



# Anlage

## Festlegung Luftqualität und Filterauswahl nach DIN EN 16798

<b>Projekt:</b>	Offene Schule Waldau - Kassel
<b>Projektnummer:</b>	1126-22-003
<b>Auftraggeber:</b>	Stadt Kassel Immobilien GmbH & Co. KG
<b>Status:</b>	Entwurfsplanung
<b>Datum:</b>	25.08.2023
<b>Autor:</b>	i.A.

## Planung von Lüftungsanlagen nach DIN EN 16798-1/-3

1. Auslegung des Luftvolumenstroms hinsichtlich Raumlufthausqualität gem. DIN EN 16798-1 (2022-03)
2. Auslegung des Luftvolumenstroms basierend auf thermischer Last und feuchten Last gem. DIN EN 16798-3 (2017-11)
3. Auslegung des Luftvolumenstroms für Ablufträume gem. PD CEN/TR 16798-4 (2017)
4. Klassifizierung der Außenluft und Zuluft sowie Filterauswahl gem. DIN EN 16798-1, 16798-3, VD6022-1
5. Luftmengenberechnung

### 1. Auslegung des Luftvolumenstroms hinsichtlich Raumlufthausqualität

Eingangswerte für die Auslegung des Lüftungsvolumenstroms hinsichtlich Innenraumqualität werden durch folgende Kategorisierung angegeben.

DIN EN 16798-1: 2022-03 / Tab. 4 / Tab. NA.1

Kategorie	nach DIN EN ISO 7730	Maß an Erwartungen
I	A	Hoch; auch empfohlen für Räume, in denen sich sehr empfindliche und anfällige Personen mit besonderen Bedürfnissen aufhalten, z.B. mit einigen Behinderungen, kranke Personen, sehr kleine Kinder und ältere Personen, zur Erhöhung der Zugänglichkeit
<b>II</b>	<b>B</b>	<b>Mittel</b>
III	C	Moderat
IV	-	Niedrig

gewählt durch SWECO:

### Verfahren 1 - Auslegung auf der Grundlage der wahrgenommenen Luftqualität

DIN EN 16798-1: 2022-03 / Tab. NA.6 Auslegungs-Außenluftvolumenstrom für unangepasste Personen zur Verdünnung von menschlichen Emissionen (biologischen Ausdünstungen) für unterschiedliche Kategorien

Kategorie	Vorausgesagter Prozentsatz Unzufriedener	Außenluftvolumenstrom je unangepasste Person l/s (je Person)
I	15	10
<b>II</b>	<b>20</b>	<b>7</b>
III	30	4
IV	40	2,5

DIN EN 16798-1: 2022-03 / Tab. NA.7 Auslegungs-Außenluftvolumenstrom zur Verdünnung von Gebäudeemissionen

Kategorie	Sehr schadstoffarmes Gebäude l/(sm <sup>2</sup> )	Schadstoffarmes Gebäude l/(sm <sup>2</sup> )	Nicht schadstoffarmes Gebäude l/(sm <sup>2</sup> )
I	0,5	1,0	2,0
<b>II</b>	<b>0,35</b>	<b>0,7</b>	<b>1,4</b>
III	0,2	0,4	0,8
IV	0,15	0,3	0,6
Mindestwert* der Gesamt-Lüftungsrate	4 l/s je Person	4 l/s je Person	4 l/s je Person

gewählt durch SWECO:

\* Aus gesundheitlichen Gründen darf der Mindest-Außenluftvolumenstrom nicht geringer als 4 l/s je Person sein.

Der berechnete Auslegungs-Außenluftvolumenstrom ergibt sich aus der Summe der "Lüftung zum Verdünnen/Entfernen der Verunreinigung durch Nutzer (biologische Ausdünstungen)" und "Lüftung zum Verdünnen/Entfernen der Verunreinigung durch das Gebäude und dessen Anlagen".



## Verfahren 2 - Verfahren unter Anwendung von Grenzwerten der Stoffkonzentration

Die Auslegungs-Außenluftvolumenströme werden anhand einer Massenbilanzierung für die Stoffkonzentration im Raum unter Berücksichtigung der Konzentration in der Außenluft berechnet.

Wenn CO<sub>2</sub> als Leitgas für die Personenbelegung bzw. menschliche Nutzung verwendet wird, werden die Standard-Grenzwerte in Tabelle NA.9 eingetragen.

