

# MindLW Version 9

## Mindestluftwechsel für die Lüftung berechnen

für Windows

Das Programm MindLW berechnet Luftvolumenströme und die Raumluftqualität zur Realisierung eines Lüftungskonzeptes. Ein Lüftungskonzept sollte nicht nur für die Auslegung der Lüftungskomponenten erstellt werden, sondern es sollte unter Variation der Randbedingungen auch untersucht werden, ob es ganzjährig funktioniert. Einige Normen, Richtlinien und Empfehlungen stellen Anforderungen an die Lüftungskonzeption bzw. geben Berechnungsvorschriften für die Auslegung vor. Diese entsprechen nicht immer den Gegebenheiten des Planungsumfeldes oder gelten nur für bestimmte Zeiträume.

Besonders die Auslegung mit pauschalen Volumenstromvorgaben oder Luftwechselzahlen ist oft nicht projektorientiert und auch nicht bedarfsgerecht, da sie nur für bestimmte Situationen gelten. Dadurch erhält man auch keine Aussage auf die zu erwartende Raumluftqualität. Diese Auslegungsmethodik wird vorwiegend von der Industrie forciert. Mit der neuen EPBD 2024 könnte sich das ändern. Es ist vorgesehen, dass die Raumluftqualität durch Sensoren erfasst wird und sie ist auch in Energieverbrauchsberechnungen zu berücksichtigen. Um zu verhindern, dass bei der Messung ein „Überraschungswert“ festgestellt wird, sollte schon in der Planung ein Zielwert angestrebt werden.

Daher sollte eine schadstofforientierte Bestimmung der Volumenströme das Ziel der Lüftungsplanung sein und kann auch in vielen Fällen energieeffizientere Lüftungsanlagen hervorbringen. Mit dem Indikator CO<sub>2</sub>-Konzentration als anthropogene Emissionen in Aufenthaltsräumen ist eine sehr praktikable Lüftungsplanung möglich. Das geht auch inzwischen aus einigen Literaturquellen hervor.

Folgende Normen und Richtlinien verlangen oder empfehlen die Einhaltung einer bestimmten maximalen oder mittleren CO<sub>2</sub>-Konzentration, welche auch über ein Lüftungskonzept zu dokumentieren ist:

- Anforderungen an Lüftungskonzeptionen in Gebäuden – Teil I: Bildungseinrichtungen 2018 [1] und Teil II: Wohngebäude 2020 [2].
- Arbeitsstättenrichtlinie ASR 3.6 Lüftung 2018-05 [3].
- RLT – Anlagen 2023 (AMEV) [4].
- VDI 6040-2:2015-09 (Schullüftung) [5].

Einige Gesundheitsämter fordern für die Planung der Schullüftung den Nachweis einer mittleren CO<sub>2</sub>-Konzentration von 1000 ppm während einer Unterrichtseinheit und die Betrachtung der Raumluftfeuchte. Sie verweisen dabei auf die Kriterien in [1].

Aus den Kernbotschaften in [1] geht außerdem hervor, dass eine Zusatzlüftung über Fenster in den Schulpausen dringend empfohlen wird. Außerdem soll eine Wärme- und Feuchterückgewinnung vorhanden sein und für die relative Feuchte wird ein Bereich von 30-60 % genannt.

Mit MindLW können diese Anforderungen rechnerisch untersucht und somit gegenüber den Behörden bzw. Auftraggebern nachgewiesen werden.

Eine Auslegung kann mit verschiedenen Dialogboxen für die Hygienelüftung, Feuchteschutzlüftung und der Entlüftung von Nassräumen erfolgen. Auch die einseitige Fensterlüftung ist als Untersuchungsvariante möglich. Ist der notwendige bzw. erreichbare Luftvolumenstrom bekannt, kann zum Nachweis der Raumlufthqualität eine Simulationsrechnung erfolgen, in der die CO<sub>2</sub>-Konzentration und die sich näherungsweise einstellende Raumlufthfeuchte ermittelt wird.

