

Auftraggeber: asecos GmbH

Projekt-Nr.: MSL21-01

Berichts-Nr.: MSL21-01-4-1

Prüfung der Leistungsfähigkeit eines Mobilen Sekundärluftgeräts zur Raumluftreinigung: PURIFIAIR.620, asecos GmbH

Der Bericht umfasst 16 Seiten inklusive Anhänge A, B und C

Aachen, den 13.12.2021

Ergänzt am 10.01.2022

Dipl.-Ing. Bernd Konrath

Dipl.-Ing. Tim Hillmann

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung.....	3
2	Beschreibung des geprüften Mobilen Sekundärluftgeräts zur Raumlufreinigung	3
3	Volumenstrombestimmung	4
4	Bestimmung der Partikelabklingkurve	5
	4.1 Reduktion der Aerosolpartikelkonzentration (Filterwirkung) im Laborraum.....	5
	4.2 Reduktion der Partikelkonzentration im Aufenthaltsraum	6
5	Ausbreitung der gefilterten Luft im Raum.....	8
6	Eingesetzte Messmittel:.....	9
7	Verwendete Unterlagen.....	10

Anhänge

Anhang A – Technische Zeichnungen des Aerosolfilters	1 Seite
Anhang B – Ergebnisse der Reduzierung der DEHS-Prüfaerosole im Klassenraum	3 Seiten
Anhang A – Ergebnisse der Untersuchung zur Ausbreitung der gefilterten Luft	2 Seiten

1 Aufgabenstellung

Die asecos GmbH, Sicherheit und Umweltschutz, Weiherfeldsiedlung 16-18, D-63584 Gründau produziert und vertreibt unter anderem verschiedene mobile Sekundärluftsysteme zur Raumlufreinigung (mobile Luftfilter).

Der hier dargestellte und als PURIFIAIR.620 bezeichnete mobile Raumluftfilter ist mit einem Filter der Klasse E11 und einem **High Efficient Particulate Air (HEPA)** Filterelement der Klasse H14 ausgestattet.

Das Institut für Industrieaerodynamik GmbH, Institut an der FH Aachen (im Folgenden kurz I.F.I. genannt) wurde am 21.10.2021 von der asecos GmbH beauftragt, die Funktionsparameter des asecos PURIFIAIR.620 zu bestimmen. Grundlage für die Beauftragung war das Angebot Nr. M/7016.0/08.21 vom 09.10.2021.

Die Bestimmung der Parameter beinhaltet folgende Kriterien:

- Volumenstrombestimmung nach DIN EN 12599
- Überprüfung des Partikelabklingvermögens im Raum gemäß VDI EE 4300 Blatt 14
- Verteilung der gefilterten Luft im Raum



Bild 1.1: asecos PURIFIAIR.620

2 Beschreibung des geprüften Mobilen Sekundärluftgeräts zur Raumlufreinigung

Der asecos PURIFIAIR.620 ist ein mobiles Sekundärluftgerät zur Raumlufreinigung (MSR), das über zwei Luftansaugbereiche (rechts und links) verfügt, die mit verschiedenen Filterelementen bestückt werden können.

Untersucht wurde folgende Konfigurationen an Filterelementen:

- Ein Luftfilterelement ist ein HEPA-Filter der Klasse H14 nach EN 1822, der zweite Luftfilter im anderen Luftansaugbereich des asecos PURIFIAIR.620 ist ein Filterelement der Klasse E11.

An der Front und im Deckelbereich des Gerätes befindet sich das Bedienteil, mit dem die Leistungsstufen des Ventilators eingestellt werden können.

Die Abmessungen des geprüften Geräts sind folgender Tabelle 2.1 zu entnehmen:

Tabelle 2.1: Basisdaten des asecos PURIFIAR.620

Basisdaten PURIFIAR.620, asecos GmbH	
Länge x Höhe x Breite [mm]	400 x 682 x 400 mm
Hersteller-Zeichnungs-Nr.	LR.066.040.040.H3 PURIFI AIR.620

Tabelle 2.2: Filterelemente des asecos PURIFIAR.620

Filterelemente PURIFIAR.620, asecos GmbH	
Filter 1:	H14 mit Vorfilter G4, Art.-Nr.: EP.L.33974
Filter 2:	E11

Für die Untersuchungen wurden dem Prüflabor I.F.I. zwei identische Modelle mit folgenden Seriennummern zur Verfügung gestellt: A2101-341699-0821-4 und A2101-341701-0821-9.

Zusätzlich verfügt das PURIFIAR.620 Filtergerät über einen eingebauten Partikelkonzentrationsensor, der die PM1.0 Konzentration im Raum erfasst.

3 Volumenstrombestimmung

Zur Bestimmung des tatsächlich geförderten Volumenstroms wurde das Kompensationsverfahren nach DIN EN 12599 angewendet. Hierzu wurde der Filter ansaugseitig luftdicht mit einer Zuluftkammer verbunden, welche wiederum über ein Kanalnetz an einen Ventilator angeschlossen ist. Die Luftförderleistung des angeschlossenen Ventilators wurde über eine Volumenstrommessstrecke gemessen. Der Ventilator wird bei diesem Messverfahren so geregelt, dass bei den unterschiedlichen Leistungsstufen des PURIFIAR.620 in der Zuluftkammer eine Druckdifferenz zum Aufstellraum des Filtergerätes von 0 Pascal herrscht. Somit fördert der Zusatzventilator genau so viel Luft, wie der Ventilator des mobilen Luftfilters liefert, wobei der Zuluftventilator benötigt wird, um die Druckverluste der Volumenstrommesseinrichtung zu überwinden. Tabelle 3.1 beinhaltet die Ergebnisse der Volumenstrommessung bei den unterschiedlichen Leistungsstufen des Filters.

Tabelle 3.1: Ergebnisse Volumenstrommessung mit einem H14 und E11 Filterelement

Ergebnisse der Volumenstrommessung des PURIFIAR.620 der asecos GmbH mit einem H14- und E11-Filterelement		
Geräteeinstellung	Stufe 2	Stufe 4
Soll-Volumenstrom [m ³ /h]	305	600
Ist-Volumenstrom [m ³ /h]	308	586

Bei der Bestimmung des Volumenstroms zeigte sich, dass der geförderte Volumenstrom mit dem Soll-Volumenstrom nahezu identisch ist. Die Herstellerangaben werden somit bestätigt.

4 Bestimmung der Partikelabklingkurve

4.1 Reduktion der Aerosolpartikelkonzentration (Filterwirkung) im Laborraum

Zur Aussage über die Wirksamkeit des Raumlufreigners asecos PURIFIAR.620, wurde mit einem Partikelmessgerät in festgelegten Zeitabständen die Anzahl der Aerosol-Partikel der Partikel-Größenfraktionen 0,3 und 0,5 μm in einem nahezu luftdichten Laborraum gemessen. Dabei werden alle Aerosole (heterogenes Gemisch aus festen oder flüssigen Schwebeteilchen in einem Gas) im Folgenden vereinfacht als Partikel bezeichnet.

