

# MindLW Version 8

## Mindestluftwechsel für die Lüftung berechnen

für Windows 64 Bit

Das Programm MindLW berechnet Luftvolumenströme zur Realisierung eines Lüftungskonzeptes. Die Auslegung kann erfolgen nach der Hygienelüftung, Feuchteschutzlüftung und der Entlüftung von Nassräumen. Neben der vorausgesetzten ventilatorgestützten Lüftung ist die Fensterlüftung (manuell oder automatisiert) als Untersuchungsvariante möglich. Ist der notwendige bzw. erreichbare Luftvolumenstrom bekannt, kann zum Nachweis der Raumluftqualität eine Simulation erfolgen, in der die CO<sub>2</sub>-Konzentration und die sich näherungsweise einstellende Raumluftfeuchte 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. Dabei wird raumweise vorgegangen. MindLW eignet sich sowohl für die fachgerechte Auslegung, als auch für die Begutachtung mittels Parametervariationen.

### Auslegung der Hygienelüftung, Reiter HygAusl

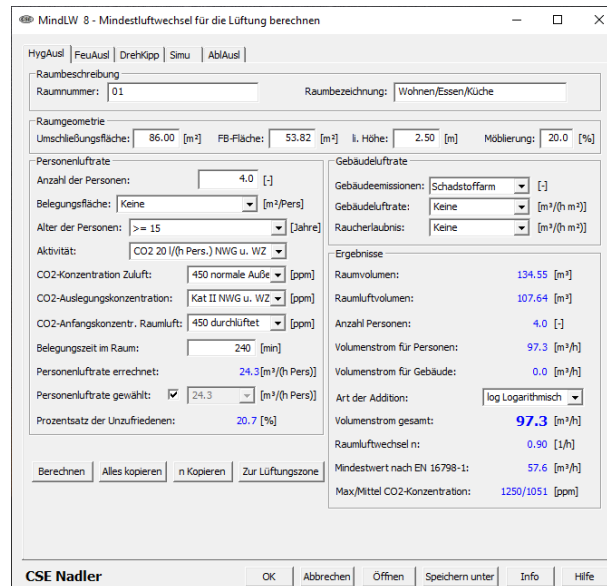


Bild 1: MindLW-Reiter Auslegung der Hygienelüftung

Die Berechnung des erforderlichen Zuluftvolumenstromes zur Abfuhr von Emissionen aus dem Gebäude und von Personen erfolgt auf Basis der DIN EN 16798-1 [1, Anhang B] und VDI 6040-2 [2] (Hygienelüftung bzw. Schullüftung). Die Personenlufrate kann optional aus der Vorgabe einer Soll-CO<sub>2</sub>-Konzentration und einer Belegungszeit des Raumes errechnet werden.

Die CO<sub>2</sub>-Auslegung nach DIN EN 16798-1 (Verfahren 2) erfolgt für stationäre Zustände. MindLW verwendet dagegen ein instationäres Verfahren, wodurch Belegungszeit und Raumluftvolumen in die Berechnung eingehen [3]. Für große Belegungszeiten und/oder kleines Raumluftvolumen ergeben sich in diesem Verfahren automatisch die stationären Ergebnisse.

Der CO<sub>2</sub>-Mittelwert im Belegungszeitraum bzw. Unterrichtseinheit wird ausgegeben. Weiterhin kann für die Atemlufrate zur Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Emission Alter und Aktivität aus den Standards zur Expositionsabschätzung [4], der DIN EN 16798-1 oder der VDI 6040-2 gewählt werden. Die Werte der Standards zur Expositionsabschätzung sind wesentlich

detaillierter und werden auch im CO<sub>2</sub>-Tool des Niedersächsisches Landesgesundheitsamt benutzt.

Alternativ ist auch eine Auslegung durch Auswahl der nach Kategorien festgelegten Personenluftfrate nach DIN EN 16798-1 möglich. Da der Volumenstrom für die Personen auch die Gebäudeemissionen abführt, kann die Addition der Personen- und Gebäudeluftrate wahlweise linear, logarithmisch oder durch Maximalwertbildung erfolgen. Es ist jetzt auch möglich, nur nach Schadstoffemissionen aus dem Gebäude für wenig bzw. kurzzeitig belegte Räume auszulegen. Es gibt einen Warnhinweis, wenn ein Mindestwert nach DIN EN 16798-1 unterschritten wird.

