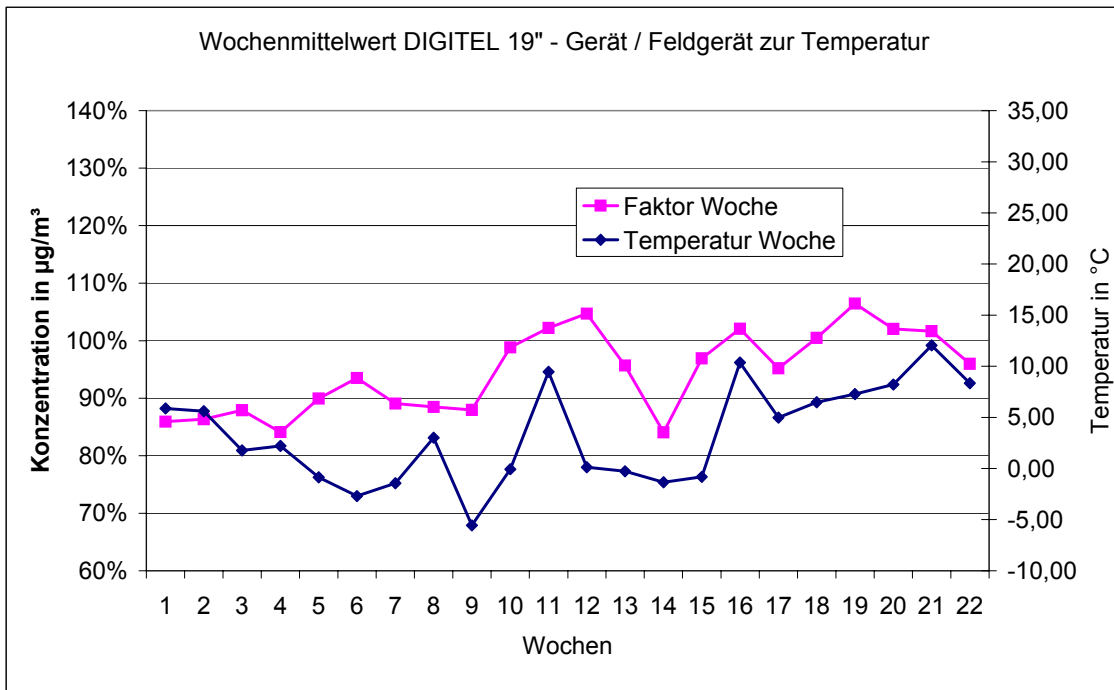


Abbildung 10.4.7: Abweichung DIGITEL 19“ – Gerät zum Feldgerät aufgetragen zur Temperatur als Wochenmittelwert (am Standort des Teilnehmers 12)

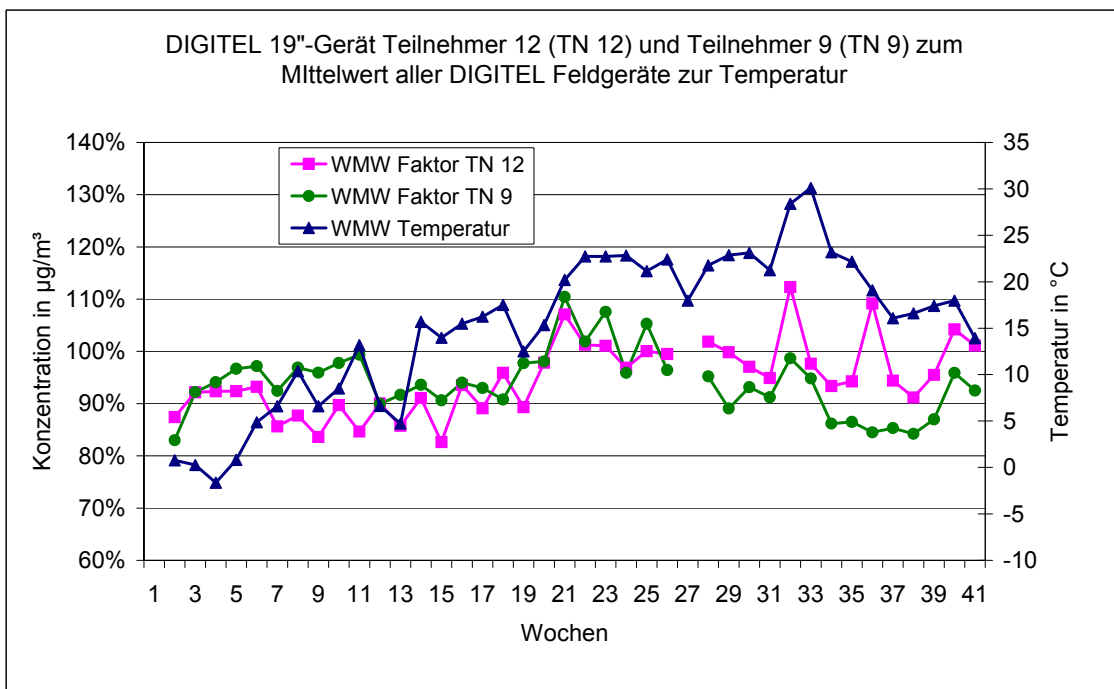


Abbildung 10.4.8: Abweichung DIGITEL 19“ – Gerät zu den Feldgeräten aufgetragen zur Temperatur als Wochenmittelwert (in Wiesbaden)

Bei Außentemperaturen (Wochenmittelwert) im Bereich von 10 - 15°C sind die Probe-nahmebedingungen in den beiden Geräten gleich, bei weiter steigenden Temperaturen sind auch Minderbefunde bei den Feldgehäusen möglich.

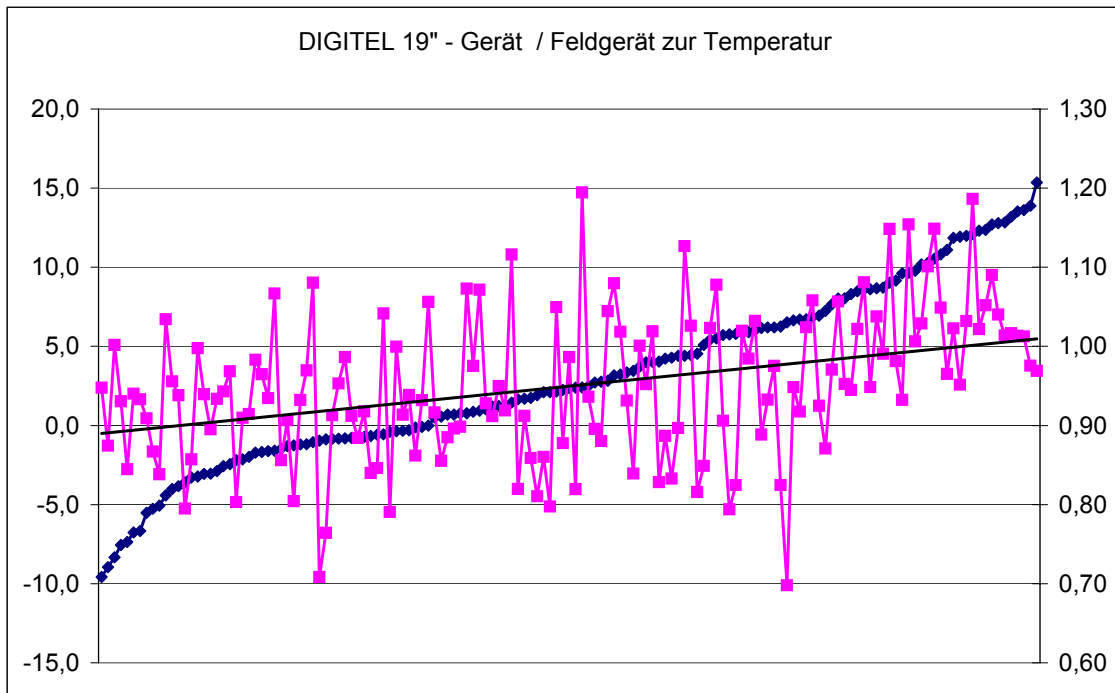


Abbildung 10.4.9: Abweichung DIGITEL 19'' – Gerät zum Feldgerät aufgetragen zur Temperatur (am Standort des Teilnehmers 12)

Auswertung zu Verlusten durch Lagerung der Filterhalter im DIGITEL - Gehäuse

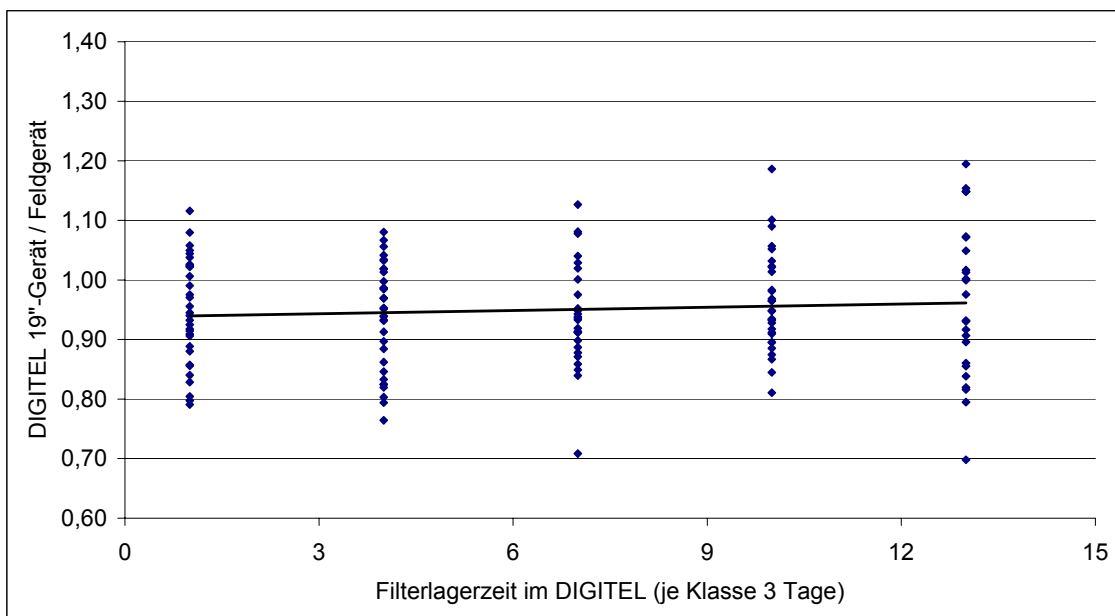


Abbildung 10.4.10: Beeinflussung durch unterschiedliche Lagerzeiten der Filter im DIGITEL (am Standort des Teilnehmers 12)

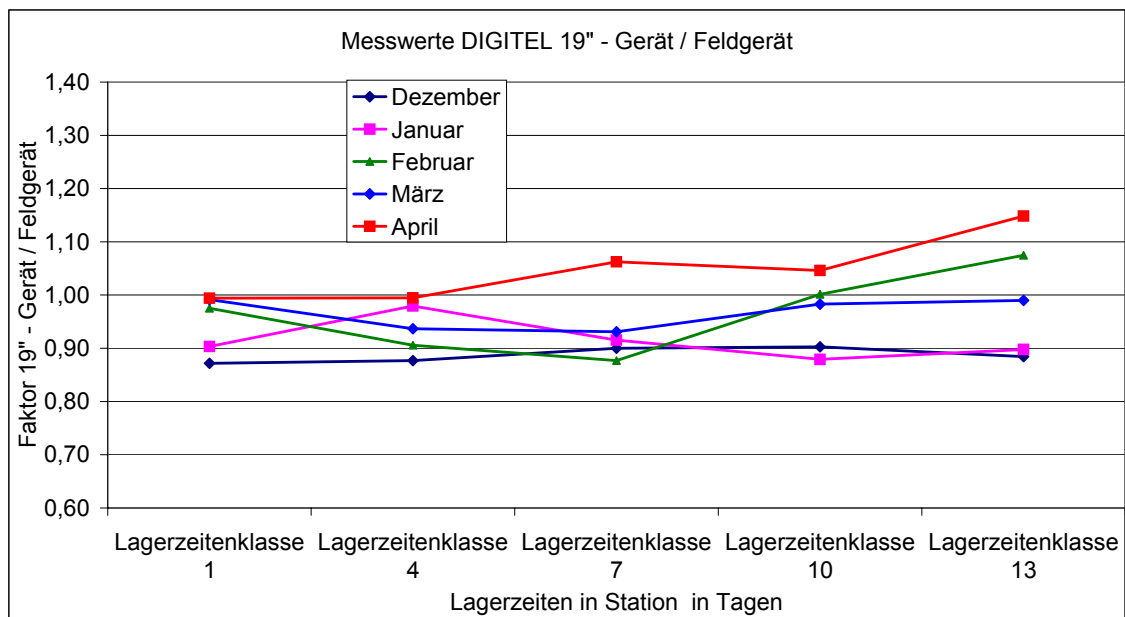


Abbildung 10.4.11: Abhängigkeit der Messungen zu Jahreszeit und Lagerzeiten der Filter (am Standort des Teilnehmers 12)

Da die beiden DIGITEL parallel betrieben wurden und die Filterwechsel immer zeitgleich erfolgten, kann eine Auswertung über die Lagerzeiten erfolgen.

Auffällig ist der Minderbefund des 19“-Gerätes gegenüber dem Feldgehäuse im Dezember und Januar.

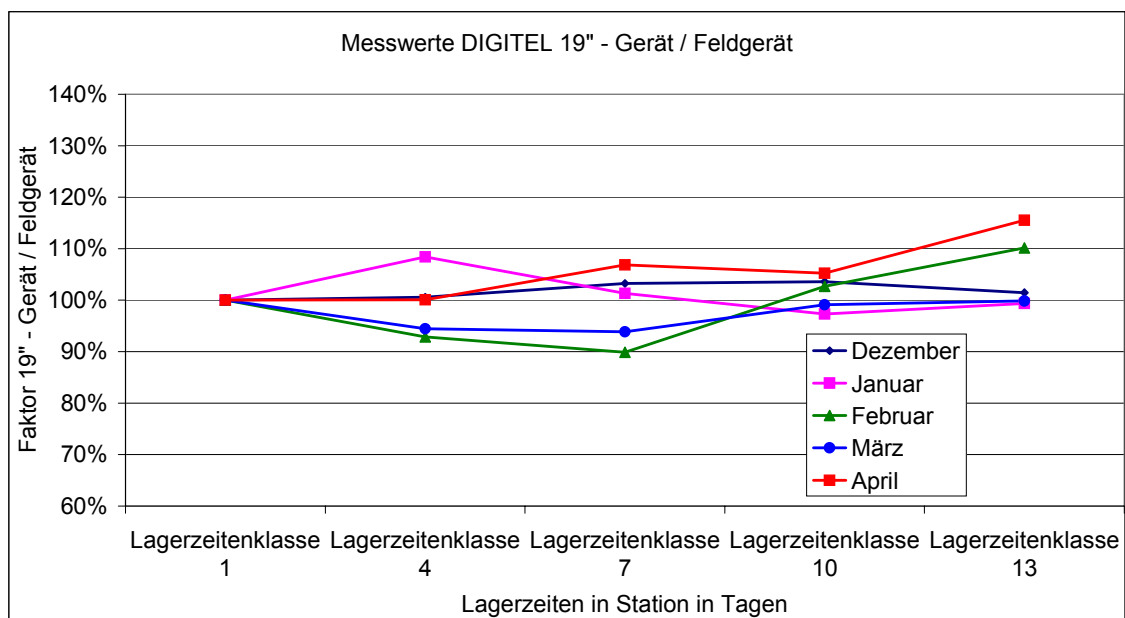


Abbildung 10.4.12: Abhängigkeit der Messungen zu Jahreszeit und Lagerzeiten der Filter (nominiert; am Standort des Teilnehmers 12)

Im Februar und April gab es einige bereits warme und sehr sonnige Tage. Hier kommt es offensichtlich zu Verlusten während der Lagerung im Feldgerät.

Zur fortführenden Klärung der Differenzen wird der Teilnehmer 12 am Messcontainer des Hausstandortes weitere Messungen durchführen. Diese werden mit DIGITEL 19“-Gerät und DIGITEL – Feldgerät sowie Kleinfiltergerät jeweils in Doppelbestimmung durchgeführt.

10.5 Baden-Württemberg (Ralf Lumpp)

Auswertungen zu möglichen Verlusten beim Digitel DHA-80 in Abhängigkeit von der mittleren Tagestemperatur

10.5.1 Einleitung

Im Rahmen des STIMES – Ringversuches wurden gleichzeitig ein DHA-Gerät (TN11) und ein SEQ-Gerät (TN13) unter gleichen Bedingungen mit identischem Filtermaterial betrieben.

Die Auswertung der Verhältnisse der PM10 Konzentrationen DHA (TN11) / PM10 Konzentrationen SEQ (TN13) in Abhängigkeit von der mittleren Tagestemperatur führte zu folgenden Thesen:

- In einem Temperaturbereich zwischen etwa 0 °C bis etwa 6 °C liefern beide Verfahren gleichwertige Ergebnisse.
- In einem zweiten Temperaturfenster zwischen etwa 6 °C und 20 °C zeigt das Digitel-Gerät "deutliche Minderbefunde" aufgrund von Verlusten flüchtiger Partikelbestandteile während der Probenahme und/oder während der anschließenden "Lagerung" der Filter im Gerät.
- Bei höheren Temperaturen im Bereich von etwa 20 °C bis 25 °C liefern beide Geräte wieder vergleichbare Werte, weil in diesem Temperaturbereich das Außenluftaerosol kaum noch flüchtige Partikelbestandteile enthält.

10.5.2 Ziel

Zur Überprüfung obiger Thesen sollten weiterführende Auswertungen zur Temperaturabhängigkeit der PM10-Messungen durchgeführt werden. Grundlage sind die folgenden Annahmen:

- Falls die Minderbefunde der PM10 – Konzentration des DHA (TN11) gegenüber der des SEQ (TN13) im Temperaturbereich 5 °C bis 20 ° durch flüchtige Partikelbestandteile verursacht werden, muss dies auch für die Digitelgeräte der anderen Teilnehmer gelten.
- Falls bei Temperaturen > 20°C kaum noch flüchtige Partikelbestandteile im Außenluftaerosol enthalten sind, müssen auch die Digitel und SEQ der anderen Teilnehmer vergleichbare Werte liefern. Selbst die Lagertemperatur und Lagerdauer der bestaubten Filter hat dann nur noch einen vernachlässigbaren Einfluss, da keine flüchtigen Partikelbestandteile mehr im Staub sind.

10.5.3 Auswertungen zur Temperaturabhängigkeit

Zum Test auf mögliche Konzentrationsverluste in Abhängigkeit von der mittleren Tagestemperatur wurden jeweils die Verhältnisse PM10 Kandidat/PM10 Referenz in Abhängigkeit von der mittleren Tagestemperatur in den Temperaturfenstern $< 5\text{ °C}$, $5\text{ °C} - 10\text{ °C}$, $10\text{ °C} - 15\text{ °C}$, $15\text{ °C} - 20\text{ °C}$ und $> 20\text{ °C}$ gebildet und die Abweichungen zu dem Gesamtmittelwert der Verhältnisse betrachtet. Als Referenzwerte wurden wie bei den Auswertungen gemäß EN 12341 und GUM die Mittelwerte der LVS/3 und GS050/3 herangezogen. Die Abbildungen zeigen die graphische Darstellung der Konzentrationsverhältnisse für die Teilnehmer. Zum Aufzeigen evtl. Trends wurde jeweils der gleitende Durchschnitt mit 10 Perioden dargestellt.

10.5.3.1 PM10 Digital / PM10 Referenz

In Tabelle 10.5.1 sind die Konzentrationsverhältnisse PM10 Digital/PM10 Referenz für die Teilnehmer dargestellt. Abbildung: 10.5.1 zeigt die graphische Darstellung der Konzentrationsverhältnisse.

Tabelle 10.5.1: PM10 Digital / PM10 Referenz: Abhängigkeit von der mittleren Tagestemperatur

T - Bereich	Digitel TN5	Digitel TN6	Digitel TN7	Digitel TN8	Digitel TN9 (19")	Digitel TN10	Digitel TN11	Digitel TN12 (19")
$< 5\text{ °C}$	0,96	0,94	0,97	0,94	0,89	0,96	1,06	0,88
$5\text{ °C} - 10\text{ °C}$	0,99	0,90	0,98	1,01	0,95	1,08	1,06	0,87
$10\text{ °C} - 15\text{ °C}$	1,01	0,91	0,97	0,98	0,94	1,05	0,95	0,89
$15\text{ °C} - 20\text{ °C}$	0,98	0,86	0,93	0,92	0,88	0,97	0,89	0,86
$> 20\text{ °C}$	0,96	0,87	0,96	0,89	0,90	0,96	0,92	0,92
MW Dig/Ref	0,97	0,88	0,95	0,93	0,91	0,99	0,96	0,89
Abweichung vom Mittelwert								
$< 5\text{ °C}$	-1%	5%	1%	0%	-1%	-3%	10%	-1%
$5\text{ °C} - 10\text{ °C}$	1%	2%	3%	8%	4%	9%	10%	-2%
$10\text{ °C} - 15\text{ °C}$	3%	3%	2%	5%	3%	6%	-1%	-1%
$15\text{ °C} - 20\text{ °C}$	0%	-2%	-2%	-1%	-3%	-2%	-7%	-3%
$> 20\text{ °C}$	-2%	-2%	0%	-4%	-1%	-3%	-4%	3%

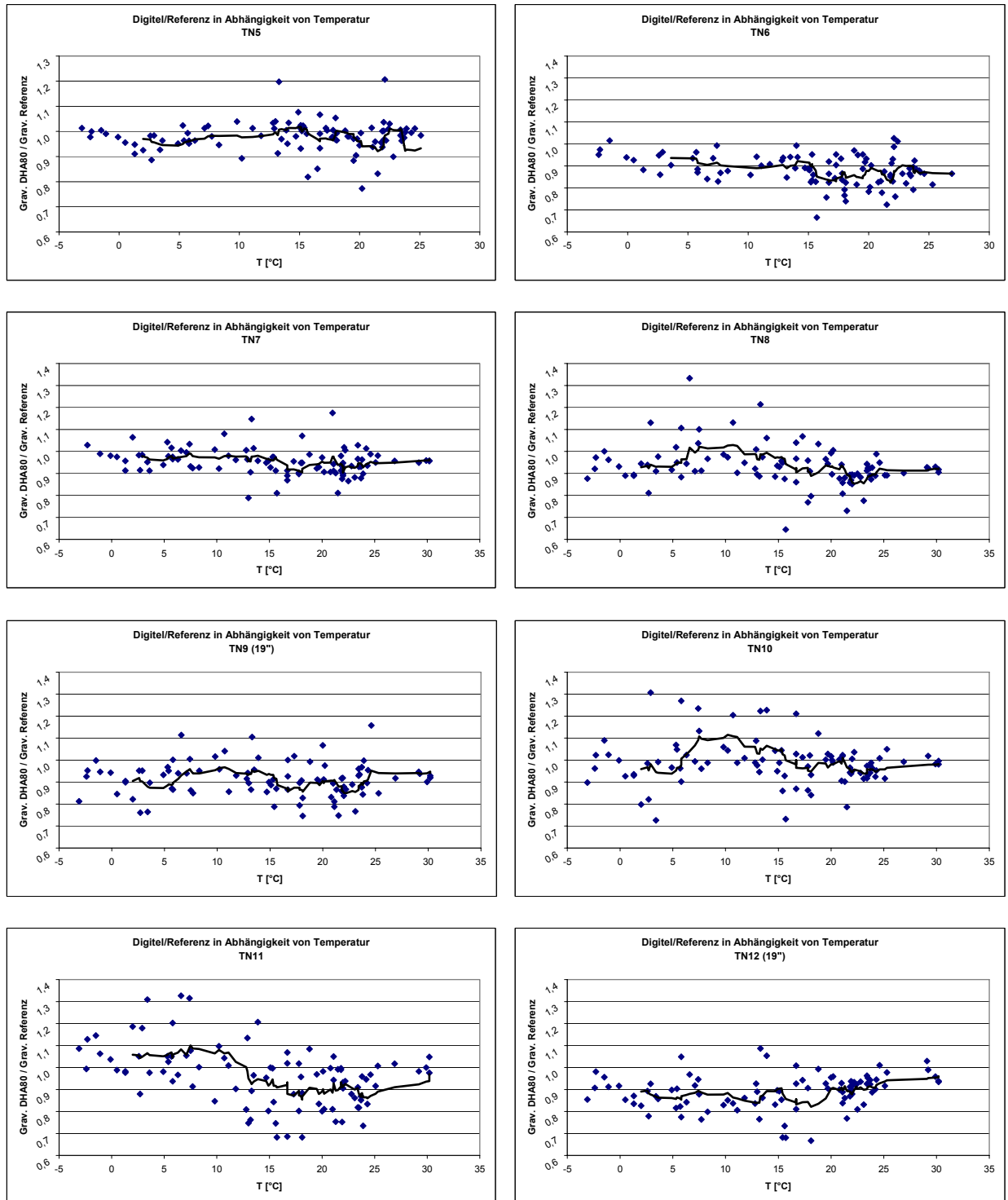


Abbildung 10.5.1: PM10 Digital / PM10 Referenz: Abhängigkeit von der mittleren Tagestemperatur

Ergebnis

Aus Tabelle 10.5.1 wird deutlich, dass bei den Teilnehmern TN5, TN6, TN7, TN9 (19⁴) und TN12 (19⁴) die Abweichungen der Verhältnisse in den einzelnen Temperaturfeldern $< 5 \%$ zum Mittelwert der Verhältnisse betragen.

Die Digital der Teilnehmer TN5, TN7, TN8, TN9 (19⁴), TN10 und TN11 erzielen im Temperaturbereich zwischen 5°C und 15°C Wiederfindungen gegenüber der Referenz von 94% - 108% . Im Bereich $< 5^{\circ}\text{C}$ ist die Wiederfindung etwas geringer, im Bereich $> 15^{\circ}\text{C}$ noch etwas deutlicher.

Das Digital TN12 (19⁴) zeigt über den ganzen Bereich eine fast konstante Abweichung zur Referenz. Ein Trend ist nicht erkennbar.

Auffällig sind bei TN11 die Mehrbefunde mit dem Digital von 6% bei Temperaturen $< 10^{\circ}\text{C}$ und der plötzliche Minderbefund bei Temperaturen $> 10^{\circ}\text{C}$. Dies ist auch in der Abbildung deutlich zu erkennen.

Das Digital TN6 zeigt als einziges einen stetigen Trend zu geringeren Wiederfindungen mit steigender Temperatur.

Vergleich mit den obigen Thesen

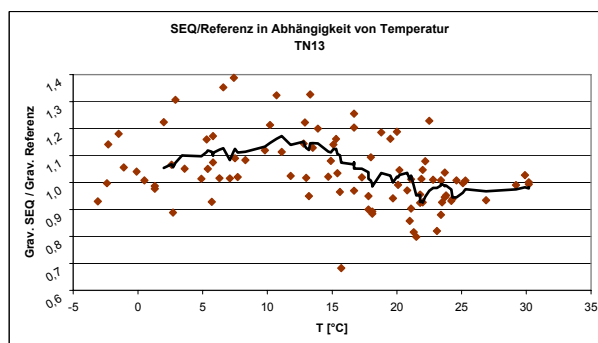
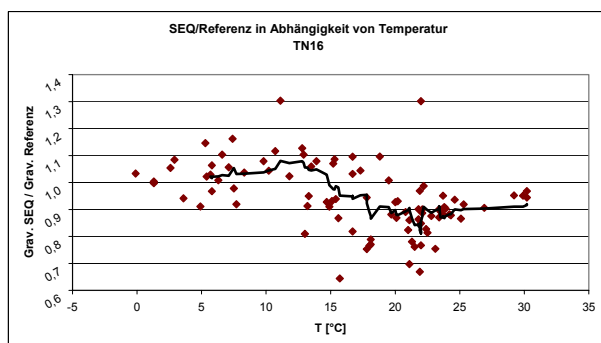
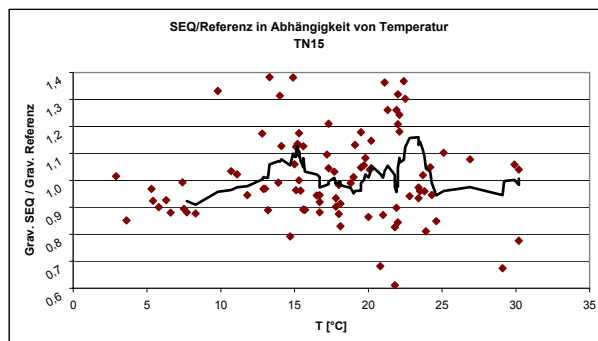
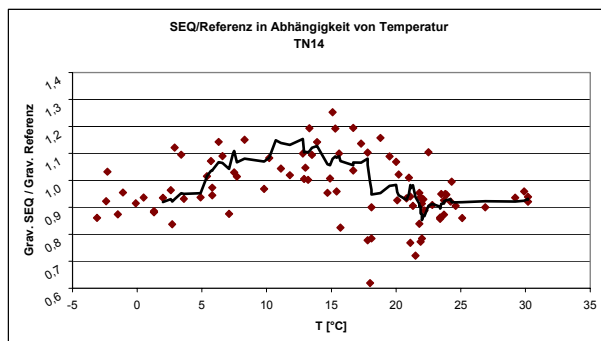
- Im Temperaturbereich $< 5^{\circ}\text{C}$ liegen die Wiederfindungen der Digital mit Ausnahme von TN9 (19⁴) und TN12 (19⁴) im Bereich von 94% - 106% .
- Im Temperaturbereich zwischen 5°C und 15°C liegen die Wiederfindungen der Mehrzahl der Teilnehmer gegenüber der Referenz bei 94% - 108% . Ein deutlicher Trend in der Wiederfindung ist nur bei TN11 ab Temperaturen $> 10^{\circ}\text{C}$ zu Temperaturen $< 10^{\circ}\text{C}$ festzustellen.
- Bei Temperaturen von $> 20^{\circ}\text{C}$ (eigentlich schon $> 15^{\circ}\text{C}$) ist bei allen Teilnehmern außer TN12 (19⁴) eine geringere Wiederfindung als im Bereich von 5°C - 15°C festzustellen.

10.5.3.2 PM10 SEQ / PM10 Referenz

In Tabelle 10.5.2 sind die Konzentrationsverhältnisse PM10 SEQ/PM10 Referenz für die Teilnehmer dargestellt. Abbildung: 10.5.2 zeigt die graphische Darstellung der Konzentrationsverhältnisse.

Tabelle 10.5.2: PM10 SEQ / PM10 Referenz: Abhängigkeit von der mittleren Tagestemperatur

T - Bereich	SEQ TN14	SEQ TN15	SEQ TN16	SEQ TN13
< 5°C	0,94	0,93	1,00	1,08
5°C - 10°C	1,09	0,96	1,04	1,11
10°C - 15°C	1,10	1,08	1,03	1,14
15°C - 20°C	1,01	1,00	0,92	1,04
>20°C	0,91	1,03	0,88	0,97
Abweichung vom Mittelwert				
MW SEQ/Ref	0,99	1,02	0,94	1,04
< 5°C	-4%	-9%	6%	4%
5°C - 10°C	11%	-6%	10%	7%
10°C - 15°C	11%	6%	8%	9%
15°C - 20°C	3%	-1%	-3%	-1%
>20°C	-7%	1%	-6%	-8%

**Abbildung 10.5.2:** PM10 SEQ / PM10 Referenz: Abhängigkeit von der mittleren Tagestemperatur

Ergebnis

Aus Tabelle 10.5.2 wird deutlich, dass bei allen Teilnehmern die Abweichungen der Verhältnisse der SEQ zur Referenz in den einzelnen Temperaturfenstern bis zu 10 % zum Mittelwert der Verhältnisse beträgt.

Die SEQ erzielen im Temperaturbereich zwischen 5 °C und 15 °C Wiederfindungen gegenüber der Referenz von 103 % - 114 %, nur das SEQ TN15 weist mit 96 % einen geringen Minderbefund zur Referenz auf. Im Bereich < 5 °C liegen die Wiederfindungen bei 93 % - 108 %.

Auffällig ist bei allen SEQ-Geräten die deutliche Abnahme der Wiederfindung im Bereich von 15 °C bis 20 °C gegenüber den Wiederfindungen bei niedrigeren Temperaturen. Dies ist auch deutlich in Abbildung 10.5.2 zu erkennen.

Bei Temperaturen >20 °C weisen die SEQ die geringsten Wiederfindungen im Vergleich zur Referenz auf.

Vergleich mit den obigen Thesen

- Im Temperaturbereich < 5 °C liegen die Wiederfindungen der SEQ zwischen 93 % und 108 %.
- Im Temperaturbereich zwischen 5 °C und 10 °C zeigen die SEQ außer TN15 deutliche Mehrbefunde gegenüber der Referenz
- Bei Temperaturen von > 20 °C zeigen die SEQ Minderbefunde gegenüber der Referenz.

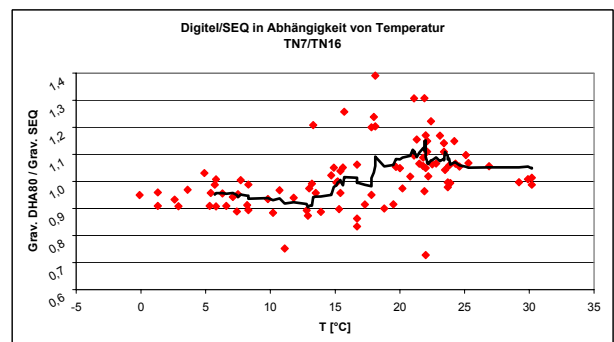
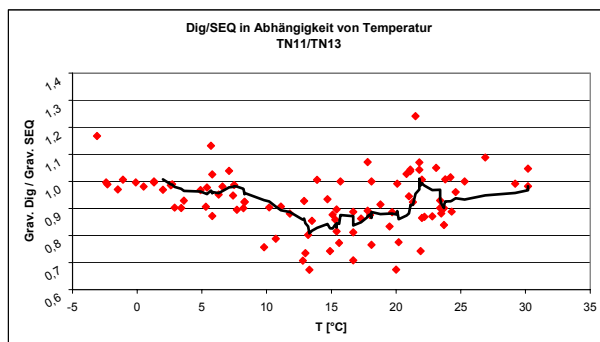
10.5.3.3 PM10 Digital / PM10 SEQ

Zwei Ringversuchsteilnehmer betrieben parallel Digital- und SEQ-Geräte. Sowohl der Proben transport als auch die Wägung erfolgte für die Digital- und SEQ-Geräte unter gleichen Bedingungen. Bei Digital TN7 wurden Glasfaserfilter und bei SEQ TN16 Quarzfaserfilter eingesetzt, während bei Digital TN11 und SEQ TN13 identisches Quarzfaserfiltermaterial eingesetzt wurde.

In Tabelle 10.5.3 sind die Konzentrationsverhältnisse PM10 Digital/PM10 SEQ für Digital TN7 und SEQ TN16 bzw. Digital TN11 und SEQ TN13 dargestellt. Abbildung: 10.5.3 zeigt die graphische Darstellung der Konzentrationsverhältnisse für die Teilnehmer. Zum Aufzeigen evtl. Trends ist jeweils der gleitende Durchschnitt mit 10 Perioden dargestellt.

Tabelle 10.5.3: PM10 Digital / PM10 SEQ: Abhängigkeit von der mittleren Tagestemperatur

T - Bereich	TN7/TN16	TN11/TN13
< 5°C	0,95	0,98
5°C - 10°C	0,94	0,95
10°C - 15°C	0,95	0,84
15°C - 20°C	1,04	0,86
>20°C	1,08	0,96
MW Dig/SEQ	1,02	0,93
Abweichung vom Mittelwert		
< 5°C	-7%	6%
5°C - 10°C	-8%	2%
10°C - 15°C	-7%	-9%
15°C - 20°C	2%	-6%
>20°C	6%	4%

**Abbildung 10.5.3:** PM10 Digital / PM10 SEQ: Abhängigkeit von der mittleren Tagestemperatur

Ergebnis

Das Digital des TN 7 zeigt im Temperaturbereich von < 5 °C - 15 °C Minderfunde von 5 % gegenüber dem SEQ TN16, im Bereich von > 15 °C Mehrbefunde von 4 % und im Bereich > 20 °C Mehrbefunde von 8 %. Wie aus den Tabellen 10.5.1 und 10.5.2 ersichtlich, resultiert dies daraus, dass das Digital über den ganzen Temperaturbereich eine nahezu konstante Wiederfindung gegenüber der Referenz aufweist, während das SEQ bei Temperaturen > 15 °C geringere Wiederfindungen aufweist als bei Temperaturen < 15 °C.

Somit ergibt sich hier ein Trend zu Mehrbefunden des Digitals gegenüber dem SEQ.

Demgegenüber zeigen sowohl Digital TN11 als auch SEQ TN13 deutliche Mehrbefunde gegenüber der Referenz bei Temperaturen $< 10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Wie aus den Tabellen 10.5.1 und 10.5.2 ersichtlich ist bei Digital TN11 ab Temperaturen $> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ein deutlicher Minderbefund zu Temperaturen $< 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ festzustellen, während in diesem Temperaturbereich das SEQ TN13 deutliche Mehrbefunde gegenüber der Referenz aufweist.

So ergibt sich für das Verhältnis Digital PM10 TN11 / PM10 SEQ TN13 ein deutlicher Knick zu Minderbefunden im Bereich von $10\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, während beim PM10 – Konzentrationsverhältnis TN7/TN16 bei Temperaturen $> 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ der gegenteilige Effekt eintritt.

Vergleich mit den obigen Thesen

- Im Temperaturbereich $< 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ liegen die Wiederfindungen der Digital gegenüber den SEQ zwischen 94 % und 98 %.
- Im Temperaturbereich zwischen $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ zeigt das Digital TN11 deutliche Minderbefunde gegenüber dem SEQ TN13.
- Bei Temperaturen von $> 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ zeigt das Digital TN7 deutliche Mehrbefunde gegenüber dem SEQ TN16, während das Digital TN11 bei Temperaturen $> 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ vergleichbare Werte zum SEQ 13 liefert.

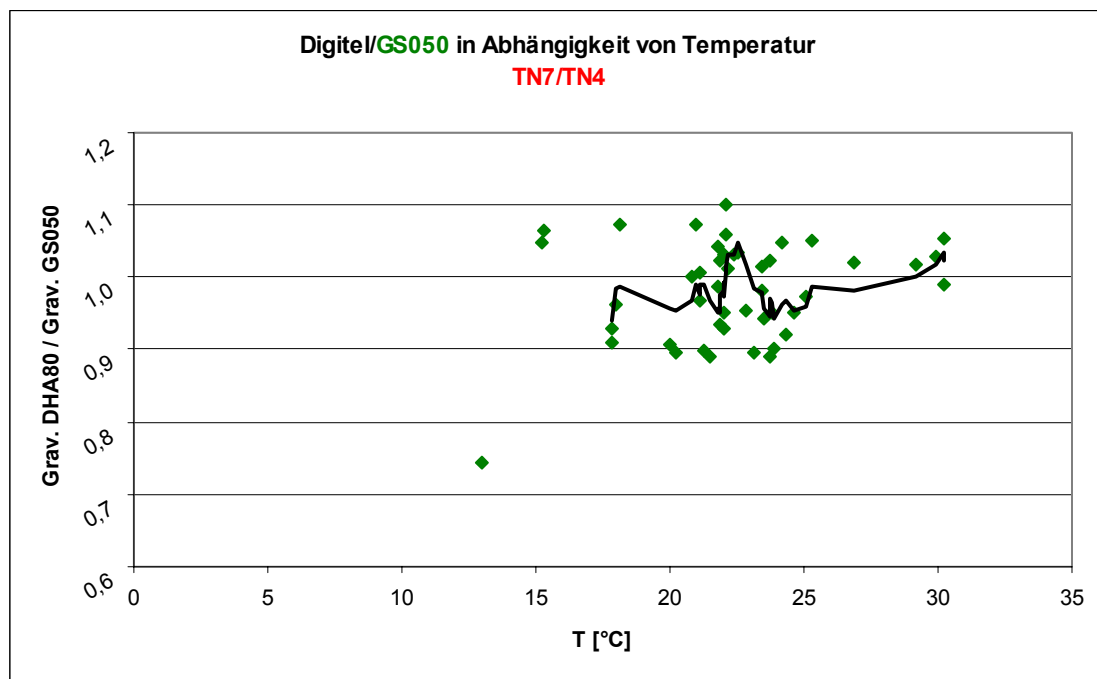
10.5.3.4 PM10 Digital / PM10 GS050/3

Ab 22.05.03 wurde als Referenzgerät ein modifiziertes GS050/3 TN4 als zusätzliches Referenzgerät eingesetzt. Dieses Gerät wurde durch einen Ringversuchsteilnehmer mit identischem Filtermaterial (GF) wie das Digital TN7 betrieben. Die Filter aus dem GS050/3 wurden täglich entnommen und gekühlt aufbewahrt. Der Transport und die Wägung wurden parallel mit den Filtern des Digital TN7 durchgeführt.

In Tabelle 10.5.4 sind die Konzentrationsverhältnisse PM10 Digital TN7 / PM10 GS050/3 TN4 dargestellt. Abbildung: 10.5.4 zeigt die graphische Darstellung der Konzentrationsverhältnisse.

Tabelle 10.5.4: PM10 Digital / PM10 GS050/3: Abhängigkeit von der mittleren Tagestemperatur

T - Bereich	TN7/TN4
< 5°C	keine Werte vorhanden
5°C - 10°C	keine Werte vorhanden
10°C - 15°C	keine Werte vorhanden
15°C - 20°C	0,96
>20°C	0,99
MW Dig/GS050	0,98
Abweichung vom Mittelwert	
< 5°C	keine Werte vorhanden
5°C - 10°C	keine Werte vorhanden
10°C - 15°C	keine Werte vorhanden
15°C - 20°C	-2%
>20°C	1%

**Abbildung 10.5.4:** PM10 Digital / PM10 GS050/3: Abhängigkeit von der mittleren Tagestemperatur

Ergebnis / Vergleich mit den obigen Thesen

Das GS050/3 wurde erst am 22.05.03 in Betrieb genommen. Deshalb liegen für diesen Vergleich zwischen Digitel und GS050 nur Datenpaare bei Temperaturen von $> 13\text{ °C}$ vor.

Das Digitel TN7 weist bei Temperaturen von $15\text{ °C} - 20\text{ °C}$ und bei Temperaturen von über 20 °C vergleichbare Werte zu TN4 auf. Ein Minderbefund im Bereich von 15 °C bis 30 °C ist nicht festzustellen.

10.5.4 Zusammenfassende Beurteilung

Im Rahmen dieser Auswertungen sollten mögliche Verluste bei der PM10 – Schwebstaubbestimmung in Abhängigkeit von der Temperatur untersucht werden.

Zur Überprüfung der Thesen aus Kapitel 10.5.1 wurden folgende Versuchsreihen durchgeführt:

1. Verhältnis der Konzentrationen PM10 Digitel / Konzentrationen PM10 Referenz in Abhängigkeit von Temperatur
2. Verhältnis der Konzentrationen PM10 SEQ / Konzentrationen PM10 Referenz in Abhängigkeit von Temperatur
3. Verhältnis der Konzentrationen PM10 Digitel / Konzentrationen PM10 SEQ in Abhängigkeit von Temperatur
4. Verhältnis der Konzentrationen PM10 Digitel / Konzentrationen PM10 Referenzgerät GS050/3 in Abhängigkeit von Temperatur.

