ILK Dresden

Vergleich mobiler Luftreiniger

Prof. Dr.-Ing. Uwe Franzke

Gliederung

- **Anforderungen an Luftreiniger**
- **Messprogramm**
  - Akustische Anforderungen
  - Anforderungen an die Luftgeschwindigkeit / Zugempfinden
  - Messung der Erholzeit
  - Ermittlung Abscheidegrad
- **Gerätevorstellung**
- **Ergebnisse**

Tröpfchen und Aerosole

- Der Übertragungsweg für SARS-CoV-2 über die Luft erfolgt durch Einatmen von Tröpfchen und von Aerosolen, die beim Atmen, Husten, Sprechen und Niesen entstehen.
- Tröpfchen haben eine Größe > 5 µm, während Aerosole feinste luftgetragene Flüssigkeitspartikel und Tröpfchenkerne mit einem Durchmesser von < 5 µm sind. Der Übergang zwischen beiden Formen ist dabei fließend.
- Aufgrund ihrer Größe sinken Tröpfchen schneller zu Boden, während Aerosole auch über eine längere Zeit in der Luft verbleiben und sich somit in geschlossenen Räumen überall hin verteilen können.
- Viren sind etwa 0,1 µm groß.

Anforderungen an Luftreiniger

- Luftreiniger sollen Partikel, gasförmige Verbindungen und mikrobielle Kontaminationen aus der Luft entfernen und somit zu einer Verbesserung der Luftqualität beitragen. Es kann zwischen Filtration und einer Luftbehandlung auf Basis von z. B. Ozon, kaltem Plasma, Elektrofiltern, Ionisation oder UVC-Strahlung unterschieden werden.
- Zumeist werden Luftreiniger als dezentrale, mobile Umluftgeräte in Innenräumen eingesetzt. Allerdings besteht hier das Problem, dass durch den Umluftbetrieb keine Außenluft in den Innenraum geführt, sondern die vorhandene Luft vielmehr gleichmäßig im Raum verteilt wird. **Zur Reduktion der Virenlast ist jedoch eine Luftreinigung weniger effektiv als die direkte Frischluftzufuhr** von außen. Eine Luftreinigung über Filtration und die Luftbehandlung mit UVC Strahlung findet auch in RLT-Anlagen Anwendung.

DGUV Fachbereich Verwaltung: SARS-CoV-2: Empfehlungen zum Lüftungsverhalten an Innenraumarbeitsplätzen. Stand: 14.09.2020

Messprogramm

- **Akustikmessung**
  - Es werden Schalldruckmessungen durchgeführt, welche die Lärmerzeugung der Luftreinigungsgeräte kennzeichnen.
- **Bestimmung des Zugluftrisikos**
  - Die wesentlichen Parameter der thermischen Behaglichkeit sind die Luftgeschwindigkeit und die Temperatur. Aus diesen Parameter lässt sich das Zugluftrisiko ableiten.
- **Erholzeitmessung**
  - Es wird geprüft ob die Anlage fähig ist, innerhalb einer begrenzten Zeitspanne den Partikelgehalt mit luftgetragenen Tropfen (üblicherweise 0,1…2 µm) wieder auf das festgelegte Maß zu regulieren.

Messprogramm

Messungen

- **Abscheidegradmessung**
  - Oft sind ungünstige Strömungsverhältnisse oder Leckagen im Gerät dafür verantwortlich, dass der Gesamtabscheidegrad des Komplettgerätes geringer als erwartet ist. Daher wird eine Prüfung des Gesamtabscheidegrades für das Gerät mit Aerosolen gemäß der Prüfnorm für FFP- Masken in Anlehnung an EN 13274-7 durchgeführt.
- **Ozonmessung**
  - Bei UVC–Geräten wird die Ozonkonzentration am Luftauslass im Verhältnis zum Lufteinlass bestimmt.
- **Ermittlung der Leistungsaufnahme**
  - Die Stromaufnahme und somit die Leistungsaufnahme der Geräte ist entscheidend für die späteren Betriebskosten.

Akustische Anforderungen

- **Arbeitsstättenverordnung fordert, dass der Schalldruckpegel bei der Arbeit so niedrig wie möglich zu halten ist**
- **Der Beurteilungspegel von höchstens 55 dB(A) ist zum Beispiel bei folgenden Tätigkeitsmerkmalen einzuhalten:**
  - Hohe Komplexität mit entsprechenden Schwierigkeiten
  - Schöpferisches Denken
  - Entscheidungsfindung
  - Problemlösungen
  - Einwandfreie Sprachverständlichkeit

Empfehlungen für Schalldruckpegel der RLT-Anlagen

Raumart	Beispiel	A-bewerteter Schalldruckpegel L_{pA} in dB Anforderungen		Richt-wert in dB [i)]	Mittlere Nachhallzeit in s
		hoch	niedrig		
Arbeitsräume	Einzelbüro[b)]	30	40[c)]	35	0,5
	Großraumbüro	35	45	45	0,5
	Werkstatt	50	d)	d)	1,5
	Labor	35	52[e)]	50	2,0
Versammlungs-räume	Konzertsaal, Opern-haus	25[h)]	30[h)]	j)	1,8
	Theater, Kino	30	35	35	0,8
	Konferenzraum	30	40	35	1,0
Wohnräume	Hotelzimmer[b)]	30[f)]	40[c),f)]	35[f)]	0,5

Geräuschpegel durch den Betrieb der Luftreiniger

VDI 2081: Raumlufttechnik - Geräuscherzeugung und Lärmminderung

Akustische Anforderungen gemäß ASR A3.7

Raumart	empfohlene Höchstwerte für A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel L_{pAeq} durch Hintergrundgeräusche L_{pAeq} in dB(A)
Konferenzraum, Klassenraum, Schulungsraum, Gruppenraum, Kindertagesstätte, Hörsaal, Seminarraum	35*)
Zweipersonenbüros	40*)
Großraumbüros	45*)
industrielle Laboratorien	35*)/52**)
Kontroll-/Steuerräume in der Industrie	35*)/55**)
industrielle Arbeitsstätten	65**)/70***)

*) für maximalen Beurteilungspegel von 55 dB(A) nach Punkt 5.1

**) für maximalen Beurteilungspegel von 70 dB(A) nach Punkt 5.1

***) kein Beurteilungspegel

Anforderungen an die Luftgeschwindigkeit

Zugluft ist eine unerwünschte lokale Abkühlung des menschlichen Körpers, die durch Luftbewegung verursacht wird.

