



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

AHA + Lüftung

1. Einleitung

Erste Grundlage des Infektionsschutzes bei luftgetragenen Übertragungswegen (Tröpfchen und Aerosole) sind derzeit AHA-Regeln. Diese stehen für Abstand, Hygiene und Alltagsmaske. Inzwischen gilt als gesichert, dass die Verringerung der Anzahl der luftgetragenen Keime durch Lüftung mit Außenluft und/oder eine zielführende Luftreinigung ebenfalls signifikant das Infektionsrisiko verringern kann (AHA + L). Das + L für Lüftung ist dabei bisher noch nicht zufriedenstellend definiert.

Dieser FGK Status-Report schlägt ein auf europäischen Normen basierendes, vereinfachtes Bewertungsverfahren für Räume in Gebäuden vor, mit dem die Einhaltung der + L Kriterien auf eine pragmatische und einfache Weise dokumentiert werden kann. Dabei ist wichtig, dass es wie bei den anderen AHA-Maßnahmen darum geht, einen möglichst hohen Nutzen bei noch vertretbarem Aufwand (Einschränkungen für den Menschen, Wirtschaftlichkeit, Energiebedarf) zu erbringen.

Daher werden auch für Lüftung/Luftreinigung Regeln definiert, die das Ansteckungsrisiko mit Covid-19 verringern. Sie können jedoch analog zu den anderen Maßnahmen keinen absoluten Schutz bieten.

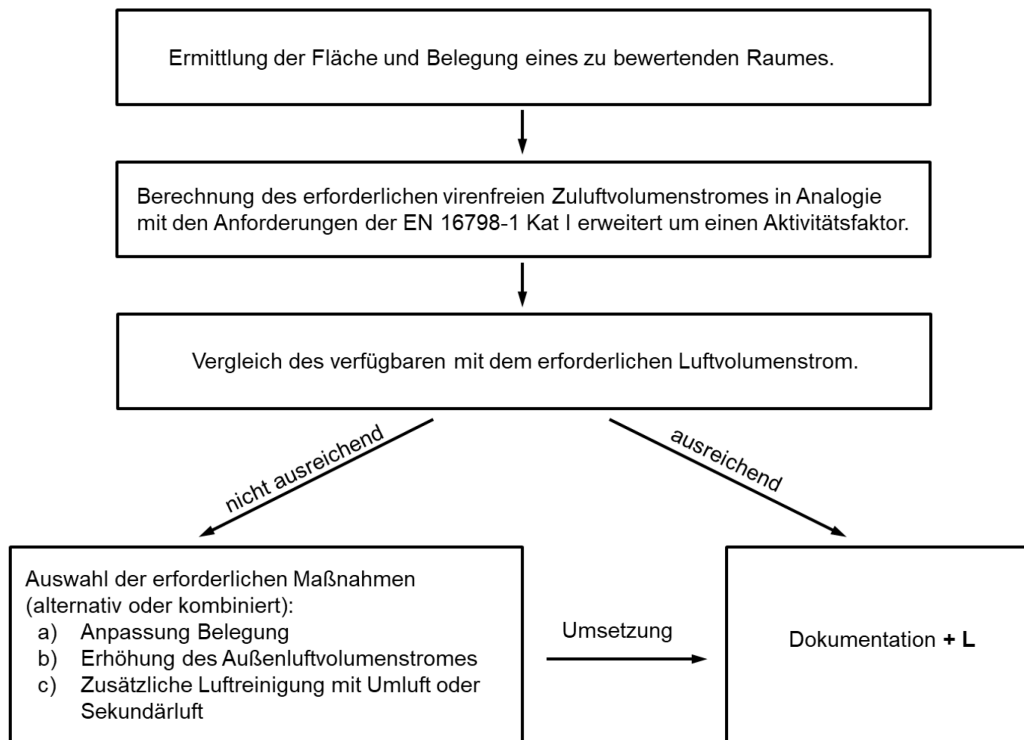
Die beschriebenen Regeln entsprechen dem Stand der Technik, sie sind verhältnismäßig und eingeführt. Ihre Aufgabe ist es, die bestehenden Lüftungsempfehlungen umsetzbar und benutzerfreundlich zu gestalten. Sie können auch individuelle Risikoanalysen nicht ersetzen, sondern allenfalls einzelne Bausteine dazu liefern. In jedem Fall erbringen diese Empfehlungen im Hinblick auf die Lüftungsraten einen zielführenderen Nachweis als die Forderung, Fenster für einen gewissen Zeitabschnitt zu öffnen.

