Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur

Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf die Raumlufttechnik – Versuch einer Beschreibung

Institut für Gebäudetechnik und Energie (IGE)

Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Külpmann

QS Fachgruppe Gesundheit und Hygiene

ruediger.kuelpmann@hslu.ch

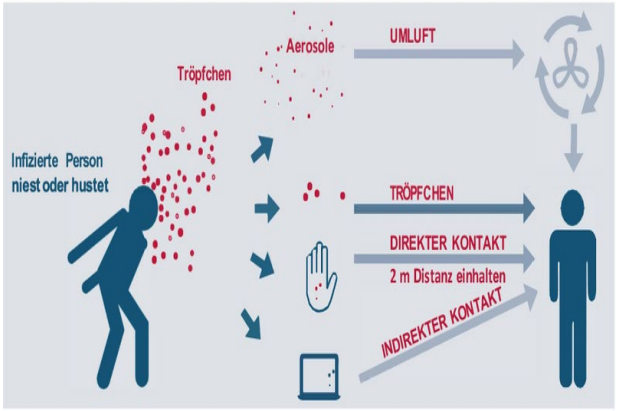
6. Schweizer Hygienetagung, 10. September 2021, Baden

Inhalt

- Lüftungstechnische Merkmale zur Beurteilung der Infektionsrelevanz
- Einige Reaktionen von Herstellern, Verbänden und Behörden
- Herausforderungen, Relevanzen und Perspektiven
- Zusammenfassung und Danksagung

Merkmale zur Beurteilung der Infektionsrelevanz (1)

RKI [1]: Der **Hauptübertragungsweg** für SARS-CoV-2 ist die **respiratorische Aufnahme virushaltiger Partikel**, die beim Atmen, Husten, Sprechen, Singen und Niesen entstehen (1-3). (Mitteilung: Mai 2020)

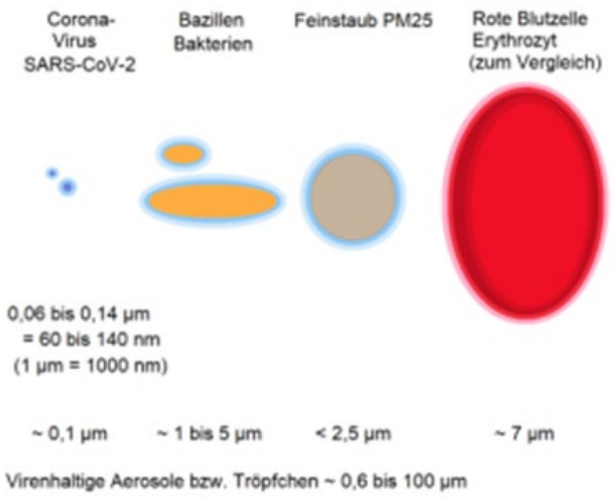


Virologe Prof. Dr. Christian Drosten (D):

- Haupt-Infektionsorte sind geschlossene Räume
- Ca. 10 Prozent der Corona-Infektionen passieren durch Schmierinfektionen

NDR Info: Corona-Virus-Update Nr. 50: 22. Juni 2020

https://www.ndr.de/nachrichten/info/Coronavirus-Update-Der-Podcast-mit-Christian-Drosten-Sandra-Ciesek,podcastcoronavirus100.html



[1]https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html;jsessionid=C4E2518DC97E621247229892C683BEC7.internet071?nn=13490888#doc13776792bodyText2

[2] csm_coronaLuftung-11-12-2020c_9b4f66dfd8.png (800×450) (gebaeudetechnik.ch)

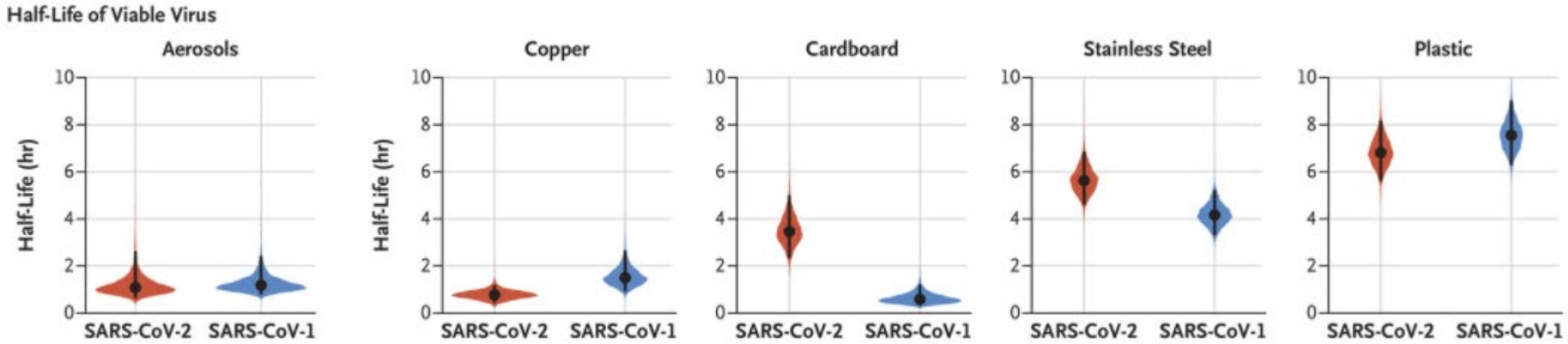
[3]https://www.oetk.at/s/cc_images/cache_2487958809.png?t=1591300574

Merkmale zur Beurteilung der Infektionsrelevanz (2)

