

Allgemeine Lufttechnik



Sicherheit in Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen

VDMA Informationsblatt Nr. 12

„Nutzung von Entrauchungs-/Lüftungsanlagen
zur Reduktion von infektiösen Aerosolen in Gebäuden“

Stand: September 2021



Inhalt

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | Einleitung | 3 |
| 2 | Wie wichtig ist die Qualität der Luft? | 4 |
| 3 | Was ist die Aufgabe? Infektiöse Aerosolpartikel reduzieren! | 5 |
| | 3.1 Sicherheitsbetrieb | 6 |
| | 3.2 Lüftungsbetrieb | 6 |
| 4 | Anwendungsbereiche und Risiken für Personen und deren Gesundheit | 8 |
| 5 | Detektion und Auflösung, Sensorik | 10 |
| 6 | Vorteile automatisierter Ansätze | 11 |
| 7 | Automatische Auslösung der Lüftung | 12 |
| | 7.1 Natürliche Lüftung | 12 |
| | 7.2 Maschinelle Lüftung | 15 |
| 8 | Sicherheitseinrichtungen | 21 |
| 9 | Fazit | 22 |
| 10 | Quellenangaben | 23 |
| 11 | Weiterführende Literatur | 25 |
| | Impressum | 28 |



Das Informationsblatt dient als Anhaltspunkt und bietet nur einen Überblick über die in Studien und intensiven Untersuchungen ermittelten Ergebnisse. Es erhebt weder einen Anspruch auf Vollständigkeit noch auf die exakte Auslegung der bestehenden Rechtsvorschriften. Es darf nicht das Studium der relevanten Verordnungen, Gesetze und Richtlinien ersetzen. Von daher sind bei den im Informationsblatt angesprochenen Beurteilungen und Vorgehensweisen eine Vielzahl weiterer Konstellationen denkbar.

1 Einleitung

Ohne frische Luft geht nichts. Diese Erkenntnis hat während der Coronazeit noch mehr an Bedeutung gewonnen. Für frische Luft in Innenräumen ist regelmäßiges Lüften die erste Wahl, denn der Hauptübertragungsweg für SARS-CoV-2 ist die respiratorische Aufnahme von Aerosolpartikeln, die durch infizierte Personen ausgestoßen werden. Ausatmen, Sprechen, Husten, Singen oder Niesen befördert Aerosolpartikel in die Raumluft. Von daher beschäftigen sich immer mehr Menschen mit dem Thema Lüftungsstrategien in Gebäuden. Die Lüftungsplanung ist eine integrale Aufgabe, daher ist dieses Infoblatt für alle Beteiligten in der Planung, Realisierung und im Betrieb gleichermaßen geeignet, die sich mit sicherheitstechnischen Anlagen (Rauch- und Wärmeabzugsanlagen RWA) und raumlufttechnischen Anlagen beschäftigen und das nicht nur für Neubauten, sondern auch für Bestandsgebäude. Die Erfahrung hat gezeigt, dass in Pandemiezeiten in Innenräumen eine höhere Frischluftzufuhr notwendig ist, um das Risiko zu reduzieren am SARS-CoV-2 zu erkranken. In diesem Infoblatt wird anhand von Applikationen und Anwendungsbeispielen (Klassenraum, Versammlungsstätte, Treppenraum und Tiefgarage) aufgezeigt, wie man mit vorhandenen Anlagen einen Mehrwert durch die Lüftungsfunktion erreichen kann. Hierbei werden die möglichen Automatisierungsarten (bedarfsgerecht, zeitgesteuert oder präsenzgesteuert) mit den entsprechenden Ausführungen wie CO₂-Sensor, Temperatursensor, Schaltfunktionen oder Anwesenheitsmelder beschrieben und dargestellt.

Diese Applikationsbeispiele basieren auf den Berechnungsverfahren des vom Fachverband Gebäude-Klima e.V. (FGK) veröffentlichten Status-Report 52 (FGK Status-Report 52) [1], der vom VDMA übernommen wurde. Er bildet die Grundlage für die VDMA Veröffentlichung „Raumlufttechnische Anlagen in Zeiten von COVID-19 Anforderungen an Lüftung und Luftreinigung zur Reduktion des Infektionsrisikos über den Luftweg – AHA + Lüftung“ [2] und das vorliegende Informationsblatt 12.

Die Ergebnisse der Berechnungen anhand dieser Verfahren zeigen, dass der für eine ausreichende Lüftung benötigte Außenluftvolumenstrom mit den vorgestellten Anlagen in der Regel erreicht und sogar teilweise übertroffen wird. Im Kapitel 8 ‚Sicherheitseinrichtungen‘ wird auf die Bedeutung von Bestandsanlagen mit Lüftungsfunktion eingegangen, und erläutert, was bei der Anpassung von Funktionen sicherheitstechnischer Anlagen baurechtlich zu beachten und zu prüfen ist.

2 Wie wichtig ist die Qualität der Luft?

Nicht nur zu Pandemie Zeiten ist gesunde Luft ein wesentlicher Wohlfühlfaktor für uns Menschen. Studien haben aufgezeigt, dass Menschen sich durchschnittlich 90 Prozent ihrer Zeit innerhalb von Gebäuden – beim Schlafen, Arbeiten, Essen oder auch Entspannen aufhalten. Auch für sportliche Betätigungen gehen viele Menschen mittlerweile ins Fitnesscenter und halten sich damit in geschlossenen Räumen auf.

Als „Indoor Generation“ wird die wachsende Zahl von Menschen bezeichnet, die im Vergleich zur früheren Generation den weitaus größten Teil ihrer Zeit in geschlossenen Räumen verbringt. Dabei ist den Betroffenen meist nicht klar, dass die Luft in Wohnhäusern, Büro- oder öffentlichen Gebäuden, in Hallen, Versammlungs- oder Produktionsstätten unter Umständen stärker mit Schadstoffen belastet ist, als die Außenluft unabhängig von einer Pandemie, in der die Luft durch Viren stark belastet ist. Tatsächlich aber kann der Schadstoffgehalt in Innenräumen bis zu fünfmal höher sein als im Freien.

Durch den Trend zu energieeffizienten, luftdichten Gebäudehüllen hat sich die Raumqualität in den letzten Jahren vielerorts weiter verschlechtert, weil Schadstoffe verstärkt im Gebäude „eingesperrt“ sind und nicht mehr durch Gebäudeundichtigkeiten entweichen

können. Dichte Gebäudehüllen befördern Energiespareffekte, aber sie erfordern zur Aufrechterhaltung einer gesunden Raumluft automatisierte Lüftungssysteme oder regelmäßiges Lüften. Werden die Räume schlecht oder gar nicht belüftet, droht eine gefährliche Raumluftqualität. Zudem steigt das Asthmarisiko um 40 Prozent, das ergab eine Ende 2016 veröffentlichte Studie durch das Fraunhofer-Institut für Bauphysik [3].

Dieses Infoblatt soll Möglichkeiten aufzeigen, wie mit vorhandenen und einfachen Mitteln die Raumluftqualität verbessert und damit auch die Gesundheit, das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit von Menschen gesteigert werden kann.

3 Was ist die Aufgabe?

Infektiöse Aerosolpartikel reduzieren!

Übertragen sich Krankheitserreger über den Luftweg, werden diese durch eine infizierte Person ausgestoßen. Dabei binden sich die Erreger an sehr kleine Partikel, die in vielen Fällen ideal luftgetragen sind und von anderen Personen eingeatmet werden können. Dabei kann es zu einer Infektion kommen. Das Infektionsrisiko hängt dabei von der Virenlast in der Luft ab, die wiederum im Wesentlichen von der Anzahl der durch die infizierte Person emittierten Viren und der Lüftung bzw. Luftreinigung abhängt. Die Reduzierung der Anzahl der infektiösen Aerosolpartikel kann daher das Ansteckungsrisiko reduzieren oder sogar Ansteckungen ganz verhindern. Für manche Krankheitserreger wie beispielsweise SARS-COV-2 gehen die Experten ebenfalls von einem Zusammenhang zwischen der Erregermenge und der Schwere des Krankheitsverlaufs aus. Das heißt, dass nicht nur Infektionen vermieden werden, sondern im Falle von Infektionen die Krankheitsverläufe tendenziell milder sind.

Die Austragung der infektiösen Viren aus dem Aufenthaltsbereich der Personen kann durch entsprechende Erneuerung der Raumluft durch Außenluft oder durch Ausfilterung der Aerosolpartikel aus der Raumluft erfolgen. Die Erneuerung der Raumluft kann durch unterschiedliche Methoden erfolgen.