Vor Beginn der Messung wurde eine 10- bis 20-fache Menge der natürlichen Aerosol-Hintergrundkonzentration im Raum mittels eines Aerosolgenerators und eines DEHS-Prüfaerosols freigesetzt. Aufgrund der geringeren Raumgröße wird nur an einer Stelle im Laborraum im Abstand von einer Minute, jeweils 1 Minute lang die Aerosolkonzentration über einen Zeitraum von ca. 60 Minuten in einer Höhe $H = 1100\text{ mm}$ und einem Abstand von 1 m gezählt.

Die Untersuchung wurde mit der Kombination aus H14-Filter und E11 Filterelement bei Leistungsstufe 4 des Filtergeräts durchgeführt, was einem 6-fachen Luftwechsel im Prüfraum entspricht.

Die Ergebnisse der Messung sind in Diagramm 4.1 und dargestellt.

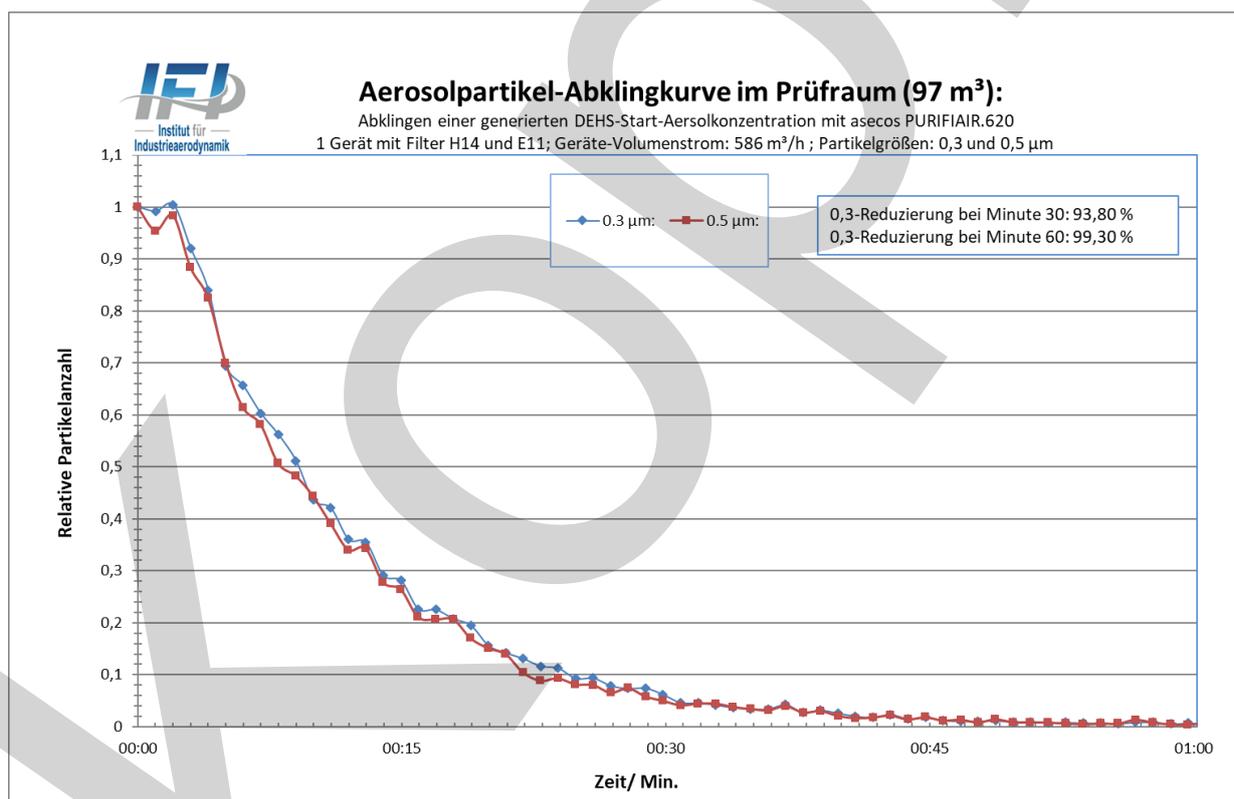


Diagramm 4.1: Partikel-Zeitverlauf im Laborraum

Tabelle 4.1: Ergebnisse der Prüfung der Aerosolreduzierung im Prüfraum

Ergebnisse der Aerosol-Abklingprüfungen im 97 m ³ -Prüfraum: asecos PURIFIAIR.620 mit Filterelementen H14 und E11		
Standort Gerät/ Messort	DEHS-Aerosol-Reduzierung	Reduktion %
0,5 m von linker Prüfraum-Seitenwand links/ Mitte	Nach 15 Minuten	71.86
	Nach 30 Minuten	93.80
	Nach 45 Minuten	98.21
	Nach 60 Minuten	99.30

Die Untersuchung im Laborraum zeigt, dass bereits nach 30 Minuten über 90% der Partikel aus dem Raum gefiltert wurden, was für eine hohe Filterleistung des PURIFIAIR. 620 spricht.

4.2 Reduktion der Partikelkonzentration im Aufenthaltsraum

Um eine Aussage über die Wirksamkeit des PURIFIAIR. 620 in einem realen Aufenthaltsraum tätigen zu können wurde zusätzlich der zeitliche Partikelverlauf in einem Klassenraum gemessen.

Der Test-Klassenraum war mit zehn Tischen und Stühlen bestückt. Auf den Stühlen wurden zur Simulation der menschlichen thermische Last (100 Watt im Ruhezustand) „Wärmedummys“ positioniert. Schränke ergänzen zusätzlich die Raumeinrichtung. An der Stirnwand des Raumes im Vortragsbereich wurde eine mobile „Tafel“ positioniert.

Die Messung der Raumwirkung wurde nach der Expertenempfehlung VDI EE 4300 Blatt 14 in einem Raum mit einer Breite von 6,7 m, einer Länge von 10,1 m und einem Raumvolumen von ca. 238 m³ durchgeführt. Dies entspricht der Größe eines klassischen Unterrichtsraums.

Vor Beginn der Messung wurde eine 10- bis 20-fache Menge der natürlichen Aerosol-Hintergrundkonzentration im Raum mittels eines Aerosolgenerators und eines DEHS-Prüfaerosols freigesetzt. An insgesamt fünf verschiedenen Stellen im Raum wurde im Abstand von einer Minute, jeweils 1 Minute lang die Aerosolkonzentration über einen Zeitraum von ca. 45 Minuten in Höhe H = 1100 mm gezählt.

Die Prüfung der Aerosolpartikel-Abklingzeiten des PURIFIAIR.620 Filtergerätes wurde wegen der Raumgröße und der Herstellervorgaben mit zwei Geräten durchgeführt.