Grundlage für die Berechnungen sind Normen und Richtlinien für Wohn- und Nichtwohngebäude mit Ergänzungen, welche in der Planungspraxis von Interesse sind bzw. benötigt werden. Beispiele hierfür sind:

- In der VDI 6040-2 sind zwei Jahrgangsstufen angegeben, die für Berlin und Brandenburg nicht zutreffend sind. In diesen Ländern wechseln die Schüler mit bis zu 2 Altersjahren Differenz später die Schule. Da Kinder in jungen Jahren wesentlich weniger CO<sub>2</sub> emittieren, kann die Unterdimensionierung in Grundschulen bei einer Auslegung nach der VDI 6040-2 bis zu 30 % betragen. Ab der Version MindLW 9 ist die freie Eingabe des Alters, des Geschlechts und der Aktivität möglich. Optional auch die direkte Eingabe der CO<sub>2</sub>-Emission der Personen.
- Bei der volumenstrombasierten Auslegung nach der DIN 1946-6 [6] wird ein Volumenstrom für die gesamte Nutzungseinheit und für alle Nutzer festgelegt, der über die  $f_{Rzu}$ -Faktoren auf die einzelnen Räume verteilt wird. Halten sich alle Nutzer für längere Zeit z.B. im Wohnzimmer auf, kann die CO<sub>2</sub>-Konzentration auf unakzeptable Werte ansteigen. Mit MindLW kann zur Sicherstellung der geschuldeten Raumlufthqualität diese rechnerisch hinsichtlich Personenzahl, Belegungszeit und Raumlufthvolumen überprüft werden.
- Die DIN 1946-6 gilt nur für die Heizperiode. Im warmen Sommer mit hoher Außenlufthfeuchte wird ein wesentlich höherer Volumenstrom zur Vermeidung der Schimmelpilzbildung an Bauteilen benötigt als die Auslegung nach der Lüftung zum Feuchteschutz gem. DIN 1946-6 dies vorsieht [7, Abb. 6]. Der Arbeitskreis Lüftung am Umweltbundesamt [2] empfiehlt für die Zielvorgabe gesundheitsverträgliche und behagliche Raumlufthgüte die Auslegung mindestens nach der reduzierten Lüftung gem. DIN 1946-6. Außerdem ist in der DIN 1946-6 nicht das freie Wäschetrocknen enthalten, welches wohl in den meisten Wohnungen im Mehrfamilienhaus angenommen werden kann. MindLW berechnet die Feuchteschutzlüftung anhand der Feuchtelast, Wärmedämmung ( $f_{Rsi}$ -Wert) und Außenklima.
- In hohen Räumen mit großem Raumlufthvolumen kann bei einer relativ kurzen Belegungszeit ein sehr viel geringerer Volumenstrom notwendig sein. Eine pauschale Personenluftrate oder eine Luftwechselzahl berücksichtigt nicht das Raumlufthvolumen. MindLW ermittelt den Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration instationär, wodurch Raumlufthvolumen und Belegungszeit in die Berechnung einfließen.

MindLW eignet sich daher sowohl für die fachgerechte Auslegung, als auch für die Begutachtung mittels Parametervariationen.

## Auslegung der Hygienelüftung, Reiter HygAusl

In MindLW wird raumweise vorgegangen. D.h., alle Reiter beziehen sich auf einen Raum und die Daten werden in einer Datei abgelegt.

Die Personenluftrate kann nach folgenden Optionen berechnet werden:

- Standards zur Expositionsabschätzung [8]. War Grundlage des CO<sub>2</sub>-Tools vom Niedersächsisches Landesgesundheitsamt. Diese Option ist aufgrund veralteter Daten nur zur Kompatibilität mit früheren MindLW-Versionen noch enthalten.
- DIN EN 16798-1 [9, Anhang B oder Nationaler Anhang] mit Volumenstromvorgaben oder CO<sub>2</sub>-Konzentrationen für 4 mit den Bauherren zu vereinbarenden Kategorien. Die Vorgaben gehen aber nur von Erwachsenen in Ruhe aus.
- VDI 6040-2 mit 2 Jahrgangsstufen und Aktivität in 3 unterschiedlichen Schulräumen.
- DIN EN ISO 8996 [10] mit Körperdaten des Robert Koch Institutes (RKI). Durch die freie Eingabe von Alter, Geschlecht und Aktivität ist die Option besonders für Kinder in KITAs und Grundschulen geeignet. Je jünger die Rauminssassen sind, desto weniger Volumenstrom wird benötigt. Evtl. könnte aber eine höhere Aktivität dagegen wirken. Ebenso werden mit dieser Berechnungsoption auch höhere Aktivitäten, z.B. in Sportstätten berücksichtigt.

