



GRIMM AEROSOL Technik GmbH & Co. KG

Tragbares Laser Aerosolspektrometer und Staubbmessgerät Modell 1.108/1.109



Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	3
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	6
TABELLENVERZEICHNIS.....	6
ALLGEMEINES	7
ANMERKUNGEN	7
BEDEUTUNG DER VERWENDETEN SYMBOLE	8
1 WICHTIGE HINWEISE FÜR DEN KUNDEN	9
1.1 SICHERHEITSBESTIMMUNGEN	9
1.2 ELEKTRISCHE SICHERHEIT	9
1.3 LASERSICHERHEIT	10
1.4 TRANSPORT	10
2 MODELL 1.108 UND 1.109	11
2.1 PARTIKELMESSTECHNIK MIT GRIMM DUAL-TECHNOLOGIE	11
2.2 MESSPRINZIP	12
2.3 KALIBRIERUNG	14
2.4 ZUBEHÖRLISTE.....	17
2.5 TECHNISCHE DATEN	19
NENNBETRIEB 1.108 UND 1.109	19
TECHNISCHE DATEN 1.108 UND 1.109.....	19
2.6 PNEUMATIK.....	21
2.7 EXTREME UMWELTBEDINGUNGEN	22
3 BEDIENUNGSELEMENTE	23
3.1 LCD-ANZEIGE	24
3.2 DATENSPEICHERKARTE.....	24
Inbetriebnahme und Initialisierung der Datenspeicherkarte	25
Datenerhalt und Speicherzeiten	26
3.3 FOLIENASTATUR UND TASTENFUNKTIONEN.....	28
Tastenfunktionen im Bereitschaftsmodus (Standby)	29
Tastenfunktionen im Betriebsmodus.....	32
Kurzübersicht der Tastenfunktionen	34
Tabelle 3: Kurzübersicht der Tastenfunktionen	34
3.4 PROBENEINLASS	35
3.5 ANALOGBUCHSE.....	35
3.6 ANSCHLUSS FÜR NETZLADegerät	36
3.7 RS-232 SCHNITTSTELLE.....	36

3.8	FILTERKAMMER	36
3.9	PTFE-FILTER	37
3.10	WARNHINWEIS FÜR LASER	37
3.11	KALIBRIERAUFKLEBER	37
3.12	GERÄTEBEZEICHNUNG UND SERIENNUMMER	37
3.13	PROBENLUFTAUSGANG MIT VERSCHLUSSKAPPE	37
3.14	SICHERUNG FÜR BATTERIEFACH UND AKKU	38
4	MESSABLAUF	39
4.1	INBETRIEBNAHME	39
4.2	MESSUNG	41
4.3	MESSMODUS UND MESSWERTDARSTELLUNG	41
4.4	GRAVIMETRISCHE KONTROLLE DER STAUBMASSE	42
	Ermittlung des Gravimetriefaktors (C-Faktor)	43
5	HYPERTERMINAL ÜBER RS-232-SCHNITTSTELLE	44
5.1	ÜBERTRAGUNGSPROTOKOLL	44
5.2	ERSTELLEN EINER HYPERTERMINAL-VERBINDUNG	44
5.3	RS-232-BEFEHLE	46
5.4	SERVICEMODE-EINSTELLUNG	53
5.5	RS-232 MESSWERTÜBERTRAGUNG	54
	Modell 1.108, Version 8.60 Messmodus Partikelanzahl (Counts)	56
	Modell 1.108, Version 8.60, Messmodus Partikelmasse (Normal Dust Mode)	58
	Modell 1.109, Version 12.30 Messmodus Partikelanzahl (Counts)	60
	Modell 1.109, Version 12.30 Messmodus Partikelmasse (Normal Dust Mode)	63
6	WARTUNG UND REINIGUNG	65
6.1	FILTERKAMMER	65
6.2	FILTERWECHSEL	65
6.3	REINIGUNG DER MESSKAMMER	66
6.4	GEHÄUSE	66
6.5	INTERNER SPÜLLUFTFILTER	66
6.6	K-LINIE, FUNKTIONSTEST DER OPTISCH MESSZELLE, LASERDIODE UND PHOTODIODE	67
7	ZUBEHÖR	69
7.1	LUFTPROBENNEHMER	69
	RADIALSYMMETRISCHER ANSAUGKOPF (MODELL 1.111)	69
	Reinraum-Probenahmeköpfe mit Stativ (Modell 1.151A)	70
	ISOKINETISCHE KANALSONDE FÜR 2 BIS 25M/S (MODELL 1.152)	70
	INSTALLATION DER KANALSONDE 1.152	71
	HOCHDRUCKDIFFUSER FÜR DRUCKLUFT (MODELL 7.910)	72
7.2	TRAGETASCHE MIT SCHULTERRIEMEN (MODELL 1.145A)	72

7.3	EXTERNER OPTISCHER UND AKUSTISCHER ALARMGEBER (MODELL 1.147).....	72
7.4	NULLFILTER (MODELL 1.148)	73
7.5	SENSOR FÜR TEMPERATUR UND FEUCHTE (MODELL 1.153FH)	73
7.6	SENSOR FÜR FEUCHTE, TEMPERATUR UND LUFTGESCHWINDIGKEIT (MODELL 1.154)	73
7.7	STECKER FÜR ANALOGBUCHSE	74
7.8	PAH-SENSOR (MODELL 1301) UND ADAPTERSET (MODELL 1301-HLX)	74
7.9	NANO CHECK MODELL 1320 UND ADAPTERSET 1365-HLX.....	75
7.10	WETTERSCHUTZGEHÄUSE (MODELL 163)	76
8	GARANTIE	77
9	TRANSPORT	78
10	REPARATUR	79
ANHANG		80
	Grafische Darstellung.....	80
INDEX		81
11	SOFTWARE MODELL 1.178	83

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Messprinzip der Serie 1.108 und 1.109	12
Abbildung 2: Lasermesskammer der Serie 1.108 und 1.109	12
Abbildung 3: Screenshot der Grimm Kalibriersoftware während einer laufenden Kalibrierung mit einem Muttergerät und drei Kandidaten (hier: Grimm Environmental Dust Monitor mit 31 Kanälen).	15
Abbildung 4: Vor der Kalibrierung: Gleichzeitig gemessene Partikelanzahlkonzentration für alle 31 Größenkanäle des Kandidaten (rot) und des Referenzgeräts (blau) vs. Zeit.	16
Abbildung 5: Nach der Kalibrierung: Gleichzeitig gemessene Partikelanzahlkonzentration für alle 31 Größenkanäle des Kandidaten (rot) und des Referenzgeräts (blau) vs. Zeit.	16
Abbildung 6: Empfohlenes Zubehör für Modell 1.108 und 1.109	17
Abbildung 7: Pneumatikschema für Modell 1.108 und 1.109	21
Abbildung 8: Bedienungselemente an der Vorderseite der Modellreihe 1.108 und 1.109	23
Abbildung 9: Bedienungselemente an der Rückseite der Modellreihe 1.108 und 1.109	24
Abbildung 10: Einführen der Datenspeicherkarte	25
Abbildung 11: Folientastatur am 1.108 und 1.109 mit den 10 Funktionstasten und Lautsprecher hinter der Folie für die Wiedergabe akustischen Warnsignale (Alarm)	28
Abbildung 12: Belegung der Analog-Eingangsbuchse	35
Abbildung 13: Funktionsprinzip der isokinetischen Kanalsonde	71
Abbildung 14: Installation der Kanalsonde, a) Kanalsonde, b) Verlängerung, c) Probenrückführung	71
Abbildung 15: Wetterschutzgehäuse Modell 165 mit Trockner und Mischerelektronik und Probenahmekopf mit integriertem Ringspaltmischer.	76
Abbildung 16: Größenverteilungskurve der Staubpartikel gemäß EN 481 Staub am Arbeitsplatz	80

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Speicherzeiten der Datenspeicherkarten für die Versionen 8.60	26
Tabelle 2: Speicherzeiten der Datenspeicherkarten für die Versionen 12.30	26
Tabelle 3: Kurzübersicht der Tastenfunktionen	34
Tabelle 4: Numerische Werte der Konventionen der gesamten luftgetragenen Partikel	80

Allgemeines

Anmerkungen

Viele Software- und Hardware-Bezeichnungen, die in diesem Handbuch erwähnt werden, sind als Warenzeichen registriert und müssen als solche betrachtet werden. Der Autor hat versucht, vollständige und genaue Informationen in diesem Handbuch zu geben. Grimm Aerosol Technik gibt keine Garantie für Vollständigkeit und Richtigkeit der vorliegenden Informationen und leistet deshalb auch keinen Schadenersatz für Schäden, die aufgrund des Gebrauchs dieser Informationen und aufgrund des Gebrauchs der Hard- und Software mittelbar oder unmittelbar verursacht werden. Grimm Aerosol Technik ist auch nicht für Schäden verantwortlich, die aufgrund von Missbrauch von Patentrechten oder Rechten gegenüber Dritten entstehen.

Da die Hard- und Software kontinuierlich verbessert und erweitert wird, können sich Abweichungen bezüglich der Beschreibung und Abbildungen in diesem Handbuch gegenüber der Ihnen vorliegenden Hard- und Software ergeben. Bitte fordern Sie gegebenenfalls eine aktuelle Version dieses Dokumentes an.

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Handbuches darf ohne schriftliche Genehmigung der Firma GRIMM Aerosol Technik vervielfältigt (Druck, Kopie, Mikrofilm oder Sonstiges) werden oder unter Gebrauch elektronischer Systeme vervielfältigt, reproduziert oder modifiziert werden.



Nehmen Sie die Hard- und Software erst nach gründlichem Studium der Bedienungsanleitung in Betrieb! Der Hersteller haftet nicht für Schäden, die durch unsachgemäße Inbetriebnahme, Anwendung, Reinigung oder Bedienungsfehler entstehen.

Gedruckt in Deutschland

Urheberrecht © 1995, ... , 2011 durch GRIMM Aerosol Technik, Ainring

GRIMM Aerosol Technik GmbH & Co. KG

Dorfstrasse 9
D-83404 Ainring

Telefon: ++49 / 86 54 / 5 78 – 0
Fax: ++49 / 86 54 / 5 78 – 35
Email: support@grimm-aerosol.com
Homepage: www.grimm-aerosol.com

Das vorliegende Handbuch bezieht sich auf:

Tragbare Staubmessgeräte und Staubmonitore der Serie 1.108 und 1.109

M_D_IAQ_1108-1109-Spec_v2p4

Bedeutung der verwendeten Symbole

In diesem Handbuch werden folgende grafischen Symbole verwendet, um Ihnen das Auffinden wichtiger Stellen zu vereinfachen.



Dieses Symbol weist Sie auf nützliche Tipps hin, die Ihre Arbeit erleichtern und optimieren können.



Dieses Symbol weist auf potenzielle Gefahren hin, die zu Fehlfunktionen oder sogar Beschädigung der Hardware führen können, und wie diese vermieden werden können.

1 Wichtige Hinweise für den Kunden

1.1 Sicherheitsbestimmungen

Der Hersteller lehnt jede direkte oder indirekte Haftung ab, wenn der Bediener das Gerät öffnet oder manipuliert! Dieses Gerät ist gemäß EN 61010 (DIN VDE 0411 T1), Schutzmaßnahmen für elektronische Messgeräte, gebaut und geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muss der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Gebrauchsanweisung enthalten sind.

Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern. Es ist anzunehmen, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist,

- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen aufweist,
- wenn das Gerät nicht mehr arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen, oder
- nach schweren Transportbeanspruchungen.

Wenn nach dem Transport bei niedrigen Temperaturen die Akklimatisationszeit bis zur Inbetriebnahme nicht eingehalten wird, so kann die Pumpe durch Kondenswasser blockieren. In diesem Fall wird die elektronische Überstromsicherung das Gerät vollständig abschalten. In einem trockenen Wärmeschrank kann die Wartezeit bis zur Wiedereinbetriebnahme verkürzt werden.



Die Messgeräte nicht ohne PTFE-Filter betreiben, da der PTFE-Filter vor der Pumpe eingelegt ist und die Pumpe schützt !

1.2 Elektrische Sicherheit

Vor der Benutzung des Netzgerätes ist zu überprüfen, ob die Netzspannung im erlaubten Bereich des Gerätes liegt. Das Staubbmessgerät darf nur mit der vorgesehenen Spannung (Netzteil, 12V) betrieben werden.

- Die Lithium-Batterie (SL-389; 3,6V; 1Ah) auf der Digitalleiterplatte, die zum Betrieb des Uhrenschaltkreises notwendig ist, darf nicht geladen werden und muss im entleerten Zustand von einem autorisierten Servicetechniker gewechselt werden. Die normale Betriebsdauer beträgt mehrere Jahre.
- Ebenso ist das Laden der Lithium-Batterie in der Speicherkarte (je nach Speicherkarte: CR-2016 mit 3V und 60mAh oder CR-2325 mit 3V und 200mAh) nicht zulässig.
- Die im Gerät eingebauten Sicherungen dürfen nur von geschultem Servicepersonal ersetzt werden!

Da das Gerät durch elektronische Überstromsicherungen geschützt ist, werden die Schmelzsicherungen nur bei einem schwerwiegenden Fehler ansprechen.

1.3 Lasersicherheit

Achtung! Laserklasse 3B im geöffneten Zustand des Messgerätes!

Das Aerosolspektrometer darf nur von geschultem Service-Personal geöffnet werden. Beim Öffnen der Lasereinheit kann Laserstrahlung der Klasse 3B freierwerden. Laser der Klasse 3B geben im Dauerstrichbetrieb höchstens 0,5 Watt Leistung ab. Der direkte Blick in den Strahl oder in eine spiegelnde Reflexion kann auch schon bei kurzen Einwirkungszeiten zu Augenschäden führen.

Hinweise finden Sie in der EN 60825 (DIN VDE 0837 T1). Die entsprechenden Anforderungen der Unfallverhütungsvorschrift VBG 93 "Laserstrahlung" sind zu beachten!



Die hier abgebildeten Warnhinweise sind auf der Unterseite des Gerätes, um den Benutzer vor Laserstrahlung im geöffneten Zustand des Gerätes zu warnen.

Laserklasse 1 im geschlossenen Zustand des Messgerätes! Laser der Klasse 1 sind ungefährlich und augensicher, d.h. auch bei Fehlmanipulationen oder bei Verwendung optischer Hilfsmittel (z.B. Fernglas, Mikroskop etc.).

Die im Gerät eingebauten Schmelzsicherungen Picofuse 2A (Super-flink) Schaltvermögen 300A (32V DC), dürfen nur durch geschultes Servicepersonal mit dem in den Schaltunterlagen angegebenen Typ ersetzt werden. Da das Gerät durch elektronische Überstromsicherungen geschützt ist, werden die Schmelzsicherungen nur bei einem schwerwiegenden Fehler ansprechen.

1.4 Transport

Das Gerät darf nur ausgeschaltet und in der Originalverpackung transportiert werden. Der Aerosoleinlass und –auslass muss mit den mitgelieferten Endkappen verschlossen werden.

2 Modell 1.108 und 1.109

2.1 Partikelmesstechnik mit Grimm Dual-Technologie

Die Staubmessgeräte und Aerosolspektrometer Modell 1.108 und 1.109 sind kompakte tragbare Messgeräte, welche zur kontinuierlichen Messung von Stäuben in der Luft sowie der Partikelanzahlverteilung gebaut wurden. Die Geräte verfügen über einen integrierten Gravimetriefilter, auf dem alle Partikel nach der optischen Messung gesammelt werden und für weitere Untersuchungen zur Verfügung stehen. Diese "Dual-Technologie" ist einzigartig und ist von Grimm Aerosol Technik patentiert.

Die Messwerte können als **Partikelkonzentration** in der Einheit Partikel/Liter ausgegeben werden und als **Massenkonzentration** mit der Einheit $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Mittels der Grimm Windows Software können zusätzlich verschiedene normierte **Staubmassenfraktionen** ausgegeben werden sowie die berechnete **Partikeloberfläche**. Die normierten Staubmassenfraktionen sind **arbeitsmedizinisch** einatembar, thorakal und alveolengängig nach der Norm EN 481 und **Immission** PM10, PM2.5 und PM1 in Anlehnung an die US EPA. Das Messprinzip der Geräte ist die Streulichtmessung von Einzelpartikeln, wobei ein Halbleiterlaser als Lichtquelle dient. Das Streulicht wird mit einem Öffnungswinkel von etwa 60° über einen Spiegel auf eine Empfängerdiode gelenkt (siehe Abbildung 1 und 2), die im rechten Winkel zum einfallenden Laserlicht steht. Diese rechtwinklige Anordnung des Detektors wird als 90° Streulichtdetektion bezeichnet. Diese optische Anordnung erhöht die Streulichtausbeute und optimiert das Signal-Rausch-Verhältnis. Deshalb können sogar sehr kleine Partikel im Bereich von $0,25 \mu\text{m}$ bzw. $0,3 \mu\text{m}$ erfasst werden. Wenn ein Partikel den Laserstrahl durchquert, erzeugt es einen Lichtimpuls. Das Signal der Empfängerdiode wird nach einer entsprechenden Verstärkung in verschiedenen Größenkanälen klassiert. Das Modell 1.108 verfügt über 15 Größenkanäle, beim Modell 1.109 sind es 31 Größenkanäle. Somit kann die Partikelgrößenverteilung gemessen werden, die als Grundlage zur Berechnung der Staubmasse dient. Deshalb sind diese Geräte für eine Vielzahl von Anwendungen geeignet, wie zum Beispiel die Erfassung von arbeitsmedizinischen Daten, Staub-Analysen, Inhalationstoxikologie, Aerosolforschung oder Atmosphärenforschung.

Die Probenluft wird mit Hilfe einer internen, volumenstromgeregelten Pumpe durch die Messzelle und einen Gravimetriefilter gesaugt. Dieser Filter dient als Staubsammler und kann zu gravimetrischen Kontrollen der optisch gewonnenen Messergebnisse verwendet werden. Die Pumpe fördert auch die Spülluft, welche über einen Feinstfilter aus der Pumpenabluft gewonnen und durch einen Spülluftregler konstant gehalten wird. Die Spülluft schützt die Laseroptik und andere Komponenten der optischen Messzelle vor Verschmutzung und dient beim Geräteselbsttest als partikelfreie Referenzluft.

Am Beginn einer jeden Messung führt das Gerät einen Selbsttest durch. Hierbei werden alle optischen, pneumatischen und elektronischen Komponenten geprüft. Der Selbsttest dauert ca. 30 Sekunden. Danach beginnt die eigentliche Messung, und auf der LCD-Anzeige werden kontinuierlich alle 6 Sekunden die Messwerte angezeigt. Es sind somit Echtzeitmessungen der Staubkonzentration möglich. Ebenso werden alle Messergebnisse in einem Intervall, welches in Stufen einstellbar ist, auf eine Speicherkarte übertragen, wenn diese in das Staubmessgerät eingeschoben wurde. Über die eingebaute RS-232-Schnittstelle können die Daten auf einen externen Rechner oder Drucker übertragen werden. Die Datenausgabe kann in Intervallen von 6 Sekunden bis 60 Minuten erfolgen. Mit angeschlossenem PC sind auch Intervalle von 3, 2 oder 1 Sekunde möglich.

2.2 Messprinzip

Die Probenluft wird direkt über den Aerosoleinlass oder über anwendungsspezifische Probenluftnehmer in die Messkammer geleitet. Die in der Probenluft enthaltenen Partikel werden in der Messkammer streulichtphotometrisch erfasst. Der Streulichtimpuls jedes einzelnen Partikels wird gezählt und die Intensität des Streulichtsignals einer Partikelgröße zugeordnet. Das Messprinzip ist schematisch in Abbildung 1 dargestellt.

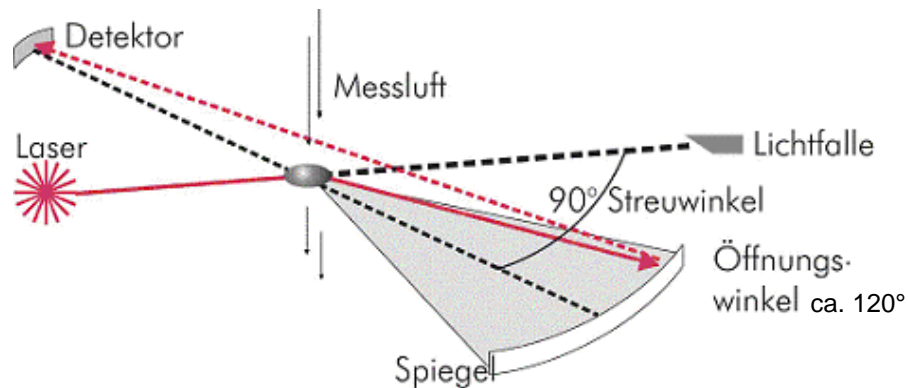


Abbildung 1: Messprinzip der Serie 1.108 und 1.109

Bei allen Grimm Laser Aerosolspektrometern und Staubbmessgeräten dient eine Laserdiode als Lichtquelle. Die Wellenlänge ist bei den Modellreihen unterschiedlich und liegt beim Modell 1.108 im nahen Infrarot bei 780 nm und beim Modell 1.109 im sichtbaren Bereich bei 655 nm. Die Laserdiode kann in einem sogenannten Multiplex Mode betrieben werden, das heißt, die Intensität des Laserstrahls wird moduliert. Somit können Partikel über einen sehr weiten Größenbereich von 0,3µm bis 20µm beim Modell 1.108 bzw. 0,25µm bis 32µm beim Modell 1.109 detektieren werden. Der Laserstrahl wird mittels einer Beleuchtungsoptik zu einem flachen Band fokussiert. Im Fokus leuchtet der Laserstrahl ein kleines Messvolumen gleichmäßig aus und wird anschließend in eine Lichtfalle geleitet. Die Probenluft wird aerodynamisch fokussiert und als Partikelstrom durch den inneren Bereich des Messvolumens geführt. Bei Umweltmessungen ist die Partikelkonzentration der Probenluft in der Regel so gering, dass sich im Messvolumen statistisch gesehen nur ein Partikel befindet. Bei Messungen an Partikelquellen, technischen Aerosolen oder Arbeitsplätzen können sehr hohe Partikelkonzentrationen auftreten, die eine Verdünnung der Probenluft voraussetzen. Das von jedem Partikel ausgehende Streulicht wird von einer zweiten Optik unter einem Streuwinkel von 90° erfasst und über einen Spiegel mit einem Öffnungswinkel von ca. 60° auf eine Empfängerdiode gelenkt. Das Signal des Detektors wird nach Verstärkung in Abhängigkeit der Intensität in Größenkanäle klassiert. Abbildung 2 zeigt den Aufbau der Lasermesskammer. Die Probenluftführung erfolgt senkrecht zur Betrachtungsebene in das Messvolumen.

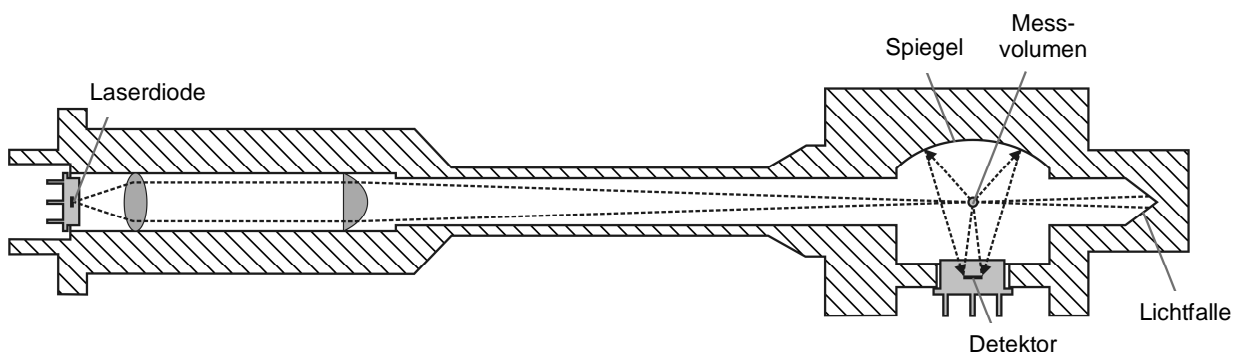


Abbildung 2: Lasermesskammer der Serie 1.108 und 1.109

Die Zählrate ergibt sich aus der Partikelanzahl dividiert durch die Volumenflussrate. Die Partikelgröße ist proportional zur Intensität des detektierten Streulichtsignals, wobei die Streulichtintensität neben der Partikelgröße auch vom Brechungsindex, der Partikelform und der Orientierung des Partikels im Messvolumen beeinflusst wird. Die Positionierung des Detektors in 90° Richtung ermöglicht die Minimierung des Einflusses des Brechungsindex der Aerosolpartikel auf die Bestimmung der Partikelgröße. Der Öffnungswinkel der Detektoroptik wurde so gewählt, dass Mehrdeutigkeiten der Streulichtintensität durch Mie Resonanzen, wie sie bei der Verwendung von monochromatischem Laserlicht zwangsläufig entstehenden, kompensiert werden. Dadurch ist eine eindeutige Zuordnung der Partikelgröße in hinreichend engen Größenklassen möglich. Beim 1.109 sind dies 31 Größenkanäle, beim 1.108 15 Größenkanäle. Durch die Erfassung der Partikelkonzentration und Partikelgröße kann somit die Größenverteilung der Aerosolpartikel bestimmt werden, die wiederum Grundlage ist für die Berechnung der Partikelmasse. Im Messmodus Partikelmasse wird unterhalb des kleinsten Größenkanals ein zusätzlicher Größenkanal rechnerisch hinzugefügt. Somit gibt das Modell 1.108 im Massenmodus 16 Größenkanäle aus und das Modell 1.109 entsprechend 32 Größenkanäle. Der zusätzliche Größenkanal ist vor allem bei der Berechnung der normierten Massenfraktionen nützlich und führt zu einer verbesserten Genauigkeit bei der Messung von feinen Aerosolen.

2.3 Kalibrierung

Die Partikelgrößenerkennung wird mit NIST-(National Institute of Standards and Technology) zertifiziertem, monodispersen Latex kalibriert. Die Staubmassenberechnung wird mit Dolomitstaub im Vergleich zu einem Referenzgerät kalibriert. Alle Geräte werden mit einem Kalibrierzertifikat ausgeliefert!



Der Zustand eines Spektrometers sollte jährlich überprüft werden. Hierzu muss das Gerät zum Hersteller geschickt werden, wo es überprüft und mit Hilfe eines Referenzgerätes kalibriert wird. Alternativ kann der Kunde die Kalibrierung selbst durchführen. Hierzu sind ein Kalibrierungsturm und ein Referenzgerät notwendig. Um diesen Kalibrierturm korrekt bedienen zu können, werden zwei spezielle Schulungen vorausgesetzt. Das Referenzgerät muss jährlich unter Verwendung von mono-dispersen Latex Aerosol vom Hersteller überprüft und zertifiziert werden.

Wie kalibriert Grimm Aerosol Technik?

Die Kalibrierung von Aerosol Spektrometern wird von jedem Hersteller unterschiedlich durchgeführt. Solch eine Methode kann als "Haus-Standard" bezeichnet werden – Warum? Da es weltweit keinen Kalibrierstandard für Aerosol Spektrometer gibt, alle Hersteller aber die gleichen Standard-Aerosolpartikel zur Größenkalibrierung verwenden sollten (Polystyrene Latex, PSL). Der Grimm "Kalibrier-Haus-Standard" basiert auf einem Vergleich zwischen einem mit PSL kalibriertem "Muttergerät" und dem "Kandidaten".