In Absprache mit dem Auftraggeber wurde zur Prüfung der Aerosolpartikel-Reduzierung ein Gerät in der Mitte der rechten Seitenwand aufgestellt, das zweite an der Mitte der Stirnwand im Vortragsbereich.

Bild 4.1 und Bild 4.2 zeigen die Aufstellung der Filtergeräte und die entsprechenden Messpunkte im Raum.



Bild 4.1: asecos PURIFIAR.620 im Unterrichtsraum zur Ermittlung der Reduzierung von DEHS-Prüfaerosolkonzentrationen gemäß VDI EE 4300 Teil 14

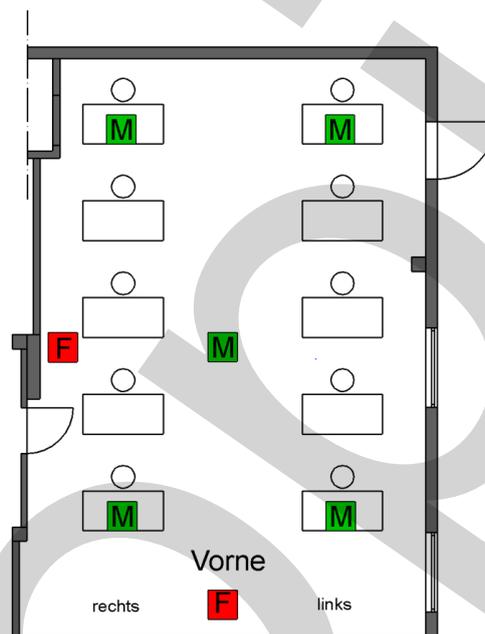


Bild 4.2: Messpositionen und Aufstellungsorte der Luftfiltergeräte

Die Untersuchung mit einem H14- und einem E11-Filterelement wurde bei der Leistungsstufe 4 durchgeführt. Der Gesamt-Volumenstrom in Stufe 4 betrug dabei $2 \times 586 \text{ m}^3/\text{h}$ (gesamt: ca. $1172 \text{ m}^3/\text{h}$), was einem ca. 5-fachen Luftwechsel im Klassenraum entspricht.

An jeder der untersuchten Stellen im Raum konnte eine Reduzierung der Anfangsaerosolkonzentration von mindestens 90 % innerhalb von 30 Minuten gemäß VDI 4300 EE Teil 14 nachgewiesen werden.

Nachfolgend sind in Tabelle 4.2 die Ergebnisse der Aerosolreduzierung für die einzelnen Messstellen im Raum dargestellt.

Die einzelnen Konzentrationsverlaufskurven sind Anhang B 1 bis Anhang B 5 zu entnehmen.

Tabelle 4.2: Ergebnisse der Aerosolreduzierung für die einzelnen Messstellen im Klassenraum

Ergebnisse der Aerosol-Abklingprüfungen gemäß VDI EE 4300 Teil 14: 2 Geräte asecos PURIFIAIR.620 mit Filterstufe H14 und E11		
Standort Gerät	Messort Aerosole in Kopf-Sitzhöhe (1100 mm)	Reduktion der Prüf-Aerosolkonzentration nach 30 Minuten [%]
Gerät 1: Mitte an der rechten Seitenwand Gerät 2: Mitte an Stirnwand	Mitte Klassenraum	93.0
	links vorne (Vortragsbereich)	90.3
	rechts vorne (Vortragsbereich)	92.2
	links hinten (Lernbereich)	92.6
	rechts hinten (Lernbereich)	91.0

Das Mobile Sekundärluftgerät zur Raumluftreinigung asecos PURIFIAIR.620 erfüllt somit mit zwei eingesetzten Geräten in Leistungsstufe 4 die Vorgaben der VDI EE 4300 Blatt 14 (Reduzierung: 90 % in 30 Minuten) in Bezug auf die Aerosolpartikelreduktion für die untersuchte Raumkonstellation.

5 Ausbreitung der gefilterten Luft im Raum

Mit entscheidend für die Wirksamkeit des Aerosolfilters ist die Verteilung der gefilterten und somit gereinigten Luft im Raum. Gibt es zum Beispiel Bereiche im Raum, die nicht mit gefilterter Luft versorgt werden und somit dort kein Luftaustausch stattfindet? Um dieser Frage nachzugehen, wurde die Ausbreitung der Filterluft mittels Spurengas untersucht. Hierbei wird der Luft, die aus dem Filter austritt, ein Gas beigemischt, das sich über ein entsprechendes Messgerät an verschiedenen Stellen im Raum detektieren lässt (Tracergas). In der durchgeführten Untersuchung wurde dazu Propan genutzt, welches mit einem Flammenionisationsdetektor FID an 14 Stellen im Raum gemessen wurde. Bild 5.1 und Bild 5.2 zeigen den Versuchsaufbau und die verschiedenen Messpositionen im Raum, welcher auch bereits bei der Bestimmung der Partikelabklingzeit genutzt wurde.



Bild 5.1: Messaufbau

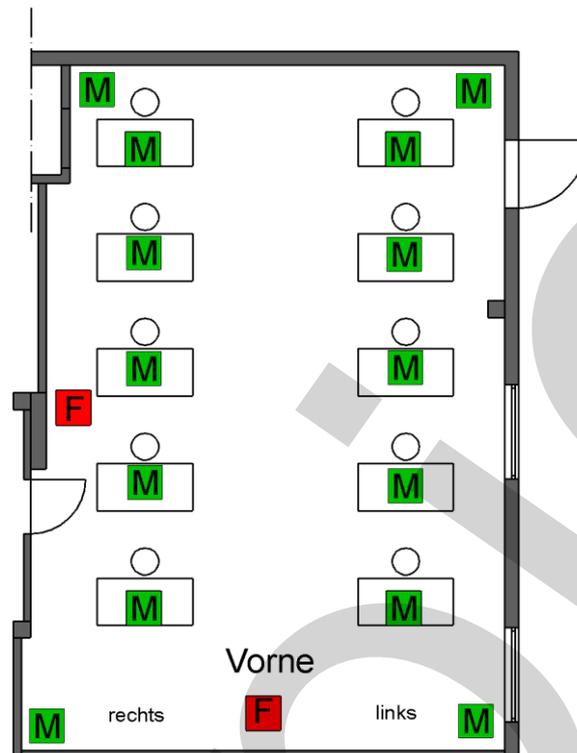


Bild 5.2: Positionen der Messstellen im Klassenraum

Gemessen wurde die Gaskonzentration auf einer Höhe von 1,1 m, was der Kopfhöhe einer sitzenden Person entspricht. Die Versuche wurden bei Leistungsstufe 4 mit einem H14- und E11-Filterelement (Volumenstrom 586 m³/h) pro Gerät durchgeführt. Die Gaskonzentration wurde so gewählt, dass am Auslass des Filters eine Propankonzentration von 1200 ppm (parts per million) vorliegt. Die Einspülzeit des Propans wurde so eingestellt, dass bei einem Raumvolumen von 238 m³ und einer völligen Durchmischung des Raumes eine theoretische Konzentration von 50ppm erreicht werden sollte.

