



Die Luftqualität während der Indoor-Air 2021 in der Messehalle 12 der Messe Frankfurt – Messung versus Berechnung

Im Zeitraum vom 5. bis 7. Oktober 2021 fand in Frankfurt am Main die Messe Indoor-Air statt. Rund 100 Aussteller haben sich in dieser Zeit auf der ersten Ebene der Messehalle 12 mit ihren Produkten zur Raumluftechnik präsentiert. Insgesamt haben 2.300 Personen diese Messe unter Pandemie-Bedingungen besucht. Während der Messeveranstaltung galten für Besucher die Pflichten zu 3G und zum Tragen von Mund- und Nasenschutz.

Heute werden – bedingt durch die Corona-Pandemie – verstärkt Raumluftechnische (RLT) Anlagen zur Risikominimierung in Räumen eingesetzt. So auch zur Indoor-Air. Bei RLT-Anlagen wird die schadstoffbelastete Raumlufte als Abluft abtransportiert und durch „Frischlufte“ (unbelastete Außenluft) ersetzt. Raumluftechnische Anlagen können zudem entscheidend dazu beitragen, die Konzentration an Aerosolpartikeln in Räumen zu reduzieren. Moderne RLT-Anlagen werden häufig über den CO₂-Anteil in der Raumlufte geregelt, da der CO₂-Anteil ein Maß für die Personen-Belastung eines Raumes ist.

Unabhängig von der Pandemie empfiehlt sich zur Sicherstellung einer guten Raumluftequalität eine Zufuhr an Außenluft von rund 30 m³/h pro Person. Damit wird insbesondere der CO₂-Anteil im Raum begrenzt. Eine CO₂-Konzentration bis zu 1.000 ppm wird als noch akzeptabel angesehen, dieser Wert soll in der Zeit der Pandemie möglichst unterschritten werden.^{1, 2}

Bei der Halle 12 der Frankfurter Messe handelt es sich um eine moderne Messehalle mit einer Gesamtfläche von 33.000 m² auf zwei Ebenen. Sie wurde 2018 in Betrieb genommen. Bei einer Gebäudehöhe von 30 m mit einer effektiven Geschosshöhe von 10 m und einem Gesamtvolumenstrom der 46 RLT-Anlagen von 1.242.000 m³/h ergibt sich eine Luftwechselrate von 3,7. Zum Transport der Luftmenge von 1.490 Tonnen pro Stunde wird eine elektrische Leistung von 450 KW benötigt. Die Zuluft wird über Induktionsgeräte der Halle als Mischluft zugeführt. Während der Messe wurden die spezifischen Parameter der Luftqualität im Minutentakt aufgezeichnet.³

¹ SARS-CoV-2 Arbeitsschutzregel 4.2.3 Abs. 3: https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/AR-CoV-2/pdf/AR-CoV-2.pdf?__blob=publicationFile&v=18

² Lüftung unter Pandemiebedingungen, insbesondere von Schulen und vergleichbarer Räume, Arbeitskreis der Dozenten für Klimatechnik, 31.01.2022

³ Messung der Luftqualitätsparameter (CO₂-Konzentration, Lufttemperatur und Luftfeuchte, sowie die Partikelkonzentration PM 10 und PM 2,5) durch die HOWATHERM Klimatechnik an allen drei Messetagen von 8.30 bis 17.30 Uhr

Abb. 1 zeigt die CO₂-Konzentration in der Aufenthaltszone, die im Mittel bei 460 ppm lag. Der Maximalwert lag während des Messtages bei 520 ppm. Der Minimalwert der CO₂-Konzentration lag bei 411 ppm und damit auf Außenluftniveau, das mit 410 ppm (rote Linie) angenommen wird.