1.1. Ziel des beschriebenen Verfahrens

Das hier beschriebene vereinfachte Verfahren ermöglicht die Bewertung des lüftungstechnischen Infektionsschutzes mit dem Ziel, Einrichtungen mit Hygienekonzept und ausreichender Lüftung auch in Pandemiezeiten weiter betreiben zu können und nicht pauschal zu schließen. Das Nachweisverfahren kann von Fachkundigen auf eine transparente und eindeutige Weise durchgeführt und dokumentiert werden.

1.2. Kurzbeschreibung des Nachweisverfahrens

Für den Nachweis einer ausreichenden Lüftung + L im Zusammenhang mit einer möglichen Aerosolübertragung wird folgende Vorgehensweise vorgeschlagen:



2. Definitionen

2.1. Lüftung, Außenluftvolumenstrom

Luftaustausch mit Außenluft, teilweise auch bezeichnet als Frischluft- oder Außenluftvolumenstrom.

2.2. Zuluft

Aufbereiteter/behandelter Luftvolumenstrom, der einer Zone zugeführt wird. Dieser Luftvolumenstrom kann aus unterschiedlichen Anteilen von Außenluft, Umluft und Sekundärluft bestehen.

2.3. Umluft

Abluft, die der Luftbehandlungsanlage aus verschiedenen Räumen zugeführt wird und als Zuluft für verschiedene Räume wiederverwertet wird.

2.4. Sekundärluft

Luftstrom, der ausschließlich einem Raum entnommen und nach Behandlung demselben Raum wieder zugeführt wird.

3. Anforderungen an die Lüftung

3.1. Außenluftvolumenströme

Die Kriterien werden in Anlehnung an die DIN EN 16798-1 definiert. Außerdem wird CO₂ als korrelierende Größe zu den vom Menschen erzeugten Aerosolen und eine vollständige Durchmischung angenommen (zusätzliche Informationen zur Lüftungseffektivität in Abschnitt 5.2.).

Für einen ausreichenden Infektionsschutz über den Luftweg sollte so viel virusfreie Luft als Zuluft bereitgestellt werden, wie Frischluft benötigt würde, um CO₂-Werte in besetzten Räumen unter 800-1.000 ppm zu halten. Nach DIN EN 16798-1 entspricht das Räumen der Kategorie I, also der höchsten Kategorie für Luftqualität.

Nach DIN EN 16798-1 berechnet sich der notwendige Außenluftvolumenstrom q_{tot} . Dieser wird um einen Aktivitätsfaktor f_{Akt} wie folgt ergänzt:

$$q_{tot} = (n \cdot q_p + A_R \cdot q_B) \cdot f_{Akt} \quad (\text{siehe auch Tabelle 1 bzw. Tabelle 2})$$

Ab einer Fläche größer als 20 m²/Person ist $q_B = 0$ zu setzen.

Tabelle 1: Für eine mittlere Belegung eines Seminarraumes ergeben sich beispielhaft die folgenden Außenluftvolumenströme in Kategorie I, II und III:

	Kat	Personen	Fläche in m ²	V m ³ /h pro Person	V m ³ /h pro m ² Raum	Aktivitätsfaktor	Außenluftvolumenstrom V m ³ /h	Luftwechsel 1/h	m ³ /h pro Person
		n	A _R	q _P	q _B	f _{Akt}	q _{tot}	$n = q_{tot}/(A_R \times 3m)$	q _{tot} /n
Seminarraum	I	25	75	36	3,6	1,0	1.170	5,2	47
Seminarraum	II	25	75	25	2,5	1,0	812	3,6	33
Seminarraum	III	25	75	14	1,4	1,0	455	2	18

Für eine mäßige Aktivität erscheint ein Außenluftvolumenstrom der Kategorie I als zielführend im Hinblick auf eine Reduzierung des Infektionsrisikos.

