

B e r i c h t
über
die Prüfungen zur Wirksamkeit des Unterdruck- und Filter-Schutzsystems eines Intensiv-
Krankentransportfahrzeuges
GS3-Nr. 00 039 09

Prüfling

C. Miesen Infektionsunterdruck-Krankentransportfahrzeug in Verbindung mit dem Filter,- Klimasystem der Firma M. Westermann Kältetechnik GmbH Typ CLION 6000 IUF

Essen, 24.06.2009
DMT GmbH & Co. KG

i. v. Renschen
(Renschen)

i. A. Glätzer
(Glätzer)

Anlagen

Auftrag: Untersuchungen über die Prüfungen zur Wirksamkeit des Unterdruck- und Filter-Schutzsystems eines Intensiv-Krankentransportfahrzeuges

Auftraggeber: M. WESTERMANN Kältetechnik GmbH
Hermann-Wüsthof-Ring 2
21035 Hamburg

Ansprechpartner beim Auftraggeber: Herr Voß
Dipl.-Ing. Dirk Teegen

Ansprechpartner bei der DMT: Herr Dr. Renschen
Herr Glätzer

Berichts-Nr.: GS3-Nr. 00 039 09

I. Vorgang

Auf dem Gelände der Firma C. Miesen GmbH & Co. KG, Wachtberg wurde im Auftrag der Firma Westermann Kältetechnik GmbH ein Infektionsunterdruck-Krankentransportfahrzeug untersucht.

Die Messungen fanden am 23.06.2007 statt.

Das wesentliche Ziel der Untersuchung ist es, die Fahrzeugkonzeptionierung auf ihre Tauglichkeit abzusichern. Das Konzept ist, einen Transport von hochinfektiösen (kontagiösen) Patienten ohne Gefährdung der Umgebung durch Aufbau eines konstanten Unterdrucks in der Transportkabine und Filtration der Abluft über hocheffiziente Schwebstofffilter zu gewährleisten.

II. Beschreibung des geprüften Produktes

Fahrzeugtyp: Mercedes Sprinter 324
Volumen der Transportkabine: ca. 7 m³ (Angabe des Auftraggebers)

Umluftsystem (Klimaanlage)

Filterelement 2 x Filterklasse H13 Ident-Nr.: 1135-00-00845
(Angabe des Auftraggebers)
Ansaugvolumenstrom ca. 1.500 m³/h
Luftwechselrate > 214 h⁻¹

Abluftsystem 1 + 2

Filterelement 2 x Filterklasse H13 Ident-Nr.. 1135-00-00209
(Angabe des Auftraggebers)
Filterelement 2 x Filterklasse F 6 Ident-Nr.. 1135-00-00201 (Angabe des Auftraggebers)
Filterelement 2 x Filterklasse H13 Ident-Nr.. 1135-00-00209
(Angabe des Auftraggebers)
Ansaugvolumenstrom ca. 110 m³/h [55 m³/h + 55 m³/h]
Absaugströmung nach unten gerichtete Strömung zum hinteren Teil der Patientenzelle

Im Anhang 1 und 2 ist in den Abbildungen 1a und 1b das geprüfte Transportfahrzeug schematisch dargestellt. In den Abbildungen sind die Strömungsrichtungen der Umluft und Fortluft gekennzeichnet. In der Abb. 1a sind zusätzlich durch die Nummerierungen die Messpositionen markiert.

III. Prüfung und Prüfungsergebnisse

1. Vor Beginn der Messung erfolgte eine visuelle Inspektion der filtertechnischen Anlagen, samt eingebauter Filter und deren Dichtsitz. Abgesehen von Verunreinigungen der Luftkanäle, aufgrund der noch laufenden Einbauarbeiten, waren die inspierten Filter und die Klimatechnik im Fahrzeug im ordnungsgemäßen Zustand.
2. Es wurde die Zeitdauer bis zur Einstellung eines Unterdruckes von 100 Pa nach dem Schließen der Fahrzeurtüren ermittelt. Der Umgebungsluftdruck während der Messungen betrug 1003 mbar.

Nach dem Schliessen der Transportkabine wurde bei maximal laufender Absaugung innerhalb von 75 s ein Unterdruck von über 250 Pa erreicht (-278 Pa)!