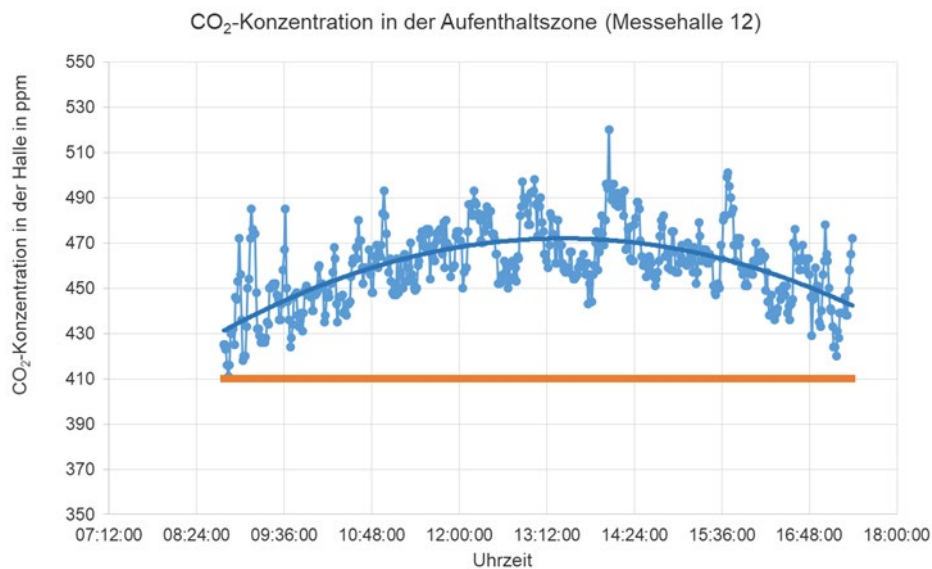


Abb. 1: Gemessene CO₂-Konzentration in der Halle während des zweiten Messtages

Abb. 2: Gemessene Lufttemperatur in der Halle während des zweiten Messtages zeigt den Verlauf der Lufttemperatur, die im Mittel bei 23,3 °C lag. Die Schwankungsbreite lag bei 22,3 bis 23,8 °C. Die relative Luftfeuchte lag gemittelt bei 50 % ± 2,5 % (siehe Abb. 3) und damit in einem gesundheitlich zuträglichen Bereich über 40 %.

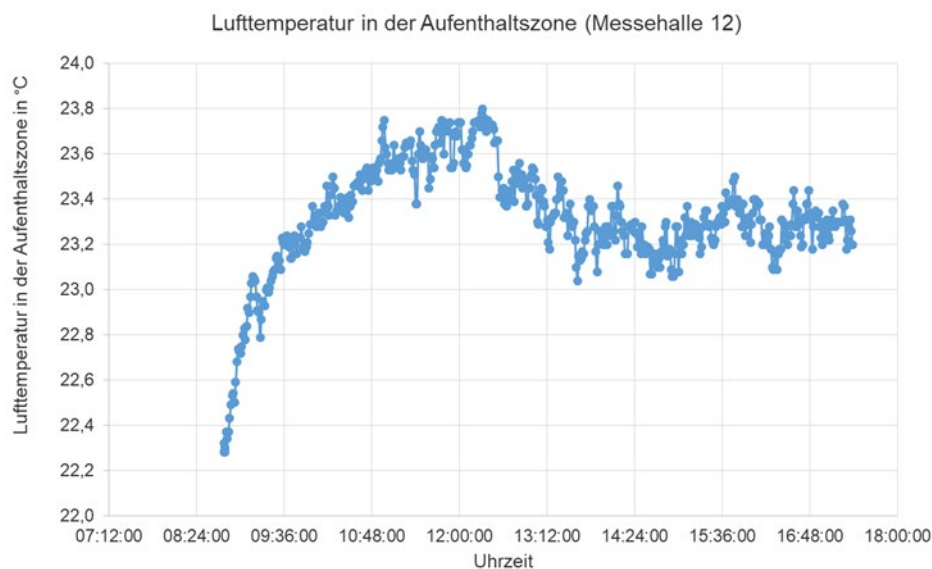


Abb. 2: Gemessene Lufttemperatur in der Halle während des zweiten Messtages

Die Messung der Partikelgrößen PM 2,5 und PM 10 ergab keine nennenswerte Partikelbelastung in der Halle. Im Bereich PM 2,5 lag sie bei rund 0,2 µg/m³. Bezogen auf die Personenanzahl mit rund 1.000 Besuchern pro Tag und geschätzt rund 500 Personen als Standbesetzung ergibt sich eine Frischlufttrate von maximal 410 m³/h pro Person.