Ein Außenluftvolumenstrom von ca. 20 m³/h pro Person darf auch bei Einsatz von Sekundärluftreinigungs- und -filtergeräten niemals unterschritten werden. Dies gilt auch unter den Randbedingungen einer möglichen Fensterlüftung. Die Raumluftqualität (Schadstoffe, Gerüche, Arbeitsleistung und empfundene Luftqualität) die sich mit 20 m³/h pro Person pro Stunde einstellt, ist mäßig und das absolute Minimum. Grundsätzlich werden unabhängig vom Infektionsschutz höhere Außenluftvolumenströme gemäß der geltenden Normen empfohlen.

3.2. Aktivität, Aerosole und zeitliche Abhängigkeit

Die Aerosolabgabe ist stark von der Atem- und Stimmaktivität abhängig [2] und liegt typischerweise zwischen 50 (beispielsweise beim Atmen) bis 1.000 P/s (beim Singen).

Erhöhte körperliche Aktivität erhöht ebenfalls die CO₂-Abgabe der Personen. Die Außenluftvolumenströme nach EN 16798-1 sind an normaler Büroarbeit orientiert und berücksichtigen erhöhte Aktivität nicht.

Daher wird bei Räumen mit erhöhter körperlicher oder Stimmaktivität ein vereinfachter Aktivitätsfaktor f_{Akt} vorgesehen (siehe 3.1.).

Tabelle 2 Aktivitätsfaktoren für verschiedene Nutzungsarten

Aktivitätsfaktor im Raum	Beispiele	f _{Akt}
<u>Mäßig:</u> die Personen atmen normal (90 %) und sprechen nur vereinzelt (10 %) keine erhöhte körperliche Aktivität	Einzelhandel, Verkaufsraum, Supermarkt, Kaufhaus	1
	Veranstaltung, Kino, Theater (Zuschauer), Theater (Foyer), Kongress, Messe	
	Klassenzimmer, Hörsaal, Vorlesungsraum, Seminar, Kindergarten Gruppenraum	
	Büro	
	Hotelzimmer	
Museum, Ausstellung, Bibliothek		
<u>Hoch:</u> die Mehrzahl der Personen sprechen, ist körperlich aktiv oder atmet mit erhöhter Frequenz	Friseur, Kosmetik	1,3
	Restaurant, Café, Kantine	
	Besprechungsraum, Sitzungszimmer	
	Turnhalle	
	Fitness, Sport, Chorraum	1,6
Typische Raumhöhen wurden teilweise über den Aktivitätsfaktor berücksichtigt.		

3.3. Sekundär-/Umluftbehandlung

Für den Infektionsschutz im Zusammenhang mit der Covid-19 Aerosolübertragung ist es unerheblich (unter der Voraussetzung, dass der Mindestaußenluftvolumenstrom gegeben ist, siehe Abschnitt 3.1.), ob Außenluft/Frischlufte oder gereinigte Umluft- oder Sekundärluft zur Verfügung gestellt wird. Umluft oder Sekundärluft muss allerdings für eine äquivalente Betrachtung einen Reinigungseffekt von annähernd 100 % (> 99 %) in Bezug auf aktive Viren oder Größe von Partikeln mit dem höchsten Durchlassgrad (MPPS bspw. nach EN 1822) aufweisen.

Hier zählt die Summe aus Außenluft/Frischlufte und gereinigter Luft mit Reinigungseffekt von mind. 99 % (siehe oben). Bei kleinerer Reinigungs-/Inaktivierungseffizienz kann die Luftmenge entsprechend erhöht werden.

$$q_{V,tot,x\%} = q_{V,tot,100\%} / f_{Filter}$$

mit: $q_{V,tot,100\%}$ Volumenstrom bei einem Luftreinigungseffekt bezogen auf Viren/Aerosol von ca. 100 %

$q_{V,tot,x\%}$ Volumenstrom bei einem Luftreinigungseffekt bezogen auf Viren/Aerosol von x %

f_{Filter} Reinigungseffizienz des Systems bezogen auf aktive Aerosole.

Beispielsweise erhöht sich der zu reinigende Luftvolumenstrom bei einer Reinigungseffizienz von 80 % um das 1,25-fache ($1/0,8=1,25$).

Hier muss ergänzend berücksichtigt werden, dass gereinigte Um- oder Sekundärlufte nicht in der Lage ist, die CO₂-Konzentration zu senken oder die feuchte- und gasförmigen Schadstofflasten aus Räumen abzuführen.

