

**Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE
Zentrum für integrale Gebäudetechnik**

Prüfbericht Nr.: HP-212099

Objekt: **Mobiler Raumteiler Noise-Virus-Catcher
und Noise-Catcher**

Auftraggeber: **Bruag AG
Bahnhofstrasse 8
8594 Güttingen
Schweiz**

Ort, Datum: **Horw, 04.05.2021**



.....
Jasin Jasari
Wiss. Mitarbeiter



.....
Heinrich Huber
Prüfstellenleiter

Dieser Bericht umfasst 28 Seiten und darf ohne die schriftliche Genehmigung der Prüfstelle Gebäudetechnik nur in gekürzter Form vervielfältigt werden.

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	3
2. Auftrag	4
3. Prüfobjekt, Eingangsdatum, Datum der Prüfung	5
4. Prüfverfahren	6
5. Messresultate	10
5.1. Luftvolumenstrom	10
5.2. 100-1 Erholzeit	10
5.3. Raumluftgeschwindigkeit	11
5.4. Schalleistungspegel	12
5.5. Schallabsorptionsgrad	12
6. Schlussbemerkung	13
7. Anhang 1: Spezifikationen Messgeräte und Hilfsmittel	14
7.1. Partikelzähler	14
7.2. Aerosolgenerator	14
7.3. Verdünnungsstufe	14
7.4. Hallraum	14
8. Anhang 2, Formelzusammenstellung, berechnete Grössen	15
9. Anhang 3, Volumenstrommessung am Prüfstand «Klein LKP»	17
10. Anhang 4, Detailübersicht Schalleistungspegel-Messung	18
11. Anhang 5, Datenblätter Schallabsorptionsgrad	19
12. Anhang 6, Bilder	23
13. Anhang 7, Literaturhinweis	28

1. Zusammenfassung

Vom Zentrum für Integrale Gebäudetechnik der Hochschule Luzern - Technik & Architektur (ZIG) wurde im Auftrag der Firma Bruag AG die Luftreinigungsleistung eines Luftreinigungsgerätes vom Typ «Noise-Virus-Catcher» in Anlehnung an die Schweizer Prüfrichtlinie «Prüfrichtlinie für mobile Raumlufreinigungsgeräte» (Ausgabe 2012) geprüft. Für die Prüfung wurden von der Bruag AG drei Geräte des Typs «Noise-Virus-Catcher» zur Verfügung gestellt.

Zusätzlich wurden in dem Zusammenhang bei drei Raumteilern des Typs «Noise-Catcher» sowie bei den «Noise-Virus-Catcher» der Schallabsorptionsgrad nach dem normierten Messverfahren gemäss SN EN ISO 354 im Hallraum ermittelt.

Die «Prüfrichtlinie für mobile Raumlufreinigungsgeräte» verlangt unter anderem die Ermittlung der 100:1-Erholzeit. Die 100:1-Erholzeit gibt an, in welcher Zeit das Gerät die Aerosolkonzentration (Prüfpartikelfraktion $\leq 1,0 \mu\text{m}$, mit einer Mehrheit im Bereich $0,3 - 0,5 \mu\text{m}$) in einem Raum von 100% auf 1% reduzieren kann. Dabei erfolgt die Luftumwälzung und Luftreinigung im Prüfraum allein durch das Gerät.

Die an drei Orten im Prüfraum durchgeführten Messungen führten zu einer Erholzeit von im Mittel 23.9 Minuten. Der dabei verwendete originale Geräte-Filter war vom Typ HEPA H14. Alle drei «Noise-Virus-Catcher» zusammen wiesen einen Luftvolumenstrom von $436 \text{ m}^3/\text{h}$ auf. Zum Vergleich: die minimal mögliche (theoretische) Erholzeit beträgt bei Annahme einer idealen Mischlüftung und partikelfreien Zuluft in der gleichen Höhe wie der des Prüflings 23,4 Minuten. Das geprüfte Gerät hat bezogen auf die theoretische Zeit demnach einen um 1.9 % längeren Zeitbedarf für die Raumlufreinigung.

Während der 100:1-Erholzeitmessung wurde auch die Raumlufgeschwindigkeit an vier verschiedenen Stellen gemessen. Die höchste gemessene Raumlufgeschwindigkeit beträgt 0.07 m/s . Vergleicht man die Messwerte mit den Vorgaben der SIA 180:2014 (Figur 5) betreffend Zugluftrisiko, wäre eine Raumlufgeschwindigkeit von 0.14 m/s noch zulässig. Die gemessenen Werte befinden sich alle nicht im kritischen Bereich.

Für die Ermittlung der Schallleistungspegel gemäss SN/EN ISO 3741 wurde repräsentativ nur der Prüfling HP-212099-01 gemessen. Bei der höchsten Stufe weist das Gerät einen Schallleistungspegel von 60.5 dB (A) , bei einer elektrischen Leistungsaufnahme von 35.9 W , auf.

Der Schallabsorptionsgrad gemäss ISO 11654 wurde jeweils an drei Raumteilern «Noise-Catcher» und an drei Raumlufreinigungsgeräten «Noise-Virus-Catcher» ermittelt. Für die Raumteiler «Noise-Catcher» ergibt sich aus der Messung ein bewerteter Schallabsorptionsgrad von $\alpha_w = 0.85$ und für die Raumlufreinigungsgeräte «Noise-Virus-Catcher» ergibt sich ein bewerteter Schallabsorptionsgrad von $\alpha_w = 0.70$.

2. Auftrag

Auftraggeberin: Bruag AG
Bahnhofstrasse 8
CH-8594 Güttingen

Kontaktperson: Herr Markus Brühwiler

Das Zentrum für Integrale Gebäudetechnik ZIG wurde von der Bruag AG mit der Prüfung von drei Umluftreinigungsgeräten des Typs «Noise-Virus-Catcher» in Anlehnung an die Schweizer Prüfrichtlinie «Prüfrichtlinie für mobile Raumlufteinigungsgeräte» (Ausgabe 2012) beauftragt.

Ausserdem soll an drei Raumteilern des Typs «Noise-Catcher» sowie an den drei Umluftreinigungsgeräten des Typs «Noise-Virus-Catcher» der Absorptionsgrad gemäss EN ISO 354 bestimmt werden. Die Schallabsorptionsmessungen finden im Hallraum im akkreditierten Bereich der Prüfstelle Gebäudetechnik der Hochschule Luzern, Technik & Architektur in Horw statt.

3. Prüfobjekt, Eingangsdatum, Datum der Prüfung

Prüfobjekt: 3x Umluftreinigungsgerät «Noise-Virus-Catcher»

Eingangsdatum: 15.03.2021

Datum der Prüfung: 23.03.2021 und darauffolgende Tage

Die Prüflinge besitzen keine Seriennummer. Zur Unterscheidung der Prüfobjekt «Noise-Virus-Catcher» werden diese durch eine Prüfnummer gekennzeichnet wie in der Abbildung 1 dargestellt.

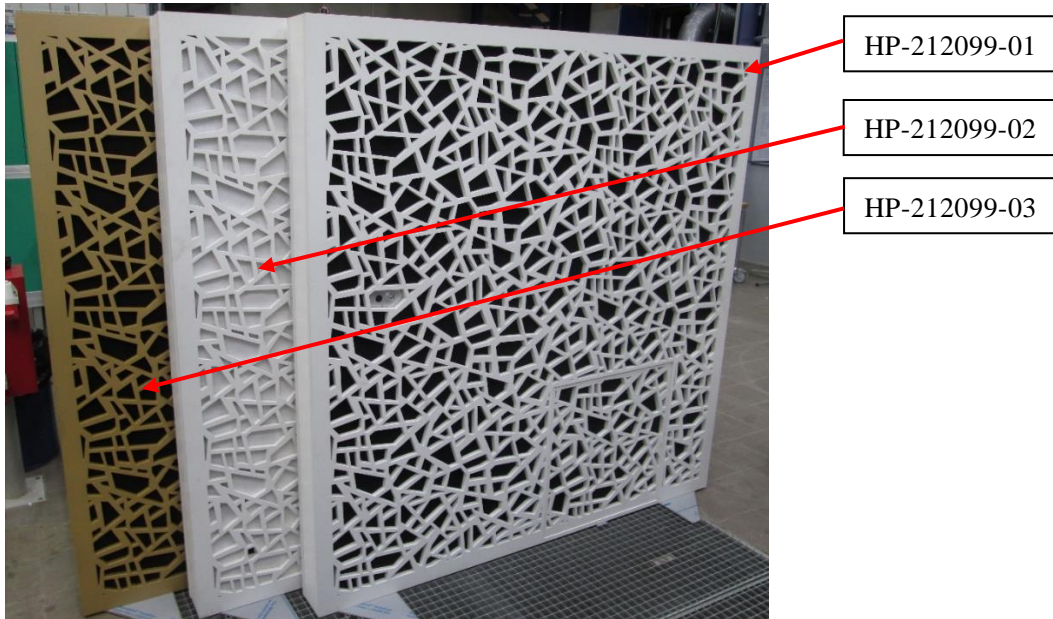


Abbildung 1: Prüflinge «Noise-Virus-Catcher»

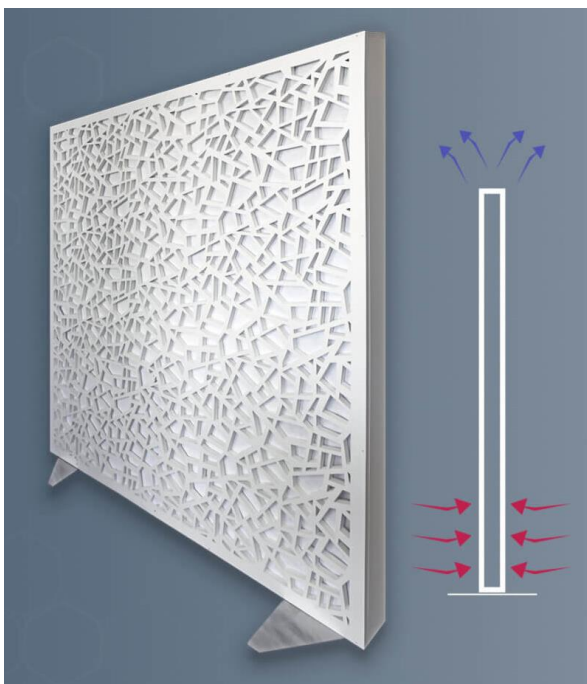


Abbildung 2:: Funktionaler Aufbau Umluftreinigungsgerät «Noise-Virus-Catcher», Quelle: Bruag AG