- Die natürliche Belüftung erfolgt über Lüftungsöffnungen wie Fenster, zu öffnende Oberlichter oder Belüftungsöffnungen. Die Aktivierung solcher Systeme erfolgt in der Regel manuell nach Empfinden der im Raum befindlichen Personen. Quantitativ ist der Luftaustausch abhängig von der Größe der Öffnungen, Lage der Öffnungen zueinander und von äußeren Wettereinflüssen wie Wind und Temperatur.

- Die maschinelle Belüftung erfolgt in klimatisierten Räumen über dezentrale oder zentrale raumlufttechnische Anlagen. Diese Anlagen sind zwar in der Regel mit Filtern ausgerüstet, die verwendeten Filter sind allerdings nicht geeignet, um die Viren herauszufiltern. Dies bedeutet, dass Anlagen mit hohem Umluftanteil die Virenkonzentration nur bedingt reduzieren und der Außenluftanteil maßgebend zur Reduzierung der infektiösen Aerosolpartikel beiträgt.

Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA) sind dazu konzipiert, um Rauchgase aus Gebäuden auszutragen. Der ausgetragene Rauchgasmassenstrom wird durch Außenluft ersetzt. Die Außenluftzufuhr erfolgt in der Regel über Nachströmöffnungen in Form einer freien impulsarmen Zuluftströmung.

Bei Druckbelüftungsanlagen wird die Zuluft maschinell im unteren Treppenraumgeschoss zugeführt. Die Abströmung erfolgt frei über Öffnungen im oberen Treppenraumgeschoss als Wand- oder Deckenöffnung.

Rauch- und Wärmeabzugsanlagen sind im Vergleich zu Lüftungsanlagen für deutlich höhere Luftvolumenströme dimensioniert.

Für einen Raum mit 400 m² Grundfläche wird gemäß der Sonderbaurichtlinien (z. B. Muster-Industriebau-Richtlinie [4], Muster-Versammlungsstättenverordnung [5], Muster-Verkaufsstättenverordnung [6]) ein Entrauchungsvolumenstrom von 10 000 m³/h angesetzt. Dies entspricht bei einem 5 m hohen Raum einem Luftwechsel (Lw) von Lw=5 (1/h).

In Druckbelüftungsanlagen betragen die Volumenströme bei Gebäuden mit üblich dimensionierten Türen etwa 15 000 m³/h bis 20 000 m³/h. Der Luftwechsel ist bei diesen Anlagen aufgrund der kleinen Raumvolumina größer als bei den Rauch- und Wärmeabzugsanlagen.

Die natürlichen als auch maschinellen Rauch- und Wärmeabzugsanlagen und Druckbelüftungsanlagen können auch für Lüftungszwecke eingesetzt werden. Hierbei ist die Lüftungsfunktion, die manuell oder automatisch aktiviert werden kann, der Sicherheitsfunktion Entrauchung untergeordnet. Im Falle einer Branddetektion wird die RWA aktiviert und alle Funktionen für das ausgelöste Brandszenario angesteuert. In vielen Bestandsanlagen wie z. B. natürlichen RWA, maschinelle RWA, Druckbelüftungsanlagen, RWA und Lüftungsanlagen für Tiefgaragen sind bereits Lüftungsfunktionen realisiert.

Bei der Nachrüstung bzw. Erweiterung von Bestandsanlagen um eine Lüftungsfunktion sind für die Sicherheitsfunktion der Anlage funktionsrelevante Merkmale zu beachten.

Maschinelle Rauch- und Wärmeabzugsanlagen sowie Druckbelüftungsanlagen sind in ihrer Funktionalität als Ein-Richtungs-Lüftungsanlagen ausgelegt, die Luftströme nur in einer Richtung erzeugen bzw. bei der die maschinellen Luftströme durch natürliche Luftzufuhr oder -abfuhr ausgeglichen werden.

3.1 Sicherheitsbetrieb

Die natürliche Luftzufuhr bzw. -abfuhr erfolgt über automatisch öffnende Zuluftflächen, Abluftflächen in der Gebäudehülle wie z. B. Türen, Fenster, Tore oder andere Gebäudeöffnungen, um die Volumenströme im Sicherheitsbetrieb zu erreichen.

3.2 Lüftungsbetrieb

Das Öffnen dieser Flächen kann im Lüftungsbetrieb aus mehreren Gründen wie Wohlbefinden, Sicherheitsaspekte (wie Einhaltung zulässiger Türöffnungskräfte, Einbruchsicherheit, Zugangsbeschränkungen) oder Energieverbrauch problematisch bzw. unzulässig sein.

Im Lüftungsbetrieb sind in der Regel die Volumenströme geringer als in der Sicherheitsfunktion, trotzdem muss die natürliche Luftzufuhr bzw. -abfuhr sichergestellt werden. Die Schaffung ausreichend dimensionierter natürlicher Lüftungsöffnungen ist sicherzustellen.

Anmerkung: Die Nutzung von Gebäudeleckagen für die natürliche Luftzufuhr bzw. -abfuhr ist aufgrund einer unzureichend sicheren Bemessung auch für die Lüftungsfunktion nicht zulässig.

Zur Reduzierung des Infektionsrisikos über Aerosolpartikel wurden von verschiedenen Instituten und Verbänden Untersuchungen zur Reduzierung des Infektionsrisikos durchgeführt, um Anforderungsempfehlungen zur Bemessung von Luftzufuhr- und Abfuhröffnungen zu erstellen.

Das in den Schriften von FGK [1] und VDMA [2] zur Anwendung empfohlene, einfach anzuwendende Berechnungsverfahren beruht auf europäischen Normen. Ziel ist es, dass mit einem ausreichenden Hygiene- und Lüftungskonzept Räumlichkeiten weiter betrieben werden können.

Hierbei wird anhand der Fläche und der Belegung des Raumes der erforderliche Außenluftvolumenstrom in Analogie der DIN EN 16798-1 [7] berechnet. Erweitert wird diese Bewertung um einen Faktor, der die Aktivität der im Raum befindlichen Personen berücksichtigt.

Für Räume, die in Zeiten einer Pandemie weiter genutzt werden sollen, wird die Kategorie 1 – Hohe Luftqualität – nach DIN EN 16798-1 vorgeschlagen. Für Fensterlüftung gemäß DIN EN 16798-1 wird eine CO₂-Konzentration und zeitabhängige Lüftung vorgeschlagen. Die Kategorie 1 liegt bei einem Wert von unter 800 ppm. Für die Kategorie 2 liegt dieser < 1 000 ppm. Für Kategorie 3 liegt er bei < 1 500 ppm.

Die Lüftung über Fenster und/oder maschinelle Lüftung ohne Wärmerückgewinnung führt zu Energie- und Komfortverlusten.

Die Anforderungen gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) [8] und Ökodesign-Verordnungen (EG) Nr. 327/2011 (Ventilatoren) [9] sowie (EU) Nr. 1253/2014 (Lüftungsanlagen) [10] sind zu beachten.

Fensterlüftungsanlagen und maschinelle Lüftungsanlagen wie

- Lüftungsanlagen ohne Wärmerückgewinnung,
- Rauch- und Wärmeabzugsanlagen,
- Druckbelüftungsanlagen,

können mit Hilfe einer zeit- und CO₂-abhängigen Steuerung zur Reduzierung des Vireninfectionsrisikos beitragen.

Bestandsanlagen lassen sich sehr einfach durch eine zusätzliche Ansteuereinheit und Sensoreinheit nachrüsten.

Sicherheitstechnische Anlagen (siehe Tabelle 1) müssen bei Veränderungen der Funktion weiterhin den baurechtlichen Anforderungen entsprechen und gegebenenfalls neu durch Prüf-sachverständige geprüft werden.

| Anlagentyp | Typische Anwendungsbereiche | Methode der Rauchableitung | Funktion im Lüftungsbetrieb |
|--|---|--|--|
| Natürliche RWA | Industriebauten Atrien Versammlungsstätten | Rauchschiechtbildung und -ableitung | Luftqualitätsverbesserung / Wärmeabfuhr im Sommerbetrieb (durch natürliche Konvektion und Querlüftung) |
| Maschinelle RWA Rauchableitung Gebäude | Verkaufsstätten Versammlungsstätten Industriebauten | Rauchschiechtbildung und -ableitung | Luftqualitätsverbesserung / Wärmeabfuhr im Sommerbetrieb (maschinelle Lüftung, mit notwendigem Volumenstrom) |
| Maschinelle RWA Tiefgarage | Geschlossene Tiefgarage | Verdrängungsströmung / Verdünnung | CO Reduzierung (Schadstoffreduzierung); Luftqualitätsverbesserung / Wärmeabfuhr im Sommerbetrieb (maschinelle Lüftung, mit notwendigem Volumenstrom) |
| Druckbelüftungsanlagen | Innenliegender Treppenraum | Eindringen von Rauch durch Überdruckhaltung verhindern | Luftqualitätsverbesserung / Wärmeabfuhr im Sommerbetrieb (maschinelle Lüftung, mit notwendigem Volumenstrom) |

Quelle: VDMA

Tabelle 1: Lüftungs-/Rauch- und Wärmeabzugsanlagen

4 Anwendungsbereiche und Risiken für Personen und deren Gesundheit

Bei dichtem Publikumsverkehr oder längerem zeitlichen Kontakt von Menschen erhöht sich das Infektionsrisiko bei luftgetragenen Übertragungswegen (Tröpfchen und Aerosolpartikel). Das ist der Fall, wenn die Mindestabstände (1,5 m) unterschritten werden oder die Kontaktdauer über 15 Minuten liegt.