## Auslegung der Feuchteschutzlüftung, Reiter FeuAusl

Raumdaten	
Raumnummer:	01
Raumluftvolumen:	107.64 [m³]
Raumbezeichnung:	Wohnen/Essen/Küche
Fußbodenfläche:	53.82 [m²]

Außenparameter	
außenseitige Temperatur:	13.1 [°C]
relative Außenluftfeuchte:	80.0 [%]
Luftdruck:	1010 [hPa]
absoluter Außenluftfeuchtegehalt:	7.5 [g/kg]
Sättigungfeuchtegehalt:	9.4 [g/kg]

Raumparameter	
Ra:1:	0.80 [-]
raumseitige Temperatur:	20.0 [°C]
relative kritische Bauteilfeuchte:	80 [%]

Feuchteproduktion	
Summe tägliche Andauer:	240 [min/d]
Anzahl Personen:	4.0 [-]
personenbezogen:	Akt. 1 VDI2078 Entspannt [-, g/(h P)]
Fußbodenfläche der NE:	239.04 [m²]
flächenbezogen:	Pflanzen + Sonstiges DIN(1) [g/(h m²)]
individuell:	Beispiele 33.3 [g/h]

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:	85.0 [%]
Rückfeuchtezahl:	0.0 [%]
Ablufttemperatur aus NE oder Raum:	20.0 [°C]
rel. Abluftfeuchte aus NE oder Raum:	73.3 [%]
Zulufttemperatur in den Raum:	18.9 [°C]
Zuluftfeuchtegehalt in den Raum:	7.5 [g/kg]

Ergebnisse	
tägliche mittlere Feuchtelast:	31.3 [g/h]
raumseitige Oberflächentemperatur:	18.6 [°C]
kritischer Feuchtegehalt:	10.7 [g/kg]
relative kritische Raumluftfeuchte:	73.3 [%]
notwendiger Volumenstrom VolFL:	8.0 [m³/h]
Lüftungsheizlast trocken:	2.8 [W]
Lüftungsheizlast feucht:	22.1 [W]
Lüftungsheizlast gesamt:	24.9 [W]

Bild 2: MindLW-Reiter Auslegung der Feuchteschutzlüftung

Der erforderliche Zuluftvolumenstrom aufgrund einer vorgegebenen Feuchtelast wird auf Basis der DIN/TS 4108-8 [5, Anhang H] (Feuchteschutzlüftung zur Vermeidung von Schimmelpilzbildung) ermittelt. Dabei gehen u.a. auch die Parameter Außenklima, Wärmedämmung 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

Der Zuluftvolumenstrom aufgrund einer vorgegebenen Fensteröffnung errechnet sich auf Basis der DIN/TS 4108-8 [5, Anhang G] für einseitige Fensterlüftung. In Erweiterung dieser Algorithmen wird berücksichtigt, dass der thermisch induzierte Volumenstrom durch das Fenster aufgrund der sich verringernden Temperaturdifferenz während der Lüftungsdauer abnimmt. Unter der Voraussetzung, dass sich die raumseitigen Oberflächentemperaturen in einer kurzen Lüftungsdauer aufgrund der thermischen Trägheit nicht verändern, wird auch berechnet, welche Raumlufttemperatur sich in einer relativ kurzen Zeit nach der Fensterlüftung wiedereinstellt. Zusammen mit der Lüftungsdauer erhält man die Zeit für den

Gesamtvorgang einer einmaligen Fensteröffnung und kann somit beurteilen, ob diese Art der Lüftung vor allem während einer Unterrichtseinheit zumutbar ist.