Andauer der Infektiosität von Viren:

- **im Aerosol (= Raumluft): 1 bis 3 Stunden [1]**
- **auf Oberflächen: Stunden bis Tage [1,2]**
- **auf der Haut: ≤ 9 Stunden [2]**

Infektionsrelevant ist die Dosis = Konzentration und Andauer



[1] https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmc2004973 [2] https://academic.oup.com/cid/advance-article/doi/10.1093/cid/ciaa1517/5917611

Informationsflut, z. B. durch herstellerunabhängige Stellen

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG
Abteilung Übertragbare Krankheiten

Covid-19: Risikobewertung und Massnahmenvorschläge zur Prävention von Übertragungen in obligatorischen Schulen in der Phase 3

Stand: 22.06.21

Katalog der Empfehlungen[2]	Bei repetitivem Testen in der Schule	Ohne repetitives Testen
Masken innen (SuS und Mitarbeitende)	x	✓
Einschränkung für Ferien- / Schullager[3]	x	✓
Trennung der Klassenverbände	x	✓
Abstand Lehrpersonen zu SuS	x	✓
Regelmässiges und effektives Lüften[4]	✓	✓
Regelmässige Händehygiene	✓	✓

X = aufheben, ✓ = beibehalten

Wegleitung zur Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz
2. Kapitel: Besondere Anforderungen des Gesundheitsschutzes
2. Abschnitt: Beleuchtung, Raumklima, Lärm und Vibrationen
Art. 17 Lüftung

Art. 17

Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

Wien, 2021

Positionspapier zur Bewertung von Innenräumen in Hinblick auf das Infektionsrisiko durch SARS-CoV-2

Positionspapier des Arbeitskreises Innenraumluft

Umwelt Bundesamt

Lüftung, Lüftungsanlagen und mobile Luftreiniger an Schulen

Quelladresse (zuletzt bearbeitet am 12.07.2021)

Indoor Szenario Simulator für COVID-19 (seco-Tool zur Berechnung der Virenlast in einem geschlossenen Raum)

Version 1.5 (de) by Michael Riediker, SCOEH (scoeh.ch), 10. November 2020. Review durch Christian Monn, Staatssekretariat für Wirtschaft SECO (seco.admin.ch).

https://doi.org/10.4209/aaqr.2020.08.0531

Eindruck bei Lüftungsmassnahmen:

- **mehr allgemein und evidenzbasiert**
- **weniger proaktiv orientiert**

Informationsflut, z. B. durch Dachverbände und Normungsausschüsse

ICS 13.040.20 September 2021

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE	Messen von Innenraumluftverunreinigungen Anforderungen an mobile Luftreiniger zur Reduktion der aerosolgebundenen Übertragung von Infektionskrankheiten	VDI-EE 4300 Blatt 14

https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_guidance_document_V4.1_15042021.pdf

Eindruck bei Lüftungsmassnahmen:

- **Ausgewogene Betrachtungen**
- **Quantitative Empfehlungen**

Informationsflut, z. B. durch herstellerbeeinflusste Verbände und Vereine

Anforderungen an Lüftung und Luftreinigung zur Reduktion des Infektionsrisikos über den Luftweg

AHA + Lüftung

https://downloads.fgk.de/372_SR52_RLT_und_Covid19_V1_210122.pdf

Eindruck bei Lüftungsmassnahmen:

- **Keine einheitlichen Informationen**
- **Manchmal kritische Empfehlungen**

Herausforderungen und Notwendigkeiten für die Raumlufttechnik-Branche

- Riesiger Bedarf bei ca. 90 % Bestands- und ca. 10 % Neubau in den nächsten Jahren
- Riesige Förderung: in D allein ca. 5 Mrd. EUR in den nächsten Jahren
- Riesige Lüftungs-Unkenntnis in der Bevölkerung und teilweise bei Ordnungsämtern
- Image-Problem: Lüftungstechnik ist notwendig, aber nicht sexy/attraktiv
- Energiewende erfordert mehr Lüftung bei absolut weniger Energieverbrauch

➢ Lüftung: ja! Energieverbrauch, Geräusche und optische Einschränkungen: nein!

➢ Die Branche kennt ihre Orientierungsgrössen neben der Luftreinigung

Tabelle 11 Klassierung der spezifischen Geräteleistung nach SN EN 13142

Kategorie	P_{SPI} W pro m³/s	P_{SPI} W pro m³/h
SPI 1	≤ 900	≤ 0,25
SPI 2	> 900 bis 1260	> 0,25 bis 0,35
SPI 3	> 1260 bis 1620	> 0,35 bis 0,45
SPI 4	> 1620 bis 1980	> 0,45 bis 0,55
SPI 5	> 1980 bis 2340	> 0,55 bis 0,65
SPI 6	> 2340 bis 2700	> 0,65 bis 0,75
nicht klassiert	> 2700	> 0,75