Was ist ein Grimm "Muttergerät"?

Für das Muttergerät ist eine Kalibrierkennlinie mit allen relevanten Parametern unseres Spektrometers (Laserwellenlänge, Position des Detektors, Öffnungswinkel des Detektors, PSL Brechungsindex $m = 1,60 + i0$, etc..) berechnet worden. Daraufhin wird das Muttergerät mit verschiedenen mono-dispersen PSL-Proben "gefüttert" und die Partikelgrößennmessung für dieses Standardmaterial validiert. Das erste Grimm Muttergerät, eine Art Großmutter, wurde zudem mit einem Referenzgerät, dem Laser Aerosol Spektrometer Modell LAS-X von PMS, Boulder Colorado, verglichen. Durch dieses Vorgehen stellen wir die korrekte Partikelgrößennmessungen in den vorgegebenen Kanälen sicher, z.B. 15 für das Modell 1.108 und 31 für das Modell 1.109.

Kalibrierung, physikalischer Hintergrund

Die Partikelgröße wird kalibriert mit rückführbarem (NIST traceable) Polystyren Latex, Firma Duke Scientific. Das heißt, es werden optische Latexequivalent-Durchmesser gemessen. Die Größenkanäle beziehen sich auf elektronische Schwellen. Passiert ein einzelnes Partikel den Laserstrahl, wird das einfallende Laserlicht gestreut. Dieses Streulicht wird von einem Spiegel gesammelt und in einem vorgegebenen Winkel auf einen Detektor fokussiert. Die vom Detektor erfassten Photonen geben ein "Rohsignal", welches verstärkt und in Partikelgrößenkanäle klassiert wird. Somit kann die Anzahl und Größe der Aerosolpartikel gemessen werden.

Grimm Aerosol Technik Kalibrierprozess

Die Kalibrierung eines Kandidaten mit einem Muttergerät erfolgt mit Hilfe eines voll computergesteuerten automatischen "Grimm Kalibrierturm" unter Verwendung von Dolomitstaub als Standardaerosol. Warum Dolomitstaub? Dolomitstaub ist günstig, ungiftig, nicht hygroskopisch, poly-dispers und sehr stabil während der Lagerung. Der Dolomitstaub deckt den kompletten Größenbereich für alle Grimm Spektrometer von ca. $0.2\mu\text{m}$ bis zu $>30\mu\text{m}$ ab. Aufgrund der Tatsache, dass sowohl das Muttergerät als auch der Kandidat identisch hergestellt werden, muss der Dolomitstaub zu identischen Ergebnissen bei beiden Spektrometern führen. Der Dolomitstaub wird mit Hilfe von partikelfreier Pressluft in einem 40 msek. Impuls an der Spitze des zylindrischen Kalibrierturms eingeblasen und über den gesamten Querschnitt homogen verbreitet. Am unteren Teil des Kalibrierturms sind ein Muttergerät und bis zu drei Kandidaten an identischen Aerosoleinlässen angebracht. Ein Rückstrom von partikelfreier Pressluft von

unten nach oben garantiert eine eindeutig definierte und reproduzierbare Aerosolpartikelverteilung während des gesamten Kalibriervorgangs.

Während der Kalibrierung wird die Anzahl in jedem einzelnen Kanal, angefangen mit dem Größten, gleichzeitig zwischen dem Muttergerät und dem Kandidaten verglichen. Die Kalibriersoftware kann sechs Größenkanäle gleichzeitig vergleichen. Der statistische Vergleich basiert auf einem Mittelwert, welcher aus einem Satz von 15 Einzelwerten errechnet wird. Ein Einzelwert wird alle sechs Sekunden erfasst. Abhängig von der gemessenen Partikelkonzentration kann die Kalibriersoftware die Schwellen des Kandidaten elektronisch einstellen.

Niedrigere Schwelle = mehr Partikel im Kanal

Höhere Schwelle = weniger Partikel im Kanal

GRIMM Kalibriersoftware

Anwendungen Einstellungen Fenster Hilfe

Kalibrierung/Vergleichsmessung

Informationen zur Kalibrierung

2	87G08036	Kanal:	>6,50	Bereich:	2000-100000
3	87G08039	Kanal:	>30,00	Bereich:	0-0
4	79G08008	Kanal:	>7,50	Bereich:	2000-100000

Drucken Vergleich Kalibrierung Stop

Tabelle

	>0,80 µm	>1,0 µm	>1,3 µm	>1,6 µm	>2,0 µm	>2,5 µm	>3,0 µm	>3,5 µm	>4,0 µm	>5,0 µm	>6,5 µm	>7,5 µm	>8,5 µm	>10,0 µm	>12,5 µm	>15,0 µm
Mutter	1784466	1385846	1069580	902353	738986	575803	577479	448340	349123	270596	148172	68493	36846	24313	14268	6246
Schwellen	1202	1257	1335	1401	1498	1651	127	173	228	296	505	882	1084	1101	1126	1183
Kandidat2	1653303	1323306	1036360	889316	733700	589810	597256	461461	357852	276965	150413	70278	Kalibriert	Kalibriert	Kalibriert	Berechnet
Vergleich	-7,4 %	-4,5 %	-3,1 %	-1,4 %	-0,7 %	2,4 %	3,4 %	2,9 %	2,5 %	2,4 %	1,5 %	2,6 %	-1,2 %	-0,5 %	2,9 %	
Schwellen	1180	1244	1325	1389	1487	1626	130	179	238	310	536	933	1089	1106	1131	1191
Kandidat3	1720728	1281907	1139296	967564	754917	557010	551995	427982	329972	255356	143867	66397	36893	23495	Kalibriert	Berechnet
Vergleich	-3,6 %	-7,5 %	6,5 %	7,2 %	2,2 %	-3,3 %	-4,4 %	-4,5 %	-5,5 %	-5,6 %	-2,9 %	-3,1 %	0,1 %	-3,4 %	-1,9 %	
Schwellen	1183	1250	1284	1339	1445	1621	146	197	261	336	552	946	1086	1101	1127	1185
Kandidat4	1679283	1242106	1105863	942966	740993	547493	554145	431254	332192	257125	140015	66146	Kalibriert	Kalibriert	Kalibriert	Berechnet
Vergleich	-5,9 %	-10,4 %	3,4 %	4,5 %	0,3 %	-4,9 %	-4,0 %	-3,8 %	-4,8 %	-5,0 %	-5,5 %	-3,4 %	0,5 %	-1,9 %	-1,0 %	
Schwellen	1183	1250	1284	1339	1445	1621	146	197	261	336	567	953	1087	1105	1128	

Abbildung 3: Screenshot der Grimm Kalibriersoftware während einer laufenden Kalibrierung mit einem Muttergerät und drei Kandidaten (hier: Grimm Environmental Dust Monitor mit 31 Kanälen).

Die Spalten in der Tabelle in Abbildung 3 zeigen die 31 Kanäle. Die Zeilen in der Tabelle in Abbildung 3 zeigen von oben nach unten: die Anzahlkonzentration des Referenzgerätes und für jeden Kandidaten die elektronischen Einstellungen der Schwellen, die Anzahlkonzentration des Kandidaten und den errechneten relativen Fehler. Um die Bedeutung der relativen Fehler zu zeigen, werden drei verschiedene Farben verwendet:

Rote Werte weisen bei einer laufenden Kalibrierung darauf hin, dass ein Kanal außerhalb des Bereichs ist. Grüne Werte zeigen an, wenn die Kalibrierung innerhalb des erlaubten Bereichs ist. Schwarze Werte bedeuten, dass der relative Fehler zur Qualitätssicherung und Dokumentation gespeichert wird, die Kanalschwelle wird fixiert und der Kanal wird mit "Kalibriert" in der Softwaretabelle bezeichnet.

Der Mittelwertvergleich wird ungefähr zehn Mal für jeden Größenkanal wiederholt, bis alle Messwerte des Kandidaten verglichen zum Muttergerät wiederholt innerhalb des erlaubten Bereichs mit einer Genauigkeit von $\pm 2\%$ liegen. Die zertifizierte Genauigkeit für den Messmodus Masse beträgt $\pm 5\%$, weil der Partikeldurchmesser die Partikelmasse um die dritte Potenz beeinflusst. Die Kalibriersoftware kontrolliert alle relevanten Parameter sowie die Menge des Kalibrierstaubs, um sicher zu stellen, dass die Konzentrationen über einem bestimmten Minimum liegen. Alle Ergebnisse werden elektronisch gespeichert und zu Qualitätssicherungszwecken in der Datenbank abgelegt.

Nach der Kalibrierung am Turm wird ein weiterer Vergleich bei Innenraumbedingungen durchgeführt.

Zur Verdeutlichung dienen die folgenden Screenshots der Grimm Kalibriersoftware CalSoft. Die sogenannten "Rampen" zeigen zwei Beispiele der gemessenen Partikelanzahlkonzentration eines Kandidaten im Vergleich zum Referenzeinheit, jeweils vor und nach der Kalibrierung.

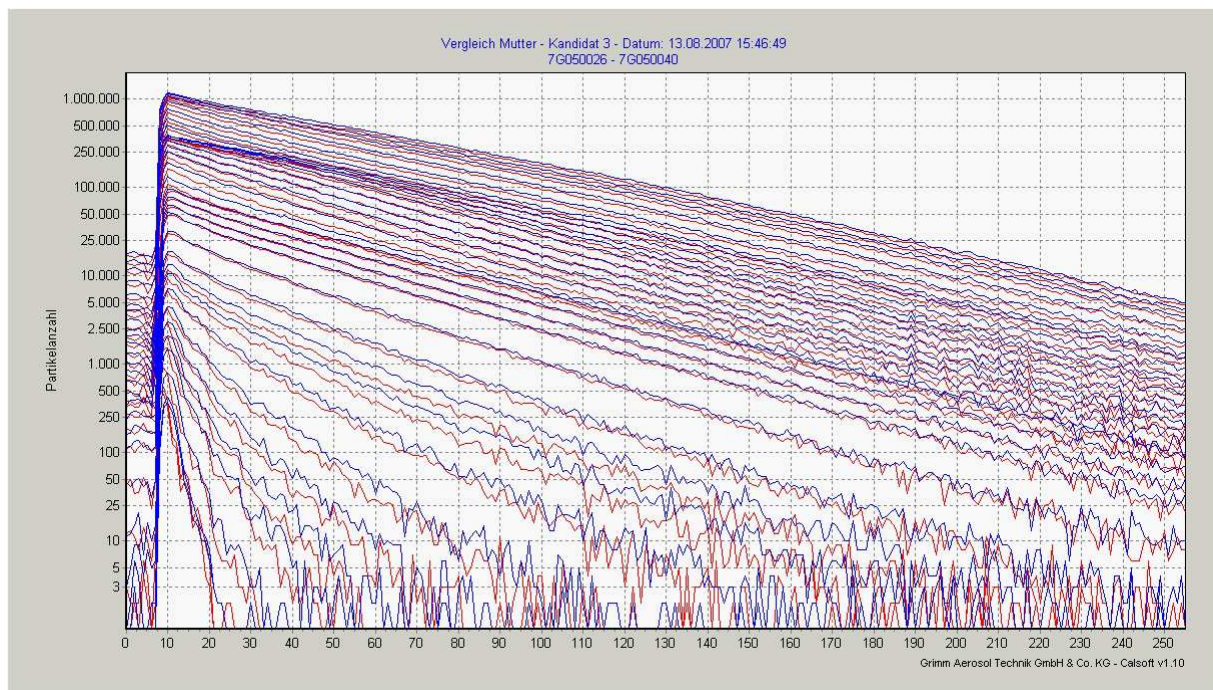


Abbildung 4: Vor der Kalibrierung: Gleichzeitig gemessene Partikelanzahlkonzentration für alle 31 Größenkanäle des Kandidaten (rot) und des Referenzgeräts (blau) vs. Zeit.

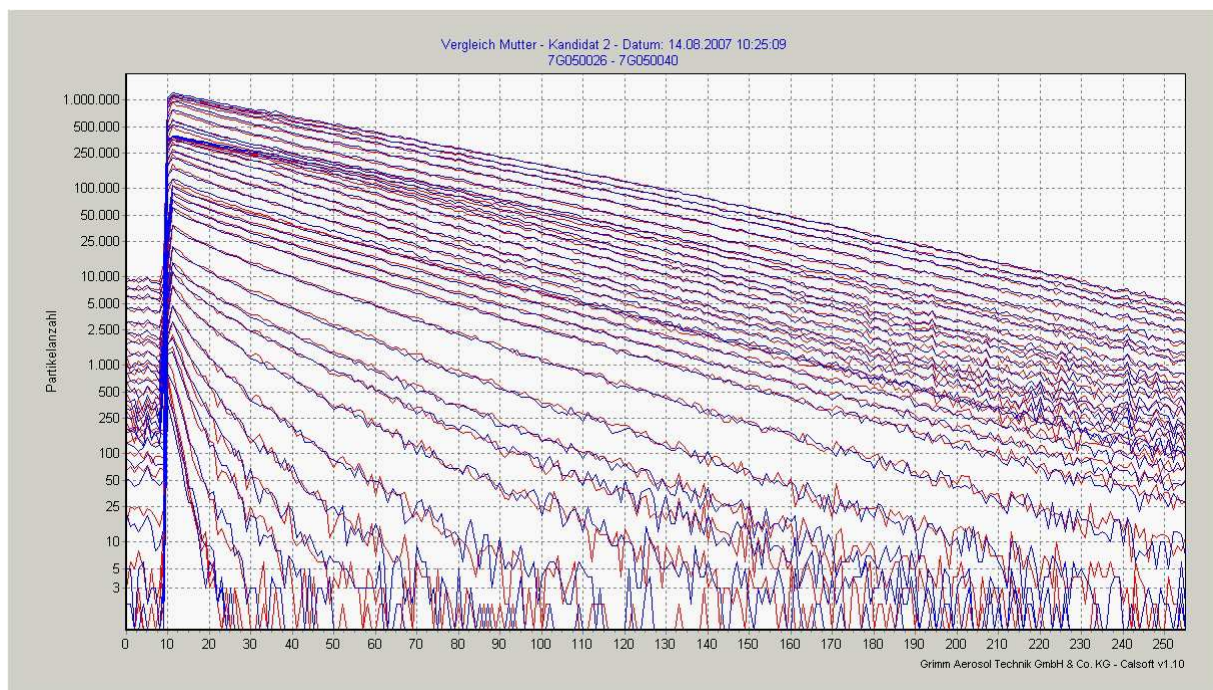


Abbildung 5: Nach der Kalibrierung: Gleichzeitig gemessene Partikelanzahlkonzentration für alle 31 Größenkanäle des Kandidaten (rot) und des Referenzgeräts (blau) vs. Zeit.

Die Messwerte der beiden Geräte in Abbildung 4 zeigen eine starke Variabilität. Die Rampen verlaufen nicht deckungsgleich. In Abbildung 5 ist deutlich zu erkennen, dass die Messwerte zwischen Referenzgerät und Kandidat sehr gut übereinstimmen. Die Kurven für jeden Größenkanal liegen nahezu deckungsgleich übereinander.

2.4 Zubehörliste

Notwendiges bzw. empfohlenes Zubehör

Abbildung 6	Produkt- Nr.	Bezeichnung
-	1.118A	Bedienungsanleitung in Deutsch oder Englisch
-	1.144B	Transportkoffer aus PVC für Messgerät mit Zubehör
1	1.141	USB-Adapterkabel für RS-232 oder
2	1.112A	Netzteil 95-250 VAC, 47-63 Hz
3	1.143E	RS-232 Verbindungskabel
4	1.113A	25 PTFE-Filter, 47 mm, rund
5	1.110	Bleiakku Typ LCS 2312 AVBNC, 12V/2,3A für 7-8 Stunden Dauerbetrieb
6	1.111	Radialsymmetrischer Ansaugkopf für Gesamtstaub bei 1,25 m/s
7	1.119	Anschlussröhrchen für Schlauch
8	1.142.A4	Datenspeicherkarte mit 4 MB Speicherkapazität
9	1.177	Windows-Software (Version 3.30, Stand 2008)
10	1.148	Mini-Filter für 0-Test



Abbildung 6: Empfohlenes Zubehör für Modell 1.108 und 1.109

Weiteres Zubehör je nach Anwendung

1.145A	Tragetasche mit Schulterriemen
1.147	Externer optischer und akustischer Signalgeber
1.148	Minifilter für 0-Test
1.149B	Großer Ersatzteilsatz (X803, 1.110, 1.113A, 1.119, 1.148, u.a.)
1.151A	Reinraum-Probenahmeköpfe für 0,5; 1; 2 und 4 m/s mit Stativ
1.152	Isokinetische Kanalsonde mit 4 Einlassdüsen für Windgeschwindigkeiten von 2-25 m/s
1.153FH	Sensor für Temperatur und rel. Feuchte
1.154	Sensor für Temperatur, rel. Feuchte und Strömungsgeschwindigkeit (0,3 bis 20 m/s)
1.162	Stecker für die Analogbuchse
1301	PAH-Sensor, tragbarer Zusatz zur Messung partikelgebundener PAHs
1301 HLX	Adapterset für 1301 und Aerosolspektrometer
1320	NANO-Check, tragbarer Zusatz zur Messung von Nanopartikeln 25 - 300 nm
1365 HLX	Adapterset für 1320 und Aerosolspektrometer
7.910	Diffuser für Probenahmen aus Druckleitungen bis 6 bar

Bezugsquellen

Zubehör und Verbrauchsmaterial erhalten Sie bei dem für Sie zuständigen Händler oder bei

GRIMM Aerosol Technik GmbH & Co. KG Dorfstrasse 9 83404 Ainring Tel.: +49 (0) 8654-578-0

2.5 Technische Daten

Nennbetrieb 1.108 und 1.109

Stromversorgung:	-Batterie: 12V/2,3Ah, Typ LC-SA122R3B6 Panasonic, voll geladen für 7-8 Stunden Dauerbetrieb; kein Bereitschaftsparallelbetrieb. -Batterie LCTA 121R9PG, 12/1,9Ah, Panasonic; für Bereitschaftsparallelbetrieb Schutzklasse III (Kleinspannung); -18V-Netzteil: MI2818, AC 95-250V, 47-63Hz, Schutzklasse II (schutzisoliert).
Frequenz:	0 Hz
Maximaler Strom:	2,5 A
Anwendungsbereiche:	Für Innenräume; mit geeignetem Zubehör auch im Freien verwendbar
Maximale Höhe:	1000 m. 2000 m mit individueller Volumenstromregelung per PC einstellbar.
Temperaturbereich, (im Betrieb) :	0 bis +40 °C, r.F. < 95 % (nicht kondensierend)
Temperaturbereich, (Lagerung und Transport	-20 bis +50 °C, r.F. < 95 % (nicht kondensierend).
Maximale relative Feuchtigkeit (im Betrieb):	r.F. < 95% (nicht kondensierend)
Maximale relative Feuchtigkeit (Lagerung und Transport):	r.F. < 90% (nicht kondensierend)
Temperatur der Probenluft:	0 °C bis +40 °C, < 95 % r.F.
Druckbereich der Probenluft:	<120 hPa, entspricht ca. 1000m ü.NN 0 bis -50 hPa (kurzzeitig). Bei Überdruck (max.+100 hPa) und bei längeren Messungen mit größerem Unterdruck (max. -100 hPa) ist die Probenluftückführung zu benutzen

Technische Daten 1.108 und 1.109

Laser:	Wellenlänge: λ = 655 nm (1.109) bzw. 780 nm (1.108) Leistung: $P_{\max} = 40\text{mW}$ $P_{\text{nom}} = 0, 5/30 \text{ mW CW}$ (Multiplex)
Größenkanäle:	Die angegebenen Kanalschwellen [μm] gelten für einen Zählwirkungsgrad von 50% mit mono-dispersem Latex-Aerosol 31 Kanäle (1.109) 0,25/ 0,28/ 0,3/ 0,35/ 0,4/ 0,45/ 0,5/ 0,58/ 0,65/ 0,7/ 0,8/ 1,0/ 1,3/ 1,6/ 2/ 2,5/ 3/ 3,5/ 4/ 5/ 6,5/ 7,5/ 8,5/ 10/ 12,5/ 15/ 17,5/ 20/ 25/ 30/ 32 15 Kanäle (1.108) 0,3/ 0,4/ 0,5/ 0,65/ 0,8/ 1,0/ 1,6/ 2/ 3/ 4/ 5/ 7,5/ 10/ 15/ 20
Partikelkonzentration:	1 bis 2.000.000 Partikel/Liter
Partikelmasse:	0,1 bis 100.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Bei der Darstellung der Massenverteilung wird unterhalb des eigentlichen Messbereichs ein zusätzlicher Kanal bis 0,23 μm durch das Anpassen einer Lognormal-Verteilung extrapoliert.
Reproduzierbarkeit:	$\pm 3\%$ über den gesamten Messbereich
Probenvolumenstrom:	1,2 l/min, $\pm 5\%$ konstant durch Regelung
Spülluftvolumenstrom:	0.3 l/min konstant durch Regelung. Automatische

Probensammler:	Nachlaufreinigung im Bereitschaftsmodus (Standby)
Bedienung:	47 mm Rundfilter aus PTFE (ohne Stützgewebe) Über Folientastatur oder über PC und RS-232-Schnittstelle mittels Windows-Software oder HyperTerminal-Programm und Steuerbefehlen
LCD-Anzeige:	2 x 16 alphanumerische Zeichen, beleuchtet
Selbsttest:	Automatisch nach jedem Start
Messzeitintervalle:	Wählbar: 6 sek. normal (für alle Kanäle) oder in 1, 2 oder 3 Sekundenintervall wählbar für die untere oder obere Hälfte aller Größenkanäle (entspricht 16 Kanälen beim 1.109 bzw. 8 Kanäle beim 1.108)
Speicherintervall:	Wählbar: 6 sek, 1 min, 5 min, 10 min, 15 min, 30 min, 60 min (für 31 Kanäle) oder 1, 2 oder 3 Sekunden für die untere oder obere Hälfte aller Größenkanäle (entspricht 16 Kanälen beim 1.109 bzw. 8 Kanäle beim 1.108)
Kommunikation:	Über PC und RS-232-Schnittstelle, auch RS-232 auf USB möglich
Datenausgabe LCD-Anzeige:	Staubmesswerte oder Partikelanzahlkonzentration als gleitender Mittelwert über eine Minute oder Mittelwerte mit zugehörigen Probenvolumen. Alarmwerte, Batteriekapazität, Gravimetriefaktor Messort-Nr., Datum und Uhrzeit und Messwerte der optionalen Zusatzgeräte (Sensoren)
Datenausgabe :	Über PC und RS-232-Schnittstelle, auch RS-232-auf USB möglich
Analogeingänge:	3 Stück (0-10V), Auflösung 10 Bit (ca. 10 mV). Anzeige mit änderbaren Kalibrierfaktoren und editierbaren Texten.
Datenschnittstelle:	ASCII: RS-232 (9600 Baud, 8 Bit, keine Parität, 1 Stop-Bit, Protokoll: Xon/Xoff)
Datenspeicherkarte:	4 MByte, batteriegepuffert. neben den Messwerten werden folgende Daten gespeichert: Datum, Uhrzeit, Messort-Nr., Gravimetriefaktor, Fehlercode, Batteriekapazität, Motorstrom und die Analogspannungen der externen Sensoren (1 bis 3)
Probenluft:	+4 bis +40 °C, r.F. < 95 % keine korrosiven oder explosiven Gase
Probenluftrückführung:	vorhanden, Ausgang auf Geräterückseite
Maße LxBxH:	24 x 12 x 6 [cm]
Gewicht:	1,7 kg + 0,7kg Bleiakku
Gedächtnisfunktionen	Der im Bereitschaftsmodus zuletzt eingestellte Messmodus bleibt im Gerät eingestellt. Bei einem Spannungsausfall während einer Messung bleiben alle Mittelwerte mit dem zugehörigen Probenvolumen erhalten, so dass bei der Spannungswiederkehr die Messung automatisch fortgesetzt wird.

2.6 Pneumatik

Die Abbildung 7 zeigt die Pneumatik der Modellreihen 1.108 und 1.109. Der Probenvolumenstrom von 1,2l/min ist geregelt, ebenso der interne Spülluftkreislauf. Die verwendeten Filter sind auf einen geringen Druckverlust optimiert, um eine möglichst lange Stromversorgung über den Akku zu gewährleisten.

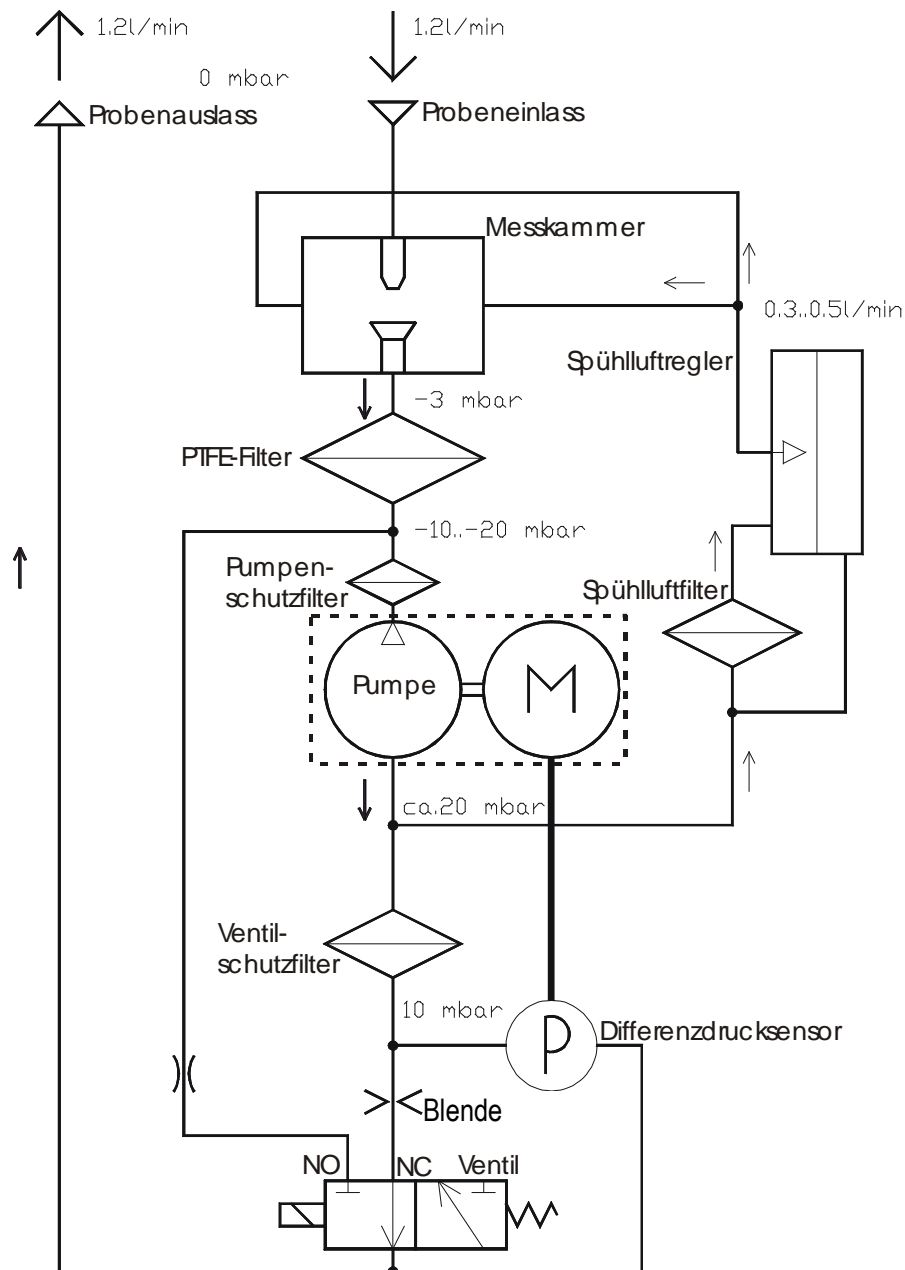


Abbildung 7: Pneumatikschema für Modell 1.108 und 1.109

Im Betriebsmodus wird ein Spülluftkreislauf zum Schutz der optischen Bauteile durch die Messkammer geführt. Die Messkammer kann auch vollständig mit partikelfreier Luft gespült werden. Dies geschieht während des Selbsttests, zur Überprüfung der optischen Baugruppen und nach Beendigung der Messung zur Minimierung von Verschmutzungen.