Anhang C 1 bis Anhang C 4 zeigen die Ergebnisse der Untersuchung in einer Draufsicht des Raumes und der Höhe von 1,1m nach bestimmten Zeiten der Eingabe des Tracergases.

Die Bereiche mit hohen ppm-Konzentrationen werden sehr früh und sehr schnell mit gefilterter Luft versorgt. Dies sind natürlich die Bereiche, die sich sehr nah am Filtergerät selber befinden. Es ist auch zu erkennen, dass bereits nach 7,5 Minuten ein Großteil des Raumes komplett mit gefilterter Luft durchströmt ist. Nach 10 Minuten ist der Raum dann komplett mit gefilterter Luft ausgefüllt. Bei der gewählten Aufstellung der mobilen Filtergeräte sind somit keine Bereiche im Raum vorhanden, die nicht von der Filterluft erfasst werden.

6 Eingesetzte Messmittel:

Differenzdruck:	Setra MR1SD Differenzdruck-Transmitter
Aerosolgenerator:	PALAS AGF 2.0
Prüf-Aerosol:	DEHS (Bis(2-ethylhexyl) sebacate); CAS 122-62-3, Fa. Sigma-Aldrich/ Merck KGaA
Partikelmessgerät:	Trotec PC220
Flammenionisationsdetektor:	SK-Elektronik Thermo-FID PT-84TE
Anemometer zur Volumenstromberechnung:	27106T Gill-Propeller Anemometer

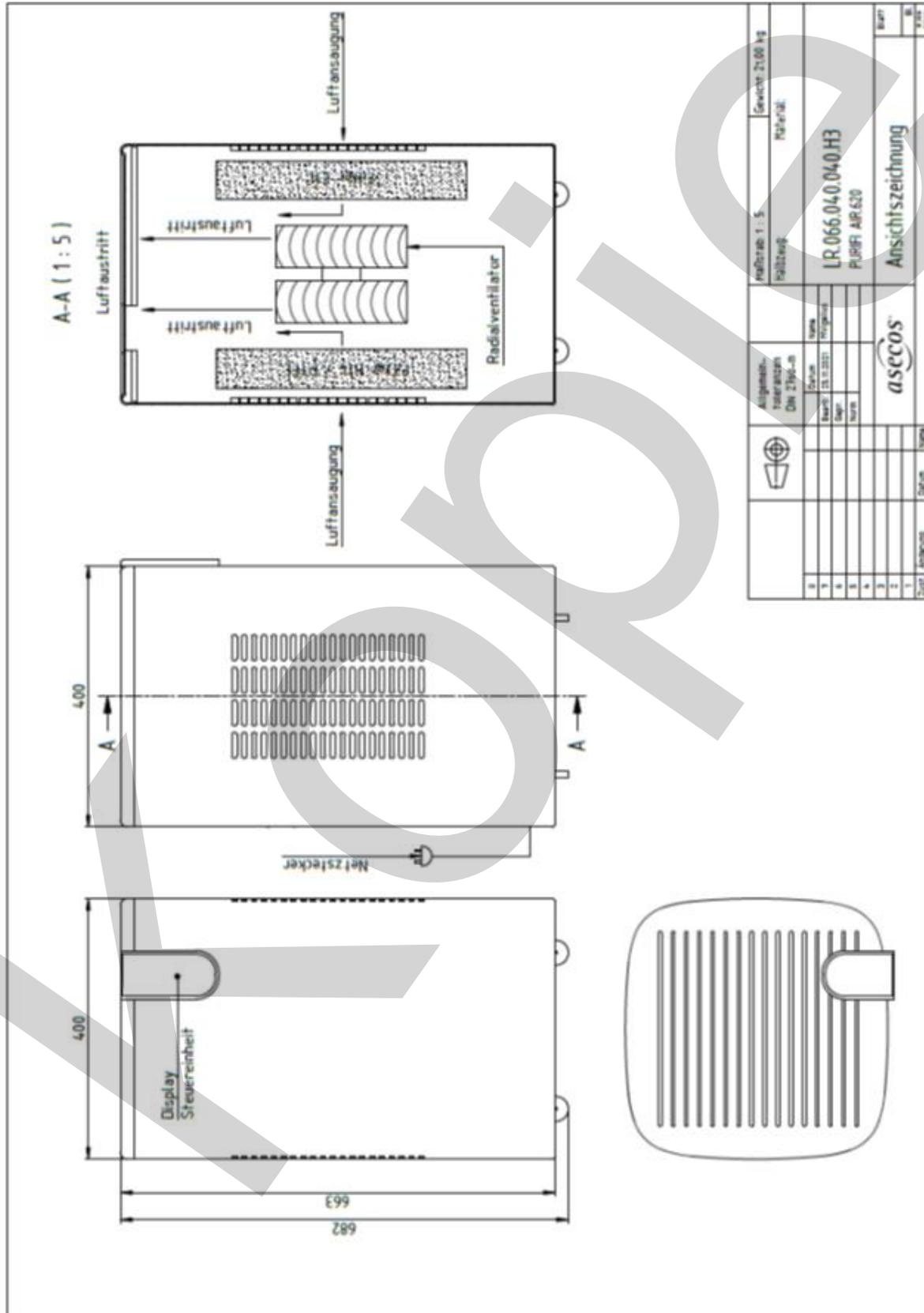
7 Verwendete Unterlagen

- [1] VDI EE 4300, Blatt 14: Messen von Innenraumlufverunreinigungen - Anforderungen an mobile Luftreiniger zur Reduktion der aerosolgebundenen Übertragung von Infektionskrankheiten
- [2] DIN EN 12599:2013-01 Lüftung von Gebäuden – Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumluftechnischer Anlagen
- [3] DIN 1946, Teil 2, Januar 1994, Raumluftechnik Gesundheitliche Anforderungen