Die Auswertung dieser Versuche führte zu folgenden Ergebnissen:

Versuchsreihe 1

Im Temperaturbereich $< 5\text{ °C}$ liegen die Wiederfindungen der Digitel mit Ausnahme von TN9 (19“) und TN12 (19“) im Bereich von 94 % - 106 % gegenüber den Referenzwerten. Im Temperaturbereich zwischen 5 °C und 15 °C liegen die Wiederfindungen der Mehrzahl der Digitel gegenüber der Referenz bei 94 % - 108 %. Ein deutlicher Trend in der Wiederfindung ist nur bei Digitel TN11 ab Temperaturen $> 10\text{ °C}$ zu Temperaturen $< 10\text{ °C}$ festzustellen. Die höchsten Wiederfindungen werden bei der Mehrzahl der Digitel im Bereich von $5\text{ °C} - 15\text{ °C}$ festgestellt. Bei Temperaturen von $> 20\text{ °C}$ weist die Mehrzahl der Digitel - Geräte einen Minderbefund gegenüber der Referenz auf. Dies könnte auf einen Minderbefund durch Verdampfen leichtflüchtiger Bestandteile während der Probenahme / Lagerung bei höheren Temperaturen hinweisen.

Versuchsreihe 2

Im Temperaturbereich $< 5\text{ °C}$ liegen die Wiederfindungen der SEQ zwischen 93 % und 108 % gegenüber der Referenz. Im Temperaturbereich zwischen 5 °C und 15 °C zeigen die SEQ außer TN15 deutliche Mehrbefunde gegenüber der Referenz. Auffällig ist bei

allen SEQ-Geräten die deutliche Abnahme der Wiederfindung im Bereich von 15° C bis 20 °C gegenüber den Wiederfindungen bei niedrigeren Temperaturen. Bei Temperaturen von > 20 °C zeigen die SEQ Minderbefunde gegenüber der Referenz. Dies könnte auf einen Minderbefund durch Verdampfen leichtflüchtiger Bestandteile während der Probenahme / Lagerung bei höheren Temperaturen hinweisen.

Versuchsreihe 3

Im Temperaturbereich < 5 °C liegen die Wiederfindungen der Digital gegenüber den SEQ zwischen 94 % und 98 %. Im Temperaturbereich zwischen 10 °C und 20 °C zeigt das Digital TN11 deutliche Minderbefunde gegenüber dem SEQ TN13, die unter gleichen Bedingungen durch einen Teilnehmer betrieben wurden. Bei Temperaturen von > 15 °C zeigt das Digital TN7 deutliche Mehrbefunde gegenüber dem SEQ TN16 (außer Filtermaterial unter gleichen Bedingungen durch einen Ringversuchsteilnehmer betrieben), während das Digital TN11 bei Temperaturen > 20 °C vergleichbare Werte zum SEQ TN13 liefert.

Versuchsreihe 4

Das GS050/3 TN4 wurde erst am 22.05.03 in Betrieb genommen. Deshalb liegen für diesen Vergleich zwischen Digital TN7 und GS050 nur Datenpaare bei Temperaturen von > 13 °C vor. Das Digital weist bei Temperaturen von 15 °C – 20 °C und bei Temperaturen von über 20 °C vergleichbare Werte auf. Ein Minderbefund im Bereich von 15 °C bis 30 °C ist nicht festzustellen.

Prinzipiell erzielen sowohl die Digital- als auch die SEQ – Geräte die höchsten Wiederfindungen in einem Temperaturfenster von 5 °C – 15 °C, während im Bereich ab > (15 °C) 20 °C Minderbefunde zur Referenz auftreten. Dies widerspricht dem Hinweis, dass bei Temperaturen von > 20 °C das Außenluftaerosol kaum noch flüchtige Partikelbestandteile enthält.

11 Anhang II

11.1 Tabellen der Messergebnisse

Die Tabellen beginnen auf der folgenden Seite.

STIMES - PM10 - AG
Zusammenstellung der Messdaten - Berichtsversion
Messort: HLUK - Demo/Wiesbaden-Süd

Nr.	Datum	PM10 / 24 h											
		µg/m³											
		LVS3 1 TN1 GF	LVS3/3Wo TN2 GF	LVS3/F.i.G. 2 TN3 GF	GS050 1 TN4 GF	DHA-80 1 TN5 GF	DHA-80 2 TN6 CN3	DHA-80 3 TN7 GF	DHA-80 4 TN8 QF	DHA-80(19Z) 5 TN9 QF	DHA-80 6 TN10 QF	DHA-80 7 TN11 QF	DHA-80(19Z) 8 TN12 QF
1	01.02.2003	27,5	24,4			27,9			24,1	22,4	24,7	29,9	23,5
2	02.02.2003												
3	03.02.2003	8,4	8,3			7,8		8,0	7,6	6,4	6,1	11,0	7,3
4	04.02.2003												
5	05.02.2003	13,2	11,1			12,2		14,0	12,4	10,8	10,5	15,6	10,9
6	06.02.2003												
7	07.02.2003	30,8	29,1			29,4	28,5	30,0	27,4	26,0	28,5	30,4	26,3
8	08.02.2003												
9	09.02.2003	42,6	37,0			37,8	36,7	39,0	34,6	32,4	35,0	37,5	33,2
10	10.02.2003												
11	11.02.2003	56,4	54,1			55,1	53,6		51,9	52,2	54,2	56,0	51,1
12	12.02.2003												
13	13.02.2003	46,5	41,7			46,1		46,0	44,7	44,0	47,6	49,4	42,4
14	14.02.2003												
15	15.02.2003	31,1	29,0			31,1	30,3	32,0	30,2	29,6	31,8	35,1	30,5
16	16.02.2003												
17	17.02.2003	28,4	25,8			28,5	28,8		28,4	28,3	30,9	32,5	27,1
18	18.02.2003												
19	19.02.2003	50,0	46,0			48,8	46,9	49,0	46,5	47,1	49,9	51,8	45,8
20	20.02.2003												
21	21.02.2003	52,6	48,4			47,9	46,4	48,0	46,8	47,3	48,9	51,7	43,9
22	22.02.2003												
23	23.02.2003	74,2	71,9			70,4		71,0	66,3	67,1	69,4	72,5	64,6
24	24.02.2003												
25	25.02.2003	65,1	64,9			63,9	61,7	64,0	61,1	61,9	64,1	68,4	58,2
26	26.02.2003												
27	27.02.2003	110,3	110,3			105,0		103,6	101,1	102,9	106,6	108,3	99,1
28	28.02.2003												
29	01.03.2003	50,9	45,7			51,5	47,6	50,7	46,3	47,8	50,6	53,7	46,8
30	02.03.2003												
31	03.03.2003	23,8	36,2			23,6	22,9	24,2		20,7	22,9	25,0	19,6
32	04.03.2003												
33	05.03.2003					49,0	46,9	49,6	45,3	44,7	48,0	47,1	42,2
34	06.03.2003												
35	07.03.2003	42,3	37,4			40,3	37,5	41,3	37,4	36,6	38,2	39,7	32,8
36	08.03.2003												
37	09.03.2003	20,6	19,6			18,4	17,7	19,0	20,1	19,7	21,5	22,6	17,5
38	10.03.2003												
39	11.03.2003	37,7	37,1			36,6	35,5	38,3	36,8	36,1	37,8	36,4	32,5
40	12.03.2003												
41	13.03.2003	12,4	12,4			12,7	12,3	12,8	12,8	12,4	15,3	16,3	11,7
42	14.03.2003												
43	15.03.2003	23,0	22,1			23,6		24,0	23,5	22,3	24,6	24,2	18,8
44	16.03.2003												
45	17.03.2003	42,5	41,3			41,0		41,0	40,2	40,0	43,5	41,1	35,8
46	18.03.2003												
47	19.03.2003					30,2	28,5	31,3	30,9	30,0	32,4	31,9	25,8
48	20.03.2003												
49	21.03.2003	45,9	45,1			44,2	42,9	44,9	43,6	43,7	48,1	47,1	41,5
50	22.03.2003												
51	23.03.2003	28,2	26,4			26,6	24,7	26,1	27,2	26,8	27,8	28,2	22,5
52	24.03.2003												
53	25.03.2003	72,9	72,6			71,6	66,2	70,1	69,2	67,7	73,5	65,8	62,8
54	26.03.2003												
55	27.03.2003	51,7	51,0			47,2	43,8	46,8	45,9	44,7	48,9	39,4	39,6
56	28.03.2003												
57	29.03.2003	58,4	58,1				48,4	53,3	51,1	50,8	54,2	43,6	42,9
58	30.03.2003												
59	31.03.2003	21,8	21,5				20,5	23,5	24,6	22,6	26,2	22,7	18,2

Messort: HLUG - Demo/Wiesbaden-Süd

Nr.	Datum	PM10 / 24 h											
		µg/m³											
		LVS3 1 TN1 GF	LVS3/3Wo TN2 GF	LVS3/F.i.G. 2 TN3 GF	GS050 1 TN4 GF	DHA-80 1 TN5 GF	DHA-80 2 TN6 CN3	DHA-80 3 TN7 GF	DHA-80 4 TN8 QF	DHA-80(19Z) 5 TN9 QF	DHA-80 6 TN10 QF	DHA-80 7 TN11 QF	DHA-80(19Z) 8 TN12 QF
60	01.04.2003												
61	02.04.2003	7,6	7,4				6,4	7,6	10,2	8,5	11,0	10,1	7,4
62	03.04.2003												
63	04.04.2003	21,5	20,0				17,8	20,0	23,6	18,5	24,3	23,1	18,9
64	05.04.2003												
65	06.04.2003	16,5	15,8			15,9	14,4	16,0	18,3	16,6	21,0	19,9	17,4
66	07.04.2003												
67	08.04.2003	18,9	18,5			18,6	18,2	18,6	21,4	18,0	24,7	22,3	17,5
68	09.04.2003												
69	10.04.2003	40,1	37,7			38,6	36,2	36,5	39,1	35,9	39,7	39,1	34,3
70	11.04.2003												
71	12.04.2003	46,8	47,5	46,7		45,8	40,6	43,2	42,7	39,7	44,9	42,7	35,7
72	13.04.2003												
73	14.04.2003	34,9	34,3	36,9		36,7	34,2	35,0	34,4	32,7	37,5	35,8	30,7
74	15.04.2003												
75	16.04.2003	35,9	35,2	35,6		35,9	34,7	35,3	37,0	35,5	40,1	38,8	35,5
76	17.04.2003												
77	18.04.2003	19,7	19,6	18,9		19,5	18,1	18,6	19,5	18,2	21,0	21,9	17,9
78	19.04.2003												
79	20.04.2003	23,6	23,1	22,5		23,4	20,8	22,6	20,8	19,8	22,8	23,3	18,6
80	21.04.2003												
81	22.04.2003	30,9	29,9	29,8		30,8	26,1	29,6	28,8	23,9	26,1	25,6	20,7
82	23.04.2003												
83	24.04.2003					36,7	33,8	36,0	35,3	34,7	38,9	37,2	32,1
84	25.04.2003												
85	26.04.2003	26,0	25,5	23,6		23,1	22,1	23,0	23,1	22,0	24,5	24,8	22,1
86	27.04.2003												
87	28.04.2003	23,8	23,6	22,7		21,7	20,1	20,7	22,5	21,5	23,9	23,7	21,5
88	29.04.2003												
89	30.04.2003	19,4	19,3	19,0		18,8	17,1	18,2	17,0	16,4	20,0	18,3	16,0
90	01.05.2003												
91	02.05.2003	15,0	15,3	14,7		14,9	13,2	14,2	15,7	15,0	18,2	17,9	15,6
92	03.05.2003												
93	04.05.2003	14,4	14,9	15,2		14,7	12,2	13,5	15,4	14,8	17,9	15,8	14,9
94	05.05.2003												
95	06.05.2003	43,6	39,7	41,3		41,0	31,4	40,3		31,7	35,7	29,0	28,3
96	07.05.2003												
97	08.05.2003	31,0	30,0	29,9		29,6	27,0	28,1	29,4	27,7	30,5	29,5	28,2
98	09.05.2003												
99	10.05.2003	53,2	48,8	40,9		38,5	31,3	38,1	30,3	27,3	34,4	32,1	32,0
100	11.05.2003												
101	12.05.2003	15,7	15,7	15,7			14,2	15,0	16,8	16,0	15,9	13,8	14,8
102	13.05.2003												
103	14.05.2003	10,0	9,9	9,8		10,3		10,0	9,8	10,1	10,5	8,4	8,2
104	15.05.2003												
105	16.05.2003	17,8	17,5	16,8		17,9	16	17,4	15,9	15,8	17,1	14,0	14,5
106	17.05.2003												
107	18.05.2003	13,4	13,2	12,5		14,0		12,4	12,1	11,7	12,3	10,4	11,6
108	19.05.2003												
109	20.05.2003	11,4	11,4	9,8		12,7		12,2	12,9	11,7	13,0	9,5	11,6
110	21.05.2003												
111	22.05.2003	13,9	13,7	14,1	15,3	15,0		11,4	12,9	12,9	14,1	10,8	12,9
112	23.05.2003												
113	24.05.2003	25,4	25,3	25,2		22,9	23,2	23,5	23,9	22,7	26,0	21,1	22,9
114	25.05.2003												
115	26.05.2003	16,0	15,6	15,8		16,9	14,6	13,8	13,7	13,7	13,8	10,9	12,9
116	27.05.2003												
117	28.05.2003	20,8	20,5	20,7	21,1	16,1	18,8	18,9	21,0	20,3	20,6	16,9	20,0
118	29.05.2003												
119	30.05.2003	30,6	30,0	29,7	29,5	11,9	26,8	26,3	27,7	29,0	28,2	25,5	28,2
120	31.05.2003												

STIMES - PM10 - AG
Zusammenstellung der Messdaten - Berichtsversion
Messort: HLUG - Demo/Wiesbaden-Süd

Nr.	Datum	PM10 / 24 h											
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$											
		LVS3 1 TN1 GF	LVS3/3Wo TN2 GF	LVS3/F.i.G. 2 TN3 GF	GS050 1 TN4 GF	DHA-80 1 TN5 GF	DHA-80 2 TN6 CN3	DHA-80 3 TN7 GF	DHA-80 4 TN8 QF	DHA-80(19Z) 5 TN9 QF	DHA-80 6 TN10 QF	DHA-80 7 TN11 QF	DHA-80(19Z) 8 TN12 QF
121	01.06.2003	26,3	25,1	24,9	25,7	24,6	22,4	23,1	22,5	22,2	23,1	19,3	22,1
122	02.06.2003												
123	03.06.2003	27,2	26,8	26,0	26,1	25,5	22,6	24,6	24,4	24,7	24,6	21,6	25,2
124	04.06.2003												
125	05.06.2003	24,6	24,1	22,8	25,5	23,9	21,0	25,0	22,9	23,3	22,3	19,9	22,5
126	06.06.2003												
127	07.06.2003	28,1	29,2	30,4	30,0	29,3	25,7	27,6	29,2	28,1	28,1	24,6	27,9
128	08.06.2003												
129	09.06.2003	11,0	10,8	10,5	11,9	10,5	8,7	10,8	11,0	11,8	11,3	8,9	10,6
130	10.06.2003												
131	11.06.2003	18,6	18,8	18,2	18,3	18,6	16,3	16,5	17,0	18,3	17,7	13,5	16,3
132	12.06.2003												
133	13.06.2003	28,2	28,2	27,8	28,5	28,0	26,0	27,1	24,6	23,8	27,8	27,0	
134	14.06.2003												
135	15.06.2003				22,6	22,6	20,6	21,1	19,7	20,8	21,2	17,0	21,2
136	16.06.2003												
137	17.06.2003	25,9	25,7	26,6	25,5	23,4	22,5	24,3	23,0	23,1	24,5	22,9	24,4
138	18.06.2003												
139	19.06.2003	13,4	13,4		16,2	15,0	12,3	17,4	13,9	13,2	13,4	12,0	13,7
140	20.06.2003												
141	21.06.2003	18,9	18,9	19,5	18,8	19,1	16,5	17,1	18,3	17,1	18,5	19,4	17,3
142	22.06.2003												
143	23.06.2003	25,0	24,9	24,4	26,2	25,5	21,8	24,9	23,9	29,2	25,4	24,4	25,5
144	24.06.2003												
145	25.06.2003	24,2	24,2	24,1	23,9	23,0	20,5	23,6	21,5	22,1	22,7	24,0	22,0
146	26.06.2003												
147	27.06.2003	26,8	26,5	26,7	25,1	27,1		23,3	23,4	23,0	26,3	23,7	24,4
148	28.06.2003												
149	29.06.2003	28,9	28,7	29,2	27,0	28,5	25,2	27,4	25,9	26,4	27,6	25,8	27,3
150	30.06.2003												
151	01.07.2003	15,9	15,9	17,4	16,6	16,5	13,7	17,8	13,2	13,8	15,5	14,7	
152	02.07.2003												
153	03.07.2003	11,2	11,2	10,9	10,8	11,6	8,4	10,4	10,0	10,0	11,2	10,5	
154	04.07.2003												
155	05.07.2003	27,3	25,0	26,5	25,8	25,9	22,2	24,0	20,4	21,1	22,9	21,3	
156	06.07.2003												
157	07.07.2003	24,3	23,6	22,9	21,5	22,8	18,4		20,5	20,9	22,9	22,5	
158	08.07.2003												
159	09.07.2003	33,2	31,0	34,0	29,3	26,8	23,3	26,1	23,5	24,0	25,3	31,9	24,7
160	10.07.2003												
161	11.07.2003	25,5	25,4	25,6	22,3	23,9	19,4	22,8	21,8	21,5	23,9	21,3	22,6
162	12.07.2003												
163	13.07.2003	16,3	16,4	16,4	16,2	15,7	12,4	16,4	14,5	14,1	16,9	15,3	15,2
164	14.07.2003												
165	15.07.2003												
166	16.07.2003												
167	17.07.2003	16,3	16,5	16,3	14,8	14,8	12,3	14,9	13,6	12,4	16,1	16,6	14,1
168	18.07.2003												
169	19.07.2003	19,7	19,9	20,1	18,0		15,7	18,9	17,2	16,3	20,2	19,4	18,8
170	20.07.2003												
171	21.07.2003	24,2	24,0	24,7	23,9		19,9	21,4	18,8	18,6	22,2	20,9	20,2
172	22.07.2003												
173	23.07.2003	29,3	29,3	28,1	27,3		24,8	28,6	25,1	25,3	26,1	26,7	25,4
174	24.07.2003												
175	25.07.2003	19,3	19,1	18,1	15,3	17,6	14,6	15,8	15,0	14,7	16,7	16,4	15,5
176	26.07.2003												
177	27.07.2003	13,2	13,4	12,7	11,9			11,5	10,2	10,2	12,9	11,9	10,6
178	28.07.2003												
179	29.07.2003	19,6	19,8	19,5	16,9		15,4	16,9	16,3	15,5	18,7	18,6	16,8
180	30.07.2003												
181	31.07.2003	26,6	26,6	25,6	21,5		21,1	22,4	21,1	21,1	23,7	24,3	21,3

Messort: HLUG - Demo/Wiesbaden-Süd

Nr.	Datum	PM10 / 24 h µg/m³											
		LVS3 1 TN1 GF	LVS3/3Wo TN2 GF	LVS3/F.I.G. 2 TN3 GF	GS050 1 TN4 GF	DHA-80 1 TN5 GF	DHA-80 2 TN6 CN3	DHA-80 3 TN7 GF	DHA-80 4 TN8 QF	DHA-80(19Z) 5 TN9 QF	DHA-80 6 TN10 QF	DHA-80 7 TN11 QF	DHA-80(19Z) 8 TN12 QF
182	01.08.2003												
183	02.08.2003	33,0	32,0	31,8	29,5		27,2	30,1	28,4	28,8	31,2	32,0	
184	03.08.2003												
185	04.08.2003	37,8	37,4	38,2					35,2	35,9			39,1
186	05.08.2003												
187	06.08.2003	38,1	37,7	36,7	33,8			34,4	33,4	34,0	36,9	35,6	35,8
188	07.08.2003												
189	08.08.2003	52,9	52,1	54,7	46,7			49,2	46,5	47,3	51,2	50,2	48,3
190	09.08.2003												
191	10.08.2003	38,8	37,0	39,6	37,3			36,9	35,4	35,8	37,8	40,4	36,1
192	11.08.2003												
193	12.08.2003	41,3	39,7	39,3	36,4			37,4	36,3	35,1	38,3	39,0	37,4
194	13.08.2003												
195	14.08.2003	38,5	37,3	38,4	37,1	37,4		36,1	33,9	32,6	34,8	34,8	34,8
196	15.08.2003												
197	16.08.2003	30,1	29,4	28,8	22,8	28,1		23,6	24,5	21,1	34,7	26,2	22,1
198	17.08.2003												
199	18.08.2003	18,1	17,5	15,3	13,3	14,6		13,6	13,3	11,8	14,3	9,9	14,0
200	19.08.2003												
201	20.08.2003	27,2	26,4	26,4	23,9		26,5	26,3	24,7	22,1	24,9	25,7	23,9
202	21.08.2003												
203	22.08.2003	18,4	18,4	17,7	18,0	17,5	16,8	17,1	16,7	15,2	16,5	18,9	16,5
204	23.08.2003												
205	24.08.2003	16,3	16,0	16,6	16,0	16,5	16,5	16,5	15,4	13,6	14,8	16,6	15,1
206	25.08.2003												
207	26.08.2003	24,0	23,8	23,7	21,9	28,0	22,9	23,2	22,8	20,0	23,1	22,9	21,8
208	27.08.2003												
209	28.08.2003	30,1	29,5	29,3		26,3	28,3	27,6	27,4	24,6	29,2	27,7	27,0
210	29.08.2003												
211	30.08.2003	17,5	16,1	18,2		17,7			15,5	12,1	15,5	13,2	
212	31.08.2003												
213	01.09.2003	13,6	12,6	12,6		12,5	13	28,8	12,3	10,3	12,7	11,9	11,7
214	02.09.2003												
215	03.09.2003	14,0	14,2	13,6	14,2	13,9	11,5	14,9	13,5	12,6	14,7	13,9	13,4
216	04.09.2003												
217	05.09.2003	18,0	18,4	19,7	17,1	17,9	14,9		17,1	16,6	19,4	17,0	18,6
218	06.09.2003												
219	07.09.2003	25,6	24,4	24,7	26,6	24,8	20,3		20,1	16,8	22,4	19,7	18,2
220	08.09.2003												
221	09.09.2003	21,6	20,9	29,5	21,1	20,5	18,2		17,8	17,1	19,6	18,7	18,1
222	10.09.2003												
223	11.09.2003	11,9	11,8	11,0	12,4	12,0	9,8	13,2	9,9	9,3	11,4	9,8	10,5
224	12.09.2003												
225	13.09.2003	21,5	19,6	20,0		21,0	17,5	23,9	16,3	14,2	17,6	18,6	15,8
226	14.09.2003												
227	15.09.2003	25,4	24,3	24,1		24,9	23,6	23,1	21,4	22,0	25,0	23,0	24,4
228	16.09.2003												
229	17.09.2003	38,7	37,8	38,3		37,6	35,9		32,7	31,5	35,7	34,3	34,2
230	18.09.2003												
231	19.09.2003	35,2	34,4	33,3	32,6	33,0	32		30,2	30,3	32,6	31,1	32,3
232	20.09.2003												
233	21.09.2003	28,0	27,5	27,1	27,2	26,6	25,6		24,6	24,4	27,5	23,4	26,9
234	22.09.2003												
235	23.09.2003	11,9	11,6	11,2	12,8	12,2	10,6		11,8	11,2	12,6	9,9	12,5
236	24.09.2003												
237	25.09.2003			16,0	16,1	16,6	15,1		15,7	15,4	18,4	14,4	17,6
238	26.09.2003												
239	27.09.2003	35,7	36,0	36,0	37,6	37,3	32,1		31,5	29,0	33,8	26,5	31,0
240	28.09.2003												
241	29.09.2003	14,0	14,3	14,0		14,1	12,4		13,4	11,9	12,6	10,3	12,9
242	30.09.2003												

STIMES - PM10 - AG
Zusammenstellung der Messdaten - Berichtsversion
Messort: HLUG - Demo/Wiesbaden-Süd

Nr.	Datum	PM10 / 24 h											
		µg/m³											
		SEQ 1 TN13 QF	SEQ 2 TN14 QF	SEQ 3 TN15 CN3	SEQ 4 TN16 QF	SEQ-OPT 1 TN28	OPT107 1A TN29	OPT107 1B TN49 K. SEQ	FH62I-R/T _a 1 TN21	FH62I-R 1A TN22	FH62I-R 1B TN42 F 1,15	FH62I-R 2A TN23	FH62I-R 2B TN43 F 1,25
1	01.02.2003	25,6	23,7						20,8	20,0	23,0		
2	02.02.2003								22,3	21,5	24,8	25	31
3	03.02.2003	12,2	9,2						3,1	7,7	8,8	8	10
4	04.02.2003								15,4	15,4	17,7	17	21
5	05.02.2003	16,1	12,3						10,0	10,8	12,4	12	15
6	06.02.2003								13,8	15,4	17,7	17	21
7	07.02.2003	31,0	28,8						22,3	23,1	26,5	27	34
8	08.02.2003								30,8	28,5	32,7	36	45
9	09.02.2003	37,9	35,7						30,8	27,7	31,8	34	42
10	10.02.2003								38,5	38,5	44,2	45	56
11	11.02.2003	56,2	52,0						50,0	50,0	57,5	50	63
12	12.02.2003								39,2	40,0	46,0	40	50
13	13.02.2003	49,1	44,4						40,0	40,0	46,0	41	51
14	14.02.2003								35,4	38,5	44,2	38	47
15	15.02.2003	35,5	32,1						26,9	30,8	35,4	29	36
16	16.02.2003								10,8	13,8	15,9	15	19
17	17.02.2003	33,5	24,8						25,4	26,9	31,0	26	32
18	18.02.2003						54,6	53,0	36,2	37,7	43,3	37	46
19	19.02.2003	52,0	45,7		51,6	32,4	58,8	57,8	43,1	41,5	47,8	42	53
20	20.02.2003				39,5	23,8	39,3	35,7	29,2	30,0	34,5	32	40
21	21.02.2003	51,9	46,6		52,8	28,8	45,6	42,9	39,2	41,5	47,8	44	55
22	22.02.2003				49,5	33,2	45,7	42,9	41,5	39,2	45,1	44	55
23	23.02.2003	72,5	65,4		74,0	49,1	64,0	63,6	60,0	54,6	62,8	62	78
24	24.02.2003				77,4	55,3	73,6	74,4	59,2	58,5	67,2	64	80
25	25.02.2003	69,4	62,7		68,6	34,2	65,4	65,2	53,1	54,6	62,8	56	70
26	26.02.2003				91,4	46,0	86,5	89,1	72,3	70,8	81,4	74	93
27	27.02.2003	111,9	103,4		100,5	52,3			93,8	86,9	100,0	94	118
28	28.02.2003								85,4	82,3	94,7	88	110
29	01.03.2003	51,7	44,6		53,8	30,3			45,4	40,8	46,9	49	61
30	02.03.2003								13,1	14,6	16,8	18	22
31	03.03.2003	22,1	25,5		24,5	18,7			18,5	18,5	21,2	23	29
32	04.03.2003						45,0	42,2	37,7	30,0	34,5	40	50
33	05.03.2003	51,0	51,8		50,2	29,4	48,4	46,1	40,0	33,1	38,0	44	55
34	06.03.2003						37,4	33,6	26,2	22,3	25,7	31	39
35	07.03.2003	45,5	40,0		41,0	48,3	42,1	38,9	30,8			35	44
36	08.03.2003						28,3	23,4	20,8	22,3	25,7	23	29
37	09.03.2003	25,0	22,3		21,5	6,4	23,6	18,0	17,7	19,2	22,1	20	25
38	10.03.2003						25,9	20,6	20,0	23,1	26,5	22	28
39	11.03.2003	42,6	41,3		40,0	11,8	41,7	38,4	33,8	32,3	37,2	34	43
40	12.03.2003						20,3	14,3	13,8	13,1	15,0	14	17
41	13.03.2003	17,2	18,7	12,3	14,4	5,7	21,6	15,7	11,5	12,3	14,2	12	15
42	14.03.2003						24,1	18,6	14,6	13,1	15,0	14	17
43	15.03.2003	26,7	33,2	22,3	26,4	17,4	31,7	27,2	20,0	20,8	23,9	22	27
44	16.03.2003						36,4	32,5	27,7	29,2	33,6	30	38
45	17.03.2003	43,2	48,6	39,4	42,9	27,0	42,5	39,4	35,4	34,6	39,8	38	48
46	18.03.2003						42,0	38,8	33,1	30,0	34,5	34	42
47	19.03.2003	35,4	34,4	29,6	34,3	14,0	34,2	30,0	26,2	24,6	28,3	27	34
48	20.03.2003						68,0	68,2	59,2	51,5	59,3	61	76
49	21.03.2003	48,2	46,6	42,4	46,9	29,5	53,0	51,2	41,5	34,6	39,8	42	52
50	22.03.2003						36,5	32,6	23,1	21,5	24,8	22	27
51	23.03.2003	30,5	32,4	24,7	29,2	10,7	31,0	26,3	20,8	23,1	26,5	24	30
52	24.03.2003						52,6	50,8	39,2	39,2	45,1	42	52
53	25.03.2003	74,7	74,3	68,9	74,6	29,6	80,4	82,1	68,5	56,9	65,5	65	81
54	26.03.2003						46,7	44,1	41,5	31,5	36,3	43	54
55	27.03.2003	49,1	51,8	46,0	47,2	41,8	52,8	51,0	41,5			45	56
56	28.03.2003						58,8	57,8	43,8			46	58
57	29.03.2003	56,4	64,2	52,1	50,7	28,7	58,4	57,3	49,2			50	63
58	30.03.2003						60,0	59,1	51,5			54	67
59	31.03.2003	28,8	35,3	22,5	24,3	10,9	29,7	24,9	23,1	20,0	23,0	23	29

STIMES - PM10 - AG
Zusammenstellung der Messdaten - Berichtsversion
Messort: HLUK - Demo/Wiesbaden-Süd

Nr.	Datum	PM10 / 24 h											
		µg/m³											
		SEQ 1 TN13 QF	SEQ 2 TN14 QF	SEQ 3 TN15 CN3	SEQ 4 TN16 QF	SEQ-OPT 1 TN28	OPT107 1A TN29	OPT107 1B TN49 K. SEQ	FH62I-R/T _a 1 TN21	FH62I-R 1A TN22	FH62I-R 1B TN42 F 1,15	FH62I-R 2A TN23	FH62I-R 2B TN43 F 1,25
60	01.04.2003						33,3	29,0	24,6	23,8	27,4	26	33
61	02.04.2003	10,3	8,3	6,7	8,4	4,4	12,8	5,8	7,7	7,7	8,8	7	9
62	03.04.2003						20,7	14,8	16,2	15,4	17,7	17	21
63	04.04.2003	23,4	22,1	19,2	21,0	7,1	26,0	20,7	19,2	18,5	21,2	20	25
64	05.04.2003						32,2	27,7	25,4	24,6	28,3	25	31
65	06.04.2003	19,4	16,1	14,9	17,6	5,1	24,0	18,5	19,2	15,4	17,7	17	21
66	07.04.2003						19,7	13,6	13,1	11,5	13,3	11	14
67	08.04.2003	24,7	21,2	19,2	20,5	6,1	27,2	22,1	17,7	16,9	19,5	18	23
68	09.04.2003						30,1	25,4	18,5	17,7	20,3	20	25
69	10.04.2003	42,1	37,3	34,1	37,7	21,8	51,8	49,9	32,3	29,2	33,6	36	45
70	11.04.2003						50,7	48,6	37,7	30,8	35,4	40	50
71	12.04.2003	47,7	47,4	41,2	43,0	38,8	48,7	46,4	36,9	31,5	36,3	39	49
72	13.04.2003						43,1	40,0	33,1	30,0	34,5	34	42
73	14.04.2003	41,7	42,8	35,9	39,0	30,5	49,7	47,5	33,8	31,5	36,3	33	41
74	15.04.2003						41,6	38,3	29,2	30,0	34,5	30	38
75	16.04.2003	42,4	41,4	35,4	39,2	16,8	47,0	44,4	34,6	33,8	38,9	32	40
76	17.04.2003						49,0	46,7	33,1	31,5	36,3	30	38
77	18.04.2003	23,6	19,4	18,7	21,3	11,8	28,2	23,2	18,5	17,7	20,3	19	24
78	19.04.2003						23,7	18,1	16,9	16,2	18,6	17	21
79	20.04.2003	25,7	24,1	23,6	30,1	22,2	28,2	23,2	20,8	20,0	23,0	22	27
80	21.04.2003						35,1	31,0	30,8	30,8	35,4	32	40
81	22.04.2003	31,4	29,1	29,2	28,5	22,7	33,5	29,2	23,1	22,3	25,7	26	33
82	23.04.2003						52,5	50,6	42,3	37,7	43,3	43	54
83	24.04.2003	41,5	39,7	38,4	37,6	20,8	38,4	34,7	34,6	35,4	40,7	37	46
84	25.04.2003						44,4	41,5	38,5	43,1	49,5	37	46
85	26.04.2003	28,3	31,1	23,9	23,1	11,1	28,5	23,6	23,8	21,5	24,8	23	29
86	27.04.2003						17,8	11,5	11,5	11,5	13,3	12	15
87	28.04.2003	29,2	24,1	20,5	24,0	9,6	27,6	22,5	20,0	19,2	22,1	21	26
88	29.04.2003						19,7	13,6	13,8	13,1	15,0	16	20
89	30.04.2003	19,6	18,3	15,2	17,8	15,7	21,7	15,9	18,5	16,2	18,6	18	23
90	01.05.2003						16,9	10,5	11,5	11,5	13,3	13	16
91	02.05.2003	17,8	16,9	14,7	16,0	6,3	18,8	12,6	14,6	13,8	15,9	14	18
92	03.05.2003						15,9	9,3	11,5	10,8	12,4	12	15
93	04.05.2003	17,8	17,7	13,6	16,2	5,2	16,4	9,9	13,8	13,8	15,9	14	17
94	05.05.2003						32,2	27,7	26,9	27,7	31,8	30	37
95	06.05.2003	37,9	38,2	38,8	33,5	34,4	42,7	39,6	31,5	29,2	33,6	33	41
96	07.05.2003						25,2	19,8	13,1	15,4	17,7	18	22
97	08.05.2003	35,4	33,2	31,9	30,7	15,9	36,9	33,0	28,5	29,2	33,6	30	38
98	09.05.2003						34,8	30,7					
99	10.05.2003	32,1	38,8	41,9	30,3	47,0	39,2	35,6					
100	11.05.2003						23,9	18,4					
101	12.05.2003	16,0	17,8	19,0	16,4	6,2	19,8	13,7	10,0	10,8	12,4	15	19
102	13.05.2003						14,2	7,4	9,2	9,2	10,6	10	12
103	14.05.2003	11,1	9,6	13,2	10,7	7,3	14,2	7,4	7,7			10	12
104	15.05.2003						21,3	15,4	11,5	13,1	15,0	14	17
105	16.05.2003	19,8	19,0	20,3	19,5	10,4	21,7	15,9	13,8	14,6	16,8	17	21
106	17.05.2003						21,6	15,8	14,6	15,4	17,7	18	23
107	18.05.2003	14,0	13,0	17,9	11,8	19,9	17,2	10,8	10,8	11,5	13,3	13	16
108	19.05.2003						10,5	3,2	5,4	5,4	6,2	6	8
109	20.05.2003	14,1	12,7	14,7	10,1	5,2	14,8	8,1	9,2	9,2	10,6	10	12
110	21.05.2003						16,5	10,0	9,2	9,2	10,6	10	12
111	22.05.2003	14,7	15,1	14,0	11,7	25,2	19,4	13,3	10,0	10,8	12,4	16	20
112	23.05.2003						24,9	19,5	16,9	20,0	23,0	18	23
113	24.05.2003	23,8		26,7	22,3	10,6	25,9	20,6	21,5	23,8	27,4	27	34
114	25.05.2003						15,5	8,9	10,0	10,0	11,5	10	12
115	26.05.2003	15,4		15,0	13,0	9,9	21,1	15,2	11,5	12,3	14,2	14	18
116	27.05.2003						24,4	18,9	16,2	18,5	21,2	18	23
117	28.05.2003	21,8	21,3	23,9	19,4	9,6	24,9	19,5	17,7	19,2	22,1	19	24
118	29.05.2003						25,8	20,5	19,2	22,3	25,7	22	27
119	30.05.2003	28,3	27,7	30,5	26,4	13,7	29,0	24,1	25,4	27,7	31,8	27	34
120	31.05.2003						34,6	30,4	27,7	31,5	36,3	39	49

STIMES - PM10 - AG
Zusammenstellung der Messdaten - Berichtsversion
Messort: HLUG - Demo/Wiesbaden-Süd

Nr.	Datum	PM10 / 24 h µg/m³											
		SEQ 1 TN13 QF	SEQ 2 TN14 QF	SEQ 3 TN15 CN3	SEQ 4 TN16 QF	SEQ-OPT 1 TN28	OPT107 1A TN29	OPT107 1B TN49 K. SEQ	FH62I-R/T _a 1 TN21	FH62I-R 1A TN22	FH62I-R 1B TN42 F 1,15	FH62I-R 2A TN23	FH62I-R 2B TN43 F 1,25
121	01.06.2003	20,9	23,2	32,3	20,0		31,7	27,2	20,8	23,1	26,5	24	30
122	02.06.2003						26,3	21,1	19,2	22,3	25,7	23	29
123	03.06.2003	24,5	25,1	25,4	23,6	16,5	28,0	23,0	21,5	23,8	27,4	24	30
124	04.06.2003						30,0	25,3	22,3	24,6	28,3	25	31
125	05.06.2003	21,4	20,8	22,7	21,9	12,9	27,8	22,8	21,5	23,1	26,5	22	27
126	06.06.2003						28,9	24,0	17,7	23,1	26,5	23	29
127	07.06.2003	27,7	29,3	27,9	25,9	19,0	30,8	26,2	25,4	28,5	32,7	29	36
128	08.06.2003						27,5	22,4	21,5	24,6	28,3	26	33
129	09.06.2003	13,2	11,9	9,6	10,3	4,9	14,5	7,8	9,2	10,8	12,4	10	12
130	10.06.2003						23,6	18,0	16,9	20,0	23,0	21	26
131	11.06.2003		17,4	14,9	16,6	16,0	21,5	15,7	14,6	17,7	20,3	17	21
132	12.06.2003						28,5	23,6	21,5	24,6	28,3	27	34
133	13.06.2003	26,8	26,7	27,0	25,6	18,5	30,9	26,3	25,4	26,9	31,0	27	34
134	14.06.2003						26,1	20,9	19,2	22,3	25,7	26	32
135	15.06.2003	22,9	21,2	20,3	21,9	12,7	24,1	18,6	18,5	20,8	23,9	22	27
136	16.06.2003						19,9	13,9	13,1	15,4	17,7	15	19
137	17.06.2003	26,3	23,6	24,5	22,8		38,1	34,4	22,3	23,8	27,4	25	31
138	18.06.2003								23,8	26,9	31,0	30	37
139	19.06.2003	12,7	14,9	12,9	12,2	8,8	19,6	13,5	12,3	13,8	15,9	14	17
140	20.06.2003						19,2	13,1	13,8	13,8	15,9	14	18
141	21.06.2003	18,1	21,0	17,2	18,0	7,3	21,2	15,3	15,4	18,5	21,2	18	23
142	22.06.2003						22,9	17,2	19,2	20,8	23,9	21	26
143	23.06.2003	25,4	22,8	21,4	23,6	7,5	27,6	22,5	22,3	22,3	25,7	24	30
144	24.06.2003						23,5	17,9	16,9	20,8	23,9	19	24
145	25.06.2003	23,0	20,2	19,9	21,7	9,4	28,7	23,8	20,0	23,1	26,5	22	27
146	26.06.2003						24,6	19,2	16,2	16,2	18,6	16	20
147	27.06.2003	27,4	23,9	22,1	22,2	11,6	30,8	26,2	21,5	23,1	26,5	24	30
148	28.06.2003						44,5	41,6	30,8	35,4	40,7	36	45
149	29.06.2003	28,6	24,5	27,6	24,7	20,6	29,3	24,5	23,8	27,7	31,8	28	35
150	30.06.2003						26,4	21,2	31,5	31,5	36,3	36	45
151	01.07.2003	14,7	13,0	13,8	12,8	10,9	20,5	14,5	13,8	13,8	15,9	16	20
152	02.07.2003						15,2	8,5	9,2	8,5	9,7	10	12
153	03.07.2003	12,0	6,8	9,6	8,4	5,3	14,4	7,6	8,5	9,2	10,6	10	13
154	04.07.2003						18,4	12,2	12,3	11,5	13,3	14	18
155	05.07.2003	23,9	20,7	24,8	20,0	22,2	28,6	23,7	20,0	20,8	23,9	24	30
156	06.07.2003						26,4	21,2	17,7	20,0	23,0	22	27
157	07.07.2003	22,7	21,2	23,8	19,9	14,7	27,3	22,2	18,5	19,2	22,1	22	27
158	08.07.2003						26,3	21,1	31,5	33,1	38,0	31	39
159	09.07.2003	25,7	23,2		24,5	22,6	26,9	21,8	25,4	23,8	27,4	27	34
160	10.07.2003						24,0	18,5	20,0	16,9	19,5	18	23
161	11.07.2003	25,4	21,4		23,3	6,5	25,8	20,5	20,8	21,5	24,8	22	28
162	12.07.2003						19,6	13,5	14,6	15,4	17,7	16	20
163	13.07.2003	17,6	14,5		16,1	3,4	19,5	13,4	15,4	16,2	18,6	14	18
164	14.07.2003						25,6	20,3	16,9	15,4	17,7	18	22
165	15.07.2003												
166	16.07.2003												
167	17.07.2003	16,0	14,9		13,6	7,1	19,8	13,7	13,1	13,1	15,0	13	16
168	18.07.2003						23,4	17,8	16,9	15,4	17,7	18	22
169	19.07.2003	19,4			17,7	2,4	21,8	16,0	16,2	17,7	20,3	18	22
170	20.07.2003						23,9	18,4	19,2	20,0	23,0	23	29
171	21.07.2003	19,9			18,3		24,0	18,5	19,2	20,8	23,9	22	28
172	22.07.2003						25,7	20,4	20,8	20,8	23,9	23	29
173	23.07.2003	26,3	26,0	29,6	24,9		29,4	24,6	24,6	27,7	31,8	27	34
174	24.07.2003						28,9	24,0	20,8	22,3	25,7	25	31
175	25.07.2003	16,3	13,8	23,2	13,5		22,2	16,4	15,4	16,2	18,6	15	19
176	26.07.2003						19,2	13,1	13,8	13,8	15,9	18	23
177	27.07.2003	11,4	9,7	17,2	8,8		14,7	8,0	10,8	10,8	12,4	11	14
178	28.07.2003						14,4	7,6	8,5	7,7	8,8	9	11
179	29.07.2003	18,1	17,4	12,7	16,6		19,7	13,6	16,2	16,9	19,5	17	21
180	30.07.2003						27,2	22,1	19,2	20,0	23,0	21	26
181	31.07.2003	22,7	23,4	15,0	21,2		27,0	21,9	20,8	20,8	23,9	26	33

STIMES - PM10 - AG
Zusammenstellung der Messdaten - Berichtsversion
Messort: HLUG - Demo/Wiesbaden-Süd