SIA 382/1:2014

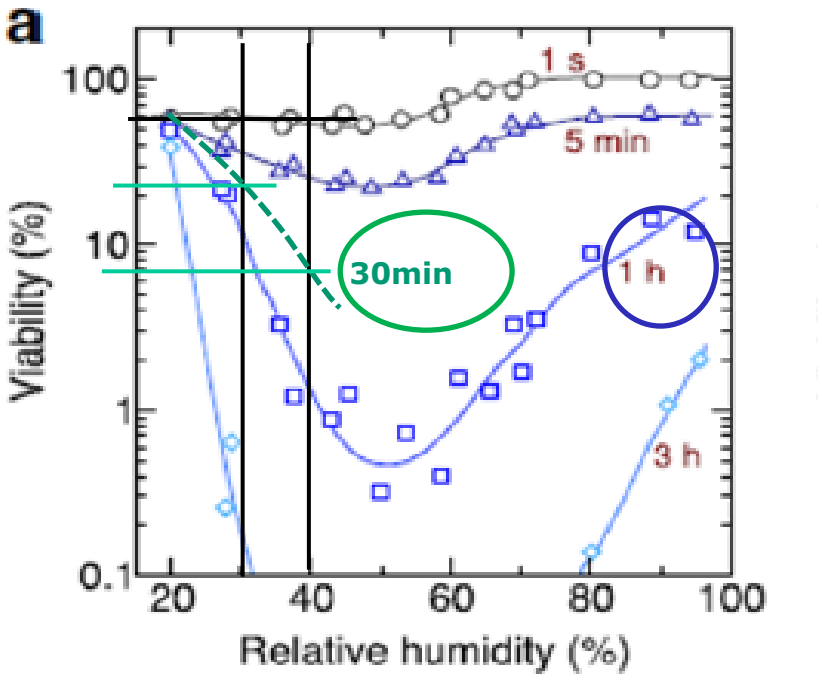
Tabelle 6 Mindestanforderungen an den Schutz gegen Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude

emissionsseitige Geräuschart (Senderaum)	Einzelgeräusche		Dauergeräusche
	Funktionsgeräusche	Benutzungsgeräusche	Funktions- oder Benutzungsgeräusche
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte L_H		
gering	38 dB(A)	43 dB(A)	33 dB(A)
mittel	33 dB(A)	38 dB(A)	28 dB(A)
hoch	28 dB(A)	33 dB(A)	25 dB(A)

SIA 181:2006

Forderung zur Luftfeuchte: 30 % bzw. 40 % r. F. für Virus-Inaktivierung

Quelle: Ausschnitte aus Vortrag Dr. med. Walter Hugentobler: GG 22.04.21



Journal of Biological Physics (2021) 47:1–29
https://doi.org/10.1007/s10867-020-09562-5

REVIEW

VDI-EE 4300 Blatt 14, Abschnitt 3.1 (Seite 4): Anforderung an Luftreiniger, also Lüftung

Die Produkte sollen beim bestimmungsgemäßen Gebrauch die Konzentration der aktiven Viren in der Luft um 90 % (eine log-Stufe) innerhalb einer halben Stunde reduzieren.

- Anforderung UBA/VDI: in 30 min: −90%
- Das erfordert min. LW 4,4 h^{-1}

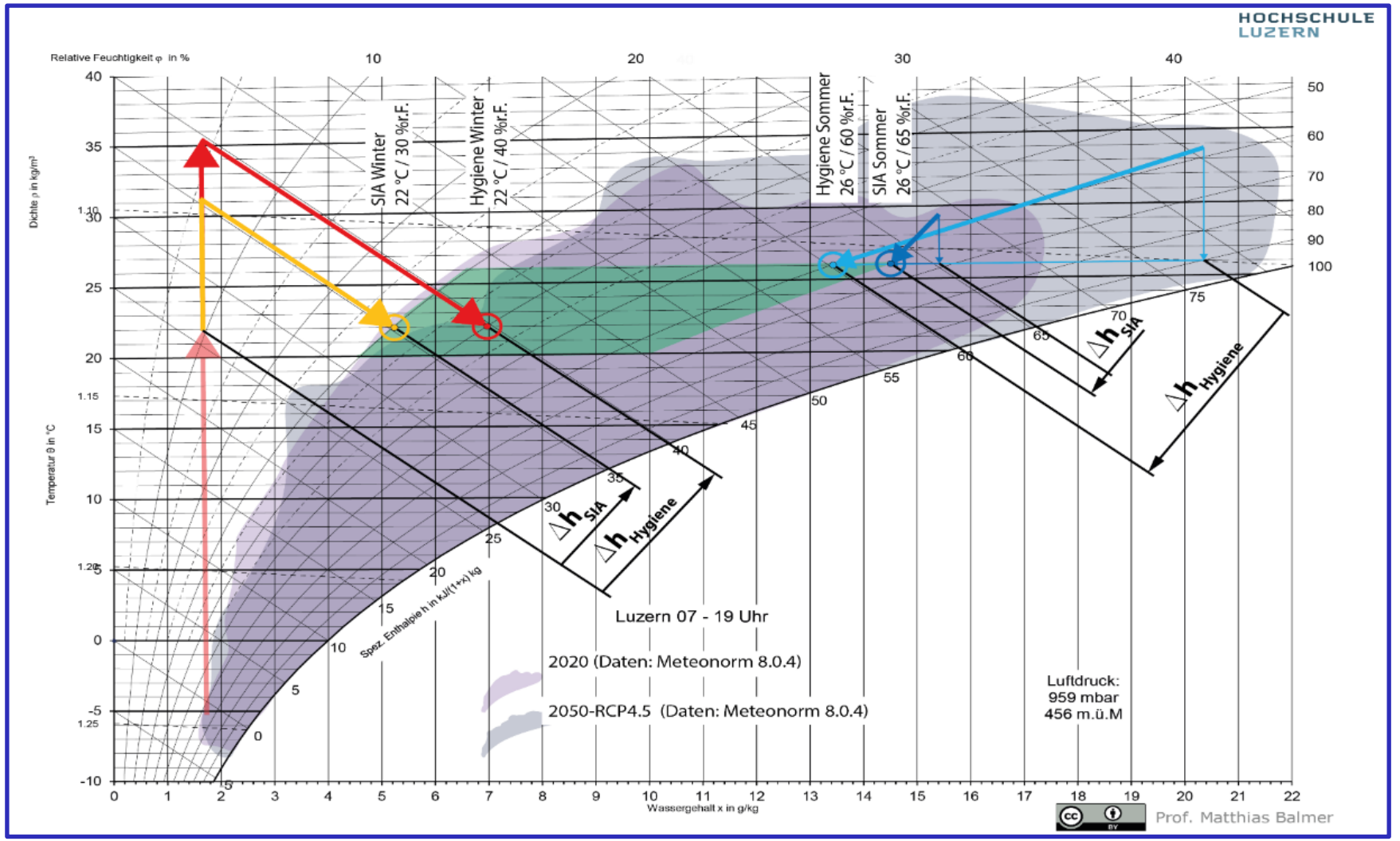
Näherung aus Review-Messwerten:

- Nach 1 s nur noch ca. 60 % aktive Viren
- **Bei 30 % r. F.**: Nach 30 min Reduktion von 60 % auf 22 % (−63 %)
- **Bei 40 % r. F.**: Nach 30 min Reduktion von 60 % auf 7 % (−88 %)

Folgerung:

- Relevanz der Luftfeuchte möglich.
- Bei dem hohen LW ist aber hoher Energiebedarf sicher: siehe nächste Folie

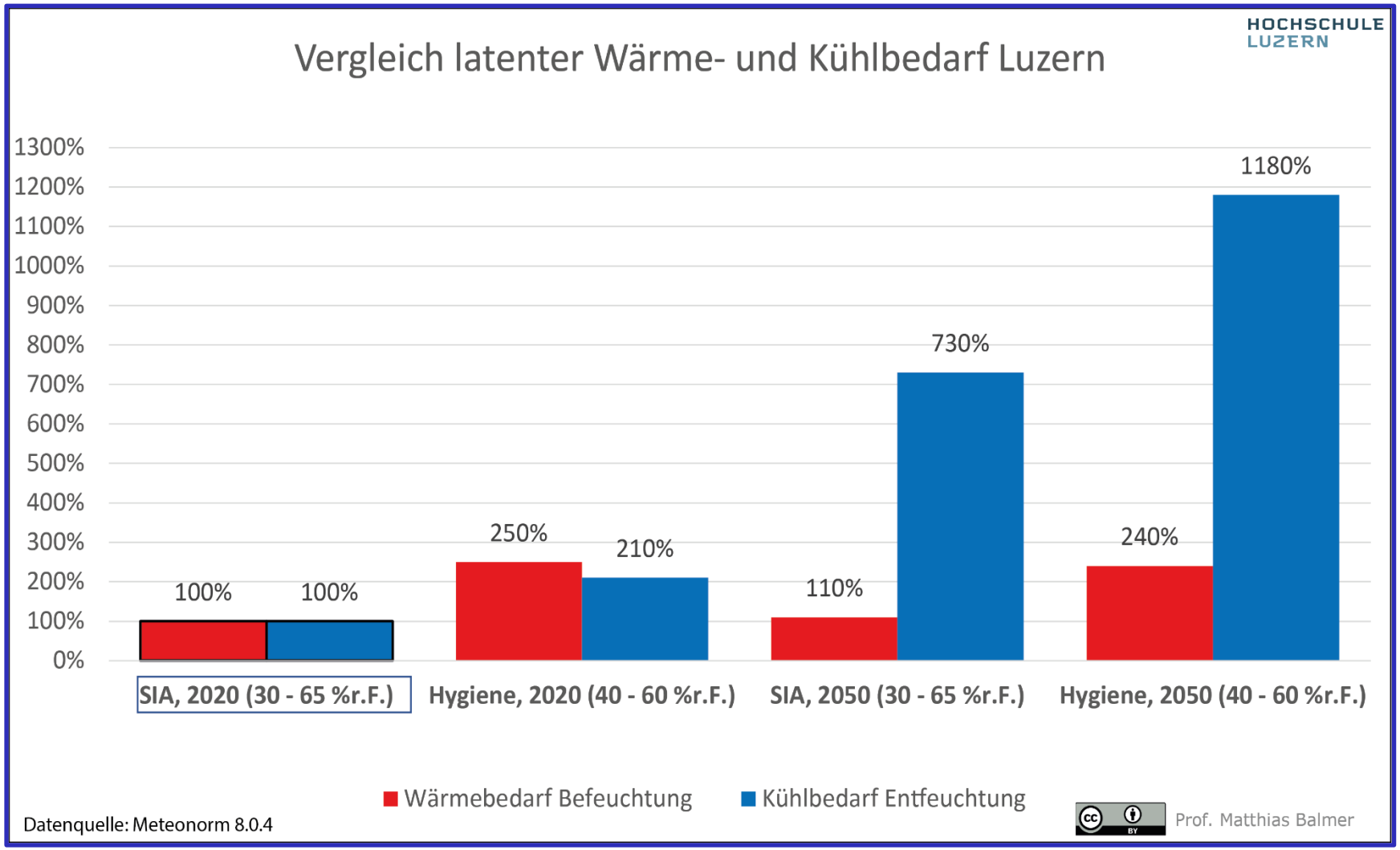
Einfluss des Luftfeuchtegehaltes auf den Jahres-Energiebedarf (1)



Abschätzung zur Verdeutlichung der Grössenordnung:

- Enthalpie Vergleich bei Befeuchten von 30 % auf 40 % r. F. oder Entfeuchten von 65 % auf 60 % r. F.
- Werte für Witterung Luzern, 2020 und 2050