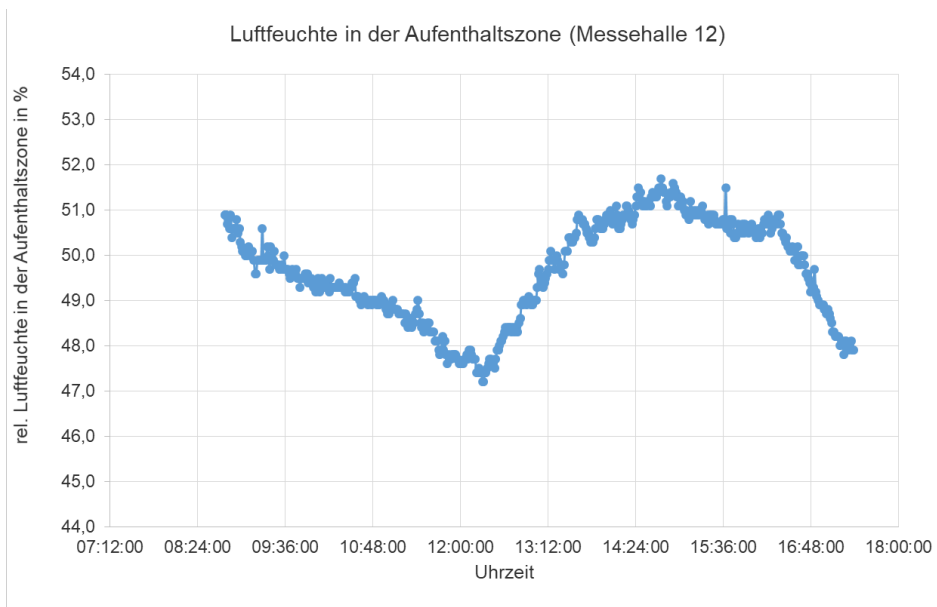


Abb. 3: Gemessene relative Luftfeuchte in der Halle während des zweiten Messtages

Ohne Luftwechsel würde sich aufgrund der Personenemissionen und des sehr großen Raumvolumens eine CO₂-Konzentration nach 9 Stunden von 1.360 ppm einstellen (Abb. 4).

Mit dem 3,7-fachen Luftwechsel ergibt sich rechnerisch eine CO₂-Konzentration von 453 ppm, wenn von einer CO₂-Produktion von 18 l/h pro Person und 1.500 Personen ausgegangen wird.⁴