Prüfobjekt: 3x Raumteiler «Noise-Catcher»
Eingangsdatum: 15.03.2021
Datum der Prüfung: 23.03.2021 und 24.03.2021



Abbildung 3: Prüflinge «Noise-Catcher»

4. Prüfverfahren

Volumenstrommessung

Die Volumenstrombestimmung erfolgte auf dem Lüftungskomponentenprüfstand «Klein LKP» (siehe Prüfmodell Anhang 3) nach dem Nulldruckmessverfahren (auch Kompensationsverfahren nach SN EN 12599:2012). Hierzu wurde der Prüfling austrittseitig luftdicht über ein Kanalnetz an einen Hilfsventilator angeschlossen. Die Luftförderleistung des Hilfsventilators wird über Drehkolbengaszähler bestimmt. Der Hilfsventilator wird bei diesem Messverfahren so geregelt, dass kurz nach dem Luftaustritt aus dem Prüfling eine Druckdifferenz zum Aufstellraum von 0 Pa herrscht. Somit fördert der Hilfsventilator genau so viel Luft, wie der Ventilator im Luftreinigungsgerät fördert, wobei der Hilfsventilator nur dafür benötigt wird, die Druckverluste der Volumenstrommesseinrichtung zu überwinden.

100:1-Erholzeitmessung

Die 100:1-Erholzeit gibt an, in welcher Zeit das Gerät die Aerosolkonzentration (Prüfpartikelfraktion $\leq 1,0 \mu\text{m}$, mit einer Mehrheit im Bereich $0,3 - 0,5 \mu\text{m}$) in einem Raum von 100% auf 1% reduzieren kann.

Die drei «Noise-Virus-Catcher» wurden im standardisierten, nicht zusätzlich belüfteten „Isolierzimmer“ des ZIG untersucht. Der Prüfaufbau ist in Abbildung 5 dargestellt. Die eingesetzten Messgeräte sind dem Anhang 1 zu entnehmen. Die Messung erfolgte gemäss ISO 14644-3:2006. Die

Messung wird an drei unterschiedlichen Messtellen durchgeführt. Die Prüflinge und die Messtellen sind gemäss Abbildung 4 bzw. Abbildung 5 positioniert worden.

Als Aerosol diente DEHS mit Prüfpartikel $\leq 1,0 \mu\text{m}$ und einer Mehrheit im Bereich $0,3 - 0,5 \mu\text{m}$. Für die Messung der 100:1-Erholzeit ist bei der Partikelzählung eine distributive Partikelgrösse von $0,3 - 0,5 \mu\text{m}$ ausgewertet worden. Der Vermischungsventilator (Gegenstand Nummer 2 in Abbildung 5) stellt vor der Messung eine homogene Partikelverteilung im Raum her. Nach Erreichen einer ausreichend hohen Partikelkonzentration im Raum wird der Vermischungsventilator ausgeschaltet und der Raum bleibt auch während der ganzen Messung geschlossen. Die Luftreinigung und Raumluftrömung werden während der Messung nur noch von den drei Prüflingen generiert.

Die Bewertung der Partikelzahlen erfolgte für die Partikelfraktion $0,3 - 0,5 \mu\text{m}$.

Der «Noise-Virus-Catcher» besitzt eine stufenlose Leistungsregelung, die durch ein Potentiometer eingestellt wird. Für die Prüfung wurden alle Geräte auf der höchsten Stufe betrieben. Die Messung der Erholzeit wird mit eingebautem H14-Filter im Neuzustand durchgeführt. Da H14-Filter elektrostatisch nicht aufgeladen werden entfällt die Prüfung mit elektrostatisch entladem Filter.

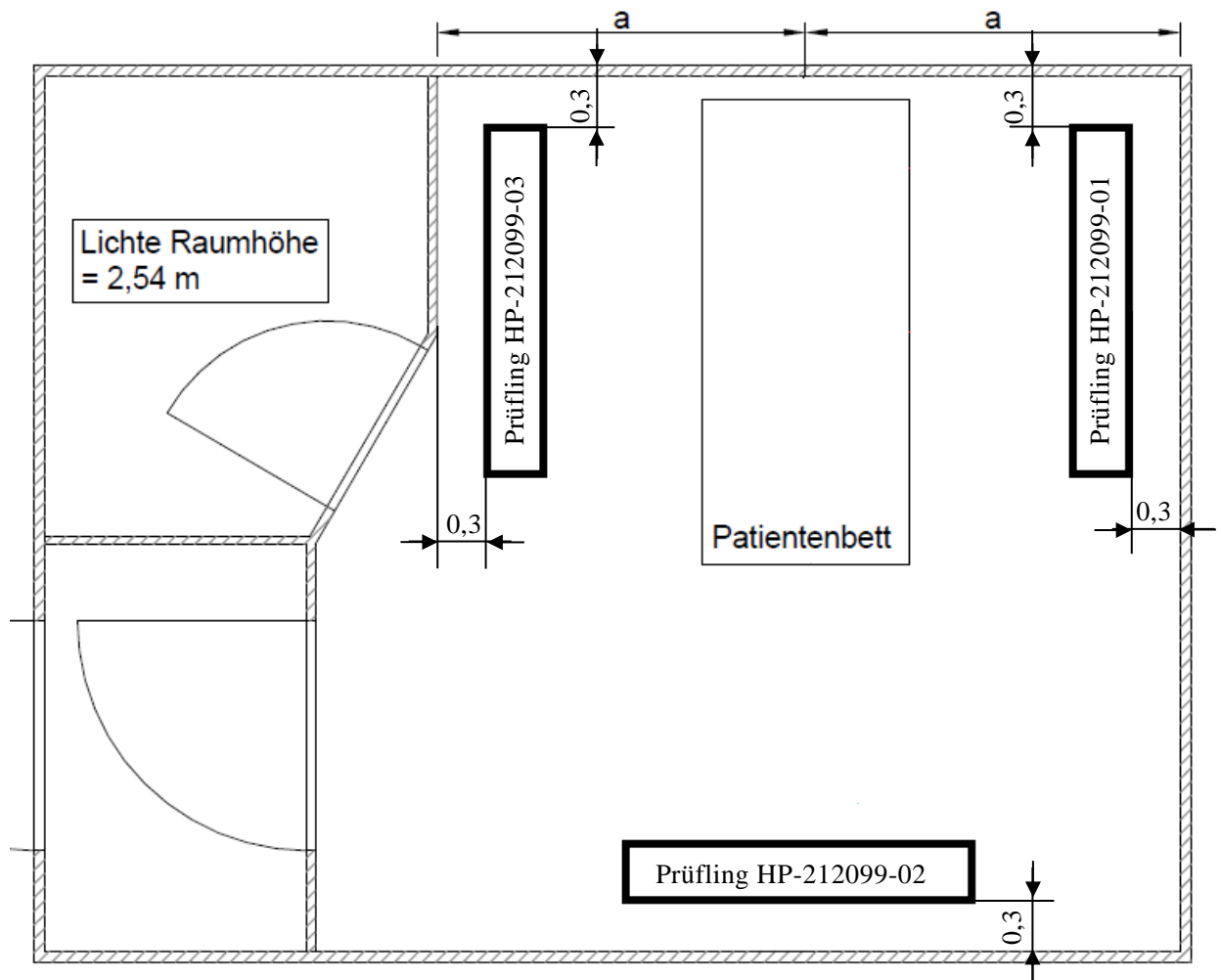
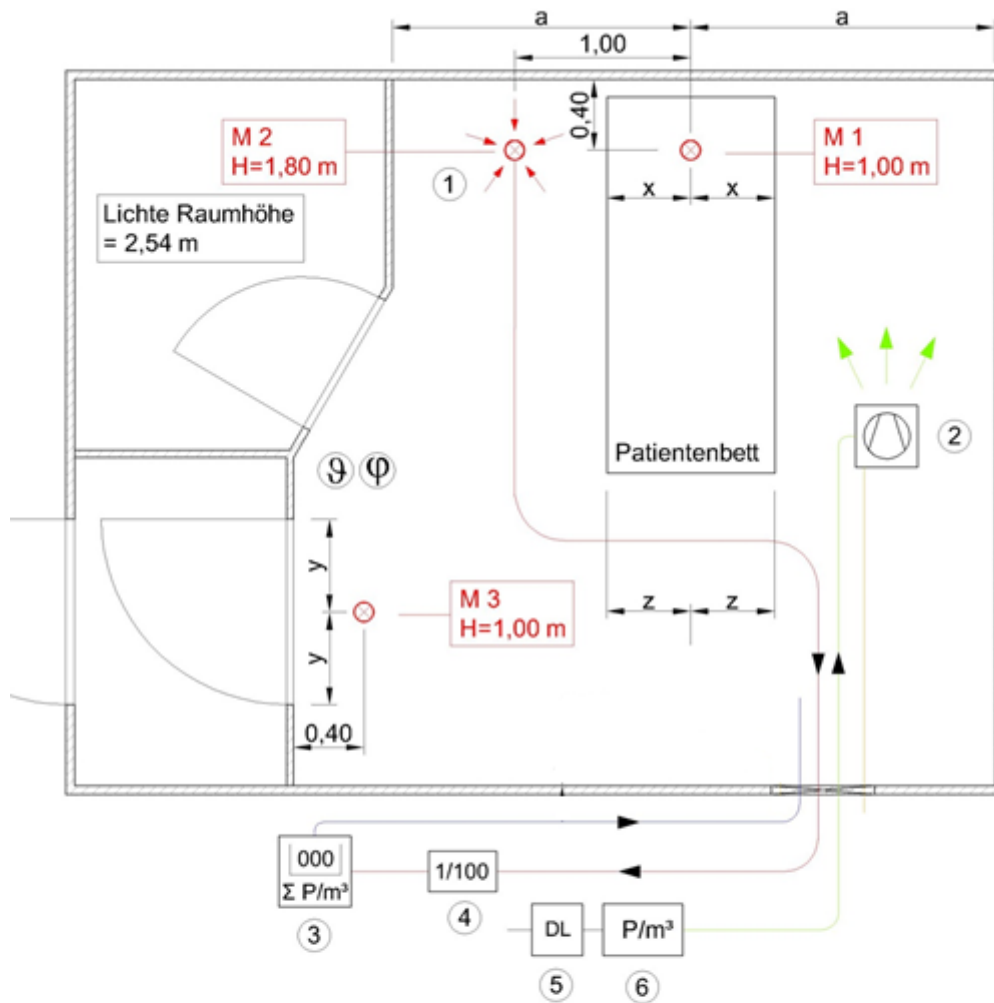