Einfluss des Luftfeuchtegehaltes auf den Jahres-Energiebedarf (2)

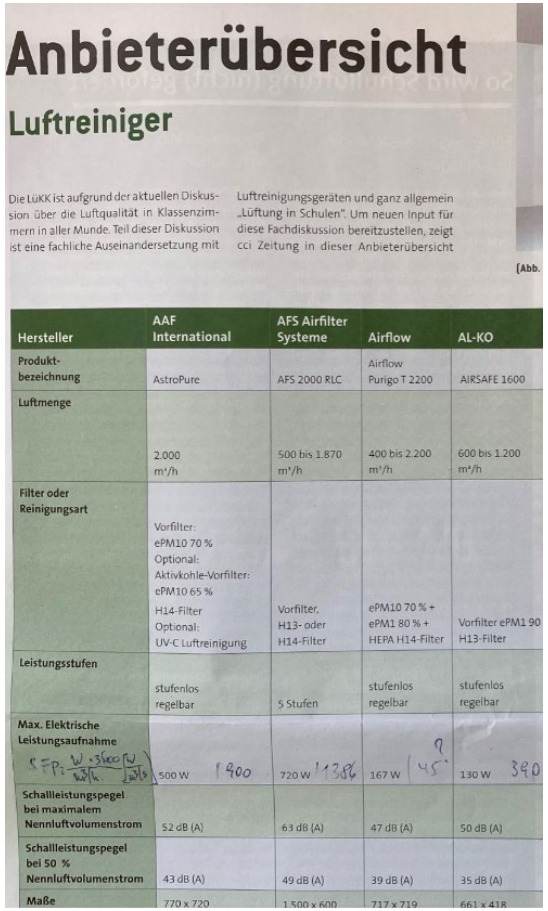


Erkenntnisse:

- Der Energiebedarf zur Befeuchtung steigt um gut 100 %.
- Der Energiebedarf zum Entfeuchten steigt um weit mehr.
- Feuchteforderungen sind gut zu begründen.

Wo wir stehen, wo sollten wir hin (1): Luftreinigung

Beispiel: Vergleich **Mobile Luftreiniger,** weil schnelle Nachrüstung, «kleiner» Preis, Hersteller-Vielfalt und Hersteller-Visitenkarte,…



Anbieterübersicht

Luftreiniger

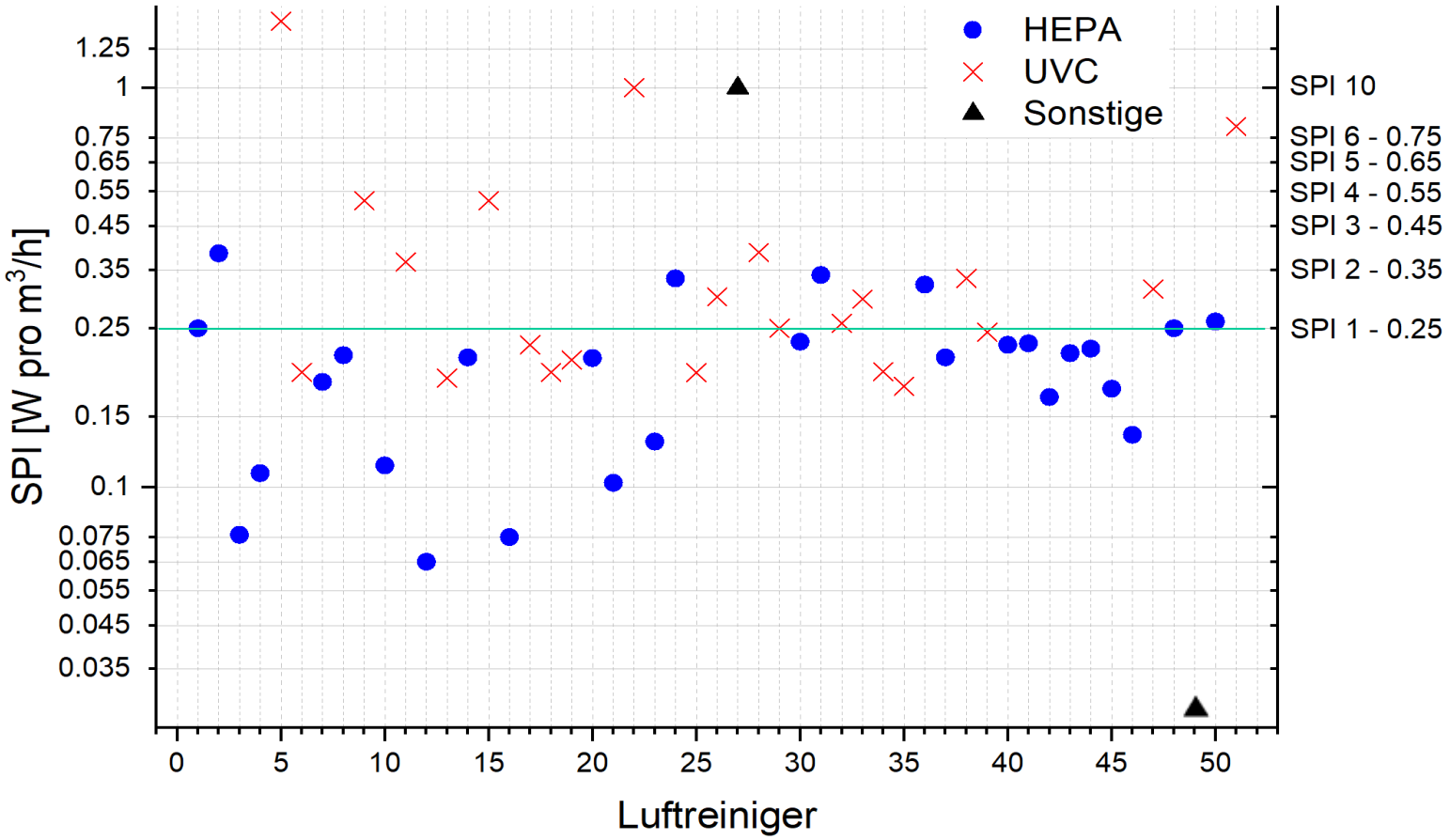
Die LüKK ist aufgrund der aktuellen Diskussion über die Luftqualität in Klassenzimmern in aller Munde. Teil dieser Diskussion ist eine fachliche Auseinandersetzung mit Luftreinigungsgeräten und ganz allgemein „Lüftung in Schulen". Um neuen Input für diese Fachdiskussion bereitzustellen, zeigt cci Zeitung in dieser Anbieterübersicht