3.4. Vorgehensweise nach anderen Verfahren

Detailliertere und ausführlichere Auslegungen nach wissenschaftlichen Grundlagen und anderen gängigen Normen und Richtlinien wie beispielsweise nach VDI 6040 (Raumluftechnik in Schulen – Ausführungshinweise, VDI-Lüftungsregeln, VDI-Schulbaurichtlinien) erfüllen ebenfalls immer dann + L, wenn die Geräte und Anlagen so dimensioniert sind, dass sie nach den jeweiligen Richtlinien eine CO₂-Konzentration von 1.000 ppm zu keiner Zeit überschreiten werden. Oder es werden entsprechende Reinigungseffizienzen oder Übertragungsminderungen bei Sicherstellung eines Mindestaußenluftvolumenstromes nachgewiesen.

4. Vorgehensweise + L Nachweise

4.1. Randbedingungen

Folgende Festlegungen sind geeignet, eine ausreichende Lüftung auch in Pandemiezeiten mit + L zu dokumentieren.

- **DIN EN 16798-1 Kat I:**
Hohe Luftqualität, empfohlen für Räume und Nutzungen, die auch in Pandemiezeiten eine umfangreiche Lüftung mit Außenluft sicherstellen sollen. Diese Kategorie erfüllt die einschlägigen Empfehlungen der Hygiene auch in Pandemiezeiten (Aerosol und Tröpfcheninfektion) + L.
- **DIN EN 16798-1 Kat II:**
Normale Luftqualität, empfohlen für Räume und Nutzungen, die in normalen Nutzungsszenarien eine gute Luftqualität sicherstellt, aber in Pandemiezeiten **ohne zusätzliche Maßnahmen**¹ die einschlägigen Empfehlungen für die Hygiene in Pandemiezeiten **nicht vollumfänglich erfüllt**.
- **DIN EN 16798-3 Kat III:**
Akzeptable Luftqualität, empfohlen für Räume und Nutzungen, die in normalen Nutzungsszenarien die Mindestanforderungen an die Luftqualität sicherstellt, aber in Pandemiezeiten **ohne zusätzliche Maßnahmen**¹ die einschlägigen Empfehlungen für die Hygiene in Pandemiezeiten **nicht erfüllt**.

¹Zusätzliche Maßnahmen (einzeln oder in Kombination):

1. Erhöhung des Außenluftvolumenstromes der RLT-Anlage, um die Kategorie I zu erreichen -> + L.
2. **Reduzierung der Belegungsdichte** mit Personen, um die Kategorie I zu erreichen -> + L.
3. **Zusätzliche Sekundärluftreinigungssysteme** einsetzen. Bei richtiger Dimensionierung kann die Belegungsdichte in Kategorie II oder ggf. III beibehalten werden -> + L..

Der für die Nutzung berechnete Außenluftvolumenstrom der Kategorie I (unter Berücksichtigung des Aktivitätsfaktors) ist der Maßstab für die Erfüllung des + L Kriteriums für das Lüftungssystem.

4.2. Anpassung der Belegung

Zur Erfüllung der + L Kriterien kann die maximale Belegungsdichte mit Personen also immer so weit reduziert werden, dass die Kat I nach DIN EN 16798-1 erreicht wird. Sofern das nicht umfangreich möglich ist, können zusätzliche Maßnahmen vorgesehen werden.

4.3. Sekundärluftreinigungssysteme

4.3.1. Allgemeine Anforderungen

Für Sekundärluftreinigungssysteme gibt es noch keine verbindlichen Normen und Festlegungen. Geeignet erscheinen aus derzeitiger Sichtweise folgende Systeme:

- Sekundärluftfiltergeräte mit HEPA Filtern mind. (H13 oder H14).
- Sekundärluftreinigungsgeräte mit UV-C.
- Verschiedene Kombination von Feinfiltern mind. ePM 1 60 % (siehe auch 3.3.).