Abbildung 4: Anordnung Prüflinge im Isolierzimmer



Legende

- | | | |
|--|---------------------------------------|----------------------------|
| | Spannungsversorgung | 1 - Sonde |
| | Aerosolzuführung | 2 - Vermischungsventilator |
| | Probenahmeluft | 3 - Partikelzähler |
| | Abluft des Partikelzählers | 4 - Verdünnungsstufe 1:100 |
| | Messstellen für Probenahmeluft | 5 - Druckluft |
| | Temperaturfühler } mittels Datalogger | 6 - Aerosolgenerator |
| | | Feuchtfühler |

Abbildung 5: Versuchsaufbau. Das Netto-Raumvolumen beträgt ca. 37 m³ und die Prüfraumgrundfläche ca. 15 m².

Raumluftgeschwindigkeit

Die Messung der Raumluftgeschwindigkeiten erfolgt an den unter Abbildung 6 angegebenen Messstellen mit einem richtungsunabhängigen Anemometer.

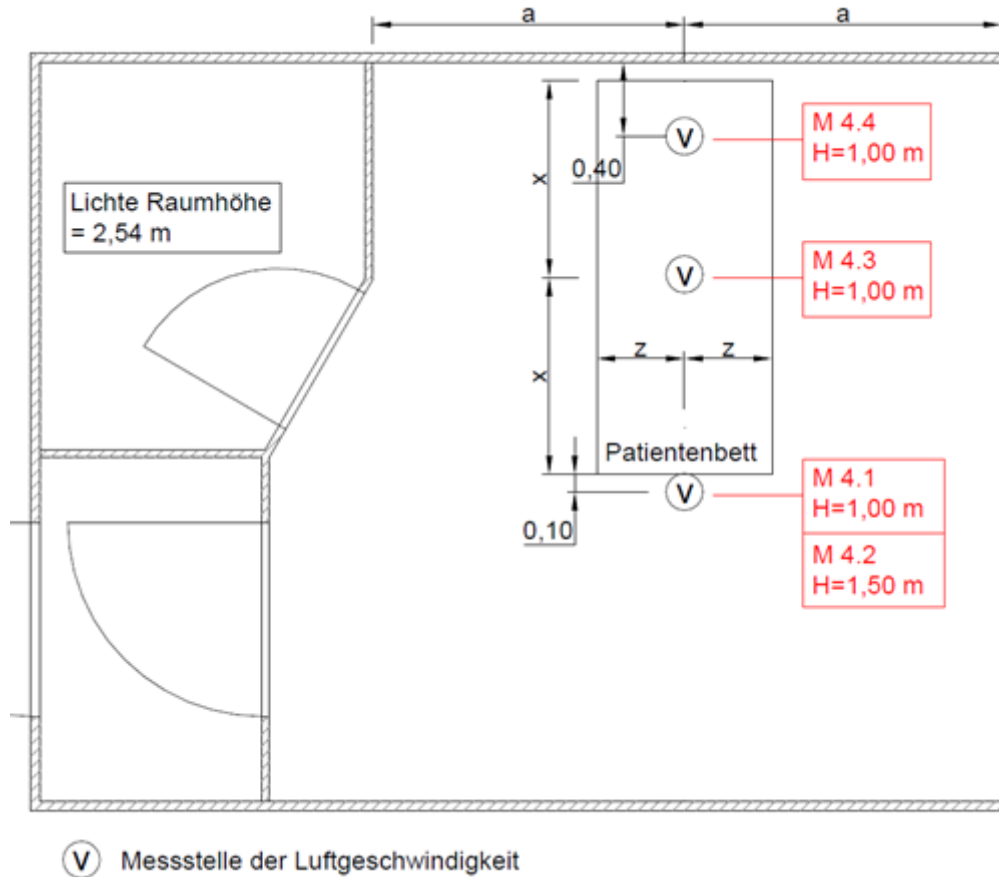


Abbildung 6: Prüfanordnung zur Ermittlung der Raumluftgeschwindigkeit

Messung Schalleistungspegel

Die Messung des gerätespezifischen Schalleistungspegel erfolgt nach dem normierten Messverfahren ISO 3741:2011 (Direktverfahren) im Hallraum der Prüfzelle. Der Schalleistungspegel wird am «Noise-Virus-Catcher» HP-212099-01 ermittelt.

Messung Schallabsorptionsgrad

Schallabsorptionsgrad wird nach dem normierten Messverfahren gemäss SN EN ISO 354 im Hallraum ermittelt. Die mittlere Nachhallzeit im Hallraum wird mit und ohne Prüfobjekt gemessen. Aus diesen Nachhallzeiten wird die äquivalente Schallabsorptionsfläche A des Prüfobjektes nach der Sabine'schen Gleichung berechnet. Gemäss der Norm ISO 11654 wird der bewertete Schallabsorptionsgrad α_w ermittelt.

Die Messungen werden an den Raumteilern «Noise-Catcher» sowie an den Raumlüftungsgeräten «Noise-Virus-Catcher» durchgeführt.

5. Messresultate

5.1. Luftvolumenstrom

Die Volumenstrombestimmung erfolgte auf dem Lüftungskomponentenprüfstand «Klein LKP» (siehe Prüfmodell Anhang 3) nach dem Nulldruckmessverfahren (auch Kompensationsverfahren nach SN EN 12599:2012). Während der Prüfung wurde die elektrische Leistungsaufnahme von den Prüflingen ebenso gemessen. Die Resultate der Messung sind in der Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Resultat der Volumenstrom-, und Leistungsmessung

Prüfling	V _{mess} *	m _{mess} *	P _{el, mess}
	m ³ /h	kg/h	W
HP-212099-01	61	70	7.4
	115	130	20.6
	148**	168	35.9
HP-212099-02	61	70	8.3
	107	121	20.7
	137**	155	36.3
HP-212099-03	58	66	7.5
	112	127	20.6
	151**	171	40.1

* Angabe des Luftvolumenstroms und -massenstroms bei Messbedingungen (i.e. Dichte=1.14 kg/m³)

** Diese Volumenströme werden für die Ermittlung der Erholzeit verwendet

P_{el}: elektrische Gesamtleistungsaufnahme des Prüflings bei Messbedingungen

5.2. 100-1 Erholzeit

Die drei Prüflinge wurde gemäss Kundenvorgaben im Prüfraum verteilt angeordnet (siehe Abbildung 13, Anhang).

Der Filter wird so belassen wie er vom Kunden angeliefert wurde (Neuzustand).

Der zeitliche Verlauf der Partikelkonzentrationsreduktion an den Messorten M1 - M3 ist in Abbildung 7 zu erkennen. Die Lufttemperatur lag bei 23 °C und die relative Feuchtigkeit bei 34%.

Aus den Werten für die Erholzeiten an den Messpunkten M1 – M3 ergibt sich eine mittlere Erholzeit von 23,9 Minuten.

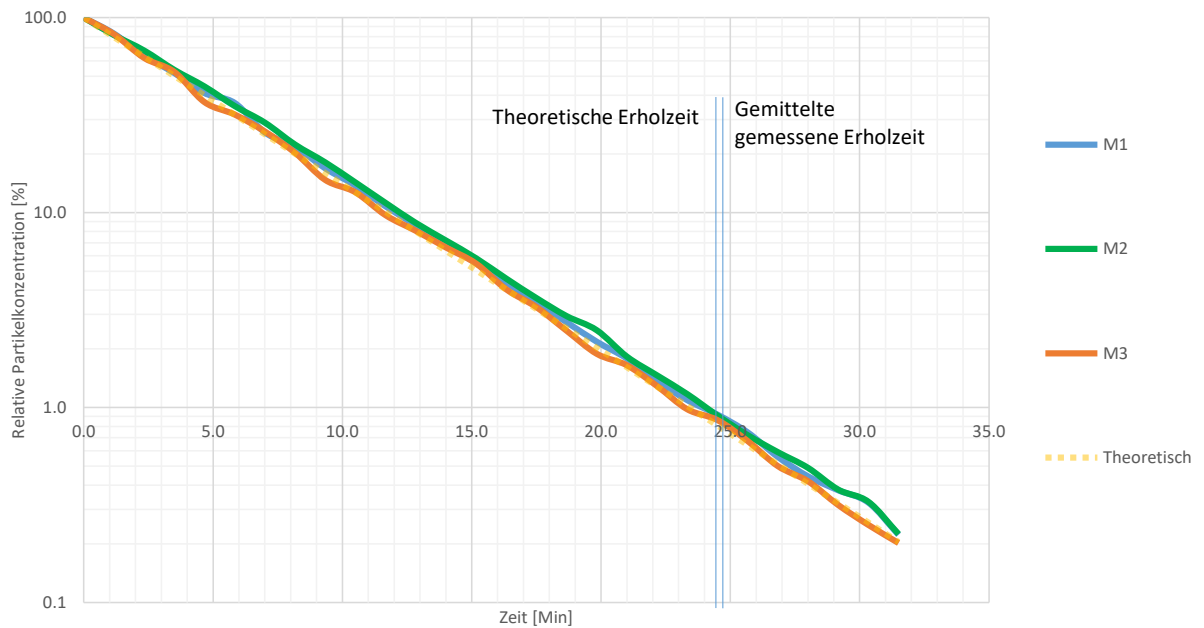


Abbildung 7: Zeitlicher Abbau der Partikelfraktion 0.3 - 0,5 µm beim Prüfling: Noise-Virus-Catcher bei 436 m³/h (Summe von allen Prüflingen)
Messorte im Raum: Kopfteil Patientenbett (M1), Kopfhöhe stehendes Pflegepersonal (M2), Türbereich (M3).