Entscheidende Faktoren für das Infektionsrisiko in genutzten Innenräumen sind:

- Anzahl der Personen im Innenraum, Raumvolumen,
- Zeitdauer, die Raumnutzer im Innenraum verbringen,
- Luftwechsel bzw. Außenluftvolumenstrom,
- Aktivität der Innenraumnutzer,
- Anwesenheit vieler Personen in kleinen Räumen bei geringem Luftwechsel (z. B. Mindestfläche von 10 m² pro Person, Corona-ArbSchV, §2, Absatz 4, 21.01.2021 [11]),
- Tragen von medizinischen Masken oder Masken gemäß Standard KN95/FFP2.

Diese Bereiche finden sich u.a. in:

- Versammlungs- oder Sitzungsräumen,
- Großraumbüros,
- KITAS,
- Schulen,
- Theater,
- Fitnessstudios, Sporthallen und Chorräume,
- Krankenhäuser,

- Beratungsstellen, die eine persönliche Begegnung erfordern,
- Praxen,
- Hotels, Restaurants, Cafés und Kantinen.

Zusätzlich zu den vorgenannten Gebäudetypen sind Flure, Treppenträume, Aufzugsanlagen und Foyers kritische Bereiche.

Ein erhöhtes Infektionsrisiko besteht wegen der regelmäßigen und stundenlangen Aufenthaltsdauer von Schülerinnen, Schülern und Lehrenden in Schulinnenräumen sowie bei geringem Luftwechsel und Anwesenheit vieler Personen in relativ kleinen Räumen (z. B. Versammlungs-, Sitzungs- oder Schulräumen). Bei luftdichter Bauweise und damit einhergehend sehr geringen Luftwechselzahlen wird das Risiko auch schon bei Anwesenheit weniger Personen (z. B. in Wohnungen oder Büroräumen) zunehmen.

Unabhängig von der möglichen Belastung mit Viren in der Luft hat die CO₂-Konzentration direkten Einfluss darauf, wie wohl sich Menschen in einem Raum fühlen.

Bei Kohlenmonoxid (CO) Ansammlung besteht das Risiko einer CO-Vergiftung für Publikumsverkehr. Ein solches Gefährdungspotential entsteht beispielsweise aufgrund giftiger Abgase (CO-Emissionen) von Kraftfahrzeugen. Diese Bereiche finden sich in

- Tief- oder Parkgaragen.

Einkaufszentren, Veranstaltungshallen, -arenen oder Theater stehen häufig in direkter Verbindung mit einer Parkgarage. Hier ist bei Stoßzeiten (vor Veranstaltungsbeginn oder nach -ende) dichter Publikumsverkehr auch in den Parkgaragen und insbesondere an den Ein- und Ausgangsbereichen zu erwarten. Neben dem Vergiftungsrisiko in der Garage ist auch ein erhöhtes Infektionsrisiko möglich.

Der Brandfall und damit verbunden die Rauchentwicklung sind ein Gefährdungspotential für Menschenleben. Die Sicherstellung der Rauchfreiheit zum Atmen und der freien Sicht zur Eigen- und Fremdrettung ist eine wichtige Aufgabe zur Reduzierung der Risiken. Die Beeinträchtigung der Raumluft durch Rauchentwicklung kann sich prinzipiell in allen Bereichen von Gebäuden ereignen. Besonders hervorzuheben sind Gebäudeteile mit vielen Menschen oder mit einer zu erwartenden dichten Menschenansammlung aufgrund des Brandfalls in Tief- oder Parkgaragen.

Gesundheitsrisiken bestehen auch durch Luftverunreinigungen an industriellen Arbeitsplätzen. Diese Bereiche finden sich in

- Produktions- und Lagerhallen.

Gesetzliche Grenzwerte für die Luftverunreinigung am Arbeitsplatz (Feinstaub, flüchtige organische Verbindungen (VOC), Stickstoffoxide (NO₂), Kohlenmonoxid (CO) bestehen zwar, sie sind aber bei weitem nicht so streng wie für die Außenluft.

In vielen Bereichen des Lebens ist demnach die Luftqualität sehr wichtig zur Reduzierung der Risiken für die Gesundheit.

5 Detektion und Auflösung, Sensorik

Trotz weltweiter Bemühungen und Forschungen ist es bisher nicht gelungen, Krankheitserreger wie Viren in der Raumluft direkt zu messen.

Allerdings ist bekannt, dass Aerosolpartikel in der ausgeatmeten Luft als Träger für Viren fungieren können. Solange also keine direkte Sensorik für Krankheitserreger zur Verfügung steht, wird man sich auf andere Kenngrößen stützen müssen, um eine potenzielle Belastung der Raumluft zu detektieren.

Die Messung von Kohlendioxid (CO₂) als weiteres Produkt der Atmung ist dabei gut geeignet, die Anwesenheit von Personen und auch die Menge ausgeatmeter Luft in einem Raum zu erfassen. Dabei ist davon auszugehen, dass mit steigender CO₂-Konzentration auch die Aerosolpartikelkonzentration und damit die mögliche Belastung mit Viren in der Luft ansteigt.

Das Umweltbundesamt (UBA) bewertet seit 2008 die Raumluftqualität anhand der CO₂-Konzentration und leitet Empfehlungen mit kurzfristig durchzuführenden Maßnahmen ab. Auch der Begriff einer Lüftungssampel (rot-

gelb-grün), wie sie in vielen Schulen in käuflichen oder selbstgebauten Varianten zum Einsatz kommt, um den Lüftungsbedarf anzuzeigen, wird hier geprägt [12].

Dabei orientiert man sich praktischerweise an den vom UBA genannten Werten für eine hygienisch akzeptable Luftqualität, die damit unter 1 000 ppm CO₂ liegen sollte.

Auch in der Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3.6 [13] finden sich ähnliche Leitwerte und Maßnahmen wie in Tabelle 2 dargestellt.

Durch den Einsatz von CO₂-Sensorik kann eine Raumlüftung auf die individuellen Bedingungen und die aktuelle Luftqualität reagieren, und eine Anlage zum Luftaustausch passend ansteuern. Gegenüber einer manuellen Bedienung oder einer reinen Zeitsteuerung, die nicht auf die Belastung der Raumluft abgestimmt sind, wird so besonders im Winter oder in der Übergangszeit wertvolle Heizenergie gespart und auch der Komfort erhöht.

| CO ₂ -Konzentration (ppm) | Hygienische Bewertung UBA | Empfehlungen | ASR A3.6 „Lüftung“ |
|--------------------------------------|---------------------------|---|---|
| < 1 000 | Hygienisch unbedenklich | Keine weiteren Maßnahmen | Keine weiteren Maßnahmen (sofern durch die Raumnutzung kein Konzentrationsanstieg über 1 000 ppm zu erwarten ist) |
| 1 000 – 2 000 | Hygienisch auffällig | Lüftungsmaßnahme (Außenluftvolumenstrom bzw. Luftwechsel erhöhen) | Lüftungsverhalten überprüfen und verbessern |
| > 2 000 | Hygienisch inakzeptabel | Lüftungsverhalten überprüfen und verbessern | Lüftungsplan aufstellen (z. B. Verantwortlichkeiten festlegen) |

Quelle: VDMA

Tabelle 2: CO₂-Konzentration in der Raumluft

6 Vorteile automatisierter Ansätze

Unter automatisierten Ansätzen ist ein Lüftungsbetrieb ohne manuellen Eingriff durch den Betreiber zu verstehen.

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die gängigen Automatisierungsarten und die möglichen Ausführungsformen:

| Automatisierungsart | Mögliche Ausführung |
|---------------------|---|
| Bedarfsgerecht | CO ₂ -Sensor, Temperatursensor |
| Zeitgesteuert | Wochenzeitschaltuhr / manuelle Vorgaben |
| Präsenzgesteuert | Bewegungsmelder |

Quelle: VDMA

Tabelle 3: Automatisierungsarten und Ausführungsformen

Ein automatisierter Ansatz erfordert eine einmalige Einregulierung der Lüftungsfunktion, anschließend sind keine weiteren manuellen Eingriffe mehr nötig. Damit werden Fehlbedienungen verhindert und der Komfort erhöht.