Folgende grundsätzliche Merkmale müssen Sekundärluftfiltergeräte aufweisen:

- Bei allen Geräten muss das Reinigungsverfahren (in Bezug auf Viren oder deren Größe) im Luftstrom nachgewiesen sein (bspw. durch Tests durch Herstellernachweis nach normativen Vorgaben wie bspw. EN 1822 für Schwebstofffilter) und für spezifische Volumenströme angegeben werden. Gefahren für Nutzer im Raum sind bei jeder Technologie auszuschließen.
- Die elektrische Leistungsaufnahme und der Schalleistungspegel sind ebenfalls bei allen Geräten zu den spezifischen Volumenströmen anzugeben. Dabei sind das gesamte Gerät (inkl. der Reinigungseinheit) und alle Bauraumeinflüsse zu berücksichtigen.
- Die Schalleistung ist die einzige Größe, die die Schallemission einer Einheit raumunabhängig beschreibt. Daher sind Schallwerte immer zumindest auch als Schalleistung anzugeben. Angaben des

Schalldrucks ohne zusätzliche Raumdefinition oder mit ausschließlicher Angabe einer bestimmten Entfernung sind als einzige Schallangabe nicht ausreichend.

- Die Luftführung ist so auszuführen, dass der Raum vollständig durchströmt wird und es gleichzeitig keine Einschränkung auf die Raumnutzung gibt.

4.3.2. Berücksichtigung im notwendigen Außenluftvolumenstrom

Geräte, die die Anforderungen nach Abschnitt 4.3.1. erfüllen, können den notwendigen Außenluftvolumenstrom teilweise ersetzen, solange mindestens ein Außenluftvolumenstrom der Kat II oder III nach DIN EN 16798-1 (in jedem Fall mind. 20 m³/h pro Person) eingehalten wird.

Beispiel Seminarraum wie oben:

- Außenluftvolumenstrom 1.170 m³/h oder
- Außenluftvolumenstrom 455 m³/h und Sekundärluftvolumenstrom 715 m³/h

Kombination mit Fensterlüftung und CO₂-Meßgeräten bzw. Lüftungsampel siehe Abschnitt 4.5.

4.4. Umluft bei zentralen RLT-Anlagen

Umluft soll so weit wie möglich vermieden werden. Eine Filterung der Umluft kann ähnlich Abschnitt 4.3.1. anteilig zur Erfüllung des notwendigen Luftvolumenstromes angesetzt werden, sofern der notwendige Außenluftvolumenstrom entsprechend Abschnitt 3.1. erfüllt ist.

4.5. Außenluftvolumenstrom bei Fensterlüftung

Der Außenluftvolumenstrom bei manueller Fensterlüftung kann nicht mit einfachen Methoden quantifiziert nachgewiesen und vor allem nicht ganzjährig sichergestellt werden. Deshalb müssen hierbei CO₂-Messgeräte oder -ampeln eingesetzt werden. Die Einhaltung der geforderten Lüftungsraten zur Erreichung von 800-1.000 ppm CO₂ ist ohne Messeinrichtung nur durch Festlegung einer Fensteröffnungszeit immer unzureichend. Zur Sicherstellung des geforderten Luftwechsels unter schwankenden Randbedingungen (Wind, Thermik, Öffnungszeit) muss immer ein höherer Luftwechsel mit den entsprechenden Energieverlusten und Komforteinschränkungen in Kauf genommen werden.

Sekundärluftreinigungsgeräte nach Abschnitt 4.3.1. können auch mit Fensterlüftung kombiniert werden. Der anrechenbare Außenluftvolumenstrom in Kombination mit einer CO₂-Messung wird hierbei wie folgt angesetzt:

- CO₂-Konzentration bis 800 ppm: Anrechnung eines Außenluftvolumenstroms entsprechend Kat I
- CO₂-Konzentration bis 1.000 ppm: Anrechnung eines Außenluftvolumenstroms entsprechend Kat II
- CO₂-Konzentration bis 1.500 ppm: Anrechnung eines Außenluftvolumenstroms entsprechend Kat III
- Ohne CO₂-Messung oder CO₂-Konzentration über 1.500 ppm keine Anrechnung.

5. Anlagen

5.1. Zeitlicher Verlauf und Raumvolumen

Grundsätzlich steigt das Risiko einer Ansteckung mit der Aufenthaltsdauer und der Anzahl der Emittenten [4] [8]. Die Aufenthaltsdauer ist stark von organisatorischen Randbedingungen abhängig und kann sich kurzfristig ändern oder wird nicht beachtet. Eine Berücksichtigung all dieser Faktoren würde das Ziel dieses Verfahrens sprengen und die Eindeutigkeit einschränken. Aus diesem Grunde wurde in diesem vereinfachten Verfahren darauf verzichtet.