Die Erholzeiten an den drei Messpunkten sind praktisch identisch, was zum einen auf eine raumerfüllte Mischströmung hindeutet. Ein weiteres Kriterium für das Vorliegen einer raumerfüllten, idealen Mischströmung im Raum ist der lineare Kurvenverlauf in Abbildung 7 innerhalb der Prüfzeitphase von 100 – 1%.

Die theoretische Erholzeit wurde nach der Formel im Kapitel 8, Anhang 2 berechnet. Sie beträgt 23,4 Minuten und ergibt sich für den Luftvolumenstrom von den Geräten: 436 m³/h beim Prüfraumvolumen von 37 m³ (Luftwechszahl LW = 436/37 = 11,8 h⁻¹). Das geprüfte Gerät hat demnach, bezogen auf die theoretisch minimal mögliche Zeit, einen um knapp 1,9 % höheren Zeitbedarf zur Raumlufthereinigung.

5.3. Raumlufgeschwindigkeit

Die Messung der Raumlufgeschwindigkeiten erfolgt an vier verschiedenen Stellen gemässe Abbildung 6. In der Tabelle 2 sind die Messergebnisse dargestellt.

Messtelle	Geschwindigkeit	Turbulenzgrad	Temperatur	Zugluftrate
	m/s	%	°C	%
M 4.1	0.02	21.4	22.9	0
M 4.2	0.05	33.7	22.8	1.3
M 4.3	0.06	56.0	22.7	2.1
M 4.4	0.07	37.8	22.7	4.6

Tabelle 2: Ergebnisse Messungen Raumlufgeschwindigkeit

Vergleicht man die Messwerte mit den Vorgaben der SIA 180:2014 (Figur 5) betreffend Zugluftrisiko, wäre eine Raumlufgeschwindigkeit von 0.14 m/s noch zulässig. Die gemessenen Werte befinden sich alle nicht im kritischen Bereich.

5.4. Schallleistungspegel

Für die Ermittlung der Schallleistungspegel wurde repräsentativ nur der Prüfling HP-212099-01 gemessen (siehe Anhang 4).

Hierfür wurden unterschiedliche Betriebsstufen eingestellt und zusätzlich die elektrische Leistungsaufnahme gemessen wie in Abbildung 8 dargestellt.

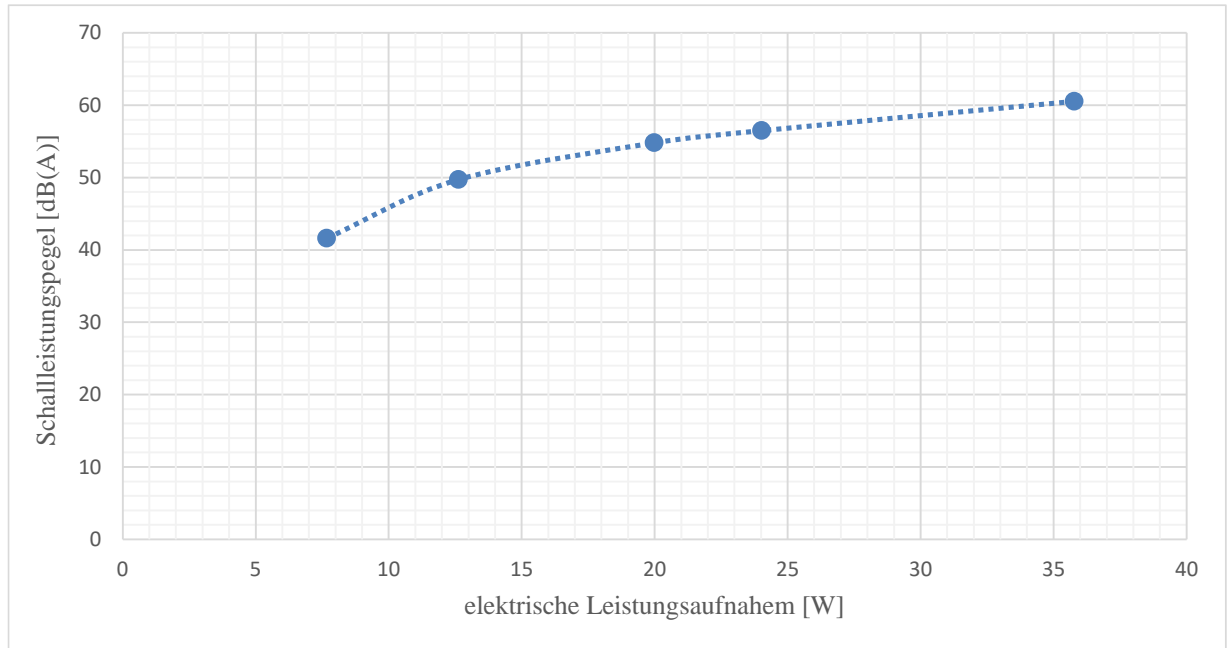


Abbildung 8: Schallleistungspegel gemessen am Prüfling HP-212099 im Hallraum

5.5. Schallabsorptionsgrad

Der Schallabsorptionsgrad wurde jeweils an drei Raumteilern «Noise-Catcher» und an drei Raumluftreinigungsgeräten «Noise-Virus-Catcher» ermittelt. Nach Absprache mit dem Kunden wurden zwei Prüflinge in reihe und einer rechtwinklig zu den anderen angeordnet (siehe Anhang6, Abbildung 10 und Abbildung 11).

Für die Raumteiler «Noise-Catcher» ergibt sich aus der Messung ein bewerteter Schallabsorptionsgrad von $\alpha_w = 0.85$ gemäss ISO 11654.

Für die Raumluftreinigungsgeräte «Noise-Virus-Catcher» ergibt sich aus der Messung ein bewerteter Schallabsorptionsgrad von $\alpha_w = 0.70$ gemäss ISO 11654.

Eine detaillierte Darstellung der Resultate ist in Anhang 4 dargestellt.

6. Schlussbemerkung

Die Resultate gelten ausschliesslich für die gemessenen Prüfobjekte.

Die elektronisch erfassten Daten werden während 3 Jahren gespeichert. Der Prüfbericht und die zugehörigen Dokumente werden bei uns an der Prüfstelle während 10 Jahren archiviert.

Der Auftraggeber kann während dieser Zeit die Dokumente einsehen. Der Aufwand beim Erstellen von Kopien wird dem Kunden verrechnet.

7. Anhang 1: Spezifikationen Messgeräte und Hilfsmittel

7.1. Partikelzähler

Fabr.	HACH
Typ	Met One 3413
Messbereich	0.3 – 10.0 μm
Air suction flow	28.3 L/min
Log. Nr.	1.11 HP 041

7.2. Aerosolgenerator

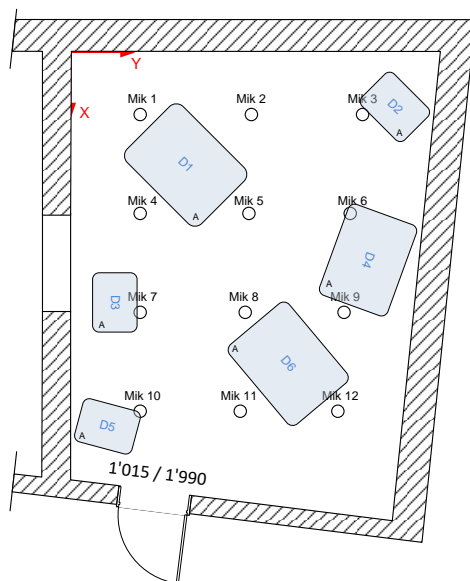
Fabr.	TOPAS
Typ	ATM 230

7.3. Verdünnungsstufe

Fabr.	TOPAS
Typ	DIL 550

7.4. Hallraum

Position der Mikrofone und Diffusoren



Position der Mikrofone

	Mik 1	Mik 2	Mik 3	Mik 4	Mik 5	Mik 6	Mik 7	Mik 8	Mik 9	Mik 10	Mik 11	Mik 12
X [m]	0.82	0.84	0.83	2.26	2.26	2.26	3.77	3.79	3.8	5.25	5.24	4.89
Y [m]	1.18	2.78	4.38	1.18	2.71	4.23	1.17	2.68	4.1	1.13	2.66	3.93
Z [m]	3.94	2.41	4.74	4.93	3.98	5.65	5.54	2.83	3.2	4.88	4.16	2.12

Hauptmikrofonpositionen 2, 4, 6, 8, 10 und 12; zusätzliche Mikrofonpositionen. 1, 3, 5, 7, 9 und 11

Position der Diffusoren

	D1: 1.5 m x 1.0 m				D2: 1.0 m x 0.8 m				D3: 1.0 m x 0.8 m			
	C		B		C		B		C		B	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
X [m]	2.31	0.76	1.18	1.90	1.28	0.16	0.46	0.99	4.09	3.18	3.19	4.09
Y [m]	2.03	1.74	1.23	2.55	4.63	4.82	4.25	5.18	0.42	1.11	0.41	1.11
Z [m]	5.41	4.87	5.51	4.79	3.69	3.83	3.55	4.00	4.91	4.82	4.93	4.78
T [cm]	ca. 14		ca. 14		ca. 2		ca. 4		ca. 3		ca. 3	

	D4: 1.5 m x 1.0 m				D5: 1.0 m x 0.8 m				D6: 1.5 m x 1.0 m			
	C		B		C		B		C		B	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
X [m]	3.55	2.48	2.25	3.79	5.36	5.11	4.83	5.65	4.31	4.59	3.69	5.24
Y [m]	3.98	4.92	4.05	4.56	0.27	1.38	0.52	1.12	2.48	4.11	3.09	3.52
Z [m]	4.34	4.47	4.85	4.44	3.91	3.69	3.50	4.05	3.71	3.83	4.02	3.62
T [cm]	ca. 13		ca. 18		ca. 5		ca. 2		ca. 12		ca. 16	

8. Anhang 2, Formelzusammenstellung, berechnete Grössen

Formelzeichen	Einheit	Definition
$C_{RAL,0}$	[P/ft ³]	Partikelkonzentration in der Raumluft am Anfang der Messung
$C_{RAL,t}$	[P/ft ³]	Partikelkonzentration in der Raumluft zum Zeitpunkt t
LW	[1/h]	Luftwechsel: Luftvolumenstrom (m ³ /h) / Raumvolumen (m ³)
t	[min]	Zeit
CADR	[m ³ /h]	Clean Air Delivery Rate
k	[h ⁻¹]	(negative) Steigung der Abklingkurve in der Prüfkammer mit eingeschaltetem Raumlufreiniger

$$t = \ln \left(\frac{C_{RAL,0}}{C_{RAL,t}} \right) \cdot \frac{60}{LW}$$

$$CADR = k \cdot V_{Raum}$$

Theoretische Erholzeit: Minimal benötigte Zeit, um ein bestimmtes Partikelkonzentrationsverhältnis in einem Raum bei idealer Mischlüftung und konstantem Luftwechsel LW zu erreichen.