**DIN EN 16798-1: 2022-03 / Tab. NA.9** - Standardauslegungswerte für die CO<sub>2</sub>-Konzentration oberhalb der Konzentration in Außenluft

Kategorie	Entsprechende CO <sub>2</sub> -Konzentration oberhalb der Konzentration in Außenluft, in ppm, für unangepasste Personen <sup>a)</sup>
I	350
<b>II</b>	<b>550</b>
III	900
IV	1.350

a) Bei CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Raumluft von mehr als 1.000 ppm sind bei Arbeitsstätten die Maßnahmen nach der Technischen Regel für Arbeitsstätten Lüftung (ASR A3.6) zu beachten.

Für die in Tabelle NA.9 aufgeführten Werte sind folgende Randbedingungen verwendet worden:

- Personenbezogene CO<sub>2</sub>-Emission von 20 l/(h je Person)
- 1 Person je 5m<sup>2</sup> Grundfläche in einem schadstoffarmen Gebäude

## Verfahren 3 - Verfahren auf der Grundlage vorgegebener Außenluftvolumenströme

Dieses Verfahren ist laut DIN EN 16798-1: 2022-03 / NA.5.1.4 nicht anzuwenden.

### Hinweis - Luftvolumenstrom während Nichtbelegungszeiten

Der Luftvolumenstrom kann während Nichtbelegungszeiten auf Null reduziert werden, wenn vor Belegungsbeginn das Raumluftvolumen mindestens einmal durch Außenluft ausgetauscht wurde.

Die nachfolgende Auslegung der Luftvolumenströme hinsichtlich der Luftqualität basiert auf dem(n)

Verfahren

## 2. Auslegung des Luftvolumenstroms basierend auf Heiz-, Kühllast, Be- und Entfeuchtung

Der erforderliche Luftvolumenstrom für Heizung oder Kühlung wird nach der folgenden Gleichung berechnet: (DIN EN 16798-3: 2017-11 / Gl.16)

$$q_{v,SUP} = \frac{\phi}{\rho \times c_p \times (\vartheta_{a,IDA} - \theta_{SUP})}$$

Dabei ist

q <sub>v,SUP</sub>	der Zuluftvolumenstrom, in m <sup>3</sup> /s
ϕ	die Heiz- / Kühllast, in W
ρ	die Luftdichte, in kg/m <sup>3</sup>
c <sub>p</sub>	die Wärmekapazität der Luft, in J/(kg·K)
θ <sub>a,IDA</sub>	die Temperatur der Raumluft, in °C
θ <sub>SUP</sub>	die Temperatur der Zuluft, in °C



Der erforderliche Luftvolumenstrom für Be- und Entfeuchtung wird nach der folgenden Gleichung berechnet:  
(DIN EN 16798-3: 2017-11 / Gl.17)

$$q_{V,SUP} = \frac{\dot{m}_h \times v_{SUP}}{x_{IDA} - x_{SUP}}$$

Dabei ist

- $q_{V,SUP}$  der Zuluftvolumenstrom, in m<sup>3</sup>/s
- $\dot{m}_h$  die Luftfeuchtelast, in kg/s
- $v_{SUP}$  das spezifische Volumen der Zuluft, in m<sup>3</sup>/kg Trockenluft
- $x_{IDA}$  die spezifische Feuchte der Raumluft, in kg/kg Trockenluft
- $x_{SUP}$  die spezifische Feuchte der Zuluft, in kg/kg Trockenluft

### Hinweis - Empfohlene Kriterien für die Bemessung der Be- und Entfeuchtung

Bei Gebäude, die keinen anderen Anforderungen als denen der menschlichen Nutzung unterliegen (z.B. Büros, Schulen und Wohngebäude), ist eine Be- und Entfeuchtung gewöhnlich nicht erforderlich.

Gewöhnlich ist eine Be- oder Entfeuchtung nur in speziellen Gebäude, wie z.B. in Museen, in einigen Gesundheitseinrichtungen, in der Prozesssteuerungs- und Papierindustrie usw., erforderlich. Für den Einsatz von Be- oder Entfeuchtung werden in DIN EN 16798-1: 2022-03 / Tab. NA.10 angegebenen Werte als Auslegungswerte und Auslegungsbedingungen empfohlen.