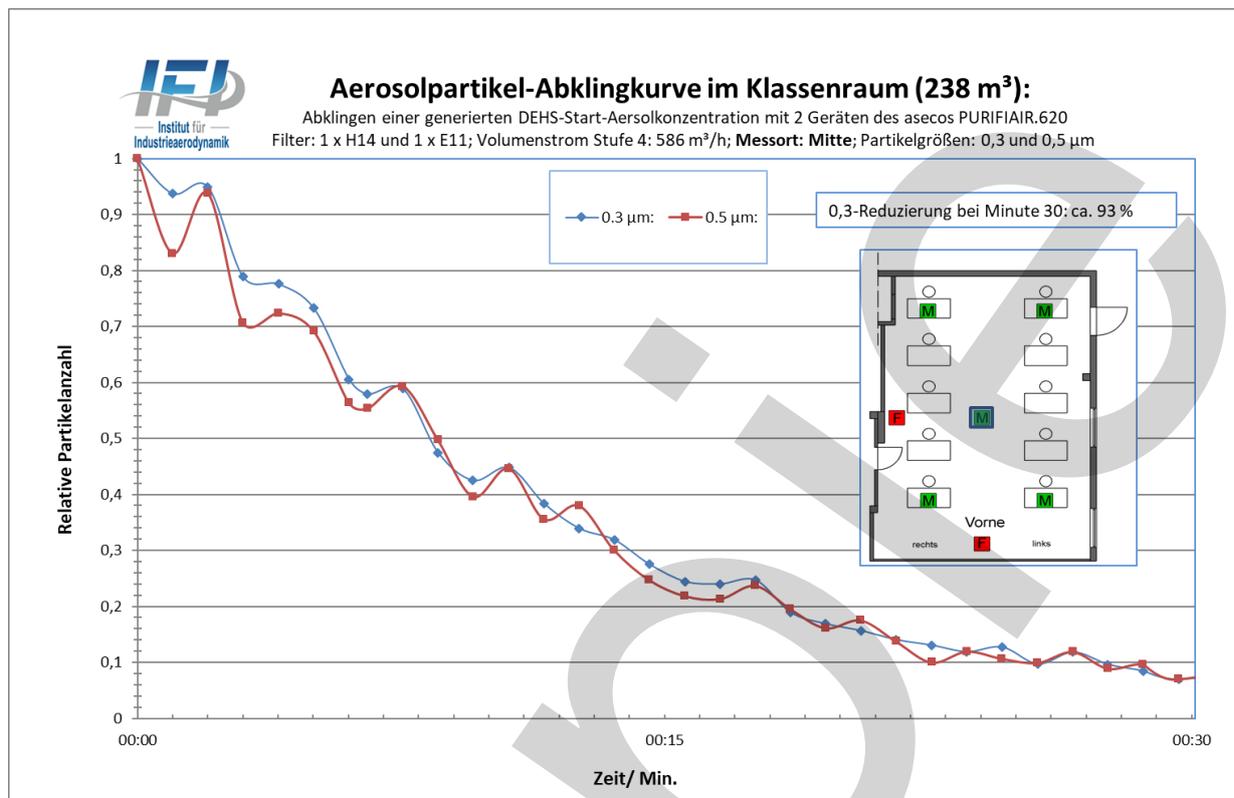
Kopie

Anhang A: Technische Zeichnungen des Mobilen Sekundärluftgeräts zur Raumluftreinigung

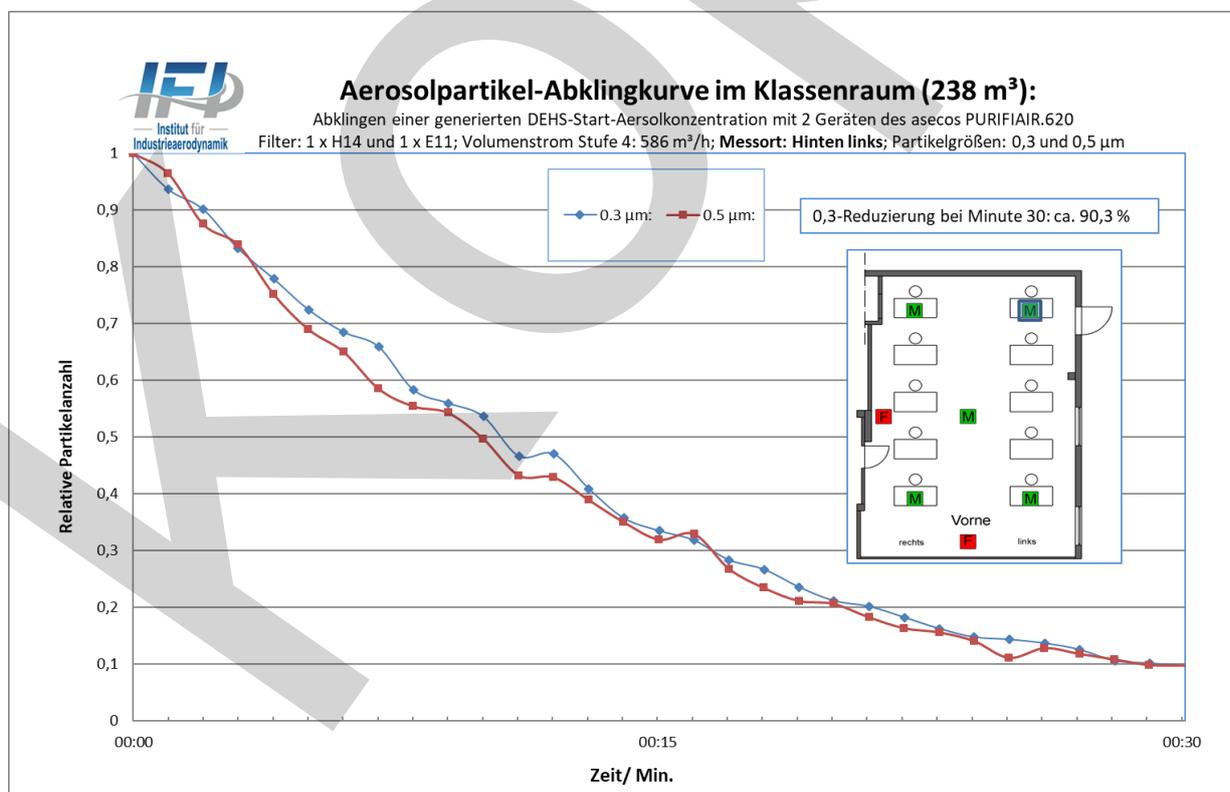
Anhang A 1: Technische Dokumentation Ansichtszeichnung