Zusätzlich kann optimal auf die jeweilige Gebäudenutzung eingegangen werden, z. B. Sperrung der Lüftungsfunktion für definierte Zeiten oder das automatische Abschalten der Lüftungsfunktion und damit das Verschließen der Nachströmöffnungen (Intrusionsschutz).

Durch automatisierte Ansätze (z. B. bedarfsgerechte Lüftung) kann im Vergleich zu einer manuellen Bedienung die Energieeffizienz deutlich erhöht und Energie (z. B. Heizenergie) eingespart werden.

Bei der bedarfsgerechten Automatisierungsart kann in Abhängigkeit der jeweiligen Führungsgröße (z. B. CO₂-Konzentration), z. B. durch variable Anpassung der Drehzahl eines Entrauchungsventilators mit einem Frequenzumrichter, die benötigte Außenluftmenge dem Gebäude zugeführt werden.

Durch die variable Drehzahl des Entrauchungsventilators kann der Komfort im Gebäude hinsichtlich der Geräuschentwicklung und der angepassten Luftwechselzahl deutlich erhöht werden.

Der automatische Betrieb ist ein Teil der vorgeschriebenen regelmäßigen Funktionskontrolle. Er schärft außerdem das Bewusstsein für das Vorhandensein einer Lüftungs- und Entrauchungsanlage.

7 Automatische Auslösung der Lüftung

7.1 Natürliche Lüftung

Die natürliche Lüftung – auch „freie Lüftung“ genannt – beruht darauf, dass durch vorhandene oder zu schaffende Öffnungen im Gebäude ein Luftaustausch stattfinden kann. Dabei sind Wind und Thermik (also Temperaturunterschiede zwischen Innen- und Außenluft) die antreibenden Kräfte.

Eine übliche Form der natürlichen Lüftung ist dabei die Fensterlüftung.

Je nach Windrichtung- und -stärke, Größe, Form und Anordnung der Fenster, lässt sich ein ausreichender Luftaustausch erreichen. Es gibt diverse Planungshilfen, die bei der Simulation unterstützen.

Die bevorzugte Anordnung ist dabei eine, die ein Querlüften erlaubt, also das Öffnen der Fenster an gegenüberliegenden Gebäudeseiten.

Weiterhin wird zwischen Dauerlüftung (ständig geöffnete Fenster) und Stoßlüftung (kurzzeitiges weites Öffnen der Fenster) unterschieden.

Aus energetischen Gründen wird eine Dauerlüftung meist vermieden, da dauerhaft Heiz- oder Kälte-Energie unkontrolliert das Gebäude verlässt.

Eine Studie des Instituts für technische Gebäudeausrüstung Dresden (ITG) [14] simuliert die Luftqualität anhand der CO₂-Konzentration für einen üblichen Klassenraum der Größe 11 m x 7 m x 3 m und einer Anwesenheit von 30 Schülerinnen und Schülern an einem typischen Schultag jeweils im Winter und in der Übergangszeit.

Mit dauerhaft geschlossenen Fenstern steigt der CO₂-Wert bereits während der ersten Schulstunde über den Wert von 2 000 ppm (siehe Bild 1):

Mit festgelegtem Lüftungskonzept in der Übergangszeit steigt bei in der Unterrichtszeit geschlossenen Fenstern der CO₂-Wert auch schnell über den Wert von 2 000 ppm (siehe Bild 2):

Werden die Fenster auch während des Unterrichts alle 20 Minuten für jeweils 5 Minuten in Sicherheitsstellung geöffnet, bewegen sich die Konzentrationen zwischen 1 000 ppm und 3 000 ppm, der Grenzwert von 2 000 ppm wird allerdings auch hier überschritten.

Erst im Winter genügt eine solche zeitabhängige Lüftung, um den Wert dauerhaft unter 2 000 ppm zu halten.

Erst eine automatische Steuerung, die bei 2 000 ppm die Fenster kippt, bei 1 700 ppm wieder schließt und in den Pausen dauerhaft kippt, erreicht das Optimum von ausreichendem Luftaustausch und gleichzeitig maximal möglicher Einsparung von Heizenergie. Je nach Temperaturverhältnissen wird der Luftaustausch im Winter z. B. schneller erreicht als in der Übergangszeit (siehe Bild 3).

Eine solche automatisierte Raumlüftung lässt sich mit wenigen Komponenten errichten (siehe Bilder 4 und 5). Es werden die folgenden Bauteile benötigt:

- Fensterantriebe, die die Fenster des Raumes motorisch öffnen und schließen, im Idealfall so angeordnet, dass ein Querlüften stattfinden kann,
- CO₂-Sensor zur Messwerterfassung,
- Optional Präsenzmelder, um den Schwenkbereich der Fenster zu überwachen,
- Steuerung zur Konfiguration der Parameter und zur Anzeige des Betriebszustands.

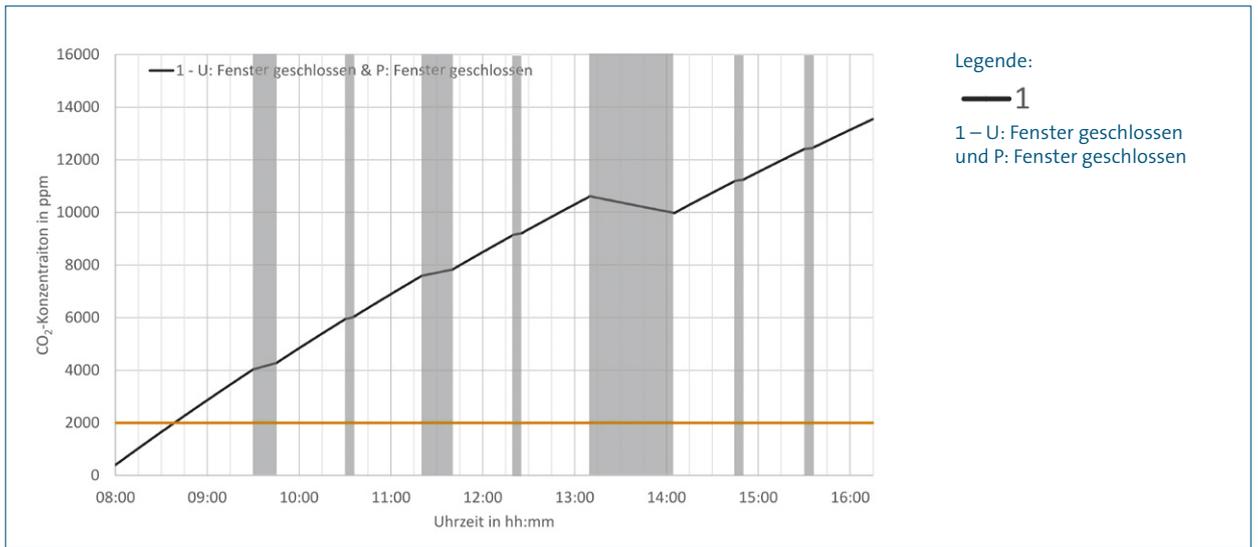


Bild 1: CO₂-Konzentrationsverlauf unter den betrachteten Randbedingungen bei geschlossenen Fenstern
Quelle: Verband Fensterautomation und Entrauchung e.V. (VFE)

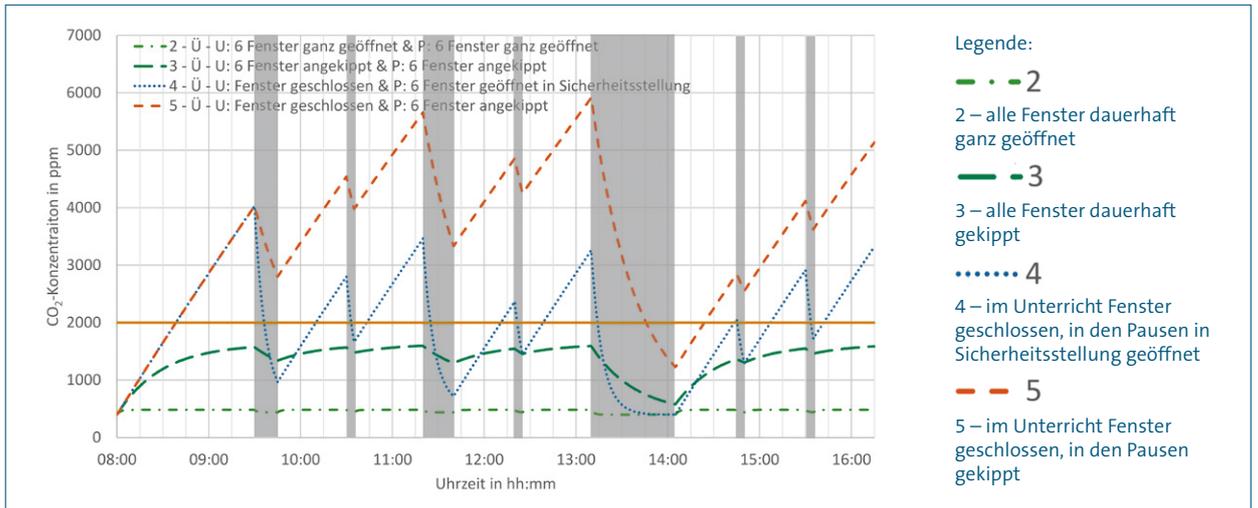


Bild 2: Vergleichender CO₂-Konzentrationsverlauf unter den betrachteten Randbedingungen
Quelle: Verband Fensterautomation und Entrauchung e.V. (VFE)