Hersteller	AAF International	AFS Airfilter Systeme	Airflow	AL-KO
Produkt-bezeichnung	AstroPure	AFS 2000 RLC	Airflow Purigo T 2200	AIRSAFE 1600
Luftmenge	2.000 m³/h	500 bis 1.870 m³/h	400 bis 2.200 m³/h	600 bis 1.200 m³/h
Filter oder Reinigungsart	Vorfilter: ePM10 70 % Optional: Aktivkohle-Vorfilter: ePM10 65 % H14-Filter Optional: UV-C Luftreinigung	Vorfilter, H13- oder H14-Filter	ePM10 70 % + ePM1 80 % + HEPA H14-Filter	Vorfilter ePM1 90 H13-Filter
Leistungsstufen	stufenlos regelbar	5 Stufen	stufenlos regelbar	stufenlos regelbar
Max. Elektrische Leistungsaufnahme	500 W	720 W	167 W	130 W
Schallleistungspegel bei maximalem Nennluftvolumenstrom	52 dB (A)	63 dB (A)	47 dB (A)	50 dB (A)
Schallleistungspegel bei 50 % Nennluftvolumenstrom	43 dB (A)	49 dB (A)	39 dB (A)	35 dB (A)
Maße	770 x 720	1.500 x 600	717 x 719	661 x 418

- Herstellerangaben: Leistung, Schallleistung bei Nennvolumenstrom
- Berechnung der Spezifischen Geräteleistung SPI:
  SPI = elektrischer Leistungsbedarf/Nennvolumenstrom
- Vergleich mit Anforderungen aus SIA 382/1:2014, SIA 181:2006
- Weiterhin wichtig: z. B. Handhabung, Aufstellung = Luftverteilung, Datensicherheit der App, Aussehen
- Werte aus: CCI (14-2020), WEB, HSLU-Prüfungen