Für die Gebäudeluftrate werden Angaben aus der DIN EN 16798-1 verwendet.

Für die meisten Listboxen kann entweder eine Auswahl mit der Maus erfolgen oder eine freie Werteingabe mit eigenem Kommentar.

Die Personenluftrate kann optional aus der Vorgabe einer Soll-CO<sub>2</sub>-Konzentration und einer Belegungszeit des Raumes errechnet werden oder es wird eine Kategorie nach DIN EN 16798-1 gewählt.

Da der Volumenstrom für die Personen auch die Gebäudeemissionen abführt und umgekehrt, kann die Addition der Personen- und Gebäudeluftrate wahlweise linear (gem. DIN EN 16798-1 Nationaler Anhang), logarithmisch oder durch Maximalwertbildung erfolgen. Die Maximalwertbildung wird auch in anderen Ländern bevorzugt.

Ab der Version MindLW 9 ist die Volumenstromauslegung wahlweise für einen vorgegebenen CO<sub>2</sub>-Endwert (Maximalwert) oder CO<sub>2</sub>-Mittelwert im Belegungszeitraum möglich.

Die Berücksichtigung der Schadstoffemissionen aus dem Gebäude ist abwählbar, es gibt aber einen Warnhinweis, wenn ein Mindestwert nach EN 16798-1 unterschritten wird.

## Auslegung der Feuchteschutzlüftung, Reiter FeuAusl

MindLW 9.1 - P:\MindLW\MindLW\_KITA-Gruppenraum.INI

HygAusl FeuAusl DrehKipp Simu AblAusl

**Raumdaten**  
Raumnummer: R 0.21 Raumbezeichnung: KITA-Gruppenraum  
Raumluftvolumen: 95.13 [m³] Fußbodenfläche: 43.24 [m²]

**Außenparameter**  
außenseitige Temperatur: 24.0 [°C]  
relative Außenluftfeuchte: 60.0 [%]  
Höhenlage: 30 [m]  
Luftdruck: 1010 [hPa]  
absoluter Außenluftfeuchtegehalt: 11.2 [g/kg]  
Sättigungsfeuchtegehalt: 18.9 [g/kg]

**Nachbarraum**  
Volumenstrom aus Nachbarraum: 0.0 [m³/h]  
Ablufttemperatur aus Nachbarraum: 20.0 [°C]  
rel. Abluftfeuchte aus Nachbarraum: 50.0 [%]

**Zuluftzustand nach Wärme-/Feuchterückgewinnung**  
Rückwärmezahl: 0.0 [%]  
Rückfeuchtezahl: 0.0 [%]  
Ablufttemperatur aus NE oder Raum: 20.0 [°C]  
rel. Abluftfeuchte aus NE oder Raum: 50.0 [%]  
Zulufttemperatur in den Raum: 24.0 [°C]  
Zuluftfeuchtegehalt in den Raum: 11.2 [g/kg]

**Raumparameter**  
fRsi: 0.70 [-]  
raumseitige Temperatur: 20.0 [°C]  
relative kritische Bauteilfeuchte: 80 [%]

**Feuchteproduktion**  
Summe tägliche Andauer: 240 [min/d]  
Anzahl Personen: 17.0 [-]  
personenbezogen: Akt. II Sitzend (Büro, Schi) [-, g/(h P)]  
Fußbodenfläche der NE: 43.24 [m²]  
flächenbezogen: 0 [g/(h m²)]  
individuell: Beispiele 0.0 [g/h]

**Ergebnisse**  
tägliche mittlere Feuchtelast: 141.7 [g/h]  
raumseitige Oberflächentemperatur: 21.2 [°C]  
kritischer Feuchtegehalt: 12.7 [g/kg]  
relative kritische Raumluftfeuchte: 86.1 [%]  
notwendiger Volumenstrom VolFL: **85.2** [m³/h]  
Lüftungsheizlast trocken: -110.6 [W]  
Lüftungsheizlast feucht: 97.6 [W]  
Lüftungsheizlast gesamt: -13.0 [W]