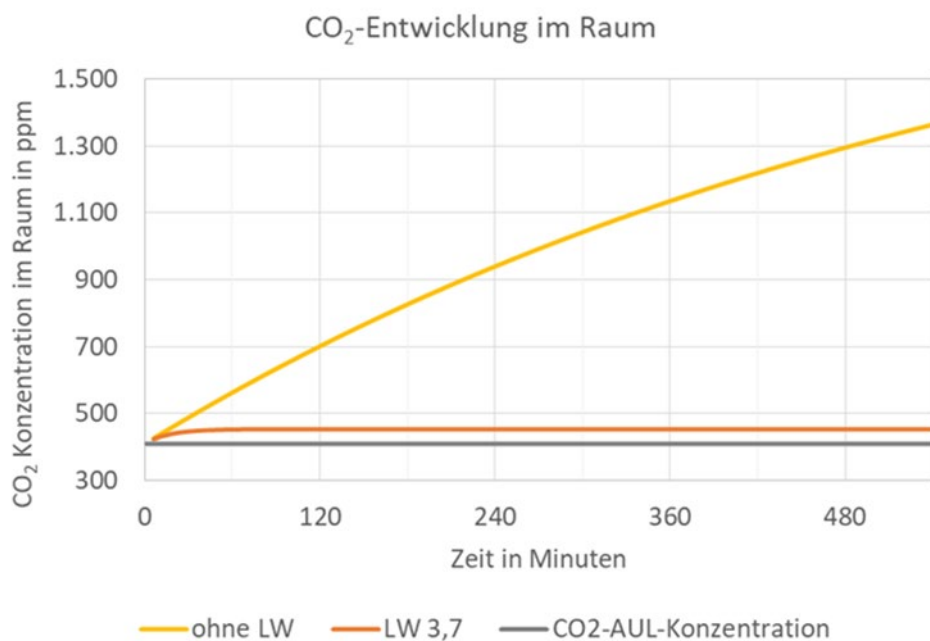


Abb. 4: Berechnete CO₂-Konzentration in der Halle mit und ohne Luftwechsel

Wird eine Inzidenz von 1.000 angesetzt, kann davon ausgegangen werden, dass sich bei 1.500 Personen 15 mit Covid-19 infizierte Menschen in der Halle befunden haben könnten. Abb. 5 zeigt, dass mit Lüftung die Konzentration an infektiösen Aerosolpartikeln von 39 Partikeln pro m³ auf 4 Partikel pro m³ nach 9 Stunden reduziert werden kann. Die Berechnungen wurden mit einem

⁴ Kaup C., Einfluss der Lüftung auf den CO₂- und den Aerosolpartikelgehalt in Räumen, Springer-VDI-Verlag, HLH 11-12/2021

Maskenreduktionsfaktor von 0,5 durchgeführt, da das Tragen von Masken während der Durchführung der Messe verpflichtend war.

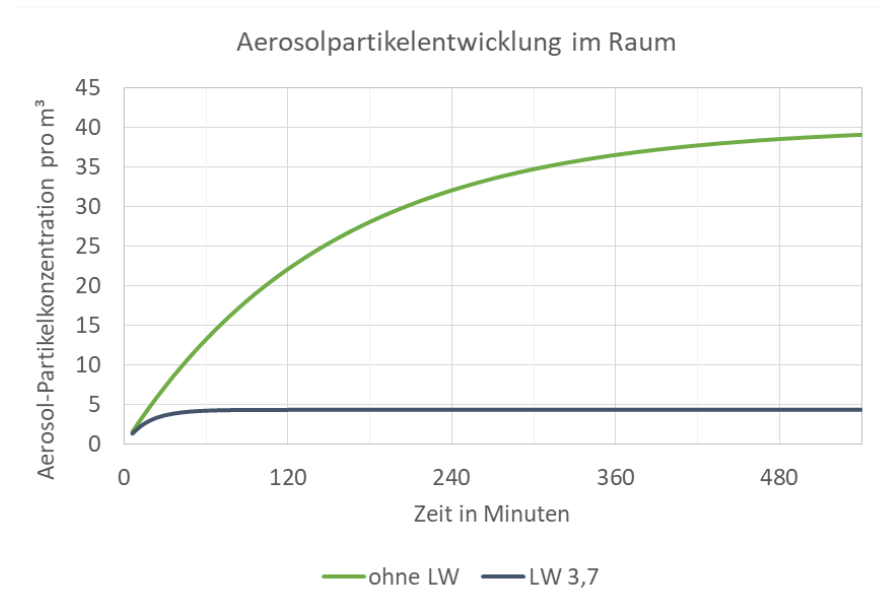


Abb. 5: Aerosolpartikelkonzentration in der Halle mit und ohne Luftwechsel

Nach dieser Zeit hätte ein Teilnehmer, der die Messe durchgehend besucht hat, insgesamt 10 infektiöse Aerosolpartikel eingeatmet, während ohne Lüftung dieser Wert auf 72 Aerosolpartikel gestiegen wäre (Abb. 6).