Quelle:Stiftung Warentest

Wo wir stehen, wo sollten wir hin (2): Luftreinigung und Leistung

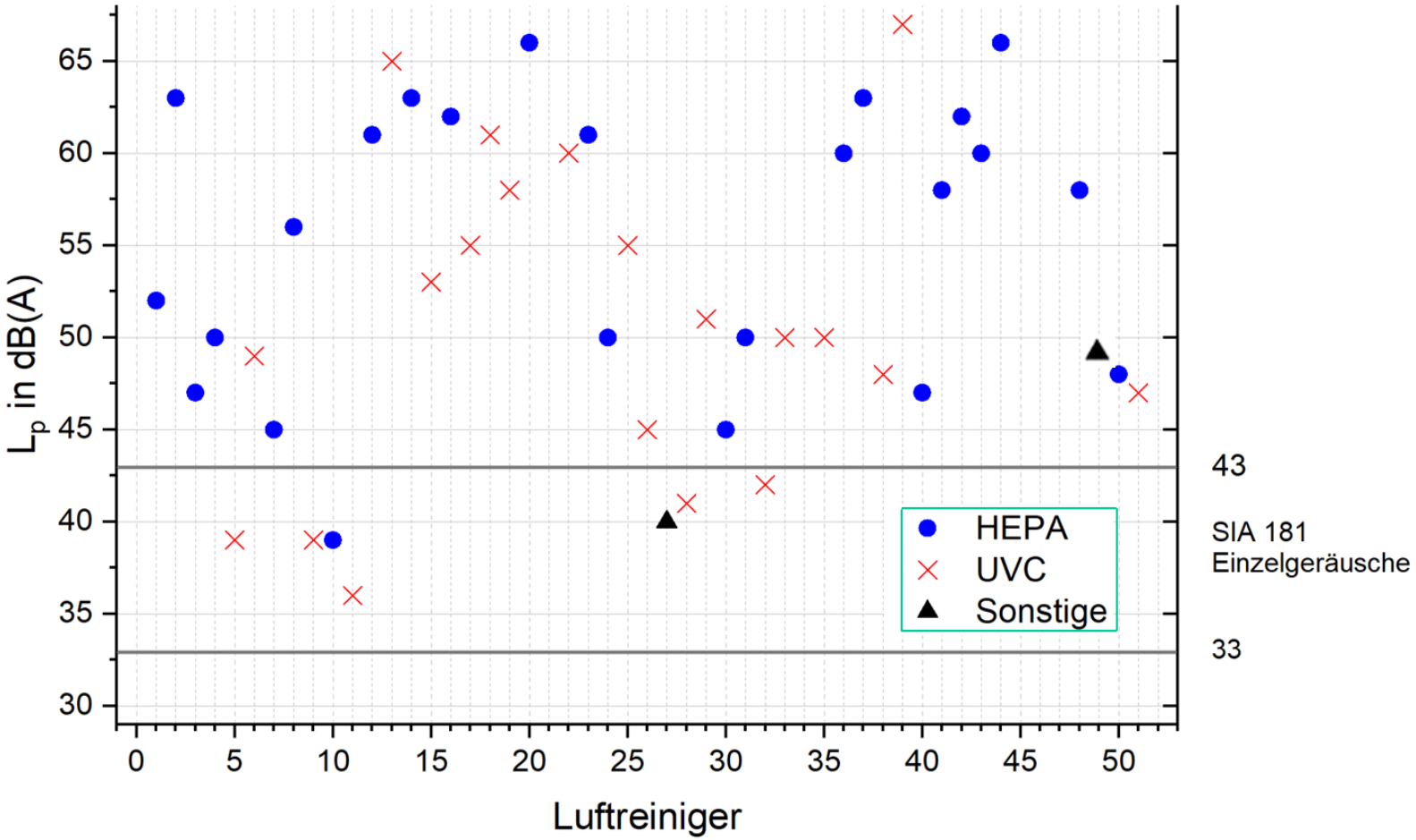


Erkenntnisse

- Vergleich 51 Geräte bis 07/21
- Volumenströme 400–2’200 m^3/h

- Viele Geräte mit UV-C-Stufe
- Viele Geräte mit HEPA 14 Stufe
- Gut die Hälfte liegt unter SPI 1
- UV-C-Geräte oft energieintensiv, wenn zusätzlich mit Filter
- Ein Gerät mit F7-Filter und permanenter statischer Aufladung sticht positiv heraus

Wo wir stehen, wo sollten wir hin (3): Luftreinigung und Lautstärke



Erkenntnisse

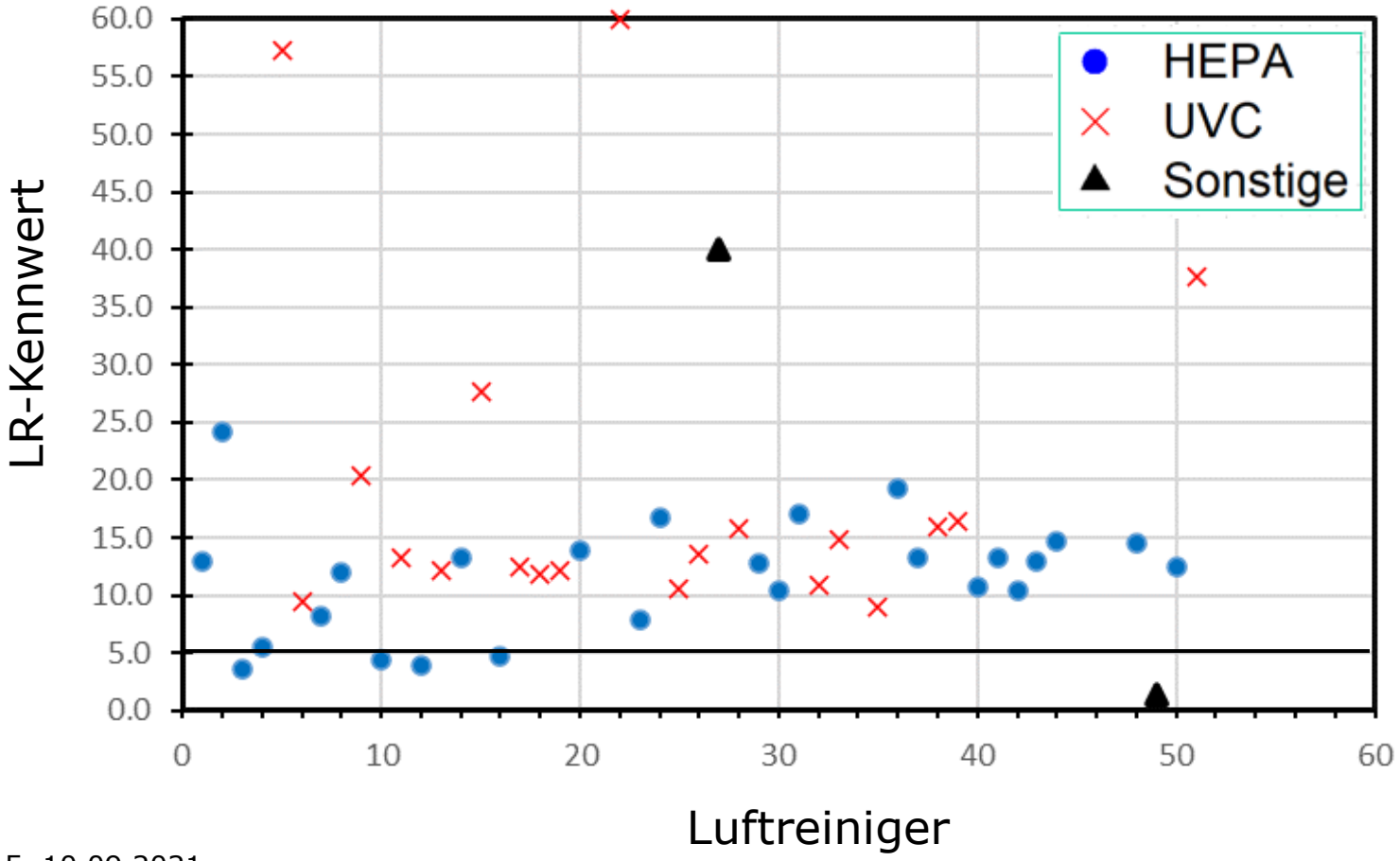
- Vergleich 51 Geräte bis 07/21
- Volumenströme 400–2’200 m^3/h