Berechnen Alles kopieren VolFL kopieren Zur Lüftungszone

CSE Nadler OK Abbrechen Öffnen Speichern unter Info Hilfe

Der erforderliche Zuluftvolumenstrom aufgrund einer vorgegebenen Feuchtelast wird auf Basis der DIN/TS 4108-8 [11, Anhang H] (Feuchteschutzlüftung zur Vermeidung von Schimmelpilz- bzw. Tauwasserbildung) ermittelt. Dabei gehen u.a. auch die Parameter

Außenklima, Wärmedämmung ( $f_{Rsi}$ ) und Raumtemperatur ein. Weiterhin wird der Feuchteübertrag aus einem Nachbarraum und die Luftkonditionierung durch eine Wärme- und/oder Feuchterückgewinnung berücksichtigt. Für die Feuchteproduktion werden einige Hilfestellungen gegeben. Neben dem erforderlichen Zuluftvolumenstrom wird auch die trockene und feuchte Lüftungsheizlast ausgewiesen.

## Fensterlüftung mit Reiter DrehKipp

The screenshot shows the 'DrehKipp' tab in the MindLW 9.1 software. The interface is divided into several sections:

- Raumdaten:** Raumnummer: R 0.21, Raumbezeichnung: KITA-Gruppenraum, Umschließungsfläche: 72.00 [m²], Raumluftvolumen: 95.13 [m³], Fußbodenfläche: 43.24 [m²].
- Allgemein:** Außenlufttemperatur: 5.0 [°C], Raumlufttemperatur: 20.0 [°C], Windgeschwindigkeit: 1.5 [m/s], Höhe der Lüftungszone: 1.50 [m], Rauheitsparameter: 0.25 Mittlere Abschirmung (normale Lage) [m].
- Fensteröffnung:** Öffnungs-Breite: 1.50 [m], Öffnungs-Höhe: 1.80 [m], Öffnungs-Weite: 15 [cm], Fensteranzahl: 5 [-], Öffnungstyp:  Kippfenster, Lüftungsdauer: 15 [min], Öffnungswinkel: 4.8 [°].
- Wärmequellen (WQ) und sonstige Volumenströme:** Anz. Personen: 17 [-], Akt. II Sitzend (Büro, Schü) [-, W/Pers], konv. WQ: 0 [W], Infiltration: 0 [m³/h], Soll-Volumenstrom: 392 [m³/h].
- Ergebnisse:**
  - freie Öffnungsfläche: 1.16 [m²], gefordert nach ASR A3.6/AMEV: 5.95 [m²]
  - ohne Raumlufitemperaturänderung: Volumenstrom nach DIN/TS 4108-8: 841 [m³/h], Zeit für 1 LW / Luftwechsel: 7 / 8.8 [min / 1/h]
  - mit Raumlufitemperaturänderung: Raumlufitemperatur am Lüftungsende: 15.3 [°C], Raumlufitemperatur 5 min nach Lüftung: 20.0 [°C], mittlerer Volumenstrom VolFE: 741 [m³/h], min. Öffnungszeiten innerhalb 240 min: 127 [min], Zeit für 1 LW / mittlerer Luftwechsel: 8 / 7.8 [min / 1/h], Öffnungen im Betrachtungszeitraum: 8 [-], Minderung wg. TempÄnderung: 11.9 [%]

Buttons at the bottom include: Berechnen, Alles kopieren, VolFE kopieren, Zur Lüftungszone, OK, Abbrechen, Öffnen, Speichern unter, Info, Hilfe.

Es werden auch Lüftungskonzepte mit Fensterlüftung von einigen Auftraggebern gefordert. Dabei erhebt sich die Frage, wie hoch der Volumenstrom durch das offene Fenster ist. In einigen Stellen, welche sich mit diesem Thema befassen, werden Bereiche für die Luftwechselzahlen genannt. So z.B. auch in der DIN 4108-2 [12], die für den sommerlichen Wärmeschutznachweis zuständig ist. Dabei wird vorausgesetzt, dass der Rauminsasse die Fenster so weit öffnet und so lange lüftet, bis die vorgegebenen Luftwechselzahlen erreicht werden. Auch bei der Schullüftung wird oft angenommen, dass in der Pause die Fensterlüftung den Raum wieder auf die  $CO_2$ -Außenluftkonzentration bringt.