Durchschnittliche Klimadaten in der Transportzelle

Temperatur:	21 °C
Rel. Feuchte:	55 %
Unterdruck:	-250 Pa

3. Bestimmung der Partikelabscheideleistung der installierten Zu- und Abluftfilter gegenüber angesaugter Umgebungsluft. Dazu zuerst erfolgte die Erfassung der Partikelkonzentration der Umgebungs- bzw. Kabinenluft vor den Prüfungen der Filteranlagen.

Luftpartikelkonzentration in der Fahrzeugumgebung beträgt etwa

$$\text{Partikel} \geq 0,3 \mu\text{m} \quad 2 \times 10^6 \text{ P/cft}$$

Danach Messung der Partikelkonzentration in der Abluft bzw. am Luftaustritt der Filteranlage zur Kabinenabluftfiltration entsprechend Position 1 in Anlage 1, Abb. 1a.

Die entsprechenden Messdaten sind in der Anlage 3 vor den Messpunkt 1 linke Fahrzeurgrückseite und in der Anlage 4 für den Messpunkt 1 rechts dargestellt.

Während der Messungen der Abluft war die Kabinentür geschlossen.

Die Abluft selber ist sowohl am linken wie am rechten Auslass extrem partikelarm. Über den erfassten Partikelgrößenbereich der Reinraumzählers von 0,3 μm bis 10 μm werden in Summe innerhalb einer Messdauer von 1 Minute nicht mehr als 17 Partikel gemessen (Mittelwert von 3 Messungen).

4. Prüfung der Partikelgehalte am Auslass der Klimaanlage (Position 2, Anlage 1, Abb. 1a 1)

Die erhaltenen Messdaten sind in Anlage 5 wiedergegeben.

Man sieht, dass im Vergleich zur Kabinenabluft etwas höhere Werte an Partikeln gefunden werden (Kumuliert 28 Partikel pro Kubikfuß); ein Wert der aber etwa 5 Dekaden unterhalb der Umgebungsluftpartikelgehalte liegt.

5. Messung der Partikelabklingrate nachdem die Fahrzeugkabine durch Öffnen der Türen mit Umgebungsluft geflutet und anschließend wieder verschlossen wurde. Die Reduktion der Partikelgehalte in der Kabine nach 15 min ist im Anh. 6, Abb. 1a über den gesamten erfassten Partikelgrößenbereich wiedergegeben. Im Anh. 7, Abb. 1b ist die Abklingrate der Partikelkonzentration in der Kabine für 0,3 µm dargestellt. Man erkennt den schnellen Abfall der Partikelbelastung, die sich auch für den kritischen Partikelgrößenbereich 0,3 µm innerhalb von 15 min auf unter 0,1 % des Anfangswertes verringert hat.
6. Die Messung der Luftaustrittstemperatur und Feuchte an der Position 2 ergab Werte von 21,5 °C und 54 % RF.
7. Eine verlässliche Messung der Strömungsgeschwindigkeit mittels Hitzdrahtanemometrie war aufgrund zu geringer Empfindlichkeit des Sensors nicht möglich. Durch Anbringung von Flatterbändchen an der Decke zur Visualisierung der Lüftströmung in der Kabine und Aufnahme entsprechender Digitalfotos, konnte aber gezeigt werden, dass der Umluftstrom, wie er im Anhang 1 Abb. 1a schematisch dargestellt ist, sich so auch in der Realität einstellt (siehe Anhang 8, Beispielbilder; Hiervon wurde einige weitere Bilder wie auch Videosequenzen aufgenommen). Noch besser waren die Strömungsverläufe durch den Einsatz von Rauchgasröhrchen zu erkennen. Diese Verläufe wurden als Minivideos mit einer Kamera dokumentiert.

IV. Zusammenfassung der Ergebnisse

Der Funktionstest des C. Miesen Infektionsunterdruck-Krankentransportfahrzeug in Verbindung mit dem Filter,- Klimasystem der Firma M. Westermann Kältetechnik GmbH Typ CLION 6000 IUF hat aufgrund der ermittelten Messwerte gezeigt, dass das Fahrzeug wie vom Konzept her ausgelegt, in der Realität funktioniert. Das heißt, dass Fahrzeug ist für den Gebrauch Transport kontagiöse Patienten geeignet.