CADR des Raumlufreinigers für die ausgewertete Partikelgrössenfraktion nach [Finger, 2015]

Mit k: die (negative) Steigung der Kurve in der logarithmischen Darstellung

Schalleistungspegel der Geräuschequelle

L_w	dB	Schalleistungspegel in einem bestimmten Frequenzband
		$L_w = \overline{L_{p(ST)}} + \left\{ 10 \lg \frac{A}{A_0} dB + 4.34 \frac{A}{S} + 10 \lg \left(1 + \frac{Sc}{8Vf} \right) dB + C_1 + C_2 - 6dB \right\}$
		$C_1 = -10 \lg \frac{p_s}{p_{s0}} dB + 51 \lg \left(\frac{273.15 + \theta}{\theta_0} \right) dB$
		$C_2 = -10 \lg \frac{p_s}{p_{s0}} dB + 151 \lg \left(\frac{273.15 + \theta}{\theta_1} \right) dB$
$\overline{L_{p(ST)}}$	dB	mittl. Schalldruckpegel in einem bestimmten Frequenzband
A	m ²	äquivalente Schallabsorptionsfläche des Empfangsraumes
T_{60}	s	Nachhallzeit für ein bestimmtes Frequenzband
A_0	m ²	1
S	m ²	Raumoberfläche
V	m ³	Raumvolumen
f	Hz	Bandmittenfrequenz
c	m/s	Schallgeschwindigkeit der Luft
		$c = 20.05 \cdot \sqrt{273 + \theta}$
θ	°C	Temperatur
θ_0	°C	=314 °K
θ_1	°C	=296 °K
p_s	Pa	atmosphärischer Druck
p_{s0}	Pa	101325
C_1	dB	Korrektur zur Berücksichtigung der unterschiedlichen Bezugsgrössen
C_2	dB	Korrektur der Strahlungsimpedanz

A-bewertete Schalleistungspegel

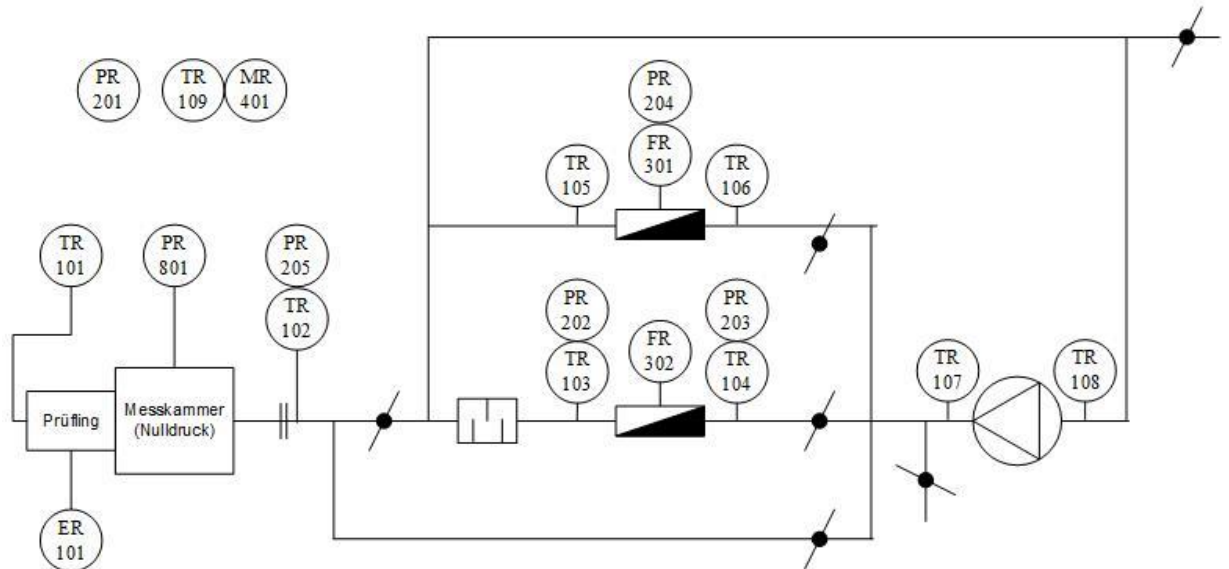
L_{wA} dB A-bewerteter Schalldruckpegel in einem bestimmten Frequenzband

C_j dB Korrekturwert Bewertungsfilter A

Terzband Mittenfrequenz Hz	j	C_j dB	Terzband Mittenfrequenz Hz	j	C_j dB
50	1	-30.2	800	13	-0.8
63	2	-26.2	1'000	14	0
80	3	-22.5	1'250	15	0.6
100	4	-19.1	1'600	16	1
125	5	-16.1	2'000	17	1.2
160	6	-13.4	2'500	18	1.3
200	7	-10.9	3'150	19	1.2
250	8	-8.6	4'000	20	1
315	9	-6.6	5'000	21	0.5
400	10	-4.8	6'300	22	-0.1
500	11	-3.2	8'000	23	-1.1
630	12	-1.9	10'000	24	-2.5

9. Anhang 3, Volumenstrommessung am Prüfstand «Klein LKP»

Prüfmodell KleinLKP, Volumenstrommessung Luftreiniger



Gemessene Grössen

TR101	t_{101}	°C	Temperatur beim Prüfling (fliegend)
TR102	t_{102}	°C	Temperatur beim Ein- bzw. Austrittsflansch
TR103	t_{103}	°C	Temperatur nach DGZ gross
TR104	t_{104}	°C	Temperatur vor DGZ gross
TR105	t_{105}	°C	Temperatur nach DGZ klein
TR106	t_{106}	°C	Temperatur vor DGZ klein
TR107	t_{107}	°C	Temperatur nach Ventilator
TR108	t_{108}	°C	Temperatur vor Ventilator
TR109	t_{109}	°C	Temperatur Umgebung
MR401	ϕ_{401}	%r.F.	rel. Feuchte Umgebung
DPR801	dp_{801}	Pa	Druckdifferenz gegen Umgebung beim Prüfling (fliegend)
DPR206	dp_{206}	Pa	Druckdifferenz gegen Umgebung (fliegend, in dieser Messung nicht verwendet)
PR201	p_{201}	Pa	Barometerdruck
DPR202	dp_{202}	Pa	Druckdifferenz gegen Umgebung nach DGZ gross
DPR203	dp_{203}	Pa	Druckdifferenz gegen Umgebung vor DGZ gross
DPR204	dp_{204}	Pa	Druckdifferenz gegen Umgebung im DGZ klein
DPR205	dp_{205}	Pa	Druckdifferenz gegen Umgebung beim Ein- bzw. Austrittsflansch
FR301	qv_{301}	m^3/h	Volumenstrom DGZ klein
FR302	qv_{302}	m^3/h	Volumenstrom DGZ gross
ER101	P_{EL}	W	Elektrische Leistungsaufnahme mit Infratek 101A (1.13HP119)

10. Anhang 4, Detailübersicht Schalleistungspegel-Messung

Messung 1				Messung 2				Messung 3				Messung 4				Messung 5			
Temperatur	Hallraum	19.4 °C		Temperatur	Hallraum	19.3 °C		Temperatur	Hallraum	19.3 °C		Temperatur	Hallraum	19.3 °C		Temperatur	Hallraum	19.3 °C	
rel. Feuchte	Hallraum	40.2 %r.F.		rel. Feuchte	Hallraum	40.3 %r.F.		rel. Feuchte	Hallraum	40.2 %r.F.		rel. Feuchte	Hallraum	40.4 %r.F.		rel. Feuchte	Hallraum	40.3 %r.F.	
Lufldruck	972.9 mbar			Lufldruck	972.8 mbar			Lufldruck	972.8 mbar			Lufldruck	972.8 mbar			Lufldruck	972.9 mbar		
El. Leistung	7.7 W			El. Leistung	24.0 W			El. Leistung	20.0 W			El. Leistung	55.8 W			El. Leistung	12.6 W		