2.7 Extreme Umweltbedingungen

Höhenkorrektur

Die barometrische Höhenformel beschreibt die vertikale Verteilung von Gas-Partikel in der Atmosphäre. Hierbei muss die Änderung des Luftdrucks mit zunehmender Höhe berücksichtigt werden, welches auch als Druckgefälle bekannt ist. Wegen der Dynamik des Wetters in der unteren Atmosphäre ist eine mathematische Beschreibung schwierig. Eine Grundformel lautet: die Luftdichte nimmt mit zunehmender Höhe ab etwa pro 100 m 12 mbar.

Bezogen auf den geringen Luftdruck im Volumenstrom würde dieser mit zunehmender Höhe schneller steigen, was bedeutet, dass die Signalamplitude der erfassten Teilchenänderungen verringert ist. Dies ist der Grund, warum fälschlicherweise größere Partikel auf kleinere Kanäle abgestimmt würden und die berechnete Masse damit falsch wäre. Daher wird die Anzeige des Durchflussmessers (abhängig von Luftdruck) korrigiert durch:

$$\text{Anzeigewert} = \sqrt{\frac{p_{\text{onsite}}}{p_{\text{reference}}}} \cdot \text{scalevalue}$$

$$p_{\text{reference}} = 1013 \text{ mbar}$$

Der Skalenwert ist der Wert, welcher einem Massenstrom von 1,2 l / Min bei einem Druck von 1013 mbar entspricht - hier 60mm (Durchflussmesser ANALYT)

pressure [mbar]	740	790	840	860	870	890	905	910	920	930	940	950	960	970	980	990	1000	1013
altitude [m]	2500	2000	1500	1300	1200	1075	900	850	775	675	600	500	425	350	250	175	100	0
Display	51,3	53	54,6	55,3	55,6	56,2	56,7	56,9	57,2	57,5	57,8	58,1	58,4	58,7	59	59,3	59,6	60

Hinweis: Der Schwebekörper-Durchflussmesser muss vielseitig sein - für diesen müssen Sie den Durchflussmesser sehr genau (horizontal und vertikal) anpassen.



Für Durchflusseinstellung - Durchfluss mit Strg+ F in HYPER TERMINAL aufrufen- die Anpassung des Durchflusses folgte mit + / -.

3 Bedienungselemente



Nehmen Sie das Gerät erst in Betrieb, wenn Sie dieses Handbuch gelesen haben!

Bitte untersuchen Sie die einzelnen Teile des Messsystems nach dem Auspacken. Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät nicht in Betrieb zu nehmen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern.

Es ist anzunehmen, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist,

- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen aufweist,
- wenn das Gerät nicht mehr arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen,
- nach schweren Transportbeanspruchungen.

Das folgende Kapitel erläutert die verschiedenen Bedienungselemente Ihres Staubbmessgerätes. Die Abbildungen und Erläuterungen sind für die Modelle 1.108 und 1.109 gleichermaßen gültig.

Bei der Bedienung des Gerätes unterscheidet man den **Bereitschaftsmodus** und den **Betriebsmodus**. Im Bereitschaftsmodus ist das Gerät im sogenannten "Standby". Alle Einstellungen können abgefragt und verändert werden. Im Betriebsmodus misst das Gerät. Sämtliche Einstellungen sind fix und können nicht geändert werden.

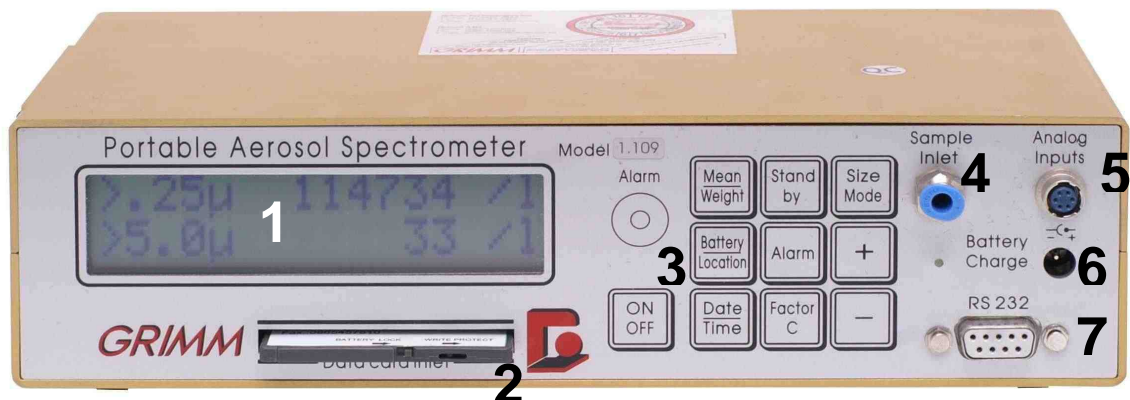


Abbildung 8: Bedienungselemente an der Vorderseite der Modellreihe 1.108 und 1.109

- 1 LCD-Anzeige
- 2 Einschub für Datenspeicherkarte
- 3 Folientastatur
- 4 Probeneinlass
- 5 Analogbuchse
- 6 Anschluss für Netzladegerät
- 7 RS-232 Schnittstelle



Abbildung 9: Bedienungselemente an der Rückseite der Modellreihe 1.108 und 1.109

- 8 Filterkammer mit Bajonettverschluss
- 9 PTFE-Filter
- 10 Warnhinweis für Laser
- 11 Kalibrierungsaufkleber
- 12 Gerätebezeichnung und Seriennummer
- 13 Probenluftausgang mit Verschlusskappe
- 14 Sicherung für Batteriefach (seitlich) und Akku

3.1 LCD-Anzeige



Die optische Anzeige des Gerätes besteht aus einem LCD (Liquid-Crystal-Display) mit insgesamt 2 x 16 Stellen. Auf der Anzeige werden die Messwerte und optional Sensorwerte angezeigt sowie alle weiteren Einstellungen, wie z.B. Datum, Uhrzeit, Messortnummer, Ladestatus des Akkus, Speicherintervall und alle notwendigen Meldungen.

3.2 Datenspeicherkarte

Die Modelle 1.108 und 1.109 sind mit einem internen 80 kByte Speicher ausgestattet. Um größere Datenmengen speichern zu können, wie zum Beispiel bei Messreihen mit hoher zeitlicher Auflösung ohne angeschlossenen PC, empfiehlt sich der Einsatz einer Datenspeicherkarte. Es können nur PCMCIA SRAM Datenspeicherkarten verwendet werden. Die Daten werden im Fifo-Verfahren (First in First out), d.h. in einem Ringpuffer, gespeichert, so dass bei einer vollen Karte die ältesten Werte überschrieben werden. Die maximale Speicherzeit hängt vom eingestellten Speicherintervall und der Kapazität der Datenspeicherkarte ab.



Die Datenspeicherkarte muss vor dem Beginn der Messung installiert werden. Zudem muss die Datenspeicherkarte vor dem erstmaligen Gebrauch in einem Gerät initialisiert bzw. gelöscht werden.

Inbetriebnahme und Initialisierung der Datenspeicherkarte

Die Datenspeicherkarte wird mit dem Pfeil nach oben in den Schlitz auf der Vorderseite des Staubmessgerätes unterhalb des Displays eingeschoben, bis ein leises Klick ertönt. Eine richtig eingeführte Karte ragt noch etwa 1 cm aus dem Gehäuse heraus.



Abbildung 10: Einführen der Datenspeicherkarte

Ist die Datenspeicherkarte beim Einschalten des Gerätes eingesteckt oder wird sie im Standby Modus eingesteckt und akzeptiert, erscheint an der LCD-Anzeige ca. 3 Sekunden lang die Kartengröße und Version angezeigt. Danach wird das Intervall und die freie Speicherzeit angezeigt. Mit den Tasten "+" und "-" kann während dieser Anzeige das Intervall geändert werden, und die freie Speicherzeit aktualisiert sich. Bei installierter und akzeptierter Datenspeicherkarte werden alle gemessenen Werte automatisch auf der Datenspeicherkarte abgelegt.



Eine Speicherkarte wird vom Gerät nur akzeptiert, wenn sie gelöscht wurde oder im gleichen Gerät bereits verwendet wurde und sich Art und Anzahl der Sensoren nicht geändert haben. Eine nicht akzeptierte Karte zeigt keine Speicherzeit an. Es ist nicht möglich, Karten mit gespeicherten Daten auf einem Gerät mit anderer Seriennummer zu verwenden. Bereits gespeicherte Daten eines Gerätes mit verschiedener Seriennummer müssen daher gelöscht werden, bevor neue Daten des eigentlichen Messgerätes aufgezeichnet werden können.

Die Datenspeicherkarte kann über mehrere Verfahren gelöscht werden. Zum einen mit der entsprechenden Tastenkombination über die Folientastatur, siehe Kapitel 3.3 Tastenfunktionen im Bereitschaftsmodus (Standby) oder

Kurzübersicht der Tastenfunktionen. Zum anderen über die Windows Software oder über den entsprechenden Steuerbefehl im HyperTerminal, siehe RS-232-Befehle in Kapitel 5.3.

Wird die Speicherkarte nicht akzeptiert, startet die Messung nicht. Bitte prüfen Sie, ob der Schreibschutz der Datenspeicherkarte aktiviert ist. Der Schreibschutz wird mit einem Schieber neben dem Batteriefach der Datenspeicherkarte deaktiviert bzw. aktiviert.

Falls keine Datenspeicherkarte benutzt wird, erscheint nach dem Einschalten auf der LCD-Anzeige die Meldung:

„NO MEMOCARD“

Beim Starten einer Messung ertönt zusätzlich ein Warnton (Pieps).

Datenerhalt und Speicherzeiten

Die Daten auf der Speicherkarte werden durch eine Pufferbatterie aufrecht erhalten. Wenn die Speicherkarte im Gerät steckt, erfolgt die Spannungsversorgung über das Gerät. Bitte lesen Sie die Speicherdaten vor Wechsel der Batterie aus, da sonst Datenverlust droht. Bei der Fehlermeldung:

„PLEASE REPLACE MEMOCARD“

muss die Datenspeicherkartenbatterie gewechselt werden.

Es gibt Datenspeicherkarten mit unterschiedlichem Speichervolumen, beginnend bei 256 KB bis zu 4 MB. Das Intervall kann in Stufen gewählt werden. **Bei Intervall 60 Minuten fehlen unter Umständen die Daten der letzten 59 Minuten!** Ein Überschreiten der angegebenen Zeit führt zum Überschreiben der jeweils ältesten Werte. Die Karte bleibt betriebsbereit.

Tabelle 1: Speicherzeiten der Datenspeicherkarten für die Versionen 8.60

INTERVALL	1min	5min	10min	15min	30min	60min	6sec	3sec	2sec	1sec
INTERN (80 Kbyte)	21h 4min	4d 12h	9d 0h	13d 13h	27d 2h	54d 4h	2h 10min	1h 5min	0h 43min	0h 21min
256 Kbyte	2d 21h	14d 10h	28d 21h	43d 8h	86d 16h	173d 8h	6h 56min	3h 28min	2h 18min	1h 9min
512 Kbyte	5d 18h	28d 21h	57d 18h	86d 16h	173d 8h	346d 16h	13h 52min	6h 56min	4h 37min	2h 18min
1 Mbyte	11d 13h	57d 18h	115d 13h	173d 8h	346d 16h	1Y 328d	1d 3h	13h 52min	9h 14min	4h 37min
4 Mbyte	46d 5h	231d 2h	1Y 97d	1Y 328d	3Y 291d	7Y 218d	4d 15h	2d 7h	1d 13h	18h 29min

Tabelle 2: Speicherzeiten der Datenspeicherkarten für die Versionen 12.30

INTERVALL	1min	5min	10min	15min	30min	60min	6sec	3sec	2sec	1sec
INTERN (80 Kbyte)	12h	2d 13h	5d 2h	7d 15h	15d 7h	30d 15h	1h 12min	36min	24min	12min
256 Kbyte	1d 15h	8d 4h	16d 8h	24d 12h	49d 0h	98d 0h	3h 56min	1h 58min	1h 18min	39 min
512 Kbyte	3d 6h	16d 8h	32d 16h	65d 8h	98d 0h	196d 0h	7h 52min	3h 56min	2h 37min	1h 18min
1 Mbyte	6d 12h	32d 16h	65d 8h	98d 0h	196d 0h	1y 27d	15h 44min	7h 52min	5h 14min	2h 37min
4 Mbyte	26d 3h	130d 16h	261d 8h	1Y 27d	2Y 54d	4Y 108d	2d 15h	1d 7h	20h 59min	10h 29min

Einige weitere Hinweise:

- Wenn die Datenspeicherkarte zuvor in einem Staubmessgerät mit einer anderen Geräteversion verwendet wurde, welches nicht dieselbe Versionsnummer hat, dann wird die Datenspeicherkarte automatisch formatiert, d. h. es werden alle bisherigen Daten vollständig gelöscht.
- Die Datenspeicherkarte sollte nur im „Bereitschaftsmodus“ (Standby mode) gewechselt werden, da es ansonsten zu Datenverlust kommen kann.
- Ist die Datenspeicherkarte nicht vor dem Beginn einer Messung (Taste „Standby“) eingeschoben worden, muss das Gerät wieder durch Drücken der Taste „Standby“ in den Bereitschaftsmodus zurückgestellt werden, bevor die Datenspeicherkarte eingeschoben wird.
- Die durchschnittliche Lebensdauer einer Batterie in der 1 MB Datenspeicherkarte beträgt mehr als ein Jahr. Bei längerer Nichtbenutzung sollte die Batterie aus der Karte entnommen werden.
- Die Speicherkarte kann nur am GRIMM Aerosolspektrometer oder einem externen Kartenlesegerät ausgelesen werden. Nicht möglich per PC mit PCMSI-Kartenleser.

3.3 Folientastatur und Tastenfunktionen



Das Gerät verfügt über 10 Funktionstasten. Mit der Taste ON/OFF wird das Gerät ein- bzw. ausgeschaltet. Um die Messung nicht versehentlich zu unterbrechen, wird das Ausschalten softwaremäßig für etwa 1 Sekunde verzögert. Dazu muss die Taste gedrückt werden, bis ein Piep-Ton ertönt. Ein erneutes Einschalten sollte erst nach einer Wartezeit von mindestens 5 Sekunden erfolgen.

Das Gerät darf nicht bei laufender Messung im Betriebsmodus ausgeschaltet werden. Zuerst muss die Messung ordentlich beendet und das Gerät in den Bereitschaftsmodus geschaltet werden. Anderenfalls kann es, in seltenen Fällen, zu Datenverlusten auf der Speicherkarte kommen. Das Gerät interpretiert das Ausschalten im Betriebsmodus als Spannungsausfall und wird beim Wiedereinschalten selbständig weitermessen, ohne Filterabfrage und mit den Mittelwerten der vorangegangenen Messung.

Sollte das Gerät, z.B. durch eine starke äußere Störung, in einen undefinierten Zustand gelangen, so dass die Softwareabfrage der Tasten nicht erfolgen kann, so ist das Gerät durch Entfernen des Akkus bzw. der Netzteilversorgung außer Betrieb zu nehmen. Beim Einlegen eines Akkus oder der Zuführung der Netzteilspannung schaltet sich das Gerät automatisch ein. Dadurch kann eine Messung nach einem Netzausfall selbstständig weitergeführt werden.

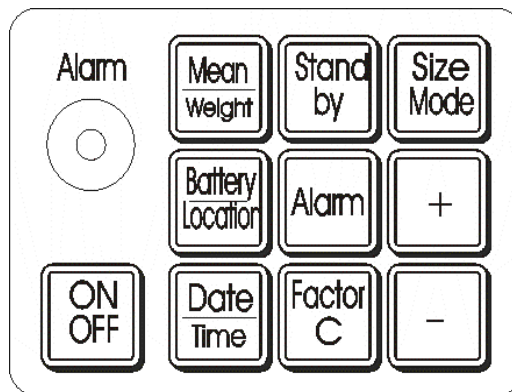


Abbildung 11: Folientastatur am 1.108 und 1.109 mit den 10 Funktionstasten und Lautsprecher hinter der Folie für die Wiedergabe akustischen Warnsignale (Alarm)

Den Tasten sind im Betriebs- und Bereitschaftsmodus zum Teil unterschiedliche Funktionen zugeordnet. Diese werden auf den nachfolgenden Seiten ausführlich beschrieben. Zur Eingabe von Änderungen muss die jeweilige Funktionstaste gedrückt gehalten werden, um dann durch Drücken der + und - Taste den gewünschten Wert einzustellen. Jede über die Folientastatur eingegebene Änderung wird durch einen kurzen Piepton bestätigt.

Tastenfunktionen im Bereitschaftsmodus (Standby)

Im Bereitschaftsmodus, englisch Standby, können die Einstellungen des Staubmessgerätes verändert werden.

Abfrage der Mittelwerte



Anzeige des Mittelwertes der **Staubkonzentration** aller Messungen nach dem Einschalten des Gerätes mit dem zugehörigen Probenvolumen. Der Gravimetriefaktor wird bei der Anzeige berücksichtigt.

Im Anzeigemodus **Partikelkonzentration** werden die Mittelwerte beider gewählten Kanäle angezeigt, wobei ein Unterstrich als Unterscheidungsmerkmal dient. Das zu den Mittelwerten gehörende Probenvolumen erscheint nach ca. 5 Sekunden und bleibt angezeigt, solange die Taste gedrückt wird.



Drückt man **[Mean/Weight]** und die Taste **[-]** gleichzeitig für 5 Sekunden, wird der Mittelwert, sowie das Probenluftvolumen auf Null gesetzt.



Durch gleichzeitiges Drücken der **[Mean Weight]** Taste mit der **[+]** Taste kann das erwartete Filtergewicht und das dazugehörige Probenvolumen angezeigt werden. Das erwartete Filtergewicht gibt Aufschluss, ob bei einer gravimetrischen Validierung der Staubmassenberechnung die auf dem Filter abgeschiedene Partikelmasse von der zur

Verfügung stehenden Waage in den angegebenen Fehlergrenzen detektiert werden kann. In die Rechnung gehen alle Messungen nach dem Filterwechsel ein. Der Gravimetriefaktor wird hierbei nicht berücksichtigt.

Löschen der Datenspeicherkarte



Durch gleichzeitiges Drücken dieser beiden Tasten erscheint die Anzeige: „clear memory card, are you sure?“. Bestätigen Sie dies mit der Taste **[+]**, werden alle Daten gelöscht und die Karte formatiert. Falls keine Speicherkarte im Gerät ist, erscheint die Anzeige: „clear memory, are you sure?“. Das Löschen geschieht analog wie eben beschrieben, nur dass dies den internen 80 kB Speicher löscht.

Starten einer neuen Messung

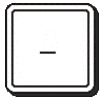


Durch die Betätigung dieser Taste wird der Bereitschaftsmodus verlassen und eine neue Messreihe gestartet.

Einstellung des Messmodus und Wahl der angezeigten Größenkanäle



Wird die Taste "Size Mode" gedrückt gehalten, kann durch zusätzliches, mehrmaliges Drücken der **[+]**- oder **[-]**-Taste der Messmodus geändert werden (Taste halten). Entweder Partikelmasse oder Partikelkonzentration. In der LCD-Anzeige erscheint rechts die entsprechende Einheit $\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder Partikel/Liter.



Maßgebend für den Messmodus und den Wechsel des Messmodus ist die Einstellung in der oberen Zeile der LCD-Anzeige. Wird der Messbereich durch wiederholtes Drücken der **[+]**- oder **[-]**-Taste verlassen, ändert sich der Messmodus.

Der Größenkanal, der in der unteren Zeile der LCD-Anzeige ausgewählt wird, hat keinen Einfluss auf die Wahl des Messmodus. Er dient lediglich der Messwertanzeige im Betriebsmodus.



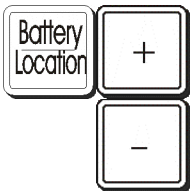
Beachten Sie bitte, dass die Daten, die über die RS-232-Schnittstelle gesendet und auf die Speicherkarte aufgezeichnet werden, vom gleichen Typ sind wie die eingestellte Anzeigebetriebsart. Das heißt: Es können entweder Masse- oder Partikel Konzentrationen angezeigt und aufgezeichnet werden !

Anzeige der Analogwerte



Wird die [Size-Mode]-Taste allein länger als drei Sekunden gedrückt oder wird zusätzlich die Date/Time-Taste gedrückt, so werden die Werte der Analogeingangsbuchse und die Uhrzeit angezeigt. Diese Betriebsart bleibt bis zum Drücken einer beliebigen Taste eingestellt.

Abfrage der Akkukapazität und Bestimmung der Messort-Nr.



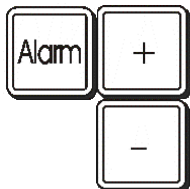
Durch Drücken der Taste wird die aktuelle Akkukapazität in % sowie die eingestellte Messort-Nr. angezeigt. Bei Netzteilbetrieb werden 130% angezeigt, bei einem frisch geladenen Akku sind Werte über 100% möglich. Durch Gedrückthalten der Taste [Battery/Location] kann die Messort-Nr. mittels den [+] oder [-] Tasten verändert werden. Die Messortnummer dient der zusätzlichen Unterscheidung verschiedener Messungen und kann zwischen 1 und 99 eingestellt werden.

Beim Auslesen der Datenspeicherkarte über die Windowssoftware können die Datensätze entsprechend ihrer Messort-Nr. individuell ausgewählt werden, was die Datenübertragung verkürzt und vereinfacht.



Beim Auslesen der Datenspeicherkarte per Windows Software können die Datensätze individuell entsprechend deren Messortnummer ausgewählt werden. Dies verkürzt und vereinfacht die Übertragungszeit!

Änderung der Alarmschwelle, Notwendigkeit eines Verdünnners bei Koinzidenz



Durch gleichzeitiges Drücken der [Alarm]-Taste und der [+] oder [-] Taste wird die Alarmschwelle verändert. Bei 0 ist die Alarmfunktion deaktiviert. Ein Wert größer Null aktiviert den Alarm. Der Alarmwert bezieht sich immer auf den Größenkanal in der oberen Zeile der LCD-Anzeige und die eingestellte Betriebsart (Massen- oder Partikelkonzentration).



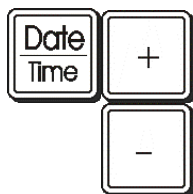
Ein Alarmwert von 2 000 000 /l für den untersten Größenkanal ($>0,3\mu\text{m}$ beim 1.108, bzw. $>0,25\mu\text{m}$ beim 1.109) zeigt in der Betriebsart Partikelkonzentration ein Überschreiten der messbaren Gesamtkonzentration an (Koinzidenz). In diesem Fall ist der Einsatz eines Verdünnners notwendig.

Einstellung des Speicherintervalls



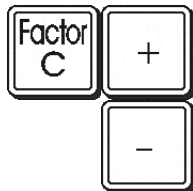
Nach dem Einstecken der Speicherkarte wird am Display die Speicherkartenkapazität und die Speicherdauer angezeigt. Während der Anzeigedauer kann mit der [+] oder [-]-Taste das Speicherintervall verändert werden. Durch ein kurzes Anheben der Speicherkarte und Wiedereinstecken erscheint auf der LCD-Anzeige wiederum die Speicherkartenkapazität, nun aber mit der neuen Angabe des freien Speicherplatzes. Die Reihenfolge der Speicherintervalle ist hierbei wie folgt: 1.109: 6sek., 1min, 5min, 10min, 15min, 30min, 60min und beim Modell 1.108: 1min, 5min, 10min, 15min, 30min, 60min, 6 sek.

Einstellung der Uhrzeit und des Datums



Kurzes Drücken: Anzeige von Datum und Uhrzeit.
Längeres Drücken: Stellen von Datum und Uhrzeit.
Die Stelle, an der sich der blinkende Cursor befindet, kann durch Betätigen der [+] oder [-]-Taste geändert werden. Durch nochmaliges Drücken der [Date/Time]-Taste wird der Cursor weitergeschaltet. Wird längere Zeit (ca. 3 Sekunden) keine Taste betätigt, erfolgt der Rücksprung in den Standby-Modus. Beim Ändern der Minuten werden gleichzeitig die Sekunden auf Null gestellt.

Änderung des Gravimetriefaktors



Durch gleichzeitiges Drücken der Tasten [Faktor C] und [+] oder [-] kann der Gravimetriefaktor in Schritten von 0.05 zwischen 0.1 und 9.9 geändert werden.



Der C-Faktor wird bei der Darstellung der Staubmasse über die LCD-Anzeige berücksichtigt. Bei der Darstellung der Staubmasse via HyperTerminal sind die Staubmassen immer auf einen C-Faktor von 1 bezogen, der C-Faktor wird separat in der P-Linie an der siebten Stelle angegeben (GF für Gravimetriefaktor). Beim Betrieb über die Windowssoftware muss der C-Faktor im Menü Optionen unter Staubmessgerät bzw. Messorte eingestellt werden.

Ausdruck der Speicherkartendaten



Im Bereitschaftsmodus (Standby) können Sie durch das gleichzeitige Drücken der Tasten [Mean/Weight] und [Alarm] Daten von der Datenspeicherkarte über die RS-232-Schnittstelle an einen externen Drucker übertragen. Es werden nur die Datensätze gesendet, die mit der derzeit eingestellten Messort-Nr. übereinstimmen.

Tastenfunktionen im Betriebsmodus

Im Betriebsmodus, also bei laufender Messung, sind alle Einstellungen fixiert und können mittels der Folientastatur nur abgefragt werden.



Im Betriebsmodus, d.h. während einer aktiven Messung, sind alle Einstellungen fix und können nur abgefragt werden!

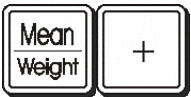
Mittelwerte und berechnetes Filtergewicht



Drückt man diese Taste einzeln, passiert das Gleiche wie im Standby-Modus. Es zeigt den Mittelwert als Masse oder Anzahl. Hierbei sind die ausgewählten Kanäle unterstrichen dargestellt. Die Mittelwertberechnung zieht alle Messungen seit dem Einschalten des Gerätes oder der letzten Rücksetzung mit in Betracht.