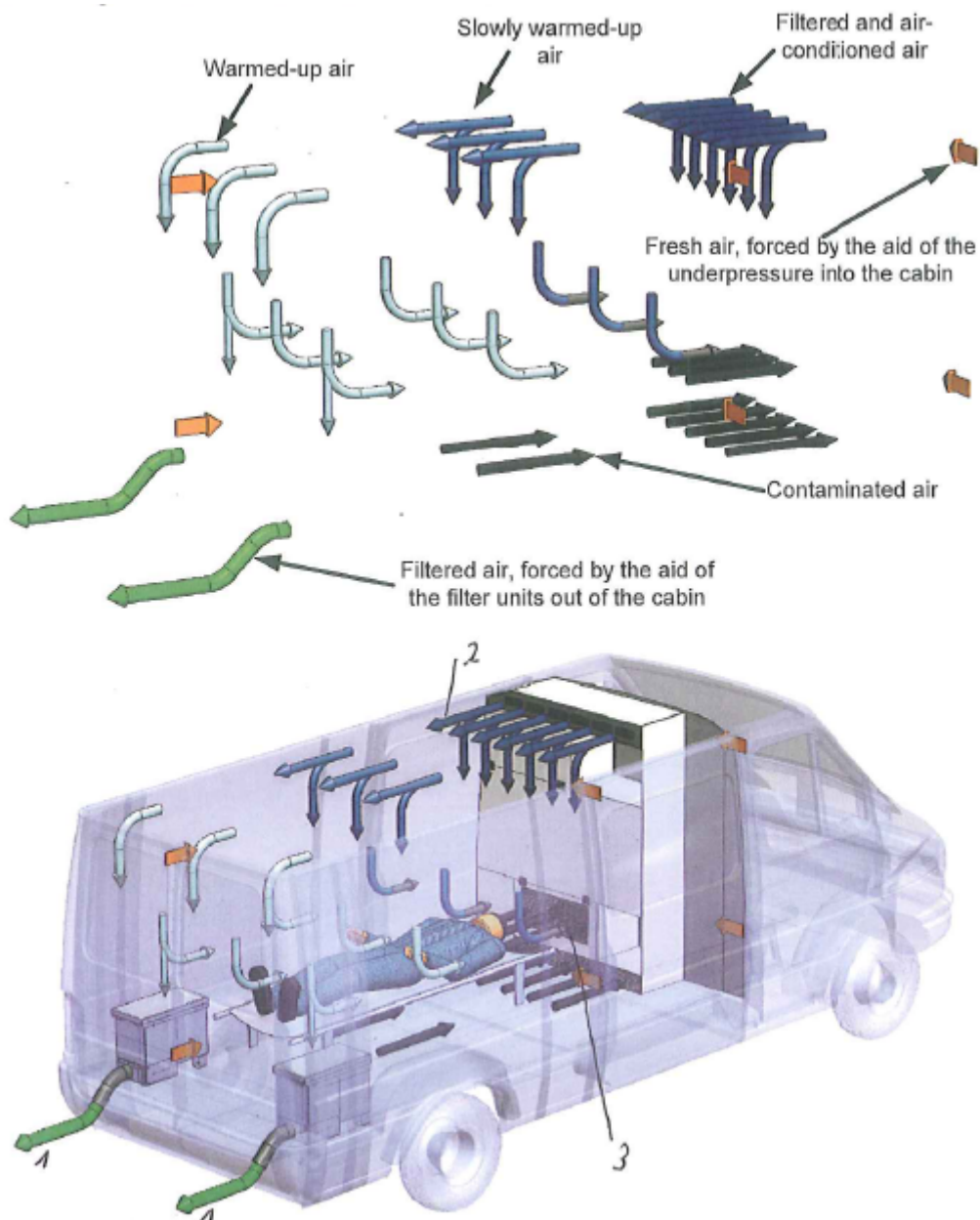
Durch die Erzeugung des Unterdrucks und Reinigung der entsprechenden Abluft mittels des installierten HEPA-Filtersystems kann ein Transport hochinfektiöser Kranker ohne Gefährdung der umgebenden Bevölkerung durch die Abluft durchgeführt werden.

Die installierte Klimaanlage mit Filtereinsätzen ist aufgrund der ermittelten Daten für die Luftabkühlung und Partikelabscheidung in der Lage den Patientenraum entsprechend zu klimatisieren und zu filtern.