Um mehr Planungssicherheit zu bekommen, sollte der Volumenstrom durch geöffnete Fenster auf Basis physikalischer Einflussgrößen berechnet werden. Mit diesen Parametern kann untersucht werden, ob die o.g. Annahmen zutreffend sind und ob die Anzahl der Fensteröffnungen zumutbar ist.

Der Zuluftvolumenstrom aufgrund einer vorgegebenen Fensteröffnung errechnet sich in MindLW auf Basis der DIN/TS 4108-8 [11, Anhang G] für einseitige Fensterlüftung, d.h. nur in eine Fassadenrichtung. Eine Querlüftung über mehrere Fassadenrichtungen und

Räume erfordert einen höheren Nutzeroaufwand und kann auch nicht immer realisiert werden, weil die Nutzungsbedingungen der Räume innerhalb der Lüftungszone unterschiedlich sind.

In Erweiterung dieser Algorithmen wird näherungsweise berücksichtigt, dass der thermisch induzierte Volumenstromanteil durch das Fenster aufgrund der sich verringernenden Temperaturdifferenz zwischen Raum und Außenluft während der Lüftungsdauer abnimmt. Unter der Voraussetzung, dass sich die raumseitigen Oberflächentemperaturen in einer kurzen Lüftungsdauer aufgrund der thermischen Trägheit der Bauteile nicht verändern, wird auch berechnet, welche Raumlufttemperatur sich in einer relativ kurzen Zeit nach der Fensterlüftung wieder einstellt. Das spielte in der Corona-Zeit eine große Rolle, als es um die Frage der Auskühlung des Klassenzimmers ging.

Mit diesem Reiter kann überprüft werden, unter welchen Bedingungen eine Fensterlüftung möglich bzw. nicht möglich ist. Außerdem wird die notwendige Anzahl der Öffnungen angegeben mit der man beurteilen kann, ob diese zumutbar sind.

## Simulation des Raumluftzustandes, Reiter Simu

**Raumdaten**  
Raumnummer: R 0.21 Raumbezeichnung: KITA-Gruppenraum  
Raumluftvolumen: 95.13 [m³]

**Personendaten**  
Anzahl der Personen: 17.0 [-]  
CO2-Produktion: 13.5 [l/(h P)]  
Belegungszeit im Raum: 240 [min]

**Zuluftzustand**  
Luftdruck: 1010 [hPa]  
Zulufttemperatur in den Raum: 5.0 [°C]  
Zuluftfeuchtegehalt in den Raum: 3.0 [g/kg]  
relative Zuluftfeuchte: 55.6 [%]

**Raumparameter**  
Faktor Feuchtespeicherung: 5.0 [-]  
Raumlufttemperatur: 20.0 [°C]  
Feuchtelast in Belegungszeit: 850 [g/h]  
relative Anfangsluftfeuchte: 50 [%]  
absoluter Anfangsfeuchtegehalt: 7.3 [g/kg]

**CO2-Daten**  
CO2-Konzentration Zuluft: 450 normale Aul [ppm]  
CO2-Anfangskonzentr. Raumluft: 450 durchlüftet [ppm]  
Zuluftvolumenstrom VolZu installiert: 300.0 [m³/h]

**Ergebnis Raumluftqualität**  
CO2-Endkonzentration Raumluft: 1215 [ppm]  
CO2-Mittelkonzentration Raumluft: 1154 [ppm]  
Luftwechselrate: 3.15 [1/h]  
Personenluftfrate: 17.6 [m³/(h Pers.)]  
Prozentsatz der Unzufriedenen: 22.2/20.9 [%End/%Mit]

**Ergebnis Raumluftfeuchte/Lüftungsheizlast**  
relative Endluftfeuchte: 37.2 [%]  
absoluter Endfeuchtegehalt: 5.4 [g/kg]  
Lüftungsheizlast trocken: 1582.1 [W]  
Lüftungsheizlast feucht: 646.9 [W]  
Lüftungsheizlast gesamt: 2229.0 [W]

Berechnen Alles kopieren VolZu kopieren Zur Lüftungszone

CSE Nadler OK Abbrechen Öffnen Speichern unter Info Hilfe

In diesem Reiter wird die sich einstellende CO<sub>2</sub>-Konzentration und Raumluftfeuchte bei einem ausgewählten bzw. installierbarem Zuluftvolumenstrom ermittelt. Die Stufung im Volumenstrom der erhältlichen Ventilatoren wird selten mit dem errechneten Wert übereinstimmen. Welche Raumluftqualität tatsächlich durch die installierte Lüftungsanlage bzw. Fensterlüftung voraussichtlich geliefert wird, kann mit dem Reiter Simu rechnerisch nachgewiesen werden.