Drückt man [Mean/Weight] und hält die Taste [-] für 5 Sekunden gedrückt, setzt dies den Mittelwert zurück (Masse oder Anzahl und Probenvolumen). Auf diese Weise wird der Mittelwert ohne die Mittelwerte der vorangegangenen Messungen berechnet.



Analog zum Standby-Modus. Drückt man [Mean/Weight] und hält die Taste [+] für 5 Sekunden gedrückt, werden das berechnete Filtergewicht und sein entsprechendes Probenvolumen angezeigt. Das geschätzte Staubgewicht zeigt an, ob die gesammelte Staubmasse ausreicht, um innerhalb der Toleranz mit der Mikrowaage bestimmt zu werden.

Beenden der Messung



Durch Drücken der Standby-Taste wird die laufende Messung beendet und das Gerät wechselt in den Bereitschaftsmodus (Standby) .

Anhalten des aktuellen Messwertes am Display



Alle 6 sek. wird ein neuer Wert am Display ausgegeben. Solange diese Taste gedrückt wird, kann der aktuell angezeigte Messwert angehalten werden (die eigentliche Messung geht weiter). Die Betriebsart kann nur im Bereitschaftsmodus geändert werden!

Abfrage der Akkukapazität und Bestimmung der Messort-Nr.



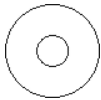
Wie im Betriebsmodus.

Abfrage der Alarmschwelle



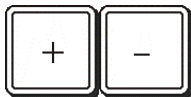
Durch Drücken dieser Taste wird der aktuelle Alarmwert abgefragt. Der Alarmwert bezieht sich immer auf den Größenkanal, der in der oberen Displayzeile eingestellt ist. Bei einem Alarmwert von 0 ist die Alarmfunktion nicht aktiv.

Bei der Benutzung des Wettergehäuses wird beim Drücken der Alarmtaste der Schwellenwert der relativen Luftfeuchte für das Zuschalten des Mischerbetriebs angezeigt.



Hinter den zwei konzentrischen Kreisen befindet sich der Lautsprecher für das akustische Warnsignal.

Abfrage der Analogeingangswerte



Durch Betätigen der [+] Taste wird die zyklische Anzeige der Analogeingangswerte der angeschlossenen Sensor eingeschaltet. Mit der [-] Taste wird die zyklische Anzeige ausgeschaltet. Die Sensorwerte erscheinen in der oberen Zeile der LCD-Anzeige, abwechselnd mit den Messwerten der gewählten Betriebsart.

Abfrage Datum/Uhrzeit



Das aktuelle Datum und die Uhrzeit werden beim Betätigen dieser Taste angezeigt.

Abfrage des Gravimetriefaktors



Der eingestellte Gravimetriefaktor wird beim Drücken dieser Taste angezeigt. Durch Drücken der Taste wird die zyklische Anzeige der Analogeingangswerte unterbunden.

Alarm- und Fehlermeldungen

Bei Überschreitung der eingestellten Alarmschwelle und bei Gerätefehlern, z.B. niedrige Batteriekapazität, hoher Pumpenmotorstrom u.a., wird auf der LCD-Anzeige eine Meldung ausgegeben und es ertönt ein Warnsignal. Die Fehlerzustände werden auch bei den Datensätzen auf der Speicherkarte abgelegt und an der RS-232-Schnittstelle ausgegeben.

Kurzübersicht der Tastenfunktionen

Bestimmte Funktionen der Tastatur sind entweder nur im Betriebsmodus oder nur im Bereitschaftsmodus (Standby) zu aktivieren. Für manche Funktionen müssen zwei Tasten gleichzeitig gedrückt werden; dies ist in der linken Spalte Tasten durch ein **und** gekennzeichnet.

Tabelle 3: Kurzübersicht der Tastenfunktionen

Tasten	Funktionsanzeige	Betriebsmodus	Standby
[ON/OFF]	Ein- oder Ausschalten des Gerätes mit eingeschobenem Akku oder Netzteil		
[Mean/Weight]	Anzeige der akkumulierten Staubmasse und des Probevolumens als Mittelwert aller Messungen nach dem Einschalten, oder seit dem letzten Reset der Mittelwerte.	X	X
[Mean/Weight] und [+]	Mittelwert aller Messungen nach dem Filterwechsel. Zusätzliche Anzeige des berechneten Filtergewichts und seinem dazugehörigen Probenvolumen	X	X
[Mean/Weight] und [-]	Reset des Mittelwertes und des Probevolumens		X
[Standby]	Beendigung der aktuellen Messung	X	
[Standby]	Beginn einer neuen Messung		X
[+] oder [-]	Änderung des Speicherintervalls. Nach dem Einstecken der Speicherkarte und der Anzeige der Speicherkarte am LCD kann mit [+] oder [-] das Intervall verändert werden (ab Version 8.60)		X
[Size/Mode]	Anhalten der aktuellen Anzeige	X	
[Size/Mode] und [+] oder [-]	Auswahl der anzuzeigenden Kanäle Umschaltung von $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in P/I		X
[Battery/Location]	Anzeige der aktuellen Akkukapazität Anzeige der Messort-Nr. (1...99)	X	X
[Battery/Location] und [+] oder [-]	Anzeige der aktuellen Akkukapazität Veränderung der Messort-Nr.		X
[Alarm]	Abfrage des eingestellten Alarmwertes	X	
[Alarm] und [+] oder [-]	Alarmschwelle erhöhen oder herabsetzen		X
[Date/Time]	Anzeige von Datum und Uhrzeit	X	
[Date/Time]	kurzes Drücken: Anzeige langes Drücken: Stellen von Datum/Uhrzeit		X
[Factor C]	Anzeige des eingestellten Gravimetriefaktors	X	X
[Factor C] und [+] oder [-]	Gravimetriefaktor vergrößern oder verkleinern		X
[+]	Zyklische Anzeige der Analogeingangswerte (Sensoren) wird eingeschaltet	X	
[-]	Zyklische Anzeige der Analogeingangswerte (Sensoren) wird ausgeschaltet	X	
[Mean/Weight] <u>und</u> [Factor C]	Durch Bestätigung mit [+] werden die Daten der Speicherkarte gelöscht und die Speicherkarte formatiert.		X

Fortsetzung nächste Seite

Tasten	Funktionsanzeige	Betriebs- modus	Standby
	Während der Frage: „Filter Changed? Yes or No“:		
[Mean/Weight]	Während Frage „Filter Changed? Yes or No“: Anzeige des berechneten, auf dem Filter gesammelten Staubgewichts und dessen Probenvolumen.		
[Standby]	Während Frage „Filter Changed? Yes or No“: Anzeige der Seriennummer und der Betriebsstunden.		
[+] oder [-]	Während Frage „Filter Changed? Yes or No“: [-]: Berechnung des Filtergewichts wird fortgesetzt [+]: Berechnetes Filtergewicht wird auf Null gesetzt.		

3.4 Probeneinlass

Über den Probeneinlass gelangt die Luft ins Gerät und weiter in die Messzelle. Der Probeneinlass ist mit einer Schnellschlussverbindung ausgestattet. Verschiedene Probenahmesonden mit einem Außendurchmesser von 4mm können durch einfaches Einstecken in den Probeneinlass ohne Werkzeug schnell und gasdicht montiert werden. Zum Lösen und Entfernen der Probenahmesonde muss die blaue Kunststofflippe gedrückt gehalten werden. Je nach Anwendung stehen verschiedene Probenahmesonden zur Verfügung.

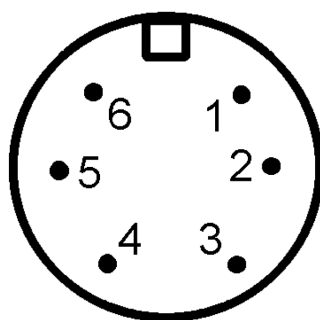


Ist das Gerät nicht im Betrieb, sollte der Probeneinlass mit der schwarzen Kunststoffkappe verschlossen werden, um ein Eindringen von Partikeln und ein Verschmutzen der Messzelle zu verhindern. Ist das Gerät eingeschaltet, schützt ein interner Spülluftstrom die Messzelle vor Verschmutzung.

3.5 Analogbuchse

Die 6-polige Analogbuchse hat 3 analoge Eingänge zur Aufnahme von Messwerten verschiedener Sensoren mit einer Ausgangsspannung zwischen 0 und 10 Volt. Die Anschlussbuchse kann zudem eine Spannung von +10 Volt bis zu 40 mA für die Versorgung der Sensoren bereitstellen.

Mögliche Sensorarten könnten Temperatur-, Luftgeschwindigkeits-, Druck-, CO₂- oder Feuchtigkeits-Sensoren sein. Die gemessenen analogen Werte werden auf der Datenspeicherkarte abgespeichert und auf dem Display sequentiell angezeigt. Die Auflösung beträgt 10 Bit (ca. 10mV). Die Texte und Faktoren für die LCD-Anzeige können geändert werden.



1	Eingang 1
2	Eingang 2
3	Eingang 3
4	GND (Masse)
5	+10V/40mA
6	1-Wire Bus

Abbildung 12: Belegung der Analog-Eingangsbuchse

3.6 Anschluss für Netzladegerät

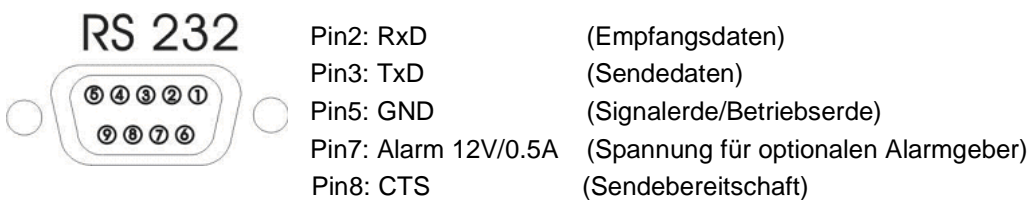
Über den Anschluss auf der Frontseite kann das Aerosolspektrometer an ein Netzladegerät (18V) angeschlossen werden. Die Polarität des 2,5 mm Steckeranschlusses ist am Gerät beschrieben. Die LED links neben dem Anschluss zeigt den Betriebszustand an:

- Rot: 12V Batterie ist im Gerät und wird geladen mit dem 18V Netzteil
- Orange: 12V Batterie hat den vollen Ladezustand erreicht
- Grün: Batteriebetrieb, ein 18V Netzteil ist nicht angeschlossen

3.7 RS-232 Schnittstelle

Die serielle Schnittstelle befindet sich als 9-polige Buchse an der Gerätefrontplatte und ist mit "RS 232" bezeichnet. Über diese Schnittstelle können das Staubmessgerät gesteuert und die Messdaten zu einem externen Drucker oder einem PC gesendet werden. Da über die Schnittstellenbuchse auch der Alarmgeber mit Spannung versorgt wird, besitzt sie eine spezielle Belegung. Benutzen Sie daher immer das originale Grimm RS-232 Datenkabel mit der Katalog-Nr. 1.143E oder 1.141, siehe Abbildung 6.

Pin-Belegung der Buchse am Staubmessgerät „RS-232 to PC“:



Wegen des Alarm-Ausgangs an der 9-poligen RS-232 Subminiatur-Buchse nur das original Grimm Datenkabel benutzen.

3.8 Filterkammer

Die Modelle 1.108 und 1.109 werden standardmäßig mit einer Filterkammer, vgl. Abbildung 9, ausgeliefert. Die Filterkammer muss mit einem speziellen 47mm PTFE-Filter bestückt sein. Die Filterkammer verfügt über einen Bajonettverschluss und kann ohne Werkzeug geöffnet und verschlossen werden. Die beiden O-Ringe in der Filterkammer sollten regelmäßig auf Risse und Alterung überprüft werden. Sind die O-Ringe der Filterkammer defekt, kann Fehlluft angesaugt werden, was den Probenvolumenstrom durch die Lasermesskammer verfälscht.

Für spezielle Anwendungen, bei denen keine gravimetrische Validierung der Partikelmasse gefordert ist, oder bei Messungen an Tröpfchen-Aerosolen kann die Standard-Filterkammer durch eine spezielle Miniaturwaschflasche mit nachgeschaltetem Backup-Filter ersetzt werden. Die Miniaturwaschflasche dient als Tropfenabscheider und Partikelfalle.

3.9 PTFE-Filter

Die Probenluft wird nach dem Verlassen der Messzelle durch einen Gravimetriefilter gesaugt. Dieser Filter dient als Staubsammler und kann zu gravimetrischen Kontrollen der optisch gewonnenen Messergebnisse verwendet werden (siehe Kapitel 4.4, Gravimetrische Kontrolle der Staubmasse). Die auf dem Filter abgeschiedenen Partikel können zudem mikroskopisch oder chemisch untersucht werden. Durch das Besputtern mit Gold können die PTFE-Filter auch für eine elektronenmikroskopische Analyse eingesetzt werden.

Wird das Gerät ohne PTFE-Filter betrieben, gelangt der Staub direkt auf die Pumpe im Gerät und kann dort zu Schäden oder zu einem völligen Ausfall der Pumpe führen.

3.10 Warnhinweis für Laser

Auf der Geräterückseite befindet sich ein entsprechender Warnhinweis. Bitte beachten Sie die allgemeinen Hinweise zum Umgang mit Lasern und Laserstrahlung im Kapitel 1 "Wichtige Hinweise für den Kunden".

3.11 Kalibrierenaufkleber

Der Kalibrierenaufkleber auf der Gehäuseoberseite gibt an, bis zu welchem Monat und Jahr die Kalibrierung gültig ist. Nach Ablauf der Gültigkeit übernimmt Grimm Aerosol Technik keine Gewähr für eine Genauigkeit der Messwerte innerhalb der angegebenen Fehlergrenzen. Dies gilt ebenso, wenn der Kalibrierenaufkleber beschädigt ist oder entfernt wurde.

3.12 Gerätebezeichnung und Seriennummer



Die Modellbezeichnung und Seriennummer ist auf dem Aufkleber auf der Geräterückseite abgebildet. Die Seriennummer hat acht Zeichen. Beispiel:

9G070031

↳ Modell: "9" für 1.1.109, "8" für Modell 1.108

↳ Hardware Version: "G" bei 1.109, "F" bei 1.108

↳ Baujahr, zweistellig: "08", "07", etc.

↳ laufende Nummer eines Modells im Baujahr: "0001", "0002", ...

3.13 Probenluftausgang mit Verschlusskappe

Am Probenluftausgang auf der Geräterückseite verlassen pro Minute 1,2 Liter Luft, die am Probenlufteinlass auf der Vorderseite angesaugt wurden, das Gerät. Der Probenluftausgang ist mit einer Kappe nicht druckdicht verschlossen. Ist die Verschlusskappe aufgesteckt, verlässt ein Teil der Abluft das Gehäuse an verschiedenen Öffnungen, wie z.B. Schlitze, Batteriefach oder Einschub für Datenspeicherkarte. Der Probenluftausgang wird für die korrekten Funktionen bestimmter Zubehörteile benötigt. Hierzu muss die Verschlusskappe entfernt werden und ein entsprechendes Winkelstück eingeschraubt werden. Zubehör, das den Probenluftausgang benötigt, sind zum Beispiel die isokinetischen Kanalsonde mit Probenlufrückführung, Modell 1.152 oder das Wetterschutzgehäuse, Modell 165FG, mit Probentrocknung und Mischer. Siehe hierzu Kapitel 7.1 und 7.10.

3.14 Sicherung für Batteriefach und Akku

Um den Akku in das Staubmessgerät einzuführen oder zu entnehmen, muss der Sicherungsknopf gedrückt werden. Der Akku rastet mit einem hörbaren Klick ein. Der Akku dient zur netzunabhängigen Stromversorgung des Staubmessgerätes für die Dauer von 7 bis 8 Stunden. Staubbeladung des Filters und Länge der Ansaugstrecke verkürzen die Akkulaufzeit.



Sicherheitsvorschriften und Akkuwartung:

Um eine lange Lebensdauer des Akkus zu gewährleisten, beachten Sie bitte folgende Regeln:

- Schließen Sie niemals die beiden Kontakte am Akku kurz.
- Der Akku darf nur über die Ladeschaltung des Staubmessgerätes geladen werden.
- Nicht aufladbare Batterien (Typ LCS-2312 AVBNC) dürfen mit dem Ladeteil des Staubmessgerätes nicht aufgeladen werden, d. h. es darf **NICHT** gleichzeitig mit einer solchen Batterie und dem Netzteil betrieben werden.
- Verwenden Sie zum Laden immer das Staubmessgerät mit dem mitgelieferten Netzteil. Zum Laden des Akkus sollte das Staubmessgerät ausgeschaltet werden. Nur dann wird er vollständig geladen. Das Ende des Ladevorganges ist am Erlöschen der Leuchtdiode "**Battery Charge**" zu erkennen. Der Ladevorgang dauert ca. 4 bis 5 Stunden. Eine Weiterladung von einigen Stunden schadet dem Akku nicht, jedoch sollte der Akku bei Netzbetrieb nicht ständig im Gerät verbleiben!
- Die Lebenserwartung des Akkus sinkt bei Überladung, aber auch bei Unterladung, d.h. wenn er nicht vollständig aufgeladen wird.
- Verwenden Sie den Akku nur zum Betrieb des Staubmessgerätes.
- Entladen Sie den Akku niemals ganz. Das Staubmessgerät verhindert zwar eine Tiefentladung durch selbstständiges Abschalten, jedoch vergrößert sich die Lebensdauer des Akkus, wenn Sie ihn nicht bis zur Erschöpfung seiner Kapazität benutzen.
- Laden Sie den Akku nach dem Gebrauch möglichst sofort wieder auf.
- Lagern Sie den Akku nicht im entladenen Zustand.
- Entfernen Sie den Akku aus dem Gerät, wenn Sie es mit Netzteil betreiben. Der Akku vom Typ LCS-2312 AVBNC ist nicht für den Bereitschaftsparallelbetrieb geeignet, seine Lebensdauer würde darunter leiden. Akkus, die für Bereitschaftsparallelbetrieb (z.B. LCT 1912 AP; 12V; 1,9Ah) geeignet sind, haben eine wesentlich kleinere Kapazität und sind daher für Feldmessungen nicht so gut geeignet.
- Verschlossene Akkus müssen gemäß den entsprechenden landesspezifischen Vorschriften entsorgt werden. Sie enthalten giftige Schwermetalle und gehören nicht in den Hausmüll!
- Die Akkukapazität ist temperaturabhängig. Auch die Ladung des Akkus darf nur im angegebenen Betriebstemperaturbereich erfolgen.
- Ein neuer Akku erreicht im Übrigen seine volle Kapazität erst nach einigen Lade-Entlade-Zyklen.

4 Messablauf

4.1 Inbetriebnahme

Das Messgerät kann auf dreierlei Weise betrieben werden:

- 1) **"stand-alone-Betrieb"** ohne PC, mit Datenspeicherkarte, Steuerung über Folientastatur
- 2) Online Betrieb über **Grimm Windows Software** mit angeschlossenem PC oder
- 3) Online über **HyperTerminal Steuerbefehle** mit angeschlossenem PC.

Im Folgenden wird auf den Betrieb ohne PC, also "stand-alone-Betrieb", eingegangen. Der Betrieb über **HyperTerminal** Steuerbefehle wird in Kapitel 5 "HyperTerminal über RS-232-Schnittstelle" und folgende erklärt. Alle Angaben zur **Grimm Windows Software** finden sich in Kapitel 11 Software Modell 1.17.

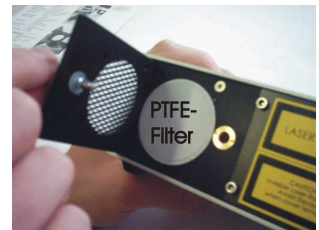
"stand-alone-Betrieb"

Um das Gerät ordnungsgemäß in Betrieb zu nehmen, befolgen Sie bitte die folgenden Schritte und Anmerkungen.



Das Gerät darf niemals ohne PTFE-Filter betrieben werden! Benutzen Sie ausschließlich den original GRIMM 47 mm PTFE-Filter!

Überprüfen Sie, ob der Gravimetriefilter (PTFE-Filter), wie in der nebenstehenden Abbildung gezeigt, ordnungsgemäß eingelegt ist. Wenn Sie das Gewicht der auf dem Filter gesammelten Staubpartikel gravimetrisch bestimmen wollen, finden Sie die Einzelheiten unter Kapitel 4.4 Gravimetrische Kontrolle der .



Entfernen Sie die schwarze Schutzkappe vom Probeneinlass.

Stecken Sie die Datenspeicherkarte in den vorgesehenen Einschub. Die Datenspeicherkarte ist für eine Inbetriebnahme nicht zwingend notwendig, da das Aerosolspektrometer über einen internen 80 kB Speicher verfügt. Die Datenspeicherkarte ermöglicht aber das Speichern von längeren Messreihen auch mit hoher Zeitauflösung.

Schließen Sie das Netzteil an oder schieben Sie einen geladenen Akku (wie in Abbildung rechts gezeigt) in das vorgesehen Fach ein, wobei der Verriegelungsknopf zu drücken ist. Der Akku muss vollständig im Fach verschwinden und durch ein Klicken einrasten. Das Gerät schaltet sich dabei selbstständig ein. Durch erneutes Drücken des Verriegelungsknopfes gleitet der Akku ein Stück aus dem Fach heraus und kann entnommen werden. Der Akku sollte nur entnommen werden, wenn das Gerät ausgeschaltet ist.



Nach dem Einschalten des Gerätes mit der [ON/OFF]-Taste erscheint auf der LCD-Anzeige die Modellbezeichnung und die Version der Firmware. Durch kurzes Drücken einer beliebigen Taste kann die Wartezeit verkürzt werden. Durch das Betätigen der [Standby]-Taste kann die Seriennummer und die Betriebsstundenzahl des Gerätes abgefragt werden. Als Betriebszeit wird die Pumpen- und Laser-Nutzungsdauer gerechnet.

MODEL 1.108
VERSION 8.60 E

1.108: Version 8.60 (und älter); 1.109: Version 12.30.

Das „E“ weist auf das europäische Format (Datum, Zeit) hin. TT.MM.JJJJ.

Das „A“ steht für das amerikanische Format. YYYY.MM.DD.

Nach ca. 10 Sekunden erscheinen Datum und Uhrzeit.

Date	28.01.09
Time	9:31:15

Mit eingeschobener Speicherkarte zeigt der LCD-Display nacheinander die Kartengröße (Card), Firmware-Versionsnummer (Version), das eingestellte Speicherintervall (kann mit den Tasten [+] und [-] verändert werden) sowie den freien Speicherplatz als Speicherzeit.

Card	4 MByte
Version	8.60

Interval:	1min
free:	11d13h20min

Dieser komplette Zyklus dauert ungefähr 20 Sekunden, bis die letzte Frage angezeigt wird:

filter changed ?
press +:yes -:no

Drückt man nun [Mean/Weight], wird das theoretische Filtergewicht und das dazugehörige Probenvolumen seit dem Einsetzen des Filters angezeigt.

Weight	x,xx	µg
Volume	x,xxx	m³

Das Gerät fragt nun, ob der gravimetrische Filter ausgetauscht werden soll. Bei Bestätigen durch [+] werden das berechnete Filtergewicht sowie das dazugehörige Probenvolumen auf Null gesetzt.

Weight	0,00	µg
Volume	0,000	m³

Drückt man [-], addiert das Gerät die Staubmassen- und Probenvolumendaten weiter auf. Um ein versehentliches Löschen der Daten zu verhindern, muss die Taste [-] für mindestens eine Sekunde gedrückt gehalten werden. Dieser Vorgang wird durch einen hörbaren Piepton bestätigt. Das System beginnt nun einen Selbsttest und ZERO Kalibriercheck.

Self Test

Dieser Prozess dauert ungefähr 30 Sekunden.

Falls Sie irgendwelche Betriebsparameter während dieser Zeit modifizieren möchten, müssen Sie das Gerät in den Standby-modus zurückschalten.

Standby Mode
Press 2nd Key

4.2 Messung

Jede Messung wird durch einen automatischen Selbsttest eingeleitet, sobald man wieder in den Betriebsmodus zurückkehrt, bei dem die Messzelle nur durch Reinluft gespült wird. Dabei werden mehrere verschiedene interne Messungen durchgeführt, aus denen Rückschlüsse auf den Gerätezustand gewonnen werden können.

Bei einem intakten Gerät erscheint in der LCD-Anzeige die Meldung:

Self Test OK

Sollte ein Fehler vorliegen, erscheint die Meldung:

New Self Test

Sollte die Meldung „**New Calibration**“ mehr als einmal auftreten, erscheint folgende Meldung:

**Fatal Error
Please Check**

Es scheint eine Gerätestörung vorzuliegen, die behoben werden muss. Mögliche Ursachen hierfür sind:

- ein Fussel, der im Gerät am Einlass der Messzelle hängt und in den Laserstrahl ragt
- eine sehr stark verschmutzte Messzelle
- eine Gerätetemperatur über 50°C
- ein ausgefallener Laser oder ein anderer Hardwaredefekt.

Versuchen Sie zuerst, die Störung durch eine gründliche Reinigung der Probeneinlassstrecke zu beheben. Siehe dazu 6.3 Reinigung der Messkammer. Andernfalls muss das Gerät zum Service eingesandt werden.

Normalerweise beginnt nach dem Selbsttest die eigentliche Staubmessung. Nach jeweils 6 Sekunden wird der Messwert auf der LCD-Anzeige aktualisiert. Nach einer Minute sollten sich die Messwerte stabilisiert haben, da für eine ruhigere Anzeige immer der gleitende Mittelwert der letzten Minute, also der letzten 10 Messungen, angezeigt wird.

4.3 Messmodus und Messwertdarstellung

Im Bereitschaftsmodus kann zwischen den Messmodi Staubmasse in [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] und Partikelkonzentration in [Partikel/Liter] durch Drücken der Tasten [Size/Mode] und [+] oder [-] gewechselt werden. Die Messmodus wird über die Einstellung in der oberen Zeile der LCD-Anzeige gewählt. Im Messmodus Staubmasse erscheint am rechten Rand der Anzeige die Einheit $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ist das Gerät im Messmodus Partikelkonzentration, erscheint am rechten Rand die Einheit /l, also Partikel pro Liter. Der Messmodus wird gewechselt, indem man die Taste [Size/Mode] gedrückt hält und den Messbereich, der in der oberen Zeile der LCD-Anzeige erscheint, durch Drücken der [+] Taste nach oben verlässt bzw. durch Drücken der [-] Taste nach unten unterschreitet.



Es ist zu Beachten, dass die Daten des gewählten Messmodus, wie sie an der LCD-Anzeige erscheinen, vom gleichen Typ sind wie die Daten, die auf der Speicherkarte aufgezeichnet werden bzw. bei Betrieb mit HyperTerminal über die RS-232-Schnittstelle gesendet werden. Das heißt, es können entweder Masse- oder Partikelkonzentrationen angezeigt und aufgezeichnet werden.

Mit der Grimm Windows Software ist es zudem möglich, alle vier verschiedenen Messmodi online darzustellen oder die abgespeicherten Massenkonzentrationen auf der Datenspeicherkarte auf dreierlei Arten auszulesen und darzustellen: Arbeitsmedizinisch (eintembar, thorakal, alveolengängig), Immission (PM10, PM2.5, PM1) und Massenverteilung.