Die Beeinträchtigung durch Zugluft – Draft Risk (DR) – kann durch folgende Gleichung bestimmt werden:

$$DR = (34 - t_a) \cdot (v - 0{,}05)^{0{,}62} \cdot (0{,}37 \cdot v \cdot Tu + 3{,}14)$$

t_a – lokale Lufttemperatur °C

v – lokale mittlere Luftgeschwindigkeit m/s

Tu – lokaler Turbulenzgrad in %

Zugempfinden - Einordnung

Kategorie	DR in %
A	< 10
B	< 20
C	< 30

ISO 7730: Ergonomie der thermischen Umgebung – Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit (ISO 7730:2005)

Messung der Erholzeit in Anlehnung an VDI 2083

- **Messung dient der Bestimmung der Fähigkeit der Anlage, luftgetragene partikuläre Verunreinigungen in einem bestimmten Zeitraum zu beseitigen.**
- **Die Erholzeit ist eine Funktion des Luftwechsels, der geometrischen Anordnung der Geräte, der Kenngrößen der Luftverteilung und weiterer Einflussgrößen.**
- **Sie dient im wesentlichen dem Vergleich der Geräte unter ansonsten nahezu identischen Raumbedingungen.**

Abscheidegradmessung

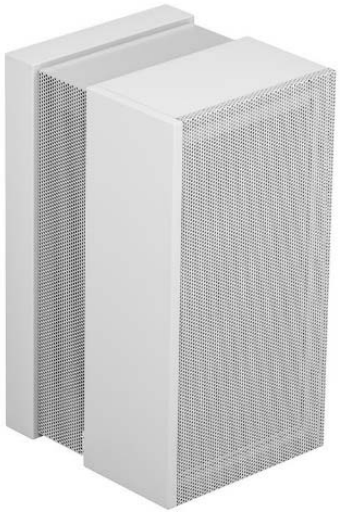
- Messung erfolgt in Anlehnung an den DGUV Grundsatz 309-012 (01/2017).
- Der Einbau geprüfter Einzelteile (z.B. H14- Filter) kann eine Gesamtprüfung nicht ersetzen. Oft sind ungünstige Strömungsverhältnisse oder Leckagen im Gerät dafür verantwortlich, dass der Gesamtabscheidegrad des Komplettgerätes geringer als erwartet ist.

- Daher wird eine Prüfung des Gesamtabscheidegrades für das Gerät mit Aerosolen gemäß der Prüfnorm für FFP- Masken in Anlehnung an EN 13274-7 durchgeführt (Paraffinöl und NaCl- Aerosol). Dazu wird ein Aerosolgenerator vorab im ILK- Prüflabor kalibriert. Vor Ort wird das Aerosol pauschal in die Ansaugöffnung des Luftreinigers eingeleitet. Verglichen wird dann die Reinluftkonzentration.

Hersteller und Geräte

Übersicht über die Geräte - Filterung

Kampmann Luftreiniger KA-520 XL (bis 700 m³/h)



Mann + Hummel OurAir SQ 2501 (bis 2.500 m³/h)

Trotec TAC V+ (bis 1.600 m 3/h)

Übersicht über die Geräte - Filterung

Trox Luftreiniger L (bis 1.600 m³/h)

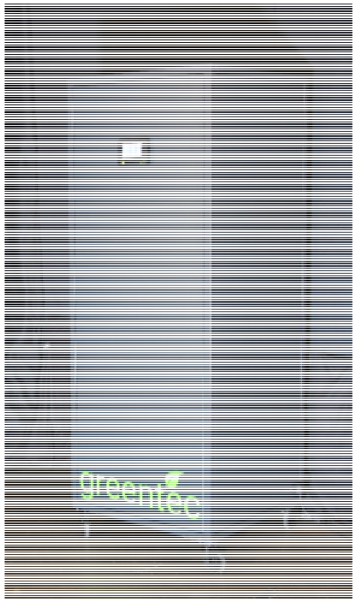
AFS RLC (bis 1.200 m³/h)

GCS: V3CS Deckengerät Luftreiniger (bis 800 m³/h)

Wolf Luftreiniger (bis 1.200 m³/h)

Übersicht über die Geräte - Filterung

Reinraumtechnik Mathieu CA-1.400-XL bis 2.200 m³/h



Greentec (bis 1.350 m³/h)

Übersicht über die Geräte – Filterung + Behandlung

HOWATHERM (bis 800 m³/h)

Filterung + UVC

SLT UV-C Air Cleaner-75 (bis 420 m³/h)