Wird der Zuluftvolumenstrom mit volumenstrombasierten Methoden berechnet, z.B. mit der DIN 1946-6 [6], kann hier auch eine Qualitätsprüfung für einzelne Räume durchgeführt werden. Weiterhin ist eine Abschätzung möglich, mit der man zu trockene oder zu feuchte Luft bei einem bestimmten Zuluftvolumenstrom und weiteren Parametern überprüfen kann. Auch hier wird die Lüftungsheizlast für die Heiz- und Kühllastberechnung ausgegeben, wobei man den Anteil der feuchten Lüftungsheizlast beachten sollte, da dieser in den gängigen Normen und Richtlinien vernachlässigt wird.

Mit einer solchen Simulation erhält der Planer eine gewisse Rechtssicherheit bezüglich der geschuldeten Raumluftqualität.

## Auslegung der Abluftvolumenströme, Reiter AblAusl

MindLW 9.1 - Mindestluftwechsel für die Lüftung berechnen

HygAusl | FeuAusl | DrehKipp | Simu | **AblAusl**

**Raumdaten**

Raumnummer: 01 Raumbezeichnung: Wohnen/Essen/Küche  
Raumluftvolumen: 116.86 [m³] Fußbodenfläche: 56.40 [m²]

**Auswahl**

Wohngebäude  Nichtwohngebäude  Nassraum ist fensterlos

**Wohngebäude nach EN 16798-1**

Anzahl Haupträume: 5 und mehr Art des Nassraumes: Küche Kategorie: Kat IV niedrig  
 Küche hat Dunstabzugshaube ohne Umluft

**Bauaufsichtliche Richtlinie über die Lüftung fensterloser Küchen, Bäder und Toilettenräume in Wohnungen**

Art des Nassraumes: Küche mit Stoßlüftung Betriebsfall: A Nutzerunabhängig mind. 12 h/d

**Nichtwohngebäude**

Sanitärraum nach ASR A4.1: Kein Sanitärraum sonstige Ablufträume nach Luftwechselrate: 0.50 [1/h]

**Ergebnisse**

Auslegungs-Abluftvolumenstrom VolAusl: **72.0** [m³/h] Zeit für einen LW: 97 [min] Luftwechsel: 0.62 [1/h]

Berechnen Alles kopieren VolAusl kopieren Zur Lüftungszone

CSE Nadler OK Abbrechen Öffnen Speichern unter Info Hilfe

Zur Vervollständigung einer Lüftungszone müssen auch die Auslegungs-Abluftvolumenströme für Nassräume in Wohn- und Nichtwohngebäuden bekannt sein. Mit der europäischen Norm EN 16798-1 kann man die Entlüftung von Küchen, Bädern und Toiletten in Wohngebäuden berechnen. Haben diese aber kein Außenfenster, ist in Deutschland die Bauaufsichtliche Richtlinie [13] vorgeschrieben. Beide Möglichkeiten sind im Reiter AblAusl gegeben. Es ergeben sich hier Volumenströme, die in ihrer Höhe und in der Betriebsweise der gemäß dieser Richtlinie noch gültigen DIN 18017-3:2009-09 [14] entsprechen, wodurch auch die vereinfachten Brandschutzanforderungen bestehen bleiben.

Für Nichtwohngebäude wird der Abluftvolumenstrom in Sanitäräumen gemäß ASR A4.1

[15] berechnet. In sonstigen Ablufträumen in Nichtwohngebäuden nach einer vorgebbaren Luftwechselrate, welche der Fachliteratur zu entnehmen ist.

Als Ergebnis wird auch ausgegeben, nach welcher Zeit ein einmaliger Raumlufthauswechsel erfolgt ist. Dieser Zeitraum kann als Maß für die Geruchsdauer angesehen werden und sollte bei stark frequentiertem Betrieb nicht zu lang sein. Bei Auslegung nach EN 16798-1 kann zur Verringerung der Geruchsdauer eine höhere Kategorie gewählt werden.