Nr.	Datum	PM10 / 24 h											
		µg/m³											
		SEQ 1 TN13 QF	SEQ 2 TN14 QF	SEQ 3 TN15 CN3	SEQ 4 TN16 QF	SEQ-OPT 1 TN28	OPT107 1A TN29	OPT107 1B TN49 K. SEQ	FH62I-R/T _a 1 TN21	FH62I-R 1A TN22	FH62I-R 1B TN42 F 1,15	FH62I-R 2A TN23	FH62I-R 2B TN43 F 1,25
182	01.08.2003						32,0	27,5	24,6	26,9	31,0	27	34
183	02.08.2003	29,4	28,3	33,9	28,5		34,7	30,6	26,9	30,0	34,5	29	36
184	03.08.2003						39,1	35,5	35,4	36,9	42,5	36	45
185	04.08.2003			25,6			43,5	40,5	36,2				
186	05.08.2003						41,2	37,9	30,8				
187	06.08.2003	35,9	33,9	53,9	34,5		42,8	39,7	33,1	33,8	38,9	34	42
188	07.08.2003						42,5	39,4	33,8	35,4	40,7	36	45
189	08.08.2003	51,1	48,3	39,9	49,8		55,4	53,9	43,8	47,7	54,8	49	61
190	09.08.2003						49,2	46,9	43,8	46,2	53,1	48	60
191	10.08.2003	38,6	35,5	40,1	36,4		39,7	36,2	36,2	37,7	43,3	36	45
192	11.08.2003						45,9	43,2	34,6	36,9	42,5	36	45
193	12.08.2003	40,1	37,4	41,3	37,1		41,1	37,8	36,2	36,9	42,5	37	46
194	13.08.2003						46,2	43,5	40,0	42,3	48,7	42	52
195	14.08.2003	37,9	32,7	41,9	32,9		40,0	36,5	36,2	36,2	41,6	34	43
196	15.08.2003						21,8	16,0	13,8	20,0	23,0	14	18
197	16.08.2003	33,5	30,1	35,5	22,2				22,3	22,3	25,7	23	29
198	17.08.2003						26,0	20,7	21,5	20,8	23,9	24	30
199	18.08.2003	15,8	12,0	19,6	10,4		18,5	12,3	13,1	16,2	18,6	14	17
200	19.08.2003						27,8	22,8	17,7	20,0	23,0	19	24
201	20.08.2003	29,9	24,0	32,1	22,9		34,1	29,9	23,8	23,8	27,4	26	32
202	21.08.2003						33,6	29,3	23,8	25,4	29,2	26	33
203	22.08.2003	19,6	16,8	21,8	23,5		24,2	18,7	16,2	16,9	19,5		
204	23.08.2003						18,3	12,0	10,8	13,1	15,0		
205	24.08.2003	19,2	14,4	22,3	13,5		23,8	18,3	13,8	16,2	18,6		
206	25.08.2003						24,2	18,7	15,4	15,4	17,7	16	20
207	26.08.2003	27,9	23,8	27,4	20,9		28,1	23,1	20,0	20,8	23,9	22	28
208	27.08.2003						25,1	19,7	16,2	16,2	18,6	18	23
209	28.08.2003	31,6	28,3	35,0			37,6	33,8	27,7	26,9	31,0	28	35
210	29.08.2003						19,5	13,4	14,6	13,1	15,0	14	18
211	30.08.2003	17,6	15,5	20,1			21,8	16,0	10,8	13,1	15,0	18	22
212	31.08.2003						13,7	6,9	12,3	10,0	11,5	10	13
213	01.09.2003	15,4	13,4	17,2			16,1	9,6	10,0	11,5	13,3	13	16
214	02.09.2003						25,2	19,8	11,5	12,3	14,2	12	15
215	03.09.2003	17,0	16,5	15,8	14,9				12,3	12,3	14,2	13	16
216	04.09.2003						19,9	13,9	16,2	16,2	18,6	16	20
217	05.09.2003	23,0	18,4	18,5	18,8		20,7	14,8	15,4	16,2	18,6	17	21
218	06.09.2003						25,6	20,3	24,6	20,8	23,9	24	30
219	07.09.2003	24,5	21,7	25,2	19,2		28,0	23,0	18,5	18,5	21,2	22	28
220	08.09.2003						17,2	10,8	10,8	12,3	14,2	14	17
221	09.09.2003	23,8	17,7	22,7	20,0		22,9	17,2	19,2	18,5	21,2	20	25
222	10.09.2003						23,6	18,0	15,4	16,9	19,5	20	25
223	11.09.2003	14,7	12,2	13,8	13,0		15,1	8,4	8,5	10,0	11,5	10	13
224	12.09.2003						23,8	18,3	17,7	20,0	23,0	22	27
225	13.09.2003	25,0	17,7	22,7	19,4		24,4	18,9	16,2	18,5	21,2	21	26
226	14.09.2003						14,0	7,2	10,0	10,8	12,4	11	14
227	15.09.2003	28,3	24,9	25,9	24,4		29,1	24,2	21,5	23,1	26,5	26	32
228	16.09.2003						38,0	34,3	28,5	30,0	34,5	34	42
229	17.09.2003	37,5	38	39,7	37,2		42,5	39,4	33,1	35,4	40,7	38	47
230	18.09.2003						45,0	42,2	34,6	36,2	41,6	39	49
231	19.09.2003	35,2	34,1	38,1	34,4		37,1	33,3	30,0	31,5	36,3	35	44
232	20.09.2003						38,2	34,5	32,3	33,8	38,9	38	47
233	21.09.2003	31,0	25,8	29,7	29,0		30,2	25,5	23,8	26,9	31,0	29	36
234	22.09.2003						35,9	31,9	26,2	26,9	31,0	30	38
235	23.09.2003	17,6	12,5	12,7	13,2		16,7	10,2	12,3	13,1	15,0	14	17
236	24.09.2003						21,8	16,0	13,1	13,8	15,9	15	19
237	25.09.2003	21,6	17,7	18,1	18,4		22,3	16,6	15,4	14,6	16,8	15	19
238	26.09.2003						28,9	24,0	20,0	22,3	25,7	24	30
239	27.09.2003	36,3	36,3	41,0	32,8		35,2	31,1		28,5	32,7	32	40
240	28.09.2003						32,8	28,4		24,6	28,3	27	34
241	29.09.2003	16,7	14,9	15,4	14,0		17,6	11,3	11,5	12,3	14,2	14	17
242	30.09.2003								15,4	12,3	14,2	15	19

STIMES - PM10 - AG

Zusammenstellung der Messdaten - Berichtsversion

Messort: HLUK - Demo/Wiesbaden-Süd

Nr.	Datum	PM10 / 24 h µg/m³						PM2,5/24h µg/m³	PM1/24h µg/m³
		FH62I-N 1 TN24	FH62I-N 2 TN25	TEOM SES 1A TN26	TEOM SES 1B TN46 F 1,25	TEOM 50 1A TN27	TEOM 50 1B TN47 F 1,2	OPT107	OPT107
1	01.02.2003	13,1				16,8	20,2		
2	02.02.2003	15,4		18	22	16,5	19,8		
3	03.02.2003	6,2		5	6	7,1	8,5		
4	04.02.2003	13,8		17	21	16,6	20,0		
5	05.02.2003	9,2		14	17	13,9	16,7		
6	06.02.2003	13,1		17	21	17,1	20,5		
7	07.02.2003	20,0	24,9	25	31	22,6	27,1		
8	08.02.2003	20,8	30,6	30	37	24,3	29,1		
9	09.02.2003	20,8	29,6	26	32	21,7	26,0		
10	10.02.2003	30,8	39,2	39	49	33,7	40,5		
11	11.02.2003	40,8	45,6	46	57	41,8	50,1		
12	12.02.2003	34,6	36,5	35	44	37,0	44,4		
13	13.02.2003	34,6	38,3	36	45	38,7	46,5		
14	14.02.2003	33,1	35,3	34	42	36,0	43,2		
15	15.02.2003	22,3	27,4	25	31	25,7	30,9		
16	16.02.2003	10,8	10,1	11	14	12,6	15,1		
17	17.02.2003	23,1	26,4	23	29	28,2	33,8		
18	18.02.2003	32,3	36,3	35	44	35,7	42,9	35,1	29,1
19	19.02.2003	33,8	41,9	38	47	37,8	45,3	42,7	35,8
20	20.02.2003	24,6	29,7	28	35	26,6	31,9	31,5	25,6
21	21.02.2003	36,2	39,7	41	51	39,9	47,9	36,5	29,7
22	22.02.2003	33,8	38,7	39	49	34,9	41,9	41,4	34,9
23	23.02.2003	44,6	59,1	58	73	45,2	54,2	59,0	51,6
24	24.02.2003	45,4	62,7	54	68	45,8	55,0	58,6	51,2
25	25.02.2003	45,4	53,4	48	60	48,8	58,5	47,9	41,5
26	26.02.2003	59,2	68,8	68	85	62,0	74,4	62,9	55,5
27	27.02.2003	72,3	89,7	84	105	73,2	87,9		
28	28.02.2003	64,6	84,9	69	86	66,2	79,4		
29	01.03.2003	33,8	43,7	31	39	29,4	35,3		
30	02.03.2003	8,5	14,4	11	14	6,0	7,2		
31	03.03.2003	15,4	19,5	17	21	13,5	16,2	32,7	27,8
32	04.03.2003	24,6	36,1	32	40	26,2	31,4	38,5	32,6
33	05.03.2003	25,4	41,6	34	43	28,4	34,1	40,4	34,3
34	06.03.2003	16,9	28,9	21	26	18,4	22,1	33,0	27,2
35	07.03.2003	23,1	33,2	27	34	24,8	29,8	34,8	28,6
36	08.03.2003	18,5	21,4	18	23	19,9	23,9	22,0	15,8
37	09.03.2003	16,9	17,3	18	23	19,0	22,7	16,8	9,9
38	10.03.2003	19,2	21,2	24	30	24,3	29,2	16,6	11,3
39	11.03.2003	28,5	32,2	33	41	34,4	41,2	24,4	18,4
40	12.03.2003	13,8	15,4	14	18	12,8	15,3	16,7	12,0
41	13.03.2003	10,8	11,8	13	16	12,5	15,0	14,8	9,7
42	14.03.2003	13,8	12,9	14	18	16,4	19,7	13,7	9,6
43	15.03.2003	20,0	21,9	23	29	21,3	25,6	28,3	23,6
44	16.03.2003	24,6	26,9	30	37	26,1	31,3	32,3	27,4
45	17.03.2003	26,9	35,5	34	42	28,7	34,4	35,6	29,8
46	18.03.2003	24,6	34,5	26	32	26,2	31,4	32,1	26,1
47	19.03.2003	20,8	26,3	22	27	22,1	26,5	22,9	17,8
48	20.03.2003	40,8	56,7	50	62	41,1	49,3	55,8	47,5
49	21.03.2003	27,7	39,3	28	35	29,0	34,8	40,7	33,9
50	22.03.2003	21,5	22,5	14	18	22,7	27,2	20,0	14,9
51	23.03.2003	19,2	22,4	22	27	22,3	26,8	21,2	16,3
52	24.03.2003	33,8	37,8	38	48	38,5	46,2	30,1	24,4
53	25.03.2003	53,8	65,1	58	73	56,9	68,3	47,2	38,5
54	26.03.2003	25,4	40,0	29	36	22,8	27,4	39,8	32,6
55	27.03.2003	28,5	40,8	34	42	29,3	35,2	41,3	32,1
56	28.03.2003	34,6	41,4	38	47	36,3	43,6	40,9	32,2
57	29.03.2003	33,8	48,6	39	49	34,8	41,8	46,3	38,2
58	30.03.2003	35,4	50,7	43	54	32,9	39,5	49,9	41,1
59	31.03.2003	17,7	18,2	11	14	16,3	19,5	22,1	15,7

STIMES - PM10 - AG

Zusammenstellung der Messdaten - Berichtsversion

Messort: HLUK - Demo/Wiesbaden-Süd

Nr.	Datum	PM10 / 24 h µg/m³						PM2,5/24h µg/m³	PM1/24h µg/m³
		FH62I-N 1 TN24	FH62I-N 2 TN25	TEOM SES 1A TN26	TEOM SES 1B TN46 F 1,25	TEOM 50 1A TN27	TEOM 50 1B TN47 F 1,2	OPT107	OPT107
60	01.04.2003	20,8	25,8	18	22	23,2	27,9	18,8	12,8
61	02.04.2003	6,9	5,8	5	6	4,4	5,2	11,8	8,1
62	03.04.2003	16,2	14,6	15	19	15,6	18,7	15,6	9,5
63	04.04.2003	16,9	18,5	18	23	20,3	24,4	17,7	10,8
64	05.04.2003	23,1	24,2	21	26	25,5	30,6	25,4	17,7
65	06.04.2003	16,9	16,6	14	18	20,5	24,6	13,9	7,9
66	07.04.2003	10,8	10,9	10	13	15,3	18,4	9,4	5,6
67	08.04.2003	16,2	16,8	14	17	19,7	23,6	12,4	8,4
68	09.04.2003	16,2	17,6	14	18	19,0	22,8	16,6	12,3
69	10.04.2003	23,8	31,0	27	34	28,0	33,6	32,4	27,8
70	11.04.2003	22,3	37,9	29	36	24,4	29,3	44,6	40,0
71	12.04.2003	25,4	36,7	30	38	29,2	35,0	39,8	34,5
72	13.04.2003	23,8	34,4	27	34	25,9	31,1	36,2	31,1
73	14.04.2003	28,5	28,3	29	36	36,8	44,2	34,1	28,7
74	15.04.2003	29,2	29,0	27	34	35,2	42,3	23,7	18,8
75	16.04.2003	34,6	32,7	34	43	43,6	52,3	22,6	17,6
76	17.04.2003	33,1	34,0	32	40	41,4	49,6	22,4	17,4
77	18.04.2003	17,7	18,2	18	22	21,9	26,3	16,8	12,6
78	19.04.2003	13,1	14,5	15	19	14,1	16,9	19,8	15,7
79	20.04.2003	16,2	19,0	22	27	19,5	23,4	24,6	20,7
80	21.04.2003	28,5	31,7	33	41	31,8	38,1	26,5	21,0
81	22.04.2003	20,8	28,1	25	31	21,1	25,3	26,9	21,9
82	23.04.2003	32,3	41,3	39	49	36,8	44,2	37,0	29,3
83	24.04.2003	31,5	34,8	35	44	34,6	41,5	29,6	23,4
84	25.04.2003	34,6	37,2	36	45	38,3	46,0	27,6	22,0
85	26.04.2003	20,0	25,2	22	27	22,7	27,2	18,9	14,3
86	27.04.2003	10,0	11,3	12	15	11,0	13,2	14,5	9,6
87	28.04.2003	18,5	17,6	21	26	22,6	27,1	15,7	10,4
88	29.04.2003	13,8	16,8	17	21	16,8	20,1	12,4	8,4
89	30.04.2003	13,8	16,8	17	21	14,7	17,6	16,0	11,6
90	01.05.2003	12,3	8,5	14	17	13,8	16,5	11,6	6,9
91	02.05.2003	13,1	14,1	14	18	17,2	20,6	12,0	7,7
92	03.05.2003	11,5	10,4	14	17	14,9	17,9	10,5	6,2
93	04.05.2003	12,3	12,2	14	18	15,5	18,6	11,0	7,0
94	05.05.2003	24,6	25,8	29	36	32,1	38,5	14,7	9,5
95	06.05.2003	31,5	35,4	34	42	26,2	31,4	35,0	28,3
96	07.05.2003		16,9	15	19	14,9	17,9	17,0	12,2
97	08.05.2003	26,9	24,1	30	37	30,3	36,3	22,4	17,2
98	09.05.2003		27,1			22,0	26,4	28,1	22,3
99	10.05.2003		33,0			20,3	24,3	34,8	28,5
100	11.05.2003		12,2			17,6	21,2	17,7	12,9
101	12.05.2003	10,8	14,9			15,1	18,1	12,9	8,7
102	13.05.2003	8,5	8,5			9,2	11,0	10,5	6,9
103	14.05.2003	7,7	8,7	10	12	11,2	13,5	11,1	7,6
104	15.05.2003	11,5	10,6	14	17	10,7	12,8	17,7	13,7
105	16.05.2003	13,1	15,2	15	19	13,5	16,2	15,4	11,5
106	17.05.2003	14,6	18,0	18	23	15,9	19,1	17,7	13,8
107	18.05.2003	9,2	8,5	12	15	13,1	15,7	13,5	9,5
108	19.05.2003	5,4	6,6	6	8	4,3	5,2	8,3	5,0
109	20.05.2003	10,0	9,5	10	13	11,6	13,9	9,9	5,8
110	21.05.2003	9,2	9,6	12	15	9,8	11,7	9,4	5,5
111	22.05.2003	10,8	13,4	14	17	12,2	14,6	15,8	11,4
112	23.05.2003	15,4	15,8	17	21	15,9	19,1	17,0	12,7
113	24.05.2003	20,8	23,9	26	32	25,4	30,4	16,3	11,1
114	25.05.2003	8,5	12,2	12	15	7,0	8,4	12,6	9,0
115	26.05.2003	11,5	13,2	15	19	12,4	14,9	17,1	13,2
116	27.05.2003	14,6	16,8	19	24	17,1	20,6	17,1	13,1
117	28.05.2003	17,7	18,6	20	25	20,4	24,4	16,1	12,0
118	29.05.2003	20,0	21,1	22	28	22,4	26,9	18,6	14,5
119	30.05.2003	24,6	26,4	27	34	30,1	36,1	19,5	15,1
120	31.05.2003	29,2	40,6	32	40	30,3	36,3	27,4	22,4

STIMES - PM10 - AG

Zusammenstellung der Messdaten - Berichtsversion

Messort: HLUK - Demo/Wiesbaden-Süd

Nr.	Datum	PM10 / 24 h µg/m³						PM2,5/24h µg/m³	PM1/24h µg/m³
		FH62I-N 1 TN24	FH62I-N 2 TN25	TEOM SES 1A TN26	TEOM SES 1B TN46 F 1,25	TEOM 50 1A TN27	TEOM 50 1B TN47 F 1,2	OPT107	OPT107
121	01.06.2003	20,0	23,9	24	30	22,5	27,0	25,3	20,8
122	02.06.2003	20,0	26,5	23	29	24,8	29,8	18,4	14,1
123	03.06.2003	22,3	19,1	25	31	25,0	30,1	19,3	14,7
124	04.06.2003	23,8	24,5	26	32	26,2	31,4	19,6	15,0
125	05.06.2003	21,5	23,8	24	30	23,4	28,1	19,4	15,0
126	06.06.2003	20,0	22,1	24	30	21,9	26,3	23,1	18,5
127	07.06.2003	24,6	28,3	29	36	28,1	33,7	23,5	19,2
128	08.06.2003	22,3	24,6	25	31	24,5	29,4	21,4	17,1
129	09.06.2003	8,5	9,3	10	12	10,3	12,4	10,2	6,3
130	10.06.2003	18,5	26,6	22	27	24,5	29,4	14,4	10,1
131	11.06.2003	16,2	16,5	16	20	15,7	18,8	15,7	11,5
132	12.06.2003	23,8	28,4	29	36	29,2	35,0	17,8	13,1
133	13.06.2003	24,6	27,5	30	38	25,9	31,1	23,0	17,5
134	14.06.2003	20,0	24,0	24	30	23,1	27,8	19,0	14,5
135	15.06.2003	24,6	21,2	23	29	20,8	25,0	19,0	14,8
136	16.06.2003	16,2	11,9	16	20	16,0	19,2	13,6	9,8
137	17.06.2003	24,6	25,6	26	32	29,1	34,9	17,2	12,7
138	18.06.2003	23,8	37,9	30	38	27,7	33,2		
139	19.06.2003	12,3	13,9	14	18	14,3	17,2	16,1	12,2
140	20.06.2003	13,1	11,1	16	20	16,6	19,9	12,8	8,9
141	21.06.2003	15,4	17,8	20	25	20,1	24,2	14,7	9,9
142	22.06.2003	17,7	20,2	22	28	22,7	27,3	16,9	12,8
143	23.06.2003	23,1	24,4	26	32	27,8	33,3	15,1	10,7
144	24.06.2003	17,7	17,4	22	27	22,2	26,6	15,1	10,7
145	25.06.2003	20,8	23,1	24	30	24,4	29,3	17,6	13,1
146	26.06.2003	16,2	16,5	18	23	20,1	24,1	13,1	8,8
147	27.06.2003	22,3	32,1	26	32	27,2	32,7	18,0	13,4
148	28.06.2003	31,5	36,6	38	47	39,8	47,8	34,4	27,8
149	29.06.2003	23,8	24,5	27	34	26,7	32,0	24,1	19,6
150	30.06.2003	32,3	39,0	34	42	34,8	41,8	25,0	20,0
151	01.07.2003	12,3	14,7	14	18	12,9	15,5	14,7	10,5
152	02.07.2003	9,2	10,1	11	14	12,5	15,0	10,2	6,3
153	03.07.2003	9,2	9,3	11	14	11,8	14,1	11,5	8,1
154	04.07.2003	11,5	14,0	15	19	16,5	19,8	16,4	12,8
155	05.07.2003	19,2	20,5	23	29	23,1	27,7	24,9	20,3
156	06.07.2003	22,3	20,5	22	28	21,9	26,3	23,0	17,8
157	07.07.2003	19,2	17,7	22	28	23,3	28,0	19,9	15,7
158	08.07.2003	29,2	32,3	32	40	33,3	39,9	26,7	22,1
159	09.07.2003	25,4	28,6	27	34	27,2	32,7	28,8	24,0
160	10.07.2003	17,7	14,7	18	22	17,8	21,4	17,0	13,1
161	11.07.2003	23,8	21,1	23	29	25,6	30,8	14,9	10,9
162	12.07.2003	15,4	14,8	19	24	15,4	18,5	13,4	9,0
163	13.07.2003	15,4	13,8	16	20	16,5	19,8	13,0	9,2
164	14.07.2003	19,2	17,4	19	24	23,0	27,5	11,0	6,9
165	15.07.2003								
166	16.07.2003								
167	17.07.2003	14,6	12,0	16	20	15,3	18,3	11,6	7,5
168	18.07.2003	18,5	16,6	19	24	23,4	28,1	11,5	7,3
169	19.07.2003	16,2	15,5	19	24	20,9	25,1	11,7	8,1
170	20.07.2003	20,0	19,8	22	28	26,8	32,2	14,2	10,5
171	21.07.2003	20,8	22,9	23	29	20,8	25,0	17,8	13,4
172	22.07.2003	23,8	20,1	23	29	22,4	26,8	17,4	13,1
173	23.07.2003	27,7	27,4	29	36	28,7	34,5	19,3	14,9
174	24.07.2003	22,3	23,8	22	28	25,4	30,5	15,9	11,8
175	25.07.2003	15,4	13,8	16	20	15,6	18,7	15,3	11,4
176	26.07.2003	13,8	16,5	16	20	16,2	19,4	15,5	11,7
177	27.07.2003	10,0	22,0	13	16	11,1	13,3	12,0	8,5
178	28.07.2003	8,5	19,5	11	14	9,4	11,3	8,4	5,0
179	29.07.2003	16,2	15,8	18	23	19,8	23,8	11,5	7,7
180	30.07.2003	20,0	22,3	22	28	24,9	29,9	14,9	10,6
181	31.07.2003	21,5	21,1	23	29	24,6	29,5	17,9	13,4

STIMES - PM10 - AG
Zusammenstellung der Messdaten - Berichtsversion

Messort: HLUK - Demo/Wiesbaden-Süd

Nr.	Datum	PM10 / 24 h µg/m³						PM2,5/24h µg/m³	PM1/24h µg/m³
		FH62I-N 1 TN24	FH62I-N 2 TN25	TEOM SES 1A TN26	TEOM SES 1B TN46 F 1,25	TEOM 50 1A TN27	TEOM 50 1B TN47 F 1,2	OPT107	OPT107
182	01.08.2003	24,6	24,6	28	35	30,5	36,6	19,5	15,3
183	02.08.2003	29,2	29,0	31	39			22,6	18,6
184	03.08.2003	34,6	37,0	38	48	43,7	52,4	28,7	24,5
185	04.08.2003	36,2	37,0			39,3	47,1	26,1	21,8
186	05.08.2003	29,2	29,4			34,0	40,8	19,8	15,7
187	06.08.2003	36,2	35,2	35	44	38,8	46,6	23,0	18,3
188	07.08.2003	36,9	34,2	37	46	38,8	46,6	22,2	16,9
189	08.08.2003	46,9	49,2	50	62	53,9	64,7	26,8	20,1
190	09.08.2003	45,4	46,5	49	61	51,2	61,4	32,7	26,4
191	10.08.2003	37,7	39,3	38	47	35,8	43,0	30,6	25,4
192	11.08.2003	38,5	37,8	38	48	41,6	50,0	23,9	19,0
193	12.08.2003	39,2	35,9	38	48	40,4	48,4	22,6	17,5
194	13.08.2003	41,5	42,2	42	53	43,1	51,8	28,0	22,5
195	14.08.2003	35,4	38,1	36	45	34,7	41,6	27,0	21,6
196	15.08.2003	15,4	13,8	16	20	16,2	19,4	10,6	6,2
197	16.08.2003	22,3	22,9	24	30	24,8	29,8	13,5	8,1
198	17.08.2003	21,5	22,7	24	30	28,1	33,8	14,2	9,4
199	18.08.2003	13,8	17,4	14	17	13,3	15,9	12,7	8,9
200	19.08.2003	17,7	15,7	20	25	16,0	19,3	21,7	16,7
201	20.08.2003	23,8	23,9	26	33	24,4	29,3	23,8	18,8
202	21.08.2003	29,2	24,7	27	34	28,2	33,9	20,3	15,8
203	22.08.2003	23,1	19,3			19,0	22,8	14,0	10,1
204	23.08.2003	16,2	12,0			14,2	17,0	12,6	9,0
205	24.08.2003	16,2	13,8			12,7	15,3	17,8	13,1
206	25.08.2003	16,2	14,7	16	20	17,3	20,7	11,0	6,7
207	26.08.2003	23,1	22,0	23	29	26,4	31,7	13,1	8,5
208	27.08.2003	16,9	19,4	18	22	16,7	20,0	16,2	11,7
209	28.08.2003	26,9	29,4	28	35	30,6	36,7	22,2	17,3
210	29.08.2003	13,8	12,8	14	17	10,8	13,0	16,3	12,3
211	30.08.2003	11,5	13,1	14	18	12,5	15,0	19,7	15,5
212	31.08.2003	10,8	7,5	11	14	10,4	12,4	11,1	7,0
213	01.09.2003	10,0	8,5	13	16	11,2	13,4	12,5	8,6
214	02.09.2003	25,4	12,3	13	16	11,2	13,5	20,2	15,1
215	03.09.2003	14,6	12,4	14	18	14,8	17,8		
216	04.09.2003	16,2	16,1	17	21	15,9	19,1	12,5	8,7
217	05.09.2003	14,6	14,9	17	21	16,3	19,6	10,9	7,1
218	06.09.2003	20,0	25,1	23	29	21,1	25,4	16,2	12,1
219	07.09.2003	15,4	19,5	18	23	14,6	17,5	24,5	20,3
220	08.09.2003	10,0	10,2	11	14	11,2	13,4	14,1	10,3
221	09.09.2003	16,9	16,7	20	25	19,6	23,6	16,9	12,8
222	10.09.2003	14,6	17,8	18	22	15,6	18,7	17,4	13,0
223	11.09.2003	9,2	9,4	14	17	11,6	13,9	11,2	7,5
224	12.09.2003	19,2	17,9	23	29	21,3	25,6	18,0	13,2
225	13.09.2003	16,2	18,9	19	24	16,4	19,7	20,1	15,0
226	14.09.2003	11,5	10,4	13	16	11,6	13,9	11,0	6,5
227	15.09.2003	20,8	20,7	26	32	24,1	28,9	21,3	17,0
228	16.09.2003	27,7	31,1	34	42	30,8	36,9	27,7	23,0
229	17.09.2003	33,1	36,6	38	47	33,0	39,6	31,3	26,0
230	18.09.2003	36,2	36,5	38	48	36,2	43,4	29,3	24,2
231	19.09.2003	31,5	31,7	34	43	32,4	38,9	23,4	18,8
232	20.09.2003	32,3	32,5	37	46	35,4	42,5	24,4	19,7
233	21.09.2003	24,6	25,1	28	35	25,2	30,2	20,9	16,7
234	22.09.2003	26,9	27,7	28	35	28,9	34,6	21,1	16,5
235	23.09.2003	13,8	11,3	14	17	10,9	13,1	10,4	6,4
236	24.09.2003	13,8	12,5	16	20	14,1	16,9	15,0	10,3
237	25.09.2003	13,8	15,3	15	19	17,0	20,5	10,0	5,7
238	26.09.2003	21,5	21,8	25	31	24,2	29,0	14,3	9,8
239	27.09.2003		30,2	31	39	26,4	31,7	26,5	21,2
240	28.09.2003		22,4	25	31	19,8	23,8	27,3	22,4
241	29.09.2003	16,2	11,4	12	15	10,7	12,9	13,8	9,9
242	30.09.2003	26,9				12,1	14,5		

STIMES - PM10 - AG
Zusammenstellung der Messdaten
Messort: HLUG - Demo/Wiesbaden-Süd

Nr.	Datum	meteorologische Parameter									
		p _{mittel}	T _{mittel}	r.F. mittel	v _{mittel}	Sonne	bewölkt	trocken	Regen	Nebel	Schnee
		mbar	°C	%	m/s						
1	01.02.2003	1021	-3,1	74,1	1,2			x			
2	02.02.2003	1011	0,0	89,3	1,1				x		x
3	03.02.2003	996	3,4	87,9	1,4				x		
4	04.02.2003	995	1,1	74,8	0,9		x	x			
5	05.02.2003	1003	2,0	74,5	1,6	x					x
6	06.02.2003	1017	1,0	70,2	1,2		x	x			
7	07.02.2003	1023	0,5	83,8	0,6		x	x			
8	08.02.2003	1024	3,1	87,8	0,5		x	x			
9	09.02.2003	1022	2,7	81,7	1,3	x	x				
10	10.02.2003	1025	-1,2	77,9	1,1	x					
11	11.02.2003	1029	-2,4	83,6	1,3					x	
12	12.02.2003	1030	-1,9	69,3	1,5	x	x				
13	13.02.2003	1027	-1,1	54,9	2,0	x					
14	14.02.2003	1028	-1,0	47,1	1,3	x					
15	15.02.2003	1032	-2,3	68,6	1,5	x					
16	16.02.2003	1034	-0,8	57,9	3,3	x					
17	17.02.2003	1035	-1,5	57,2	3,1	x					
18	18.02.2003	1029	-1,2	52,7	1,6	x					
19	19.02.2003	1022	-0,1	60,9	2,1	x					
20	20.02.2003	1017	1,1	65,5	1,2	x					
21	21.02.2003	1022	1,3	69,0	0,9	x					
22	22.02.2003	1027	2,5	67,6	1,2	x					
23	23.02.2003	1031	1,3	74,0	0,4	x					
24	24.02.2003	1029	2,7	69,6	0,7	x					
25	25.02.2003	1023	2,6	63,6	0,7	x					
26	26.02.2003	1017	2,8	68,3	0,4	x	x				
27	27.02.2003	1017	4,9	68,8	0,4	x					
28	28.02.2003	1023	6,3	77,3	0,1		x				
29	01.03.2003	1020	7,1	88,9	0,4		x		x		
30	02.03.2003	1012	7,8	87,3	0,7		x		x		
31	03.03.2003	1018	5,7	83,5	0,6		x				
32	04.03.2003	1023	6,7	74,9	0,7		x				
33	05.03.2003	1020	8,3	80,0	0,6		x		x		
34	06.03.2003	1015	7,5	77,2	1,1		x				
35	07.03.2003	1023	5,8	76,3	0,7	x					
36	08.03.2003	1021	6,6	68,9	1,3		x				
37	09.03.2003	1022	10,2	61,2	0,7	x					
38	10.03.2003	1024	10,3	65,9	0,5	x					
39	11.03.2003	1019	13,5	61,8	0,9		x				
40	12.03.2003	1022	9,7	70,2	1,6		x				
41	13.03.2003	1033	7,4	54,4	2,4	x					
42	14.03.2003	1034	4,9	52,8	2,8	x					
43	15.03.2003	1039	5,3	58,3	2,4	x					
44	16.03.2003	1041	5,6	63,6	0,8	x					
45	17.03.2003	1033	6,3	67,1	1,2	x					
46	18.03.2003	1032	6,1	65,5	1,0	x					
47	19.03.2003	1028	8,2	62,1	0,9	x					
48	20.03.2003	1026	6,6	68,0	1,1	x					
49	21.03.2003	1026	5,4	63,3	2,2	x					
50	22.03.2003	1026	6,6	40,9	2,0	x					
51	23.03.2003	1027	8,3	36,5	1,3	x					
52	24.03.2003	1027	9,7	55,1	0,4	x					
53	25.03.2003	1023	11,8	67,9	0,4		x		x		
54	26.03.2003	1020	12,4	79,4	0,8	x	x		x		
55	27.03.2003	1018	13,2	69,5	0,5	x					
56	28.03.2003	1014	14,1	60,0	0,8	x					
57	29.03.2003	1013	15,6	58,7	0,6	x	x				
58	30.03.2003	1015	15,0	64,6	1,0	x	x				
59	31.03.2003	1022	10,7	51,6	1,4	x					

STIMES - PM10 - AG
Zusammenstellung der Messdaten
Messort: HLUg - Demo/Wiesbaden-Süd

Nr.	Datum	meteorologische Parameter									
		p _{mittel}	T _{mittel}	r.F. mittel	v _{mittel}	Sonne	bewölkt	trocken	Regen	Nebel	Schnee
		mbar	°C	%	m/s						
60	01.04.2003	1016	10,8	56,4	1,7	x					
61	02.04.2003	1006	6,6	80,1	1,8	x	x		x		
62	03.04.2003	1018	5,7	66,8	1,8	x	x				
63	04.04.2003	1027	7,5	56,5	1,1	x					
64	05.04.2003	1023	9,2	60,3	2,6	x					
65	06.04.2003	1023	5,8	47,0	3,0	x					
66	07.04.2003	1024	2,7	41,7	2,1	x	x				
67	08.04.2003	1022	2,9	45,5	1,3	x					
68	09.04.2003	1014	3,4	44,3	1,5	x					
69	10.04.2003	1005	3,6	55,4	1,0	x					
70	11.04.2003	1012	4,6	65,2	0,9	x					
71	12.04.2003	1016	7,7	58,6	0,7	x					
72	13.04.2003	1022	11,7	59,3	1,1	x					
73	14.04.2003	1020	15,3	39,5	2,1	x					
74	15.04.2003	1022	18,2	43,1	2,0	x					
75	16.04.2003	1024	18,8	39,9	2,8	x					
76	17.04.2003	1027	17,2	36,8	3,2	x					
77	18.04.2003	1025	12,9	47,0	2,6	x					
78	19.04.2003	1017	7,2	71,6	2,6	x	x				
79	20.04.2003	1011	11,1	67,2	0,8	x					
80	21.04.2003	1012	15,9	58,8	0,6	x	x				
81	22.04.2003	1014	15,4	67,3	1,0				x		
82	23.04.2003	1015	15,1	62,4	1,0	x					
83	24.04.2003	1017	15,4	59,8	0,5	x					
84	25.04.2003	1015	17,5	55,2	0,7	x	x				
85	26.04.2003	1010	15,1	74,2	1,3		x		x		
86	27.04.2003	1012	13,0	79,0	1,3		x		x		
87	28.04.2003	1008	16,7	63,8	0,6		x				
88	29.04.2003	1011	16,5	73,8	1,4		x		x		
89	30.04.2003	1010	14,7	81,1	1,4		x		x		
90	01.05.2003	1019	13,8	61,6	1,8	x	x				
91	02.05.2003	1015	13,9	68,0	1,2	x					
92	03.05.2003	1020	14,1	58,0	1,9	x					
93	04.05.2003	1020	16,7	54,2	0,6	x					
94	05.05.2003	1013	20,2	54,9	0,5	x	x				
95	06.05.2003	1018	18,1	70,4	1,9	x	x				
96	07.05.2003	1023	17,8	60,6	1,5	x					
97	08.05.2003	1018	19,5	65,0	0,8	x	x				
98	09.05.2003	1017	17,3	72,0	1,1	x	x		x		
99	10.05.2003	1020	15,7	67,9	0,6	x	x				
100	11.05.2003	1020	16,3	59,3	0,5	x					
101	12.05.2003	1017	17,3	60,6	0,9	x	x		x		
102	13.05.2003	1016	12,2	68,3	1,5	x	x		x		
103	14.05.2003	1020	9,8	72,1	1,4	x	x		x		
104	15.05.2003	1023	10,7	68,4	0,6	x	x		x		
105	16.05.2003	1018	12,8	58,1	0,7	x					
106	17.05.2003	1014	12,8	77,8	0,4		x		x		
107	18.05.2003	1015	14,9	81,8	0,8		x		x		
108	19.05.2003	1012	14,0	88,1	0,9		x		x		
109	20.05.2003	1017	13,3	61,1	1,5		x		x		
110	21.05.2003	1023	12,0	76,2	1,0		x		x		
111	22.05.2003	1024	13,0	93,2	0,3				x		
112	23.05.2003	1016	18,5	63,3	1,2		x	x			
113	24.05.2003	1008	19,7	64,8	0,5	x	x				
114	25.05.2003	1015	14,6	83,9	0,6		x		x		
115	26.05.2003	1022	16,7	60,3	1,5		x	x			
116	27.05.2003	1023	18,6	61,7	1,1		x	x			
117	28.05.2003	1022	20,2	57,8	1,6	x					
118	29.05.2003	1018	22,2	56,4	1,4	x					
119	30.05.2003	1014	23,7	58,1	0,7	x					
120	31.05.2003	1013	19,6	85,6	0,5	x					

STIMES - PM10 - AG
Zusammenstellung der Messdaten
Messort: HLUG - Demo/Wiesbaden-Süd

Nr.	Datum	meteorologische Parameter									
		p _{mittel}	T _{mittel}	r.F. _{mittel}	v _{mittel}	Sonne	bewölkt	trocken	Regen	Nebel	Schnee
		mbar	°C	%	m/s						
121	01.06.2003	1013	21,3	71,9	0,7	x					
122	02.06.2003	1011	22,2	70,1	0,7	x			x		
123	03.06.2003	1014	23,5	66,4	0,5	x					
124	04.06.2003	1015	25,1	59,6	0,7	x					
125	05.06.2003	1018	23,4	66,6	1,1	x					
126	06.06.2003	1021	22,7	61,4	0,9	x					
127	07.06.2003	1019	24,3	62,9	0,5	x					
128	08.06.2003	1014	23,1	73,7	0,7	x					
129	09.06.2003	1020	20,0	50,8	1,1	x					
130	10.06.2003	1017	22,4	64,3	0,7	x			x		
131	11.06.2003	1020	23,9	60,1	0,9	x					
132	12.06.2003	1019	23,9	65,2	0,7	x			x		
133	13.06.2003	1021	23,8	60,9	1,2	x					
134	14.06.2003	1020	21,3	67,0	0,7	x					
135	15.06.2003	1019	21,9	62,1	0,8	x	x				
136	16.06.2003	1016	22,5	49,0	1,0	x	x				
137	17.06.2003	1013	22,8	57,2	0,9	x			x		
138	18.06.2003	1018	20,5	72,8	0,8		x		x		
139	19.06.2003	1022	21,0	65,3	1,7		x				
140	20.06.2003	1019	20,8	54,5	2,1		x	x			
141	21.06.2003	1020	17,8	52,9	1,0	x					
142	22.06.2003	1014	21,9	54,4	0,7	x					
143	23.06.2003	1010	24,6	58,5	1,2	x	x		x		
144	24.06.2003	1018	22,6	56,5	1,2	x					
145	25.06.2003	1020	21,8	55,9	1,1	x					
146	26.06.2003	1016	23,0	52,2	1,2	x					
147	27.06.2003	1015	22,0	64,0	1,0	x					
148	28.06.2003	1014	22,2	69,6	0,9		x	x			
149	29.06.2003	1010	23,4	59,6	0,6		x				
150	30.06.2003	1005	22,6	72,1	0,7	x					
151	01.07.2003	1004	18,1	81,5	1,3		x		x		
152	02.07.2003	1006	18,0	72,1	1,7	x	x		x		
153	03.07.2003	1010	18,0	69,8	1,3	x	x		x		
154	04.07.2003	1014	17,4	78,1	1,2	x	x		x		
155	05.07.2003	1017	17,8	75,2	1,3	x	x		x		
156	06.07.2003	1020	19,1	64,5	1,0	x	x	x			
157	07.07.2003	1023	20,1	62,7	0,8	x	x				
158	08.07.2003	1021	21,6	57,9	0,8	x	x				
159	09.07.2003	1020	21,5	62,0	1,4	x	x				
160	10.07.2003	1020	22,1	58,7	0,9	x	x				
161	11.07.2003	1019	23,7	56,5	0,8	x					
162	12.07.2003	1021	21,5	54,0	1,7	x					
163	13.07.2003	1020	22,2	52,8	1,2	x					
164	14.07.2003	1017	23,8	45,2	1,8	x					
165	15.07.2003	1013	24,3	47,2	1,4	x					
166	16.07.2003	1010	28,7	52,6	1,2	x					
167	17.07.2003	1018	21,1	63,0	1,2	x	x				
168	18.07.2003	1023	22,5	53,7	0,7	x					
169	19.07.2003	1021	25,3	49,7	0,8	x					
170	20.07.2003	1015	27,1	50,1	1,1	x	x		x		
171	21.07.2003	1016	23,1	75,1	0,8	x	x		x		
172	22.07.2003	1019	24,4	60,5	0,8	x	x				
173	23.07.2003	1018	24,2	59,1	0,8	x	x				
174	24.07.2003	1015	22,2	66,3	0,8	x	x		x		
175	25.07.2003	1015	22,0	66,1	0,7	x	x				
176	26.07.2003	1013	21,6	74,7	0,9	x	x		x		
177	27.07.2003	1012	21,1	80,8	0,8	x	x		x		
178	28.07.2003	1021	20,5	57,8	1,0	x	x				
179	29.07.2003	1024	20,8	54,6	0,7	x	x				
180	30.07.2003	1019	19,0	72,3	0,5		x		x		
181	31.07.2003	1017	21,8	69,3	0,6	x	x				

STIMES - PM10 - AG
Zusammenstellung der Messdaten
Messort: HLUG - Demo/Wiesbaden-Süd

Nr.	Datum	meteorologische Parameter									
		p _{mittel}	T _{mittel}	r.F. mittel	v _{mittel}	Sonne	bewölkt	trocken	Regen	Nebel	Schnee
		mbar	°C	%	m/s						
182	01.08.2003	1019	25,0	58,1	0,6	x					
183	02.08.2003	1020	26,9	53,8	0,8	x					
184	03.08.2003	1020	28,6	55,4	0,8	x					
185	04.08.2003	1022	29,1	57,0	0,6	x					
186	05.08.2003	1022	32,7	42,9	1,2	x					
187	06.08.2003	1022	29,2	53,4	0,7	x					
188	07.08.2003	1020	29,2	51,9	0,6	x	x				
189	08.08.2003	1018	30,2	51,4	0,5	x					
190	09.08.2003	1017	30,0	55,9	0,6	x					
191	10.08.2003	1016	30,2	46,0	1,4	x					
192	11.08.2003	1018	28,8	50,4	0,7	x					
193	12.08.2003	1020	29,9	49,7	0,6	x					
194	13.08.2003	1018	29,0	54,2	1,0	x					
195	14.08.2003	1015	25,1	58,2	1,5	x	x				
196	15.08.2003	1016	21,4	53,7	1,2	x					
197	16.08.2003	1017	22,5	51,7	0,8	x					
198	17.08.2003	1015	24,4	54,2	0,7	x	x		(x)		
199	18.08.2003	1016	21,9	75,4	1,8	x	x		x		
200	19.08.2003	1020	21,7	71,3	0,9		x				
201	20.08.2003	1019	22,1	54,4	0,9	x	x				
202	21.08.2003	1017	22,8	49,6	0,7	x					
203	22.08.2003	1018	22,0	55,3	1,2	x					
204	23.08.2003	1019	22,3	63,5	1,2	x	x				
205	24.08.2003	1018	22,4	58,1	1,2	x					
206	25.08.2003	1016	20,9	53,9	1,3	x					
207	26.08.2003	1013	22,1	52,8	0,9	x					
208	27.08.2003	1013	18,9	63,6	1,3	x	x				
209	28.08.2003	1008	19,5	69,2	0,5	x					
210	29.08.2003	1002	18,8	81,8	1,4		x		x		
211	30.08.2003	1012	15,6	76,9	0,7	x	x		x		
212	31.08.2003	1018	15,2	69,8	1,0	x	x				
213	01.09.2003	1019	14,0	72,5	0,8		x		x		
214	02.09.2003	1024	14,8	62,9	1,2	x	x				
215	03.09.2003	1029	15,2	58,1	0,5	x	x				
216	04.09.2003	1029	17,1	61,1	0,7	x					
217	05.09.2003	1022	19,0	54,2	0,7	x					
218	06.09.2003	1018	19,4	69,6	0,5	x	x				
219	07.09.2003	1016	18,0	80,0	0,5	x	x				
220	08.09.2003	1009	16,8	73,1	0,7		x		x		
221	09.09.2003	1010	16,5	67,4	0,7	x		x			
222	10.09.2003	1014	15,8	72,5	1,3	x	x		x		
223	11.09.2003	1017	15,3	66,0	1,6			x			
224	12.09.2003	1025	16,4	67,9	0,7			x			
225	13.09.2003	1030	17,2	60,3	1,3	x					
226	14.09.2003	1031	17,0	59,6	1,3	x	x				
227	15.09.2003	1027	17,3	65,4	0,7	x					
228	16.09.2003	1025	17,2	68,9	0,3	x					
229	17.09.2003	1024	17,7	68,2	0,4	x					
230	18.09.2003	1021	18,1	66,1	0,3	x					
231	19.09.2003	1021	19,1	64,6	0,3	x					
232	20.09.2003	1022	20,0	63,6	0,3	x					
233	21.09.2003	1021	19,8	61,8	0,2	x					
234	22.09.2003	1012	19,6	65,7	0,9	x					
235	23.09.2003	1014	15,0	68,0	1,6	x					
236	24.09.2003	1030	11,8	65,7	1,1	x					
237	25.09.2003	1029	14,1	52,1	1,2	x					
238	26.09.2003	1021	14,5	59,6	0,4	x					
239	27.09.2003	1019	15,1	69,2	0,6	x			x		
240	28.09.2003	1012	15,5	75,6	0,6	x	x		x		
241	29.09.2003	1014	12,6	76,6	1,0		x				
242	30.09.2003	1016	12,5	68,3	1,0	x					

11.2 Auswertungen zur Ermittlung der Messunsicherheit

Daten und grafische Darstellungen sind auf den folgenden Seiten zu finden.