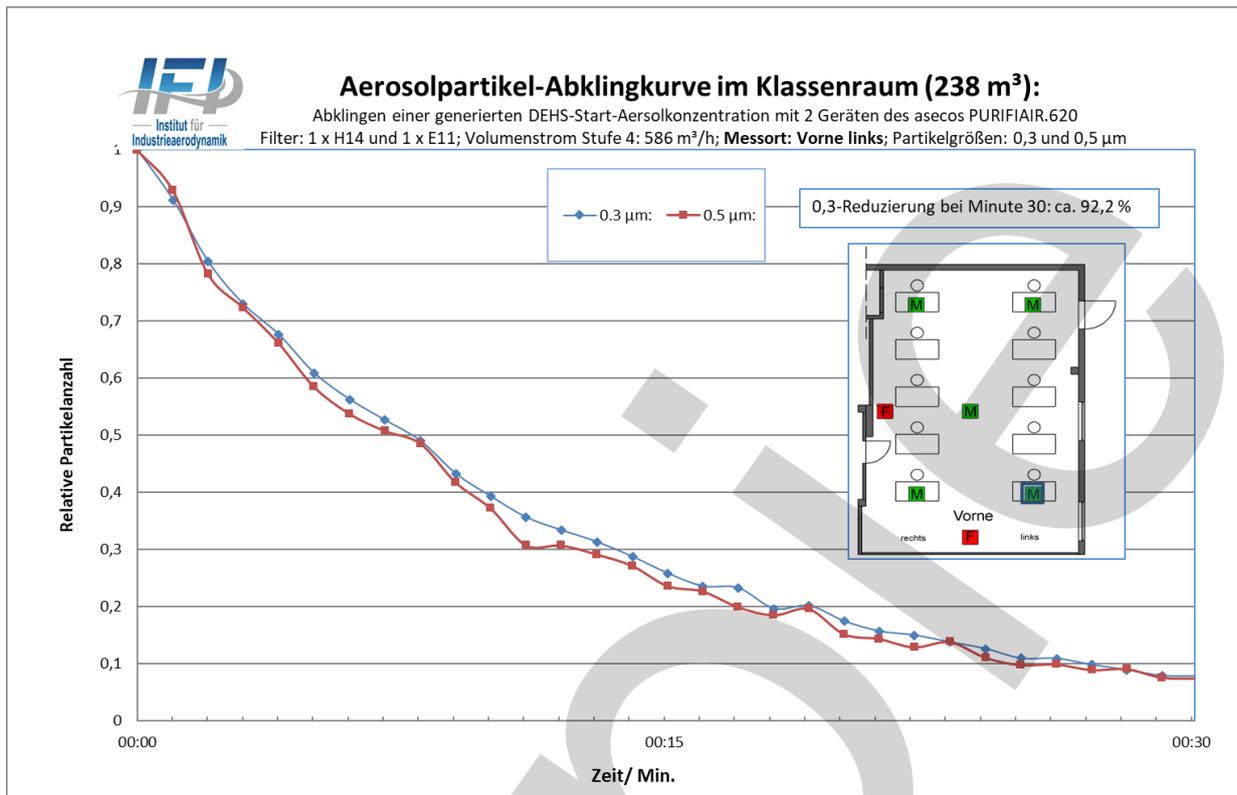
Anhang B: Ergebnisse der Reduzierung der DEHS-Prüfaerosole im Klassenraum



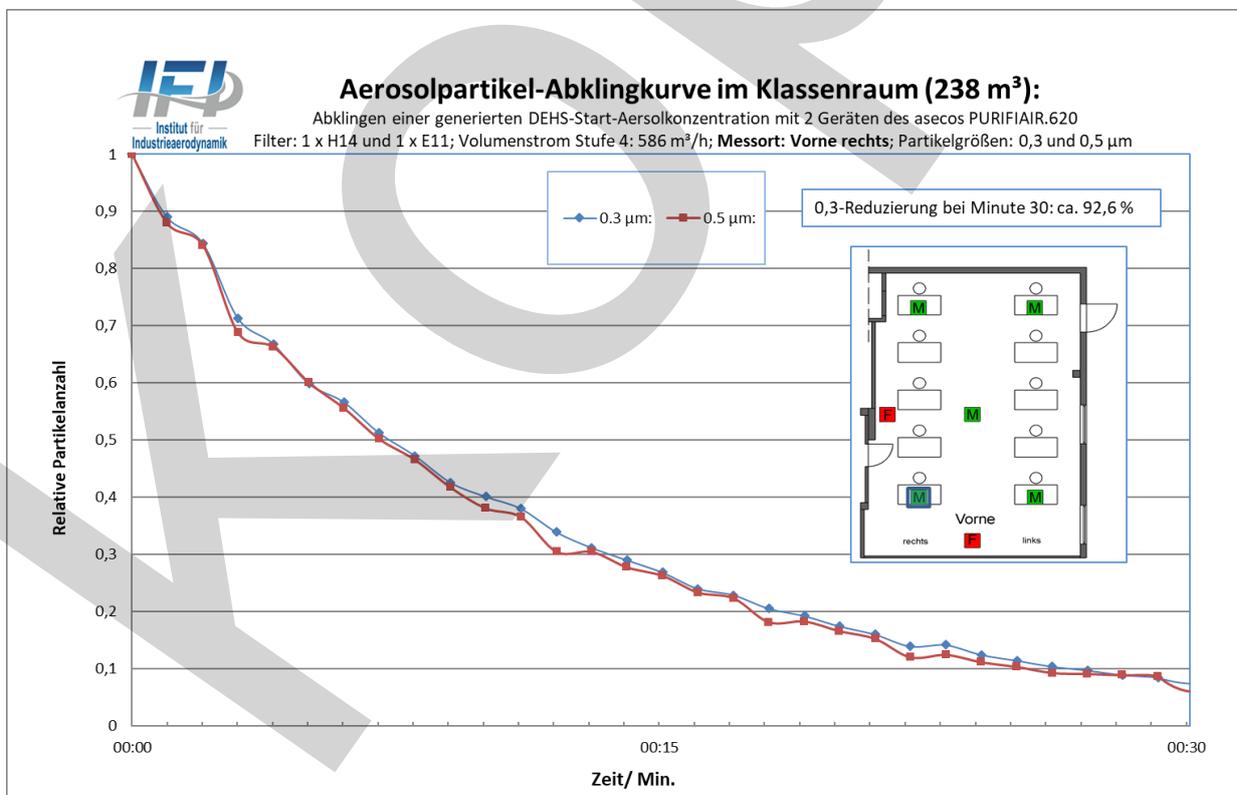
Anhang B 1: Verlauf der Reduzierung der Aerosolkonzentration an der Messposition mittig im Klassenraum