Über die Windows Software sind noch weitere Messmodi wählbar. Diese sind:

- Arbeitsmedizinisch, drei Staubmassenfraktionen gemäß EN 481, eintembar, thorakal und alveolengängig in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Immission, drei Staubmassenfraktionen gemäß US EPA, PM10, PM2.5 und PM1 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Daneben sind die Einstellungen wie im "stand-alone-Betrieb" möglich, nämlich

- Massenverteilung, Partikelmasse für alle Kanäle inklusive eines zusätzlichen Größenkanal unterhalb des kleinsten Größenkanals in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Partikelanzahlverteilung, Partikelkonzentration für alle Kanäle in Partikel/Liter

4.4 Gravimetrische Kontrolle der Staubmasse

Auf Grund der Tatsache, dass das Messgerät die Staubmasse nicht direkt, sondern indirekt mittels optischer Streulichtmessung ermittelt, müssen die Ergebnisse für den jeweiligen Messort noch mit einem Gravimetriefaktor dem sogenannten C-Faktor, korrigiert werden. Mittels des im Gerät eingebauten Gravimetriefilter kann der C-Faktor leicht bestimmt werden.



Der C-Faktor ist abhängig von der Partikeldichte, der Form und vom Brechungsindex der Partikel. Er muss daher für unterschiedliche Staubarten neu bestimmt werden. Das ist besonders bei Arbeitsplatzmessungen notwendig, da hier oftmals sehr unterschiedliche Staubarten auftreten.

Ist der C-Faktor für einen Arbeitsplatz schon einmal bestimmt worden, kann er über die Taste [C-Faktor] und [+] oder [-] vor der Messung eingestellt werden, und die Masse je Volumen wird dementsprechend korrigiert ausgegeben.

Ist der C-Faktor nicht bekannt, wird mit dem Wert 1 gemessen, und die Gravimetrie wird nach der Messung durchgeführt. Die entsprechende Korrektur der Staubmasse einer Messdatei kann mit der Software auch nachträglich durchgeführt werden.



Für die Gravimetrie benötigt man eine Mikrowaage mit hoher Auflösung und Präzision. Für eine gegebene Auflösung von $10\mu\text{g}$ sollte eine Gesamtmasse auf dem Filter von ca. 1mg vorhanden sein, um einen Wägfehler vernachlässigbar gering zu halten. Die notwendige Sammeldauer ergibt sich aus der vorhandenen Staubkonzentration und dem Probenvolumenstrom.

Ermittlung des Gravimetriefaktors (C-Faktor)

Hierzu benötigen Sie eine Waage mit möglichst hoher Auflösung. Bei einer Auflösung von 10µg sollten Sie für eine Gravimetrie mindestens 1mg Staub auf dem Filter sammeln.

Führen Sie bitte folgende Schritte aus:

1. Öffnen Sie die Filterkammertür und entnehmen Sie den alten Filter aus der Filterkammer. Reinigen Sie die Filterkammer z.B. mit einem Wattestäbchen. Reinigen Sie auch die Probenanluftstrecke wie unter 6.3 Reinigung der Messkammer beschrieben.
2. Wiegen Sie einen neuen Filter (mindestens 3 mal) und notieren Sie sich das ermittelte Durchschnittsgewicht.
3. Legen Sie den neuen, gewogenen Filter mittig auf den großen O-Ring der Filterkammer und schließen Sie die Filterkammer.
4. Schalten Sie das Staubmessgerät an und beantworten Sie die Frage "Filter changed ?" mit Ja [+], damit das berechnete Filtergewicht auf Null gesetzt wird.
5. Führen Sie Ihre Staubmessungen an einem charakteristischen Ort durch. Betreiben und transportieren Sie das Staubmessgerät möglichst in der Position mit der LCD-Anzeige nach oben.



Beachten Sie bitte, dass bei einer eventuellen Unterbrechung der Messreihe die Filterfrage beim Einschalten des Gerätes immer mit Nein [-] beantwortet werden muss.

6. Das aktuelle berechnete Filtergewicht können Sie sich im Mess- oder Bereitschaftsmodus durch das Drücken der Taste [Mean/Weight] und der [+] Taste anzeigen lassen oder über den Steuerbefehl mittels HyperTerminal abfragen.
7. Bei einem genügend großen Filtergewicht (mindestens 1mg Staubmasse) können Sie die Messungen beenden, indem Sie in den Bereitschaftsmodus gehen und das Gerät ausschalten.
8. Vermeiden Sie beim Transport Erschütterungen.
9. Entnehmen Sie den Filter möglichst so, dass kein gesammeltes Material verloren geht. Wiegen Sie den beladenen Filter zur höheren Genauigkeit mindestens wieder 3 mal. Die Differenz zum Leerfiltergewicht ist die tatsächlich gesammelte Staubmasse.
10. Berechnen Sie den Gravimetriefaktor nach der angegebenen Gleichung.

$$C - \text{Faktor} = \frac{\text{Staubgewicht auf Filter}}{\text{berechnetes Staubgewicht}}$$

Zur Verbesserung der Messgenauigkeit sollten Sie die Faktor-Bestimmung mehrfach ausführen. Dieser Wert sollte nicht viel mehr als ca. ± 30% vom Grundwert abweichen. Höhere Werte können jedoch bei metallhaltigen Stäuben auftreten.



Der berechnete Faktor C kann jetzt in das Staubmessgerät eingegeben werden. Alle Staubmassenkonzentrationswerte sowie deren Mittelwerte werden mit diesem Faktor multipliziert und an der LCD-Anzeige entsprechend korrigiert ausgegeben. Die Messwerte auf der Speicherkarte und bei der Ausgabe über die RS-232-Schnittstelle werden dagegen nicht korrigiert. Jedoch erscheint in den Vorspanndaten der Gravimetriefaktor. Dadurch führt die Auswertesoftware die notwendigen Massenkorrektur automatisch durch.

5 HyperTerminal über RS-232-Schnittstelle

Jedes Grimm Spektrometer kann mit den entsprechenden Steuerbefehlen über HyperTerminal online betrieben werden. HyperTerminal ist ein textbasiertes Kommunikationsprogramm, das seit Windows 2.0 beim Windows-Betriebssystem enthalten ist. In Windows Vista ist HyperTerminal nicht mehr enthalten, kann aber auf den Seiten des Unternehmens Hilgraeve als kostenpflichtiger Download ergänzt werden. Alternative Anbieter sind: HyperTerminal Private Edition: <http://hyperterminal.soft-ware.net/download.asp> oder Putty: <http://the.eearth.li/~sgtatham/putty/latest/x86/puttytel.exe>.

5.1 Übertragungsprotokoll

Die Baudrate beträgt für die normale Datenübertragung **9.6 kBd**. Es werden **acht Datenbits ohne Parität** und **ein Stopbit** benutzt. Es wird das Softwareprotokoll **Xon/Xoff** unterstützt. Bei der Quick-Datenübertragung wird zusätzlich die **CTS-Leitung** abgefragt. Hierbei kann die Baudrate bis **57.6 kBd** betragen. Auch bei der ASCII-Datenübertragung zu einem Drucker, durch gleichzeitiges Drücken der Tasten [Mean/Weight] und [Alarm] (siehe Kapitel 3.3, Tastenfunktionen im Bereitschaftsmodus (Standby), Ausdruck Speicherkartendaten), wird die CTS-Leitung abgefragt. Ist keine CTS-Leitung angeschlossen, wird die Schnittstelle als frei angesehen.

5.2 Erstellen einer Hyperterminal-Verbindung

Verbinden Sie das Staubmessgerät über ein Grimm RS232 Kabel (1.143E) oder über ein Grimm USB/RS232 Kabel (1.141) mit dem PC und schalten Sie das Gerät ein.

Sie finden das HyperTerminal Programm unter:

START->PROGRAMME->ZUBEHÖR->KOMMUNIKATION->HYPER TERMINAL

1) Geben Sie einen Namen für die neue Verbindung ein und bestätigen es mit OK.



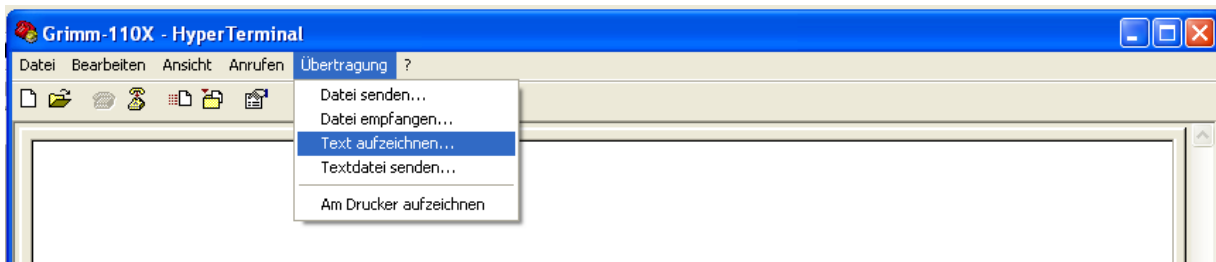
2.) Wählen Sie die richtige COM aus und bestätigen es mit OK.



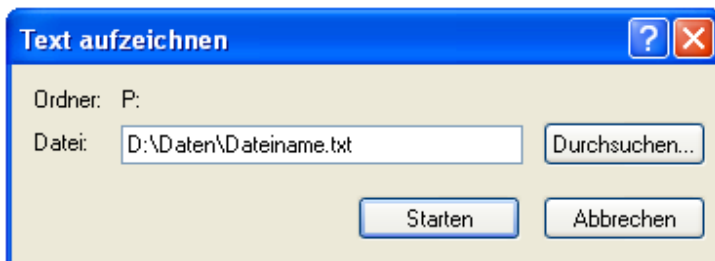
3.) Folgende Einstellungen sind vorzunehmen.



4.) Prüfen Sie die Verbindung, indem Sie "v" drücken. Sie müssen nun die Version Ihres Gerätes angezeigt bekommen. Wenn Sie ein "?" senden, erhalten Sie eine Tabelle mit allen möglich Befehlen, siehe dazu auch Kapitel 5.3 RS-232-Befehle. Wenn Sie eine Verbindung hergestellt haben, können Sie über die entsprechenden Befehle Einstellungen am Messgerät ändern, Messungen starten und beenden oder auch Daten aufzeichnen und übertragen. Für Letzteres wählen Sie im Hyperterminal Menü ÜBERTRAGUNG und TEXT AUFZEICHNEN.



5.) Geben Sie nun den gewünschten Dateinamen ein mit der Endung *.TXT!



6.) Drücken Sie nun "d", und es muss Folgendes erscheinen:

D

Memocard : 8.60 from: 8F050061

Location : 1 :

7.) Drücken Sie nun "ENTER", um den Datentransfer zu starten.

Wenn der Datentransfer fertig ist, erscheint unter dem letzten Datensatz ein OK. Daraufhin gehen Sie bitte noch einmal zu ÜBERTRAGUNG-> TEXT AUFZEICHNEN-> BEENDEN.

5.3 RS-232-Befehle

Die textbasierten Befehle werden über die RS-232-Schnittstelle zum Staubbmessgerät gesendet. Das Staubbmessgerät wird den Empfang durch ein Echo bestätigen. Bei den Befehlen können Groß- oder Kleinbuchstaben verwendet werden. Numerische Werte, die alle nur im Bereitschaftsmodus geändert werden können, müssen mit einem Cr (Carriage Return, ASCII 13) durch Drücken der Eingabetaste abgeschlossen werden.

Zum Testen können Sie jedes *Terminalprogramm* verwenden, welches das **Xon/Xoff-Protokoll** unterstützt. Die Ausführungen und Beispiele in diesem Handbuch beziehen sich auf das Programm "HyperTerminal", welches zum Zubehör von Microsoft Windows gehört. Die entsprechenden Einstellungen der Schnittstellenparameter müssen vor dem Start durchgeführt werden.

Kommandos

- A** Ausgabe des aktuellen Alarmwertes. Im Bereitschaftsmodus kann er mit den [+] und [-] Tasten in vorgegebenen Intervallschritten geändert werden.

A

Alarm : 0 / 1 :

- B** Ausgabe der Batteriekapazität (bei angeschlossenem Netzteil ist der Wert immer bei 130%)

B

Battery Power : 11 %

- ^B** Baudrate Datenübertragung einstellen:

0 = 9.600 Baud

1 = 19.200 Baud

2 = 57.600 Baud

- C** Countmodus einschalten / Massedarstellung ausschalten (beim Modell 1.108 und 1.109 wird der Multiplexbetrieb eingeschaltet).

- D** ASCII-Datenübertragung von der Datenspeicherkarte (nur im Standby). Beispiel im Countmode für Modell 1.109:

D

Memocard : 12.30 from: 9G040001

Location : 2 :

P: 5 2 23 14 28 2 0 0 44 13 65 185 0 0 0 1

K: 427 800 1611 0 0 35 91 0 0 0 0

P: 5 2 23 14 33 2 20 0 42 30 64 185 0 0 0 1

C_: 420648 312631 253253 138895 73489 33731 13396 6428

C_: 3061 2279 1395 647 493 365 274 197

c_: 197 146 110 77 36 18 10 7

c_: 4 2 0 0 0 0 0 0

P: 5 2 23 14 56 2 0 0 41 20 64 185 0 0 0 1

K: 546 825 1631 0 0 35 91 0 0 0 0

Anmerkung: Die Datenübertragung beim Modell 1.108 und 1.109 ist vom Aufbau her gleich. Die P und K Linien sind identisch. Lediglich die größen aufgelöste Darstellung der Messwerte ist unterschiedlich. Beim Modell 1.108 ist die Darstellung nur zweizeilig (C_: und c_:) im Vergleich zu der vierzeiligen Darstellung der 31 Größenkanäle beim 1.109 (C_: C_: c_: c_:).

- ^D** Unterbindet die Messwertübertragung

E Fehlercode ausgeben (ERROR)

Error Code:	LCD-Display	Bedeutung
"128"	NEW SELFTEST	Selbsttest fehlerhaft
"64"	NO MEMOCARD	keine Speicherkarte oder falsche Version oder Karte mit Daten von einem anderen Gerät
"32"	CHECK NOZZLE	Wirbel >5%
"16"	NO OPERATION	Akkukapazität = 0%
"8"	PLEASE RECHARGE	Akkukapazität < 10%
"4"	PUMP CURRENT TOO HIGH	Motorstrom $I_{mot} > 100\%$
"3"	FLOW-ERROR	Volumenstromregelung außerhalb des Regelbereichs
"2"	CHECK FILTER	$I_{mot} < 20\%$
"1"	CHECK FILTER	$I_{mot} > 60\%$

^E Aufforderung zur Messwertübertragung / Ausschalten des Fastmodus

F Fastmodus einschalten. Die Messdaten werden alle 6 Sekunden an den angeschlossenen PC ausgegeben, unabhängig vom eingestellten Speicherintervall. Das Speicherintervall auf der Datenspeicherkarte bleibt vom Fastmodus unbeeinflusst.

G Gravimetriefaktor ausgeben. Kann im Bereitschaftsmodus (Standby) geändert werden mit einer Schrittweite von 0,05 und im Bereich 0,1 bis 9,9.

^G Bytes pro Intervall. Zeigt den Speicherplatzbedarf des gewählten Intervalls an.

H Betriebsstunden ausgeben (Hour)

I Intervall für die Normalausgabe und das Speichern auf die Memokarte. Im Bereitschaftsmodus (Standby) kann es geändert werden.

0	=	1	Minute
1	=	5	Minuten
2	=	10	Minuten
3	=	15	Minuten
4	=	30	Minuten
5	=	60	Minuten
6	=	6	Sekunden (fast mode)
7	=	3	Sekunden (nur online via Terminal-Programm oder Windows-Software)
8	=	2	Sekunden (nur online via Terminal-Programm oder Windows-Software)
9	=	1	Sekunde (nur online via Terminal-Programm oder Windows-Software)

J Ausgabe der Kanalschwellen in μm (Nur im Countmodus)

J Kanalschwellen								
Jc:	0.25	0.28	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.58
Jc;	0.65	0.70	0.80	1.00	1.30	1.60	2.00	2.50
jc:	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.5	7.5	8.5
jc;	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	25.0	30.0	32.0
Anzahl der Partikel								
C_:	43167	31404	25011	13215	6935	3095	1290	665
C_;	370	300	180	55	45	40	35	27
c_:	27	11	8	3	2	2	0	0
c_;	0	0	0	0	0	0	0	0

Anmerkung: Beim 1.108 und 1.109 unterschiedlich. Die Darstellung der Größenkanäle beim 1.108 und der dazu gehörenden Partikelanzahl ist zweizeilig (Jc: und jc: bzw. C_: und c_:). Im Vergleich dazu ist die Darstellung beim 1.109 vierzeilig (Jc: Jc; jc: jc; bzw. C_: C_; c_: c_;).

- L** Vorwahl Messort (location number) ausgeben und im Bereitschaftsmodus ändern
- ^L** Land-Einstellung (E oder U) für die Datumsausgabe am Staubmessgerät (nur im Bereitschaftsmodus).
- M** Mittelwert und Probenvolumen ausgeben
M
Mc: 447430 324824 258999 136537 70110 31757 12825 6485
Mc; 3357 2574 1640 847 648 493 366 269
mc: 269 201 154 114 58 32 22 16
mc; 8 3 1 0 0 0 0 0
V: 0.0288 m3
- Anmerkung:** Die Ausgabe ist beim Modell 1.108 und 1.109 auf Grund der unterschiedlichen Größenauflösung verschieden. Die Darstellung der Mittelwerte beim 1.108 ist zweizeilig (Mc: und mc). Im Vergleich dazu ist die Darstellung beim 1.109 vierzeilig (Mc: Mc; mc: mc;).
- N** Normalmodus (Massedarstellung) einschalten / Countmodus ausschalten
- O** Datenspeicher Größe (nur im Bereitschaftsmodus) ausgeben. Wird nach der Kapazitätsausgabe ein + gesendet, so wird der Datenspeicher vollständig gelöscht.
- P** Präferenz Modem Untermenü
- Q** Quick-Datenübertragung von der Datenspeicherkarte (nur im Bereitschaftsmodus). Die Datenübertragung erfolgt in der Binärdarstellung mit bis zu 57,6 Kbaud.
Anmerkung: Dieser Befehl ist nicht im Hilfe-Menü beim 1.109 Version 12.30, wenn man "?" drückt!
- R** Run. Start der Messungen aus dem Bereitschaftsmodus.
- S** Stop. Bereitschaftsmodus (Standby) einschalten
- T** Zeitausgabe (Time). Im Bereitschaftsmodus kann die Uhr gestellt werden. Wenn die Minuten geändert werden, werden die Sekunden auf Null gestellt.
- ^T** Timerbetrieb für automatisches Ein- und Ausschalten des Staubmessgerätes (ab Firmware Version x.40)
- U** **Tastaturverriegelung**
U
U=0 Tastatur frei
U=1 Bereitschaftsmodus kann nicht eingenommen werden
U=2 keine Tastaturbedienung möglich
- V** Versionsnummer der Gerätesoftware ausgeben
V
Version : 12.30 E
- W** Filtergewicht und dazugehöriges Probenvolumen ausgeben (Weight)
W
Weight : 2.4 ug Volume : 0.038 m3
- ^Y** Ausschalten des Staubmessgerätes
- Z** Ausgabe und anschließendes Rücksetzen der Mittelwerte und des Volumens (Zero).

@ Ausgabe der Seriennummer

@
Ser.No. 9G040001

! Modell- und Versionsnummer des Gerätes ausgeben

!
Model 1.109 Version 12.30 E

\$ Auswahl oder Änderung der "User"-Texte sowie der Faktoren für die Analogspannungsausgaben an der LCD-Anzeige (nur im Bereitschaftsmodus). Sonderzeichen (über ASCII 127) können nicht eingegeben werden. Bei der Ausgabe wird das Zeichen '°'(ASCII 248) als ' _ ' (Unterstrich) ausgegeben.

Mit der TAB-Taste können vorgegebene Texte ausgewählt werden, die durch die Eingabetaste bestätigt werden. Sie lassen sich auch mit beliebigen Texten überschreiben. Die Zahlen-Ausgabe ist immer fünfstellig und beginnt ab der 9. Stelle. Werden hier Zeichen eingegeben, außer einem Dezimalpunkt, so erfolgt eine akustische Warnung. Der Multiplikationsfaktor, der auf 1 Volt bezogen ist, kann dann nach dem Text eingegeben werden. Er lässt sich auch durch das Kommando `*` ändern.

Beispiel:

Temperatursensor : 0°C = 3.0 Volt und 50°C = 8.0 Volt
User-Text : Temp. : . °C
User-Faktor : 10.0 [°C/Volt]
Offset : 3.00 Volt

Bei den neuen Geräten ab der Version x.40 können die Sensordaten direkt aus dem Sensor ausgelesen werden. Bei den Sensoren ab der Kennung „E“ als 3. Zeichen in der Seriennummer sind die Sensordaten auf einem EPROM gespeichert. Die Übernahme der Daten aus dem EPROM einschließlich des „User“-Textes erfolgt nur dann, wenn die „User“-Faktoren im Gerät auf 1,0 und die Offsetwerte auf 0,0 eingestellt sind. Eine Nachkalibrierung durch den Anwender ist daher weiterhin möglich (positive Offsetwerte sind nicht möglich).

* User-Faktoren ändern. (nur im Bereitschaftsmodus). Ändert den auf 1 Volt bezogenen Multiplikationsfaktor.

_ (Unterstrich) Ausgabe der "User"-Texte und Analogeingangs-Faktoren (nur im Bereitschaftsmodus).

Beispiel:

\$(1..4):Input 1: . V | Input 2: . V | Input 3: . V | Pressure hPa |
*(1..4): 1 | 1 | 1 | 179.3722 | 0.000 V | 0.000 V | 0.000 V | 1.880 V |

In der ersten Zeile werden die drei "User"-Texte ausgegeben. In der zweiten Zeile werden zuerst die drei Multiplikationsfaktoren für die Analogspannungen und dann die Offsetwerte angezeigt.

Long Break Einschalten des Staubbmessgerätes (wenn mit ^Y ausgeschaltet)

< Ständig hohe Laserleistung; Multiplexbetrieb aus
Kleine Partikel; 1.108: 8 Kanäle von 0,3µm bis zu 2µm; 1.109: 16 Kanäle von 0,25µm bis zu 32µm

> Ständig niedrige Laserleistung; Multiplexbetrieb aus (nur beim Gerät 1.108)
Große Partikel; 1.108: 8 Kanäle von 2 µm bis zu 20 µm; 1.109: 16 Kanäle von 2,5 µm bis zu 32 µm

? Hilfe für Befehle**1.108 im Normal Modus**

```
##### Help for Dust Monitor #####
| A' Alarm | ^L' Land (for Date) [Standby]|
| ^B' Baudrate (Memocard) [Standby]| L' Location Code |
| B' Battery | M' Mean Value |
| C' Count Mode [Standby]| N' Normal Dust Mode [Standby]|
| D' Data Memocard [Standby]| O' Clear Memocard [Standby]|
| ^D' Disable Output | P' Preferences Modem [Standby]|
| E' Error | R' Run Measurement |
| ^E' Enable Output | S' Standby Modus |
| F' fast | ^T' Timer Set [Standby]|
| G' Gravimetry C-Factor | T' Time Set [Standby]|
| ^G' Byte / Interval | %' Memo free [Standby]|
| H' Runtime hours | U' Unlock Keys [Standby]|
| I' Interval | V' Version |
| J' Output Channels | W' Weight |
| @' Serial-No. | ^Y' Power OFF |
| $' User Strings (Analog Inputs) | Long Break: Power ON |
| '*' User Factors (Analog Inputs) | Z' Zero Clear Mean |
| _' Output User Strings + Factors | !' Output Model + Version |
| <' only Channel 1..8 | >' only Channel 9..16 |
#####
```

1108 Service Mode 0

zusätzlich zu den Befehlen im Normalmodus

```
| ~' last Service | X' X-tal |
| ^F' Flow Adjust [Standby]| :' Preferences Gesytec[Standby]|
#####
```

- ~** Letzter Service. Wer hat den letzten Service durchgeführt und wann. Identifikation durch individuellen Serviceschlüssel und Datum.
- X** X-tal. Ausgabe der Quartz-Frequenz des internen Uhrenschaltkreises. Nur für geschultes Servicepersonal, wenn Uhren-IC oder Leiterplatte ausgetauscht werden muss.
- ^F** Flow Adjust [Standby]. Nur für ein Modell mit eingebauter Pumpe (1.108 oder 1.109). Mit [+] oder [-] kann die Flussrate erhöht oder gesenkt werden in 0,05 l/min Schritten.
- ^V** Ändern der Firmware-Version. Keine Bedeutung, da nur für Modell 1.105; Veränderung der Anzeige der Daten.

Folgende Befehle werden in der Hilfe für das 1.108 nicht aufgeführt:

- ^A** Kalibrierfaktoren für die Analogeingangsspannungen ausgeben

? Hilfe für Befehle

1109 Normal Modus

```
##### Help for Dust Monitor #####
| A' Alarm | ^L' Land (for Date) [Standby]|
| ^B' Baudrate (Memocard) [Standby]| L' Location Code |
| B' Battery | M' Mean Value |
| C' Count Mode [Standby]| N' Normal Dust Mode [Standby]|
| D' Data Memocard [Standby]| O' Clear Memocard [Standby]|
| ^D' Disable Output | P' Preferences Modem [Standby]|
| E' Error | R' Run Measurement |
| ^E' Enable Output | S' Standby Modus |
| F' fast | ^T' Timer Set [Standby]|
| G' Gravimetry C-Factor | T' Time Set [Standby]|
| ^G' Byte / Interval | %' Memo free [Standby]|
| H' Runtime hours | U' Unlock Keys [Standby]|
| I' Interval | V' Version |
| J' Output Channels | W' Weight |
| @' Serial-No. | ^Y' Power OFF |
| $' User Strings (Analog Inputs) | Long Break: Power ON |
| *' User Factors (Analog Inputs) | Z' Zero Clear Mean |
| _' Output User Strings + Factors | !' Output Model + Version |
| &' Mixer Humidity Threshold | ;' Autocal [Standby]|
| ]' Analog Sensor Value | |
#####
```

& Feuchtigkeitsschwellwert für Mischer. Nur für das 1.109 in Kombination mit einem Wetterschutzgehäuse Modell 1.165FG.

; Autocal. Das Gerät stoppt während einer fortlaufenden Messung zur vollen Stunde. Die Messung beginnt wieder automatisch nach einem Selbsttest.

Beispiel:

; 23

Jeden Tag stoppt die Messung um 23 Uhr und speichert die Daten. Das Gerät startet einen Selbsttest und fährt mit der Langzeitmessung fort.

] Analogsensorwert. Nur für das Modell 1.109 in Kombination mit einem Wetterschutzgehäuse Modell 1.165FG.