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 1.1: Results

Test method y:	LVS3	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN1	Data evaluated:	Wiesbaden_2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		0,5 1,0 0,0	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	1,2 2,3 2,9 5,8 40 81	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
$PLO = \text{number}(y < x - U) / n$ $PUP = \text{number}(y > x + U) / n$ $MOS = [\text{median}(\varepsilon) - \text{mean}(\varepsilon)] / s(\varepsilon)$		1,2 3,7 -0,08	% % 1	percentage ($y < x - U$) percentage ($y > x + U$) measure of symmetry of residuals	

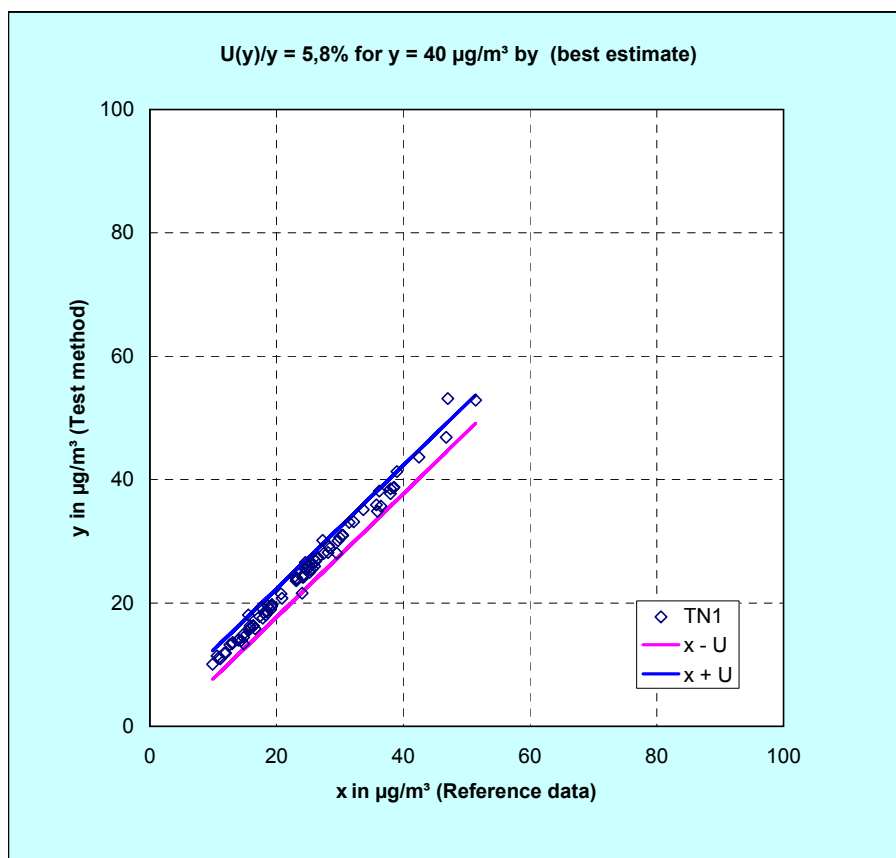


Table TN 1.2: Data treatment

98-percentile	46,9	49,1	47,3	6,9	2,3	44,5	49,2		
std s(column)	9,3	9,7	9,3	3,7	0,0	9,3	9,3		
mean m(column)	24,1	24,6	24,6	1,1	2,3	21,8	26,4		
median med(column)	24,2	24,2	24,6	0,2	2,3	21,9	26,5		
n	82	82	82	82	82	82	82	1	3
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	$x - U$	$x + U$	$y < x - U$	$y > x + U$
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 3.1: Results

Test method y:	LVS3/F	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN3	Data evaluated:	Wiesbaden_2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		0,0 1,2 0,0	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	1,2 2,3 2,9 5,9 40 81	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = number(y < x - U) / n PUP = number(y > x + U) / n MOS = [median(ε) - mean(ε)] / s(ε)		1,2 2,4 -0,11	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

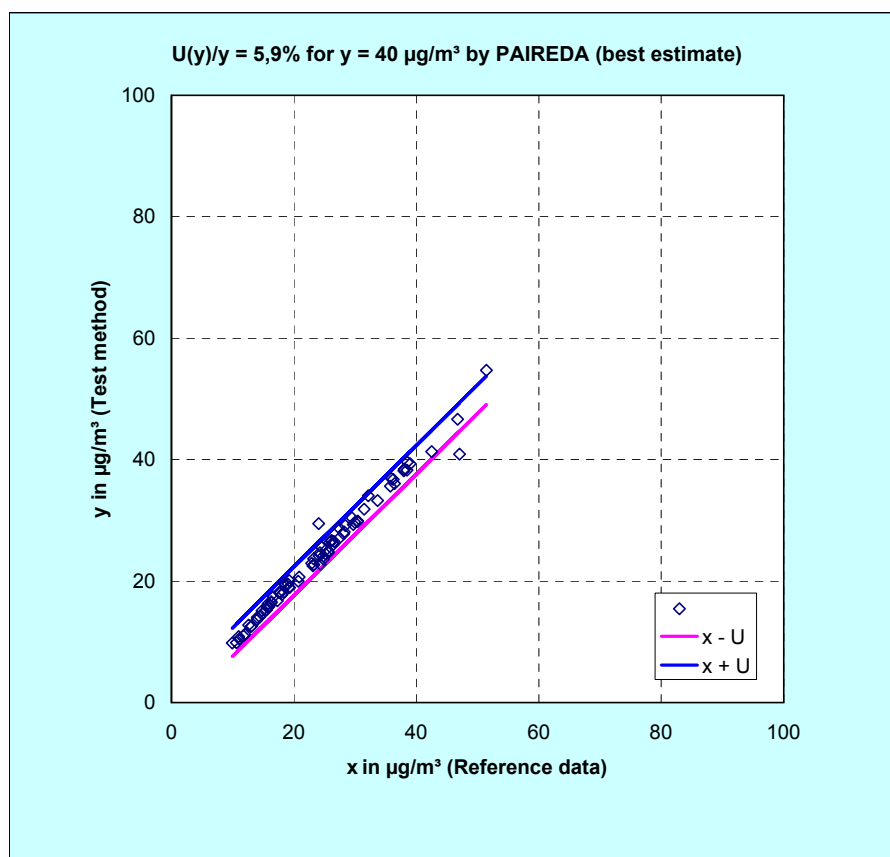


Table TN 3.2: Data treatment

98-percentile	46,9	43,3	46,9	17,6	2,3	44,5	49,2		
std s(column)	9,3	9,4	9,3	5,3	0,0	9,3	9,3		
mean m(column)	24,2	24,2	24,2	1,4	2,3	21,8	26,5		
median med(column)	24,2	23,9	24,2	0,2	2,3	21,8	26,5		
n	82	82	82	82	82	82	82	1	2
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 4.1: Results

Test method y:	GS050	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN4	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-0,8 1,4 0,0	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	1,6 3,1 3,9 7,8 40 54	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
$PLO = \text{number}(y < x - U) / n$ $PUP = \text{number}(y > x + U) / n$ $MOS = [\text{median}(\varepsilon) - \text{mean}(\varepsilon)] / s(\varepsilon)$		3,6 0,0 0,24	% % 1	percentage ($y < x - U$) percentage ($y > x + U$) measure of symmetry of residuals	

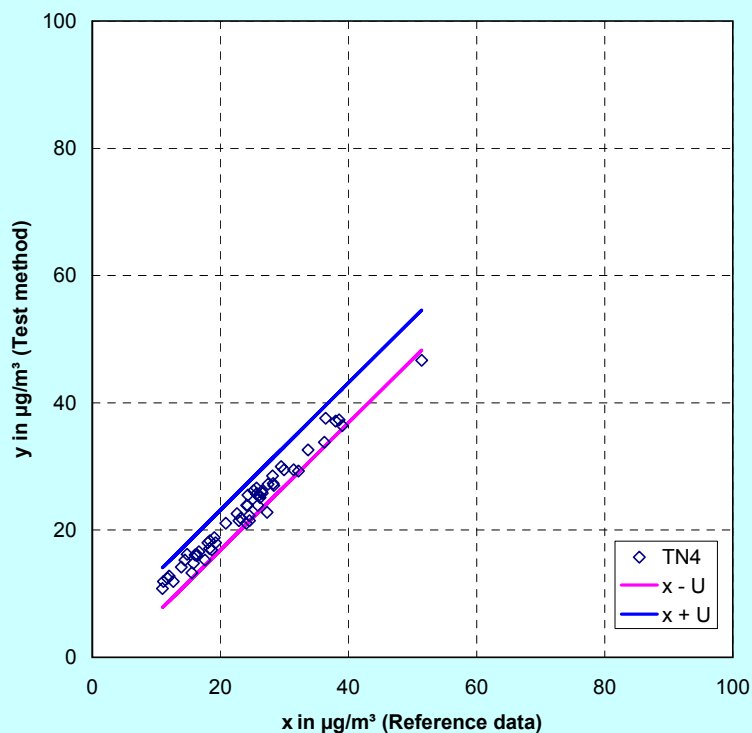
U(y)/y = 7,8% for y = 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ by PAIREDA (best estimate)

Table TN 4.2: Data treatment

98-percentile	39,0	37,6	38,2	13,0	3,1	35,8	42,1		
std s(column)	8,3	7,8	8,3	2,9	0,0	8,3	8,3		
mean m(column)	23,7	23,0	23,0	1,8	3,1	20,6	26,9		
median med(column)	24,3	22,6	23,5	0,7	3,1	21,1	27,4		
n	55	55	55	55	55	55	55	2	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 5.1: Results

Test method y:	DHA	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN5	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-0,9 2,5 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	2,5 5,0 6,3 12,5 40 98	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (2nd best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = number(y < x - U) / n PUP = number(y > x + U) / n MOS = [median(ε) - mean(ε)] / s(ε)		4,0 0,0 0,21	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

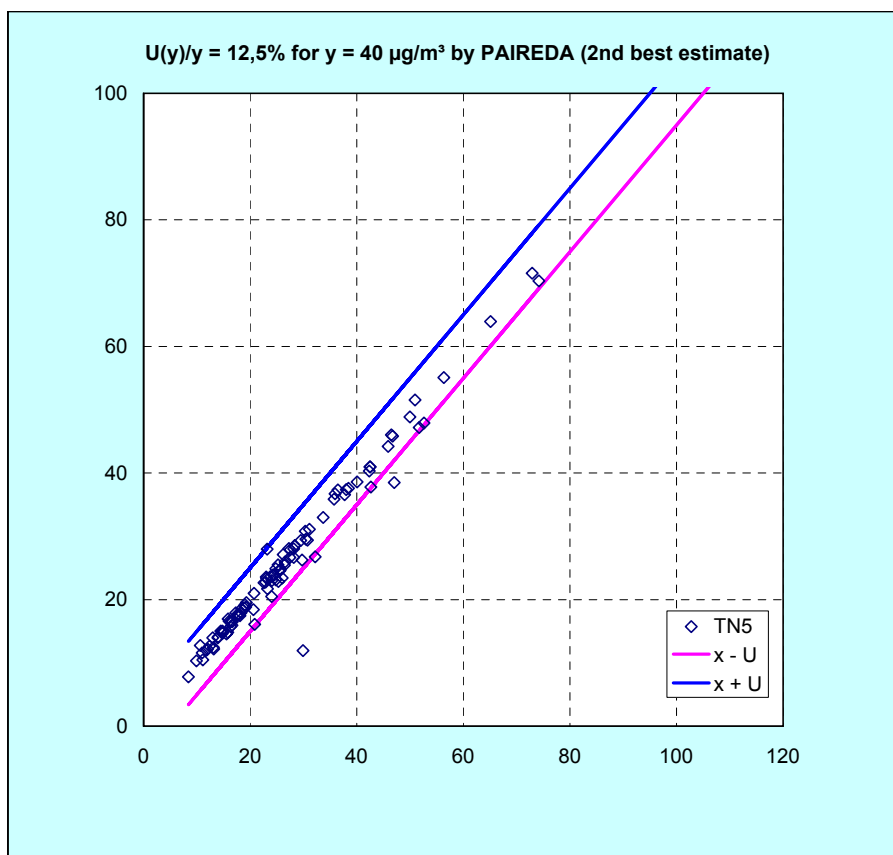


Table TN 5.2: Data treatment

98-percentile	72,9	70,4	72,0	33,8	5,0	67,9	78,0		
std s(column)	15,9	15,2	15,9	29,8	0,0	15,9	15,9		
mean m(column)	28,1	27,1	27,1	6,0	5,0	23,1	33,1		
median med(column)	24,8	23,6	23,8	1,0	5,0	19,8	29,8		
n	99	99	99	99	99	99	99	4	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')^2$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 6.1: Results

Test method y:	DHA	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN6	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-3,1 2,4 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	3,9 7,8 9,7 19,4 40 93	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = number(y < x - U) / n PUP = number(y > x + U) / n MOS = [median(ε) - mean(ε)] / s(ε)		5,3 0,0 0,09	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

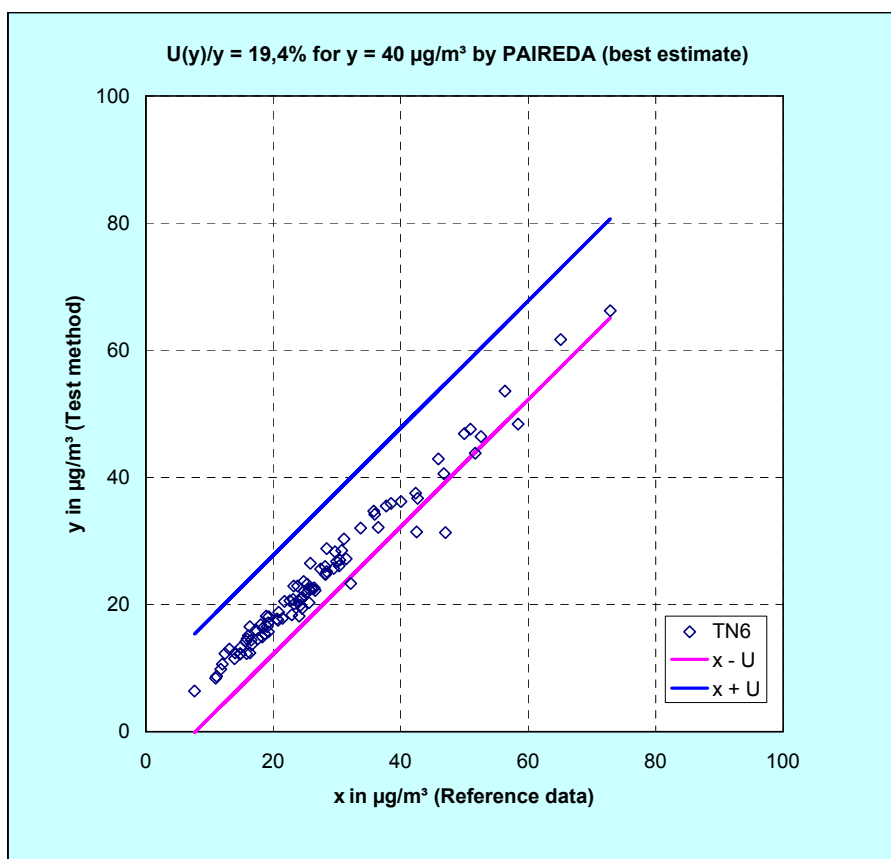


Table TN 6.2: Data treatment

98-percentile	59,3	54,7	56,2	49,4	7,8	51,6	67,1		
std s(column)	12,7	11,6	12,7	18,3	0,0	12,7	12,7		
mean m(column)	27,2	24,1	24,1	5,8	7,8	19,5	35,0		
median med(column)	24,5	21,5	21,4	1,2	7,8	16,8	32,3		
n	94	94	94	94	94	94	94	5	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 7.1: Results

Test method y:	DHA	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 7	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-1,2 2,5 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	2,6 5,3 6,6 13,1 40 100	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = number(y < x - U) / n PUP = number(y > x + U) / n MOS = [median(ε) - mean(ε)] / s(ε)		3,0 1,0 0,03	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

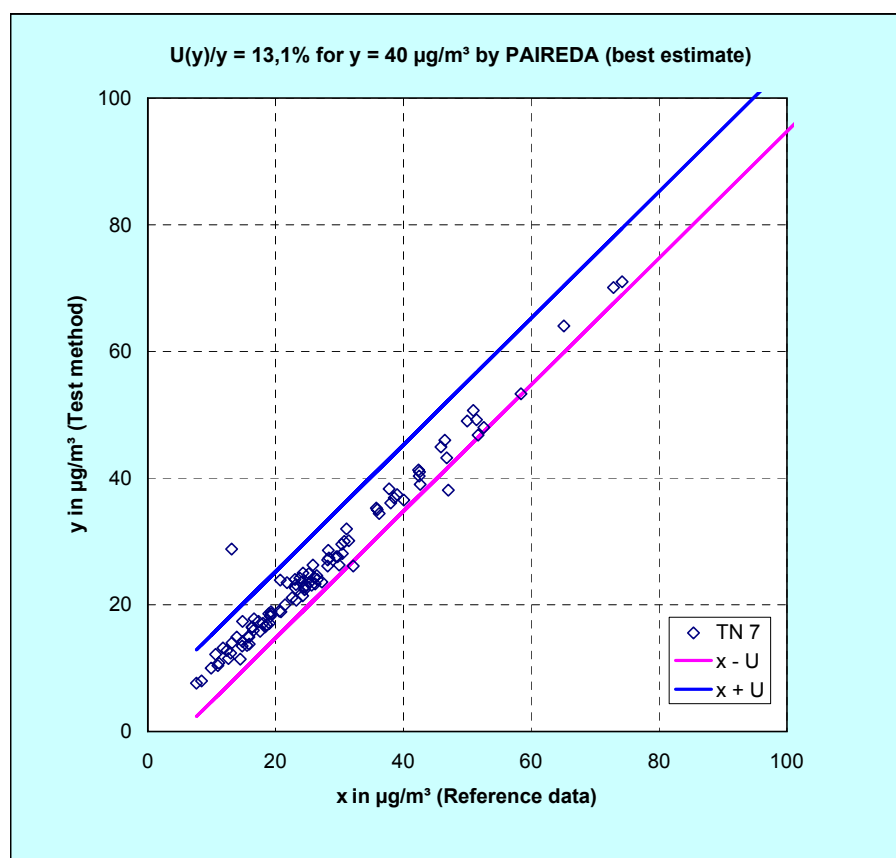


Table TN 7.2: Data treatment

98-percentile	72,9	70,1	71,7	30,9	5,3	67,6	78,1		
std s(column)	16,1	15,1	16,1	29,0	0,0	16,1	16,1		
mean m(column)	28,3	27,1	27,1	6,1	5,3	23,0	33,5		
median med(column)	24,5	23,6	23,4	0,7	5,3	19,3	29,8		
n	101	101	101	101	101	101	101	3	1
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 8.1: Results

Test method y:	DHA	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN8	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-2,3 2,7 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	3,5 6,9 8,6 17,3 40 114	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (2nd best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
$PLO = \text{number}(y < x - U) / n$ $PUP = \text{number}(y > x + U) / n$ $MOS = [\text{median}(\varepsilon) - \text{mean}(\varepsilon)] / s(\varepsilon)$		5,2 0,0 0,04	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

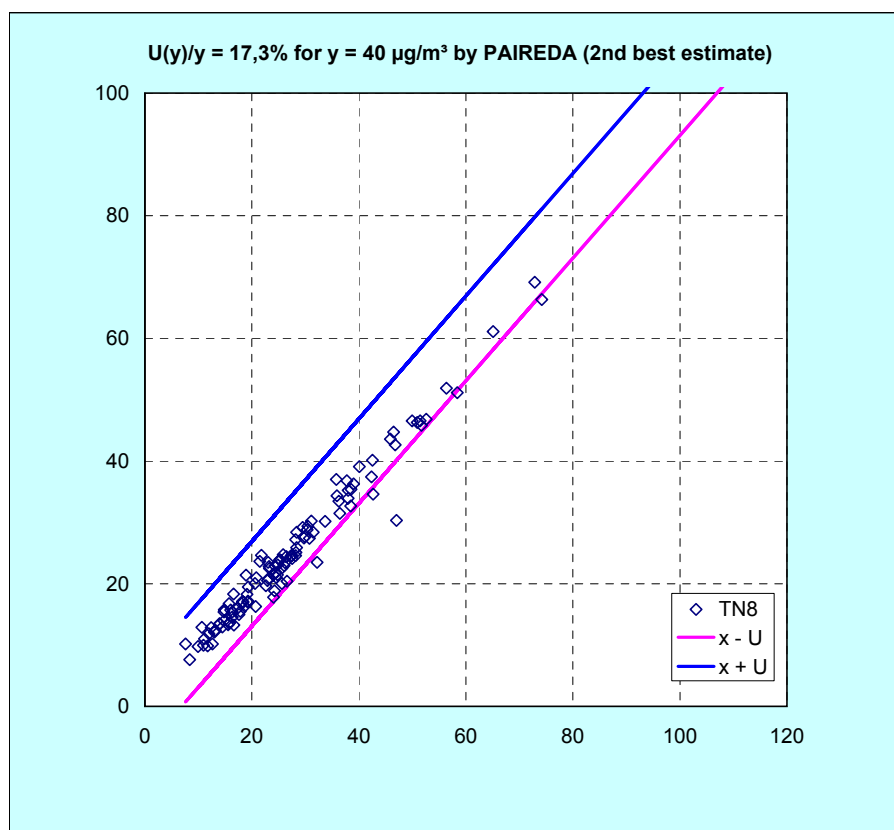


Table TN 8.2: Data treatment

98-percentile	70,7	64,9	68,4	38,2	6,9	63,8	77,6		
std s(column)	15,6	14,1	15,6	20,6	0,0	15,6	15,6		
mean m(column)	28,0	25,7	25,7	7,1	6,9	21,1	35,0		
median med(column)	24,8	22,9	22,4	1,9	6,9	17,9	31,7		
n	115	115	115	115	115	115	115	6	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')^2$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 9.1: Results

Test method y:	DHA	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN9	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-3,1 2,9 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	4,2 8,3 10,4 20,9 40 116	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (not best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
$PLO = \text{number}(y < x - U) / n$ $PUP = \text{number}(y > x + U) / n$ $MOS = [\text{median}(\varepsilon) - \text{mean}(\varepsilon)] / s(\varepsilon)$		3,4 0,0 0,12	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

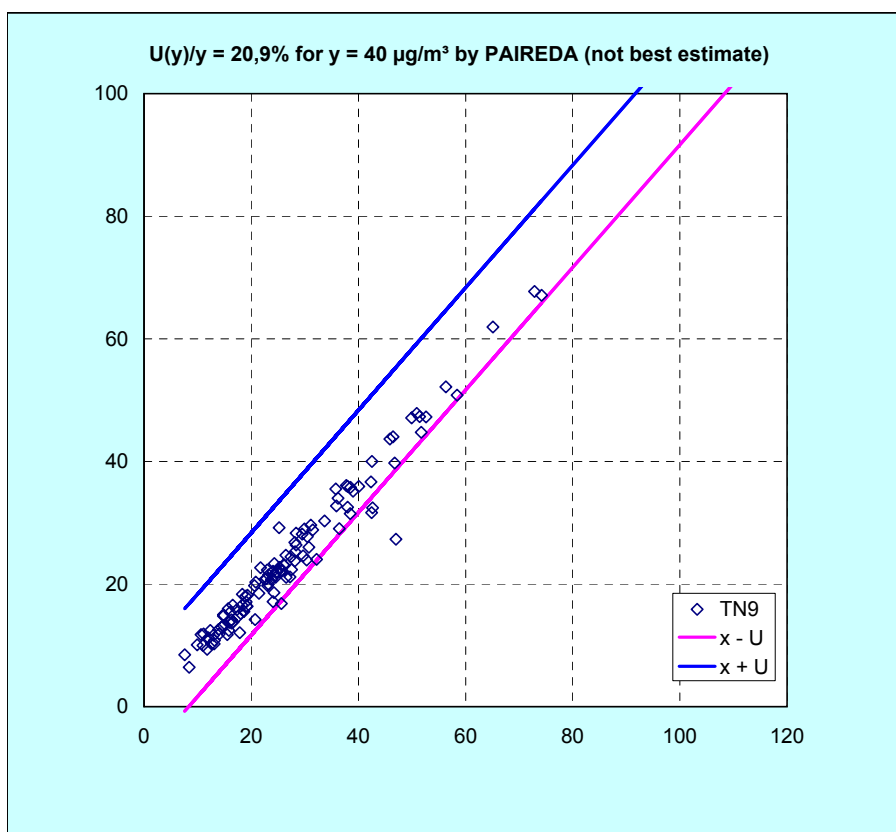


Table TN 9.2: Data treatment

98-percentile	70,4	65,5	67,3	50,3	8,3	62,0	78,7		
std s(column)	15,5	14,3	15,5	26,8	0,0	15,5	15,5		
mean m(column)	28,1	25,0	25,0	8,3	8,3	19,8	36,5		
median med(column)	24,8	22,0	21,7	2,1	8,3	16,4	33,1		
n	117	117	117	117	117	117	117	4	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 10.1: Results

Test method y:	DHA	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN10	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-0,6 2,6 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	2,6 5,1 6,4 12,9 40 115	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (3rd best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
$PLO = \text{number}(y < x - U) / n$ $PUP = \text{number}(y > x + U) / n$ $MOS = [\text{median}(\varepsilon) - \text{mean}(\varepsilon)] / s(\varepsilon)$		3,4 1,7 0,11	% % 1	percentage ($y < x - U$) percentage ($y > x + U$) measure of symmetry of residuals	

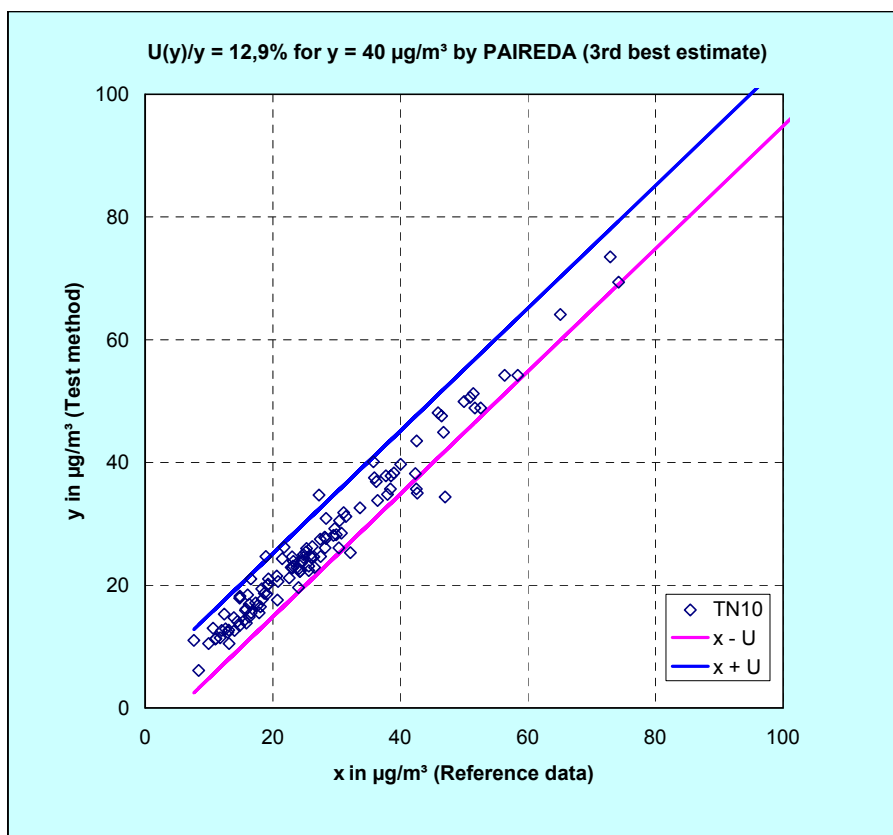


Table TN 10.2: Data treatment

98-percentile	70,5	67,8	69,9	46,7	5,1	65,4	75,7		
std s(column)	15,5	14,8	15,5	16,6	0,0	15,5	15,5		
mean m(column)	28,1	27,4	27,4	6,8	5,1	22,9	33,2		
median med(column)	24,7	24,4	24,0	1,6	5,1	19,5	29,8		
n	116	116	116	116	116	116	116	4	2
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 11.1: Results

Test method y:	DHA	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN11	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-1,6 3,5 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	3,8 7,7 9,6 19,2 40 115	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (2nd best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = number(y < x - U) / n PUP = number(y > x + U) / n MOS = [median(ε) - mean(ε)] / s(ε)		4,3 0,0 0,14	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

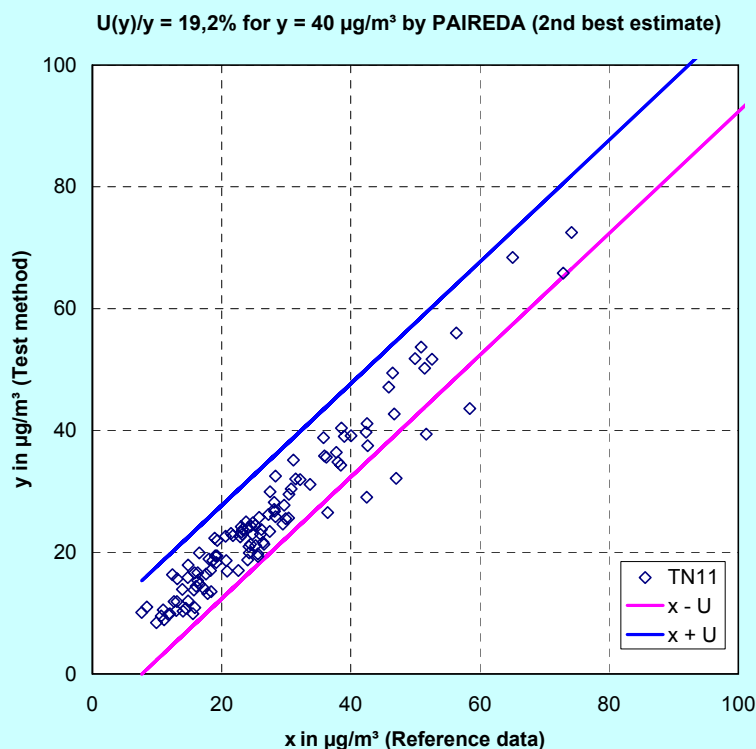


Table TN 11.2: Data treatment

98-percentile	70,5	67,6	68,9	132,0	7,7	62,9	78,2		
std s(column)	15,5	15,1	15,5	28,5	0,0	15,5	15,5		
mean m(column)	28,1	26,4	26,4	12,5	7,7	20,4	35,7		
median med(column)	24,7	23,1	23,0	3,6	7,7	17,0	32,3		
n	116	116	116	116	116	116	116	5	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 12.1: Results

Test method y:	DHA(19Z)	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN12	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-3,3 3,5 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	4,7 9,4 11,8 23,6 40 109	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (2nd best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = number(y < x - U) / n PUP = number(y > x + U) / n MOS = [median(ε) - mean(ε)] / s(ε)		9,1 0,0 0,35	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

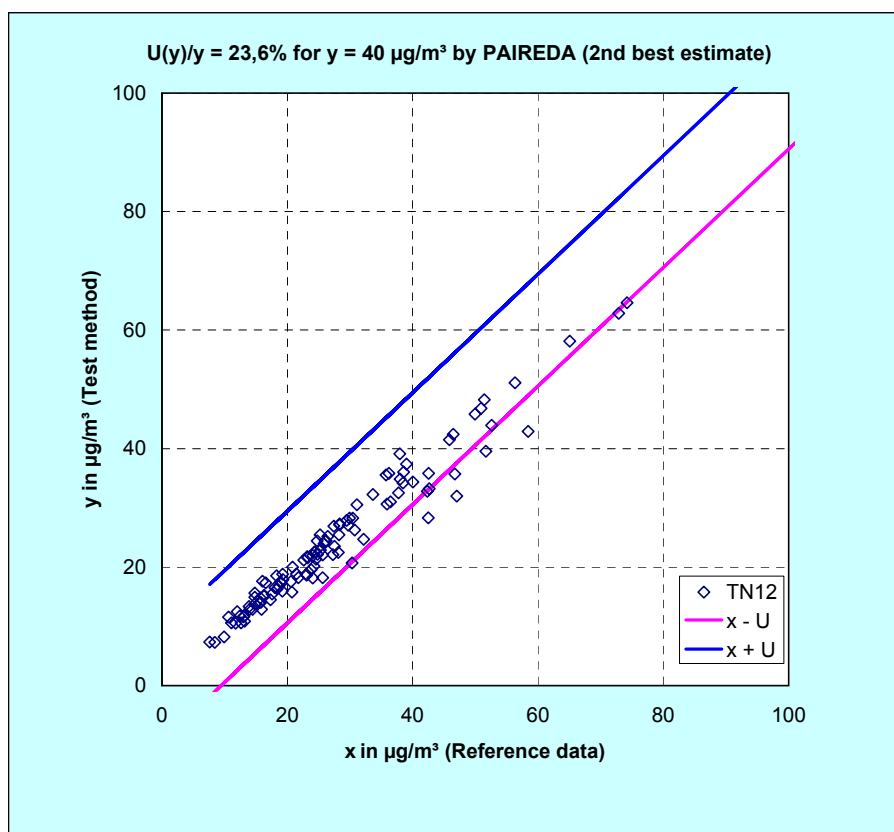


Table TN 12.2: Data treatment

98-percentile	71,5	62,0	68,2	110,2	9,4	62,0	80,9		
std s(column)	15,8	13,7	15,8	24,7	0,0	15,8	15,8		
mean m(column)	28,5	25,2	25,2	11,8	9,4	19,1	38,0		
median med(column)	24,8	22,1	21,5	3,6	9,4	15,4	34,2		
n	110	110	110	110	110	110	110	10	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 13.1: Results

Test method y:	SEQ	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN13	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		1,0 3,1 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	3,2 6,3 7,9 15,9 40 114	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = number(y < x - U) / n PUP = number(y > x + U) / n MOS = [median(ε) - mean(ε)] / s(ε)		1,7 1,7 0,00	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

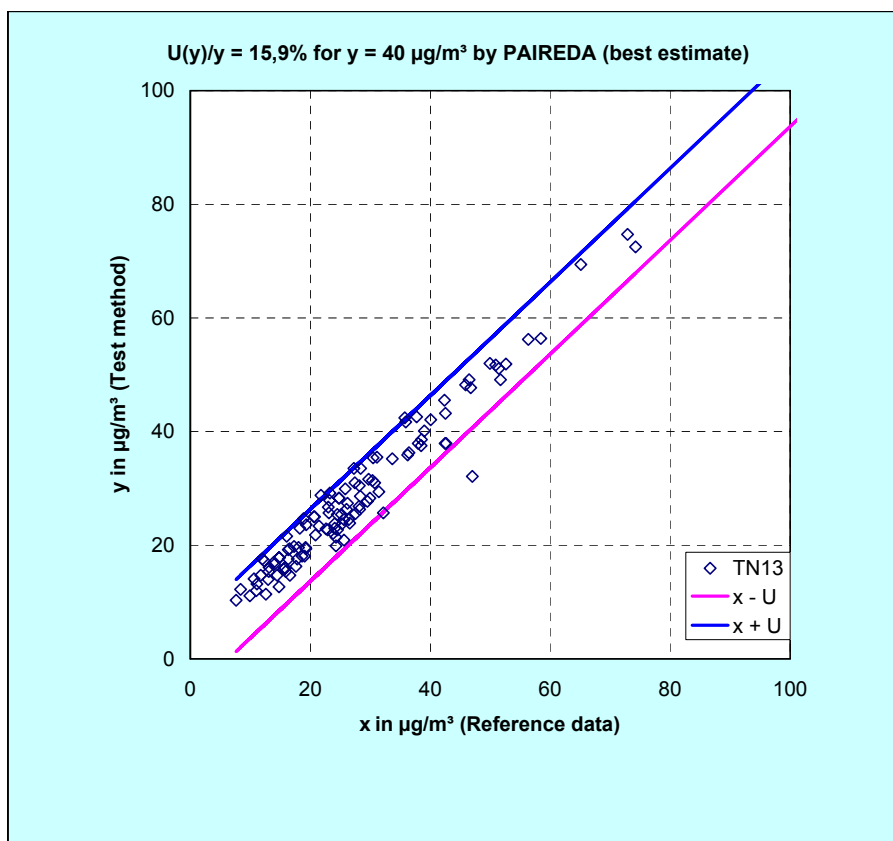


Table TN 13.2: Data treatment

98-percentile	70,7	71,6	71,7	35,4	6,3	64,4	77,0		
std s(column)	15,6	15,3	15,6	24,9	0,0	15,6	15,6		
mean m(column)	28,1	29,2	29,2	9,6	6,3	21,8	34,5		
median med(column)	24,8	25,4	25,8	3,9	6,3	18,4	31,1		
n	115	115	115	115	115	115	115	2	2
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 14.1: Results

Test method y:	SEQ	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN14	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-0,8 3,6 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	3,6 7,1 8,9 17,8 40 111	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (2nd best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = number(y < x - U) / n PUP = number(y > x + U) / n MOS = [median(ε) - mean(ε)] / s(ε)		2,7 1,8 -0,08	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

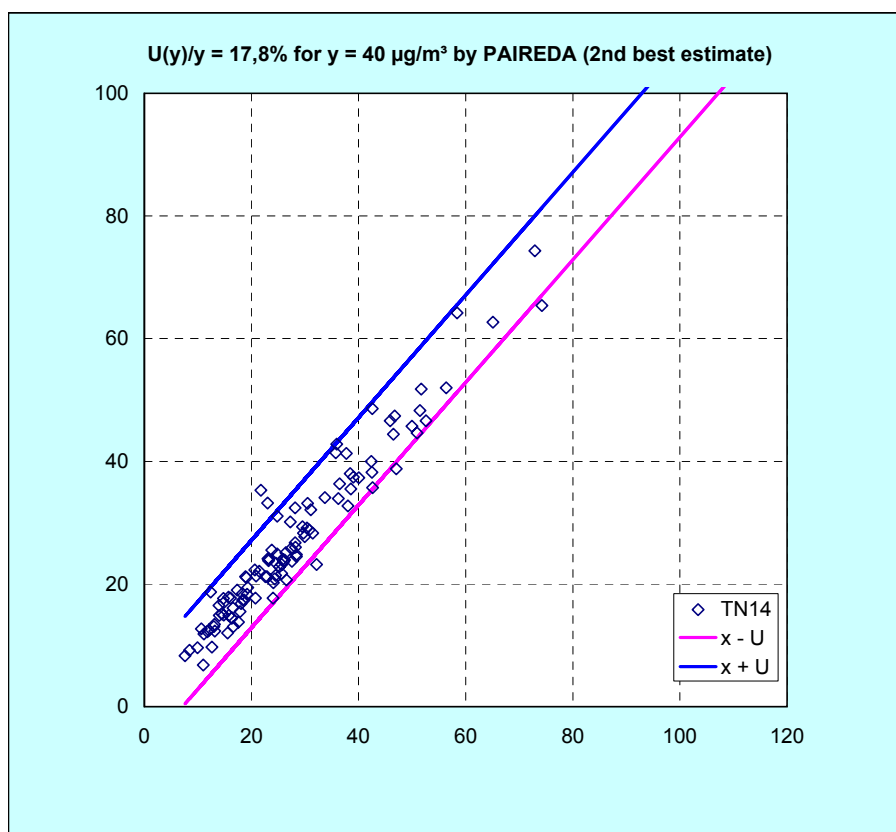


Table TN 14.2: Data treatment

98-percentile	71,2	65,1	70,4	67,0	7,1	64,0	78,3		
std s(column)	15,7	15,1	15,7	25,9	0,0	15,7	15,7		
mean m(column)	28,3	27,5	27,5	12,7	7,1	21,2	35,4		
median med(column)	24,8	23,8	24,0	2,9	7,1	17,7	31,9		
n	112	112	112	112	112	112	112	3	2
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 15.1: Results

Test method y:	SEQ	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN!5	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		0,0 4,2 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	4,1 8,3 10,3 20,7 40 91	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (2nd best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = number(y < x - U) / n PUP = number(y > x + U) / n MOS = [median(ε) - mean(ε)] / s(ε)		3,3 1,1 -0,06	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