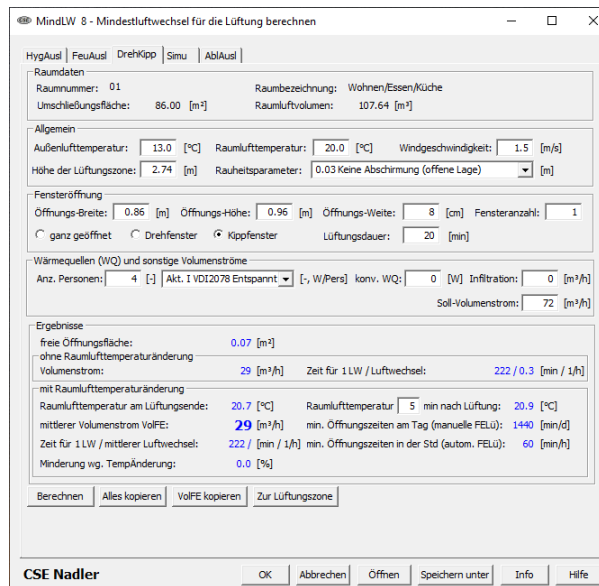


Bild 3: MindLW-Reiter Volumenstrom durch Dreh-/Kipp-Fenster

Mit diesem Reiter wird also auch überprüft, unter welchen Bedingungen eine Fensterlüftung möglich bzw. nicht möglich ist. Außerdem werden minimale Öffnungszeiten für den manuellen und automatisierten Tagesbetrieb angegeben.

## Simulation des Raumluftzustandes, Reiter Simu

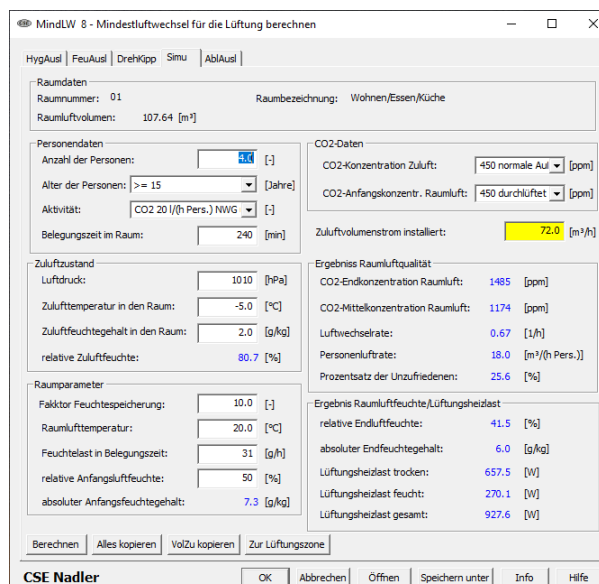


Bild 4: MindLW 8 Reiter Simulation der Raumluftqualität und -feuchte

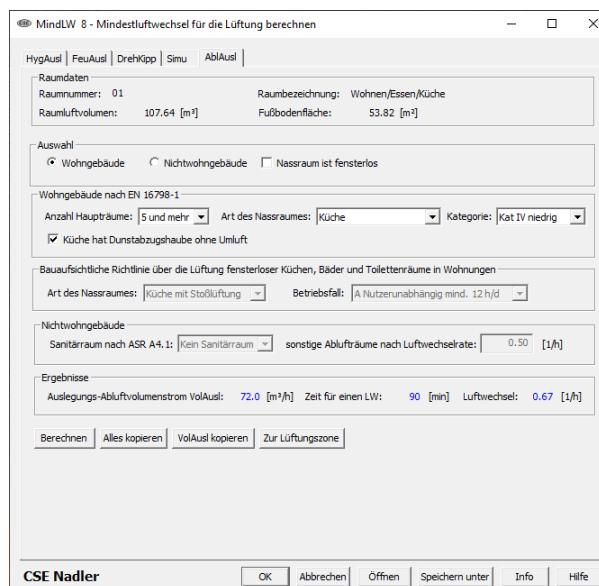
In diesem Reiter wird die sich einstellende CO<sub>2</sub>-Konzentration und Raumluftfeuchte bei einem ausgewählten bzw. installierbarem Zuluftvolumenstrom ermittelt. Die Stufung im Volumenstrom der erhältlichen Ventilatoren wird selten mit dem errechneten Wert übereinstimmen. Welche Raumluftqualität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

Wird der Zuluftvolumenstrom mit anderen Methoden berechnet, z.B. mit der DIN 1946-6

[6], kann hier auch eine Qualitätsprüfung 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



The screenshot shows the 'AblAusl' tab in the MindLW software. The window title is 'MindLW 8 - Mindestluftwechsel für die Lüftung berechnen'. The interface is divided into several sections:

- Raumdaten:** Raumnummer: 01, Raumbezeichnung: Wohnen/Essen/Küche, Raumluftvolumen: 107.64 [m³], Fußbodenfläche: 53.82 [m²].
- Auswahl:** Radio buttons for 'Wohngebäude' (selected), 'Nichtwohngebäude', and 'Nassraum ist fensterlos'.
- Wohngebäude nach EN 16798-1:** Anzahl Haupträume: 5 und mehr, Art des Nassraumes: Küche, Kategorie: Kat IV niedrig. A checked box indicates '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: 90 [min], Luftwechsel: 0.67 [1/h].