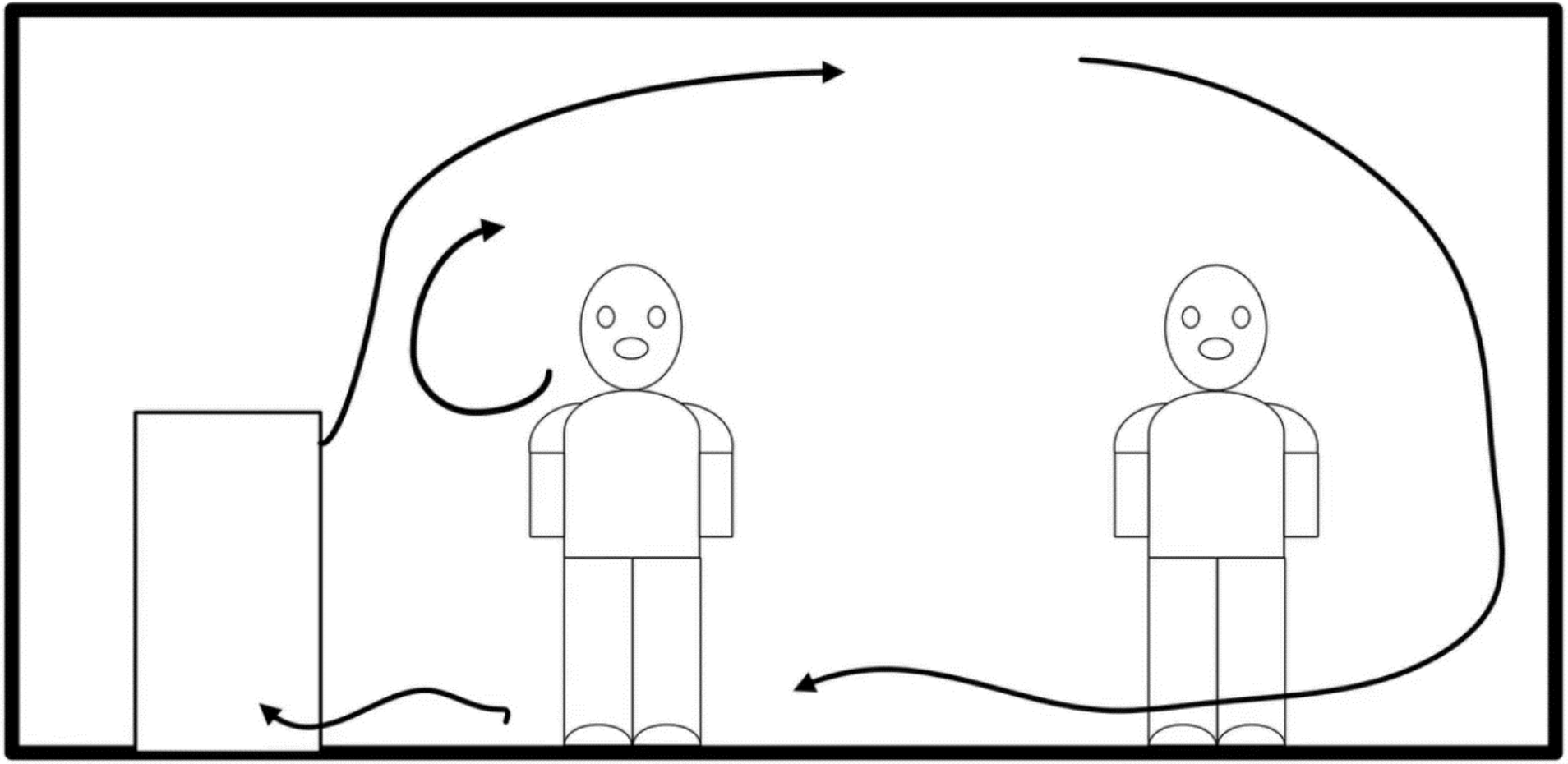
Vorfilterung + UVC

Genano 420 (bis 400 m³/h)