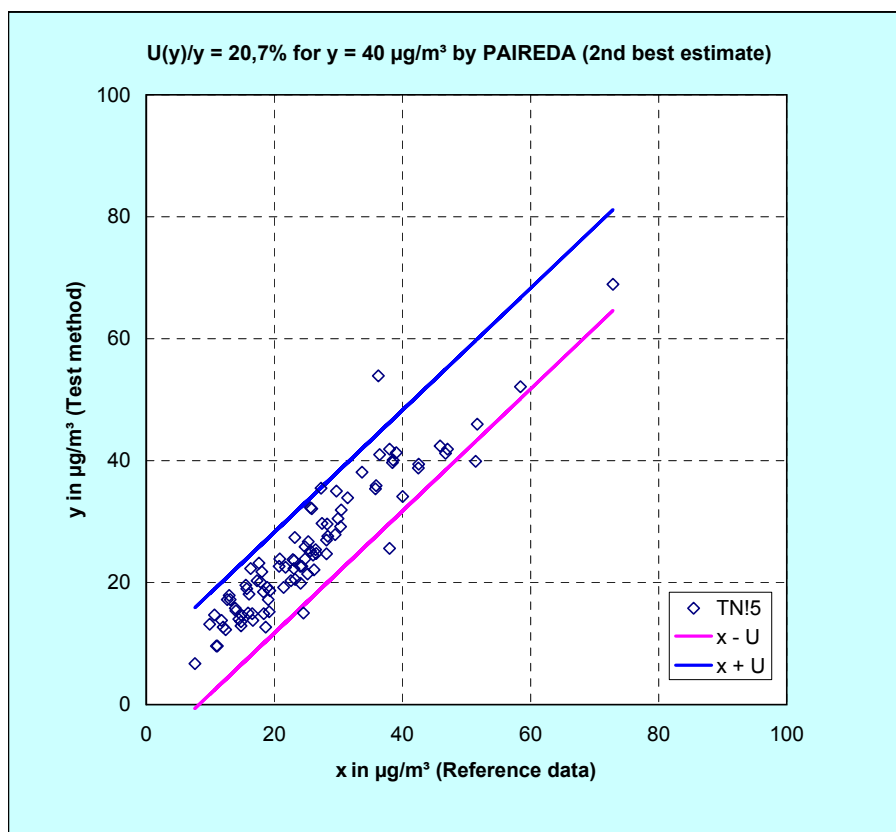


Table TN 15.2: Data treatment

98-percentile	52,9	52,4	52,9	136,4	8,3	44,6	61,2		
std s(column)	11,8	11,2	11,8	39,6	0,0	11,8	11,8		
mean m(column)	25,5	25,5	25,5	17,5	8,3	17,2	33,8		
median med(column)	24,1	23,0	24,1	5,1	8,3	15,8	32,3		
n	92	92	92	92	92	92	92	3	1
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 16.1: Results

Test method y:	SEQ	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN16	Data evaluated:	Wiesbaden_2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-1,5 3,3 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	3,5 7,1 8,8 17,6 40 103	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = number(y < x - U) / n PUP = number(y > x + U) / n MOS = [median(ε) - mean(ε)] / s(ε)		4,8 0,0 -0,01	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

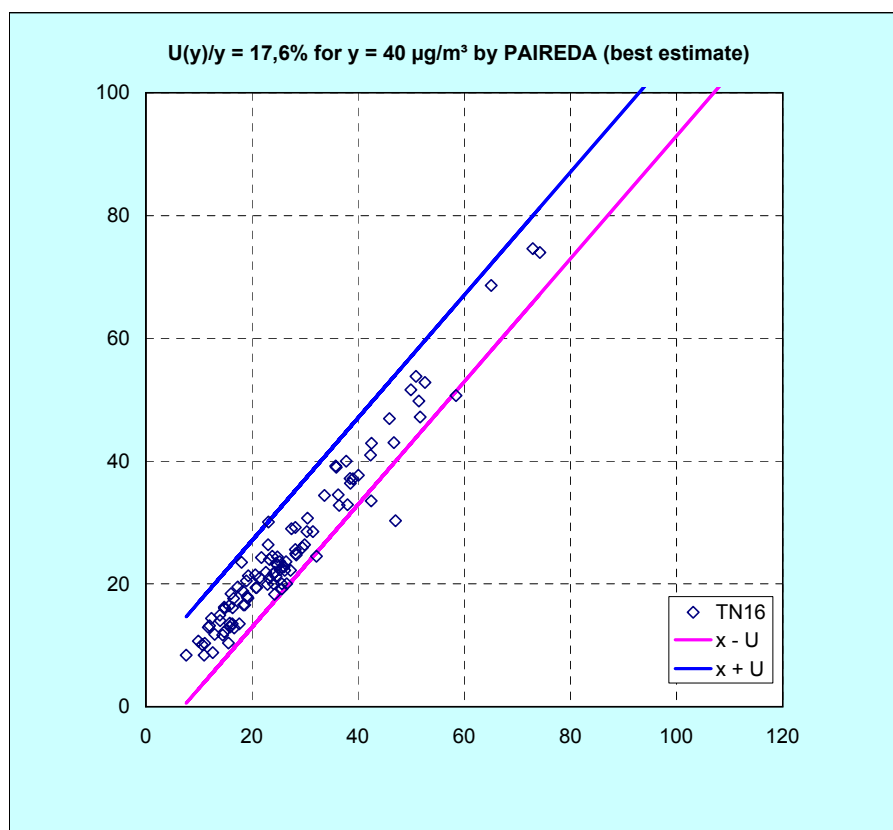


Table TN 16.2: Data treatment

98-percentile	72,4	73,7	71,0	68,9	7,1	65,4	79,5		
std s(column)	15,7	15,3	15,7	25,7	0,0	15,7	15,7		
mean m(column)	28,0	26,5	26,5	10,8	7,1	20,9	35,0		
median med(column)	24,4	22,3	22,9	4,7	7,1	17,3	31,5		
n	104	104	104	104	104	104	104	5	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 21.1: Results

Test method y:	FH62I-R TN 21	Reference data x:	2 LVS&GS050 Wiesbaden 2003_data2.xls		
Lab ID:		Data evaluated:			
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-4,2 3,2 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	5,2 10,4 13,0 26,0 40 114	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (2nd best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = number(y < x - U) / n PUP = number(y > x + U) / n MOS = [median(ε) - mean(ε)] / s(ε)		6,1 0,0 0,19	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

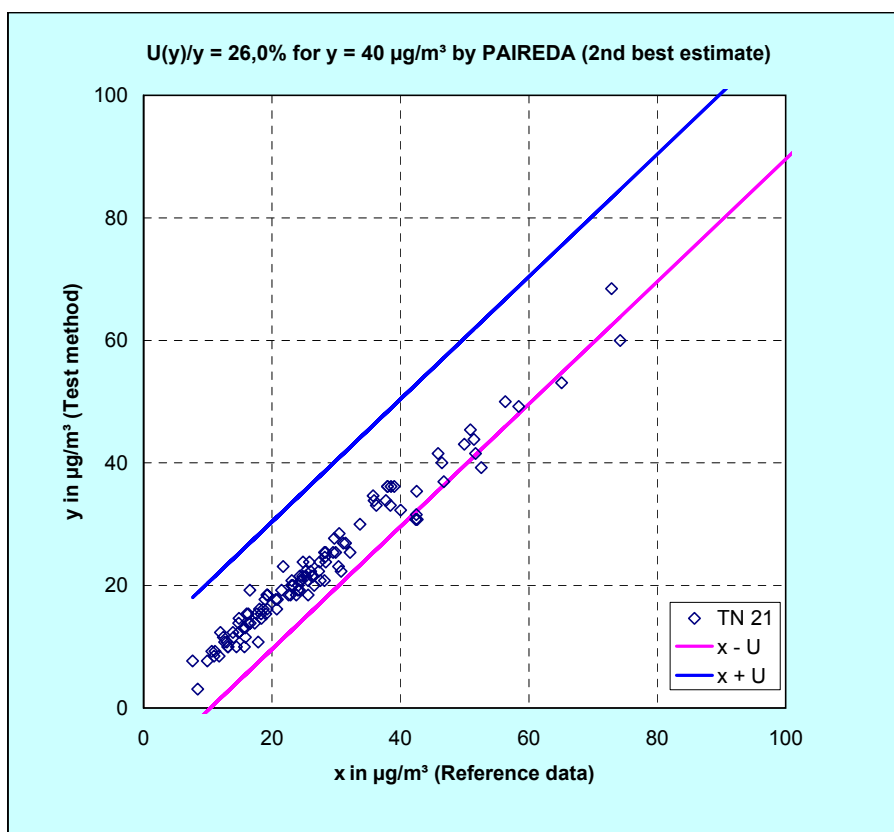


Table TN 21.2: Data treatment

98-percentile	70,7	58,1	66,5	77,5	10,4	60,3	81,1		
std s(column)	15,5	13,4	15,5	21,0	0,0	15,5	15,5		
mean m(column)	27,9	23,7	23,7	9,9	10,4	17,5	38,3		
median med(column)	24,5	20,8	20,3	3,0	10,4	14,1	34,9		
n	115	115	115	115	115	115	115	7	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 22.1: Results

Test method y:	FH62-I-R	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 22	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-3,8 4,2 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	5,6 11,2 14,1 28,1 40 110	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (not best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
$PLO = \text{number}(y < x - U) / n$ $PUP = \text{number}(y > x + U) / n$ $MOS = [\text{median}(\varepsilon) - \text{mean}(\varepsilon)] / s(\varepsilon)$		6,3 0,0 0,37	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

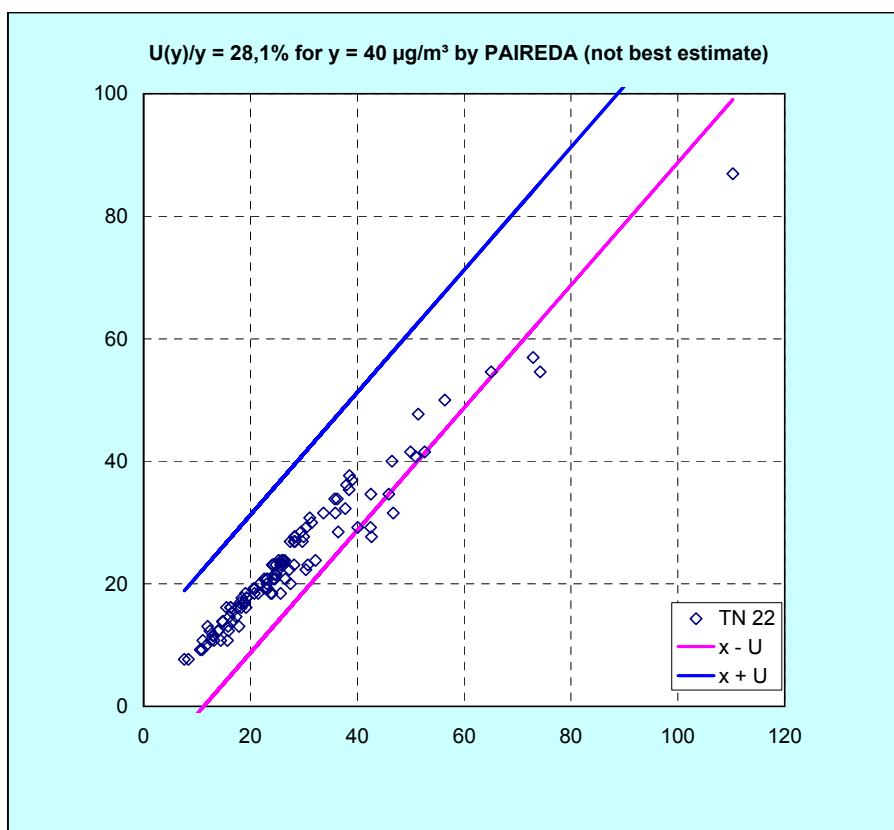


Table TN 22.2: Data treatment

98-percentile	71,3	54,6	67,5	144,1	11,2	60,1	82,6		
std s(column)	15,2	12,0	15,2	48,1	0,0	15,2	15,2		
mean m(column)	27,4	23,6	23,6	17,6	11,2	16,2	38,7		
median med(column)	24,5	20,8	20,7	5,1	11,2	13,2	35,7		
n	111	111	111	111	111	111	111	7	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	$x - U$	$x + U$	$y < x - U$	$y > x + U$
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 23.1: Results

Test method y:	FH62I-R	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 23	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-2,4 2,9 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	3,7 7,3 9,2 18,3 40 111	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (2nd best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
$PLO = \text{number}(y < x - U) / n$ $PUP = \text{number}(y > x + U) / n$ $MOS = [\text{median}(\varepsilon) - \text{mean}(\varepsilon)] / s(\varepsilon)$		8,9 0,0 0,27	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

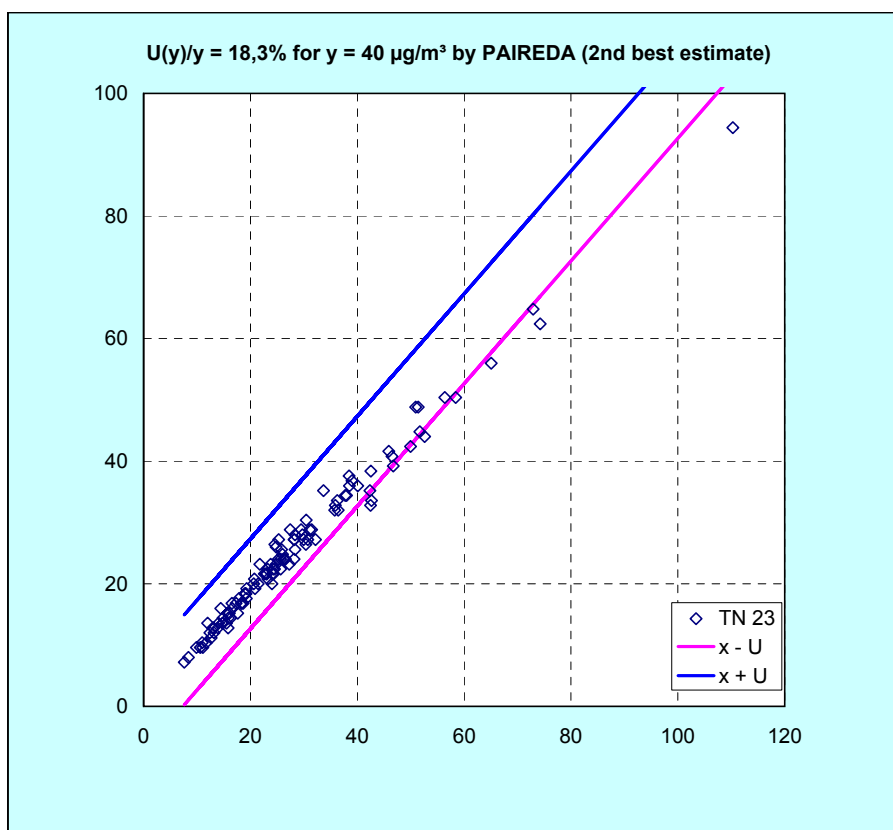


Table TN 23.2: Data treatment

98-percentile	71,2	61,0	68,8	51,5	7,3	63,8	78,5		
std s(column)	15,6	13,3	15,6	21,1	0,0	15,6	15,6		
mean m(column)	28,1	25,7	25,7	8,4	7,3	20,7	35,4		
median med(column)	24,7	23,2	22,3	2,5	7,3	17,3	32,0		
n	112	112	112	112	112	112	112	10	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 24.1: Results

Test method y:	FH62I-N	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 24	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-6,0 7,0 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	9,2 18,3 22,9 45,8 40 114	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
$PLO = \text{number}(y < x - U) / n$ $PUP = \text{number}(y > x + U) / n$ $MOS = [\text{median}(\varepsilon) - \text{mean}(\varepsilon)] / s(\varepsilon)$		7,8 0,0 0,33	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

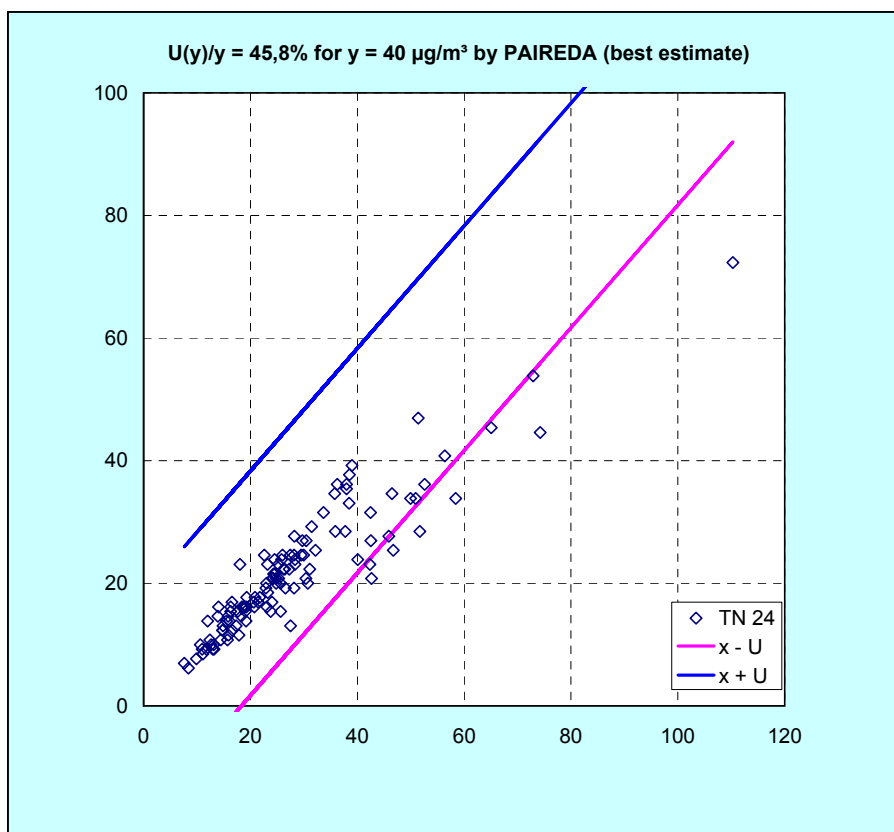


Table TN 24.2: Data treatment

98-percentile	70,7	46,5	64,7	331,3	18,3	52,4	89,0		
std s(column)	15,5	10,5	15,5	120,6	0,0	15,5	15,5		
mean m(column)	27,9	21,9	21,9	48,1	18,3	9,6	46,2		
median med(column)	24,5	20,8	18,5	12,3	18,3	6,2	42,9		
n	115	115	115	115	115	115	115	9	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 25.1: Results

Test method y:	FH62I-N	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 25	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-3,7 4,0 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	5,4 10,8 13,5 27,0 40 113	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (2nd best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = number(y < x - U) / n PUP = number(y > x + U) / n MOS = [median(ε) - mean(ε)] / s(ε)		6,1 0,0 0,28	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

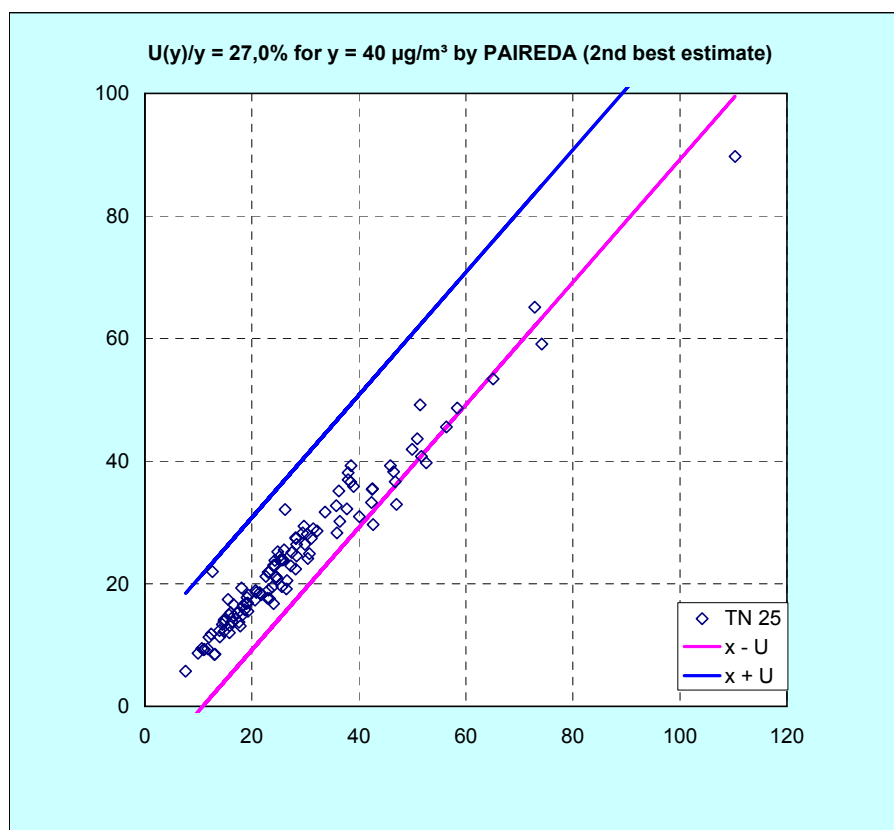


Table TN 25.2: Data treatment

98-percentile	70,9	57,6	67,2	124,5	10,8	60,1	81,7		
std s(column)	15,5	12,8	15,5	37,0	0,0	15,5	15,5		
mean m(column)	28,4	24,8	24,8	16,1	10,8	17,6	39,2		
median med(column)	24,8	22,2	21,1	5,4	10,8	14,0	35,6		
n	114	114	114	114	114	114	114	7	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')^2$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 26.1: Results

Test method y:	TEOM SES	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 26	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-3,9 5,7 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	6,8 13,7 17,1 34,2 40 110	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (2nd best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = number(y < x - U) / n PUP = number(y > x + U) / n MOS = [median(ε) - mean(ε)] / s(ε)		9,9 0,0 0,40	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

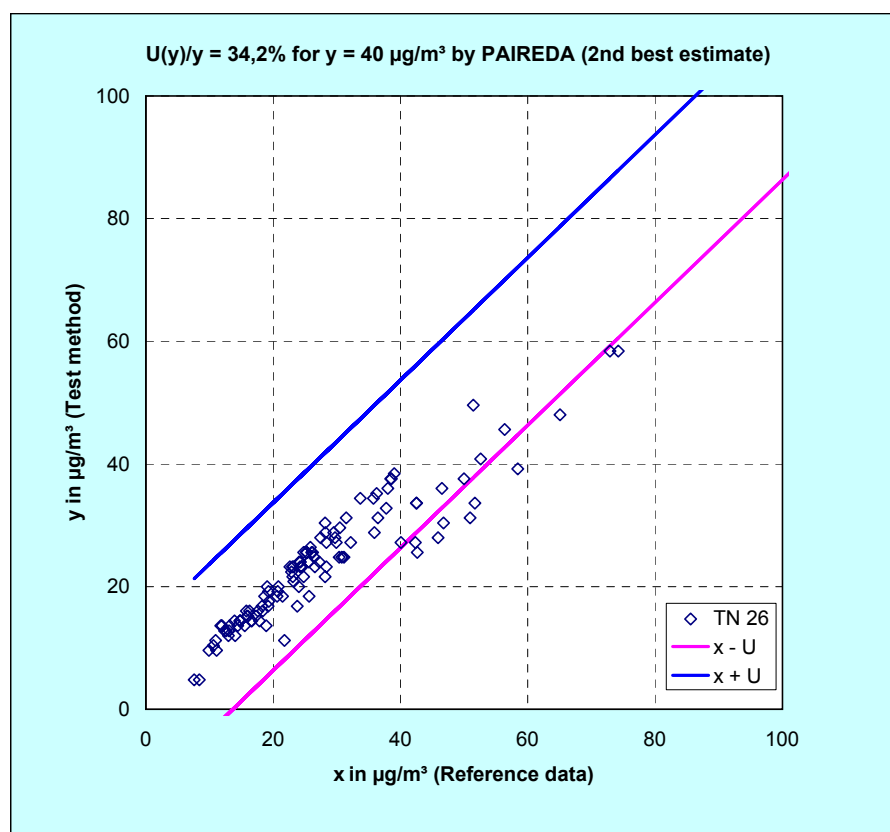


Table TN 26.2: Data treatment

98-percentile	71,3	56,6	67,5	228,8	13,7	57,7	85,0		
std s(column)	15,7	11,7	15,7	68,0	0,0	15,7	15,7		
mean m(column)	28,2	24,3	24,3	32,1	13,7	14,5	41,9		
median med(column)	24,8	23,2	20,9	10,6	13,7	11,1	38,4		
n	111	111	111	111	111	111	111	11	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 27.1: Results

Test method y:	TEOM 50	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 27	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-4,3 7,6 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	8,7 17,3 21,6 43,3 40 115	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (not best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = number(y < x - U) / n PUP = number(y > x + U) / n MOS = [median(ε) - mean(ε)] / s(ε)		7,8 0,0 0,34	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

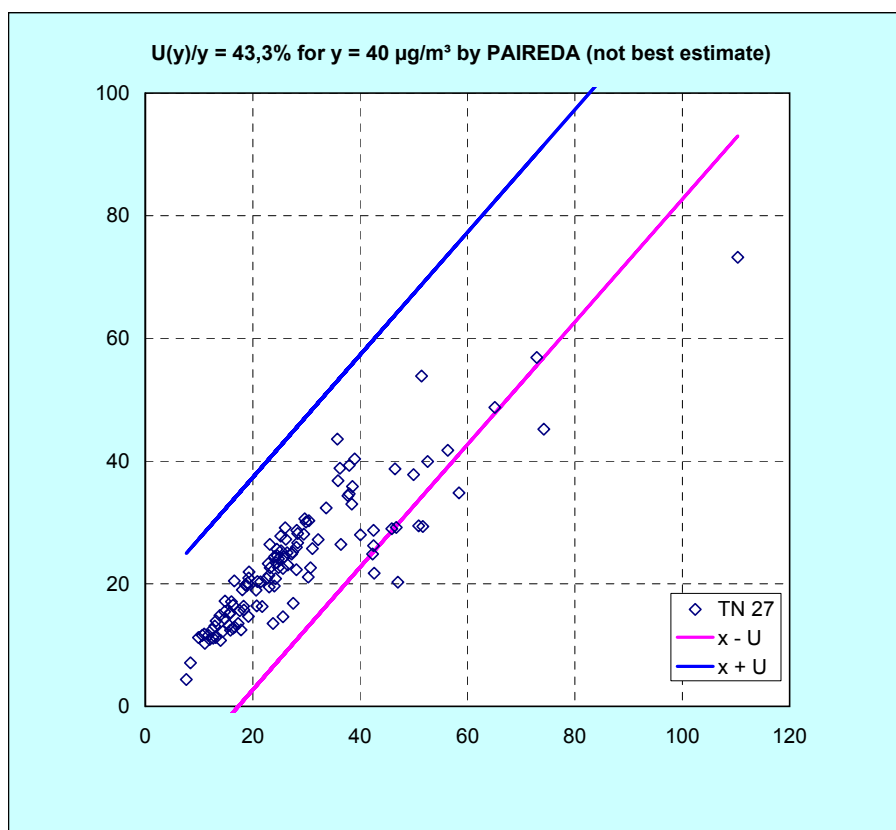


Table TN 27.2: Data treatment

98-percentile	70,5	52,3	66,2	465,3	17,3	53,2	87,9		
std s(column)	15,5	10,9	15,5	134,3	0,0	15,5	15,5		
mean m(column)	28,1	23,8	23,8	56,6	17,3	10,8	45,4		
median med(column)	24,7	22,5	20,4	18,9	17,3	7,3	42,0		
n	116	116	116	116	116	116	116	9	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')^2$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 28.1: Results

Test method y:	SEQ-OPT	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 28	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-11,8 10,2 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	15,6 31,1 38,9 77,8 40 69	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
$PLO = \text{number}(y < x - U) / n$ $PUP = \text{number}(y > x + U) / n$ $MOS = [\text{median}(\varepsilon) - \text{mean}(\varepsilon)] / s(\varepsilon)$		2,9 0,0 0,19	% % 1	percentage ($y < x - U$) percentage ($y > x + U$) measure of symmetry of residuals	

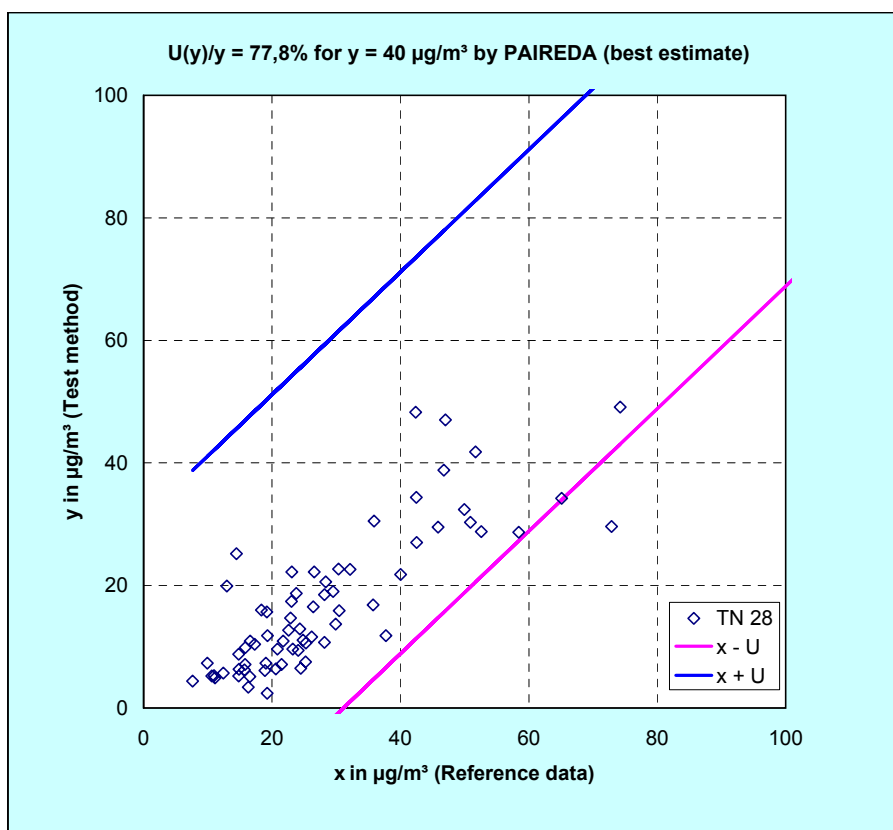


Table TN 28.2: Data treatment

98-percentile	73,7	48,8	61,9	807,2	31,1	42,6	104,8		
std s(column)	17,8	12,3	17,8	287,7	0,0	17,8	17,8		
mean m(column)	29,3	17,5	17,5	101,6	31,1	-1,8	60,5		
median med(column)	24,2	13,3	12,4	24,8	31,1	-7,0	55,3		
n	70	70	70	70	70	70	70	2	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	$x - U$	$x + U$	$y < x - U$	$y > x + U$
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 29.1: Results

Test method y:	OPT107	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 29	Data evaluated:	..Wiesbaden_2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{\{ a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x) \}}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\{ \sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1] \}}$ $u(x) =$		3,6 3,7 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x) = \sqrt{\{ a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x) \}}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	5,1 10,1 12,6 25,3 40 100	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y best estimate concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = PUP = MOS =	number(y<x-U) / n number(y>x+U) / n [median(ε) - mean(ε)]/s(ε)	1,0 4,0 0,01	% % 1	percentage (y<x-U) percentage (y>x+U) measure of symmetry of residuals	

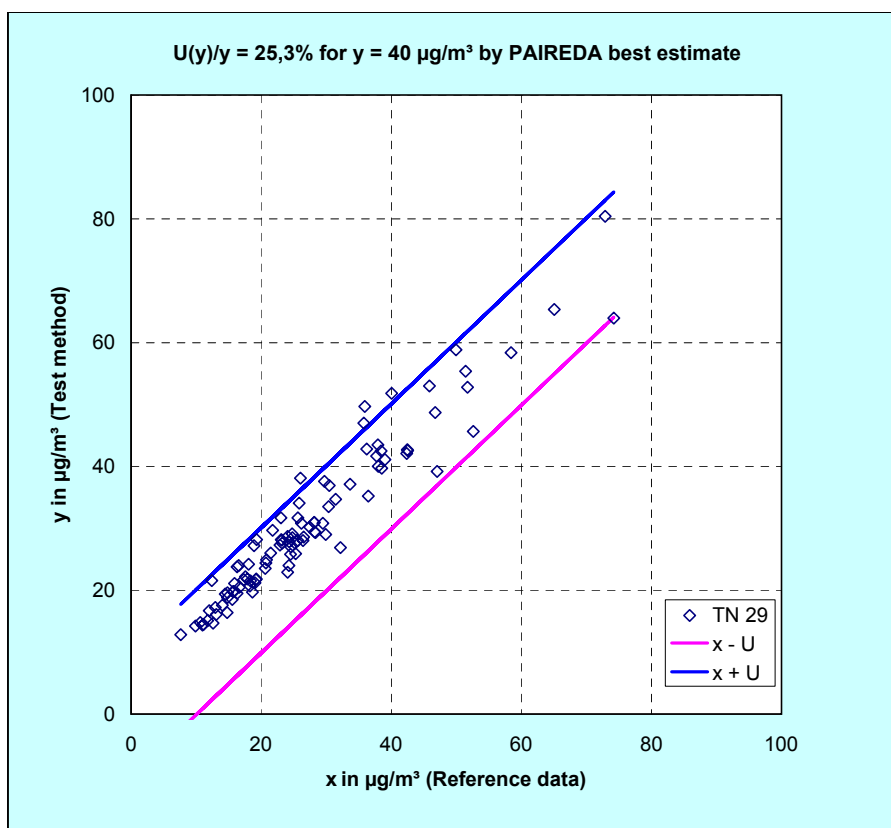


Table TN 29.2: Data treatment

98-percentile	65,1	64,0	68,6	110,4	10,1	55,0	75,2		
std s(column)	13,4	12,8	13,4	29,4	0,0	13,4	13,4		
mean m(column)	27,2	30,7	30,7	13,4	10,1	17,0	37,3		
median med(column)	24,5	28,0	28,1	2,2	10,1	14,4	34,6		
n	101	101	101	101	101	101	101	1	4
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')^2$	U	$x - U$	$x + U$	$y < x - U$	$y > x + U$
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 31.1: Results

Test method y:	1.3 FH62I-R	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 31	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\frac{\sum [y_i - a - x_i]^2}{n - 1}}$ $u(x) =$		2,9 3,3 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	4,3 8,6 10,8 21,5 40 114	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = PUP = MOS =	number(y<x-U) / n number(y>x+U) / n [median(ε) - mean(ε)]/s(ε)	0,0 5,2 -4,36	% % 1	percentage (y<x-U) percentage (y>x+U) measure of symmetry of residuals	

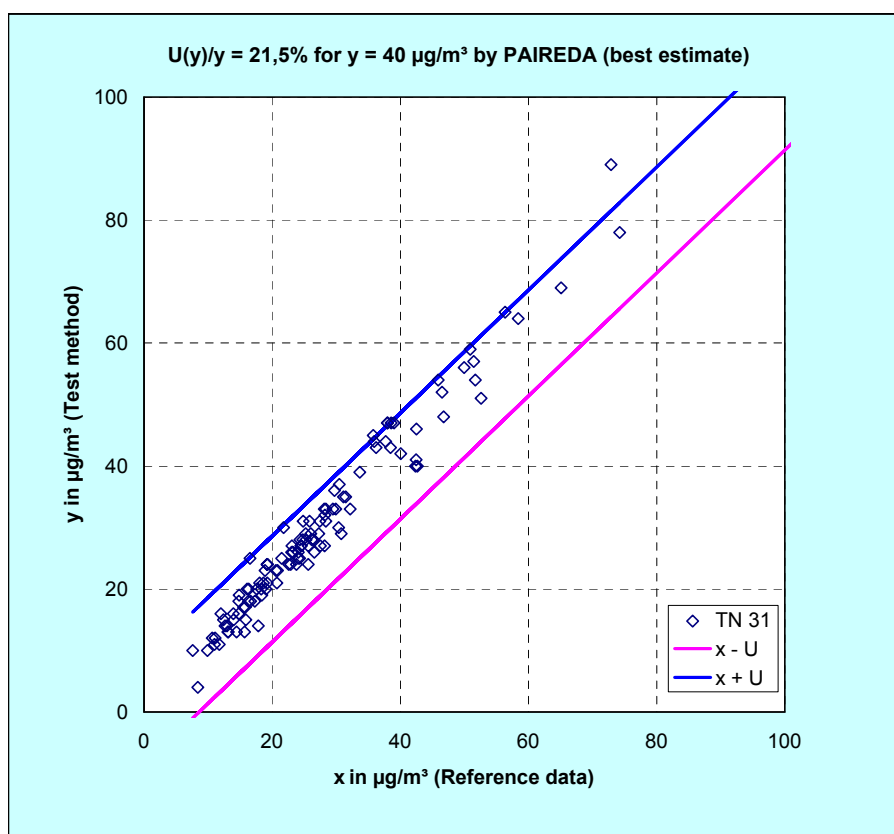


Table TN 31.2: Data treatment

98-percentile	70,7	75,5	73,6	51,3	8,6	62,1	79,3		
std s(column)	15,5	17,4	15,5	20,3	0,0	15,5	15,5		
mean m(column)	27,9	30,8	30,8	10,6	8,6	19,3	36,5		
median med(column)	24,5	27,0	27,5	3,3	8,6	15,9	33,2		
n	115	115	115	115	115	115	115	0	6
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 32.1: Results

Test method y:	1.3 FH62I-R	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 32	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		3,3 3,2 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	4,5 9,0 11,3 22,6 40 110	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
$PLO = \text{number}(y < x - U) / n$ $PUP = \text{number}(y > x + U) / n$ $MOS = [\text{median}(\varepsilon) - \text{mean}(\varepsilon)] / s(\varepsilon)$		0,0 1,8 -1,03	% % 1	percentage ($y < x - U$) percentage ($y > x + U$) measure of symmetry of residuals	

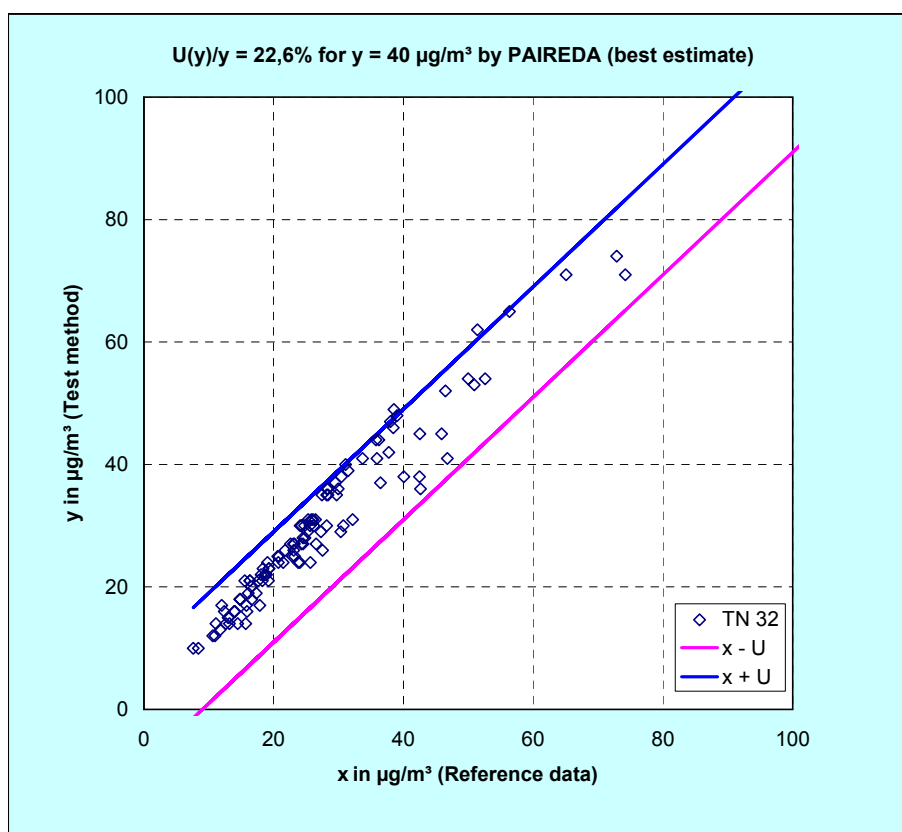


Table TN 32.2: Data treatment

98-percentile	71,3	71,0	74,6	58,7	9,0	62,3	80,3		
std s(column)	15,2	15,6	15,2	16,3	0,0	15,2	15,2		
mean m(column)	27,4	30,7	30,7	10,2	9,0	18,4	36,5		
median med(column)	24,5	27,0	27,8	3,5	9,0	15,5	33,5		
n	111	111	111	111	111	111	111	0	2
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	$x - U$	$x + U$	$y < x - U$	$y > x + U$
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 33.1: Results

Test method y:	1.3 FH621-R	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 33	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		5,3 2,6 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	5,9 11,8 14,8 29,5 40 111	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
$PLO = \text{number}(y < x - U) / n$ $PUP = \text{number}(y > x + U) / n$ $MOS = [\text{median}(\varepsilon) - \text{mean}(\varepsilon)] / s(\varepsilon)$		0,0 3,6 -3,77	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

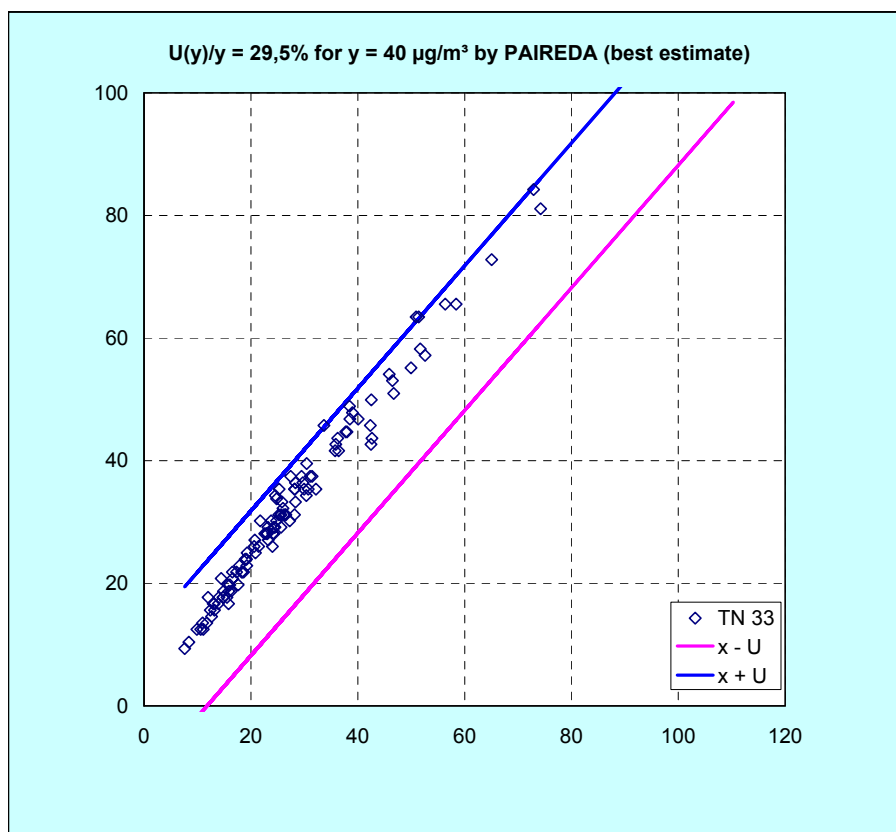


Table TN 33.2: Data treatment

98-percentile	71,2	79,3	76,5	45,2	11,8	59,4	83,0		
std s(column)	15,6	17,3	15,6	10,4	0,0	15,6	15,6		
mean m(column)	28,1	33,4	33,4	6,9	11,8	16,3	39,9		
median med(column)	24,7	30,2	30,0	2,9	11,8	12,9	36,5		
n	112	112	112	112	112	112	112	0	4
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	$x - U$	$x + U$	$y < x - U$	$y > x + U$
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 34.1: Results