(Dr. rer. nat. D. Renschen)

Anhang 1

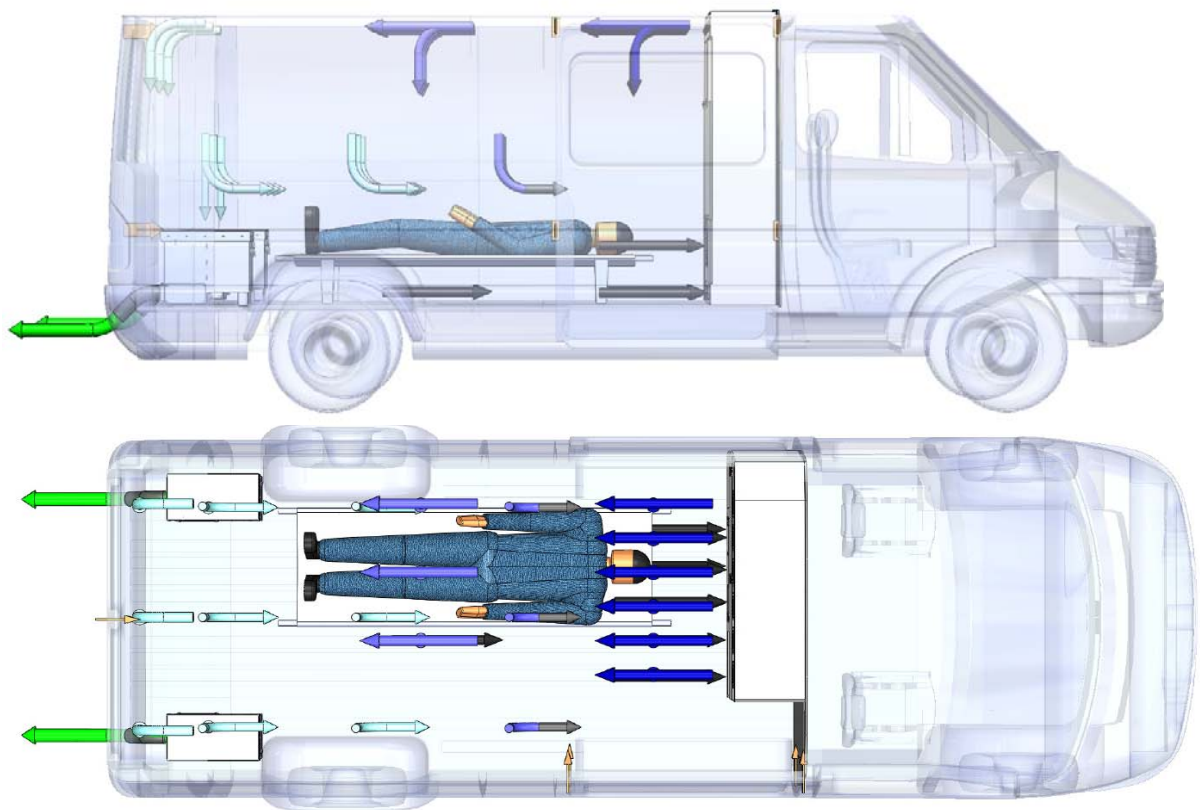
Abb. 1a) Darstellung der Luftführung im Krankentransportfahrzeug (Westermann)
3-D Ansicht



Die Nummern zeigen schematisch die Probenahmepunkte an.

Anhang 2

**Abb. 1b) Darstellung der Luftführung im Krankentransportfahrzeug (Westermann)
In Seitenansicht und Aufsicht**



Blaue Pfeile : Strömungsrichtung kalte Luft (Umluft)