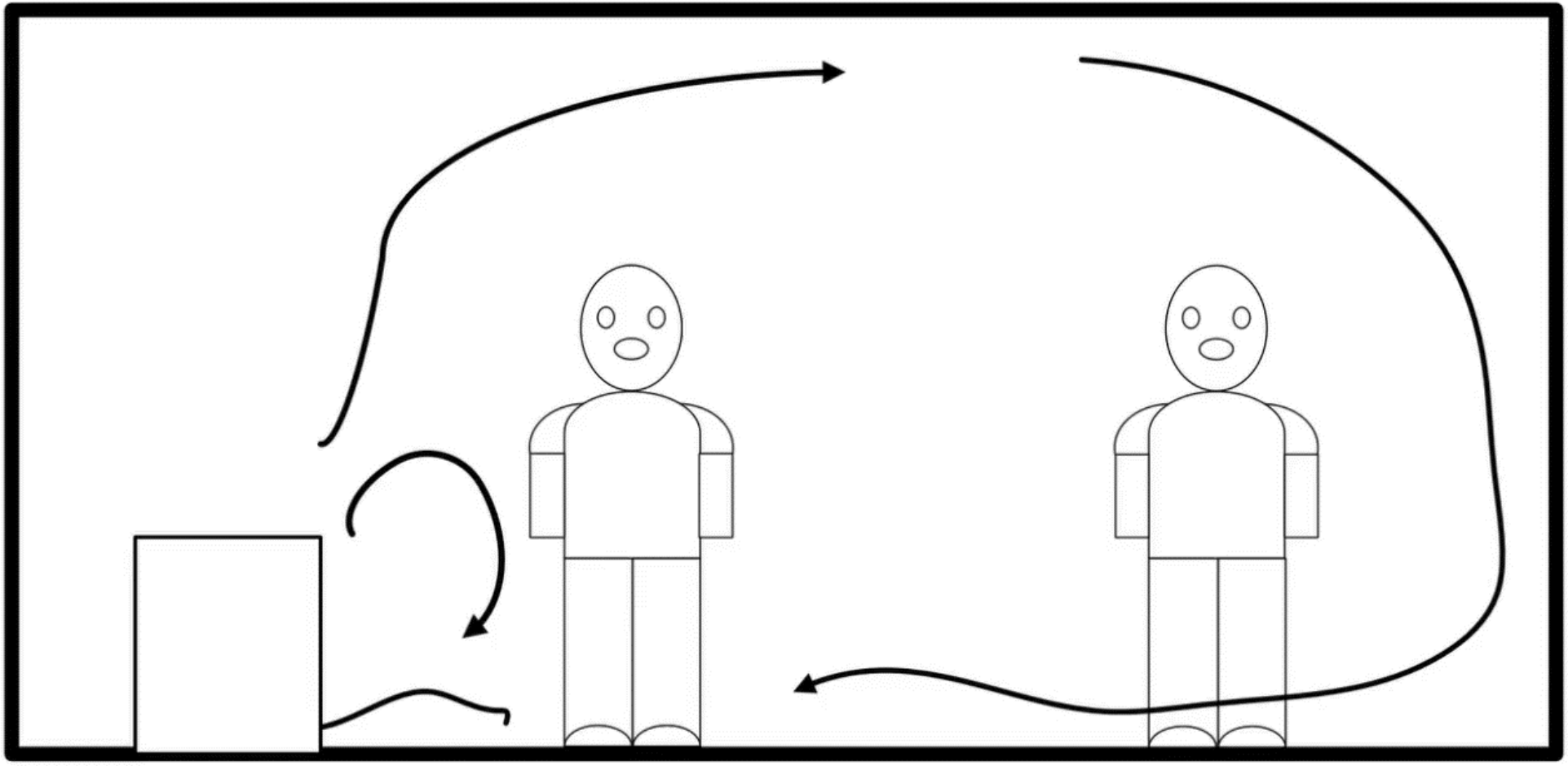
Ionisierung

Beobachtungen

Einfluss der Raumströmung

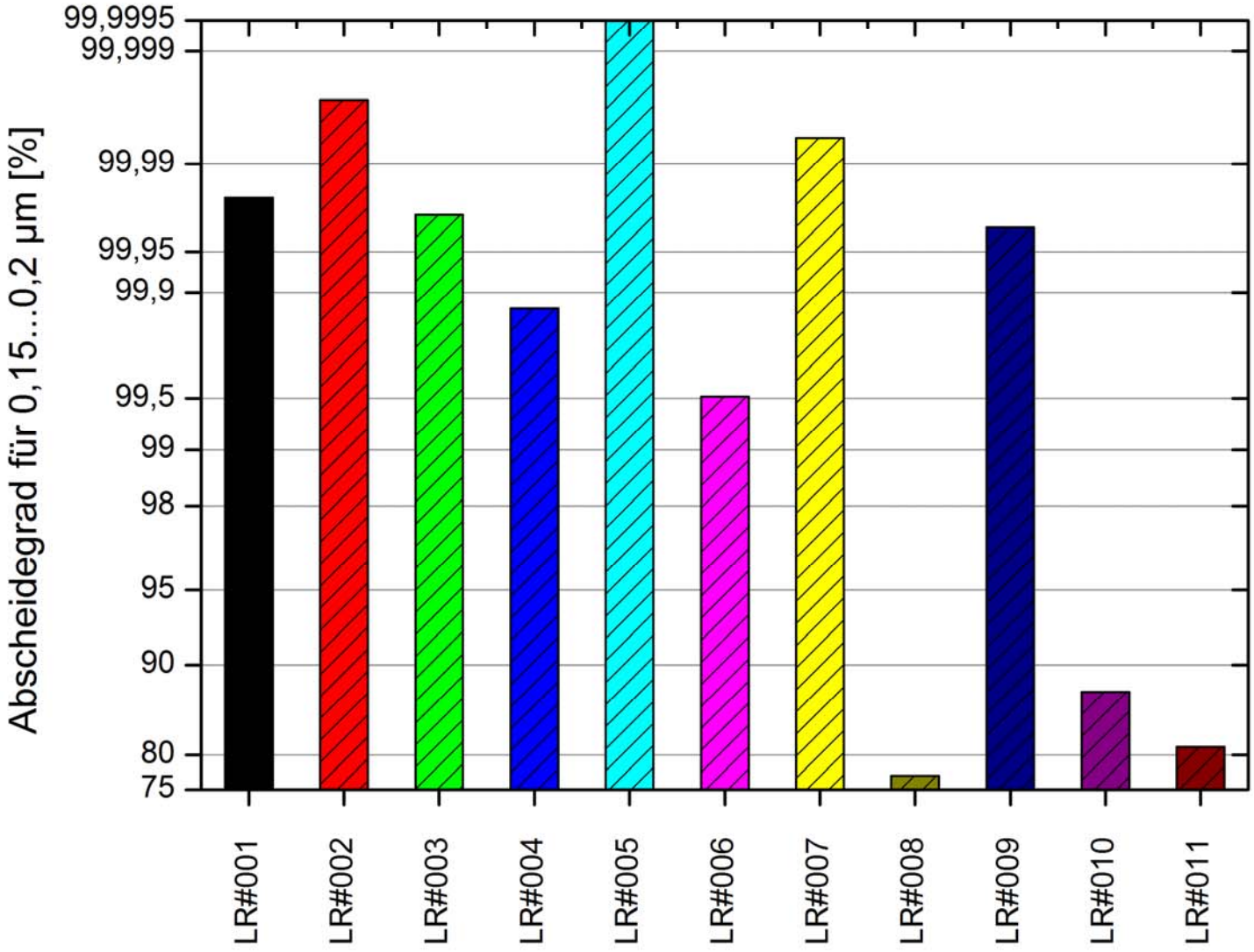


Kurzschluss-Strömung