Test method y:	1.3 FH62I-N	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 34	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		0,6 5,8 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	5,8 11,6 14,5 29,0 40 114	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
$PLO = \text{number}(y < x - U) / n$ $PUP = \text{number}(y > x + U) / n$ $MOS = [\text{median}(\varepsilon) - \text{mean}(\varepsilon)] / s(\varepsilon)$		6,1 1,7 -1,03	% % 1	percentage ($y < x - U$) percentage ($y > x + U$) measure of symmetry of residuals	

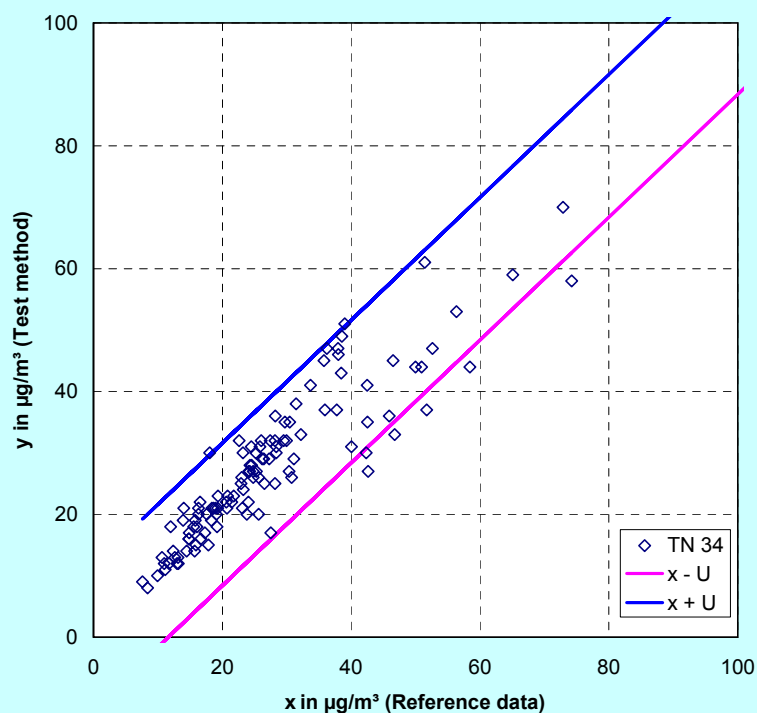
U(y)/y = 29,0% for y = 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ by PAIREDA (best estimate)

Table TN 34.2: Data treatment

98-percentile	70,7	60,4	71,3	254,4	11,6	59,1	82,3		
std s(column)	15,5	13,6	15,5	60,9	0,0	15,5	15,5		
mean m(column)	27,9	28,5	28,5	33,7	11,6	16,3	39,5		
median med(column)	24,5	27,0	25,1	6,9	11,6	12,9	36,1		
n	115	115	115	115	115	115	115	7	2
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 35.1: Results

Test method y:	1.3 FH621-N	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 35	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
y =	a + x + ε			statistical model equ.	
u ² (y) =	a ² + s ² (ε) - u ² (x)			variance equation	
u(y) =	√ { a ² + s ² (ε) - u ² (x)			standard uncertainty	
a =	m(y) - m(x)	3,7	µg/m ³	offset	
s(ε) =	√ { Σ [y _i - a - x _i] ² / [n - 1] }	3,6	µg/m ³	residual standard deviation	
u(x) =		0,8	µg/m ³	standard uncertainty of reference data	
u(y; x _{LV}) =	√ { a ² + s ² (ε) - u ² (x) }	5,2	µg/m ³	standard uncertainty of y	
U = U(y; x _{LV}) =	k * u(y; x)	10,3	µg/m ³	95%-expanded uncertainty	
u(y; x _{LV})/y =	u(y; x _{LV})/x _{LV}	12,9	%	relative standard uncertainty of y	
U(y; x _{LV})/y =	k * u(y; x _{LV})/x _{LV}	25,8	%	(best estimate)	
x _{LV} =		40	µg/m ³	concentration level (import)	
v =	n - 1	113	1	number of degrees of freedom	
PLO =	number(y<x-U) / n	0,0	%	percentage (y<x-U)	
PUP =	number(y>x+U) / n	5,3	%	percentage (y>x+U)	
MOS =	[median(ε) - mean(ε)]/s(ε)	-0,62	1	measure of symmetry of residuals	

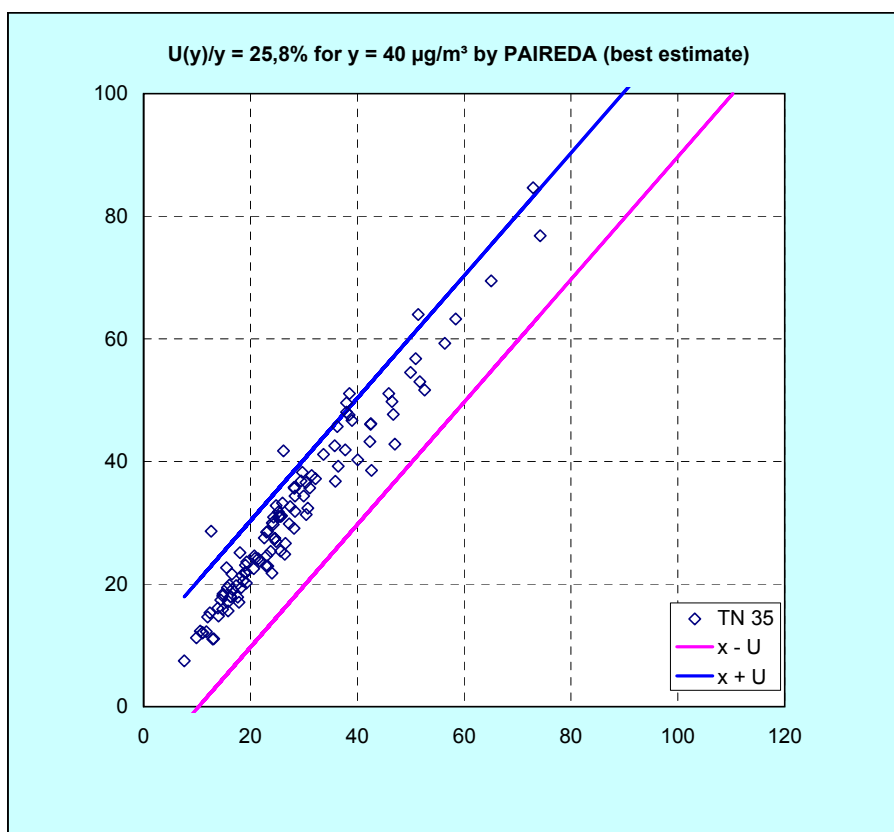


Table TN 35.2: Data treatment

98-percentile	70,9	74,9	74,6	77,5	10,3	60,5	81,2		
std s(column)	15,5	16,7	15,5	23,8	0,0	15,5	15,5		
mean m(column)	28,4	32,2	32,2	13,1	10,3	18,1	38,8		
median med(column)	24,8	28,9	28,5	5,0	10,3	14,5	35,1		
n	114	114	114	114	114	114	114	0	6
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	$x - U$	$x + U$	$y < x - U$	$y > x + U$
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 36.1: Results

Test method y:	1.3 TEOM SES	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 36	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$				statistical model equ.	
$u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$				variance equation	
$u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$		3,4	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset	
$s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$		4,6	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	residual standard deviation	
$u(x) =$		0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$		5,7	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	standard uncertainty of y	
$U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$	$k = 2$	11,4	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	95%-expanded uncertainty	
$u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$		14,3	%	relative standard uncertainty of y	
$U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$		28,6	%	(not best estimate)	
$x_{LV} =$		40	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	concentration level (import)	
$v = n - 1$		110	1	number of degrees of freedom	
$PLO = \text{number}(y < x - U) / n$		0,0	%	percentage (y < x - U)	
$PUP = \text{number}(y > x + U) / n$		0,9	%	percentage (y > x + U)	
$MOS = [\text{median}(\varepsilon) - \text{mean}(\varepsilon)] / s(\varepsilon)$		-0,54	1	measure of symmetry of residuals	

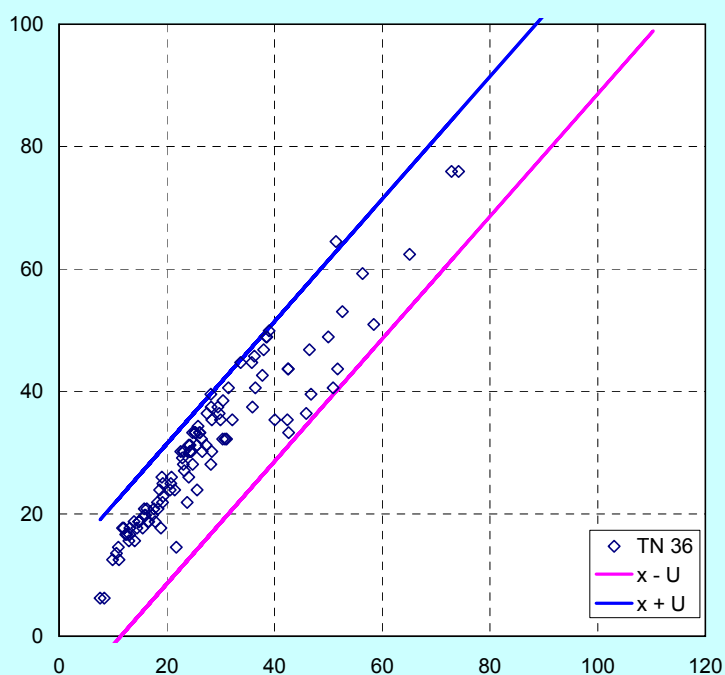
U(y)/y = 28,6% for y = 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ by PAIREDA (not best estimate)

Table TN 36.2: Data treatment

98-percentile	71,3	73,6	74,8	157,0	11,4	59,9	82,8		
std s(column)	15,7	15,1	15,7	37,5	0,0	15,7	15,7		
mean m(column)	28,2	31,6	31,6	21,4	11,4	16,8	39,6		
median med(column)	24,8	30,2	28,2	5,2	11,4	13,3	36,2		
n	111	111	111	111	111	111	111	0	1
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 37.1: Results

Test method y:	1.3 TEOM 50	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 37	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		2,8 6,9 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	7,4 14,9 18,6 37,2 40 115	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
$PLO = \text{number}(y < x - U) / n$ $PUP = \text{number}(y > x + U) / n$ $MOS = [\text{median}(\varepsilon) - \text{mean}(\varepsilon)] / s(\varepsilon)$		2,6 1,7 -0,77	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

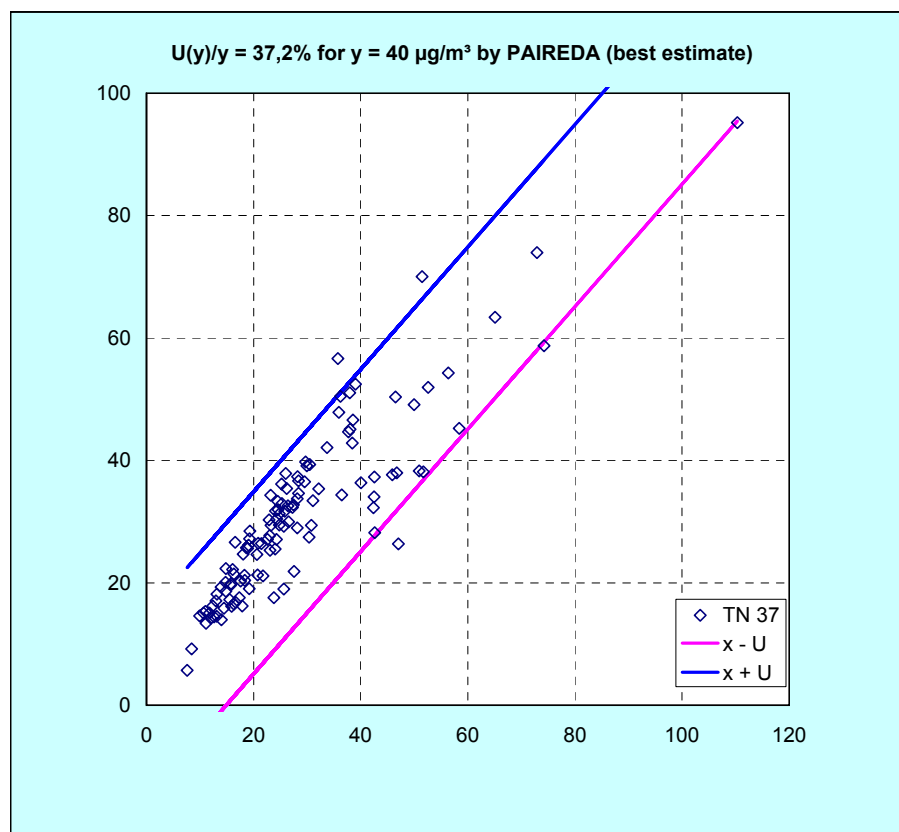


Table TN 37.2: Data treatment

98-percentile	70,5	68,0	73,4	324,2	14,9	55,7	85,4		
std s(column)	15,5	14,1	15,5	88,9	0,0	15,5	15,5		
mean m(column)	28,1	31,0	31,0	47,5	14,9	13,2	43,0		
median med(column)	24,7	29,3	27,5	12,9	14,9	9,8	39,5		
n	116	116	116	116	116	116	116	3	2
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')^2$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Revision:	09.09.2004			
--------------	----------------	---------	--	-----------	------------	--	--	--

Table TN 38.1: Results

Test method y:	1.3 SEQ-OPT	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 38	Data evaluated:	..Daten\Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-6,58 9,88 0,80	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	11,84 23,68 29,6 59,2 40 69	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = PUP = MOS =	number(y<x-U) / n number(y>x+U) / n [median(ε) - mean(ε)]/s(ε)	2,9 0,0 -0,05	% % 1	percentage (y<x-U) percentage (y>x+U) measure of symmetry of residuals	

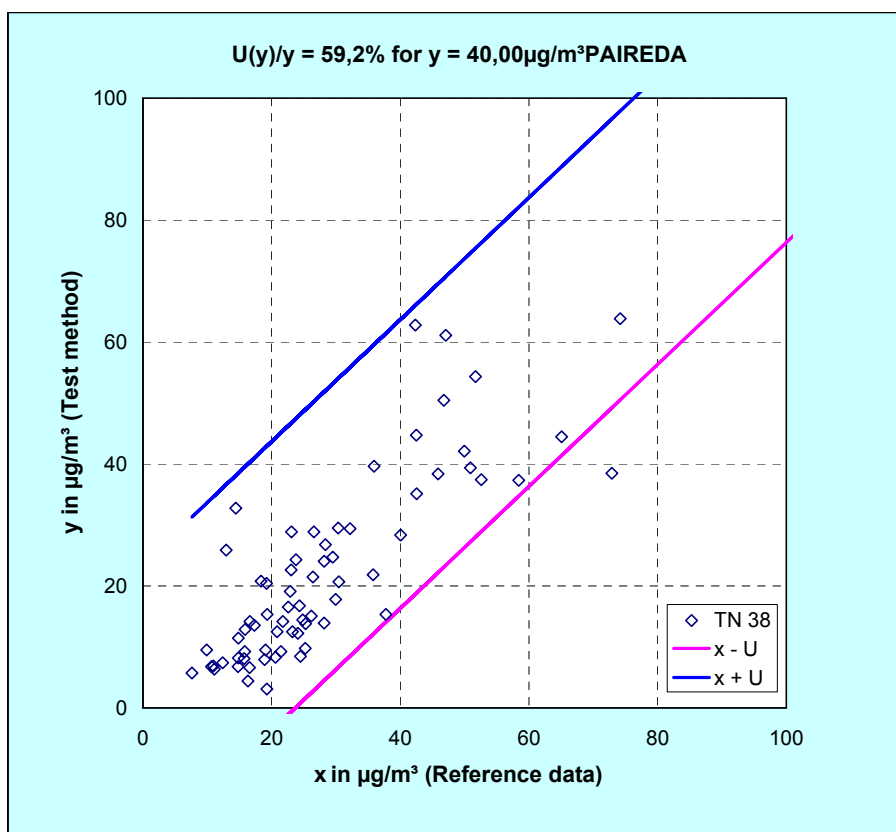


Table TN 38.2: Data treatment

98-percentile	73,70	63,43	67,12	757,43	23,68	50,02	97,38		
std s(column)	17,85	16,00	17,85	211,99	0,00	17,85	17,85		
mean m(column)	29,33	22,75	22,75	96,13	23,68	5,65	53,01		
median med(column)	24,19	17,29	17,61	24,34	23,68	0,51	47,87		
n	70	70	70	70	70	70	70	2	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Revision:	02.09.2004			
--------------	----------------	---------	--	-----------	------------	--	--	--

Table TN 39.1: Results

Test method y:	1.3 OPT107	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 39	Data evaluated:	..\Daten\Wiesbaden_2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		12,8 5,3 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	13,8 27,6 34,5 69,0 40 100	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = PUP = MOS =	number(y<x-U) / n number(y>x+U) / n [median(ε) - mean(ε)]/s(ε)	0,0 2,0 -0,23	% % 1	percentage (y<x-U) percentage (y>x+U) measure of symmetry of residuals	

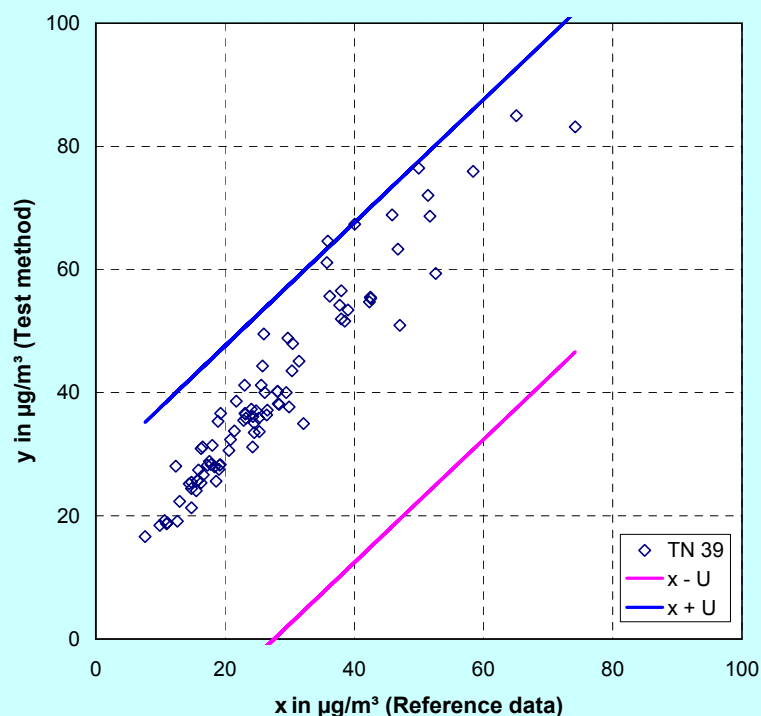
U(y)/y = 69,0% for y = 40,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ by PAIREDA

Table Tn 39.2: Data treatment

98-percentile	65,1	83,2	77,9	210,6	27,6	37,5	92,7		
std s(column)	13,4	16,7	13,4	54,0	0,0	13,4	13,4		
mean m(column)	27,2	39,9	39,9	27,4	27,6	-0,4	54,7		
median med(column)	24,5	36,4	37,3	11,4	27,6	-3,1	52,1		
n	101	101	101	101	101	101	101	0	2
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')^2$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 42.1: Results

Test method y:	1.15 FH62I-R	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 42	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-0,3 3,3 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	3,2 6,4 8,0 16,0 40 110	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (not best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = number(y < x - U) / n PUP = number(y > x + U) / n MOS = [median(ε) - mean(ε)] / s(ε)		6,3 0,0 0,92	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

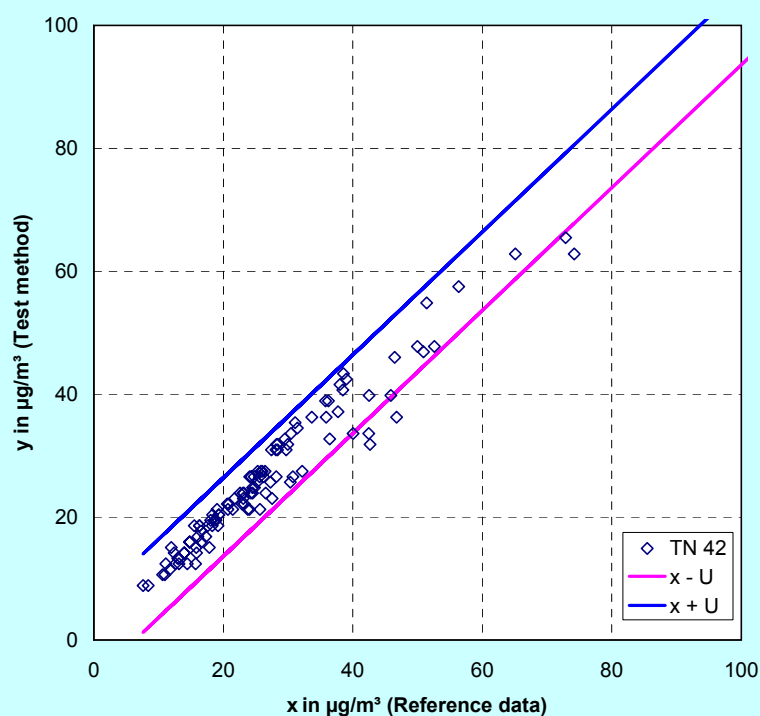
U(y)/y = 16,0% for y = 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ by PAIREDA (not best estimate)

Table TN 42.2: Data treatment

98-percentile	71,3	62,8	71,1	103,8	6,4	64,9	77,7		
std s(column)	15,2	13,8	15,2	22,0	0,0	15,2	15,2		
mean m(column)	27,4	27,2	27,2	10,7	6,4	21,0	33,8		
median med(column)	24,5	23,9	24,2	3,2	6,4	18,1	30,9		
n	111	111	111	111	111	111	111	7	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 43.1: Results

Test method y:	1.25 FH62I-R	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 43	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\frac{\sum [y_i - a - x_i]^2}{[n - 1]}}$ $u(x) =$		4,1 2,2 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	4,6 9,1 11,4 22,8 40 111	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
$PLO = \text{number}(y < x - U) / n$ $PUP = \text{number}(y > x + U) / n$ $MOS = [\text{median}(\varepsilon) - \text{mean}(\varepsilon)] / s(\varepsilon)$		0,0 2,7 -10,90	% % 1	percentage ($y < x - U$) percentage ($y > x + U$) measure of symmetry of residuals	

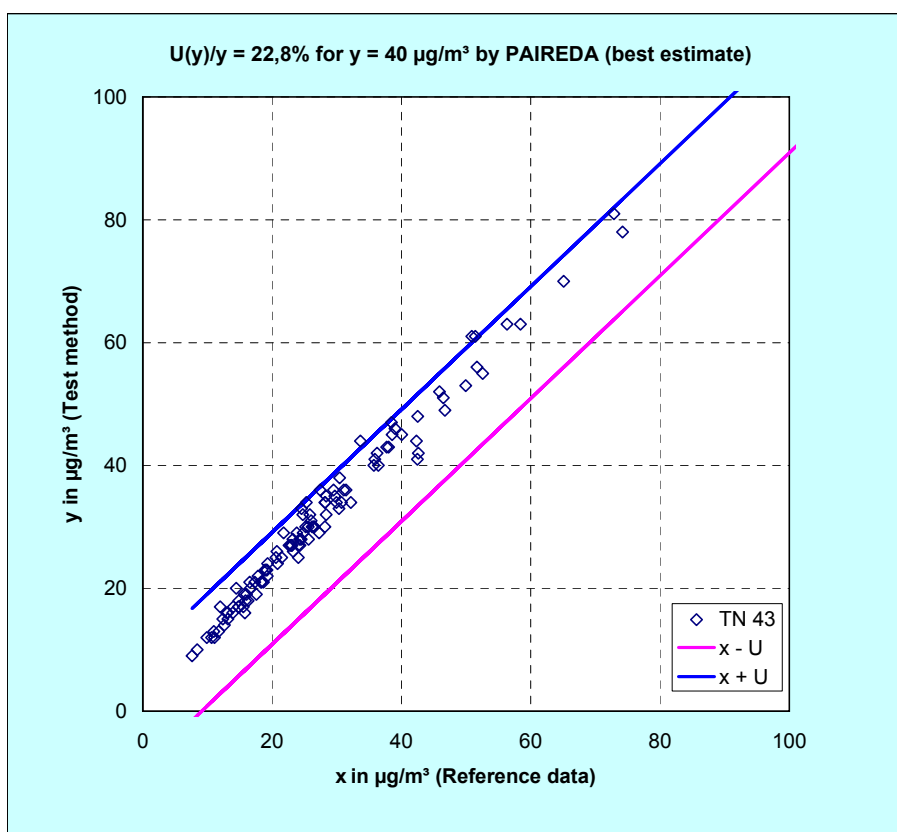


Table TN 43.2: Data treatment

98-percentile	71,2	76,2	75,2	30,5	9,1	62,1	80,3		
std s(column)	15,6	16,7	15,6	7,6	0,0	15,6	15,6		
mean m(column)	28,1	32,1	32,1	4,9	9,1	19,0	37,2		
median med(column)	24,7	29,0	28,7	1,8	9,1	15,6	33,8		
n	112	112	112	112	112	112	112	0	3
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	$x - U$	$x + U$	$y < x - U$	$y > x + U$
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 46.1: Results

Test method y:	1.25 TEOM-SES	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 46	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		2,2 4,7 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	5,1 10,2 12,7 25,5 40 110	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (2nd best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = PUP = MOS =	number(y<x-U) / n number(y>x+U) / n [median(ε) - mean(ε)]/s(ε)	2,7 0,9 -0,53	% % 1	percentage (y<x-U) percentage (y>x+U) measure of symmetry of residuals	

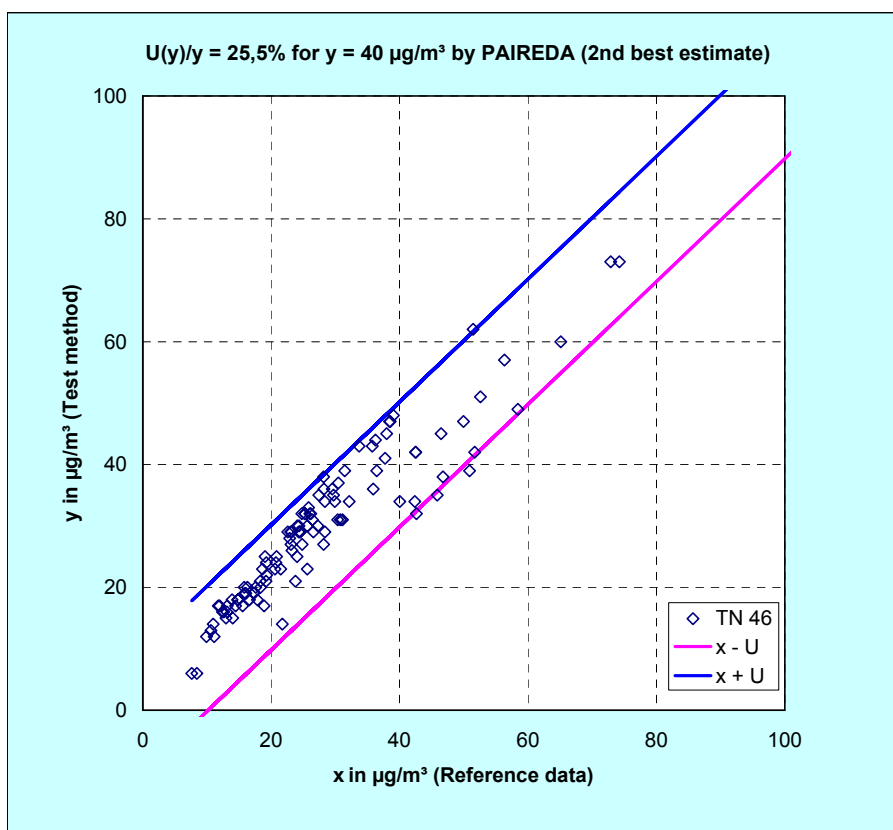


Table TN 46.2: Data treatment

98-percentile	71,3	70,8	73,5	160,5	10,2	61,1	81,5		
std s(column)	15,7	14,6	15,7	38,2	0,0	15,7	15,7		
mean m(column)	28,2	30,4	30,4	21,5	10,2	18,0	38,4		
median med(column)	24,8	29,0	27,0	6,4	10,2	14,6	35,0		
n	111	111	111	111	111	111	111	3	1
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	$x - U$	$x + U$	$y < x - U$	$y > x + U$
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 47.1: Results

Test method y:	1.2 TEOM 50	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 47	Data evaluated:	Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		2,8 6,9 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	7,4 14,9 18,6 37,2 40 115	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = number(y < x - U) / n PUP = number(y > x + U) / n MOS = [median(ε) - mean(ε)] / s(ε)		2,6 1,7 -0,77	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

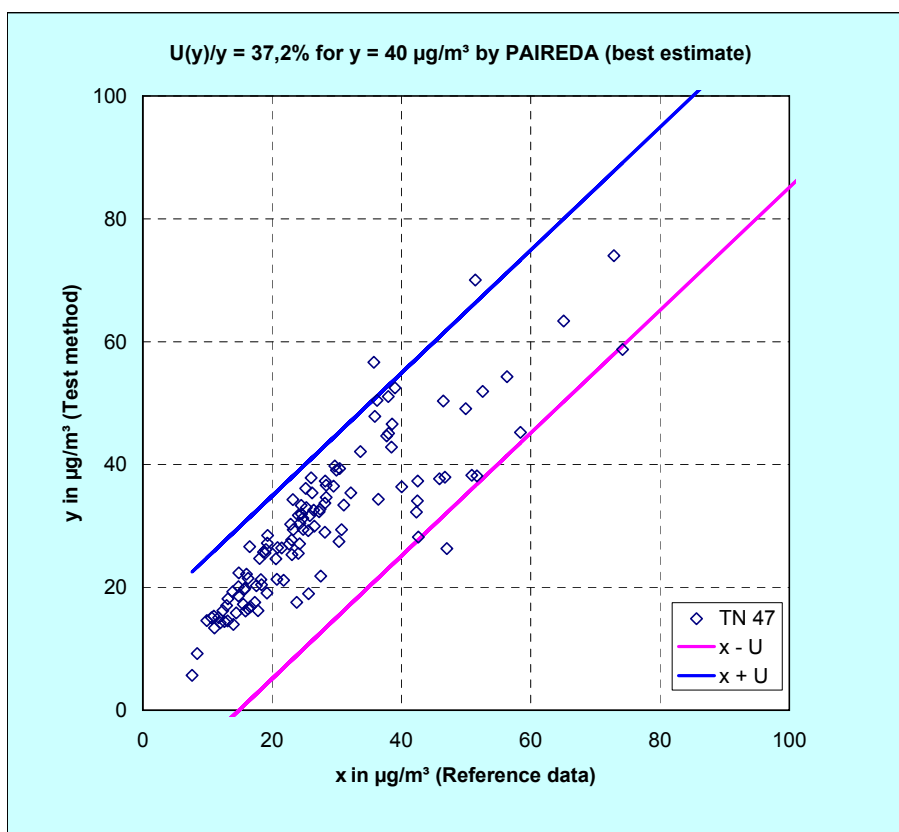


Table TN 47.2: Data treatment

98-percentile	70,5	68,0	73,4	324,2	14,9	55,7	85,4		
std s(column)	15,5	14,1	15,5	88,9	0,0	15,5	15,5		
mean m(column)	28,1	31,0	31,0	47,5	14,9	13,2	43,0		
median med(column)	24,7	29,3	27,5	12,9	14,9	9,8	39,5		
n	116	116	116	116	116	116	116	3	2
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	$x - U$	$x + U$	$y < x - U$	$y > x + U$
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 49.1: Results

Test method y:	OPT107K	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN49	Data evaluated:	..Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{ \{ a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x) \}}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{ \{ \Sigma [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1] \}}$ $u(x) =$		-1,1 4,0 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x) = \sqrt{ \{ a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x) \}}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	4,0 8,1 10,1 20,2 40 102	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y (best estimate) concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = PUP = MOS =	number(y<x-U) / n number(y>x+U) / n [median(ε) - mean(ε)]/s(ε)	3,9 4,9 -0,17	% % 1	percentage (y<x-U) percentage (y>x+U) measure of symmetry of residuals	

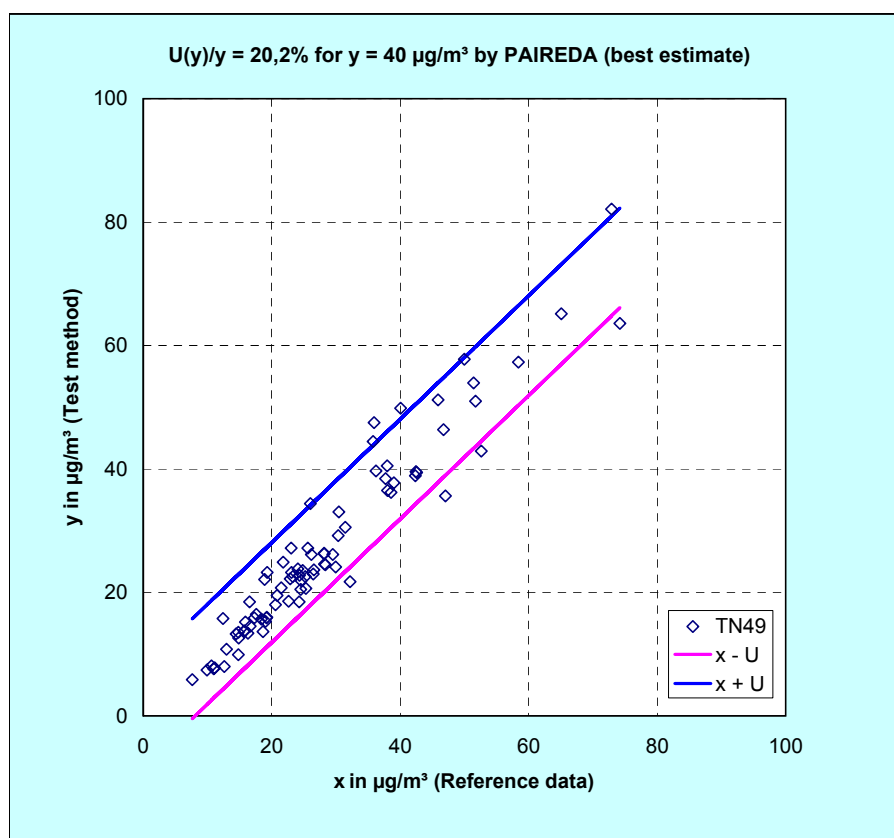


Table TN 49.2: Data treatment

98-percentile	64,8	63,4	63,7	106,8	8,1	56,7	72,9		
std s(column)	13,4	14,4	13,4	30,2	0,0	13,4	13,4		
mean m(column)	27,0	25,9	25,9	15,6	8,1	18,9	35,1		
median med(column)	24,3	23,0	23,2	3,3	8,1	16,2	32,4		
n	103	103	103	103	103	103	103	4	5
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	$x - U$	$x + U$	$y < x - U$	$y > x + U$
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 61.1: Results

Test method y:	1.15 FH62I-R	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 61	Data evaluated:	„Wiesbaden 2003_data2.xls“		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum [y_i - a - x_i]^2}$ $u(x) =$		-0,9 2,7 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	2,7 5,4 6,7 13,4 40 82	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = number(y<x-U) / n PUP = number(y>x+U) / n MOS = [median(ε) - mean(ε)]/s(ε)		4,8 2,4 0,09	% % 1	percentage (y<x-U) percentage (y>x+U) measure of symmetry of residuals	

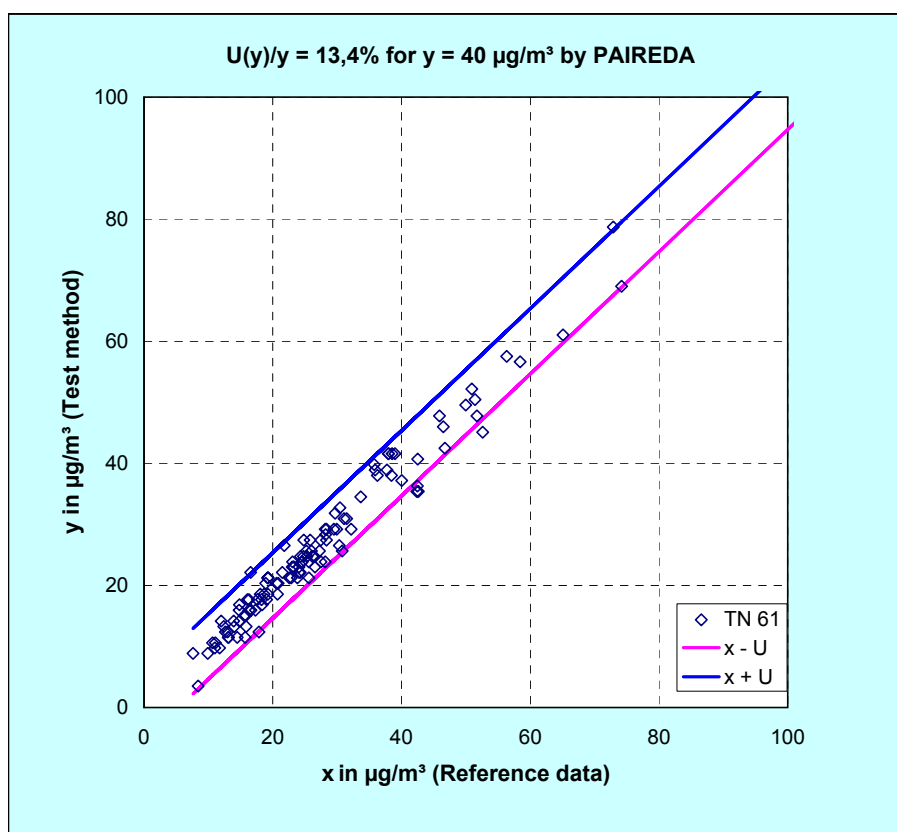


Table TN 61.2: Data treatment

98-percentile	73,4	72,5	72,5	42,3	5,4	68,0	78,7		
std s(column)	17,0	16,7	17,0	10,9	0,0	17,0	17,0		
mean m(column)	29,1	28,2	28,2	7,0	5,4	23,7	34,4		
median med(column)	24,8	23,9	23,9	2,8	5,4	19,4	30,2		
n	83	83	83	83	83	83	83	4	2
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 62.1: Results

Test method y:	1.15 FH62I-R	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 62	Data evaluated:	..Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-0,7 3,4 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	3,4 6,9 8,6 17,1 40 82	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = number(y < x - U) / n PUP = number(y > x + U) / n MOS = [median(ε) - mean(ε)] / s(ε)		7,2 0,0 0,29	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

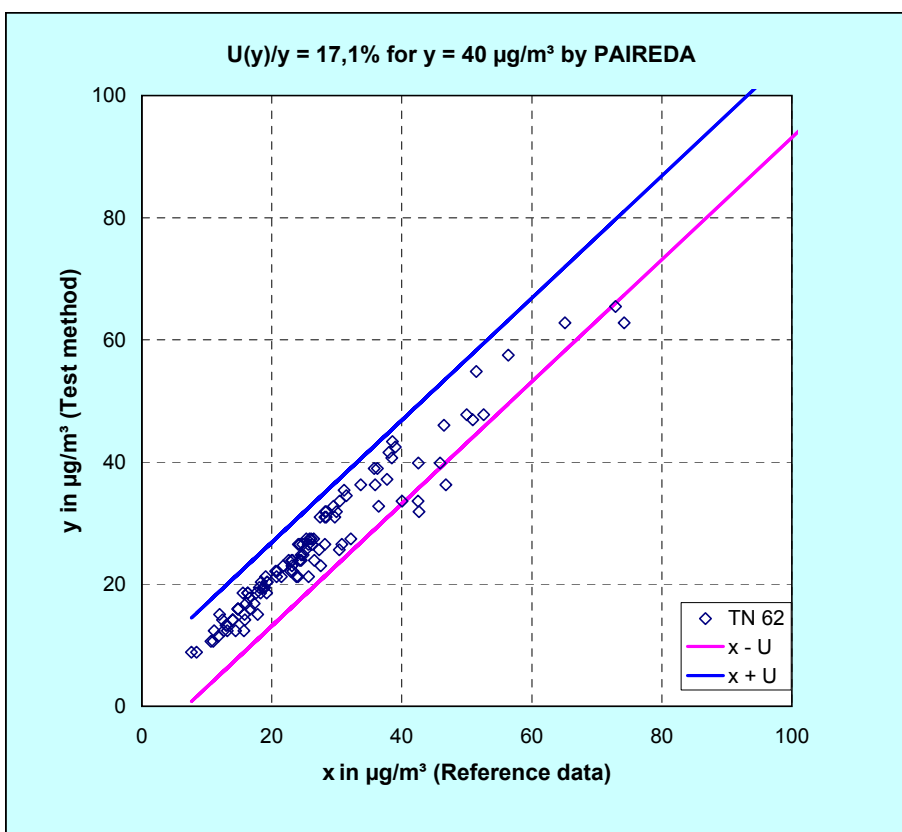


Table TN 62.2: Data treatment

98-percentile	73,4	63,8	72,7	98,0	6,9	66,5	80,2		
std s(column)	16,4	14,6	16,4	22,9	0,0	16,4	16,4		
mean m(column)	28,2	27,5	27,5	11,8	6,9	21,3	35,0		
median med(column)	24,5	23,9	23,8	3,5	6,9	17,6	31,3		
n	83	83	83	83	83	83	83	6	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	$x - U$	$x + U$	$y < x - U$	$y > x + U$
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 63.1: Results

Test method y:	1.15 FH62	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 63	Data evaluated:	..Wiesbaden 2003 data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		1,2 1,8 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	2,0 4,0 5,0 10,0 40 82	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = number(y < x - U) / n PUP = number(y > x + U) / n MOS = [median(ε) - mean(ε)] / s(ε)		2,4 4,8 0,09	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

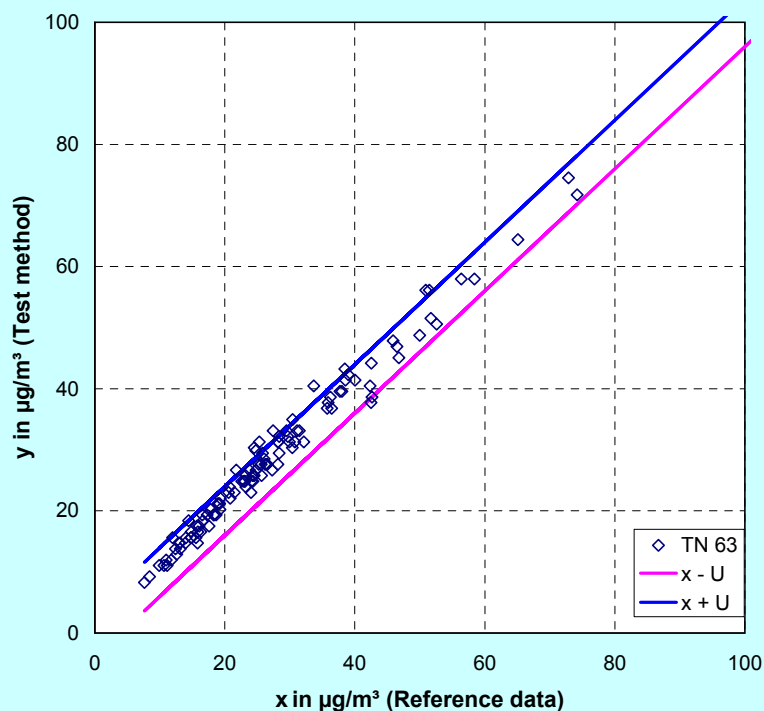
U(y)/y = 10,0% for y = 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ by PAIREDA