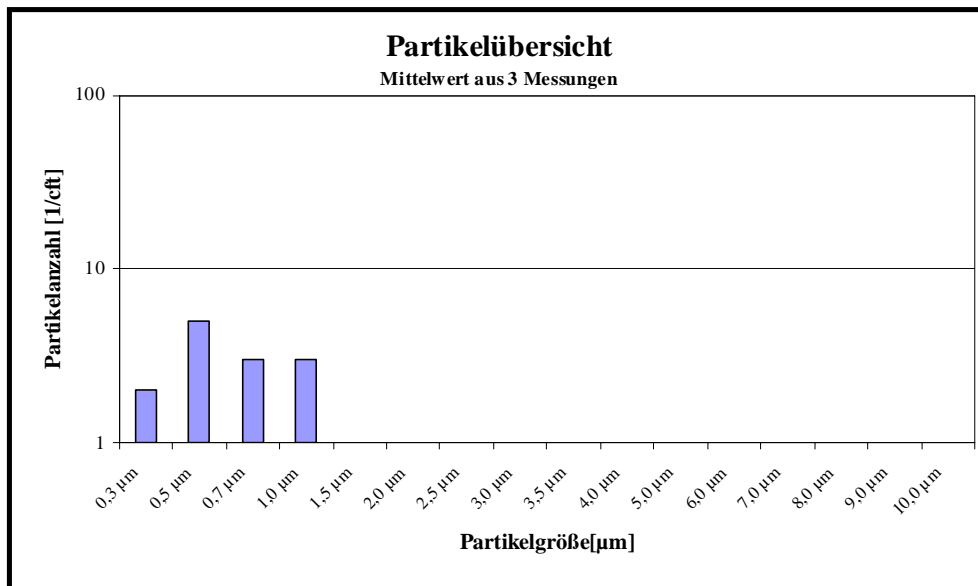
Rote Pfeile : Strömungsrichtung erwärmte Luft (Umluft)

Grüne Pfeile : Luftauslassrichtung (Fortluft)

Anhang 3

Messdaten am Messpunkt 1 linke Fahrzeugrückseite

Fa. Westermann GmbH und C.Miesen GmbH & Co. KG Kabinenabluffiltration, Abluftfilter links					
Volumenstrom (Herstellerangabe)	55	m ³ /h	Temperatur	13,2	°C
			rel. Feuchte	83,1	%
			Barometer	1003	mbar

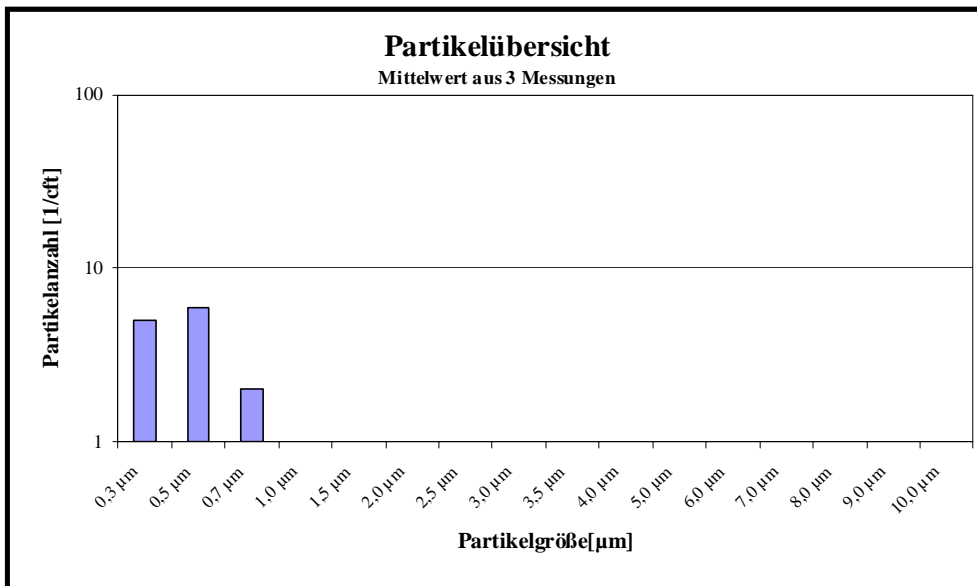


dp [µm]	Distr.	Kumul.	Dis.(cft)	Kum.(cft)	Dis(m ³)	Kum.(m ³)
0,3 µm	2	17	2	17	71	600
0,5 µm	5	15	5	15	177	530
0,7 µm	3	10	3	10	106	353
1,0 µm	3	7	3	7	106	247
1,5 µm	1	4	1	4	35	141
2,0 µm	1	3	1	3	24	106
2,5 µm	0	2	0	2	12	82
3,0 µm	0	2	0	2	0	71
3,5 µm	0	2	0	2	0	71
4,0 µm	1	2	1	2	24	71
5,0 µm	0	1	0	1	0	47
6,0 µm	0	1	0	1	0	47
7,0 µm	0	1	0	1	12	47
8,0 µm	0	1	0	1	12	35
9,0 µm	0	1	0	1	0	24
10,0 µm	1	1	1	1	24	24