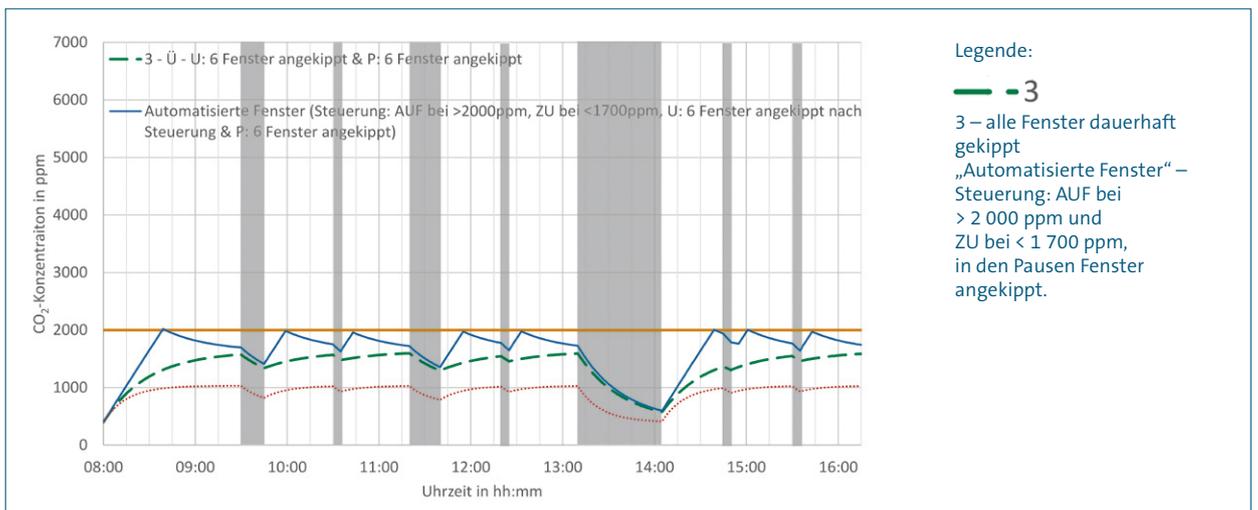


Bild 3: Vergleichender CO₂-Konzentrationsverlauf unter den betrachteten Randbedingungen in der Übergangszeit
Quelle: Verband Fensterautomation und Entrauchung e.V. (VFE)



Bild 4: Steuerung einer CO₂-basierten Fensterlüftung

Quelle: D+H Mechatronic AG



Bild 5: Klassenraum mit Anlage und Fensterlüftung

Quelle: D+H Mechatronic AG

7.2 Maschinelle Lüftung

Beispiel 1: RWA/Lüftungsanlage in einer Versammlungsstätte

– siehe Bilder 6 bis 8 –



Bild 6a: Schilde-Halle Bad Hersfeld
Quelle: TROX X-FANS GmbH



Bild 6b: Impulsventilatoren an der Galeriebrüstung
Quelle: TROX X-FANS GmbH

In einer Veranstaltungshalle mit einer Grundfläche von 1 144 qm und einem Galeriegeschoss von 830 qm für eine Gesamtkapazität von 1 200 Personen ist eine RWA/Lüftungsanlage installiert (siehe Bild 6a). Die Funktion der in der Dachfläche integrierten Lüftungsöffnungen (hier natürliche Rauch- und Wärmeabzugsgeräte – NRWGs) wird durch an der Galeriebrüstung angebrachte Impulsventilatoren (siehe Bild 6b) unterstützt.

Die Zuluffführung erfolgt über automatisierte Drehkippfenster in der untersten Geschossebene.

Die RWA/Lüftungsanlage wird luftqualitätsabhängig für die Durchlüftung und zur Außenluftzufuhr in Betrieb gesetzt.

Sie ist für die Nutzung zur Lüftung und zur Entrauchung konzipiert und wurde durch Prüf-sachverständige geprüft.

Die Anpassung der notwendigen Außenluftvolumenströme erfolgt temperatur- oder CO₂-abhängig durch Anpassung der Ventilator-drehzahl bzw. durch grenzwertabhängige Beschaltung. Die Drehzahlanpassung der aufgeführten Beispielanlage erfolgt durch Stufenschaltung der Ventilatoren.

Auch die bedarfsgerechte Lüftung durch Steuerung der Anzahl der Ventilatoren ist möglich. Diese bedarfsgerechte Ansteuerung ermöglicht auch, dass die Schallemissionen auf ein Minimum begrenzt werden.

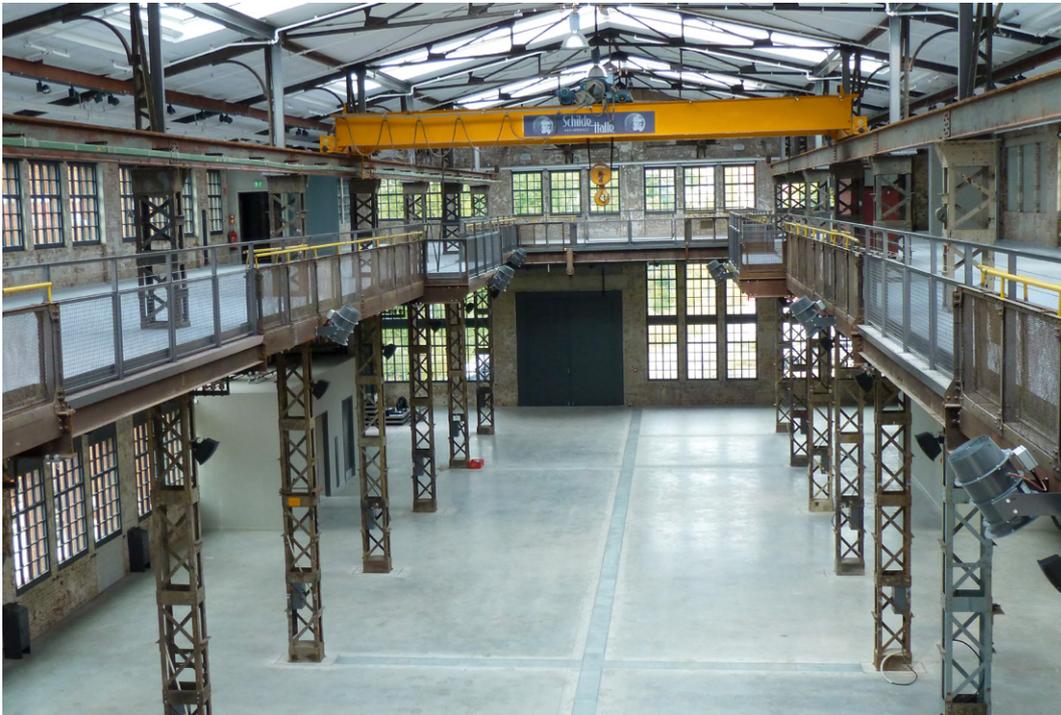


Bild 7: Schilde-Halle Bad Hersfeld

Quelle: TROX X-FANS GmbH



Bild 8: Eventhalle

Quelle: Edorado Tommasini, Pexels



Bild 9: Zugangsbereich der Tiefgarage, der bei hoher Frequentierung zu dichtem Publikumsverkehr führen kann (Kongresszentrum Wiesbaden
Quelle: TROX X-FANS GmbH

Die Bemessung der Entrauchungsanlage wurde nach den Vorgaben der für eine Versammlungsstätte mit 1 144 qm Grundfläche durchgeführt und beträgt für die Entrauchungsfunktion bei Vorgabe gemäß Versammlungsstättenverordnung (10 000 m³/h je 400 m²) 28 600 m³/h. Die Bemessung des notwendigen Außenluftvolumenstromes nach FGK [1] und VDMA [2] beträgt für eine Belegung von 600 Personen $V_{\text{Lüftung}} = 25\,718 \text{ m}^3/\text{h}$, um eine geringe Virenbelastung zu erreichen. Das Beispiel zeigt, dass der notwendige Außenluftvolumenstrom für eine Personenbelegung von 600 Personen bei Nutzung des vollen Entrauchungsvolumenstromes ausreicht.