**DIN EN 16798-1: 2022-03 / Tab. NA.10** - Beispiel für empfohlene Auslegungskriterien für die Luftfeuchte in genutzten Räumen, wenn Be- oder Entfeuchtungsanlagen eingebaut sind

Gebäude/Raumtyp	Kategorie	Auslegungswert der relativen Luftfeuchte für Entfeuchtung	Auslegungswert der relativen Luftfeuchte für Befeuchtung
Räume, deren Feuchtekriterien durch menschliche Nutzung bestimmt werden. Spezielle Räume (Museen, Kirchen usw.) können andere Grenzwerte erfordern.	I	50%	40%
	II	60%	30%
	III	70%	20%

Dabei muss die absolute Luftfeuchte auf 11,5 g/kg begrenzt werden.

### 3. Auslegung des Luftvolumenstroms für Ablufträume

Für Küchen und Hygienenräume sind Abluftvolumenströme nach nationalen Festlegungen auszulegen. Stehen keine Angaben zur Verfügung, sind die untenstehenden Standardauslegungswerte zu verwenden.

**PD CEN/TR 16798-4: 2017 / Tab. 9**

Nutzungsart	Einheit	üblicher Bereich	Standardwert für die Auslegung
Küche			
- einfache Nutzung (z.B. Küchen zum Zubereiten von Heißgetränken)	l·s <sup>-1</sup>	> 20	30
- professionelle Nutzung	a	a	a
Toilette/Waschraum <sup>b</sup>			
- je WC oder Urinal	l·s <sup>-1</sup>	> 6,7	15
- je Bodenfläche	l·s <sup>-1</sup> ·m <sup>-2</sup>	> 1,4	3

a Die Abluftvolumenströme für Küchen sind entsprechend der jeweiligen Situation auszulegen.

b Mindestens 50% der Zeit in Benutzung. Bei kürzeren Betriebszeiten sind höhere Volumenströme erforderlich. Bei Abführung direkt am WC sind niedrigere Werte möglich (üblicher Wert: 3 bis 6 l·s<sup>-1</sup> je WC oder Urinal).



**4. Klassifizierung der Außen- und Zuluft sowie Filterauswahl**

DIN EN 16798-1: 2022-03 / Tab. B6-1 / PD CEN/TR 16798-4: 2017 / Tab. 6

	WHO-Richtwerte für Verunreinigung in der Außenluft (2005)	Wetterstation Kassel Mitte (übertragbar auf Standort des Objektes)
		Quelle: Messwerte vom Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, 2021
SO <sub>2</sub>	max. 10-min-Mittelwert: 500 µg/m <sup>3</sup>	6,8
	max. 24-h-Mittelwert: 20 µg/m <sup>3</sup>	1,5
	Faktor über Grenzwert	<1
O <sub>3</sub>	max. 8-h-Mittelwert: 100 µg/m <sup>3</sup>	156,7
	Faktor über Grenzwert	>1,5
NO <sub>2</sub>	max. 1-h-Mittelwert: 200 µg/m <sup>3</sup>	92,7
	Jahresmittelwert: 40 µg/m <sup>3</sup>	16,0
	Faktor über Grenzwert	<1
Feststoff PM <sub>2,5</sub>	max. 24-h-Mittelwert: 25 µg/m <sup>3</sup>	30,8
	Jahresmittelwert: 10 µg/m <sup>3</sup>	11,7
	Faktor über Grenzwert	<1,5
Feststoff PM <sub>10</sub>	max. 24-h-Mittelwert: 50 µg/m <sup>3</sup>	63,1
	Jahresmittelwert: 20 µg/m <sup>3</sup>	14,5
	Faktor über Grenzwert	<1,5
<b>ODA Klasse (G-gasförmig SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>)</b>		<b>ODA 3</b>
<b>ODA Klasse (P-partikelförmig PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>)</b>		<b>ODA 2</b>

DIN EN 16798-3: 2017 / Tab. 8 Klassifizierung von Außenluft (ODA)

Partikel	Gas	Beschreibung
ODA 1 (P)	ODA 1 (G)	Außenluft, die nur zeitweise staubbelastet sein darf (z.B. Pollen)
<b>ODA 2 (P)</b>	ODA 2 (G)	Außenluft mit hoher Konzentration an Staub oder Feinstaub und/oder gasförmigen Verunreinigungen
ODA 3 (P)	<b>ODA 3 (G)</b>	Außenluft mit sehr hoher Konzentration an gasförmigen Verunreinigungen und/oder Staub oder Feinstaub