Terzbandanalyse							Terzbandanalyse							Terzbandanalyse							Terzbandanalyse							Terzbandanalyse						
F	L _{p(0)}	L _{p(1)}	K ₁	L _w	L _{wA}		F	L _{p(0)}	L _{p(1)}	K ₁	L _w	L _{wA}		F	L _{p(0)}	L _{p(1)}	K ₁	L _w	L _{wA}		F	L _{p(0)}	L _{p(1)}	K ₁	L _w	L _{wA}		F	L _{p(0)}	L _{p(1)}	K ₁	L _w	L _{wA}	
50	19.0	33.8	0.147	31.9	1.7		50	19.0	32.9	0	51.0	20.8		50	19.0	30.3	0	48.4	18.2		50	19.0	35.5	0	53.6	23.4		50	19.0	44.3	0	42.4	12.2	
63	26.1	28.7	1.26	29.4	3.3		63	26.1	43.3	0	44.1	18.0		63	26.1	41.1	0	41.9	15.8		63	26.1	47.3	0	48.0	21.9		63	26.1	47.3	0	48.0	21.9	
80	19.1	32.0	0.23	31.4	9.0		80	19.1	48.6	0	48.0	25.6		80	19.1	47.3	0	46.7	24.3		80	19.1	53.2	0	52.5	30.1		80	19.1	40.8	0	40.1	17.7	
100	17.2	30.6	0.206	31.2	12.1		100	17.2	43.8	0	44.4	25.3		100	17.2	41.4	0	42.0	22.9		100	17.2	47.5	0	48.1	29.0		100	17.2	36.5	0	37.1	18.0	
125	10.7	33.9	0	36.3	20.2		125	10.7	45.6	0	48.1	32.0		125	10.7	44.7	0	47.2	31.1		125	10.7	49.7	0	52.1	36.0		125	10.7	39.5	0	41.9	25.8	
160	12.0	40.2	0	42.4	29.0		160	12.0	49.2	0	51.4	38.0		160	12.0	48.2	0	50.4	37.9		160	12.0	52.8	0	55.0	41.6		160	12.0	45.2	0	45.3	31.9	
200	9.5	38.6	0	41.9	31.0		200	9.5	52.3	0	55.6	44.7		200	9.5	50.5	0	53.8	42.9		200	9.5	54.8	0	58.1	47.2		200	9.5	47.9	0	51.2	40.3	
250	10.9	34.9	0	38.0	29.0		250	10.9	50.4	0	53.5	44.9		250	10.9	49.5	0	52.6	44.0		250	10.9	53.4	0	56.5	47.9		250	10.9	46.3	0	49.4	40.8	
315	16.6	34.5	0	38.3	31.7		315	16.6	50.8	0	54.6	48.0		315	16.6	49.5	0	53.3	46.7		315	16.6	52.3	0	56.1	49.5		315	16.6	39.9	0	43.7	37.1	
400	9.8	32.6	0	37.0	32.2		400	9.8	45.5	0	49.9	45.1		400	9.8	43.7	0	48.1	43.3		400	9.8	53.2	0	57.6	52.8		400	9.8	39.4	0	43.8	39.0	
500	9.9	31.1	0	35.6	32.4		500	9.9	44.2	0	48.8	45.6		500	9.9	43.0	0	47.6	44.4		500	9.9	47.7	0	52.3	49.1		500	9.9	39.5	0	44.1	40.9	
630	10.0	29.7	0	34.0	32.1		630	10.0	43.0	0	47.3	45.4		630	10.0	41.1	0	45.4	43.5		630	10.0	45.0	0	49.4	47.5		630	10.0	35.4	0	39.7	37.8	
800	10.3	26.8	0	30.9	30.1		800	10.3	42.5	0	46.6	45.8		800	10.3	40.6	0	44.7	43.9		800	10.3	47.4	0	51.5	50.7		800	10.3	37.3	0	41.4	40.6	
1000	10.9	27.0	0	31.0	31.0		1000	10.9	43.8	0	47.8	47.8		1000	10.9	42.2	0	46.3	46.3		1000	10.9	47.4	0	51.4	51.4		1000	10.9	36.3	0	40.4	40.4	
1250	11.4	21.7	0.427	26.0	26.6		1250	11.4	39.8	0	44.0	44.6		1250	11.4	37.8	0	42.1	42.7		1250	11.4	44.4	0	48.6	49.2		1250	11.4	31.6	0	35.8	36.4	
1600	11.6	20.8	0.46	25.3	26.3		1600	11.6	38.0	0	42.4	43.4		1600	11.6	35.9	0	40.3	41.3		1600	11.6	43.3	0	47.7	48.7		1600	11.6	30.1	0	34.5	35.5	
2000	12.5	20.7	0.46	25.5	26.7		2000	12.5	38.7	0	43.5	44.7		2000	12.5	35.6	0	40.4	41.6		2000	12.5	42.6	0	47.4	48.6		2000	12.5	29.1	0	33.9	35.1	
2500	13.4	19.7	0.46	25.1	26.4		2500	13.4	37.3	0	42.7	44.0		2500	13.4	34.8	0	40.1	41.4		2500	13.4	41.8	0	47.1	48.4		2500	13.4	27.0	0.194	32.3	33.6	
3150	14.1	16.1	0.46	22.1	23.3		3150	14.1	29.7	0	35.7	36.9		3150	14.1	28.6	0.159	34.5	35.7		3150	14.1	34.1	0	40.1	41.3		3150	14.1	21.7	0.46	27.6	28.8	
4000	14.9	12.6	0.46	19.3	20.3		4000	14.9	25.2	0.421	32.0	33.0		4000	14.9	23.1	0.446	29.8	30.8		4000	14.9	30.7	0	37.5	38.5		4000	14.9	17.8	0.46	24.5	25.5	
5000	16.2	12.0	0.46	19.7	20.2		5000	16.2	21.3	0.46	28.9	29.4		5000	16.2	18.8	0.46	26.5	27.0		5000	16.2	27.4	0.338	35.1	35.6		5000	16.2	13.5	0.46	21.1	21.6	
6300	16.7	10.7	1.26	18.7	18.8		6300	16.7	14.4	1.26	22.4	22.5		6300	16.7	12.8	1.26	20.9	21.0		6300	16.7	19.7	1.26	27.7	27.8		6300	16.7	10.9	1.26	18.9	19.0	
8000	17.6	12.4	1.26	22.4	21.3		8000	17.6	13.2	1.26	23.3	22.2		8000	17.6	12.9	1.26	22.9	21.8		8000	17.6	14.9	1.26	25.0	23.9		8000	17.6	12.5	1.26	22.5	21.4	
10000	18.9	13.7	1.26	25.3	23.8		10000	18.9	14.0	1.26	25.6	23.1		10000	18.9	13.9	1.26	25.5	23.0		10000	18.9	14.6	1.26	26.2	23.7		10000	18.9	13.7	1.26	25.4	22.9	
Total ab 50 Hz				48.5	41.6		Total ab 50 Hz				62.4	56.5		Total ab 50 Hz				60.9	54.8		Total ab 50 Hz				65.9	60.5		Total ab 50 Hz				56.3	49.7	
Total ab 50 Hz ohne K₁ > Grenzwert				48.3	40.9		Total ab 50 Hz ohne K₁ > Grenzwert				62.4	56.5		Total ab 50 Hz ohne K₁ > Grenzwert				60.9	54.8		Total ab 50 Hz ohne K₁ > Grenzwert				65.9	60.5		Total ab 50 Hz ohne K₁ > Grenzwert				56.3	49.6	
Total ab 100 Hz				48.3	41.6		Total ab 100 Hz				61.8	56.5		Total ab 100 Hz				60.4	54.8		Total ab 100 Hz				65.3	60.5		Total ab 100 Hz				55.9	49.7	
Total ab 100 Hz ohne K₁ > Grenzwert				48.2	40.9		Total ab 100 Hz ohne K₁ > Grenzwert				61.8	56.5		Total ab 100 Hz ohne K₁ > Grenzwert				60.4	54.8		Total ab 100 Hz ohne K₁ > Grenzwert				65.3	60.5		Total ab 100 Hz ohne K₁ > Grenzwert				55.9	49.6	

blauer Hintergrund: Differenz zu Fremdgeräusch kleiner als Vorgabe, diese Pegel stellen somit eine obere Grenze dar

Oktavbandanalyse							Oktavbandanalyse							Oktavbandanalyse							Oktavbandanalyse							Oktavbandanalyse						
F	L _{p(0)}	L _{p(1)}	K ₁	L _w	L _{wA}		F	L _{p(0)}	L _{p(1)}	K ₁	L _w	L _{wA}		F	L _{p(0)}	L _{p(1)}	K ₁	L _w	L _{wA}		F	L _{p(0)}	L _{p(1)}	K ₁	L _w	L _{wA}		F	L _{p(0)}	L _{p(1)}	K ₁	L _w	L _{wA}	
63	27.5	36.7	0.559	35.8	10.6		63	27.5	54.6	0	53.3	27.4		63	27.5	52.4	0	51.2	25.7		63	27.5	57.9	0	56.7	31.5		63	27.5	46.2	0	44.9	19.2	
125	19.0	41.5	0	43.6	29.6		125	19.0	51.6	0	53.6	39.2		125	19.0	50.4	0	52.5	38.1		125	19.0	55.3	0	57.4	42.8		125	19.0	45.3	0	47.4	33.0	
250	18.2	41.2	0	44.6	35.6		250	18.2	56.0	0	59.4	50.9		250	18.2	54.6	0	58.0	49.6		250	18.2	58.4	0	61.8	53.1		250	18.2	50.6	0	53.8	44.5	
500	14.6	36.1	0	40.5	37.0		500	14.6	49.1	0	53.6	50.1		500	14.6	47.5	0	51.9	48.5		500	14.6	54.8	0	59.2	55.2		500	14.6	43.3	0	47.7	44.2	
1000	15.7	30.5	0.144	34.6	34.4		1000	15.7	47.1	0	51.2	51.1		1000	15.7	45.4	0	49.5	49															