Table TN 63.2: Data treatment

98-percentile	73,4	72,8	74,5	24,5	4,0	69,4	77,3		
std s(column)	17,1	16,6	17,1	6,1	0,0	17,1	17,1		
mean m(column)	28,9	30,1	30,1	3,2	4,0	24,9	32,9		
median med(column)	24,5	26,7	25,7	0,6	4,0	20,5	28,5		
n	83	83	83	83	83	83	83	2	4
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 64.1: Results

Test method y:	1.15 FH62	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 64	Data evaluated:	..Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-4,1 6,5 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	7,7 15,3 19,2 38,3 40 82	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y concentration level (import) number of degrees of freedom	
$PLO = \text{number}(y < x - U) / n$ $PUP = \text{number}(y > x + U) / n$ $MOS = [\text{median}(\varepsilon) - \text{mean}(\varepsilon)] / s(\varepsilon)$		8,4 0,0 0,36	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

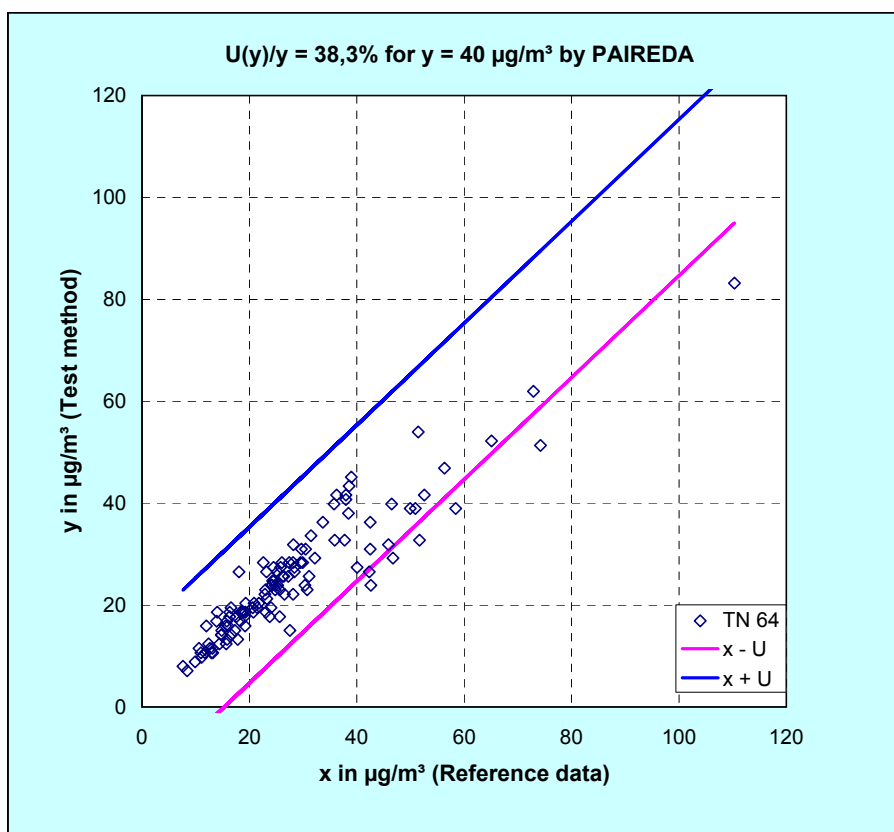


Table TN 64.2: Data treatment

98-percentile	73,4	55,7	69,2	277,1	15,3	58,0	88,7		
std s(column)	17,0	12,3	17,0	80,7	0,0	17,0	17,0		
mean m(column)	29,1	24,9	24,9	41,6	15,3	13,7	44,4		
median med(column)	24,8	23,0	20,7	13,4	15,3	9,5	40,1		
n	83	83	83	83	83	83	83	7	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	$x - U$	$x + U$	$y < x - U$	$y > x + U$
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 65.1: Results

Test method y:	1.15 FH62I-N	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 65	Data evaluated:	..Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\frac{\sum [y_i - a - x_i]^2}{[n - 1]}}$ $u(x) =$		-0,4 3,4 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	3,3 6,6 8,2 16,5 40 82	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y concentration level (import) number of degrees of freedom	
$PLO = \text{number}(y < x - U) / n$ $PUP = \text{number}(y > x + U) / n$ $MOS = [\text{median}(\varepsilon) - \text{mean}(\varepsilon)] / s(\varepsilon)$		4,8 2,4 0,02	% % 1	percentage ($y < x - U$) percentage ($y > x + U$) measure of symmetry of residuals	

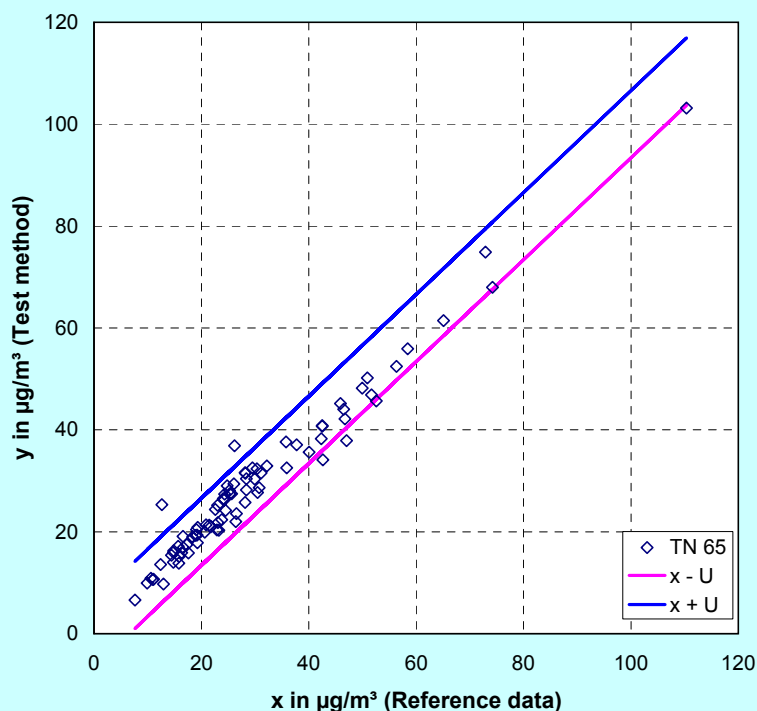
U(y)/y = 16,5% for y = 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ by PAIREDA

Table TN 65.2: Data treatment

98-percentile	73,4	70,4	73,0	93,3	6,6	66,8	80,0		
std s(column)	17,0	15,7	17,0	25,6	0,0	17,0	17,0		
mean m(column)	29,4	29,0	29,0	11,2	6,6	22,8	36,0		
median med(column)	24,8	26,3	24,4	3,9	6,6	18,2	31,4		
n	83	83	83	83	83	83	83	4	2
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')^2$	U	$x - U$	$x + U$	$y < x - U$	$y > x + U$
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 66.1: Results

Test method y:	1.15 TEOM	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 66	Data evaluated:	..Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-1,1 5,2 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	5,2 10,5 13,1 26,2 40 82	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y concentration level (import) number of degrees of freedom	
$PLO = \text{number}(y < x - U) / n$ $PUP = \text{number}(y > x + U) / n$ $MOS = [\text{median}(\varepsilon) - \text{mean}(\varepsilon)] / s(\varepsilon)$		9,6 0,0 0,35	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

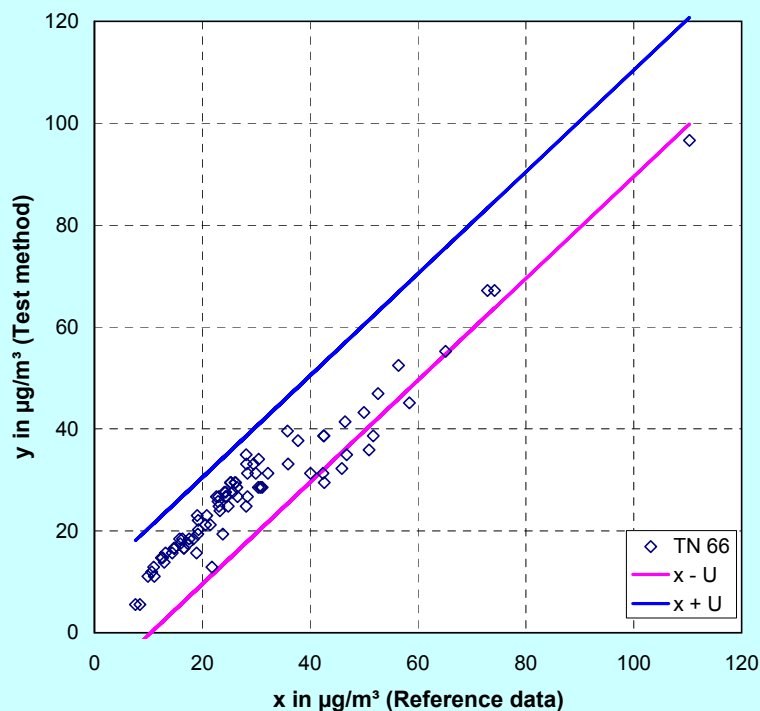
U(y)/y = 26,2% for y = 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ by PAIREDA

Table TN 66.2: Data treatment

98-percentile	73,4	67,2	72,2	158,2	10,5	62,9	83,8		
std s(column)	17,1	14,0	17,1	42,4	0,0	17,1	17,1		
mean m(column)	28,9	27,8	27,8	26,4	10,5	18,5	39,4		
median med(column)	24,5	26,7	23,4	10,4	10,5	14,0	35,0		
n	83	83	83	83	83	83	83	8	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 67.1: Results

Test method y:	1.15 TEOM	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 67	Data evaluated:	..Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		-1,7 7,8 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x_{LV}) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	7,9 15,8 19,7 39,5 40 82	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = number(y < x - U) / n PUP = number(y > x + U) / n MOS = [median(ε) - mean(ε)] / s(ε)		8,4 0,0 0,38	% % 1	percentage (y < x - U) percentage (y > x + U) measure of symmetry of residuals	

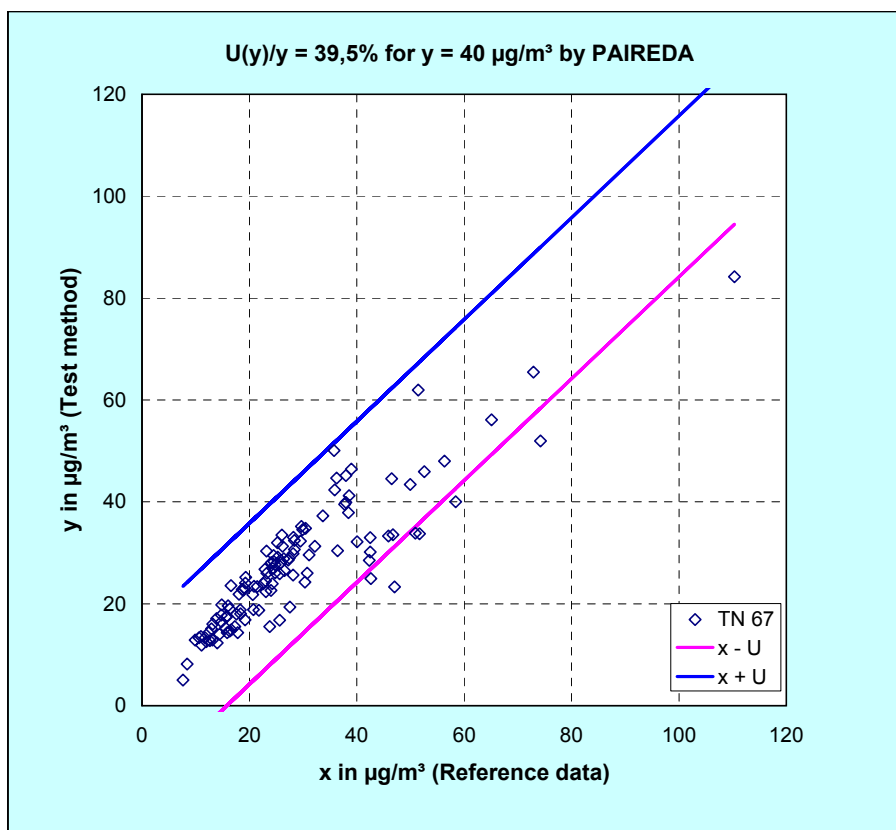


Table TN 67.2: Data treatment

98-percentile	73,4	59,4	71,7	444,7	15,8	57,6	89,2		
std s(column)	17,1	12,6	17,1	107,1	0,0	17,1	17,1		
mean m(column)	29,4	27,7	27,7	59,4	15,8	13,6	45,2		
median med(column)	25,2	26,0	23,5	21,0	15,8	9,4	41,0		
n	83	83	83	83	83	83	83	7	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	x - U	x + U	y < x - U	y > x + U
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Revision:	02.09.2004		
--------------	----------------	---------	--	-----------	------------	--	--

Table TN 68.1: Results

Test method y:	1.15 SEQ-OPT	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 68	Data evaluated:	..Daten\Wiesbaden 2003_data2.xls		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{ \{ a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x) \}}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{ \{ \sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1] \}}$ $u(x) =$		-9,2 9,8 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x) = \sqrt{ \{ a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x) \}}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	13,5 26,9 33,6 67,3 40 69	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = PUP = MOS =	number(y<x-U) / n number(y>x+U) / n [median(ε) - mean(ε)]/s(ε)	2,9 0,0 0,09	% % 1	percentage (y<x-U) percentage (y>x+U) measure of symmetry of residuals	

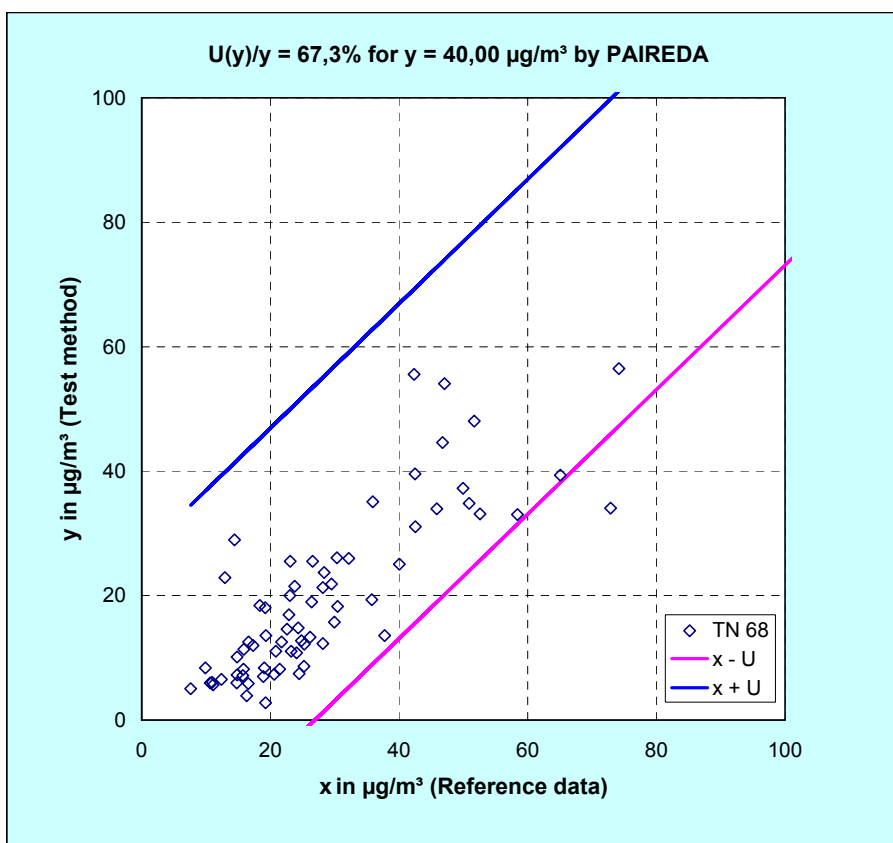


Table TN 68.2: Data treatment

98-percentile	73,7	56,1	64,5	758,8	26,9	46,8	100,6		
std s(column)	17,8	14,1	17,8	241,1	0,0	17,8	17,8		
mean m(column)	29,3	20,1	20,1	95,5	26,9	2,4	56,2		
median med(column)	24,2	15,3	15,0	20,7	26,9	-2,7	51,1		
n	70	70	70	70	70	70	70	2	0
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	$x - U$	$x + U$	$y < x - U$	$y > x + U$
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

Analysis of Data Quality Tool ANDAQ-A

2004/0720

Evaluation technique:

PAIREDA

Prepared by:	Reinhold Beier	mailto:	reinhold.beier@lua.nrw.de	Date:	22.07.1904			
--------------	----------------	---------	--	-------	------------	--	--	--

Table TN 69.1: Results

Test method y:	OPT107	Reference data x:	2 LVS&GS050		
Lab ID:	TN 69	Data evaluated:	„Wiesbaden 2003_data2.xls“		
Term	Algorithm	Result	Unit	Notes	
$y = a + x + \varepsilon$ $u^2(y) = a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)$ $u(y) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$				statistical model equ. variance equation standard uncertainty	
$a = m(y) - m(x)$ $s(\varepsilon) = \sqrt{\sum [y_i - a - x_i]^2 / [n - 1]}$ $u(x) =$		8,2 4,1 0,8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	offset residual standard deviation standard uncertainty of reference data	
$u(y; x) = \sqrt{a^2 + s^2(\varepsilon) - u^2(x)}$ $U = U(y; x_{LV}) = k * u(y; x)$ $u(y; x_{LV})/y = u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $U(y; x_{LV})/y = k * u(y; x_{LV})/x_{LV}$ $x_{LV} =$ $v = n - 1$	$k = 2$	9,1 18,2 22,8 45,6 40 100	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ % % $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1	standard uncertainty of y 95%-expanded uncertainty relative standard uncertainty of y concentration level (import) number of degrees of freedom	
PLO = PUP = MOS =	number(y<x-U) / n number(y>x+U) / n [median(ε) - mean(ε)]/s(ε)	0,0 4,0 -0,19	% % 1	percentage (y<x-U) percentage (y>x+U) measure of symmetry of residuals	

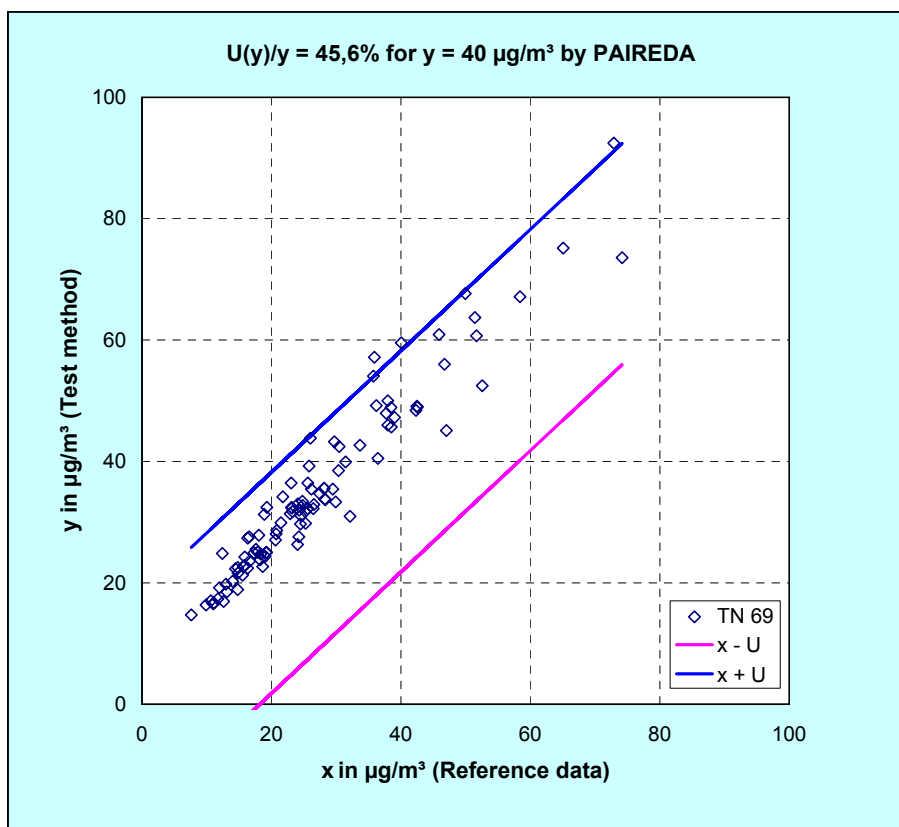


Table TN 69.2: Data treatment

98-percentile	65,1	73,6	73,3	128,8	18,2	46,9	83,3		
std s(column)	13,4	14,8	13,4	32,0	0,0	13,4	13,4		
mean m(column)	27,2	35,3	35,3	16,7	18,2	8,9	45,4		
median med(column)	24,5	32,2	32,7	4,1	18,2	6,3	42,7		
n	101	101	101	101	101	101	101	0	4
label	x_i	y_i	y'	$(y - y')$	U	$x - U$	$x + U$	$y < x - U$	$y > x + U$
	Reference data	Test method			expanded uncert.				

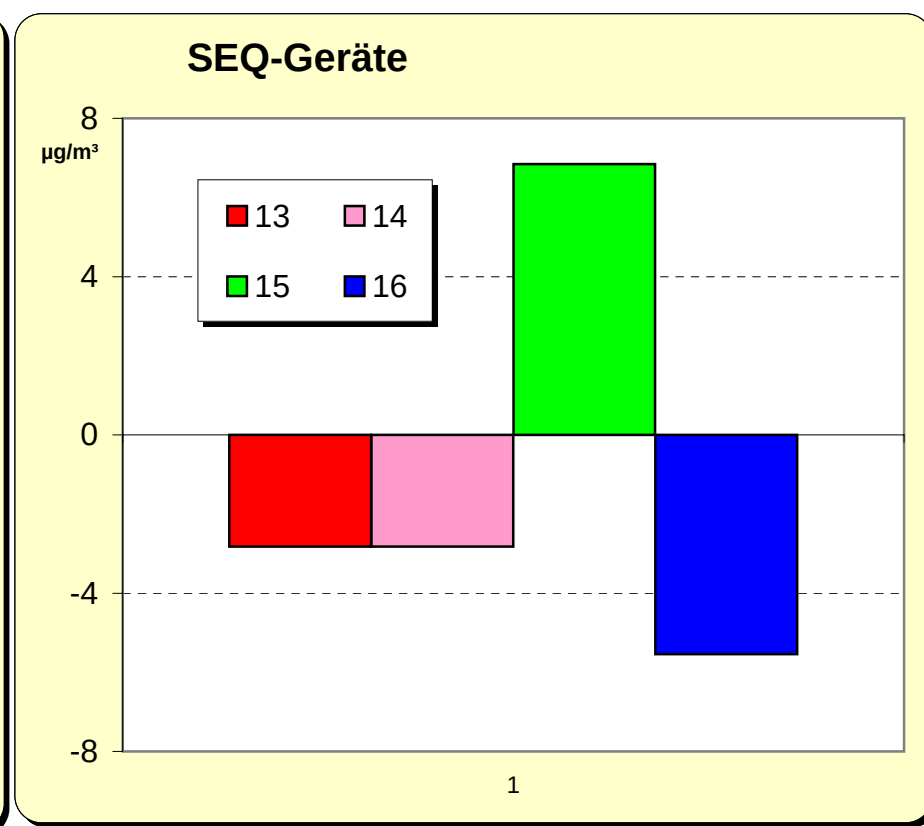
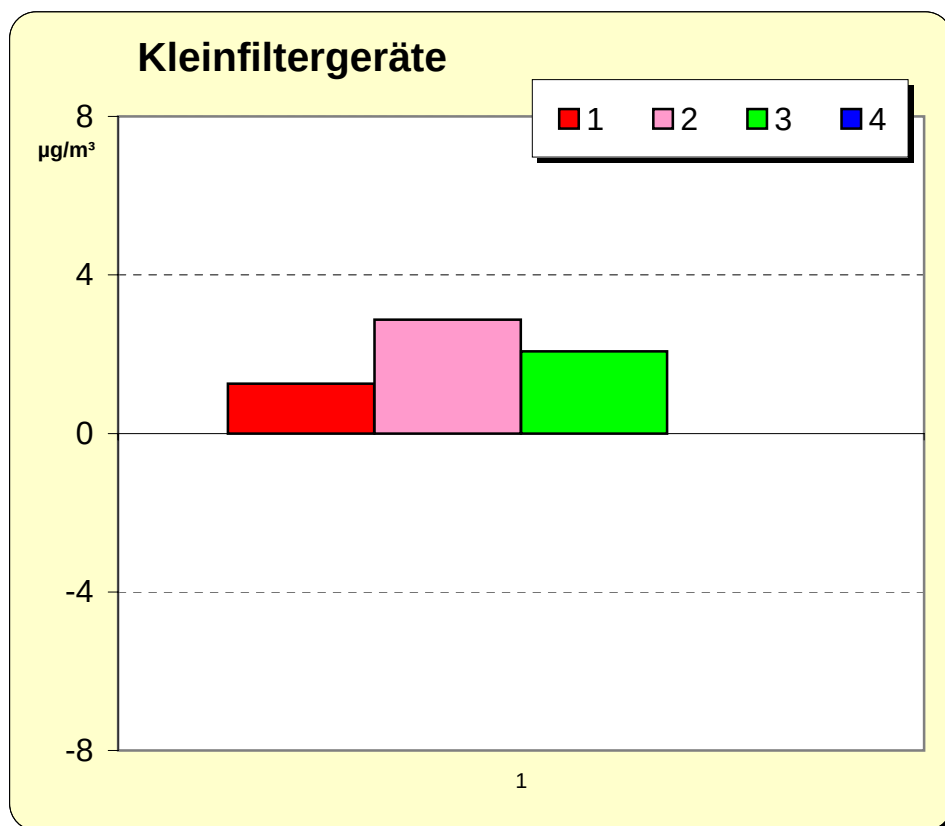
11.3 Auswertungen zu Driften

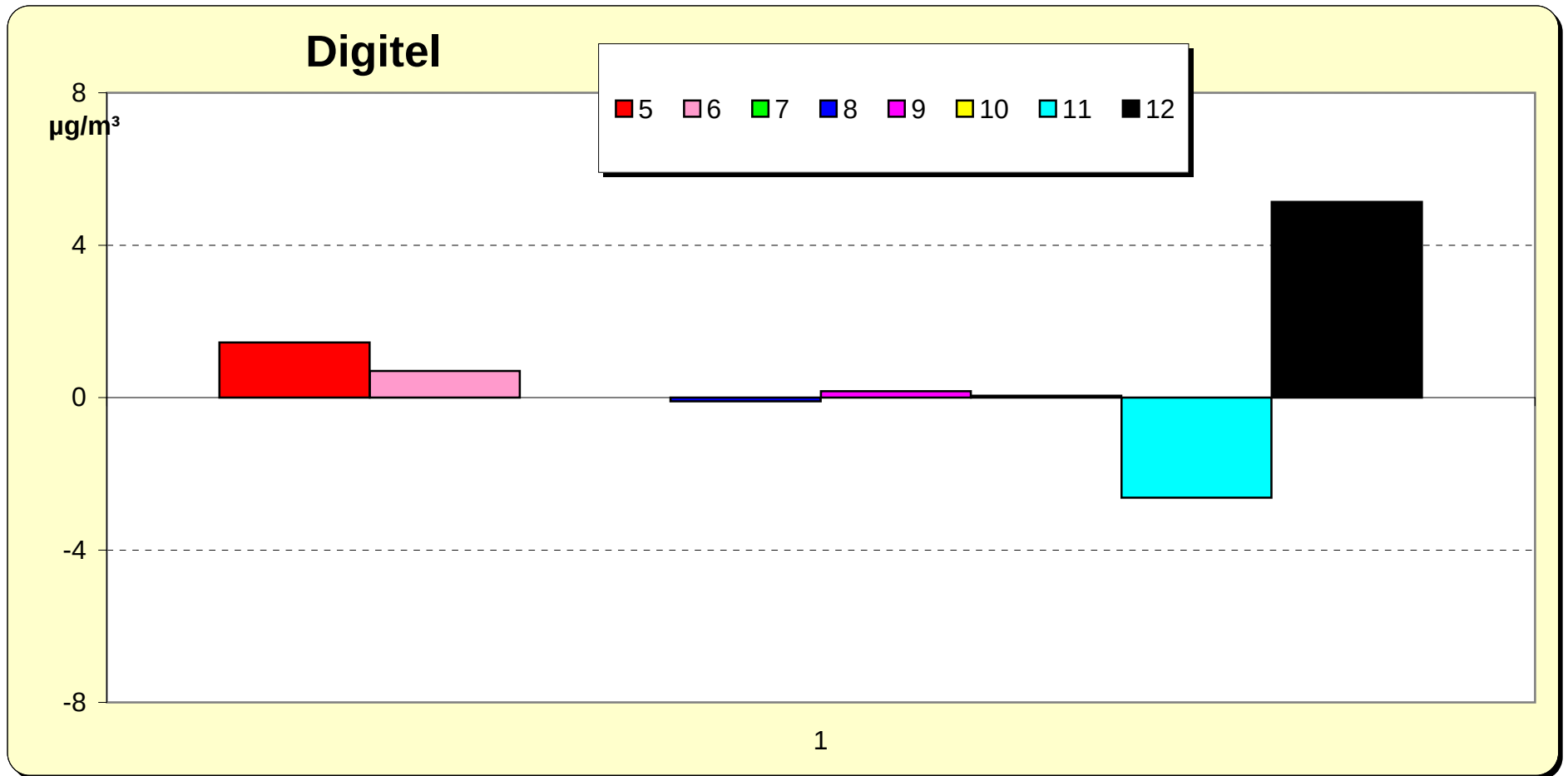
Die Darstellung der Driften wird auf nachfolgenden Seiten dargelegt.

Langzeitdrift der gravimetrischen Messverfahren

Drift in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bezogen auf die Dauer von Februar bis August (7 Monate)

Teilnehmer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Anstieg Regressionsfkt.	0,0052	0,0119	0,0086	-	0,0060	0,0029	0,0000	-0,0004	0,0007	0,0002	-0,0109	0,0213	-0,0117	-0,0117	0,0284	-0,0230
Drift 241 Tage in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,3	2,9	2,1	-	1,4	0,7	0,0	-0,1	0,2	0,0	-2,6	5,1	-2,8	-2,8	6,8	-5,5





Monatliche Driften der gravimetrischen Messverfahren

Mittlere monatliche Differenz des Teilnehmers in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mittlere monatliche Differenz = Mittelwert aus allen Differenzen der Einzelwerte des Monats

Differenz des Einzelwertes = Einzelwert Teilnehmer - Referenzwert

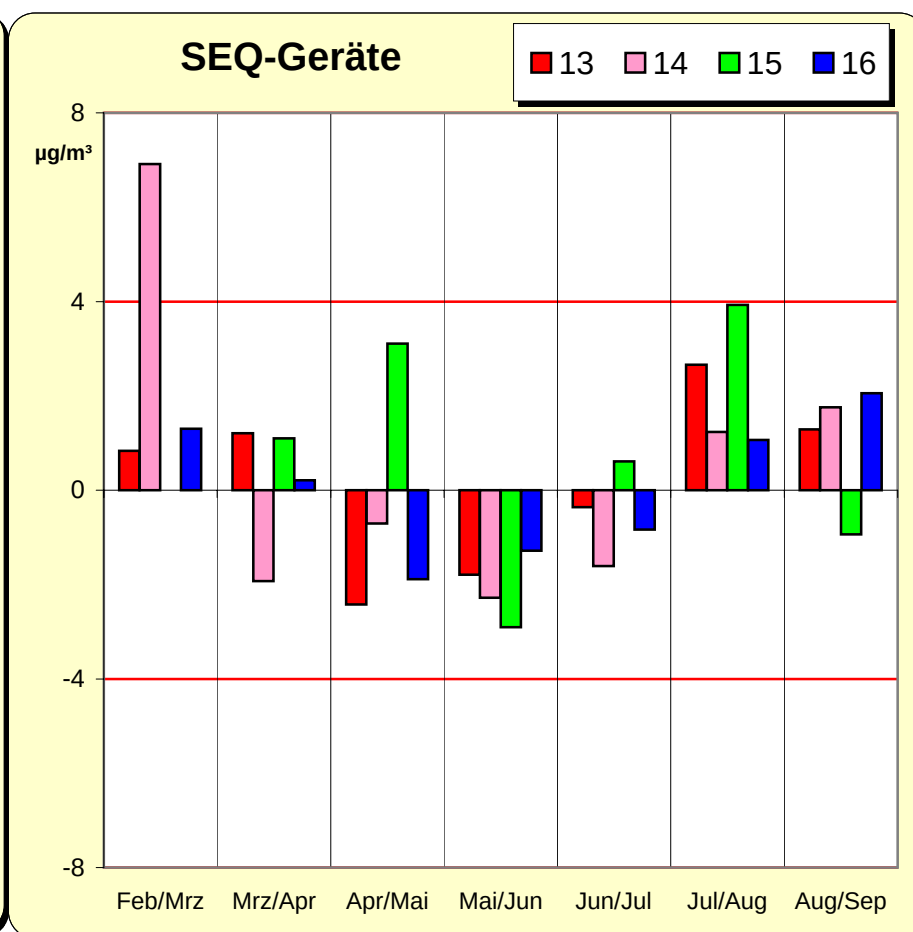
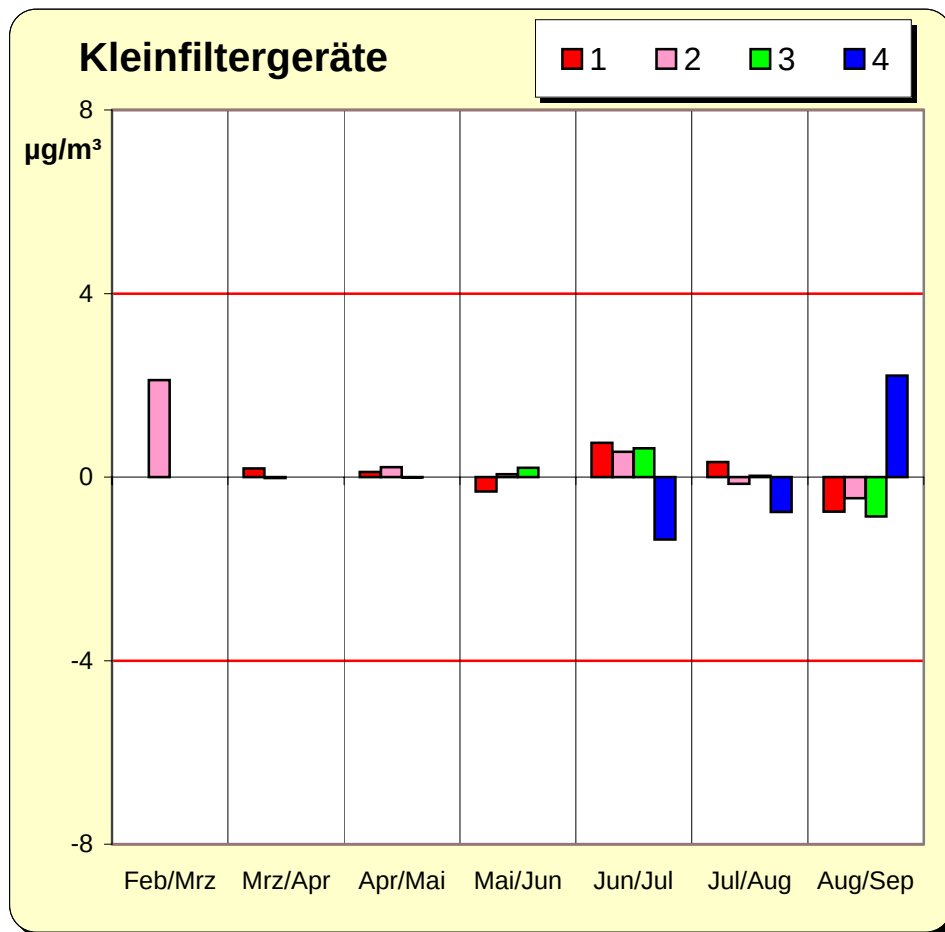
Teiln.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Feb	0,0	-2,5			-1,8	-3,0	-1,8	-3,8	-4,2	-2,1	0,9	-5,2	1,3	-3,6		-0,9
Mrz	0,0	-0,4			-1,2	-3,9	-1,2	-2,3	-2,9	0,1	-1,9	-6,4	2,1	3,3	-2,9	0,4
Apr	0,2	-0,4	-0,3		-0,4	-2,6	-1,3	-0,3	-2,6	1,3	0,5	-3,5	3,3	1,4	-1,8	0,6
Mai	0,3	-0,2	-0,3		-1,7	-3,0	-1,3	-0,4	-1,6	-0,1	-3,0	-2,2	0,9	0,7	1,3	-1,3
Jun	0,0	-0,1	-0,1	0,1	-0,3	-3,0	-1,1	-1,9	-1,5	-1,0	-3,1	-1,5	-0,9	-1,6	-1,6	-2,6
Jul	0,7	0,4	0,5	-1,3	-0,9	-4,1	-1,4	-3,3	-3,4	-1,0	-1,2	-2,6	-1,3	-3,2	-1,0	-3,4
Aug	1,1	0,3	0,6	-2,0	0,0	-1,1	-1,4	-2,5	-3,8	-0,4	-1,1	-1,9	1,4	-2,0	2,9	-2,4
Sep	0,3	-0,2	-0,3	0,2	-0,1	-2,3	3,9	-2,6	-3,6	-0,7	-3,0	-1,9	2,7	-0,2	2,0	-0,3

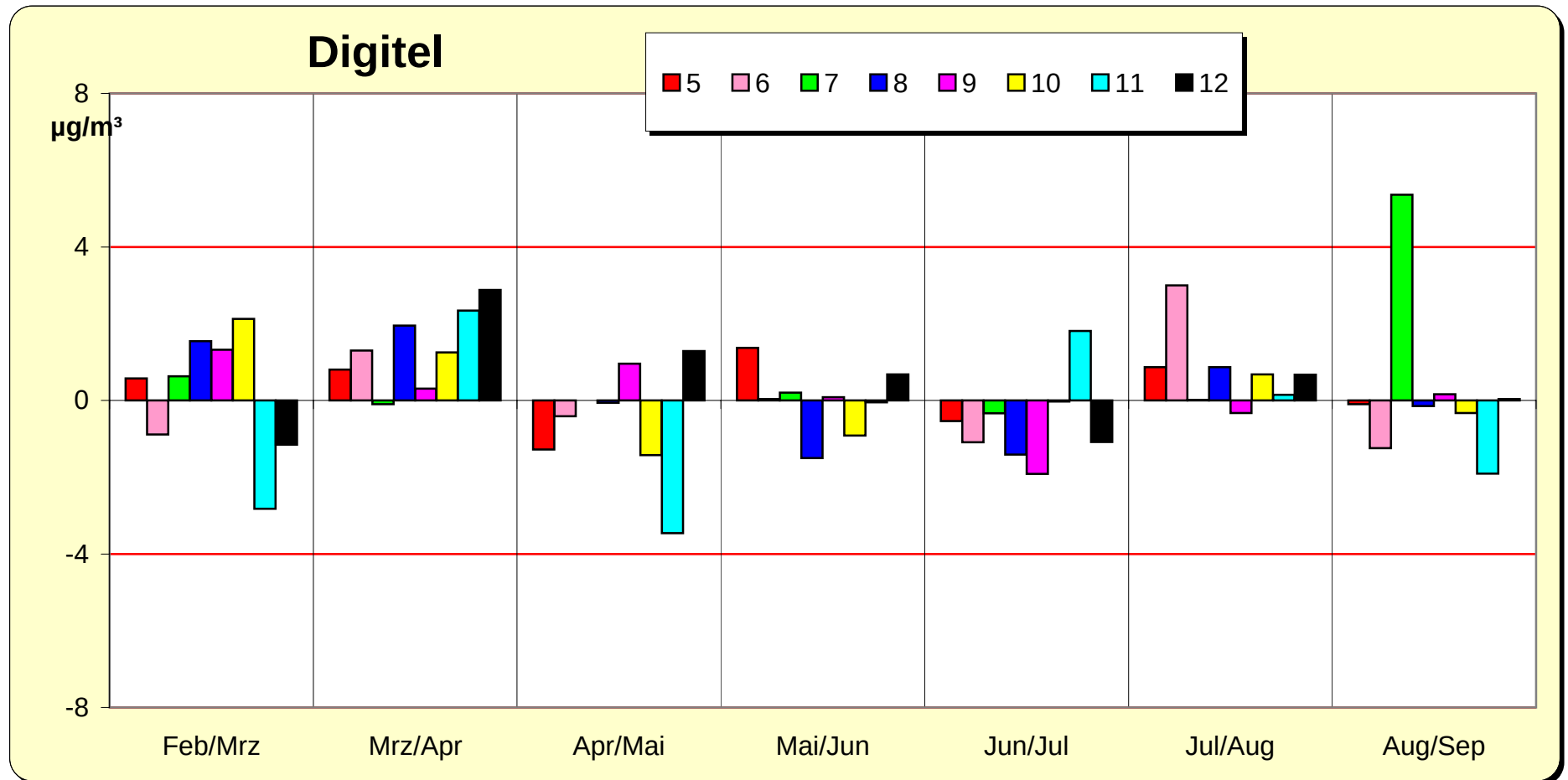
Monatliche Drift des Teilnehmers in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Monatliche Drift = Differenz des Monat - Differenz des Vormonats