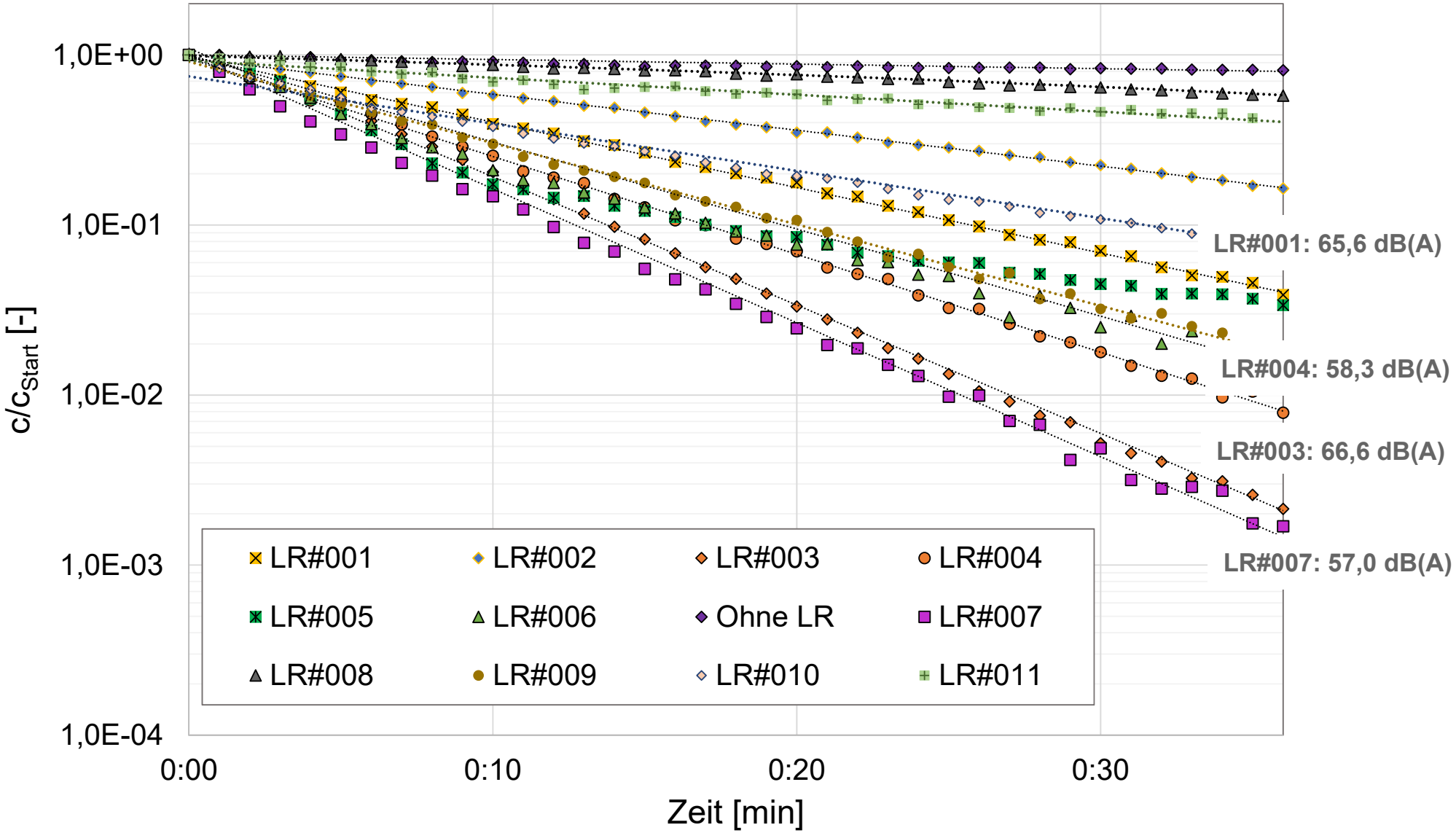


Fakten

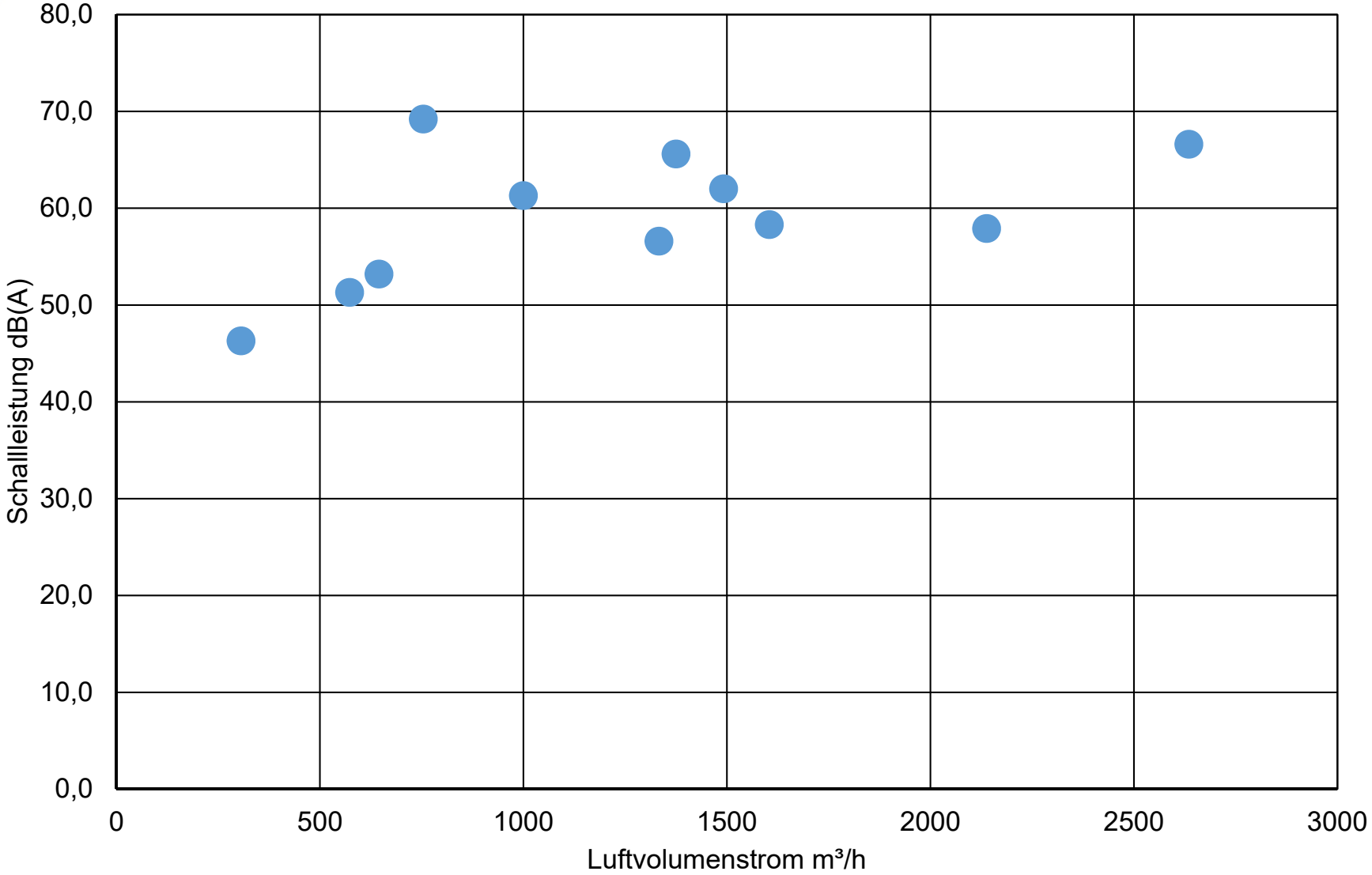
Abscheideleistung



Konzentrationsabbau und Schallleistung

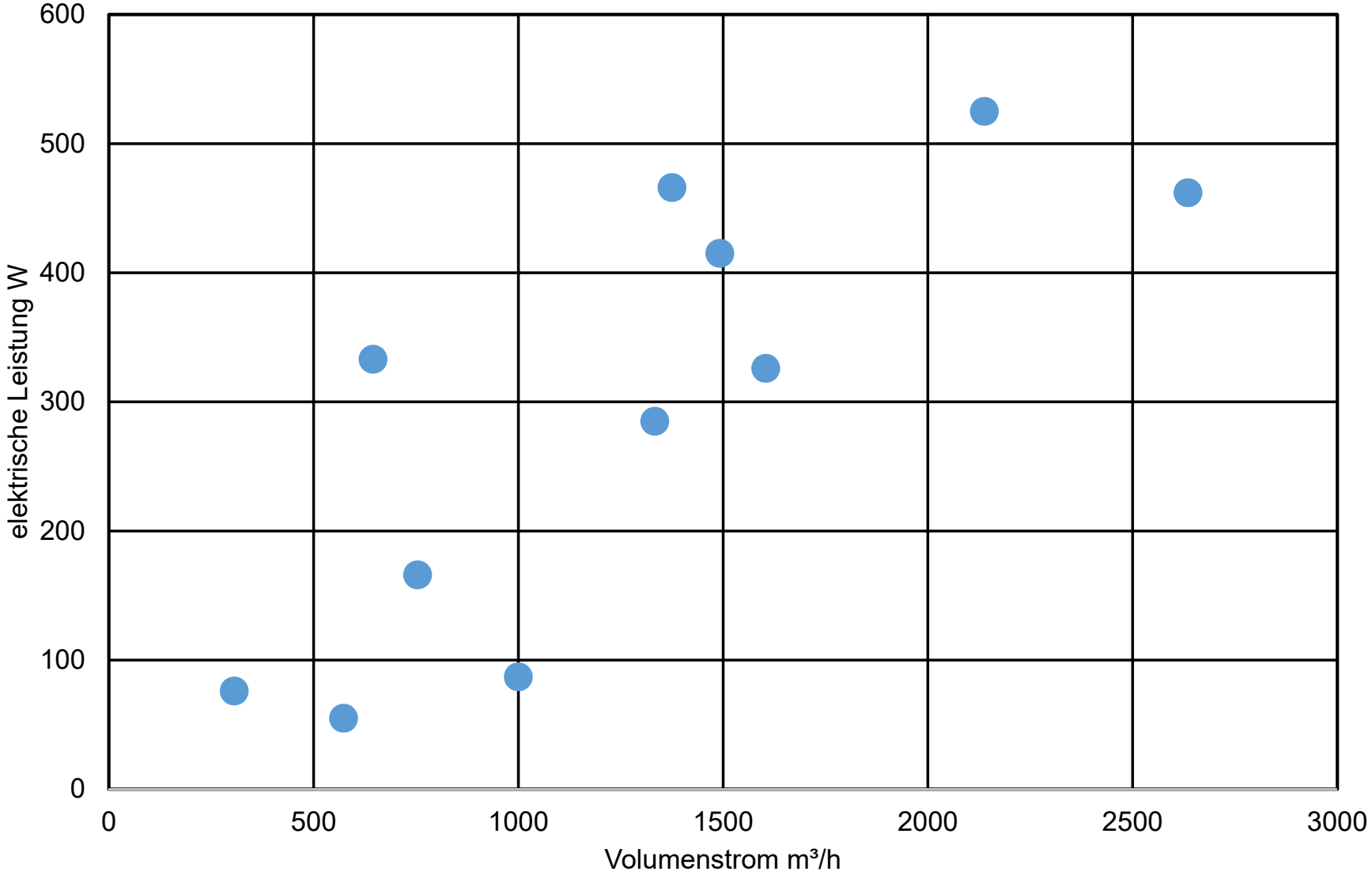