Bei der Bemessung nach DIN 18232-5 [15] zur Bildung einer raucharmen Schicht würde bei Anwendung der Bemessungsgruppe 3 und einer raucharmen Schichthöhe von 2 m ein Entrauchungsvolumenstrom von 64 000 m³/h erforderlich sein. Bei einer Bemessung der Anlage nach DIN 18232-5 könnte bei maximalem Entrauchungsvolumenstrom die Personenbelegung der Halle erhöht werden.

Die Bemessung von Industriehallen erfolgt nach identischen Bemessungsregeln. Die Personenbelegung einer Industriehalle ist in der Regel je m² Grundfläche deutlich geringer, so dass Entrauchungsanlagen auch für diese Gebäudenutzung die notwendigen Außenluftvolumenströme leicht erreichen, um das Infektionsrisiko zu minimieren.

Beispiel 2: Tiefgarage mit maschineller Entrauchungs-/Lüftungsanlage

– siehe Bilder 9 bis 11 –

Die gültige Muster-Garagen- und Stellplatzverordnung (M-GarStVO) [16] fordert unter bestimmten Voraussetzungen das Vorhandensein von maschinellen Rauch- und Wärmeabzugsanlagen. Diese Anlagen dienen in der Regel gleichzeitig auch als maschinelle Lüftungsanlage zur Einhaltung der CO-Grenzwerte in der Tiefgarage. Die Einhaltung der CO-Grenzwerte wird durch zeitabhängiges oder bedarfsgerecht sensorgesteuertes Einschalten erreicht.

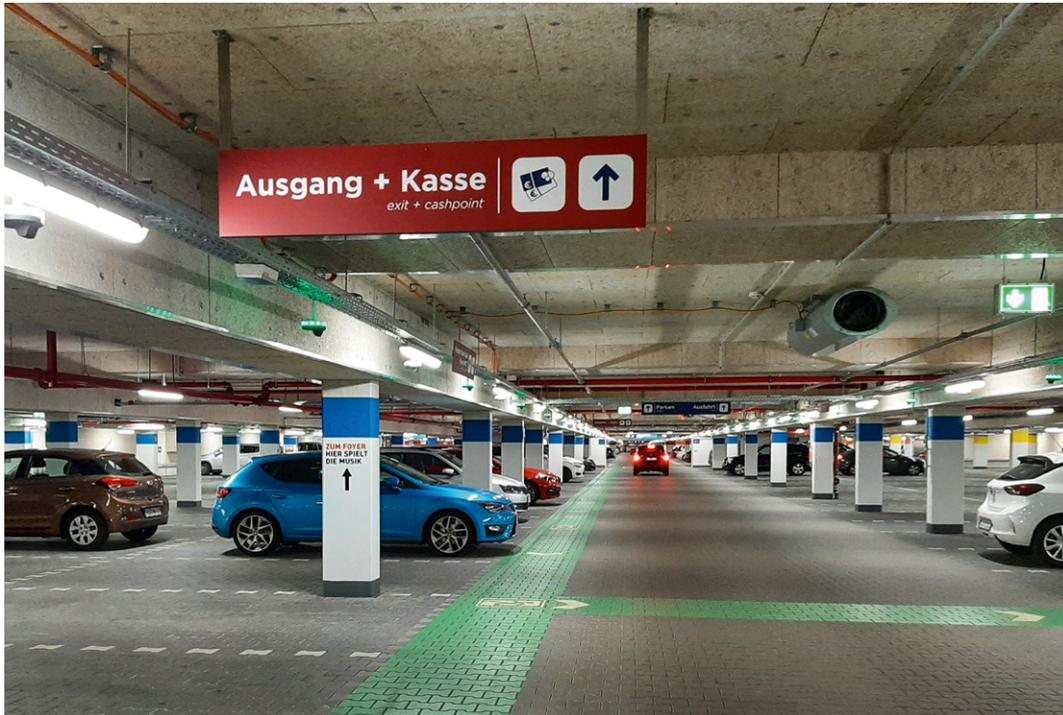


Bild 10: Fahrgasse mit angrenzendem Zugangsbereich (Kongresszentrum Wiesbaden)
Quelle: TROX X-FANS GmbH



Bild 11: Jet Ventilatoren dienen zur gezielten Belüftung in unzureichend durchströmten Bereichen
Quelle: TROX X-FANS GmbH

Tiefgaragen in Einkaufszentren, Veranstaltungshallen, -arenen, Fußballstadien werden insbesondere vor oder nach Beginn von Veranstaltungen auch durch große Personenanzahlen frequentiert, bei der es insbesondere durch dichten Publikumsverkehr an den Ein- und Ausgangsbereichen zu Aerosolbelastungen kommen kann. Eine deutliche Verbesserung der Luftqualität in diesen Bereichen kann durch eine luftqualitätsabhängige Inbetriebsetzung der Lüftungsanlage analog zur CO-abhängigen Ansteuerung erfolgen. Die Luftwechselrate der Anlagen in der Lüftungsfunktion liegt bei üblichen lichten Höhen der Garagen von z. B. ca. 2,2 m bei etwa $Lw=3$ (1/h) und in der Entrauchungsfunktion bei etwa $Lw=6$ (1/h) gemäß Vorgaben der M-GarStVO.

Die Bemessung der Lüftungstechnischen Anlage wurde nach der Garagenverordnung für das Beispiel einer geschlossenen Mittelgarage mit einer Grundfläche von 800 m^2 durchgeführt und beträgt für die Entrauchungsfunktion oder hohe Betriebsstufe $12 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2 * 800 \text{ m}^2 = 9 600 \text{ m}^3/\text{h}$, für die Lüftungsfunktion bzw. niedrige Betriebsstufe $6 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2 * 800 \text{ m}^2 = 4 800 \text{ m}^3/\text{h}$. Die Bemessung des notwendigen Außenluftvolumenstromes nach FGK [1] und VDMA [2] beträgt für eine Anzahl von 50 Personen in der Garage mit etwa 50 Stellplätzen $V_{\text{Lüftung}} = 4 680 \text{ m}^3/\text{h}$, um eine geringe Virenbelastung zu erreichen. Das Beispiel zeigt, dass auch bei hoher Frequentierung der Garage der notwendige Außenluftvolumenstrom der Lüftungsfunktion ausreicht, um das Infektionsrisiko gering zu halten.

Beispiel 3: Druckbelüftungsanlagen

– siehe Bilder 12 bis 13 –

Druckbelüftungsanlagen haben die Aufgabe, Flucht- und Rettungswege, insbesondere Treppenräume rauchfrei zu halten, um Anwesenden die Selbstrettung zu ermöglichen und den Einsatzkräften der Feuerwehr die Fremdrettung und die Durchführung von Löschmaßnahmen zu erleichtern.

Hierfür wird zwischen dem zu schützenden Bereich (z. B. Sicherheitstreppe) und dem Brandgeschoss eine kontrollierte positive Druckdifferenz erzeugt, die zu einer Durchströmung von Leckagen oder geöffneten Türen vom Überdruckbereich in das Brandgeschoss führt. Diese Durchströmung mit frischer Luft verhindert, dass es zu einem Raucheintrag in den zu schützenden Bereich kommt. Die häufig in Druckbelüftungsanlagen integrierte Lüftungsfunktion, erlaubt zusätzlich eine bedarfsgerechte Lüftung des Treppenraums. Sie findet meist Anwendung bei hohen Temperaturen oder zur Reduzierung der Aerosolpartikelbelastung im Treppenraum.

Diese Lüftungsfunktion ist insbesondere bei innenliegenden Treppenräumen oder bei Treppenräumen, die über keine öffnende Fenster verfügen, empfehlenswert.

Durch das Öffnen der Lichtkuppel im Treppenraumkopf und der saugseitigen Jalousieklappe, kann durch die Druckbelüftungsanlage eine natürliche Belüftung im Treppenraum realisiert werden.

Ferner besteht die Möglichkeit, die Belüftung mit dem Zuluftventilator maschinell zu unterstützen. Dies ist zu empfehlen, wenn es um eine effiziente Lüftung geht, die unabhängig von thermischen Einflussfaktoren zuverlässig funktionieren soll.

Die Ansteuerung erfolgt automatisch, gepaart mit manuellen Eingriffsmöglichkeiten.

Aktivierung durch z. B. Temperatursensor oder Wochenzeitschaltuhr.

Für die Abschaltung der Lüftungsfunktion bei starkem Wind oder Niederschlag werden Wind- und Regensensoren eingesetzt.

Die Bemessung der Lüftungsfunktion der Druckbelüftungsanlage mit 10 Etagen wurde nach den Vorgaben des Einheitsblattes VDMA 24188 [17] durchgeführt und beträgt 3 000 m³ für die Spülfunktion, für die Lüftungsfunktion wurde ebenfalls dieser Außenluftvolumenstrom von 3 000 m³/h angesetzt.