1109 Service Mode 0

zusätzlich zu den Befehlen im Normalmodus

```

| ~' last Service | X' X-tal |
| ^F' Flow Adjust [Standby]| ^V' Version Change |
#####
```

Folgende Befehle werden in der Hilfe fürs 1.109 nicht aufgeführt:

< Ständig hohe Laserleistung; Multiplexbetrieb aus (nur beim Gerät 1.108)

> Ständig niedrige Laserleistung; Multiplexbetrieb aus (nur beim Gerät 1.108)

^A Kalibrierfaktoren für die Analogeingangsspannungen ausgeben

5.4 Servicemode-Einstellung

Durch das Senden der ASCII-Zeichenfolge [124] und [9] geht das Staubbmessgerät in den Servicemode 0. Bei der Datenausgabe über die RS-232-Schnittstelle werden zusätzliche Daten und erklärende Texte ausgegeben. Es stehen mehrere zusätzliche Steuerbefehle zur Verfügung, so z.B. die Abfrage des letzten Services mit "~" last Service, oder die Abfrage des Volumenstromes mittels "^F" Flow Adjust. Siehe hierzu oben stehende Liste der angezeigten Befehle.

Beispiel 1:

Drückt man V im Benutzermodus, wird die Versionsnummer der Software angezeigt:

V

Version : 12.30 E

Drückt man V im Servicemodus, wird zusätzlich zu der Versionsnummer der Software folgendes angezeigt: Baujahr des Assemblerteils, Prozessortyp, Baujahr des Basicteils.

(Datum: TT.MM.JJJJ)

V

Version : 12.30 E DM109G 17.12.2007 87C552:011 DM109G 14.12.2007

Beispiel 2:

Normale Datenpräsentation im Benutzermodus:

```
P  8 12 10 18 48  1 20  0 130 23 193  1  0  0  0  0
C_: 132940 77350 48435 22270 9325 4610 3210 1795
C_: 1305 1050 765 575 385 280 195 131
c_: 131 82 68 49 33 20 13 10
c_: 7 4 2 1 1 0 0 0
```

Datenpräsentation im Servicemodus mit kurzer Erklärung der P-Linien-Werte:

```
Year Mon Day Hr Min Loc GF Err Qbatt Im UeL Ue4 Ue3 Ue2 Ue1 Iv
P  8 12 10 18 48  1 20  0 130 23 193  1  0  0  0  0
C_: 132940 77350 48435 22270 9325 4610 3210 1795
C_: 1305 1050 765 575 385 280 195 131
c_: 131 82 68 49 33 20 13 10
c_: 7 4 2 1 1 0 0 0
```

5.5 RS-232 Messwertübertragung

Bei der Messwertübertragung gibt es drei Datenstränge. Die eigentlichen Messwerte als Counts oder Masse, die P-Linie mit Vorspanndaten und die K-Linie mit Kalibrierdaten.

Die K-Linie erscheint einmalig nach Beendigung des Selbsttest am Anfang jeder Messung und enthält Informationen zum Zustand der Laserdiode und optischen Messzelle. Eine ausführliche Beschreibung ist in Kapitel 6.6 enthalten.

Die P-Linie ist die mit einem "P" gekennzeichneten Zeile und enthält die Vorspanndaten welche den Bytes entsprechen, wie sie auf der Datenspeicherkarte gespeichert werden oder über die Schnittstelle gesendet werden. Die P-Linie erscheint in der Regel jede Minute einmal oder z.B. nach jedem Datensatz im sogenannten fast P-Mode und ist wie folgt aufgebaut:

P 10 07 22 15 32 1 20 0 130 23 193 1 0 0 0 6

Die Daten der P-Linie haben folgende Bezeichnung:

Year Mon Day Hr Min Loc GF Err Qbatt Im UeL Ue4 Ue3 Ue2 Ue1 Iv

Nachfolgend wird die Bedeutung der einzelnen Werte an Beispielwerten (**fett gedruckt**) erläutert.

P **10 07 22 15 32** 1 20 0 130 23 193 1 0 0 0 6

An den ersten fünf Stellen wird die Messzeit abgelegt mit Jahr, Monat, Tag, Stunde und Minute.

P 10 07 22 15 32 **1 20** 0 130 23 193 1 0 0 0 6

Danach folgt die Messortnummer oder Location wählbar von 1 bis 99 und der Gravimetriefaktor. Bei Messungen im Count-Modus wird der Gravimetriefaktor nicht berücksichtigt und auf den Wert 20 gesetzt. Im Massemodus ist der Gravimetriefaktor einstellbar. Die Werteseinstellung beträgt 1.

P 10 07 22 15 32 1 20 **0** 130 23 193 1 0 0 0 6

An achter Stelle werden Fehlercodes gespeichert. Die Fehlercodes sind mit Werten von 0 bis 128 binär codiert. Die Bedeutung der Fehlercodes ist der Tabelle unter Steuerbefehl E in Kapitel 5.3 erläutert. Ein Wert von 0 bedeutet kein Fehler.

P 10 07 22 15 32 1 20 0 **130 23** 193 1 0 0 0 6

Die Kapazität der Batterie wird an neunter Stelle gespeichert danach folgt die Motorstromaufnahme der internen Probenluftpumpe. Beide Werte werden in Prozent angegeben. Ein Wert von 130 bei der Batteriekapazität zeigt an, dass das Spektrometer mit Netzteil betrieben wird. Typische Werte für die Motorstromaufnahme liegen zwischen 20 und 40%.

P 10 07 22 15 32 1 20 0 130 23 **193 1 0 0 0** 6

Die folgenden fünf Werte enthalten einen speziellen Speicherplatz für niederwertige Bits (UeL) und die Bytes von maximal vier analogen Spannungswerten optionaler Sensoren, des internen Drucksensors (Ue4) und externer Sensoren (Ue3, Ue2, Ue1) z.B. für Temperatur, relative Feuchte und Strömungsgeschwindigkeit. Werte von 0 zeigen an, dass kein Sensor angeschlossen ist. Die Auflösung der Spannungswerte der Sensoren beträgt 10 Bit, so dass die Bytes, die mit Ue3 bis Ue1 gekennzeichnet sind, nur den höherwertigen Teil darstellen. Die zwei niederwertigen Bits aller 4 Sensoren sind zusammen in UeL untergebracht. Die Bits 0 und 1 gehören zu Ue1, Bits 2 und 3 zu Ue2, usw. Der Maximalwert des Analogsignals beträgt 10 Volt. Um auf den Spannungswert in Volt zu kommen, muss der 10 Bit-Wert mit dem Faktor 9.776E-3 multipliziert werden. Anschließend wird dieser Spannungswert mit den Kalibrierdaten des Sensors in den Messwert umgewandelt. Diese Kalibrierdaten können vom Gerät abgefragt (Steuerbefehl _) und editiert (Steuerbefehl *) werden. Weiterhin kann für jeden Sensor am Gerät ein User-Text (Steuerbefehl \$) eingestellt werden.

Beispiel für die Berechnung der Temperatur bei einem angeschlossenen Sensor für Temperatur und relative Feuchte mit folgenden User-texten und Faktoren

\$(1..4):Temp.: . ßC|Humidity . %rH|Input 3: . V |Input 1: . V |
 *(1..4): **9.8100006** | 10.62 | 0 | 0 | **2.888 V** | 0.063 V | 0.000 V | 0.000 V |
 P 10 07 22 15 37 1 20 0 130 23 **210** 1 0 151 **138** 6

Folgende Werte liegen vor: UeL = 210, Ue1 = 138, offset = 2.888 V und User-Faktor = 9.8100006

Die Zerlegung der Bits von UeL liefert für den Wert 210: $210 = 64 \cdot 3 + 16 \cdot 1 + 4 \cdot 0 + 1 \cdot 2 = 192 + 16 + 0 + 2$

Der Anteil an Ue1 aus UeL liefert der Wert aus 1 der Bit-Zerlegung = **2**

$$\begin{aligned} \text{Temperatur } [^{\circ}\text{C}] &= (((\text{Ue1} \cdot \text{Konstante} + \text{Wert aus 1 der Bit-Zerlegung}) \cdot 9.776\text{E-3}) - \text{offset}) \cdot \text{User-Faktor} \\ &= (((138 \cdot 4 + 2) \cdot 9.776\text{E-3}) - 2,888) \cdot 9,8100006 \end{aligned}$$

Temperatur = 24,7°C

Beispiel für die Berechnung der relativen Feuchte bei einem angeschlossenen Sensor für Temperatur und relative Feuchte mit folgenden User-texten und Faktoren

\$(1..4):Temp.: . ßC|Humidity . %rH|Input 3: . V |Input 1: . V |
 *(1..4): 9.8100006 | **10.62** | 0 | 0 | 2.888 V | **0.063 V** | 0.000 V | 0.000 V |
 P 10 07 22 15 37 1 20 0 130 23 **210** 1 0 **151** 138 6

Folgende Werte liegen vor: UeL = 210, Ue2 = 151, offset = 0.063 V und User-Faktor = 10.62

Die Zerlegung der Bits von UeL liefert für den Wert 210: $210 = 64 \cdot 3 + 16 \cdot 1 + 4 \cdot 0 + 1 \cdot 2 = 192 + 16 + 0 + 2$

Der Anteil an Ue2 aus UeL liefert der Wert aus 4 der Bit-Zerlegung = **0**

$$\begin{aligned} \text{Rel. Feuchte } [\%] &= (((\text{Ue2} \cdot \text{Konstante} + \text{Wert aus 4 der Bit-Zerlegung}) \cdot 9.776\text{E-3}) - \text{offset}) \cdot \text{User-Faktor} \\ &= (((151 \cdot 4 + 0) \cdot 9.776\text{E-3}) - 0,063) \cdot 10,62 \end{aligned}$$

Rel. Feuchte = 61,9%

Die Umrechnung erfolgt im Gerät bzw. durch die Software automatisch. Die offset-Werte und User-Faktoren sind im Sensor auf einem EPROM gespeichert und werden automatisch eingelesen.

Im Folgenden werden für die Modelle 1.108 und 1.109 Beispiele für die Messwertübertragung via RS-232 mit HyperTerminal-Steuerbefehlen dargestellt. Die Werte sind im HyperTerminal immer akkumulativ. Unterschiede bestehen jedoch in der Einheit. Die Messwerte im Messmodus Counts werden in der Regel in der Einheit Partikel pro Liter dargestellt. Erfolgt die Messwertausgabe schneller als 1 Minute (Bsp. 6 Sekunden oder 3, 2 oder 1 Sekunde mit eingeschränktem Größenbereich), ist die Einheit Partikel pro 100ml. Im Messmodus Partikelmasse, im HyperTerminal als Normal-Modus bezeichnet, ist die Einheit immer µg/m³. Beim Messmodus Partikelmasse sind keine Messungen schneller als 6 Sekunden möglich.

Modell 1.108, Version 8.60 Messmodus Partikelanzahl (Counts)**1 min Intervall: 15 Kanäle >0,3µm bis >20µm in P/I**

	Year	Mon	Day	Hr	Min	Loc	GF	Err	Qbatt	Im	UeL	Ue4	Ue3	Ue2	Ue1	Iv
P	8	12	10	18	48	1	20	0	130	23	193	1	0	0	0	0
C_	60547	18359	6982	3065	1980	1200	820	575								
c_	575	245	114	66	35	20	2	2								

6 sek Intervall: 15 Kanäle >0,3µm bis >20µm in P/100ml

	Year	Mon	Day	Hr	Min	Loc	GF	Err	Qbatt	Im	UeL	Ue4	Ue3	Ue2	Ue1	Iv
P	8	12	10	18	49	1	20	0	130	23	1	2	0	0	0	6
C00	6281	1924	665	300	185	115	75	55								
c00	55	28	11	4	2	2	0	0								
C10	5987	1798	640	215	130	75	55	55								
c10	55	35	15	7	3	0	0	0								
C20	6018	1823	665	290	175	120	70	49								
c20	49	28	13	5	3	2	0	0								
C30	6069	1894	765	310	175	120	75	51								
c30	51	25	11	5	2	1	0	0								
C40	5958	1868	680	315	260	175	125	62								
c40	62	20	10	3	2	2	0	0								
C50	6018	1858	745	310	180	115	95	58								
c50	58	22	11	6	3	1	0	0								
C60	6089	1833	710	340	195	130	85	59								
c60	59	27	19	10	5	3	1	0								
C70	6230	1833	675	265	155	105	80	52								
c70	52	26	15	6	3	1	0	0								
C80	6078	1818	630	260	135	95	85	54								
c80	54	27	11	4	2	2	1	0								
C90	6038	1863	590	200	130	95	75	58								
c90	58	32	14	4	1	1	1	0								

1 sek Intervall: 8 Kanäle >0,3µm bis >2,0µm in P/100ml

	Year	Mon	Day	Hr	Min	Loc	GF	Err	Qbatt	Im	UeL	Ue4	Ue3	Ue2	Ue1	Iv
P	8	12	10	18	52	1	20	0	130	22	1	2	0	0	0	9
C00	6317		1818		805		335		225		145		95		55	
C01	6054		1793		765		340		215		150		115		75	
C02	6109		1743		710		345		210		155		120		85	
C03	6479		2024		710		320		200		125		80		55	
C04	6297		1853		715		300		230		150		70		50	
C05	6287		2054		760		340		215		140		105		70	
C10	5942		1733		730		285		195		110		90		65	
C11	6495		1949		725		320		225		125		90		45	
C12	6155		1868		795		370		220		155		100		65	
C13	6059		1939		685		290		190		130		90		45	
C14	6540		1969		725		315		185		130		85		35	
C15	6110		1884		835		445		260		190		130		80	
C20	6125		1979		735		325		220		150		130		120	
C21	6175		2029		800		335		215		150		80		40	
C22	6647		2104		835		400		275		175		105		75	
C23	6180		1934		790		315		215		140		100		45	
C24	6377		2059		765		300		180		120		75		45	
C25	6712		2039		750		395		215		140		105		60	
C30	6479		1999		780		300		205		110		70		50	
C31	6621		2094		765		360		240		155		90		65	
C32	6809		2079		815		370		220		125		105		65	
C33	6261		1984		785		275		190		100		80		45	
C34	6383		1989		750		350		200		130		85		70	
C35	6166		2074		890		390		260		160		120		80	
C40	6469		1964		740		290		175		105		60		40	
C41	6687		2170		910		400		230		130		100		80	
C42	6277		1919		775		340		225		155		100		45	

2 sek Intervall: 8 Kanäle >0,3µm bis >2,0µm in P/100ml

	Year	Mon	Day	Hr	Min	Loc	GF	Err	Qbatt	Im	UeL	Ue4	Ue3	Ue2	Ue1	Iv
P	8	12	10	18	55	1	20	0	130	22	1	2	0	0	0	8
C00	6482		1974		848		360		208		153		100		68	
C02	6236		1909		755		340		208		125		100		55	
C04	6095		1996		808		383		248		153		130		90	
C10	6383		1926		718		318		210		108		80		43	
C12	6026		1831		730		348		220		138		93		73	
C14	6338		1884		745		368		233		155		115		73	
C20	5983		1768		723		265		183		120		63		38	
C22	6322		2034		713		310		203		118		83		58	
C24	6213		1856		705		300		198		118		83		65	

C30	6320	1984	748	355	225	148	90	68
C32	6598	2089	768	355	215	130	93	53
C34	6144	1939	745	300	163	90	53	35
C40	6410	2042	718	265	155	93	68	50

3 sek Intervall: 8 Kanäle >0,3µm bis >2,0µm in P/100ml

	Year	Mon	Day	Hr	Min	Loc	GF	Err	Qbatt	Im	UeL	Ue4	Ue3	Ue2	Ue1	Iv
P	8	12	10	18	57	1	20	0	130	22	193	1	0	0	0	7
C00	6121	1930	727	285	167	105	77	52								
C03	6382	2069	789	363	235	148	107	60								
C10	6182	1962	785	353	228	140	98	50								
C13	6130	1835	742	320	213	133	105	67								
C20	6400	2002	777	352	225	143	107	62								
C23	6152	1929	777	355	258	170	105	65								
C30	6246	1930	759	317	213	122	82	57								
C33	6319	2044	824	323	227	155	115	73								
C40	6249	1919	730	293	170	103	80	55								

Modell 1.108, Version 8.60, Messmodus Partikelmasse (Normal Dust Mode)

Anmerkung: Im Messmodus Partikelmasse sind die Messwerte kumulative Staubmasse je Größenkanal immer auf die Einheit [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] bezogen. Die letzte Stelle ist immer die erste Nachkommastelle. Ein Wert von 818 im ersten Kanal bedeutet eine kumulative Staubmasse von $81,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für alle Partikel $> 0,23 \mu\text{m}$. Ein Wert von 791 im zweiten Kanal dementsprechend $79,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für alle Partikel $> 0,3 \mu\text{m}$. Um die Staubmasse pro Größenkanal zu erhalten, müssen die Originalwerte differenziell ausgewertet werden. Im obigen Beispiel $818 - 791 = 27$ was einer differenziellen Staubmasse von $2,7 \mu\text{g}$ im ersten Größenkanal $0,23 \mu\text{m} < D_p < 0,3 \mu\text{m}$ entspricht.

1 min Intervall: 16 Kanäle >0,23µm bis >20,0µm in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mit einer Nachkommastelle

	Year	Mon	Day	Hr	Min	Loc	GF	Err	Qbatt	Im	UeL	Ue4	Ue3	Ue2	Ue1	Iv
P	8	12	10	19	2	1	20	0	130	22	193	1	0	0	0	0
Flow: 100 %											Sec: 26					
N ₁ ,	818	791	765	749	739	732	724	712								
n ₁ ,	683	609	539	490	408	329	157	0								

6 sek Intervall: 16 Kanäle >0,23µm bis >20,0µm in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mit einer Nachkommastelle

	Year	Mon	Day	Hr	Min	Loc	GF	Err	Qbatt	Im	UeL	Ue4	Ue3	Ue2	Ue1	Iv
P	8	12	10	19	4	1	20	0	130	22	193	1	0	0	0	6
N0,	462	434	408	392	381	375	364	346								
n0,	307	233	183	169	98	0	0	0								
N1,	1551	1524	1497	1480	1469	1464	1457	1449								

n1,	1421	1325	1237	1143	1072	1072	785	0
N2,	378	348	320	305	294	285	273	259
n2,	225	135	66	0	0	0	0	
N3,	567	540	514	499	487	480	473	463
n3,	448	376	326	312	98	0	0	0
N4,	693	667	642	626	616	609	604	598
n4,	563	493	424	357	286	286	0	0
N5,	1326	1298	1272	1256	1243	1236	1228	1217
n5,	1180	1115	1039	919	883	785	785	0
N6,	478	450	424	408	399	393	388	380
n6,	347	284	227	134	98	0	0	0
N7,	411	387	362	346	334	327	319	308
n7,	303	253	178	71	0	0	0	0
N8,	445	419	395	381	370	366	358	340
n8,	297	227	165	71	0	0	0	0
N9,	1502	1474	1447	1432	1421	1414	1404	1390
n9,	1382	1316	1259	1206	1170	1072	785	0

Modell 1.109, Version 12.30 Messmodus Partikelanzahl (Counts)**1 min Intervall: 31 Kanäle >0,25µm bis >32µm in P/I**

	Year	Mon	Day	Hr	Min	Loc	GF	Err	Qbatt	Im	UeL	Ue4	Ue3	Ue2	Ue1	Iv
P	8	12	10	11	25	1	196	0	130	29	0	4	0	0	0	0
C ₋ :	165340	105080	65975	36180	16945	9110	6335	3845								
C ₋ :	2770	2340	1730	1310	870	730	500	336								
c ₋ :	336	180	124	89	43	20	15	12								
c ₋ :	6	1	0	0	0	0	0	0								

6 sek Intervall: 31 Kanäle >0,25µm bis >32µm in P/100ml

	Year	Mon	Day	Hr	Min	Loc	GF	Err	Qbatt	Im	UeL	Ue4	Ue3	Ue2	Ue1	Iv
P	8	12	10	11	26	1	196	0	130	29	0	4	0	0	0	6
C0:	16870	10740	6910	3755	1855	1105	735	435								
C0;	320	225	160	120	70	60	40	38								
c0:	38	21	15	9	4	1	0	0								
c0;	0	0	0	0	0	0	0	0								
C1:	16825	10705	6590	3590	1595	910	650	370								
C1;	220	185	150	105	80	65	35	24								
c1:	24	15	11	5	1	1	1	1								
c1;	1	0	0	0	0	0	0	0								
C2:	16400	10585	6835	3690	1840	1060	760	460								
C2;	320	240	170	115	80	55	35	31								
c2:	31	14	8	5	3	3	2	2								
c2;	2	2	1	0	0	0	0	0								
C3:	16975	10975	6810	3560	1725	850	605	345								
C3;	270	205	145	135	70	45	30	27								
c3:	27	18	11	8	4	1	1	1								
c3;	0	0	0	0	0	0	0	0								
C4:	16400	10340	6525	3530	1760	905	635	365								
C4;	210	175	140	100	60	55	35	23								
c4:	23	13	9	6	3	1	1	1								
c4;	1	1	1	0	0	0	0	0								
C5:	16585	10740	6825	3685	1680	950	680	430								
C5;	250	185	140	110	65	55	30	26								
c5:	26	24	14	11	6	3	1	0								
c5;	0	0	0	0	0	0	0	0								
C6:	16565	10465	6605	3570	1640	855	605	370								
C6;	240	190	155	110	65	55	25	21								
c6:	21	10	5	3	1	1	1	1								
c6;	1	0	0	0	0	0	0	0								
C7:	16160	10445	6555	3700	1670	915	715	410								

C7;	250	205	165	125	95	85	60	42	
c7:	42	23	12	8	2	1	1	1	
c7;	1	1	0	0	0	0	0	0	
C8:	17365	11315	7225	3950	1865	965	650	405	
C8;	255	225	195	155	115	95	65	40	
c8:	40	27	15	11	5	1	1	1	
c8;	1	0	0	0	0	0	0	0	
C9:	16280	10240	6480	3570	1615	780	500	265	
C9;	170	150	110	75	60	45	30	15	
c9:	15	14	11	7	1	0	0	0	
c9;	0	0	0	0	0	0	0	0	

1 sek Intervall: 16 Kanäle >0,25µm bis >2,5µm in P/100ml

	Year	Mon	Day	Hr	Min	Loc	GF	Err	Qbatt	Im	UeL	Ue4	Ue3	Ue2	Ue1	Iv
P	8	12	10	11	29	1	0	64	130	13	4	4	0	0	0	9
C00:	16290		10195		6445		3440		1740		840		630		390	
C00;	260		225		150		120		85		70		50		35	
C01:	16415		10330		6450		3645		1725		905		680		470	
C01;	300		245		175		140		80		60		40		35	
C02:	15870		10025		6195		3485		1760		895		660		400	
C02;	250		215		150		130		75		55		40		35	
C03:	16825		10685		6945		3940		2000		1145		795		560	
C03;	440		385		305		220		170		150		110		100	
C04:	15905		9980		6295		3585		1555		875		595		365	
C04;	260		230		185		135		105		80		55		25	
C05:	16730		10765		6810		3840		1800		1060		750		465	
C05;	375		325		250		220		165		120		75		50	
C10:	16100		10155		6480		3680		1705		905		695		425	
C10;	290		250		190		135		90		80		65		40	
C11:	16845		10680		6630		3600		1645		885		575		365	
C11;	255		210		170		120		90		65		35		25	
C12:	16230		10230		6540		3725		1815		1035		745		450	
C12;	285		250		170		145		80		50		40		25	
C13:	16395		10265		6385		3375		1580		830		510		270	
C13;	180		130		115		100		75		55		30		20	
C14:	16290		10420		6400		3270		1490		810		595		365	
C14;	245		185		140		110		50		40		25		25	
C15:	16350		10415		6525		3410		1575		805		645		400	
C15;	280		245		165		150		100		70		50		30	
C20:	16130		10245		6365		3470		1725		985		685		385	
C20;	255		210		160		120		85		70		45		35	
C21:	16155		10090		6210		3380		1580		800		550		300	
C21;	195		145		115		90		70		60		35		30	
C22:	16615		10505		6370		3380		1505		890		640		380	

C22;	265	220	185	140	80	60	35	30
C23:	15910	10150	6410	3485	1610	825	580	340
C23;	220	185	165	120	90	85	55	25
C24:	15975	10265	6205	3405	1725	925	630	360
C24;	230	185	140	110	95	75	50	35
C25:	16220	10095	6305	3350	1600	790	600	340
C25;	205	190	135	90	65	55	40	30
C30:	16990	10675	6570	3620	1650	925	640	400
C30;	290	230	170	125	80	65	50	30
C31:	16690	10440	6640	3710	1760	1050	710	425
C31;	275	220	150	115	90	70	50	20
C32:	15855	9990	6195	3435	1670	840	570	290
C32;	185	155	115	70	50	40	20	15
C33:	16840	10570	6690	3665	1770	840	605	335
C33;	255	200	140	110	75	60	45	30

2 sek Intervall: 16 Kanäle >0,25µm bis >2,5µm in P/100ml

	Year	Mon	Day	Hr	Min	Loc	GF	Err	Qbatt	Im	UeL	Ue4	Ue3	Ue2	Ue1	Iv
P	8	12	10	11	31	1	0	64	130	14	5	4	0	0	0	8
C00:	16305		10442		6597		3662		1800		982		632		395	
C00;	272		220		192		147		117		105		75		52	
C02:	15862		10097		6237		3497		1630		870		595		350	
C02;	260		217		165		142		102		72		45		27	
C04:	16182		10197		6372		3527		1737		852		615		330	
C04;	225		190		152		110		77		67		35		22	
C10:	16482		10480		6570		3597		1777		947		672		417	
C10;	265		230		175		140		102		75		65		45	
C12:	16210		10112		6325		3555		1755		967		685		392	
C12;	262		222		160		120		82		62		42		32	
C14:	16170		10182		6275		3457		1585		870		612		360	
C14;	240		190		142		120		67		45		30		22	
C20:	16365		10267		6442		3592		1615		870		615		355	
C20;	252		200		165		122		75		60		40		27	
C22:	16385		10425		6530		3587		1705		892		657		397	
C22;	282		220		185		137		92		70		52		27	
C24:	15987		10085		6375		3425		1665		880		587		335	
C24;	220		170		135		100		65		47		32		27	
C30:	15520		9662		6180		3330		1545		915		620		372	
C30;	290		240		205		162		100		75		42		27	
C32:	15790		10032		6342		3597		1687		910		645		375	
C32;	245		220		180		145		115		85		55		40	
C34:	16345		10450		6767		3652		1705		895		647		400	
C34;	297		257		212		175		110		90		65		50	
C40:	16660		10680		6725		3720		1760		932		660		425	

C40; 280 230 170 147 100 80 50 32

3 sek Intervall: 16 Kanäle >0,25µm bis >2,5µm in P/100ml

	Year	Mon	Day	Hr	Min	Loc	GF	Err	Qbatt	Im	UeL	Ue4	Ue3	Ue2	Ue1	Iv
P	8	12	10	11	33	1	0	64	130	14	4	4	0	0	0	7
C00:	16006		10106		6431		3508		1668		926		658		401	
C00;	255		208		155		126		73		56		38		28	
C03:	16078		10245		6485		3606		1748		948		703		435	
C03;	298		260		213		171		110		96		80		70	
C10:	16010		10148		6313		3401		1575		845		566		336	
C10;	243		210		166		128		98		78		51		40	
C13:	15806		10043		6226		3381		1655		908		628		381	
C13;	263		220		166		118		70		56		46		30	
C20:	15988		10225		6406		3475		1606		853		591		350	
C20;	241		198		161		133		91		73		53		38	
C23:	16158		10198		6401		3461		1611		878		603		363	
C23;	213		165		120		75		38		33		11		10	
C30:	15948		10205		6383		3488		1626		811		565		348	
C30;	240		191		150		116		80		50		30		21	
C33:	15683		10113		6341		3453		1653		935		661		405	
C33;	265		208		166		131		100		78		48		31	

Modell 1.109, Version 12.30 Messmodus Partikelmasse (Normal Dust Mode)

Anmerkung: Wie beim 1.108 sind beim 1.109 im Messmodus Partikelmasse die Messwerte kumulative als Staubmasse je Größenkanal immer auf die Einheit [µg/m³] bezogen. Die letzte Stelle ist immer die erste Nachkommastelle. Ein Wert von 494 im ersten Kanal bedeutet eine kumulative Staubmasse von 49,4 µg/m³ für alle Partikel > 0,23 µm. Ein Wert von 483 im zweiten Kanal dementsprechend 48,3 µg/m³ für alle Partikel > 0,25 µm. Um die Staubmasse pro Größenkanal zu erhalten, müssen die Originalwerte differenziell ausgewertet werden. Im obigen Beispiel 494 – 483 = 11 was einer differenziellen Staubmasse von 1,1 µg im ersten Größenkanal 0,23 µm < Dp < 0,25 µm entspricht.