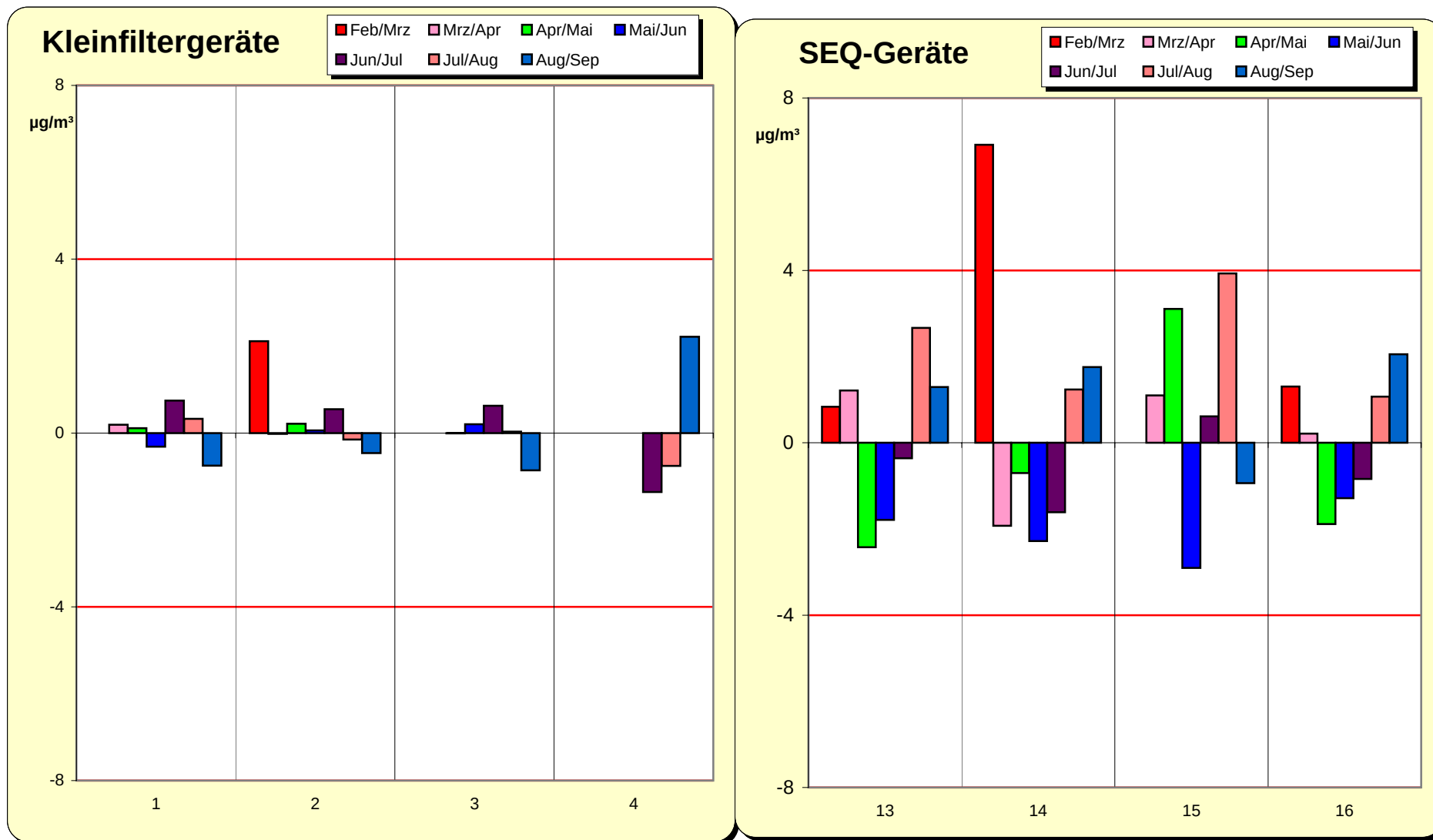
Teiln.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Feb/Mrz	0,0	2,1			0,6	-0,9	0,6	1,5	1,3	2,1	-2,8	-1,1	0,8	6,9		1,3
Mrz/Apr	0,2	0,0			0,8	1,3	-0,1	1,9	0,3	1,3	2,3	2,9	1,2	-1,9	1,1	0,2
Apr/Mai	0,1	0,2	0,0		-1,3	-0,4	0,0	-0,1	1,0	-1,4	-3,5	1,3	-2,4	-0,7	3,1	-1,9
Mai/Jun	-0,3	0,1	0,2		1,4	0,0	0,2	-1,5	0,1	-0,9	-0,1	0,7	-1,8	-2,3	-2,9	-1,3
Jun/Jul	0,7	0,5	0,6	-1,4	-0,5	-1,1	-0,3	-1,4	-1,9	0,0	1,8	-1,1	-0,4	-1,6	0,6	-0,8
Jul/Aug	0,3	-0,1	0,0	-0,8	0,9	3,0	0,0	0,9	-0,3	0,7	0,1	0,7	2,7	1,2	3,9	1,1
Aug/Sep	-0,8	-0,5	-0,9	2,2	-0,1	-1,2	5,4	-0,1	0,2	-0,3	-1,9	0,0	1,3	1,8	-0,9	2,1
Max	0,7	2,1	0,6	2,2	1,4	3,0	5,4	1,9	1,3	2,1	2,3	2,9	2,7	6,9	3,9	2,1
Min	-0,8	-0,5	-0,9	-1,4	-1,3	-1,2	-0,3	-1,5	-1,9	-1,4	-3,5	-1,1	-2,4	-2,3	-2,9	-1,9

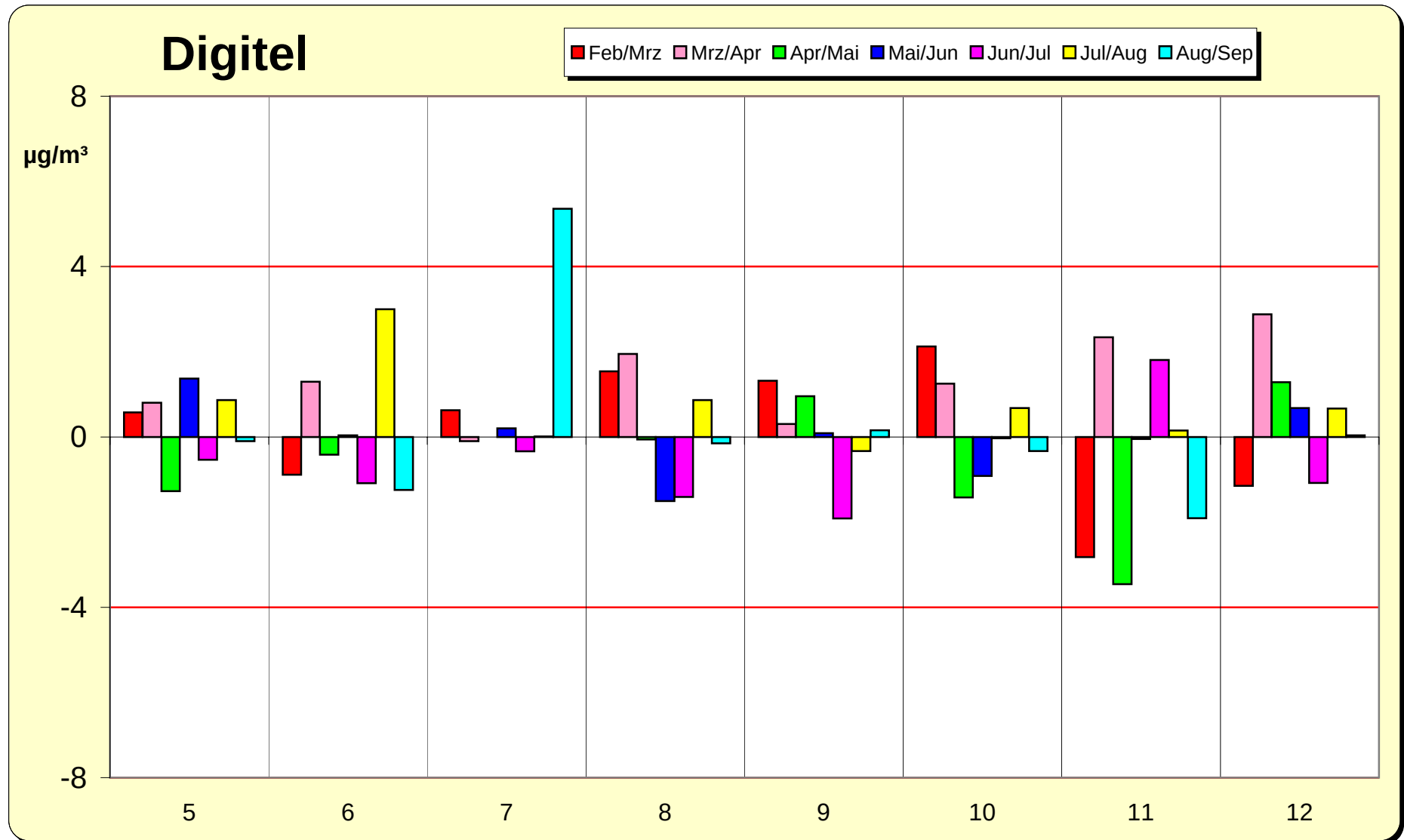
a) Drift der Teilnehmer --> je Rubrik: alle Teilnehmer einer Gerätegruppe pro Monatsdrift





b) Drift der Teilnehmer --> je Rubrik: alle Monatsdriften eines Teilnehmers

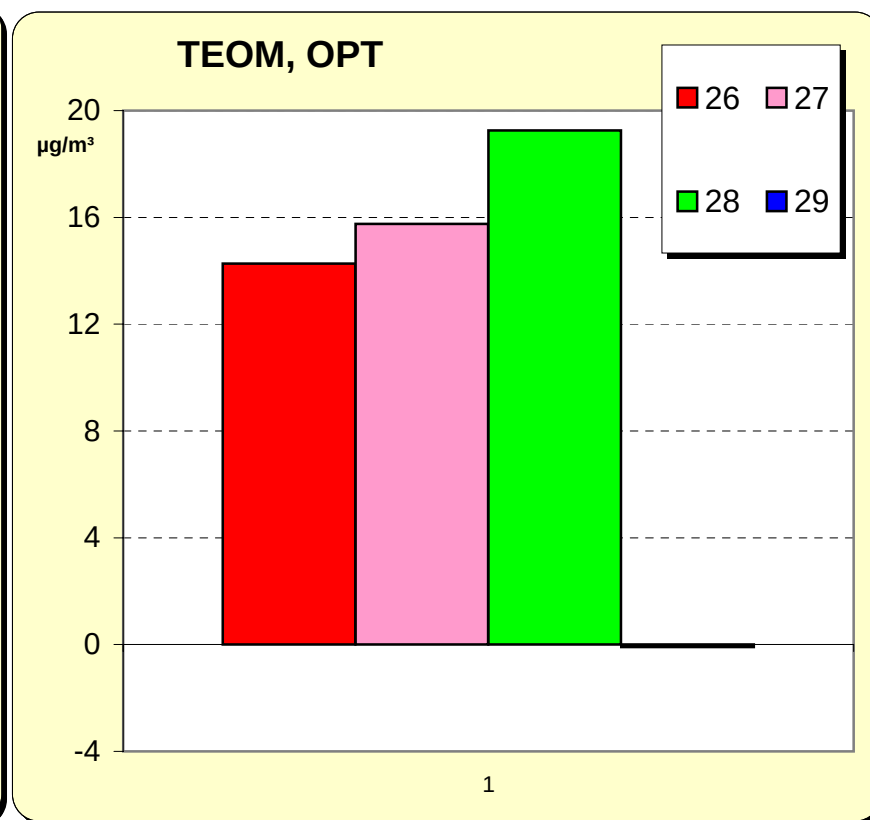
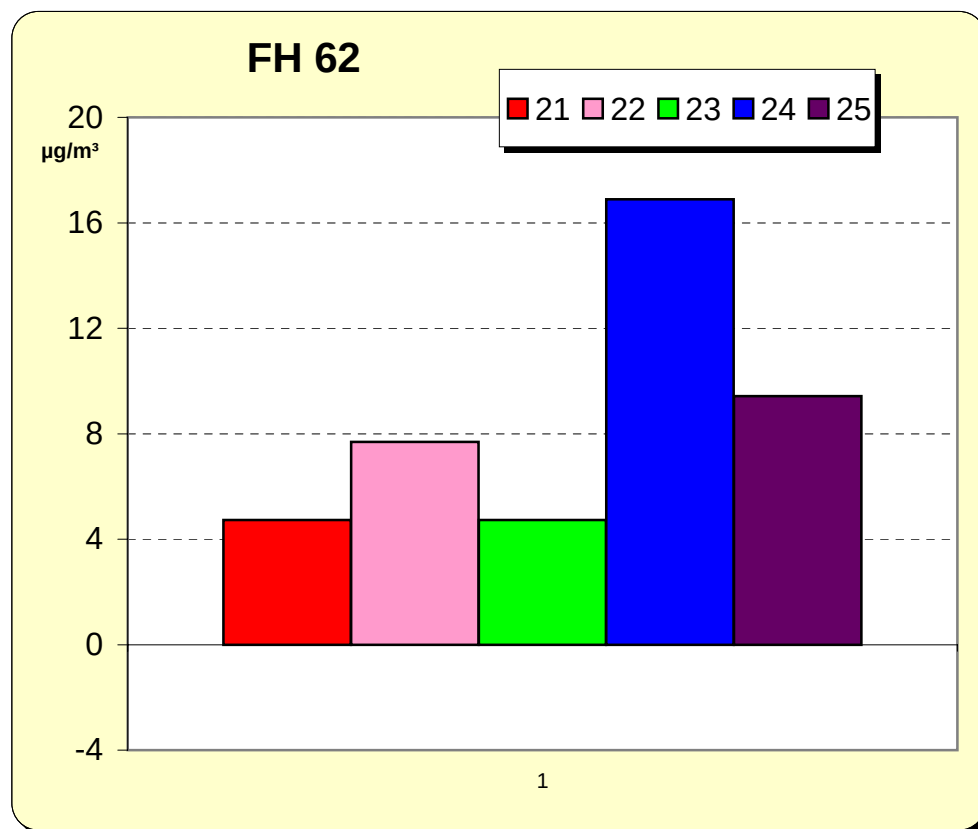




Langzeitdrift der kontinuierlichen Messverfahren

Drift in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bezogen auf die Dauer von Februar bis August (7 Monate)

Teilnehmer	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Anstieg Regressionsfkt.	0,0196	0,0319	0,0196	0,0701	0,0391	0,0592	0,0654	0,0799	-0,0004
Drift 241 Tage in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,7	7,7	4,7	16,9	9,4	14,3	15,8	19,3	-0,1



Monatliche Driften der kontinuierlichen Messverfahren

Mittlere monatliche Differenz des Teilnehmers in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mittlere monatliche Differenz = Mittelwert aus allen Differenzen der Einzelwerte des Monats

Differenz des Einzelwertes = Einzelwert Teilnehmer - Referenzwert

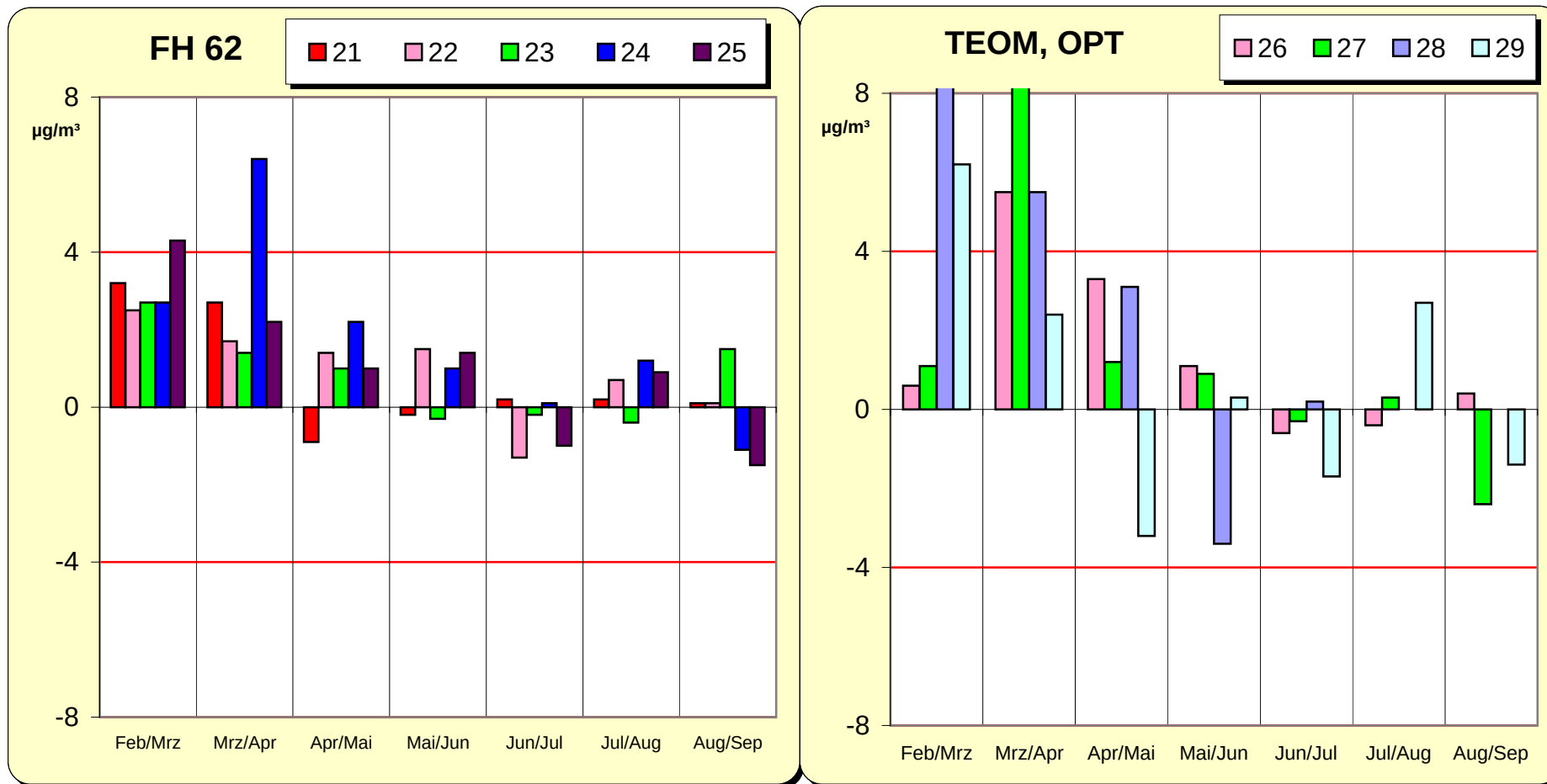
Teiln.	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Feb	-8,5	-8,6	-6,3	-15,3	-10,2	-10,9	-12,5	-31,1	-2,0
Mrz	-5,3	-6,1	-3,6	-12,6	-5,9	-10,3	-11,4	-15,4	4,2
Apr	-2,6	-4,4	-2,2	-6,2	-3,7	-4,8	-2,7	-9,9	6,6
Mai	-3,5	-3,0	-1,2	-4,0	-2,7	-1,5	-1,5	-6,8	3,4
Jun	-3,7	-1,5	-1,5	-3,0	-1,3	-0,4	-0,6	-10,2	3,7
Jul	-3,5	-2,8	-1,7	-2,9	-2,3	-1,0	-0,9	-10,0	2,0
Aug	-3,3	-2,1	-2,1	-1,7	-1,4	-1,4	-0,6		4,7
Sep	-3,2	-2,0	-0,6	-2,8	-2,9	-1,0	-3,0		3,3

Monatliche Drift des Teilnehmers in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

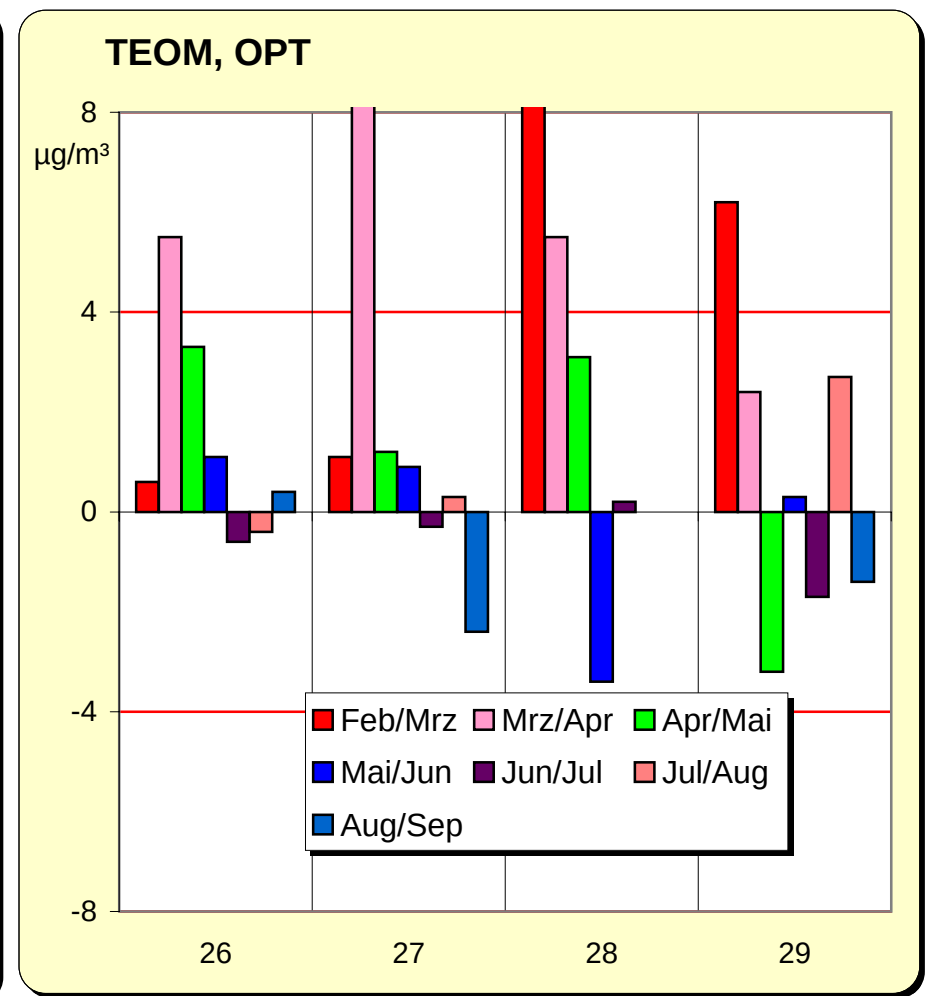
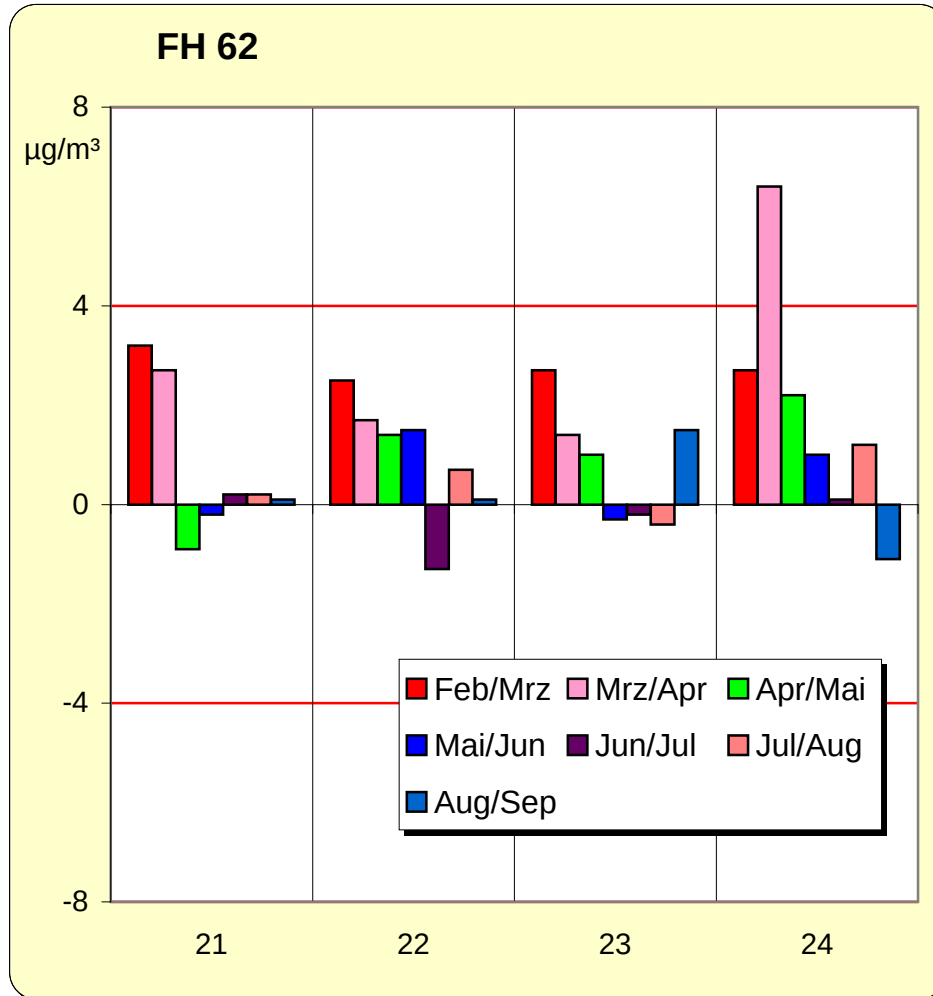
Monatliche Drift = Differenz des Monat - Differenz des Vormonats

Teiln.	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Feb/Mrz	3,2	2,5	2,7	2,7	4,3	0,6	1,1	15,7	6,2
Mrz/Apr	2,7	1,7	1,4	6,4	2,2	5,5	8,7	5,5	2,4
Apr/Mai	-0,9	1,4	1,0	2,2	1,0	3,3	1,2	3,1	-3,2
Mai/Jun	-0,2	1,5	-0,3	1,0	1,4	1,1	0,9	-3,4	0,3
Jun/Jul	0,2	-1,3	-0,2	0,1	-1,0	-0,6	-0,3	0,2	-1,7
Jul/Aug	0,2	0,7	-0,4	1,2	0,9	-0,4	0,3		2,7
Aug/Sep	0,1	0,1	1,5	-1,1	-1,5	0,4	-2,4		-1,4
Max	3,2	2,5	2,7	6,4	4,3	5,5	8,7	15,7	6,2
Min	-0,9	-1,3	-0,4	-1,1	-1,5	-0,6	-2,4	-3,4	-3,2

a) Drift der Teilnehmer --> je Rubrik: alle Teilnehmer einer Gerätegruppe pro Monatsdrift



b) Drift der Teilnehmer --> je Rubrik: alle Monatsdriften eines Teilnehmers



11.4 Qualitätssicherung bei Schwebstaubmessungen

11.4.1 Vorbemerkung

Die nachfolgend beschriebene Qualitätssicherungsprozedur dient dem Zweck, die Handhabung von Schwebstaubsammelgeräten und Filtern sowie die Übernahme von Daten am Messort und die Datenauswertung zu vereinheitlichen. Die Qualitätssicherungsprozedur erstreckt sich, soweit anwendbar, auch auf automatische Geräte. Zur Datenübernahme an der Messstelle sowie zur Datenauswertung sind Muster für entsprechende Formblätter beigelegt.

11.4.2 Geräte

11.4.2.1 Probenahmeköpfe

Grundsätzlich sind die Probenahmeköpfe zur fraktionierenden Erfassung des Schwebstaubes (PM₁₀, PM_{2,5}, andere Fraktionen) gemäß den Herstellerangaben zu reinigen ggf. zu fetten. Für einige häufig verwendete Probenahmeköpfe sind die nachfolgend aufgeführten Wartungsintervalle einzuhalten:

PM₁₀- Vorimpaktoren / 8 Düsen für 2,3 m³/h

- Fetten der Impaktionsplatten (Silikon-Vakuumfett, medium) nach einer Betriebsdauer von jeweils 4 Wochen
- Überprüfen und ggf. Reinigen der Düsen nach einer Betriebsdauer von jeweils 1-2 Monaten

PM_{2,5}- Vorimpaktoren / 8 Düsen für 2,3 m³/h

- Fetten der Impaktionsplatten (Silikon-Vakuumfett, medium) nach einer Betriebsdauer von jeweils 1-2 Wochen
- Überprüfen und ggf. Reinigen der Düsen nach einer Betriebsdauer von jeweils 1-2 Monaten

PM₁₀-Vorimpaktor / 8 Düsen für 1,0 m³/h

- Fetten der Impaktionsplatte (Silikon-Vakuumfett, medium) nach einer Betriebsdauer von jeweils 1 Monat
- Überprüfen und ggf. Reinigen der Düsen nach einer Betriebsdauer von jeweils 1-2 Monaten

PM₁₀-Vorimpaktor / 10 Düsen für 30 m³/h

- Fetten des Impaktions-Ringbechers (Vaseline) nach einer Betriebsdauer von jeweils 1 Monat
- Überprüfen und ggf. Reinigen der Düsen nach einer Betriebsdauer von jeweils 2 Monaten

PM_{2,5}-Vorimpaktor / 10 Düsen für 30 m³/h

- Fetten des Impaktions-Ringbechers (Vaseline oder Silikon-Vakuumfett, medium) nach einer Betriebsdauer von jeweils 1 –2 Wochen
- Überprüfen und ggf. Reinigen der Düsen nach einer Betriebsdauer von jeweils 2 Monaten

PM₁₀ Vorimpaktor / 1 Düse für 1,0 m³/h

- Fetten der Impaktions-Ringbecher (Silikon-Vakuumfett, medium) nach einer Betriebsdauer von jeweils 4 Wochen
- Überprüfen und ggf. Reinigen der Düse nach einer Betriebsdauer von jeweils 1-2 Monaten

PM_{2,5}-Vorimpaktor / 1 Düse für 1,0 m³/h (WINS)

- Auswechseln des Öls und des Filters (Glasfaser) im Impaktionsbecher nach einer Betriebsdauer von jeweils 2 Tagen
- Überprüfen und ggf. Reinigen der Düse nach einer Betriebsdauer von jeweils 1-2 Monaten

PM_{2,5}-Vorzyklon für 1,0 m³/h (SCC)

- Reinigen des gesamten Innenbereiches des Zyklons nach einer Betriebsdauer von jeweils 1 Monat

Bei hohen Gesamt-Schwebstaubkonzentrationen von mehr als 100 µg/m³ sind die Wartungsintervalle zu verkürzen. Es ist darauf zu achten, dass die Impaktordüsen und Ansaugrohre nicht von Laubfragmenten oder anderem groben biologischen Material verstopft sind.

Bei den nachfolgend aufgeführten Vorimpaktoren können die Impaktionsplatten bzw. Ringbecher auf ihrer Unterlage so gedreht werden, dass der grobe Staub zwischen den vorangegangenen Grobstaubabscheidungen auf noch frischem Fett impaktiert wird. Dadurch können die Intervalle für das nachfetten deutlich verlängert werden.

- PM₁₀ - und PM_{2,5} - Vorimpaktoren / 8 Düsen für 2,3 m³/h
- PM₁₀ - und PM_{2,5} - Vorimpaktoren / 8 Düsen für 1,0 m³/h
- PM₁₀ - und PM_{2,5} - Vorimpaktoren / 10 Düsen für 30 m³/h

Ansaugrohre zwischen Probenahmekopf und Filter sind einmal jährlich auf Staubablagerungen an der Innenwand zu überprüfen und ggf. z. B. mit einer Flaschenbürste zu reinigen. Dabei ist unbedingt darauf zu achten, dass sich unter dem Rohr ein Filter oder eine andere geeignete Abdeckung befindet, um den aus dem Rohr entfernten Staub aufzufangen.

11.4.2.2 Kalibrierung des Luftdurchsatzes

Zur Kalibrierung der Luftdurchsätze der Geräte sind Transferstandards zu verwenden, die auf nationale Standards zurückzuführen sind. Die Messunsicherheit der Volumen- bzw. Durchflussmessgeräte muss unter Laborbedingungen $< 2 \%$ vom Sollwert sein. Beim Einsatz dieser Geräte im Feld muss die Messunsicherheit $< 3 \%$ vom Sollwert sein.

Zum Überprüfen und Kalibrieren von Mini-Volume- ($0,1 - 0,3 \text{ m}^3/\text{h}$) und Low-Volume-Geräten ($1\text{-ca. } 3 \text{ m}^3/\text{h}$) können Gasuhren, Laborrotameter (mit Edelstahl-Schwebekörper), Gilibrator- oder DryCal-Durchflussmessgeräte eingesetzt werden. Bei sehr hohen und sehr tiefen Temperaturen ist zu beachten, dass Messgeräte, die im Wesentlichen aus Plastikmaterial bestehen, Abweichungen durch starkes Dehnungsverhalten des Plastikmaterials aufweisen können. Gasuhren können im Winter zur Schwergängigkeit neigen. Demgegenüber weisen Laborrotameter die geringsten Abweichungen durch Temperatureinflüsse auf.

Für Geräte mit Luftdurchsätzen von mehr als $3 \text{ m}^3/\text{h}$ sind zur Durchsatzkontrolle und zum Kalibrieren Rotameter zu verwenden. Zur Kalibrierung können ebenfalls zertifizierte Gasuhren verwendet werden.

Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass die Volumen- bzw. Durchflussmessgeräte bei Außeneinsätzen im Sommer nicht lange einer starken Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind. Rotameterwerte sind bei Außenluftbedingungen (Temperatur und Druck), die von den Kalibrierbedingungen dieser Geräte abweichen, auf die vorherrschenden Außenluftbedingungen umzurechnen.

Die Überprüfung der Luftdurchsätze der Geräte soll halbjährlich erfolgen. Bei Abweichungen der Luftdurchsätze von mehr als 2% vom Sollwert unter Laborbedingungen sollen die Geräte nachkalibriert werden. Unter Feldbedingungen sind die Geräte bei Abweichungen der Luftdurchsätze von mehr als 3% vom Sollwert nachzukalibrieren.

11.4.2.3 Temperatur- und Drucksensoren

Die Werte der Temperatur- und Drucksensoren zur geräteinternen Umrechnung der Luftdurchsätze bzw. des Probeluftvolumens der Geräte auf Umgebungsbedingungen (Betriebs - m^3) sind halbjährlich zu kontrollieren. Bei Abweichungen der von den Geräten angezeigten Außenlufttemperaturen von mehr als $4 \text{ }^\circ\text{C}$ und Abweichungen des von den Geräten angezeigten Außenluftdruckes von mehr als 15 mbar sind die entsprechenden Sensoren gemäß den Herstellerangaben neu zu justieren.

11.4.2.4 Wartung der Geräte

Grundsätzlich sind die Geräte gemäß den Herstellerangaben zu warten. Bei Drehschieber-Vakuumpumpen ist die Breite der Drehschieber in den vorgeschriebenen Intervallen zu überprüfen. Die Drehschieber sind nach Unterschreiten der Mindestbreite auszuwechseln. Ebenfalls ist das den Drehschieberpumpen nachgeschaltete Rückfilter zur Abscheidung des Abriebs der Drehschieber etwa halbjährlich auszuwechseln.

Da viele Geräte mit Ventilatoren z.B. zur Kühlung des Innenraumes (u.a. Pumpenraum) ausgerüstet sind, sollte eine vorsichtige Innenreinigung z.B. mittels Staubsauger etwa in jährlichen Abständen vorgenommen werden. Mattengewebe zur Verhinderung des Ansaugens von grobem Staub müssen gereinigt oder ausgewechselt werden.

11.4.3 Wägung und Filter

11.4.3.1 Wägeraum

Für die Lagerung und Wägung der Filter ist ein klimatisierter Wägeraum erforderlich. Der Wägeraum sollte fensterlos sein und darf nicht einer Wärme- bzw. Kältezufuhr von außen ausgesetzt sein. Die Temperatur soll in dem Wägeraum 18 bis 23 °C betragen. Die Abweichung von der gewählten Temperatur in dem Bereich von 18 bis 23 °C darf nicht mehr als $\pm 1^\circ \text{C}$ betragen. Die relative Luftfeuchte in dem Wägeraum ist auf $50 \pm 5 \%$ konstant zu regeln. Eine Regelabweichung von $\pm 3 \%$ ist anzustreben. Mit größerem Aufwand ist auch eine Regelung der relativen Luftfeuchte auf $40 \pm 2 \%$ möglich. Unter diesen Feuchtebedingungen kann der Hystereseeffekt bei der Äquilibration sehr feuchter Filter vermieden bzw. reduziert werden. Die Austrittsöffnung des Klimagerätes ist so zu gestalten, dass eine gleichmäßige Verteilung der einströmenden klimatisierten Luft im Wägeraum bei möglichst geringer Strömungsgeschwindigkeit gewährleistet ist.

Die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit im Wägeraum sind in Nähe der exponierten Filter zu messen und zu dokumentieren. Zur Lagerung der Filter sind in dem Wägeraum z.B. Siebgestelle so aufzustellen, dass die auf den Gestellen abgelagerten Filter keiner Zugluft ausgesetzt sind. Der Wägeraum ist stets so sauber zu halten, dass Staubaufwirbelungen und Staubsedimentationen ausgeschlossen sind.

Zur Wägung von Filtern mit Durchmessern von 50 mm und weniger ist eine Mikrowaage für größere Filter eine Semi-Mikrowaage zu verwenden. Die Waage ist in Abständen von 3 Monaten mit Kalibriergeräten im Bereich der Filtergewichte auch bei außermittiger Belastung zu überprüfen. Die Standardabweichung der Ergebnisse von 10 Wägungen mit demselben Gewicht darf nicht mehr als das Äquivalent von $\pm 0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (bezogen auf eine Probenahmedauer von 24 Stunden und den nominalen Luftdurchsatz des Probenahmegerätes) betragen. Die Ablesung der Waage sollte nach Möglichkeit nicht durch den Benutzer sondern mit Hilfe des Stillstandsprogramms der Waage oder eine entsprechende externe Software erfolgen. Die Waage muss auf einem schwingungsgedämpften Tisch (z.B. Steintisch mit Schwingmetalllagerung) aufgestellt sein.

11.4.3.2 Filterwägung

Die Filter sind grundsätzlich mit geeigneten Pinzetten zu handhaben. Zur Kennzeichnung der Filter kann z.B. ein weicher Bleistift oder auch ein Paginierstempel benutzt werden. Die Kennzeichnung kann auf der Filterrückseite oder auch auf dem unbelegten Rand erfolgen. Befinden sich die Filter in Filterhaltern oder Filterkassetten, können diese gekennzeichnet werden.

Die Leerfilter sind vor der Vorwägung über mindestens 48 Stunden im Wägeraum zu äquilibrieren. Bei Glas- und Quarzfaserfiltern ist vor der Wägung loses Filtermaterial durch leichtes Abklopfen zu entfernen. Membranfilter sind grundsätzlich vor jedem Wägevorgang z.B. an einem Ionengebläse entlang zu führen, um mögliche statische Aufladungen zu neutralisieren. Die Waage selbst sollte geerdet sein.

Zu Beginn einer Messkampagne sollte für die ersten 10 Filter die nachfolgend beschriebenen Wiederholungswägungen vorzunehmen. Diese Prozedur ist während der Messkampagne in Intervallen von 2 Monaten zu wiederholen. Zeigen die 10 Wiederholungswägungen, dass mehr als 2 Leerfilter oder bestaubte Filter zu verwerfen sind, ist die Prozedur solange fortzusetzen, bis die Ausschussrate 20 % oder weniger der insgesamt gewogenen Leerfilter oder bestaubten Filter beträgt.

Die Wägung der Leerfilter ist in einem Intervall von mindestens 3 Stunden zu wiederholen. Falls das zweite Wägeergebnis sich um mehr als dem Äquivalent von $\pm 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ von dem ersten Wägeergebnis unterscheidet, ist eine dritte Wägung ebenfalls nach mindestens 3 Stunden durchzuführen. Das Mittel aus den beiden bzw. bei einer dritten Wägung aus den beiden Wägeergebnissen, die eine dem Äquivalent von $\pm 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entsprechende Differenz aufweisen, wird zur Berechnung der auf dem Filter abgeschiedenen Staubmasse herangezogen. Sollten die drei Wägeergebnisse um mehr als dem Äquivalent von $\pm 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voneinander differieren, ist das Filter zu verwerfen.

Nach der Probenahme werden die bestaubten Filter unter denselben Bedingungen wie die Leerfilter ebenfalls über mindestens 48 Stunden im Wägeraum äquivalisiert und dann erneut gewogen. Nach der ersten Wägung ist, wie oben ausgeführt, eine Wiederholungswägung vorzunehmen. Falls sich die beiden Wägeergebnisse um mehr als dem Äquivalent von $\pm 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voneinander unterscheiden, ist ebenfalls eine dritte Wägung durchzuführen. Auch in diesem Falle ist das Mittel aus den beiden bzw. bei einer dritten Wägung aus den beiden Wägeergebnissen, die eine dem Äquivalent von $\pm 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entsprechende Differenz aufweisen, zur Berechnung der auf dem Filter abgeschiedenen Staubmasse heranzuziehen. Sollten die drei Wägeergebnisse um mehr als dem Äquivalent von $\pm 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voneinander differieren, ist das Filter zu verwerfen.

11.4.3.3 Filtertransport und Lagerung

Die Filter sind z.B. in Petrischälchen oder Filterkassetten zu transportieren. Bei den bestaubten Filtern ist darauf zu achten, dass diese grundsätzlich mit der bestaubten Fläche nach oben vom Messort zum Labor transportiert werden.

Zur Vermeidung von Verlusten flüchtiger Staubbestandteile beim Transport der bestaubten Filter ist zu gewährleisten, dass die Temperatur in dem Transportbehälter nicht

höher als 25 °C ist. Im Sommer ist darauf zu achten, dass die Temperatur im Transportbehälter nicht so niedrig ist, dass sich auf den sich in den Petrischälchen befindenden Filtern Kondensat abscheidet. Die bestaubten Filter sind anschließend umgehend im Wägeraum zu lagern.

Es sollen zwei Leerfilter als Referenzfilter im Wägeraum gelagert werden. Das Gewicht dieser Leerfilter ist wöchentlich zu überprüfen.

Filtervorräte sind im Wägeraum zu lagern. Dabei sind Deckel von Plastikbehältern, in denen sich die Filter befinden, leicht zu öffnen.

11.4.4 Datenübernahme

11.4.4.1 Messstellenprotokoll

Das beigegefügte Messstellenprotokoll dient der Protokollierung der Messdaten und Wartungsarbeiten.

11.4.4.2 Messdatenprotokoll

In dem beigegefügte Messdatenprotokoll sind die Rohdaten und die berechneten Konzentrationswerte einzutragen.

11.5 Mitglieder der Arbeitsgruppe

Name	Institution
Dr. Reinhold Beier	Landesumweltamt NRW, Essen
Gerd Börner	Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Jena
Klaus Bruns	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden
Frank Bunzel	Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht, Mainz
Werner Busch	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Hannover
Dirk Haase	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Hannover
Meinhard Karlowski	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden

Name	Institution
Erich Klasmeier	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Hannover
Dr. Lothar Laskus	Umweltbundesamt, Berlin
Dr. Gunter Löschau	Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden
Michael Lohberger	Umweltbetriebsgesellschaft Sachsen, Radebeul
Dr. Ralf Lumpp	UMEG, Karlsruhe
Leo Möhlenkamp	Staatliches Umweltamt, Itzehoe
Werner Möller	Behörde für Umwelt und Gesundheit, Hamburg
Frank Palme	Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg
Dr. Ulrich Pfeffer	Landesumweltamt NRW, Essen (Vorsitz)
Wilma Travnicek	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden
Thorsten Zang	Landesumweltamt NRW, Essen

11.6 Literaturangaben

- [1] Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft - 22. BImSchV) vom 11. September 2002
Bundesgesetzblatt Jahrgang 2002 Teil I Nr. 66, Seite 3626 ff., Bonn
17. September 2002

[Hinweis: Die 22. BImSchV beinhaltet u. a. die Umsetzung der Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 29.06.1999, L 163/41-60]
- [2] DIN EN 12341: Luftbeschaffenheit - Ermittlung der PM10-Fraktion von Schwebstaub - Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode; Deutsche Fassung EN 12341:1998
- [3] U. PFEFFER, G. NITZ, T. ZANG und C. ROBISCH:
Harmonisierung von Immissionsuntersuchungen in Europa
VDI-Bericht 1656 (2002), S. 385-398
- [4] U. PFEFFER, G. NITZ:
Inter-Laboratory Comparisons and Control of Private Laboratories
QA/QC in the Field of Emission and Air Quality Measurements:
Harmonization, Standardization and Accreditation, Prague, May 21-23, 2003
- [5] G. NITZ, A. WAGNER und H.-U. PFEFFER:
STIMES-Ringversuch Stickoxide und Ozon vom 24. bis 27. März 2003
Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen (2003)
- [6] Deutscher Wetterdienst (DWD), Witterungsreport express, Jahrgang 5, 01/2003-09/2003
- [7] DIN V EN V 13005: Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen; Deutsche Fassung ENV 13005:1999
- [8] VDI 4202 Blatt 1: Mindestanforderungen an automatische Immissionsmeseinrichtungen bei der Eignungsprüfung - Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen (06.2002)
- [9] VDI 4203 Blatt 1: Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Grundlagen (10.2001)
- [10] EC Working Group on Particulate Matter
A Report on Guidance to Member States on PM10 Monitoring and Inter-comparisons with the Reference Method
Draft Final Report, January 2002