Schallleistung



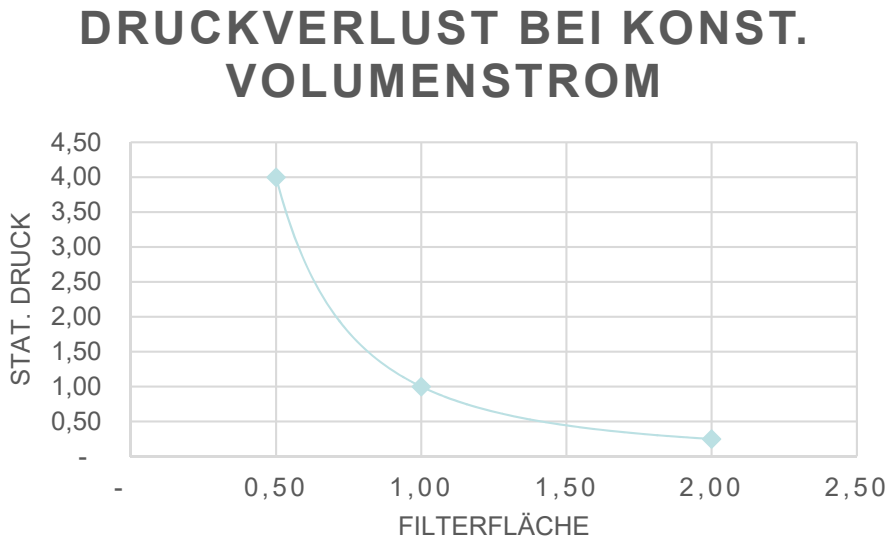
6 Dezibel an Lautstärkezuwachs sorgt beim Menschen für eine Verdopplung des Lautstärkeempfindens!