1 min Intervall: 32 Kanäle >0,25µm bis >32µm in µg/m³, mit einer Nachkommastelle

	Year	Mon	Day	Hr	Min	Loc	GF	Err	Qbatt	Im	UeL	Ue4	Ue3	Ue2	Ue1	Iv
P	8	12	10	11	36	1	20	0	130	29	0	4	0	0	0	0
N_;	494		483		474		466		457		448		443		441	
N_;	437		435		433		432		429		425		420		413	
n_;	400		371		353		335		295		266		257		239	
n_;	155		80		57		57		0		0		0		0	

6 sek Intervall: 32 Kanäle >0,25µm bis >32µm in µg/m³, mit einer Nachkommastelle

	Year	Mon	Day	Hr	Min	Loc	GF	Err	Qbatt	Im	UeL	Ue4	Ue3	Ue2	Ue1	Iv
P	8	12	10	11	43	1	20	0	130	29	5	4	0	0	0	6
N0:,	233		222		213		205		196		187		182		180	
N0:,	176		174		173		171		168		167		163		157	
n0:,	154		136		118		81		33		0		0		0	
n0:,	0		0		0		0		0		0		0		0	
N1:,	471		460		451		443		435		426		421		418	
N1:,	415		412		411		411		409		406		401		392	
n1:,	392		386		359		341		308		258		228		228	
n1:,	228		228		0		0		0		0		0		0	
N2:,	466		456		447		438		430		421		416		414	
N2:,	410		408		408		406		405		403		399		396	
n2:,	375		359		341		318		262		228		228		228	
n2:,	228		228		0		0		0		0		0		0	
N3:,	229		218		209		201		192		184		178		176	
N3:,	172		170		169		166		165		161		157		154	
n3:,	139		113		92		69		45		45		45		0	
n3:,	0		0		0		0		0		0		0		0	
N4:,	824		813		803		795		786		777		773		770	
N4:,	767		764		763		762		759		757		747		744	
n4:,	731		722		703		685		613		579		579		579	
n4:,	579		579		579		579		0		0		0		0	
N5:,	274		263		254		246		238		229		223		220	
N5:,	215		212		211		210		206		201		196		190	
n5:,	170		129		102		93		45		45		45		0	
n5:,	0		0		0		0		0		0		0		0	
N6:,	318		307		297		289		281		272		267		264	
N6:,	260		258		256		253		251		247		239		233	
n6:,	205		147		132		109		69		69		69		69	
n6:,	0		0		0		0		0		0		0		0	
N7:,	256		245		236		228		219		210		205		203	
N7:,	199		197		196		194		193		190		186		174	
n7:,	149		122		101		73		33		0		0		0	
n7:,	0		0		0		0		0		0		0		0	
N8:,	294		283		273		266		257		248		244		241	
N8:,	239		237		236		235		231		230		226		215	
n8:,	200		196		175		147		131		114		114		69	
n8:,	0		0		0		0		0		0		0		0	
N9:,	527		516		506		499		490		481		476		473	
N9:,	470		467		465		464		462		459		451		444	
n9:,	403		362		332		318		286		270		239		194	
n9:,	125		0		0		0		0		0		0		0	

6 Wartung und Reinigung



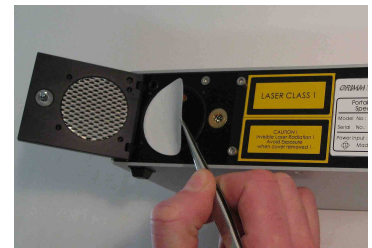
Es wird empfohlen, 1 mal jährlich nachfolgende Punkte abzuarbeiten!

6.1 Filterkammer

Die Filterkammer ist bei jedem Filterwechsel mit einem Wattestäbchen oder einem fusselfreien Tuch zu reinigen. Hartnäckige Verschmutzungen können Sie auch mit Spezialreinigungstüchern für die EDV beseitigen.

6.2 Filterwechsel

Schalten Sie das Gerät aus. Lösen Sie die Schraube im Filterkammerdeckel. Die Schraube ist mit einer Sicherung versehen, so dass sie nicht herausfallen kann. Klappen Sie den Filterkammerdeckel vorsichtig auf. Entnehmen Sie nun mittels einer geeigneten Pinzette den alten Filter. Vermeiden Sie, dass der auf dem Filter gesammelte Staub in das Instrument gelangt und somit die Messzelle verunreinigt.



Reinigen Sie die Probenluftstrecke und die Filterkammer wie oben beschrieben.



Legen Sie nun mit der Pinzette einen neuen Filter mittig auf den großen O-Ring der Filterkammer. Der kleine O-Ring sollte vom Filter nicht berührt werden. Falls eine gravimetrische Kontrolle durchgeführt wird, so beachten Sie bitte Kapitel 4.4. Schließen Sie nun den Deckel so, dass der Filter nicht verrutscht, und drehen Sie die Schraube bis zu einem spürbaren Anschlag (nicht zu fest).



Die maximale Laufzeit bei Batteriebetrieb, aber auch die Lebensdauer der Pumpe, nehmen mit steigender Filterbeaufschlagung ab. Wechseln Sie den Filter daher rechtzeitig, spätestens beim Anzeigen der entsprechenden Warnmeldung. Eine Filterbeladung über 20mg sollte möglichst vermieden werden.

6.3 Reinigung der Messkammer

Das Gerät ausschalten.

Die Filterkammer öffnen und Gravimetriefilter entfernen.

Der Lufteinlass an der Gerätevorderseite ist mit sauberer und ölfreier Pressluft mit einem Druck von ca. **3 Bar** immer in Richtung des Luftstromes durchzublasen (siehe Abbildung rechts). Durch den geradlinigen Verlauf der Aerosolstrecke durch die Messkammer muss man durch diese hindurchsehen können. Eventuelle Verstopfungen der Einlassdüse sind von der Filterkammer aus mit einem Holz- oder Kunststoff-Stäbchen zu entfernen (keine härteren Materialien verwenden, um Beschädigungen der Düse zu vermeiden!).



Keine Utensilien (z.B. Tücher, etc..) durch die Einlassdüse ziehen oder diese demontieren!

6.4 Gehäuse

Das Staubmessgerät wird von einem Metallgehäuse umgeben, welches den Schutz gegen mechanische Einwirkungen und elektromagnetische Felder gewährleistet. Die Folientastatur und das LCD-Fenster sind vor groben mechanischen Belastungen zu schützen. Zur Reinigung des Gehäuses sollte ein trockener Lappen oder bei hartnäckigen Flecken feuchte Spezialreinigungstücher aus dem EDV-Bereich verwendet werden.



Das Gerät vor Kontakt mit Flüssigkeiten schützen!

6.5 Interner Spülluftfilter

Zum Schutz der Laseroptik vor Verschmutzung und für den Selbsttest des Gerätes wird über einen eingebauten Feinfilter partikelfreie Luft erzeugt, dessen Lebenserwartung, auch bei Dauerbetrieb, mehrere Jahre beträgt. Sollte die Meldung

**„CHECK NOZZLE
AND AIR INLET“**

mehrfach erscheinen, obwohl die Probeneinlassstrecke frei ist und am Probeneinlass auch kein unerlaubter Überdruck anliegt, so deutet das auf einen Fehler in der Spülluftversorgung hin. Meist kann das Problem durch Austausch des Filters behoben werden, allerdings muss dies von geschultem Service-Personal durchgeführt werden. Wenden Sie sich in diesem Fall bitte an Ihre nächste Kundendienstabteilung oder fragen Sie Ihren Händler.

6.6 K-Linie, Funktionstest der optisch Messzelle, Laserdiode und Photodiode

Beim Selbsttest wird der Zustand der optischen Messzelle und die Funktion der optischen Bauteile, Fotodiode in der optischen Messzelle und Laserdiode abgefragt. Die Werte erscheinen in der sogenannten K-Linie, wenn das Gerät über HyperTerminal angesteuert wird. Im folgenden werden die einzelnen Werte der K-Linie erläutert .

```
DC/v DC_d DC_h C0_h C0_d La_l La_h
K 740 1318 1469 0 0 60 106
```

Der Wert DC/v zeigt die DC Spannung der Fotodiode ohne Vorspannung (offset-Wert) des Vorverstärkers. Dieser Wert dient als Referenzwert und ist für den Kunden ohne weitere Bedeutung.

```
DC/v DC_d DC_h C0_h C0_d La_l La_h
K 740 1318 1469 0 0 60 106
```

Die Fotodiode erzeugt eine "Ruhespannung" bei ausgeschalteter Laserdiode. Diese Ruhespannung wird DC_d genannt, wobei d für "dunkel" oder "dark" steht. Ein Wert von z.B. 1318 in der K-Linie entspricht einer Spannung von 131,8 mV.

Bei eingeschaltetem Laser erhöht sich die Spannung der Fotodiode, im oben gezeigten Beispiel auf 146,9 mV. Das h bei DC_h steht für "hell" oder "high". Die Zunahme der DC Spannung resultiert aus dem Restlicht des Lasers, z.B. durch Reflexion in der Messzelle. Der Großteil des Laserlichts wird im Normalfall von der Lichtfalle absorbiert.

Die DC_d und DC_h Werte sind variabel, zum Beispiel abhängig von der Temperatur. Die Differenz zwischen DC_h und DC_d sollte aber immer nahezu konstant bleiben. Im oben genannten Beispiel ca. 15 mV (146,9mV – 131,8mV). Die Differenz ist somit ein guter Indikator für den Zustand der Messzelle.

Falls Die Differenz zwischen DC_d und DC_h nicht konstant bleibt, muss die Optik gereinigt oder repariert werden. Die Soll-Differenz zwischen DC_d und DC_h kann für jedes Gerät aus dem letzten Serviceprotokoll, bzw. bei Neugeräten aus dem Abnahmeprotokoll entnommen werden

Ändert sich der Zustand der Messzelle z.B. durch Verschmutzung steigt dieser Differenzwert rapide an. Ein in der Aerosoleinlassdüse festsitzender Fussel, der in den Strahlengang des Lasers reicht, kann z.B. einen DC_h Wert auf 65000 ansteigen lassen. Ein Differenzwert nahe Null z.B. von 2,3 mV ist typisch für eine defekte Laserdiode. Eine defekte Laserdiode emittiert nur noch schwach im Infrarotbereich, ähnlich einer roten LED, wobei die Fotodiode sehr empfindlich auf Infrarotlicht reagiert.

```
DC/v DC_d DC_h C0_h C0_d La_l La_h
K 740 1318 1469 0 0 60 106
```

Die Werte C0_h und C0_d müssen immer 0 sein.

C0_h steht für Counts ohne Partikel bzw. Nullzählung bei eingeschaltetem Laser daher h für "hell" bzw. "high". Während des Selbsttests wird in der Messzelle durch partikelfreie Spülluft ein Überdruck erzeugt. Dadurch können keine Partikel in die Messzelle eindringen und der Wert muss 0 sein. Ein Wert ungleich Null zeigt unerwünschte Partikel in der Messzelle an, z.B. durch Undichtigkeit in der Probenluftführung.

Ebenfalls mit partikelfreier Referenzluft aber ausgeschaltetem Laser wird der Wert C0_d ermittelt, daher d für "dunkel" bzw. "dark". Steht unter C0_d ein Wert ungleich Null, deutet dieser auf einen Fehler am Signalverstärker hin. Da ohne Laserlicht kein Streulicht entstehen kann, muss das Signal durch elektronisches Rauschen verursacht sein. Dies deutet auf einen Fehler des Signalverstärkers hin.

DC/v	DC_d	DC_h	C0_h	C0_d	La_l	La_h
K 740	1318	1469	0	0	60	106

Die Laserdiode in einem Grimm Aerosolspektrometer wird abwechselnd mit zwei Laserleistungen betrieben, dem sogenannten Multiplex-Mode. La_l "low" bedeutet niedriger Laserstrom in mA und La_h "high" hoher Laserstrom. Steigt der La_h Strom auf Werte zwischen 180 bis 200 mA, ist die Laserdiode defekt.

In seltenen Fällen kann es trotz funktionierender Laserdiode zu Fehlermeldungen kommen, wenn z.B. eines der beiden Potentiometer auf dem kleiner Lasertreiberboard defekt ist. Ist zum Beispiel die Lötverbindung des Potis für die hohe Laserleistung gebrochen liegt der La_h Wert im selben Bereich, wie der La_l. Ein defektes Poti bei der niedrigen Laserleistung ist sehr viel schwieriger zu erkennen, da die Laserleistung mit nur 0,5mW an sich schon sehr gering ist und die Werte für La_l und La_h wegen Referenzwiderständen niemals auf Null sinken.

Bei neuen Geräten wird ein Abnahmeprotokoll zur Qualitätssicherung mit geliefert, das für Vergleichszwecke die Werte der K-Line bei der Werkskalibrierung durch den Hersteller enthält.

7 Zubehör

1.111	Radialsymmetrischer Ansaugkopf für Gesamtstaub bei 1,25m/s
1.145A	Tragetasche mit Schulterriemen
1.147	Externer optischer und akustischer Signalgeber
1.148	Minifilter für 0-Test
1.149B	Großer Ersatzteilsatz (X803, 1.110, 1.113A, 1.119, 1.148, u.a.)
1.151A	Reinraum-Probenahmeköpfe für 0,5; 1; 2 und 4m/s mit Stativ
1.152	Isokinetische Kanalsonde mit 4 Einlassdüsen für Windgeschwindigkeiten von 2-25m/s
1.153FH	Sensor für Temperatur und rel. Feuchte
1.154	Sensor für Temperatur, rel. Feuchte und Strömungsgeschwindigkeit (0,3 bis 20m/s)
1.162	Stecker für die Analogbuchse
1301	PAH-Sensor, tragbarer Zusatz zur Messung partikelgebundener PAHs
1301 HLX	Adapterset für 1301 und Aerosolspektrometer
1320	NANO-Check, tragbarer Zusatz zur Messung von Nanopartikeln 25 - 300nm
1365 HLX	Adapterset für 1320 und Aerosolspektrometer
165	Wetterschutzgehäuse

7.1 Luftprobennehmer

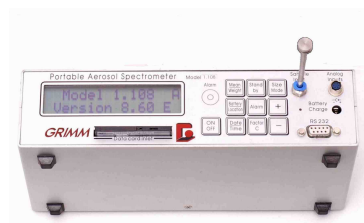
Für einen möglichst geringen Messfehler bei der Probenahme sollte darauf geachtet werden, dass möglichst kein Unterschied zwischen der Geschwindigkeit des zu messenden Aerosols und der Geschwindigkeit des Aerosols am Einlass des Messgerätes herrscht. Diese Probenahme bei Partikelmessungen wird als **isokinetische** Teilstromentnahme bezeichnet.

Da die Staub- und Partikelmessgeräte mit einer Volumenstromregelung (1,2l/min bzw. 72l/h) ausgestattet sind, lässt sich die Ansauggeschwindigkeit durch die Geometrie des Probennehmers exakt bestimmen.

Je nach Applikation sollte deshalb ein geeigneter Probennehmer verwendet werden. Dazu werden von GRIMM die folgenden Modelle angeboten:

Radialsymmetrischer Ansaugkopf (Modell 1.111)

EINSATZ: Bei Messungen im Innenbereich (in-door / IAQ) und Außenluftmessungen bis zu einer Luftbewegung von ca. 2,5m/s aus unterschiedlichen Richtungen. Der radialsymmetrische Ansaugkopf ist konform mit der Richtlinie EN 481 für Messungen am Arbeitsplatz und gewährleistet eine Ansauggeschwindigkeit von 1,25m/s am Öffnungsschlitz.



Reinraum-Probenahmeköpfe mit Stativ (Modell 1.151A)

EINSATZ: Bei Messungen im Strömungsbereich bis 4m/s bei der die Luft in einer relativ konstanten Geschwindigkeit und in eine definierte Richtung austritt, zum Beispiel nach Filteranlagen oder in LAF-Boxen.

Eine repräsentative Probennahme bei Partikelmessungen erfordert eine isokinetische Teilstromentnahme. Dieser Zustand ist nur bei gleicher Geschwindigkeit zwischen Haupt- und Teilstrom gegeben. Der Probennehmer ist durch vier unterschiedliche Düsen für Geschwindigkeiten von 0,5; 1, 2 und 4m/s geeignet. Die geeignete Düse wird nach Messung der Luftgeschwindigkeit am Messpunkt ausgewählt. Die Probenahmeöffnung muss immer frontal in den Luftstrom zeigen. Der Probennehmer kann entweder direkt in den Probeneinlass des Messgerätes gesteckt werden oder auf das entsprechend platzierte Stativ. Im letzten Fall wird der Probennehmer, um die Partikelverluste durch Sedimentation gering zu halten, über einen möglichst kurzen Schlauch mit dem Messgerät verbunden.

Je nach Geschwindigkeit der austretenden Luft stehen folgende Einlassdüsen zur Verfügung:

-rote Düse:	bis 0,5m/s
-goldene Düse:	0,5 bis 1,0m/s
-grüne Düse:	1,0 bis 2,0m/s
-blaue Düse:	2,0 bis 4,0m/s



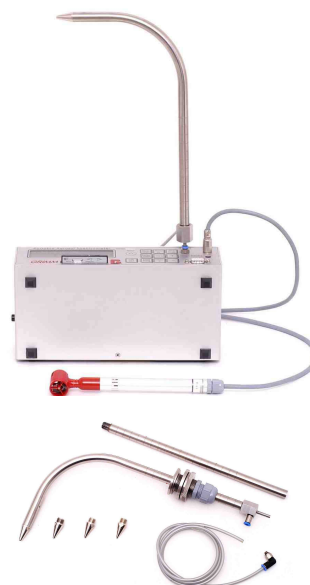
Isokinetische Kanalsonde für 2 bis 25m/s (Modell 1.152)

EINSATZ: Probenahme für Partikelmessungen aus Luftschächten oder Lüftungskanälen, vor oder hinter Filtern, in Be- und Entlüftungsanlagen.

Dieser Probennehmer ist speziell für Staubmessungen in Lüftungskanälen entwickelt worden. Durch die Probenluftrückführung ist ein Einsatz auch bei Über- oder Unterdruck bis **100mbar** möglich. Der Kanal muss dazu mit einer Montageöffnung von **35mm Durchmesser** ausgerüstet sein. Durch die Skala am Probennehmerrohr können einfach und schnell Messungen nach VDI 2066 durchgeführt werden. Werden Messungen nicht bei Normaldruck durchgeführt, so ist eventuell eine Umrechnung des Probenvolumens auf Normkubikmeter durchzuführen. Die Messergebnisse sind dann entsprechend zu korrigieren.

Die Sonde besteht aus folgenden Bestandteilen (Skizzenindizes vorangestellt) :

- (2) vier Anströmdüsen für die Geschwindigkeitsbereiche 2-4, 4-8, 8-16 und 16-25m/s. Die Düse mit der kleinsten Düsenöffnung ist für die höchste Geschwindigkeit zu benutzen
- (3) 90° Sondenbogen
- (4) Öffnung für Auslass der Probenluftückführung
- (7) Kanalhalterung
- (8) Sondenverlängerung 250mm, optional
- (9) Anschlussstück für Verbindung zum Messgerät und Lufrückführung
0,5m Schlauch 3*6mm: optionale Verlängerung für Verbindung zum Messgerät
- (10) Schwenkverschraubung zum Anschluss der Lufrückführung
Schraubenschlüssel 8*10 für den Düsenwechsel und das Befestigen der Schwenkverschraubung an der Geräterückseite. Sowie (1) Lüftungskanal, (5) Probenluft zum Messgerät, (6) Ablufrückführung



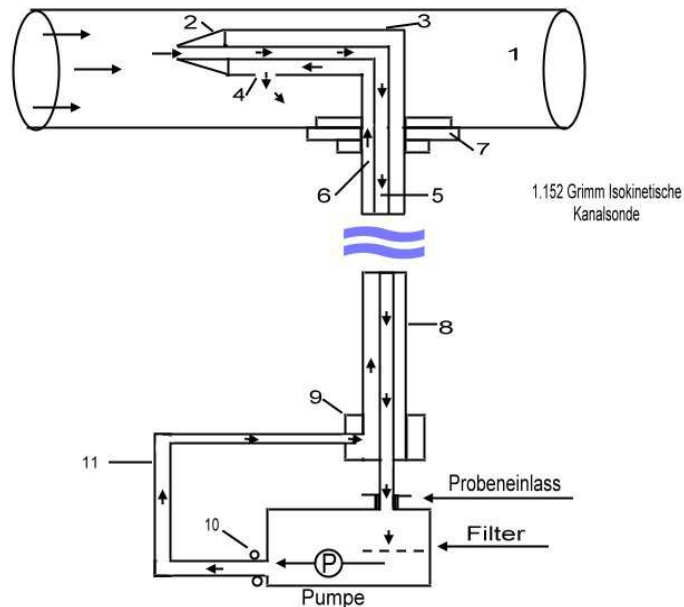


Abbildung 13: Funktionsprinzip der isokinetischen Kanalsonde

Installation der Kanalsonde 1.152

Die nachstehenden Abbildungen zeigen von links nach rechts die wesentlichen Schritte zur Verbindung der Kanalsonde mit dem Messgerät.



Abbildung 14: Installation der Kanalsonde, a) Kanalsonde, b) Verlängerung, c) Probenrückführung

Um den gewinkelten Steckverbinder anschrauben zu können, muss zuerst, wie in der linken Abbildung gezeigt, die Verschlusskappe vom Probenluftausgang auf der Rückseite des Spektrometers entfernt werden. Mit dem mitgelieferten 8mm-Maulschlüssel kann nun die Steckverbindung eingeschaubt und handfest nachgezogen werden. Anschließend sind die restlichen Komponenten pneumatisch zu verbinden. Bei der Kanalsonde muss der 90° Bogen a) verwendet werden, da nur an diesem Teil die rückgeführte Probenluft durch die kleine Öffnung die Sonde wieder verlassen kann. In der geraden Verlängerung fehlt diese Öffnung. Der durchsichtige Silikonschlauch b) dient zur flexiblen Verlängerung bis zum Probeneinlass am Staubmessgerät. Der graue PVC Schlauch c) führt die Probenluft zurück.



Hinweis: Um Partikelverluste durch Sedimentationen in dem Silikonschlauch möglichst zu vermeiden, sollte der Weg zwischen der Kanalsonde und dem Probeneinlass des Staubmessgerätes möglichst kurz und gerade bzw. vertikal verlaufen. Ideal wäre es, die Kanalsonde direkt mit dem Staubmessgerät zu verbinden!

Hochdruckdiffuser für Druckluft (Modell 7.910)

Der GRIMM "Hochdruckdiffuser für Druckluft 7.910" wurde entwickelt, um den Druck innerhalb der Druckluftleitung auf Umgebungsdruck zu reduzieren. Dies ermöglicht das Messen mit einem Aerosolspektrometer und einer Volumenstromrate von 1,2 Liter/Minute. Das 7.910 wurde zudem nach Benutzerspezifikation für einen Maximaldruck von 10bar entwickelt und für die isokinetische Probenahme sowohl am Lufteinlass als auch am Luftauslass. Um die isokinetische Probenahme durchführen zu können, ist es wichtig, die korrekte Eingangsdüse und Ausgangsrohr auszuwählen. Um diese Parameter korrekt auswählen zu können, ist jedem Diffuser ein Set von zwei Kalibrierdiagrammen beigelegt.

Für das Modell 7.910 ist ein separates Handbuch erhältlich.



7.2 Tragetasche mit Schulterriemen (Modell 1.145A)

Diese Schutztasche ist für den mobilen Einsatz des Spektrometers vorgesehen. Sie schützt das Gerät vor Dreck und Erschütterungen. Die Anschlüsse für den Probeneinlass, optionale Sensoren oder den seriellen Anschluss sind frei zugänglich. Auch das LCD-Display kann bei geschlossener Tasche leicht gelesen werden.



7.3 Externer optischer und akustischer Alarmgeber (Modell 1.147)

Schließen Sie den Alarmgeber direkt an die RS-232-Buchse des Staubmessgerätes an. Jedes Mal, wenn der am Gerät eingestellte Alarmwert überschritten wird, signalisiert der Alarmgeber dies optisch und akustisch. Über 5 DIL-Schalter und ein Potentiometer im Fuß des Alarmgebers können 24 verschiedene Signaltöne gewählt sowie deren Lautstärke geändert werden.

Technische Daten:

Gewicht:	0,42kg
Abmessungen:	Ø = 93mm, H = 115mm
Stecker:	9-polig D- Subminiatur
Stromversorgung:	12V, 0.15A
Blitz- Energie:	1.0J
Blitzfolge- Frequenz:	1Hz
Signalton:	24 verschiedene
Lautstärke:	bis 110dB(A)



7.4 Nullfilter (Modell 1.148)

Mit diesem Filter kann das Staubmessgerät auf Rauschen der Signalelektronik und auf Undichtigkeiten in der Ansaugstrecke überprüft werden. Wenn der Filter an den Lufteinlass des Staubmessgerätes angeschlossen wird, müssen die Konzentrationsmesswerte an der LCD-Anzeige durch die Mittelwertbildung nach einer Minute, bzw. bei einer Online-Messung sofort, auf Null gehen. Das Ansteigen des Pumpenmotorstromes auf bis zu 60 % und damit verbunden eine mögliche Warnmeldung ist dabei normal.



7.5 Sensor für Temperatur und Feuchte (Modell 1.153FH)

Dieser Sensor ist auf Grund seiner geringen Stromaufnahme bestens für ein akkubetriebenes Staubmessgerät als Zusatz geeignet. Die Sensorenwerte können online auf dem LCD dargestellt werden, via HyperTerminal, oder auch im Sensor-Fenster der GRIMM Windows Software. Die Kenntnis über die relative Feuchtigkeit ist fundamental für die Interpretation und Analyse der Aerosol-Messdaten.