Die Bemessung des notwendigen Außenluftvolumenstromes nach FGK [1] und VDMA [2] beträgt für eine Anzahl von 20 Personen im Treppenraum $V_{\text{Lüftung}} = 778 \text{ m}^3/\text{h}$, um eine geringe Virenbelastung zu erreichen.

Das Beispiel zeigt, dass der notwendige Außenluftvolumenstrom der Lüftungsfunktion von 3 000 m³/h ein Vielfaches des dimensionierten Außenluftvolumenstromes beträgt und somit das Infektionsrisiko auf geringstem Niveau gehalten werden kann.



Bild 12: Sicherheitstrepfenraum - RaumFabrik Karlsruhe
Quelle: Helios Ventilatoren GmbH + Co KG



Bild 13: Steuerung für Druckbelüftungsanlage – RaumFabrik Karlsruhe
Quelle: Helios Ventilatoren GmbH + Co KG

8 Sicherheitseinrichtungen

Bei vielen Bestandsanlagen sind Lüftungsfunktionen bereits serienmäßig realisiert. Im Falle einer Nachrüstung bzw. Erweiterung von solchen Anlagen um eine Lüftungsfunktion sind für die Sicherheitsfunktion der Anlage funktionsrelevante Merkmale zu beachten.

Sicherheitstechnische Anlagen müssen bei Veränderungen der Funktion weiterhin den baurechtlichen Anforderungen entsprechen und neu durch Prüfsachverständige abgenommen werden.

Die Lüftungsfunktion, die manuell oder automatisch aktiviert werden kann, ist dabei immer der Sicherheitsfunktion Entrauchung untergeordnet. Im Falle einer Branddetektion wird die RWA aktiviert und alle Funktionen für das ausgelöste Brandszenario angesteuert.

So können beispielsweise Motorschutzeinrichtungen im Lüftungsbetrieb aktiv bleiben. Im Brandfall muss jedoch sichergestellt werden, dass z. B. die für die Entrauchung notwendige Drehzahl des Entrauchungsventilators automatisch eingestellt und die Motorschutzeinrichtungen überbrückt werden. Die Hinweise für die RWAs gemäß Einheitsblatt VDMA 24177 [18] sind zu beachten.

Ökodesign-Anforderungen an Entrauchungsventilatoren (maschinelle Rauch- und Wärmeabzugsanlagen) mit Doppelfunktion (Lüftung und Entrauchung)

Reine Entrauchungsventilatoren sind für die Rauchableitung im Brandfall konzipiert. Ein zusätzlicher Betrieb zu Lüftungszwecken muss vom Hersteller des Entrauchungsventilators explizit freigegeben sein, da hierfür andere Prüfkriterien herangezogen werden. Zusätzlich sind für den Einsatz im Lüftungsfall auch Anforderungen an den Mindestwirkungsgrad eines Entrauchungsventilators einzuhalten.

Die Informationen darüber, ob ein Entrauchungsventilator im Lüftungsbetrieb eingesetzt werden kann, finden sich in der Leistungserklärung, auf dem Typenschild (LB = Lüftungsbetrieb), sowie den weiteren Herstellerunterlagen wie den Betriebsvorschriften.

9 Fazit

Die in diesem Informationsblatt aufgeführten Applikationen und Anwendungsbeispiele sollen den Mehrwert durch die Lüftungsfunktion von sicherheitstechnischen Anlagen beschreiben.

Mit diesen Möglichkeiten können Gebäude täglich be- und entlüftet werden. Sie sorgen für eine verbesserte Luftqualität und, richtig angewendet, den Gesundheitsschutz an Arbeitsplätzen. Zurzeit gibt es nur die Möglichkeit wirtschaftlich über den CO₂-Gehalt in der Luft eine Aussage über die Luftqualität in einem Raum zu tätigen. Bei einem Wert unter 1 000 ppm spricht man von „hygienisch unbedenklich“, sobald dieser Wert aber überschritten wird, müssen Maßnahmen getroffen werden, um die Raumluftqualität zu verbessern. Maschinelle Systeme können auch außerhalb von Pandemiezeiten einen wesentlichen Beitrag zur Lüfterneuerung in einem Gebäude beitragen. Gesunde oder frische Luft führt zu mehr Behaglichkeit, höherem Leistungsvermögen und auch zu weniger Infektionsrisiko.

Natürliche Lüftung über Fenster kann bei ausreichender Verfügbarkeit und solange die Fenster weit geöffnet sind, bei geeigneten Temperaturbedingungen und Windverhältnissen ebenfalls kurzfristig einen hohen Luftwechsel erreichen. Im Sinne des Infektionsschutzes sollten Innenräume mit einem möglichst hohen Luftwechsel und Außenluftanteil versorgt werden. Dieses gilt gleichermaßen für die natürliche Lüftung über Fenster und auch beim Einsatz von raumlufttechnischen Anlagen.

Die Berechnungen im Kapitel 7 ‚Automatische Auslösung der Lüftung‘ zeigen auf, dass der notwendige Außenluftvolumenstrom gemäß der Berechnung nach FGK [1] und VDMA [2] für die beschriebenen Anwendungen ausreichend dimensioniert ist und sogar je nach Anwendung übererfüllt wird. Falls die Lüftungsfunktion nicht in den sicherheitstechnischen Anlagen bereits integriert ist, muss immer die Veränderung oder Umprogrammierung der Anlagen mit Sachverständigen abgesprochen werden bzw. hat zur Folge, dass die Anlage neu abgenommen werden muss, dies sollte bedacht werden. Die baurechtlichen Anforderungen an sicherheitstechnische Anlagen müssen immer gewährleistet sein.

10 Quellenangaben

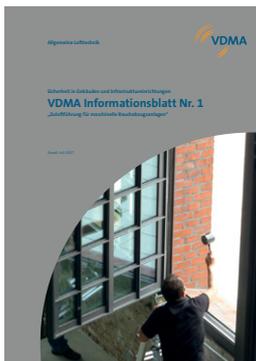
- [1] FGK-Status-Report 52
,Anforderungen an Lüftung und Luftreinigung zur Reduktion des Infektionsrisikos über den Luftweg – AHA + Lüftung‘,
Fachverband Gebäude-Klima e.V. Nr. 372,
01/2021
https://downloads.fgk.de/372_SR52_RLT_und_Covid19_V1_210122.pdf
- [2] VDMA
Raumlufttechnische Anlagen in Zeiten von COVID-19
Anforderungen an Lüftung und Luftreinigung zur Reduktion des Infektionsrisikos über den Luftweg – AHA + Lüftung
<https://www.vdma.org/viewer/-/v2article/render/14978852>
- [3] Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP
IBP-Report EER-058/2016/950
,Mould and dampness in European homes and their impact on health‘
<https://www.ibp.fraunhofer.de/content/dam/ibp/ibp-neu/de/dokumente/publikationen/eer/report-mould-dampness-impact-on-health.pdf>
- [4] Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau
(Muster-Industriebau-Richtlinie – MIndBauRL),
Stand November 2019
<https://www.is-argebau.de/Dokumente/42322566.pdf>
- [5] Musterverordnung über den Bau und Betrieb von Versammlungsstätten
(Muster-Versammlungsstättenverordnung – MVStättVO), Fassung Juni 2005
(zuletzt geändert durch Beschluss der Fachkommission Bauaufsicht vom Juli 2014)
<https://www.is-argebau.de/Dokumente/4231724917250.pdf>
- [6] Musterverordnung über den Bau und Betrieb von Verkaufsstätten
(Muster-Verkaufsstättenverordnung – MVKVO),
Fassung September 1995
(zuletzt geändert durch Beschluss der Fachkommission Bauaufsicht vom Juli 2014)
<https://www.is-argebau.de/IndexSearch.aspx?method=get&File=b8a892y3y8b984808ab-b92b8y9ya8ayyb9y884b992a2a0a149a049a24b-80b8y0tw5ojw3rfioxfajoeldf0er>
- [7] DIN EN 16798-1:2021-04
Energetische Bewertung von Gebäuden – Lüftung von Gebäuden – Teil 1: Eingangsparameter für das Innenraumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden bezüglich Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik - Modul M1-6; Deutsche Fassung EN 16798-1:2019, Beuth Verlag, Berlin
www.beuth.de
- [8] Gebäudeenergiegesetz (GEG):2020-11
,Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz – GEG)‘
http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBL&jumpTo=bgbl120s1728.pdf
- [9] Ökodesign-Verordnung (EU) Nr. 327/2011 (Ventilatoren)
VERORDNUNG (EU) Nr. 327/2011 DER KOMMISSION vom 30. März 2011 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Ventilatoren, die durch Motoren mit einer elektrischen Eingangsleistung zwischen 125 W und 500 kW angetrieben werden
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32011R0327>