Elektrische Leistung



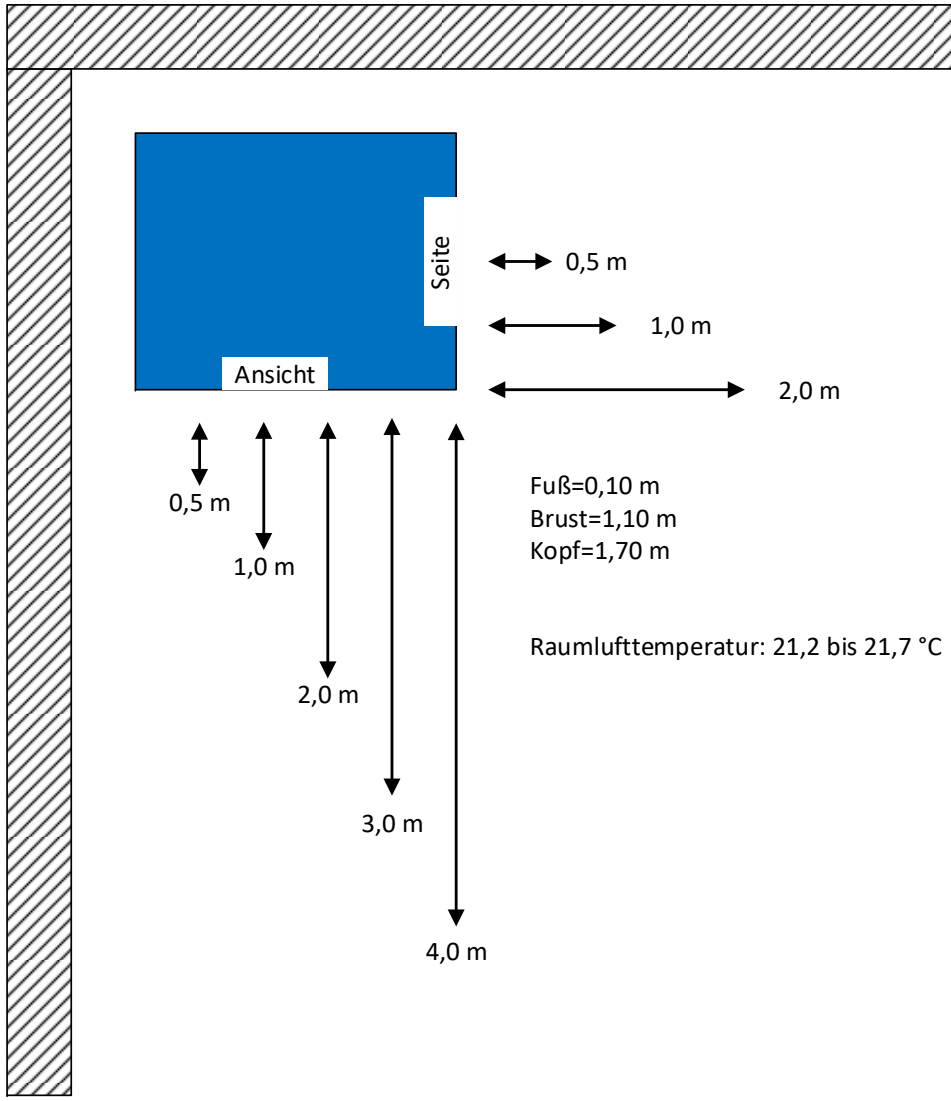
Kernbotschaft

- Großvolumige Geräte ermöglichen einen effizienteren Betrieb



- Stat. Druckverlust nimmt quadratisch mit der Filterfläche ab.
- Dynamischer Druckanteil nimmt quadratisch mit der Strömungsgeschwindigkeit ab.

Zugempfinden



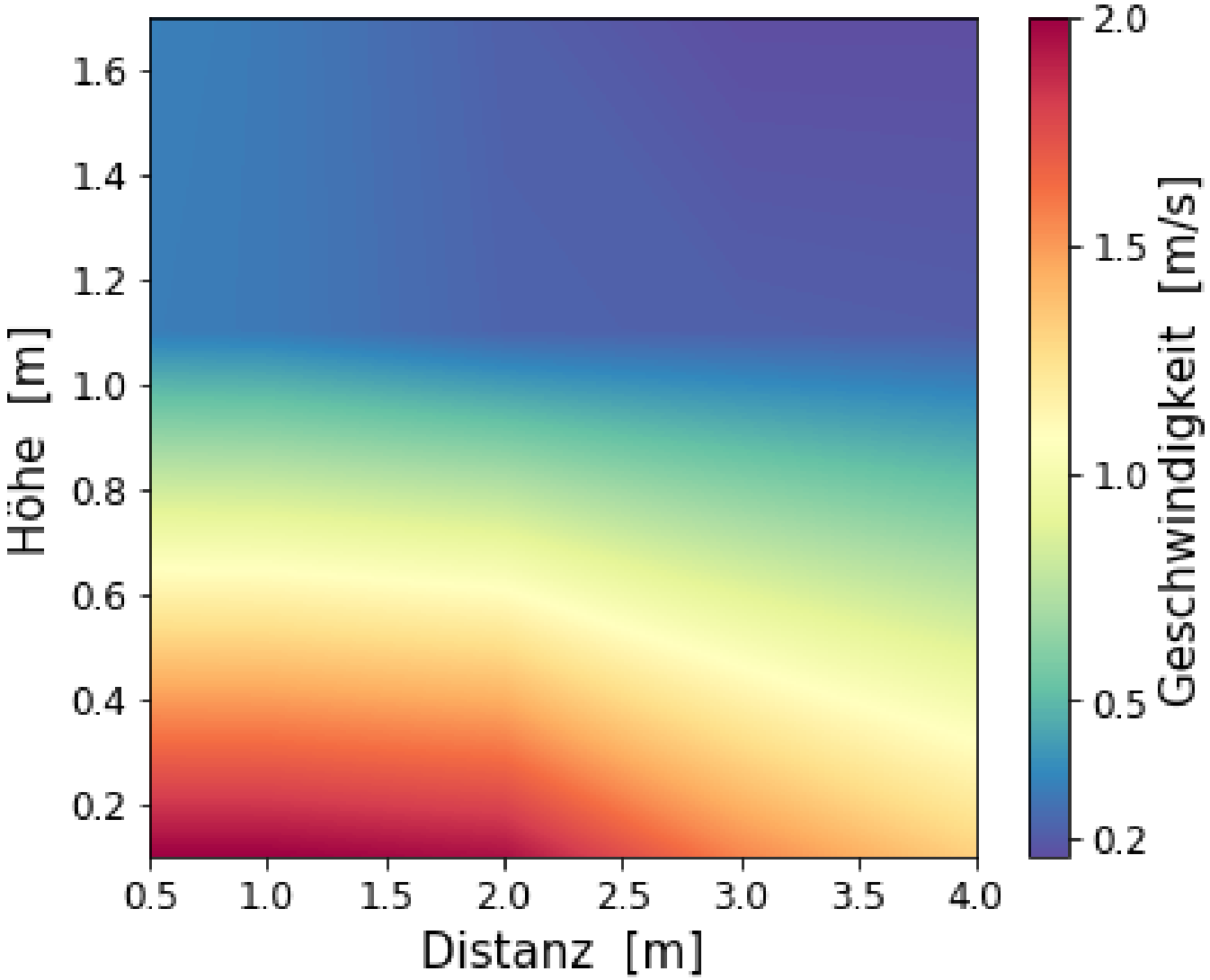
Wandabstände entsprechend Herstellerangaben

Fuß=0,10 m
Brust=1,10 m
Kopf=1,70 m

Raumlufttemperatur: 21,2 bis 21,7 °C

Luftgeschwindigkeit (beispielhaft)