Anhang 4

Messdaten am Messpunkt 1 rechte Fahrzeugrückseite

Fa. Westermann GmbH und C.Miesen GmbH & Co. KG Kabinenabluffiltration, Abluftfilter rechts					
Volumenstrom (Herstellerangabe)	55	m ³ /h	Temperatur	13,2	°C
			rel. Feuchte	83,1	%
			Barometer	1003	mbar

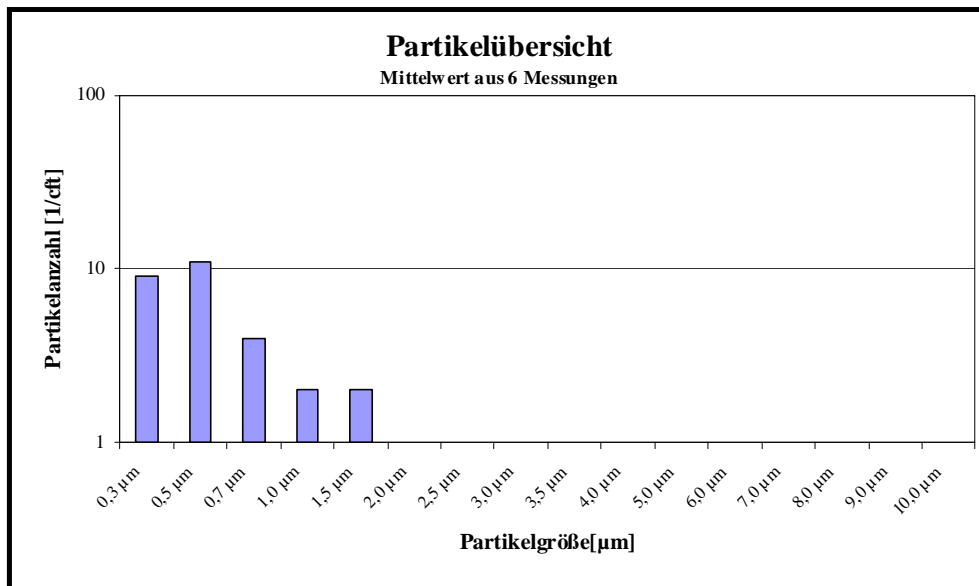


dp [µm]	Distr.	Kumul.	Dis.(cft)	Kum.(cft)	Dis(m ³)	Kum.(m ³)
0,3 µm	5	14	5	14	177	506
0,5 µm	6	9	6	9	212	330
0,7 µm	2	3	2	3	82	118
1,0 µm	1	1	1	1	24	35
1,5 µm	0	0	0	0	12	12
2,0 µm	0	0	0	0	0	0
2,5 µm	0	0	0	0	0	0
3,0 µm	0	0	0	0	0	0
3,5 µm	0	0	0	0	0	0
4,0 µm	0	0	0	0	0	0
5,0 µm	0	0	0	0	0	0
6,0 µm	0	0	0	0	0	0
7,0 µm	0	0	0	0	0	0
8,0 µm	0	0	0	0	0	0
9,0 µm	0	0	0	0	0	0
10,0 µm	0	0	0	0	0	0

Anhang 5

Messdaten am Messpunkt 2 Klimaanlageausblas (oben)

Fa. Westermann GmbH und C.Miesen GmbH & Co. KG Klimaanlagenfiltration Luft Auslassposition (oben)					
Volumenstrom (Herstellerangabe)	1500	m ³ /h	Temperatur	21,5	°C
			rel. Feuchte	53,8	%
			Barometer	1003	mbar