11. Anhang 5, Datenblätter Schallabsorptionsgrad

Schallabsorptionsgrad nach ISO 354:2003																																									
Messung der Schallabsorption im Hallraum																																									
Auftraggeber:	Bruag AG, CH-8504 Güttingen,	Prüfdatum	23.3.2021																																						
Aufbau:																																									
Objekt:	3 x Stellwand Noise Catcher																																								
Fläche des Prüfmaterials:	19.00 m ²	Hallraum leer:	Relative Luftfeuchtigkeit: 40.0 %																																						
Volumen des Hallraums:	210.0 m ³	Temperatur:	19.3 °C																																						
		Luftdruck	97.3 kPa																																						
		Hallraum mit Prüfobjekt:	Relative Luftfeuchtigkeit: 38.2 %																																						
		Temperatur:	19.4 °C																																						
		Luftdruck	97.3 kPa																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">Frequenz f [Hz]</th> <th style="padding: 5px;">α_s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="padding: 5px;">100</td><td style="padding: 5px;">0.34</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">125</td><td style="padding: 5px;">0.34</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">160</td><td style="padding: 5px;">0.41</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">200</td><td style="padding: 5px;">0.48</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">250</td><td style="padding: 5px;">0.68</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">315</td><td style="padding: 5px;">0.78</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">400</td><td style="padding: 5px;">0.87</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">500</td><td style="padding: 5px;">0.84</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">630</td><td style="padding: 5px;">0.86</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">800</td><td style="padding: 5px;">0.87</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">1000</td><td style="padding: 5px;">0.87</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">1250</td><td style="padding: 5px;">0.88</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">1600</td><td style="padding: 5px;">0.86</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">2000</td><td style="padding: 5px;">0.84</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">2500</td><td style="padding: 5px;">0.82</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">3150</td><td style="padding: 5px;">0.78</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">4000</td><td style="padding: 5px;">0.72</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">5000</td><td style="padding: 5px;">0.67</td></tr> </tbody> </table>				Frequenz f [Hz]	α_s	100	0.34	125	0.34	160	0.41	200	0.48	250	0.68	315	0.78	400	0.87	500	0.84	630	0.86	800	0.87	1000	0.87	1250	0.88	1600	0.86	2000	0.84	2500	0.82	3150	0.78	4000	0.72	5000	0.67
Frequenz f [Hz]	α_s																																								
100	0.34																																								
125	0.34																																								
160	0.41																																								
200	0.48																																								
250	0.68																																								
315	0.78																																								
400	0.87																																								
500	0.84																																								
630	0.86																																								
800	0.87																																								
1000	0.87																																								
1250	0.88																																								
1600	0.86																																								
2000	0.84																																								
2500	0.82																																								
3150	0.78																																								
4000	0.72																																								
5000	0.67																																								
Name des Prüfinstituts: Hochschule Luzern Technik & Architektur, Prüfstelle Gebäudetechnik, 6048 Horw																																									
Nr. des Prüfberichtes:																																									
Datum	23.03.2021		Unterschrift																																						
			Pem																																						

Schallabsorptionsgrad nach ISO 11654

Messung der Schallabsorption im Hallraum

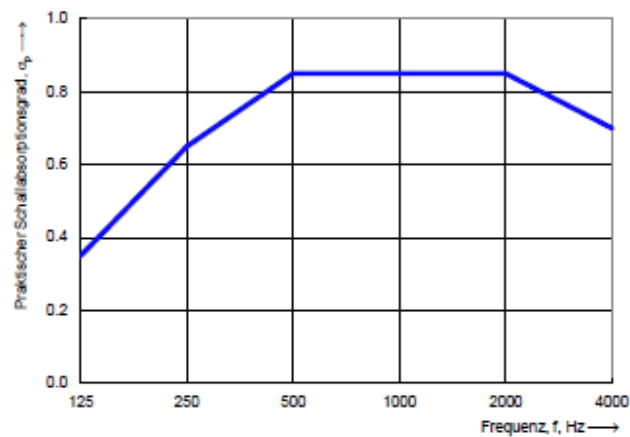
Auftraggeber: Bruag AG, CH-8504 Güttingen,
Aufbau:

Prüfdatum: 23.3.2021

Objekt: 3 x Stellwand Noise Catcher

Fläche des Prüfmaterials:	19.00 m ²	Hallraum leer:	Relative Luftfeuchtigkeit:	40.0 %	Hallraum mit Prüfobjekt:	Relative Luftfeuchtigkeit:	38.2 %
Volumen des Hallraums:	210.0 m ³	Temperatur:	19.3 °C		Temperatur:	19.4 °C	
		Luftdruck	97.3 kPa		Luftdruck	97.3 kPa	

Frequenz f [Hz]	α_p
125	0.35
250	0.65
500	0.85
1000	0.85
2000	0.85
4000	0.70



Bewerteter Schallabsorptionsgrad nach ISO 11654

$\alpha_w = 0.85$

Name des Prüfinstituts: Hochschule Luzern Technik & Architektur, Prüfstelle Gebäudetechnik, 6048 Horw

Nr. des Prüfberichtes:

Datum: 23.03.2021

Unterschrift: Pem

Schallabsorptionsgrad nach ISO 354:2003

Messung der Schallabsorption im Hallraum

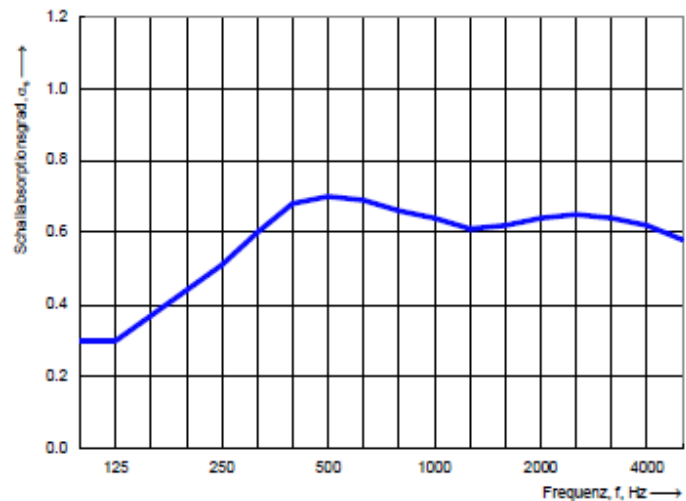
Auftraggeber: Bruag AG, CH-8504 Güttingen,
Aufbau:

Prüfdatum 23.3.2021

Objekt: 3 x Stellwand Noise Virus Catcher

Fläche des Prüfmaterials:	19.00 m ²	Hallraum leer:		Hallraum mit Prüfobjekt:	
Volumen des Hallraums:	210.0 m ³	Relative Luftfeuchtigkeit:	40.0 %	Relative Luftfeuchtigkeit:	38.8 %
		Temperatur:	19.3 °C	Temperatur:	19.2 °C
		Luftdruck	97.3 kPa	Luftdruck	97.3 kPa

Frequenz f [Hz]	α_s
100	0.30
125	0.30
160	0.37
200	0.44
250	0.51
315	0.60
400	0.68
500	0.70
630	0.69
800	0.66
1000	0.64
1250	0.61
1600	0.62
2000	0.64
2500	0.65
3150	0.64
4000	0.62
5000	0.58



Name des Prüfinstituts: Hochschule Luzern Technik & Architektur, Prüfstelle Gebäudetechnik, 6048 Horw

Nr. des Prüfberichtes:

Datum 23.03.2021

Unterschrift Pem

Schallabsorptionsgrad nach ISO 11654

Messung der Schallabsorption im Hallraum

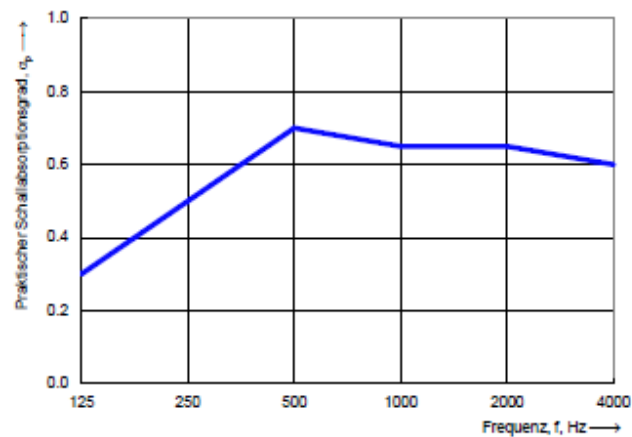
Auftraggeber: Bruag AG, CH-8594 Güttingen,
Aufbau:

Prüfdatum: 23.3.2021

Objekt: 3 x Stellwand Noise Virus Catcher

Fläche des Prüfmaterials:	19.00 m ²	Hallraum leer:	Relative Luftfeuchtigkeit:	40.0 %	Hallraum mit Prüfobjekt:	Relative Luftfeuchtigkeit:	38.8 %
Volumen des Hallraums:	210.0 m ³	Temperatur:	19.3 °C		Temperatur:	19.2 °C	
		Luftdruck	97.3 kPa		Luftdruck	97.3 kPa	

Frequenz f [Hz]	α_p
125	0.30
250	0.50
500	0.70
1000	0.65
2000	0.65
4000	0.60



Bewerteter Schallabsorptionsgrad nach ISO 11654
 $\alpha_w = 0.70$

Name des Prüfinstituts: Hochschule Luzern Technik & Architektur, Prüfstelle Gebäudetechnik, 6048 Horw

Nr. des Prüfberichtes:

Datum: 23.03.2021

Unterschrift: Pem

12. Anhang 6, Bilder

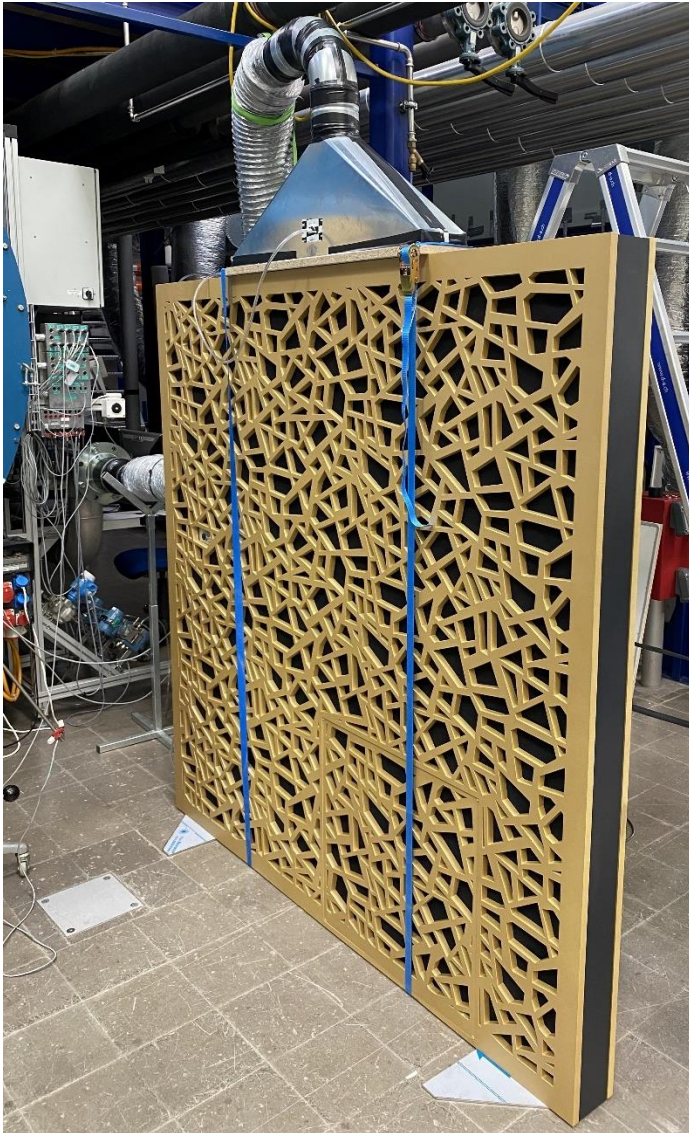


Abbildung 9: Prüfling HP-212099-03 am Lüftungskomponentenprüfstand «Klein LKP» für die Volumenstrom-Messung