Gerät



Zugempfinden

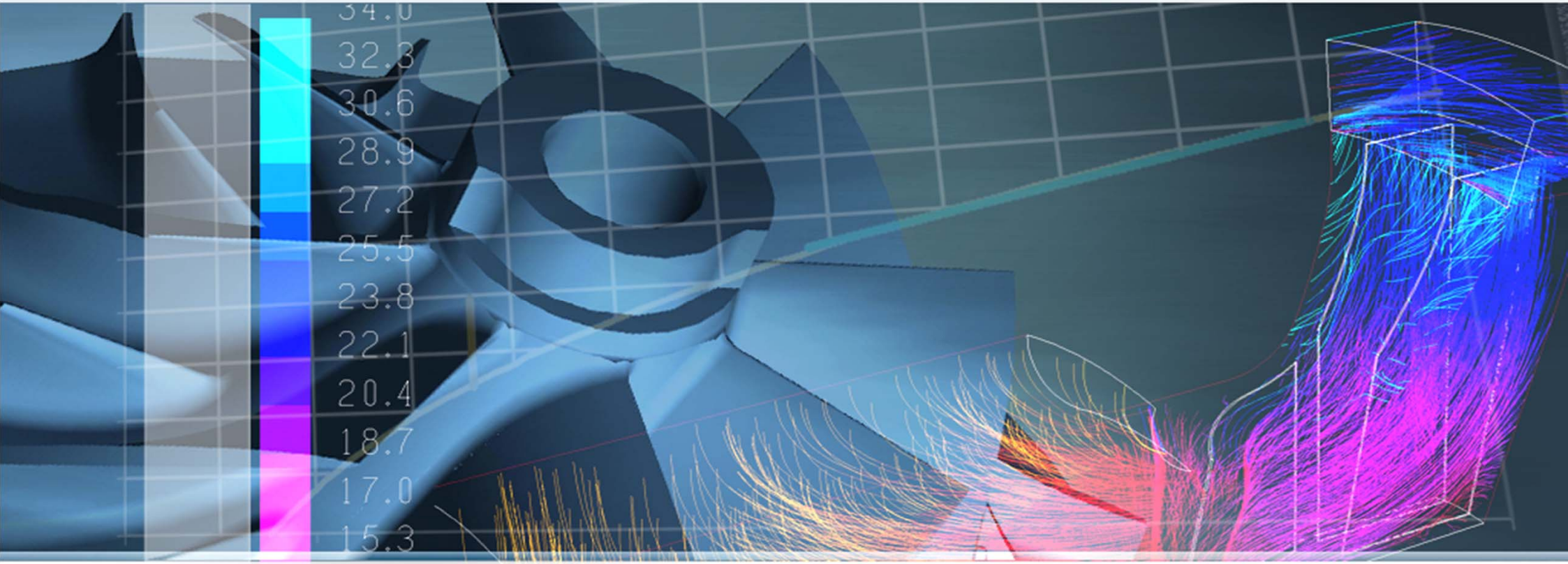
< 20 %	
Draft risk (max) [%]	Draft risk (mittel) [%]
27	20
47	32
403	120
39	28
25	11
53	37
49	34
8	4
23	18
32	27
37	16

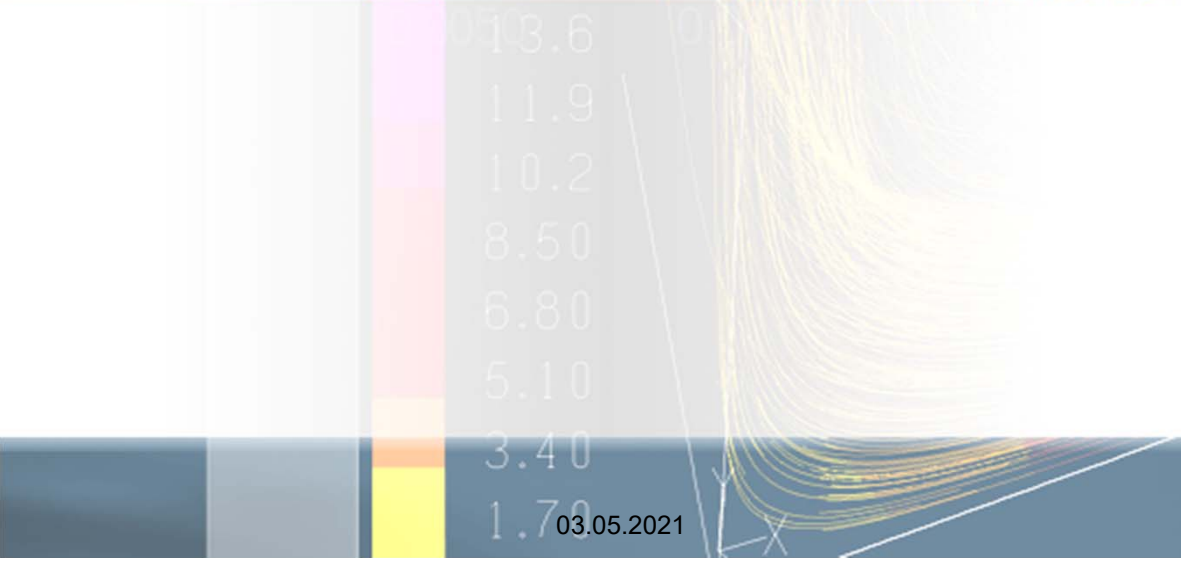
Die Gefahr von Zugempfinden ist aufgrund der konstruktiven Besonderheiten der Luftreiniger groß!

Fazit

- Es fehlt die Auslegungsbasis für die dezentralen Luftreiniger. Dies betrifft den zeitlichen Aspekt ebenso wie die notwendige Reduktion der Virenlast.
- Eine Infektion kann weder durch Lüftungsanlagen noch durch dezentrale Luftreiniger vollständig verhindert werden. Aber sie helfen, das Infektionsrisiko zu verringern.
- Für die dauerhaft Akzeptanz ist die Einhaltung der akustischen und strömungstechnischen Aspekte notwendig.
- Die von ILK durchgeführten Messungen in Klassenräumen haben gezeigt, dass die Hausmeister die Luftreiniger häufig auf die kleinste Lüfterstufe stellen, um das Sprachverständnis in den Räumen überhaupt zu ermöglichen. Damit sinken die Luftvolumenströme soweit, dass kein signifikanter Nutzen entsteht!
- Derzeit wird eine VDI Expertenempfehlung zu Prüfkriterien erarbeitet.

ILK Dresden





Institut für Luft- und Kältetechnik
gemeinnützige Gesellschaft mbH
Bertolt-Brecht-Allee 20, 01309 Dresden

Prof. Dr.-Ing. Uwe Franzke

Tel.: **+49 351 / 4081-510**
E-Mail: **gf@ilkdresden.de**