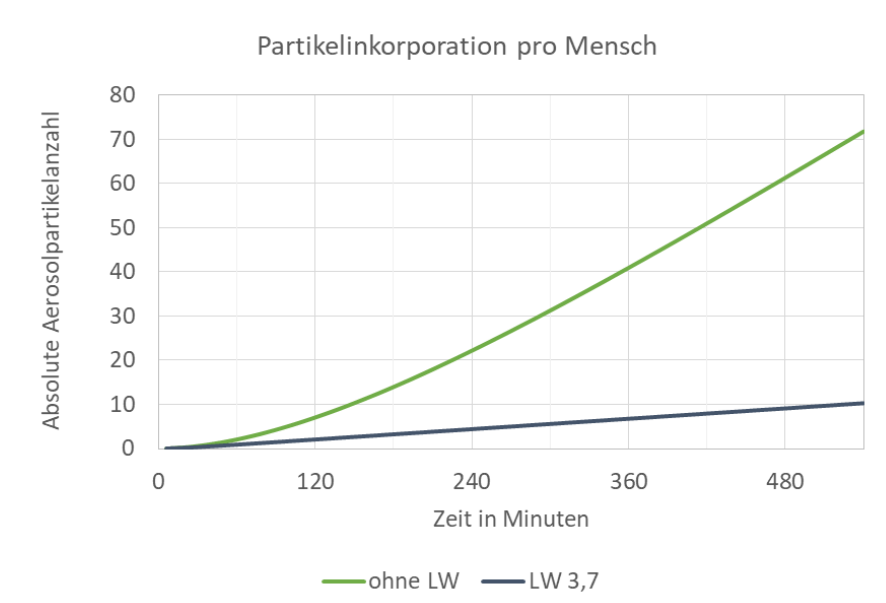


Abb. 6: Aerosolpartikelinkorporation mit und ohne Luftwechsel

Aufgrund der Pandemie und des eingeschränkten Messegeschehens war die Zahl der Besucher während der Indoor-Air geringer als üblich. Geht man von einem Flächenbedarf während der Pandemie unter Beachtung von Mindestabständen von im Mittel 3 m² pro Person aus, hätten maximal 5.600 Personen die Messe gleichzeitig besuchen dürfen. Dann müsste bei gleicher Inzidenz statistisch mit 56 Infizierten gerechnet werden.

Abb. 7 zeigt, dass die CO₂-Konzentration bei 3,7-fachem Luftwechsel unter diesen Bedingungen einen Beharrungszustand von 570 ppm erreicht. Ohne Lüftung wäre der Wert während des Messtages auf fast 4.000 ppm angestiegen.