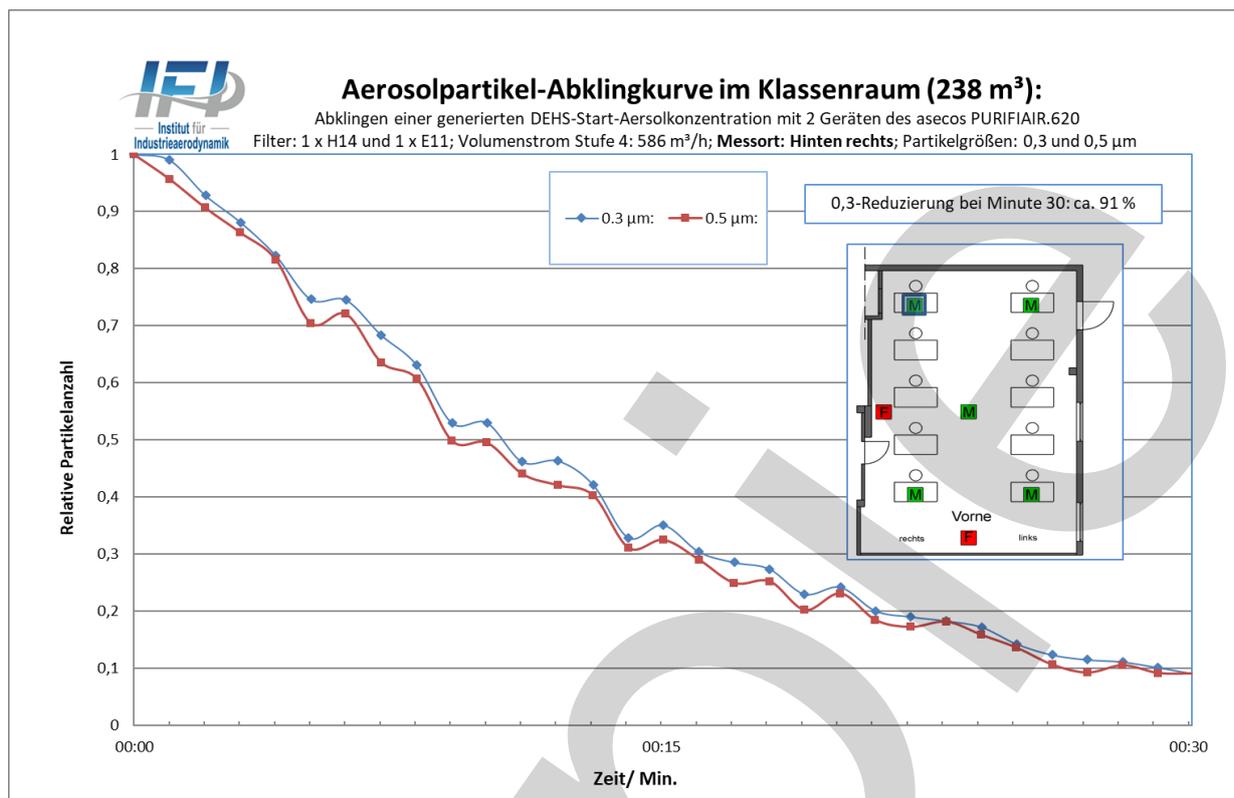
Anhang B 2: Verlauf der Reduzierung der Aerosolkonzentration an der Messposition hinten links im Klassenraum



Anhang B 3: Verlauf der Reduzierung der Aerosolkonzentration an der Messposition vorne links im Klassenraum

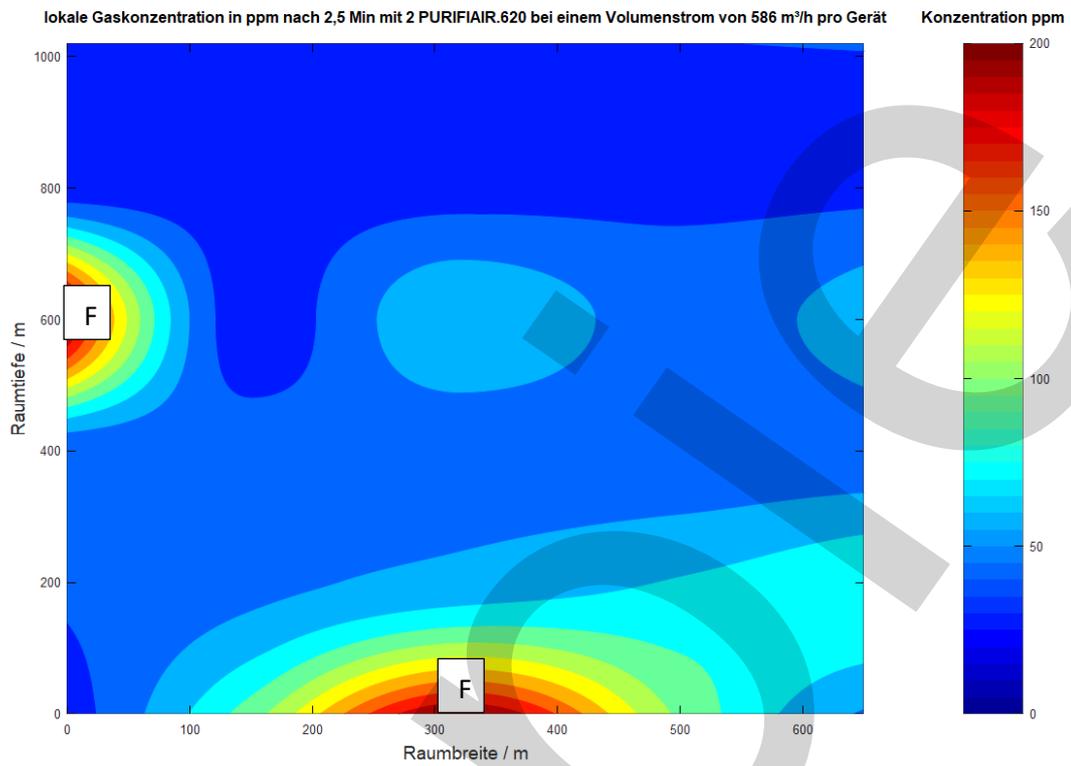


Anhang B 4: Verlauf der Reduzierung der Aerosolkonzentration an der Messposition vorne rechts im Klassenraum