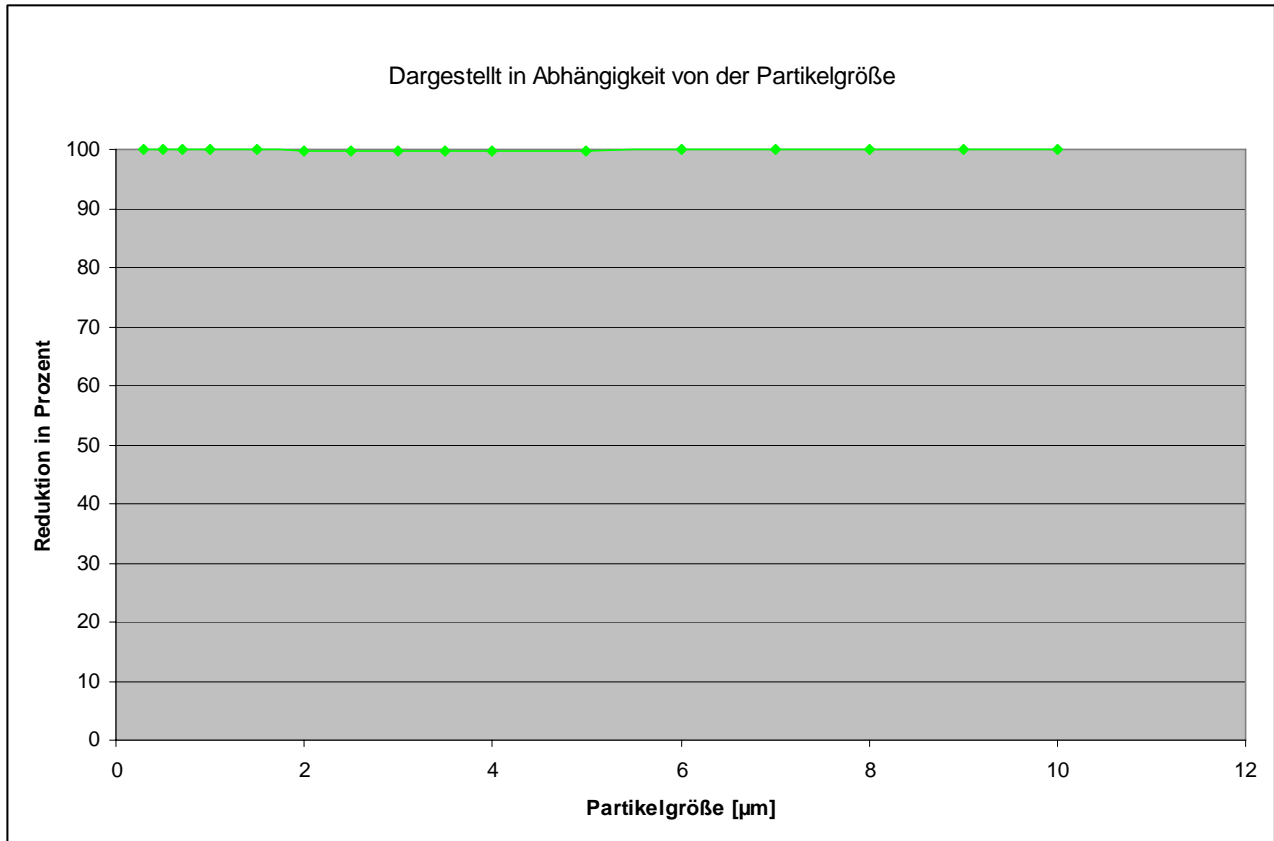
dp [µm]	Distr.	Kumul.	Dis.(cft)	Kum.(cft)	Dis(m ³)	Kum.(m ³)
0,3 µm	9	28	9	28	318	977
0,5 µm	11	19	11	19	371	660
0,7 µm	4	8	4	8	153	289
1,0 µm	2	5	2	5	65	136
1,5 µm	2	3	2	3	47	71
2,0 µm	0	1	0	1	12	24
2,5 µm	0	1	0	1	6	12
3,0 µm	0	0	0	0	0	6
3,5 µm	0	0	0	0	0	6
4,0 µm	0	0	0	0	0	6
5,0 µm	0	0	0	0	0	6
6,0 µm	0	0	0	0	0	6
7,0 µm	0	0	0	0	0	6
8,0 µm	0	0	0	0	6	6
9,0 µm	0	0	0	0	0	0
10,0 µm	0	0	0	0	0	0

Bemerkung: Die Partikelmessungen wurden bei maximaler Einstellung des Volumenstromes durchgeführt. Der Unterdruck von 278 Pa wurde nach 75 Sekunden erreicht.