Technische Daten:

Dimensionen:	Ø = 15 mm, Länge = 130 mm, Kabel: ca. 2m
Anschluss:	6- pin
Stromversorgung:	10V ±5%, < 5 mA
Temperaturbereich:	0.3 bis zu +80 °C
Auflösung:	0.1 K
Genauigkeit:	Normal 0.3 K
Feuchtigkeitsbereich:	0 bis zu 100 % rH
Auflösung:	0.1 %
Genauigkeit:	Normal 1 %



7.6 Sensor für Feuchte, Temperatur und Luftgeschwindigkeit (Modell 1.154)

Dieser Sensor ist wie Modell 1.153FH, jedoch zusätzlich ausgestattet mit einem integrierten Anemometer für Luftgeschwindigkeit. Das kompakte Design des Sensors wurde optimiert für den Gebrauch in Kombination mit der isokinetischen Kanalsonde und der direkten Bestimmung der Luftgeschwindigkeit in Luftschächten. Eine weitere Anwendung ist die Überwachung der Windgeschwindigkeit in einer präferierten Richtung während einer Partikelmessung, z.B. für Quellstudien oder Ventilationskontrolle.

Technische Daten:

Dimensionen:	Ø = 15 mm, Länge = 130 mm, Kabel: ca. 2m
Anschluss:	6- pin
Stromversorgung:	10V ±5%, < 5 mA
Temperaturbereich:	0.3 bis zu +80 °C
Auflösung:	0.1 K
Genauigkeit:	Normal 0.3 K
Feuchtigkeitsbereich:	0 bis zu 100 % rH
Auflösung:	0.1 %
Genauigkeit:	Normal 1 %
Windgeschwindigkeit:	0.3 bis zu 20 m/s
Auflösung:	0.1 m/s
Genauigkeit:	Normal 1 %



7.7 Stecker für Analogbuchse

Das Spektrometer kann über die Analogbuchse bis zu drei Analogsignale mit einer Ausgangsspannung von 0-10V aufzeichnen. Hierzu muss ein passender 6-poliger Analoganschluss verwendet werden. Die PIN-Belegung ist wie folgt: PIN1: Input1, PIN2: Input2, PIN3: Input3, PIN4: Masse, PIN5: +10V/40mA, PIN6: 1-Wire Bus.

7.8 PAH-Sensor (Modell 1301) und Adapterset (Modell 1301-HLX)

Dieser Sensor misst die Gesamtkonzentration partikelgebundener polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK bzw. PAH). Der Sensor verfügt über keine eigene Probenluftpumpe und wird daher direkt vom Staubmessgerät versorgt. Die Messdaten werden über die serielle RS-232-Schnittstelle an das Staubmessgerät übertragen. Der PAH-Sensor und das Staubmessgerät werden zusammen in ein Adapterset montiert. Dadurch ist ein mobiler, batteriebetriebener Einsatz möglich. Bei der Installation in einem Wettergehäuse erfolgt die Datenübertragung über die Analogbuchse des Staubmessgeräts. Die Spannungsversorgung erfolgt mit Hilfe eines Kabeladapters über das Netzteil des Staubmessgeräts.

Technische Daten:

Sensor Maße:	240 x 75 x 75mm
Gewicht nur Sensor:	1.75kg
Stromversorgung:	10 - 28 VDC; < 1,2A (max.)
Batterie:	12VDC Bleibatterie
Anschluss:	9-pin SUB-D & Niedervolt-dose
Schnittstelle:	RS-232, 1-wire, analog-out; I2C
Messbereich:	Bis zu 5000fA max. (einstellbar)
Empfindlichkeit:	< 1 ng/m ³ (Aerosolabhängig)
Auflösung:	>= 12 Bit
Datenrate:	<= 6 s bis zu 2h (einstellbar)
Status Display:	LED's

Adapter Maße:	320 x 115 x 290mm
Gewicht nur Adapter:	3.4kg

Gewicht komplettes System mit Sensor, Adapter und Spektrometer:	6.85kg
---	--------



Komplettes System geschlossen



Komplettes System offen

Das Adapterset verfügt über eine Batterie für den integrierten PAH-Sensor und ermöglicht damit Feldmessungen ohne externes Netzteil. Der PAH-Sensor ist über den Analogeingang #3 mit dem Staubmessgerät verbunden. Die anderen Analog-Eingänge #1 und #2 sind weiterhin über eine Analogbuchse auf der Seitenplatte des 1301-HLX zugänglich.

Beide Instrumente 1108/9 und 1301 können mit dem mitgelieferten Standard-Netzteil des Staubmessgerätes versorgt werden. Auf der rechten Seitenplatte des 1301-HLX befindet sich eine Versorgungsbuchse (gleicher Typ wie auf dem Staubmessgerät).



Für die Modelle 1301 und 1301-HLX sind jeweils separate Handbücher verfügbar.

7.9 NanoCheck Modell 1320 und Adapterset 1365-HLX

Das NanoCheck misst die Gesamtanzahlkonzentration und den mittleren Partikeldurchmesser der Nano-Aerosole im Bereich von 25nm bis 300nm, was genau neben dem Messbereich der GRIMM Aerosolspektrometer liegt.

Der Nanozähler Modell 1.320 kann an jedes GRIMM Aerosolspektrometer angebaut werden, wodurch er die Probe direkt vom Spektrometer erhält, welches die Daten auch anzeigt und speichert. Sowohl der NanoCheck als auch das Spektrometer sind in dem Adapterkit 1.365-HLX montiert. Mit diesem Aufbau ist es möglich den kompletten Aerosolgrößenbereich zu überwachen inklusive der ultrafeinen Partikel mit nur einem batteriebetriebenen, mobilen Gerät. In Kombination mit einem GRIMM Aerosolspektrometer kann das komplette System den Partikelgrößenbereich von 25nm bis zu 30µm in verschiedenen Größenkanälen und in Echtzeit messen.

Zusätzlich zu der klassischen gemessenen einatembaren, thorakalen und alveolengängigen Partikelmassenfraktion gemäß EN 481 ist es auch ein großer Gewinn sowohl für die IndoorAirQuality-Überwachung, beruflicher Sicherheit und Gesundheit, als auch für weitere Anwendungen in der Aerosolforschung, bei der die Belastung durch Nanopartikel in einem Bereich bis hinunter zu 25nm geht. Dies hilft dem Verständnis des Einflusses von Nanoaerosolen der einatembaren Aerosolkonzentrationen.

Technische Daten:

Sensor Maße:	240 x 75 x 75mm
Gewicht Sensor:	1.8kg
Stromversorgung:	10 - 28 VDC; < 1,2A (max.)
Batterie:	12VDC Lithium Ionen-Batterie
Anschluss:	9-pin SUB-D & Niedervoltdose
Schnittstelle:	RS-232, 1-wire, analog-out; I2C
Messbereich:	
Partikelgröße	25nm bis zu 300nm
Anzahl Konzentration	5000/ccm bis zu 500 000/ccm
Empfindlichkeit:	Abhängig von der Größenverteilung and Anzahl Konzentration
Auflösung:	>= 12 Bit
Datenrate:	10 s
Status Display:	LED's
Adapter Maße:	380 x 115 x 290mm
Gewicht Adapter:	4.7kg
Gewicht komplett:	8.2kg (Sensor, Adapter und Spektrometer)



Komplettes System geschlossen, mit angebautem Trockner



Für die Modelle 1320 und 1365-HLX sind jeweils separate Handbücher verfügbar.

7.10 Wetterschutzgehäuse (Modell 165)

Hohe Luftfeuchtigkeit führt bei optisch arbeitenden Staubmessgeräten normalerweise zu Fehlmessungen, da die Wassermoleküle als Teilchen erkannt werden und die Staubmesswerte verfälschen. Um aber bei solchen in der Natur öfter vorkommenden Bedingungen Staubmessungen durchführen zu können, wurde ein spezielles Wetterschutzgehäuse entwickelt. Dieses beinhaltet einen Ringspaltnmischer, durch den der Probenluft getrocknete Luft beigefügt werden kann. Beide Maßnahmen verringern die relative Luftfeuchtigkeit, so dass auch noch bei hohen Feuchtigkeitswerten Staubmessungen durchgeführt werden können. Die Steuerung der Mischerelektronik, die das Verhältnis von partikelfreier Trockenluft und Probenluft kontrolliert, erfolgt vom Staubmessgerät. Am Gerät kann dazu ein Feuchtigkeitsschwellwert eingestellt werden, ab dem der Mischer aktiviert werden soll. Wird der Mischer eingeschaltet, bleibt die vom Gerät angesaugte Luftmenge konstant 1.2 l/Minute, jedoch wird die Probenluft im Verhältnis 1:1 verdünnt. Dies wird von der Gerätesoftware bei der Berechnung der Staubfraktionen, des Filtergewichtes und des zugehörigen Volumenstromes berücksichtigt. Für die Erzeugung der trockenen und partikelfreien Mischluft wird die Geräteabluft vom Spektrometer benutzt, die dazu einen Silicagel-Trockner und einen Filter passiert. Die Mischerelektronik sorgt dafür, dass die Luftmengen von Abluft und Mischluft immer gleich sind. Ein dichtes System vorausgesetzt ist dann auch das Verhältnis Probenluft zu Mischluft 1:1.

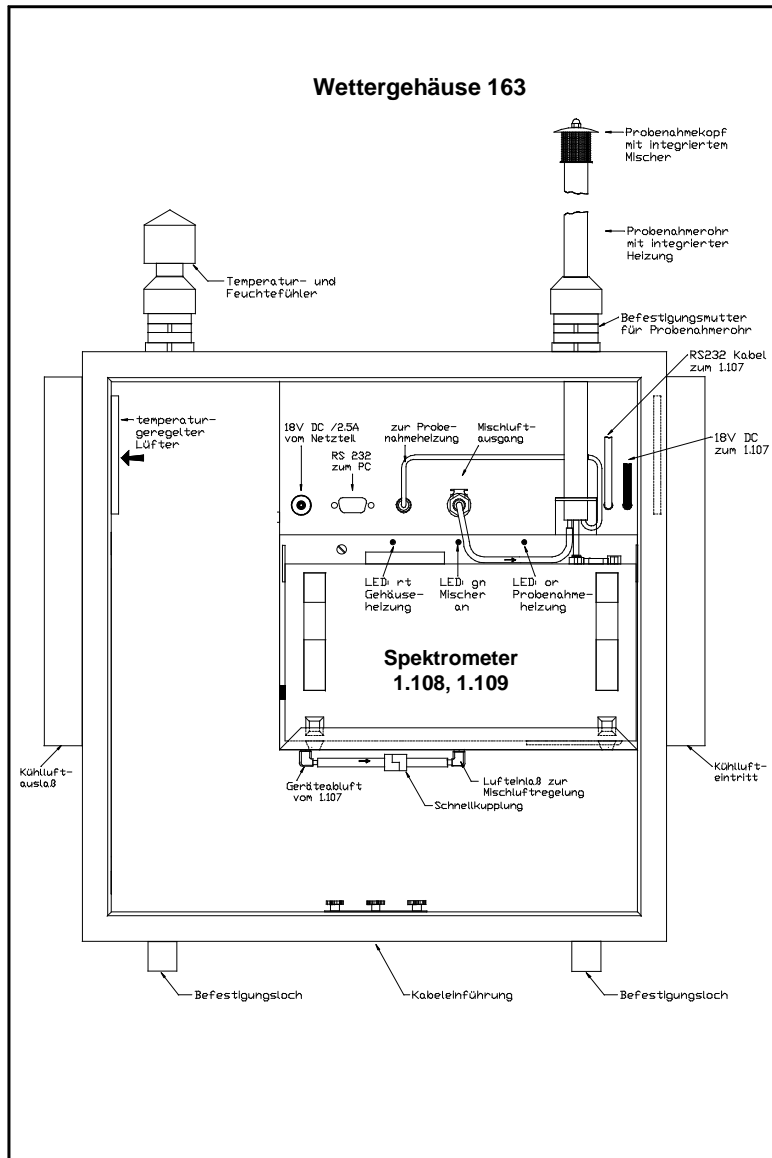


Abbildung 15: Wetterschutzgehäuse Modell 163

8 Garantie

Die Firma GRIMM Aerosol Technik garantiert jedem Kunden, dass das in diesem Dokument beschriebene Gerät nach den besten technischen Anforderungen für die beschriebene Anwendung entwickelt, konstruiert und gefertigt wurde, alles frei von Materialfehlern ist und durch strenge Qualitätskontrolle frei von Montagefehlern ausgeliefert wird. Es wird jedoch keine weiterreichende Garantie für eine applikationsspezifische Funktion gegeben oder aus Material- oder Montagefehlern entstandenen Schäden gehaftet. Jedes Gerät wird fertigungstechnisch erfasst und genauestens protokolliert, insbesondere die Kalibrier- und Validerungsdaten.

Sollte dieses Gerät während der 1-jährigen Garantiezeit ausfallen oder den Anforderungen nicht entsprechen, so hat die Firma GRIMM AEROSOL TECHNIK das Recht, die defekten Teile oder das Gerät auszutauschen, ausgenommen es handelt sich um Bedienungsfehler. Die Firma GRIMM Aerosol Technik wird die Reparatur im Werk kostenfrei durchführen, legendlich die Transportkosten als auch die damit verbundenen Nebenkosten gehen zu Lasten des Kunden. Vor-Ort-Reparaturen werden nur gegen Kostenersatz der Reise- und Servicekosten durchgeführt. Weitergehende Ansprüche, die aus der Garantie abzuleiten wären, gehen nicht zu Lasten der Firma GRIMM.

Die Firma GRIMM übernimmt die Garantie der verkauften Waren nur, wenn diese unter normalen Bedingungen benutzt und entsprechend den Anweisungen dieses Handbuches genutzt werden. Die Garantie erlischt nach Ablauf der 12-monatigen Frist, beginnend mit dem Tage der Auslieferung aus dem Werk. Rücksendungen zu Garantiearbeiten gehen zu Lasten des Kunden.

Diese Garantie wird durch folgende Ausnahmen unterbrochen:

- a) Für Ersatzteile, die während der Garantie ausgetauscht bzw. repariert wurden um den Gerätebetrieb wieder zu ermöglichen, wird nur normale Nutzung vorausgesetzt, 90 Tage Haftung übernommen.
- b) Der Lieferant haftet nicht für Zulieferprodukte oder Batterien oder Verbrauchsmaterial, nur die Originalgarantie bleibt aufrecht.
- c) Ohne schriftliche Bestätigung der Firma GRIMM übernimmt diese keine Garantie auf Teile von Zulieferern, die verändert bzw. von ungeschultem Personal aus- bzw. eingebaut wurden.
- d) Alles oben aufgeführte ersetzt andere Garantievereinbarungen bzw. Beschränkungen. Keine weiteren Haftungsansprüche werden gegeben, insbesondere außerhalb normaler Nutzung.
- e) VERANTWORTLICH für die Nutzung bzw. den Betrieb ist der Käufer. Er hat auf die rechtlichen Anforderungen bzw. Auflagen zu achten und das Gerät entsprechend den gesetzlichen und betriebstechnischen Bestimmungen zu betreiben. Abweichungen davon führen zum Garantierausschluss.
- f) Rechtliche Mittel, egal von welcher Seite eingebracht, gegen die Firma GRIMM nach mehr als 12 Monaten sind alle gegenstandslos.
- g) Der Käufer als auch der Verkäufer sind sich darüber einig, dass diese GARANTIEBEGRENZUNG, welche die Anforderungen und Grenzen darstellt, nicht in Frage gestellt werden soll. Beide Partner sind Vollkaufleute nach deutschem Recht.
- h) Sollte es dennoch zu einem Streitfall führen, so ist der Gerichtssitz Traunstein, BRD.

9 Transport

Die hierin beschriebene Ware wird in einem Karton oder einer Kiste ausgeliefert. Stellen Sie bitte sicher, dass die Lieferung vollständig und ohne sichtbare Schäden ist. Falls Sie Schäden infolge des Transportes entdecken, müssen Sie diese sofort reklamieren. In diesem Fall darf das Gerät aus Sicherheitsgründen **N I C H T** in Betrieb genommen werden. Um das Gerät gegen zukünftige Transportschäden zu schützen, empfehlen wir, die Originalverpackung aufzubewahren.



Falls das Gerät mit Transportsicherungen ausgestattet ist, müssen diese vor dem Transport wieder installiert werden.



Vor allem nach dem Transport bei niedrigen Temperaturen muss vor der Inbetriebnahme der Geräte eine ausreichende Akklimatisationszeit eingehalten werden, andernfalls können Geräteschäden auftreten.

10 Reparatur

Wissend, dass defekte oder inaktive Geräte dem Kunden Schaden verursachen, ist es die Politik des Hauses GRIMM, sich so schnell wie möglich diesen Kundenproblemen zu widmen. Wenn ein Gerätestillstand / Ausfall festgestellt wird, bitten wir Sie, umgehend das nächste GRIMM Vertriebsbüro oder den entsprechenden Händler zu kontaktieren.

Kontaktieren Sie bitte die Serviceabteilung der Firma GRIMM per Email, bevor Sie eines unserer Geräte zum Service zurücksenden, unter :

service@grimm-aerosol.com

und geben dazu die folgenden Daten an:

- Gerätemodell Nummer
- Serien-Nummer und Baujahr (auf dem Typenschild auf der Rückseite des Gerätes)
- Bestelldatum und Ihre Auftragsnummer (außer bei einem Garantiefall)
- Ihre Rechnungsadresse
- Ihre Versandadresse



Stellen Sie sicher, dass das Gerät oder die Geräte frei von jeglicher gesundheitsgefährdender Kontamination sind bevor Sie die Geräte versenden.

Anhang

Tabelle 4: Numerische Werte der Konventionen der gesamten luftgetragenen Partikel

Aerodynamischer Durchmesser in μm	Einatembare (%)	Thorakal (%)	Alveolen- gängig (%)	PM-10 (%)	PM-2,5 (%)
0,0	100	100	100	100	100
1,0	97,1	97,1	97,1	100	99,5
2,0	94,3	94,3	91,4	94,2	85,5
2,5					48,0
3,0	91,7	91,7	73,9	92,2	6,7
4,0	89,3	89,0	50,0	89,3	0
5,0	87,0	85,4	30,0	85,7	-
6,0	84,9	80,5	16,8	81,2	-
7,0	82,9	74,2	9,0	75,9	-
8,0	80,9	66,6	4,8	69,7	-
9,0	79,1	58,3	2,5	62,8	-
10,0	77,4	50,0	1,3	55,1	-
11,0	75,8	42,1	0,7	46,5	-
12,0	74,3	34,9	0,4	37,1	-
13,0	72,9	28,6	0,2	26,9	-
14,0	71,6	23,2	0,2	15,9	-
15,0	70,3	18,7	0,1	4,1	-
16,0	69,1	15,0	0	0	-
18,0	67,0	9,5	-	-	-
20,0	65,1	5,9	-	-	-
25,0	61,2	1,8	-	-	-
30,0	58,3	0,6	-	-	-
35,0	56,1	0,1	-	-	-
40,0	54,5	0,1	-	-	-
50,0	52,5	0	-	-	-
60,0	51,4	-	-	-	-
80,0	50,4	-	-	-	-
100,0	50,1	-	-	-	-

Grafische Darstellung

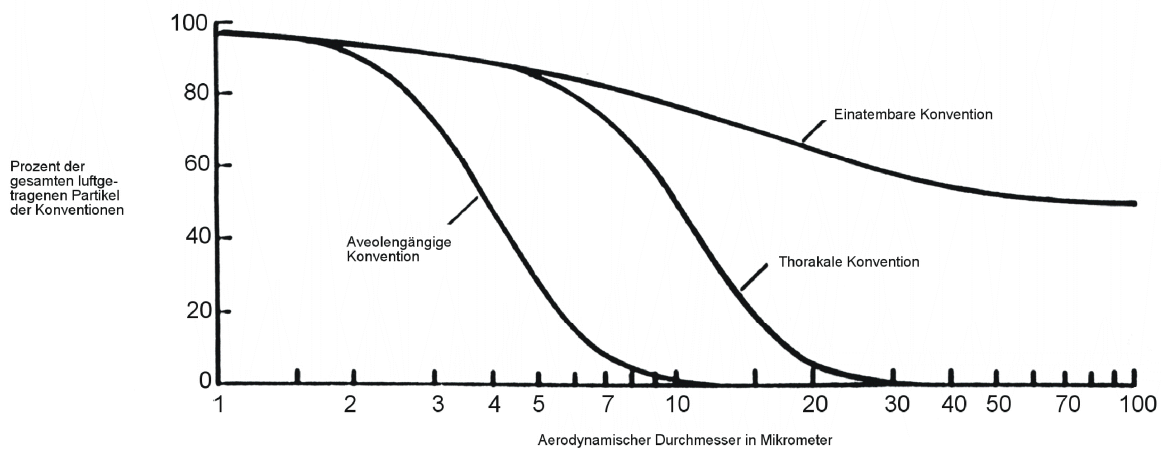


Abbildung 16. Größenverteilungskurve der Staubpartikel gemäß EN 481 Staub am Arbeitsplatz

Index

A

Akklimatisationszeit.....	9, 77
Akku	27, 29, 31, 33, 37, 38
Akku Entsorgung.....	37
Akku Fehlercode	47
Akku Wartung	37
Akkukapazität	46
Alarmgeber	35
Alarmwert	29, 32, 46
Analogbuchse	18, 22, 34, 68, 73
Analogeingänge	20
Analogeingangsfaktor.....	49
Analogspannungen	49
Ansaugkopf.....	17, 68

B

Baudrate	43, 46
Bedienung	20
Bedienungselemente	22
Bereitschaftsmodus	22, 27, 28, 48
Beschädigungen	9
Betriebsmodus	22, 27, 31, 40
Betriebsstunden	38, 47
Bleiakku siehe Akku	17
Brechungsindex	13, 41

C

Countmodus	46
------------------	----

D

Datenausgabe	20
Datenausgabe LCD-Anzeige	20
Datenbit	43
Daten-Schnittstelle	20
Datenspeicherkarte	20, 23
Datenspeicherkarte Pufferbatterie	25
Datenspeicherkarte Schreibschutz	25
Datenübertragung ASCII	43, 46
Datenübertragung Quick	48
Druckbereich der Probenluft.....	69
Drucker.....	11, 30, 35, 43
Druckluft	71

E

Empfängerdiode	11
Empfangsdaten.....	35
Ersatzteile.....	18, 68

F

Fastmodus.....	47
----------------	----

Fehlermeldungen und Fehlercodes	32, 47
Filtergewicht.....	48
Filterkammer	23, 64
Filter-PTFE	17, 23
Firmware.....	38
Folientastatur	22, 27

G

Garantie.....	76
Gerätestörung.....	40
Gerätetemperatur.....	40
Gewicht.....	20
Gravimetriefaktor	41, 42, 47
Gravimetriefilter.....	11, 36
Größenkanäle	19

H

HyperTerminal	43, 44, 45
---------------------	------------

I

Inbetriebnahme	38
Intervall siehe Speicherintervall	47
Isokinetische Probenahme	18, 36, 68, 69

K

Kalibrierung.....	14
K-Linie	66
Koinzidenz	29
Kondenswasser	9

L

Land-Einstellung	48
Laserdiode und Halbleiterlaser	11, 19
Laserstrahlung	10, 36
LCD-Anzeige	20, 22, 23

M

Messort-Nummer	48
Messprinzip.....	12
Messung	40
Messwertübertragung.....	47
Messzeit	20
Mie Resonanz	13
Mittelwert	48
Modellnummer	49
Multiplikationsfaktoren.....	49

N

New Calibration.....	40
Nomalmodus - Masse	48

Nullfilter 17, 72

O

Offsetwerte 49

P

Partikelkonzentration 19

Partikelmasse 19

Pin-Belegung 35

P-Linie 53

Pressluft 65

Probenluft 19, 20

Probenlufrückführung 20

Probenvolumenstrom 19, 48

Pumpe volumenstromgeregelt 11

R

Rauschen 72

Referenzluft 11

Reinluft 40

Reproduzierbarkeit 19

RS-232 11, 17, 20, 22, 32, 35, 71

RS-232 Kabel 17, 35

RS-232-Messwertübertragung 53

S

Schmelzsicherung 10

Schutzmaßnahmen 9

Selbsttest 11, 20

Sendebereitschaft 35

Sendedaten 35

Sensoren 34, 72

Seriennummer 23, 36, 38, 49

Serviceadresse 7, 78

Servicemode 52

Signalgeber 18, 68

Speicherintervall 20, 23, 24, 25, 30, 33, 47

Spülluft 11, 19

Spülluftregler 11

Standby s. Bereitschaftsmodus 22, 26, 28, 31, 33, 48

Start der Messung 48

Staubmassenfraktion 11, 41

Streulichtintensität 13

Streulichtmessung 11

Stromversorgung 19

Symbole 8

T

Tastaturverriegelung 48

Temperaturbereich 19

Ü

Überdruck 18

Überstromsicherung 9, 10

Übertragungsprotokoll 43

U

User-Faktor 49

V

Verdünner 29

Verschmutzung 65

Versionsnummer 26, 48, 49

W

Wetterschutzgehäuse 68, 75

X

XON/XOFF 43

Z

Zählrate 13

Zeitausgabe 48

11 Software Modell 1.178

Die völlig neu überarbeitete Software 1.178 wurde in 2010 eingeführt und ist kompatibel für alle Betriebssysteme unter Windows. Die Vorgängersoftware 1.177 ist eine 32bit-Software, bzw. die Version 1.174 eine 16bit-Software. Anmerkung: Alle 1.177 Versionen (Vorgänger) also z.B. auch 3.20 oder 3.00 sind Windows XP kompatibel ein betrieb unter Windows Vista oder Windows 7 wird nicht garantiert.

Die Daten werden numerisch oder grafisch in folgenden Formaten dargestellt:

- Anzahlverteilung: Partikelanzahlkonzentration in allen Kanälen als Partikel/Liter
- Arbeitsschutz: Drei Massenfraktionen (eintembar, thorakal und alveolengängig) in der Einheit $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Werte werden mit einem einheitlichen Dichtfaktor für alle Größenkanäle und spezifischen Gesichtungsfaktoren (nicht öffentlich) basierend auf der Anzahlverteilung berechnet, unter Einbeziehung der europäischen Norm EN 481. Siehe grafische Darstellung im Anhang.
- Umweltschutz: Drei Massenfraktionen (PM10, PM2,5 und PM1) in der Einheit $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Werte werden mit einem einheitlichen Dichtfaktor für alle Größenkanäle und spezifischen Gesichtungsfaktoren (nicht öffentlich) basierend auf der gemessenen Anzahlverteilung berechnet, unter Einbeziehung relevanter Standards. Die Ergebnisse wurden für die Modelle 1.108 und 1.109 nicht in Freilufttests gemäß offizieller PM-Äquivalenztests z.B. US EPA oder EN 12341 für PM10 validiert.
- Externe Sensoren: Je nach Typ, z.B. Temperatur, relative Feuchtigkeit, NanoCheck-Daten, Strömungsgeschwindigkeit.
- Servicedaten: Pumpenstrom, Batteriekapazität, Betriebsfehler, etc.
- Statistik: Diverse statistische Kennzahlen der Messwerte sowie Mittelwertdarstellung und Box-Plots für PM-Werte und Massenfraktionen nach Arbeitsschutz.

Die GRIMM Software 1.178 ermöglicht online eine statistische Datenanalysen sowie Analysen der Gerätefunktionen und komplette Systemdiagnosen.



Für die Windows Software Modell 1.178 ist ein separates Handbuch erhältlich.