- [10] Ökodesign-Verordnung (EU) Nr. 1253/2014 (Lüftungsanlagen)
 VERORDNUNG (EU) Nr. 1253/2014 DER KOMMISSION vom 7. Juli 2014 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Lüftungsanlagen
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R1253&from=EN>
- [11] SARS-CoV-2-Arbeitsschutzverordnung (Corona-ArbSchV) vom 21. Januar 2021
<https://www.bmas.de/DE/Service/Gesetze-und-Gesetzesvorhaben/sars-cov-2-arbeitsschutzverordnung.html>
- [12] Bekanntmachung des Umweltbundesamtes, Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 11 – 2008. Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft – Mitteilungen der Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/kohlendioxid_2008.pdf
- [13] Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A3.6 „Lüftung“, Ausgabe: Januar 2012,
https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/ASR/pdf/ASR-A3-6.pdf?__blob=publicationFile
- [14] „Möglichkeiten und Potenzial der Schullüftung mit automatisierter und manueller Fensterlüftung mit dem Fokus auf die Minimierung der SARS-CoV-2-Belastung“
 Hartmann und Knaus – Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden Forschung und Anwendung GmbH
https://www.zentrum-fuer-luft.de/downloads/whitepaper/VFE_Whitepaper_Stellungnahme_Schullueftung_Aerosole.pdf
- [15] DIN 18232-5:2012-11
 Rauch- und Wärmefreihaltung – Teil 5: Maschinelle Rauchabzugsanlagen (MRA); Anforderungen, Bemessung, Beuth Verlag Berlin
www.beuth.de
- [16] Muster einer Verordnung über den Bau und Betrieb von Garagen und Stellplätzen (Muster-Garagen- und Stellplatzverordnung M-GarStVO)
 Fassung 4. September 2020
 Muster-Garagen-Stellplatz-Verordnung
<https://www.is-argebau.de/Dokumente/42323133.pdf>
- [17] VDMA 24188:2011-06
 Rauchschutzmaßnahmen in Treppenträumen – Rauchableitung, Rauchverdünnung, Rauchfreihaltung, Beuth Verlag Berlin
www.beuth.de
- [18] VDMA 24177:2020-05
 Maschinelle Rauch- und Wärmeabzugsgeräte zur Rauchableitung aus Gebäuden im Brandfall, Beuth Verlag Berlin
www.beuth.de

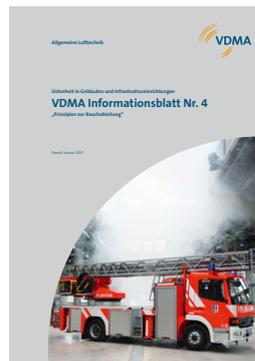
11 Weiterführende Literatur

VDMA Informationsblätter über Sicherheit in Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen:

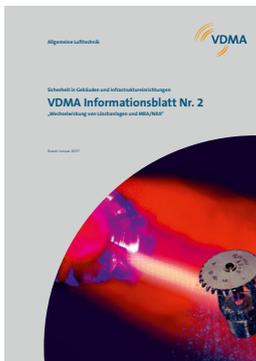
<https://www.vdma.org/viewer/-/v2article/render/14640257>



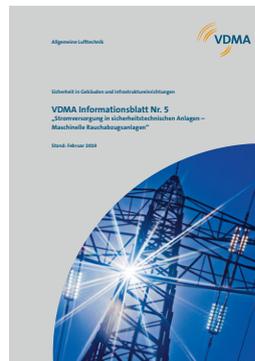
Informationsblatt Nr. 1
„Zuluffführung für maschinelle
Rauchabzugsanlagen“
(07/2017)



Informationsblatt Nr. 4
„Prinzipien zur Rauchableitung“
(01/2017)

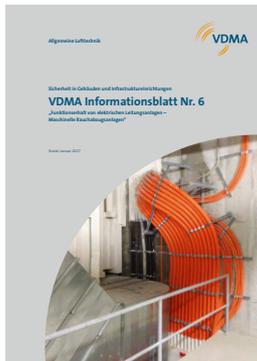


Informationsblatt Nr. 2
„Wechselwirkung von Löschanlagen
und MRA/NRA“
(01/2017)



Informationsblatt Nr. 5
„Stromversorgung in
sicherheitstechnischen Anlagen –
Maschinelle Rauchabzug-Anlagen“
(02/2019)

Informationsblatt Nr. 3
„Entrauchung von Räumen im Brandfall –
Notwendige Zeiten für Entfluchtung,
Rettung, Löschangriff“
(in Überarbeitung)



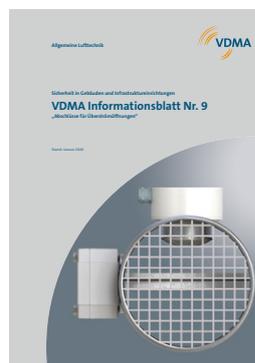
Informationsblatt Nr. 6
„Funktionserhalt von elektrischen Leitungsanlagen – Maschinelle Rauchabzugsanlagen“ (01/2017)



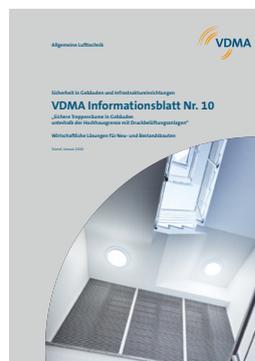
Informationsblatt Nr. 8
„Verwendung von Brandschutz- und Entrauchungsklappen mit CE-Kennzeichnung“ (01/2020)



Informationsblatt Nr. 7
„Anforderung an die Entrauchung in den neuen Muster-Sonderbaurichtlinien/-verordnungen“ (01/2017)



Informationsblatt Nr. 9
„Abschlüsse für Überströmöffnungen“ (01/2020)



Informationsblatt Nr. 10
„Sichere Treppenträume in Gebäuden unterhalb der Hochhausgrenze mit Druckbelüftungsanlagen“ (01/2020)

VDMA Informationsschriften der Klima- und Lüftungstechnik zu COVID-19:

<https://www.vdma.org/viewer/-/v2article/render/14978852>



Raumlufttechnische Anlagen
in Zeiten von COVID-19
„Grundlagen zum Betrieb und zur Nutzung“
(12/2020)



Raumlufttechnische Anlagen
in Zeiten von COVID-19
„Bewertung des Infektionsrisikos durch aerosol-
gebundene Viren bei unterschiedlichen Lüftungs-
und Luftreinigungsverfahren in Räumen“
(02/2021)



Raumlufttechnische Anlagen
in Zeiten von COVID-19
„Empfehlungen für das Gesundheitswesen“
(04/2020)



Raumlufttechnische Anlagen
in Zeiten von COVID-19
Anforderungen an Lüftung und Luftreinigung
zur Reduktion des Infektionsrisikos über den
Luftweg – AHA + Lüftung
(02/2021)



**VDMA Informationsblätter über Sicherheit in
Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen**

Impressum

VDMA e. V.

Allgemeine Lufttechnik
Arbeitskreis Brandschutz und Entrauchung

Lyoner Straße 18
60528 Frankfurt am Main

Kontakt

Christine Montigny
Telefon +49 69 6603-1860
Fax +49 69 6603-2860
E-Mail christine.montigny@vdma.org
Internet vdma.org/luftreinhaltung
vdma.org/brandschutz-entrauchung

Redaktion

Michael Buschmann
TROX GmbH

Stefan Fehrenbacher
Helios Ventilatoren GmbH + Co KG

Dr. Andreas Kloidt
SCHAKO Ferdinand Schad KG

Martin Müller
D+H Mechatronic AG

Christine Montigny
VDMA e.V.

Thomas Volle
Helios Ventilatoren GmbH + Co KG

Frank Wahl
TROX X-FANS GmbH

Layout und Satz

VDMA Verlag GmbH, Design Studio

Druck

Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG,
Frankfurt am Main

Bildquellen

Umschlagbild denismagilov/adobe.stock.com
Bilder 1-3 Verband Fensterautomation
und Entrauchung e.V. (VFE)
Bilder 4, 5 D+H Mechatronic AG
Bilder 6, 7 TROX X-FANS GmbH
Bild 8 Edorado Tommasini, Pexels
Bilder 9 – 11 TROX X-FANS GmbH
Bilder 12, 13 Helios Ventilatoren GmbH + Co KG

Stand

September 2021

© Copyright by Allgemeine Lufttechnik

VDMA

Allgemeine Lufttechnik
Arbeitskreis Brandschutz und Entrauchung

Lyoner Straße 18
60528 Frankfurt am Main

Kontakt

Christine Montigny

Telefon +49 69 6603-1860

Fax +49 69 6603-2860

E-Mail christine.montigny@vdma.org

Internet vdma.org/luftreinhaltung
vdma.org/brandschutz-entrauchung



vdma.org/luftreinhaltung
vdma.org/brandschutz-entrauchung