Buttons at the bottom include 'Berechnen', 'Alles kopieren', 'VolAusl kopieren', and 'Zur Lüftungszone'. The footer shows 'CSE Nadler' and standard window controls (OK, Abbrechen, Öffnen, Speichern unter, Info, Hilfe).

Bild 5: MindLW-Reiter Auslegung der Abluftvolumenströme

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 [7] 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 [8] entsprechen, wodurch auch die verminderten Brandschutzanforderungen bestehen bleiben. Für Nichtwohngebäude wird der Abluftvolumenstrom in Sanitäräumen gemäß ASR A4.1 [9] mit  $11 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$  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 Raumluftwechsel 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 DIN EN 16798-1 kann zur Verringerung der Geruchsdauer eine höhere Kategorie gewählt werden.

## Lüftungszone

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 Excel-Vorlage kopiert. 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 (Tabelle 1). Der Reiter mit dem höchsten erforderlichen Zu-/Abluftvolumenstrom je nach geforderter Lüftungsstufe sollte dabei gewählt werden.

Raumdaten				Volumenströme		Auslegungsgrundlage									
RaumNr.	Raumbezeichnung	Raumluftvolumen [m³]	Fußbodenfläche [m²]	Zuluft [m³/h]	Abluft [m³/h]	m³/h Pers.	ppm CO2	Schadstoffabf.	Feuchteabfuhr	Fensterlüftg	Wohnggeb. EN 16798-1	Wohnggeb. BauaufRichtl.	Nichtwohnggeb. ASR A4.1	Nichtwohnggeb. Luftwechselrate	installiert
R-1.1.04	Kinderzimmer	23.21	11.42	35			x	x							
R-1.1.06	Wohnzimmer/Küche	66.93	32.94	84			x	x							
R-1.1.05	Schlafzimmer	44.03	21.67	43			x	x							
R-1.1.07	Bad	12.23	6.02		38						x				

Tabelle 1: Zusammenstellung einer Lüftungszone mit Angabe der Auslegungsgrundlage.

## Planmäßige Strömungswege durch die Lüftungszone

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. Dadurch besteht die größtmögliche Flexibilität bei der Lüftungsplanung für moderne Grundrisse oder unterschiedliche Lüftungssysteme.

Im Blatt PlanWeg der Excel-Vorlage werden die Strömungswege durch Angabe der abgehenden Volumenströme aus einem Raum festgelegt. Damit erhält man die Auslegungsdaten für die Überströmluftdurchlässe oder die Volumenströme, welche in einen Abluft-kanal/-schacht strömen.

In Tabelle 2 ist ein Beispiel für eine ventilatorgestützte Wohnungslüftung mit einer Abluftanlage aufgeführt. Der Grundriss der Wohnung in einem Mehrfamilienhaus wurde der DIN/TS 4108-8 entnommen. Ebenso die Feuchtelasten. Freies Wäschetrocknen findet im Raum Wohnen statt. Gemäß dem Beispiel im Anhang H dieser Norm sollte die Auslegung nur für den Feuchteschutz erfolgen. Da aber aus Bad und Küche auch Gerüche abzuführen sind, ergeben sich bei einer Abluftanlage wesentlich höhere Volumenströme, welche aus der DIN EN 16798-1 hervorgehen.

Allein für den Feuchteschutz müsste man die sog. Zulufräume mit 70 m³/h auslegen, wobei Räume, die Überströmluft oder Luft aus einer Fensterlüftung erhalten, keine Zuluft zugewiesen bekommen. Bad und Küche verlangen aber fast das Doppelte, wodurch sich 130 m³/h ergeben. Diese 130 m³/h werden proportional auf die Zulufräume verteilt und im Flur gesammelt. Von dort aus strömen sie anteilig gemäß der Forderung aus der DIN EN 16798-1 in Bad und Küche in denen sich die jeweiligen Abluftschächte befinden.