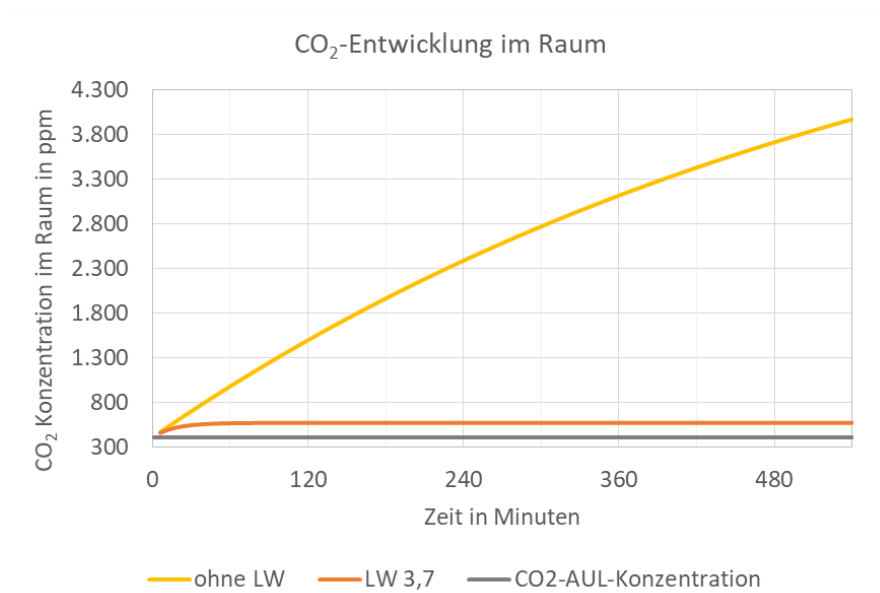


Abb. 7: Berechnete CO₂-Konzentration in der Halle mit und ohne Luftwechsel bei voller Belegung

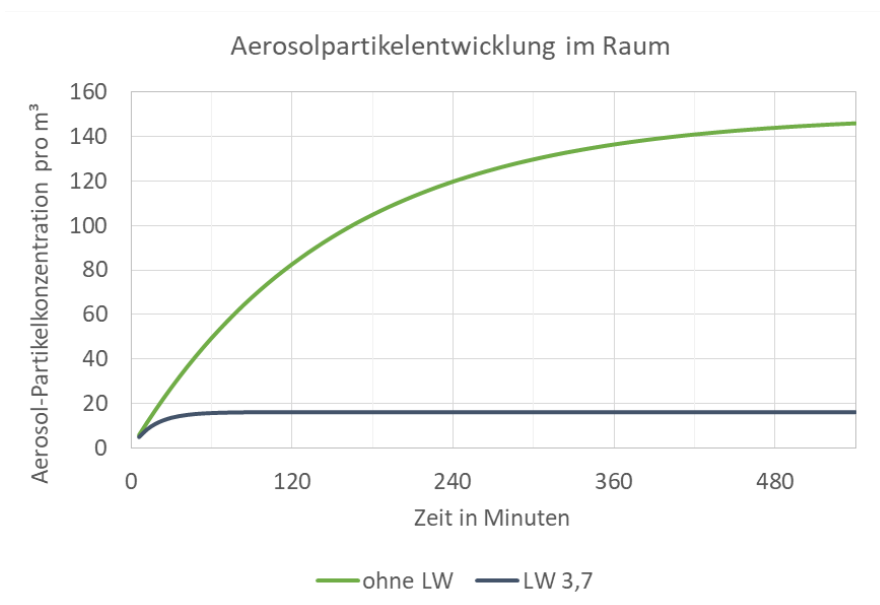


Abb. 8: Aerosolpartikelkonzentration in der Halle mit und ohne Luftwechsel bei voller Belegung

Die Aerosolpartikelkonzentration würde in diesem Fall auf 16 Aerosolpartikel pro m³ gegenüber 146 Aerosolpartikeln pro m³ ohne Lüftung steigen (Abb. 8). Hieraus ergibt sich für eine Aufenthaltsdauer von 9 Stunden bei voller Belegung die verringerte Zahl von 38 eingeatmeten infektiösen Aerosolpartikeln statt 268 Aerosolpartikeln (siehe Abb. 9).