## Anwendung

Für die Weiterverarbeitung der Ergebnisse kann der ermittelte Wert einzeln oder mit allen Angaben zur Dokumentation in die Windows-Zwischenablage kopiert werden.

Die Einzelübertragung kann direkt in ein weiteres Programm, z.B. für die Heizlastberechnung, erfolgen. Mit dem Button „Alles kopieren“ werden die Hintergründe der Berechnung in eine mitgelieferte Excel-Vorlage in ein Blatt mit dem gleichen Reiter-Namen per Hand eingefügt. Der Button „Zur Lüftungszone“ kopiert nur die wichtigsten Daten aus dem gewählten Reiter heraus und kann in die Excel-Vorlage als Zusammenstellung einer Lüftungszone eingefügt werden. Die Ergebnisse des Reiters mit dem höchsten erforderlichen Zu-/Abluftvolumenstrom sollten dabei gewählt werden.

Es werden von MindLW nur die Mindestanforderungen an den Volumenstrom raumweise berechnet. Die planmäßigen Luftströmungswege mit den zugehörigen Volumenströmen innerhalb der Lüftungszone muss der Planer selbst bestimmen. Hierzu ist in der Excel-Vorlage ein weiteres Blatt enthalten. Dadurch besteht die größtmögliche Flexibilität bei der Lüftungsplanung für moderne Grundrisse oder unterschiedliche Lüftungssysteme.

## Literatur

- [1] Anforderungen an Lüftungskonzeptionen in Gebäuden – Teil I: Bildungseinrichtungen. Bundesgesundheitsblatt 2018 · 61:239–248. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau 2018
- [2] Anforderungen an Lüftungskonzeptionen in Gebäuden – Teil II: Wohngebäude. Umweltbundesamt September 2020.
- [3] ASR A3.6:2018-05: Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR) – Lüftung. Ausschuss für Arbeitsstätten – BAuA – [www.baua.de](http://www.baua.de).
- [4] RLT – Anlagen 2023. Hinweise zur Planung und Ausführung von Raumlufthaus-technischen Anlagen für öffentliche Gebäude. Empfehlung Nr. 166. Stand: 01.07.2023. Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV).
- [5] VDI 6040 Blatt 2:2015-09: Raumlufthaus-technik - Schulen - Ausführungshinweise (VDI-Lüftungsregeln, VDI-Schulbaurichtlinien).

- [6] DIN 1946-6:2019-12: Raumluftechnik — Teil 6: Lüftung von Wohnungen — Allgemeine Anforderungen, Anforderungen an die Auslegung, Ausführung, Inbetriebnahme und Übergabe sowie Instandhaltung.
- [7] Beike, M.; Nadler, N.: Lüftungskonzept mit Fensterlüftung. TGA Fachplaner 03/2020, S. 48-61. Gentner Verlag. Siehe [www.cse-nadler.de](http://www.cse-nadler.de).
- [8] Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales, Hamburg: Standards zur Expositionsabschätzung. Bericht des Ausschusses für Umwelthygiene, Arbeitsgemeinschaft der leitenden Medizinalbeamtinnen und –beamten der Länder. AUH, 1995.
- [9] 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 Raumlufqualität, Temperatur, Licht und Akustik.
- [10] DIN EN ISO 8996:2022-10: Ergonomie der thermischen Umgebung – Bestimmung des körpereigenen Energieumsatzes.
- [11] DIN/TS 4108-8:2021-12: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden –Teil 8: Vermeidung von Schimmelwachstum in Wohngebäuden
- [12] DIN 4108-2:2013-02: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. Beuth-Verlag.
- [13] Bauaufsichtliche Richtlinie über die Lüftung fensterloser Küchen, Bäder und Toilettenräume in Wohnungen.  
Fachkommission Bauaufsicht der Bauministerkonferenz, Stand April 2009, zuletzt geändert durch Beschluss der Fachkommission Bauaufsicht vom 1. Juli 2010.
- [14] DIN 18017-3:2009-09: Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster - Teil 3: Lüftung mit Ventilatoren
- [15] ASR A4.1:2017: Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR) – Sanitärräume. Ausschuss für Arbeitsstätten – BAuA – [www.baua.de](http://www.baua.de).