Abluftanlage nach EN 16798-1 ausgelegt, Abstell mit Fensterlüftung

RaumNr.	Raumbezeichnung	Zuluft [m³/h]	Abluft [m³/h]	LtM Art	Abluft in/aus RaumNr. [m³/h]									
					01 Wohnen	02 Schlafen	03 Kind	04 Flur	05 Bad	06 Küche	07 Abstell			
01	Wohnen	42		ALD				77						
02	Schlafen	20		ALD				37						
03	Kind	9		ALD				16						
04	Flur			ÜberStröm					54	76				
05	Bad		54	Schacht					54					
06	Küche		76	Schacht						76				
07	Abstell	1		FELüftg							1			
<b>Summen</b>		<b>70</b>	<b>130</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>130</b>	<b>54</b>	<b>76</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Tabelle 2: Planmäßige Luftströmungswege durch die Lüftungszone mit einer Abluftanlage.

Der Raum Wohnen hat mit 42 m³/h eine mittlere CO<sub>2</sub>-Konzentration von 1859 ppm und es stellt sich eine relative Feuchte von ca. 37 % ein (s. Reiter Simu in Wohnung\_4108-8\Wohnen.INI). Durch die Erhöhung auf 77 m³/h ergeben sich 1254 ppm und ca. 25 % unter den gewählten Randbedingungen. Um zu trockene Raumluftzustände zu dezimieren, sollten weitere Maßnahmen in Betracht gezogen werden. Z.B. das freie Wäschetrocknen in einen weniger genutzten Raum verlegen oder eine raumweise Feuchteregelung vorzusehen. Die Volumenstromdrosselung bei sehr trockener Zuluft würde nur zu einem länger andauernden Luftaustausch in den Ablufträumen führen, was aus gesundheitlicher Sicht zu rechtfertigen wäre.

Dieses Beispiel zeigt, dass die Luftströmungswege innerhalb eine Lüftungszone je nach Lüftungssystem und Grundriss sehr unterschiedlich sein können und projektorientiert geplant werden müssen. Weiterhin bietet MindLW die Möglichkeit, das gewählte Lüftungssystem hinsichtlich verschiedener Randbedingungen zu untersuchen, um ggf. die Planung zu optimieren.

## Installation von MindLW 8

Es erfolgt kein Eingriff in das Betriebssystem, wie z.B. in die Windows-Registrierung.

1. Die Datei MindLW\_8.zip in ein beliebiges Verzeichnis entzippen.
2. Grundsätzlich müssen vor einer Berechnung die Raumdaten im Reiter HygAusl eingegeben werden und danach ist auf den Button <Berechnen> zu drücken. Dann können auch Berechnungen in den anderen Reitern durchgeführt werden. Hierzu MindLW.exe starten und die vorhandenen Raumdaten überschreiben.
3. Mit <Speichern unter> kann man eine Datei für den berechneten Raum in einem beliebigen Verzeichnis anlegen. Der Dateiname MindLW.INI im Verzeichnis von MindLW.exe ist die Vorlagendatei, die bei jedem Start automatisch geladen wird.
4. Der Button <Hilfe> ruft die Datei MindLW.pdf auf, die eine Bedienungsanleitung für die Version 6.0 enthält. Hier kann man durch einen Klick auf ein Thema im Inhalts- oder im Stichwortverzeichnis zum gesuchten Thema schnell gelangen.
5. Zum Deinstallieren einfach das angelegte Verzeichnis löschen.

## Literatur

- [1] 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.

- [2] VDI 6040 Blatt 2:2015-09: Raumlufttechnik - Schulen - Ausführungshinweise (VDI-Lüftungsregeln, VDI-Schulbaurichtlinien).
- [3] Nadler, N.: Das Softwaretool „MindLW 8“. Mindestluftwechsel für die Lüftung berechnen. Teil 1: tab 11/2021, S. 46-47, Teil 2: tab 12/2021, S. 35-36.
- [4] 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.
- [5] DIN/TS 4108-8:2021-??: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 8: Vermeidung von Schimmelwachstum in Wohngebäuden
- [6] DIN 1946-6:2019-12: Raumlufttechnik — Teil 6: Lüftung von Wohnungen — Allgemeine Anforderungen, Anforderungen an die Auslegung, Ausführung, Inbetriebnahme und Übergabe sowie Instandhaltung.
- [7] 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.
- [8] DIN 18017-3:2009-09: Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster - Teil 3: Lüftung mit Ventilatoren
- [9] ASR A4.1:2017: Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR) – Sanitärräume. Ausschuss für Arbeitsstätten – BAuA – [www.baua.de](http://www.baua.de).
- [10] Anforderungen an Lüftungskonzeptionen in Gebäuden – Teil I: Bildungseinrichtungen. Bundesgesundheitsblatt 2018 · 61:239–248. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau 2018