Anhang 6

Partikelmessdaten Abklingverhalten der Klimaanlage bei ausgeschalteter Abluftabsaugung

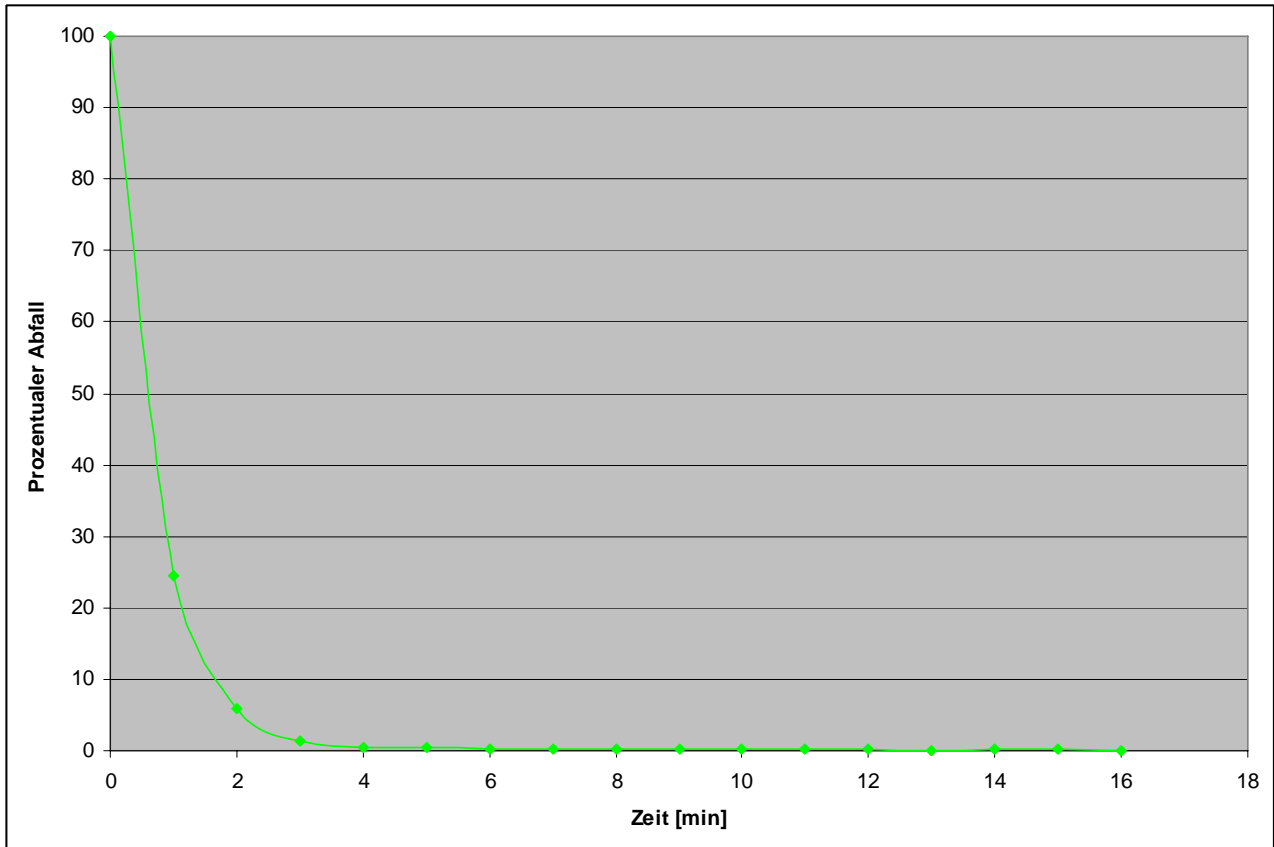
Abb. 1a Reduktion der Partikelgehalte in der Kabine nach 15 min



Anhang 7

Partikelmessdaten Abklingverhalten der Klimaanlage bei ausgeschalteter Abluftabsaugung

Abb. 1b Abklingrate der Partikelkonzentration in der Kabine für 0,3 μm



Anhang 8

Beispielbilder der Strömungsvisualisierung mittels Flatterbändchen

Abb. 1a) Strömungsverlauf oberhalb des Bodens, nach rechts in Richtung Ansaugung der Klimaanlage



Abb. 1b) Strömungsverlauf unterhalb der Decke, nach links in Richtung Heck