5.2. Lüftungseffektivität

Die Lüftungseffektivität ε_V beschreibt den Zusammenhang zwischen der Aerosolkonzentration und der Luftverteilung im Raum. Dieser Zusammenhang hängt jedoch von einer Vielzahl von Parametern ab, darunter Quellenverteilung, Raumluftrichtung und Thermik im Raum. Nach DIN EN 16798-3 wird diese wie folgt definiert:

$$\varepsilon_V = (C_E - C_S) / (C_i - C_S)$$

ε_V : Lüftungseffektivität;

C_E : Verunreinigungskonzentration in der Abluft;

C_S : Verunreinigungskonzentration in der Zuluft;

C_i : Verunreinigungskonzentration in Atmungshöhe.

Die in der DIN EN 16798-1 festgelegten Luftvolumenströme basieren auf einer Lüftungseffektivität $\varepsilon_V = 1$. Dieser Wert ist immer dann zu verwenden, wenn die Lüftungseffektivität nicht für jeden Auslegungsfall (Lasten, Temperaturen, Luftvolumenströme) nachgewiesen werden kann. Ist die Lüftungseffektivität bekannt, dann ist für diesen Nachweis der ungünstigste Fall (niedrigster ε_V Wert) zu verwenden.

Nach EN 16798-3 kann die Lüftungsrate in Abhängigkeit der nachgewiesenen Lüftungseffektivität wie folgt korrigiert werden:

$$q_{V,tot,\varepsilon V} = q_{V,tot} / \varepsilon_V$$

$q_{V,tot,\varepsilon V}$: Luftvolumenstrom unter Berücksichtigung der nachgewiesenen Lüftungseffektivität;

$q_{V,tot}$: Luftvolumenstrom bei $\varepsilon_V = 1$;

Anmerkung: Weitere Hinweise für ε_V gibt der CEN TR 16798-4.

6. Quellen und weitere Hinweise

- [1] FGK, BTGA, RLT-Herstellerverband: Betrieb Raumluftechnischer Anlagen unter den Randbedingungen der aktuellen Covid-19-Pandemie 03.08.2020, Version 3.
- [2] Anne Hartmann HRI, FGK Workshop 2020
- [3] HRI Beispielhafte Risikobewertung für verschiedene Alltagssituationen
- [4] HRI Prof. Dr.-Ing. Martin Kriegel, 07.12.2020 (Version 4), Anzahl der mit SARS-CoV-2 beladenen Partikel in der Raumluftrichtung und deren eingeatmete Menge, sowie die Bewertung des Infektionsrisikos, sich darüber mit Covid-19 anzustecken
- [5] Hartmann, A; Lange, J; Rotheudt, H; Kriegel, M; Emissionsrate und Partikelgröße von Bioaerosolen beim Atmen, Sprechen und Husten, DOI:
Online Rechner: <https://hri-pira.github.io>
- [6] Fitzner, K; Rietschel Band 2: Raumluftrichtung- und Raumkühltechnik, ISBN 978-3-540-57011-016
- [7] Kriegel, M; Buchholz, U; Gastmeier, P; Bischoff, P; Abdelgawad, I; Hartmann, A; Predicted Infection Risk for Aerosol Transmission of SARS-CoV-2; DOI: 10.1101/2020.10.08.20209106, Preprint
- [8] D. Müller, K. Rewitz, D. Derwein, T. M. Burgholz, M. Schweiker, J. Bardey, P. Tappler, Abschätzung des Infektionsrisikos durch aerosolgebundene Viren in belüfteten Räumen, White Paper, RWTH-EBC 2020-005, Aachen, 2020, DOI: 10.18154/RWTH-2020-11340
Online Rechner <http://risico.eonerc.rwth-aachen.de>
- [9] BTGA Praxisleitfaden Planung und Betrieb RLT-Anlagen bei erhöhten Infektionsschutzanforderungen, Januar 2021.