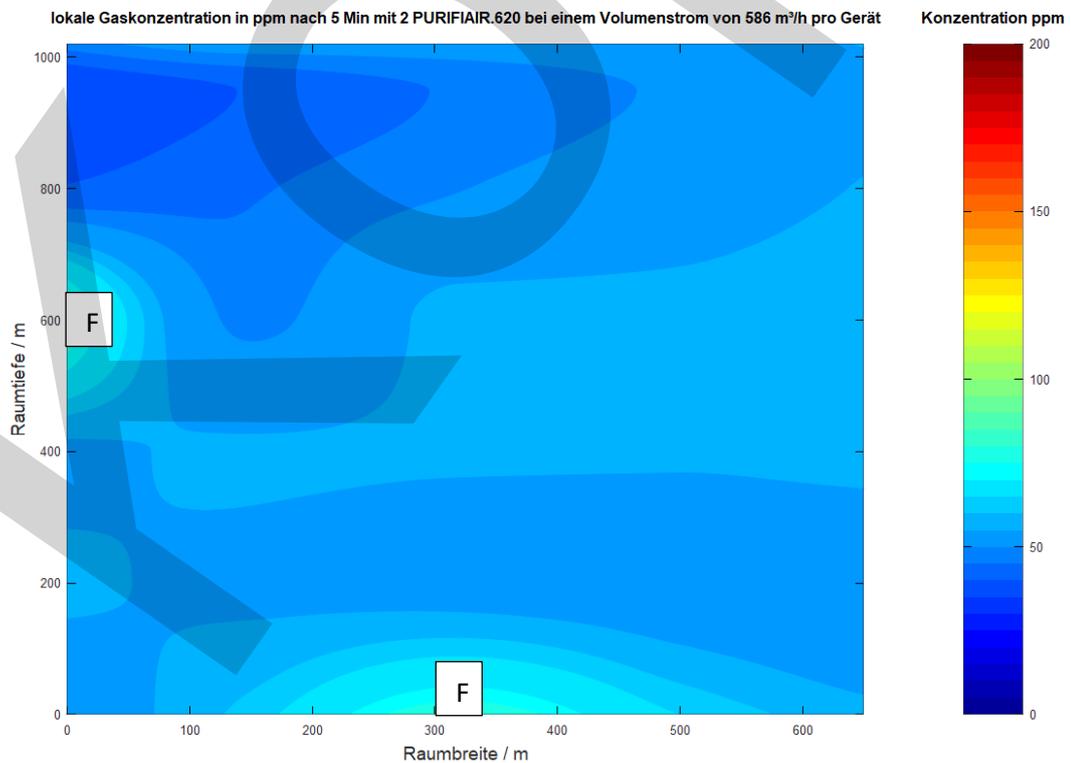


Anhang B 5: Verlauf der Reduzierung der Aerosolkonzentration an der Messposition hinten rechts im Klassenraum

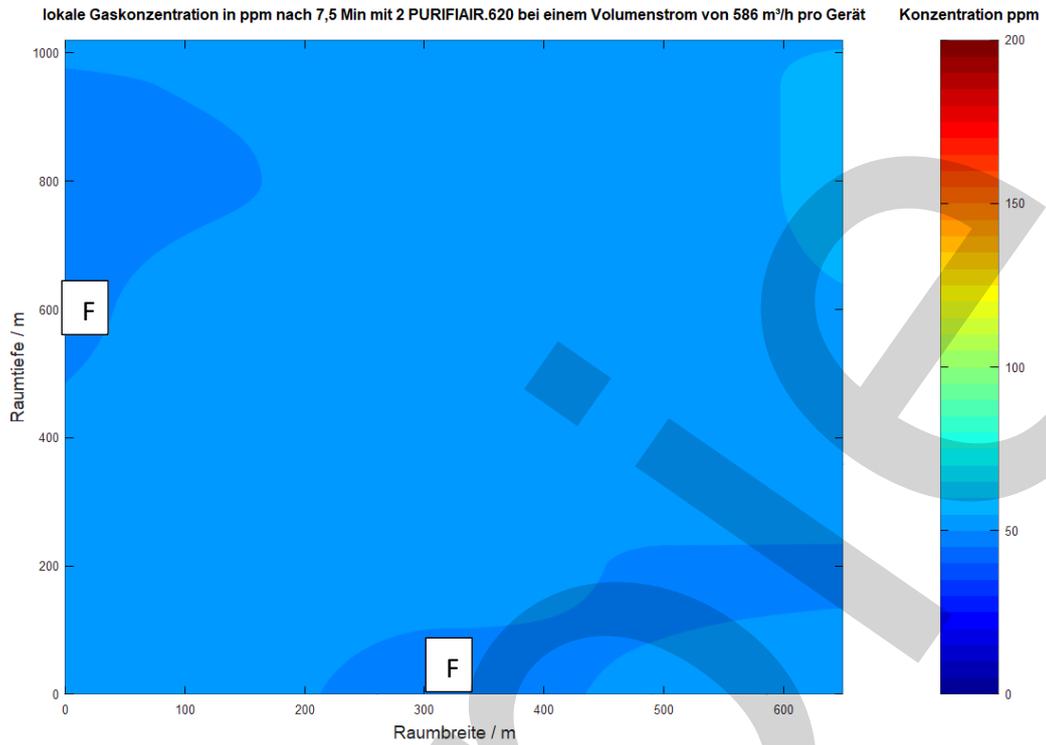
Anhang C: Ergebnisse der Untersuchung zur Ausbreitung der gefilterten Luft



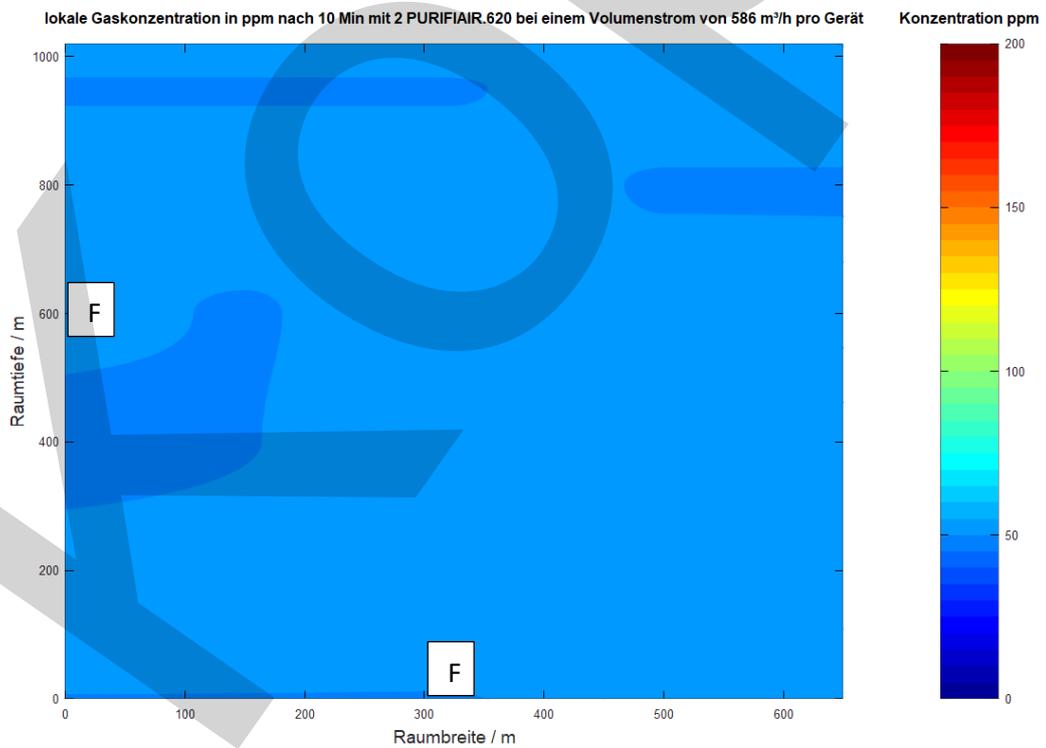
Anhang C 1: lokale Gaskonzentration nach 2,5 Minuten



Anhang C 2: lokale Gaskonzentration nach 5 Minuten



Anhang C 3: lokale Gaskonzentration nach 7,5 Minuten



Anhang C 4: lokale Gaskonzentration nach 10 Minuten