Abbildung 10: Schallabsorptionsgradmessung an den Raumteilern «Noise-Catcher» im Hallraum (Anordnung gemäss Kunde)

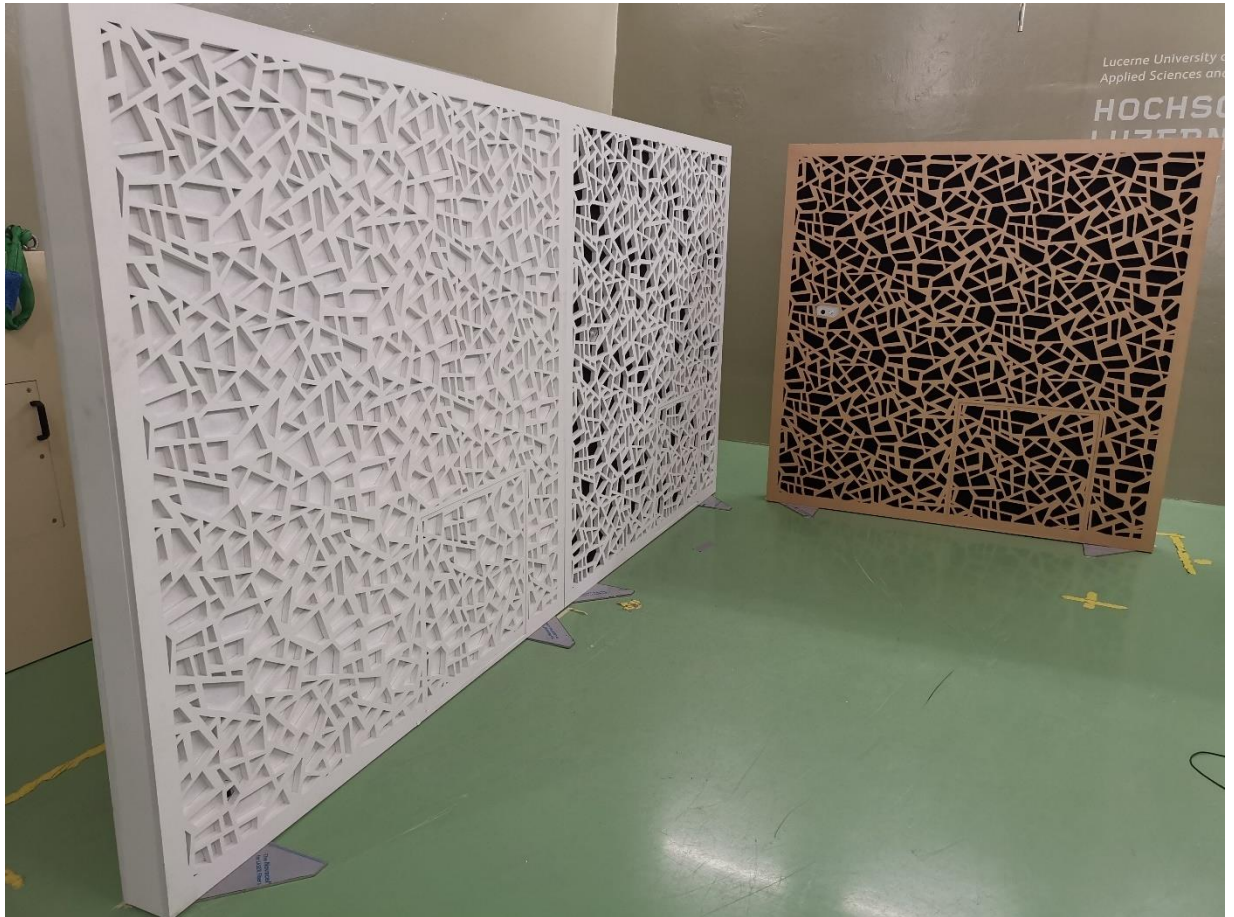


Abbildung 11: Schallabsorptionsgradmessung an den Raumlufthereinigungsgeräten «Noise-Virus-Catcher» im Hallraum

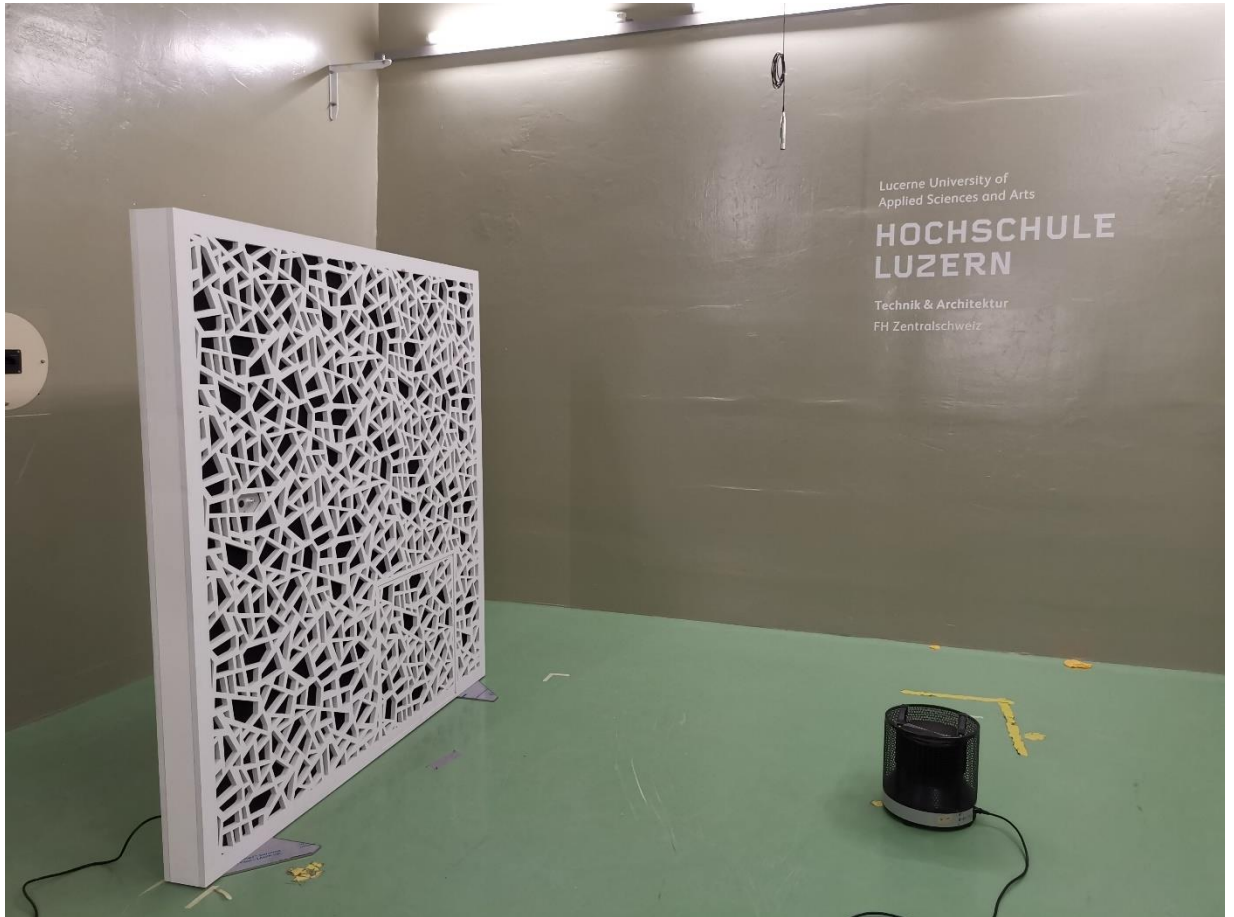


Abbildung 12: Schalleistungspegelmessung am Prüfling HP-212099-01 im Hallraum



Abbildung 13: Prüfling im Isolierraum angeordnet (gemäss Kundenvorgaben)



Abbildung 14: Dantec-Sonden im Isolierraum zur Messung der Raumluftgeschwindigkeit

13. Anhang 7, Literaturhinweis

ISO 14644-3:2006: Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche – Prüfverfahren. Beuth Verlag Berlin

SN EN 12599:2012: Lüftung von Gebäuden - Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumluft-technischer Anlagen

SN EN ISO 16890-1:2017: Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik - Teil 1: Technische Bestimmungen, Anforderungen und Effizienzklassifizierungssystem, basierend auf dem Feinstaubabscheidegrad (ePM) (ISO 16890-1:2016); Deutsche Fassung EN ISO 16890-1:2016

Finger 2015: Finger, H., Schneiderwind, U., Asbach, C.: Bewertung mobiler Raumlufreinigungsgeräte in: Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, Nr. 75, S. 497-502., 2015

SN EN ISO 3741:2011: Akustik - Ermittlung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Hallraumverfahren der Genauigkeitsklasse 1

DIN EN ISO 11654:2018: Akustik – Schallabsorber – Bewertung von Schallabsorptionsgrad

DIN EN ISO 354:2003: Akustik – Messung der Schallabsorption in Hallräumen