7. Beispiele

7.1. Seminarraum oder Klassenzimmer

Im Folgenden beispielhaft die Vorgehensweise und Varianten für einen Seminarraum oder ein Klassenzimmer:

- Spalte 2: Ausgangszustand
- Spalte 3: Eine Belegungsreduzierung auf 10 Personen führt bei dem vorhandenen Außenluftvolumenstrom nicht zu einer Erfüllung des + L Kriteriums.
- Spalte 4: Ein zusätzlicher Sekundärluftfilter mit mind. 715 m³/h führt zur Erfüllung des + L Kriteriums.
- Spalte 5: Eine Fensterlüftungsstrategie auf maximal 800 ppm mit CO₂-Messung führt zu einer Erfüllung des + L Kriteriums (mind. alle 20 min mit weit geöffneten Fenstern, Zugprobleme und Energieverluste).
- Spalte 6: Eine Fensterlüftungsstrategie auf maximal 1.500 ppm mit CO₂-Messung in Kombination mit einem Sekundärluftfilter führt mit mind. 715 m³/h führt zu einer Erfüllung des + L Kriteriums.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Ausgangszustand	Belegung reduzieren	Sekundärluft	Fensterlüftung	Fenster + Sek.
	Seminar	Seminar	Seminar	Seminar	Seminar
Raumnutzung					
Personen	25	10	25	25	25
Fläche	75	75	75	75	75
Höhe	3	3	3	3	3
Raumvolumen	225	225	225	225	225
Belegungsichte m2/Person	3,0	7,5	3,0	3,0	3,0
Typische Belegungsichte	3	3	3	3	3
Abstand eingehalten	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Abstand ^2	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
<i>vereinfacht über Flächenbelegung quadr.</i>	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Notwendiger Luftvolumenstrom + L					
V Kat I	1170	630	1170	1170	1170
Zuschlag für Aktivität	1	1	1	1	1
V + L	1170	630	1170	1170	1170
Luftwechsel	5,2	2,8	5,2	5,2	5,2
Volumenstrom pro Person	46,8				
Anrechenbarer Luftvolumenstrom aus Fensterlüftung					
CO2 Messung maximal				800	1500
Anrechenbarer Luftvolumenstrom				1170	455
Tatsächlicher Außenluftvolumenstrom RLT Lüftung					
Auslegung m3/h pro Person	18,2				
Außenluftvolumenstrom RLT	455	455	455	0	0
Anrechenbarer Außenluftvolumenstrom Fenster	0	0	0	1170	455
Summe anrechenbarer Außenluftvolumenstrom	455	455	455	1170	455
min sauberer Luftvolumenstrom für Sekundärluftreinigung			715		715
Korrektur Filter			H13 oder H14		H13 oder H14
			1		1
Min Sekundärluft mit gewähltem filter			715		715
Ausgewählter Luftvolumenstrom			750		800
+ L eingehalten	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja

7.2. Büroraum

Im Folgenden beispielhaft die Vorgehensweise und Varianten für einen Büroraum

- Spalte 2a: Ausgangszustand, Auslegung des Raumes gemäß DIN 16798-1 Kat I
Dieser Raum und die Lüftungsanlage erfüllt die Anforderungen **+L**.
- Spalte 2b: Ausgangszustand. Gleicher Raum wie (2a) aber Auslegung der Lüftungsanlagen nach Kat II.
Dieser Raum und die Lüftungsanlage erfüllt nicht die Anforderungen **+L**.
- Spalte 3: Eine Belegungsreduzierung auf 4 Personen führt bei dem vorhandenen Außenluftvolumenstrom zu einer Erfüllung des + L Kriteriums.
- Spalte 4: Ein zusätzlicher Sekundärluftfilter mit mind. 212 m³/h führt zur Erfüllung des + L Kriteriums auch bei der ursprünglichen Belegung mit 10 Personen (2b).