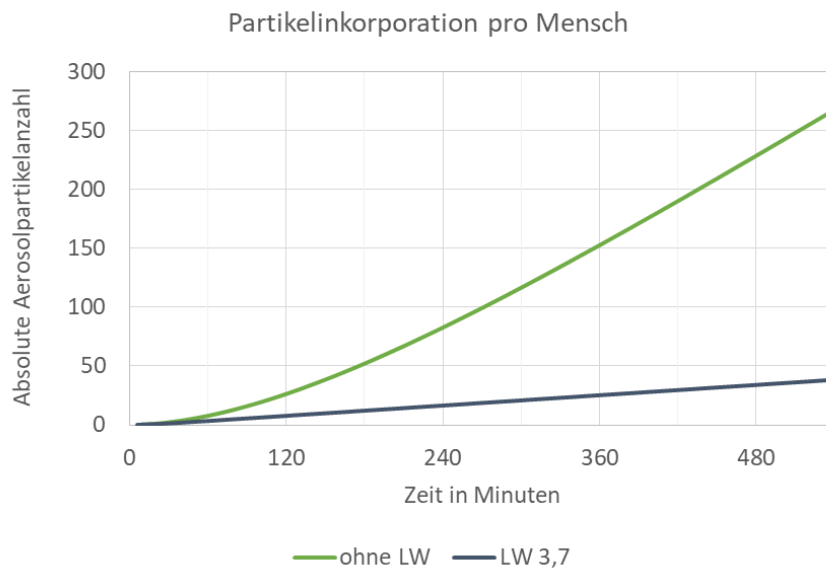


Abb. 9: Aerosolpartikelinkorporation mit und ohne Luftwechsel bei voller Belegung

Fazit

Die Messung während der Indoor-Air 2021 zeigt, dass die Lüftung einen erheblichen Beitrag zur Reduzierung des Infektionsrisikos liefern kann. Die Messung des CO₂-Anteils während des typischen Messtages belegt, dass während der Messe nahezu Außenluftbedingungen in der Halle gewährleistet wurden.

Zudem ergab die Messung der CO₂-Konzentration eine gute Übereinstimmung mit der Berechnung, wobei die Berechnung unter der Annahme von statischen und stationären Bedingungen erfolgte, während das reale Geschehen instationär war, da die Personenbelegung während der Veranstaltung variierte.

Selbst bei voller Belegung wäre der CO₂-Anteil in der Halle nicht über 600 ppm gestiegen. Damit wäre auch in diesem Fall die beste Kategorie I nach DIN EN 16798-1 (Auslegungswert 350 ppm über Außenluft) eingehalten.⁵

Die Raumlüftungstechnik konnte zudem dazu beitragen, dass die Anzahl an potenziell infektiösen und eingeatmeten Aerosolpartikeln um bis zu 85 % reduziert werden konnte.

⁵ DIN EN 16798-1. Energetische Bewertung von Gebäuden – Lüftung von Gebäuden – Teil 1: Eingangsparameter für das Innenraumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden bezüglich Raumlüftung, Temperatur, Licht und Akustik – Modul M1-6; Deutsche Fassung EN 16798-1:2019

| | | |
|----|---|-----|
| 1 | Raumluftechnische Anlagen – Instandhaltung, Reinigung, Entsorgungsaufgaben | 9 |
| 2 | Moderne Klimaanlage: Die Wohlfühltechnik! | 106 |
| 3 | Klimaanlagen: Die unsichtbaren Problemlöser! | 107 |
| 8 | Fragen und Antworten zur Raumlufftfeuchte | 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 Klimaanlagen 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-Raumklimageräte 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 |
| 43 | Fragen und Antworten zur Ecodesign-Richtlinie EU 1253/2014 – Beigestellte WRG | 295 |
| 44 | Luftfilter für die Raumlufftechnik - ISO 16890 und EN 779 | 291 |
| 46 | Filter in Sekundärluftgeräten | 320 |
| 47 | Smarte Lüftungs- und Klimaanlagen im Nichtwohngebäude | 348 |
| 48 | Smarte Wohnungslüftung | 343 |
| 50 | Kommentierung der DIN 1946-6 | 359 |
| 51 | Luftfilter – Luftreinigung – Luftentkeimung in Raumklimageräten | 371 |
| 52 | Anforderungen an Lüftung und Luftreinigung zur Reduktion des Infektionsrisikos über den Luftweg, AHA + Lüftung (deutsch und englisch) | 372 |
| 53 | Zentrale WRG-Systeme in Lüftungsanlagen für mehrere Wohneinheiten | 373 |
| 56 | WL-Anlagen nach DIN 1946-6 unter den Randbedingungen der Corona Pandemie | 387 |

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