- Sehr viele Geräte zu laut
- UV-C-Geräte nicht generell leise
- Kein mobiles Gerät erreicht Niveau von fest installierten Anlagen

Wo wir stehen, wo sollten wir hin (4): Luftreinigung kundenorientiert

Kundenorientierter Vergleich durch «Luftreinigungs-Kennwert»:

LR-Kennwert = elektr. Leistung x Schallleistung / Volumenstrom



Erkenntnisse

- Vergleich 51 Geräte bis 07/21
- Volumenströme 400–2’200 m^3/h

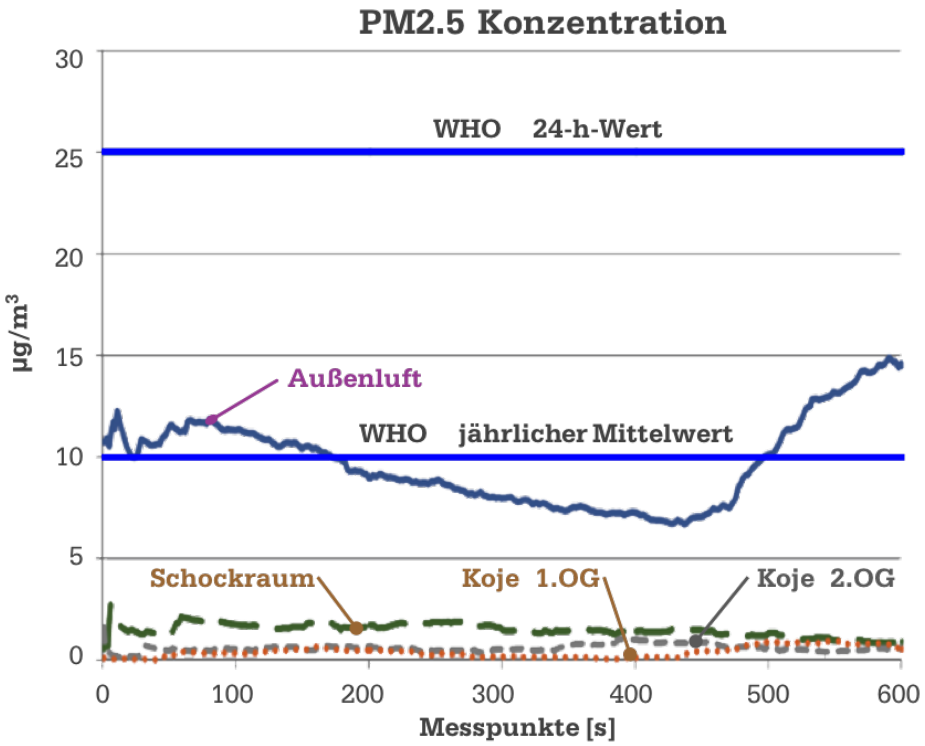
- Nur 5 Geräte erreichen ein tiefes Niveau (hier 5 als Zielwert)
- UV-C-Geräte sind nicht dabei
- Gerät mit F7-Filter und permanenter statischer Aufladung «gewinnt».

Neue Physik entwickeln: Luftionisation und elektrisch leitfähige Luft

Mehrwert: Luftreinigung direkt im Raum durch Partikel-Clusterung

Hinweis: Diese Technik kommt nicht ohne Grundlüftung aus!

Beispiel: Eigene Messungen im Kantonspital Luzern, 3 Jahre Betrieb



Vergleich:

- Schockraum: LW 12 h^{-1}, H13 Zuluft
- Behandlungsräume ZNI:
  LW 12 h^{-1}, H13 Zuluft + Leitfähige Luft®
- Alle Räume ohne öffenbare Fenster
- Messung mit je 3 Personen im Raum

Erkenntnis:

- Feinstaubgehalt in ZNI-Räumen deutlich tieferer als im Vergleichsraum

Beispiele CH

https://www.ionair.com/de/loesungen/branchen/hotel

https://www.s-leit.ch/images/pdf/Foyer_Zug_5.1.16._M.pdf

Zusammenfassung

- Bedarfsorientierte Raumluftreinigung muss kurzfristig viel mehr eingesetzt werden.
- Und das bei insgesamt weniger Energiebedarf für Gebäude.
- Noch nie waren der Bedarf und die Finanzierungsmöglichkeiten grösser.
- Vorteil der Branche: Langjähriges Wissen über Gebäudetechnik und Bauprozesse.
- Nachteil der Branche: Zurückhaltende Innovationsoffenheit.

Erwartung und Appell:

- Da der Bedarf so gross ist, werden neue Player in den Markt kommen.
- Nicht auf «Gewinn-Masse», sondern auf «Wissens-Klasse» ausrichten.
- Berührungsängste gegenüber neuen Technologien durch F&E-Aktivitäten ersetzen.

Der Corona-Knigge für Jung und Alt
Stand: 16. Dezember 2020

© Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene e.V. (DGKH), Berlin
Deutsche für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin e.V. (GHUP), München

Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit

…und jetzt sind Sie gefragt ☺.

Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf die Raumlufttechnik – Versuch einer Beschreibung