(1)	(2a)	(2b)	(3)	(4)
	Ausgangszustand Großraumbüro	Ausgangszustand Großraumbüro	Belegung reduzieren Großraumbüro	Sekundärluft Großraumbüro
Raumnutzung				
Personen	10	10	4	10
Fläche	70	70	70	70
Höhe	3	3	3	3
Raumvolumen	210	210	210	210
Belegungsichte m2/Person	7,0	7,0	17,5	7,0
Typische Belegungsichte	10	10	10	10
Abstand eingehalten	1,5	1,5	1,5	1,5
Abstand ^2	2,25	2,25	2,25	2,25
<i>vereinfacht über Flächenbelegung quadr.</i>	Ja	Ja	Ja	Ja
Notwendiger Luftvolumenstrom + L				
V Kat I	612	612	396	612
Zuschlag für Aktivität	1	1	1	1
V + L	612	612	396	612
Luftwechsel	2,9	2,9	1,9	2,9
Volumenstrom pro Person	61,2	61,2		
Anrechenbarer Luftvolumenstrom aus Fensterlüftung				
CO2 Messung maximal				
Anrechenbarer Luftvolumenstrom				
Tatsächlicher Außenluftvolumenstrom RLT Lüftung				
Auslegung m3/h pro Person	65	40		
Außenluftvolumenstrom RLT	650	400	400	400
Anrechenbarer Außenluftvolumenstrom Fenster	0	0	0	0
Summe anrechenbarer Außenluftvolumenstrom	650	400	400	400
min sauberer Luftvolumenstrom für Sekundärluftreinigung				212
Korrektur Filter				H13 oder H14
				1
Min Sekundärluft mit gewähltem filter				212
Ausgewählter Luftvolumenstrom				250
+ L eingehalten	Ja	Nein	Ja	Ja

Weitere Schriften aus der Reihe Status-Report:

Best.-Nr.

1	Raumluftechnische Anlagen – Instandhaltung, Reinigung, Entsorgungsaufgaben	9
2	Moderne Klimaanlage: Die Wohlfühltechnik!	106
3	Klimaanlagen: Die unsichtbaren Problemlöser!	107
8	Fragen und Antworten zur Raumlufffeuchte	139
9	Hygiene in Wohnungslüftungsanlagen	129
10	Regenerative Energien in der Klima- und Lüftungstechnik	136
11	Die neue F-Gase-Verordnung	137
12	Verantwortung des Architekten in der Frage der Raumlufftemperatur	140
13	Zertifizierung Instandhaltung und Reinigung von RLT-Anlagen	144
14	Definition von Klimaanlage nach EnEV und EPBD	146
15	Raumluftechnische Anlagen - Durchführung von Hygieneinspektionen nach VDI 6022	143
16	Informationen zur Hygiene in RLT-Anlagen	145
17	Bewertung des Innenraumklimas	154
18	Wohnungslüftung	159
19	Rehva Guidebook No 8: Die Sauberkeit von Lüftungsanlagen (deutsche Version)	150
20	Die Bewertung von WRG und Regenerat. Energien in RLT-Anlagen für NWG nach EEWärmeG	162
21	Software zur Auslegung von Wohnungslüftungssystemen	180
22	Lüftung von Schulen	174
24	Hinweise für die CE-Kennzeichnung von Wohnungslüftungsgeräten	177
25	EG-Konformitätsbewertung von Raumluftechnischen Geräten, Komponenten und Anlagen	179
26	Qualitätssiegel Raumklimageräte	179
27	Checkliste für die Abnahme von Klima- und Lüftungsanlagen	170
29	Einheitliche Herstellerdeklaration für Wohnungslüftungsgeräte nach DIN 4719	187
30	Richtiges Lüften in Haus und Wohnung	185
31	Einheitliche Herstellerdeklaration für DX-RKG zur Verwendung für die Nachweise nach GEG	185
33	Zertifizierung und Zulassung von Produkten der Lüftungstechnik	244
36	Fragen und Antworten zur Ecodesign Richtlinie EU 327/2011 für Ventilatoren	246
37	Leitfaden Anlagensicherheit	73
38	Fragen und Antworten zur F-Gase-Verordnung EU-VO 517/2014	260
40	FAQ zur Ecodesign-Richtlinie EU 1253/2014 – RLT-Geräte für den Nichtwohnungsbau	271
41	Auslegung von WL-Anlagen unter den Randbedingungen EnEV und DIN 1946-6	278
44	Luftfilter für die Raumlufftechnik - ISO 16890 und EN 779	291
46	Filter in Sekundärluftgeräten	320
47	Smarte Lüftungs- und Klimaanlage im Nichtwohngebäude	348
48	Smarte Wohnungslüftung	343
50	Kommentierung der DIN 1946-6	359

Eine Information des
Fachverband Gebäude-Klima e. V.
Danziger Straße 20
74321 Bietigheim-Bissingen
Tel.: +49 7142 788899-0
E-Mail: info@fgk.de
www.fgk.de