DIN EN 16798-3: 2017 / Tab. 9 Klassifizierung von Zuluft

Kategorie	Beschreibung
SUP 1	Zuluft mit sehr geringer Konzentration an Staub oder Feinstaub und/oder gasförmigen Verunreinigungen
<b>SUP 2</b>	<b>Zuluft mit geringer Konzentration an Staub oder Feinstaub und/oder gasförmigen Verunreinigungen</b>
SUP 3	Zuluft mit mäßiger Konzentration an Staub oder Feinstaub und/oder gasförmigen Verunreinigungen
SUP 4	Zuluft mit hoher Konzentration an Staub oder Feinstaub und/oder gasförmigen Verunreinigungen
SUP 5	Zuluft mit sehr hoher Konzentration an Staub oder Feinstaub und/oder gasförmigen Verunreinigungen

gewählt durch SWECO: SUP 2 ▼



DIN EN 16798-3:2017 / Tab. 16 Mindestabscheidegrad basierend auf der Außenluftqualität (Feinstaub)

Außenluftqualität	Zuluftqualität					
	SUP 1		SUP 2	SUP 3	SUP 4	SUP 5
ODA (P) 1	88% <sup>a</sup>	80% <sup>a</sup>	80% <sup>a</sup>	80% <sup>a</sup>	-	-
<b>ODA (P) 2</b>	96% <sup>a</sup>	88% <sup>a</sup>	<b>80%<sup>a</sup></b>	80% <sup>a</sup>	60%	
ODA (P) 3	99% <sup>a</sup>	96% <sup>a</sup>	92% <sup>a</sup>	80% <sup>a</sup>	80%	

<sup>a</sup> Kombiniertes mittleres Abscheidegrad für eine Filterstufe oder für mehrere Filterstufen entsprechend dem in DIN EN ISO 16890 festgelegten mittleren Abscheidegrad

DIN EN 16798-3:2017 / Tab. B3, empfohlene Mindestfilterklassen nach DIN EN ISO 16890-1 und VDI 6022-1:2018-01

Außenluftqualität		Zuluftqualität				
		SUP 1	SUP 2	SUP 3	SUP 4	SUP 5
ODA (P) 1	2-stufig	ISO ePM <sub>10</sub> 50% + ISO ePM <sub>1</sub> 60%	ISO ePM <sub>10</sub> 50% + ISO ePM <sub>1</sub> 50%			
	1-stufig	ISO ePM <sub>1</sub> 70%	ISO ePM <sub>1</sub> 50%	ISO ePM <sub>1</sub> 50%	ISO ePM <sub>1</sub> 50%	
<b>ODA (P) 2</b>	<b>2-stufig</b>	ISO ePM <sub>1</sub> 50% + ISO ePM <sub>1</sub> 60%	<b>ISO ePM<sub>10</sub> 50% + ISO ePM<sub>1</sub> 60%</b>			
	<b>1-stufig</b>	ISO ePM <sub>1</sub> 80%	<b>ISO ePM<sub>1</sub> 70%</b>	ISO ePM <sub>1</sub> 50%	ISO ePM <sub>1</sub> 50%	ISO ePM <sub>10</sub> 50%
ODA (P) 3	2-stufig	ISO ePM <sub>1</sub> 50% + ISO ePM <sub>1</sub> 80%	ISO ePM <sub>1</sub> 50% + ISO ePM <sub>1</sub> 60%	ISO ePM <sub>2,5</sub> 50% + ISO ePM <sub>1</sub> 50%		
	1-stufig	ISO ePM <sub>1</sub> 90%	ISO ePM <sub>1</sub> 80%	ISO ePM <sub>1</sub> 70%	ISO ePM <sub>1</sub> 50%	ISO ePM <sub>1</sub> 50%

DIN EN 16798-3: 2017 / Tab. 17 Verwendung von Gasfiltern zusätzlich zu Partikelfiltern bei gasförmigen Verunreinigungen in der Außenluft

Außenluftqualität	Zuluftqualität				
	SUP 1	SUP 2	SUP 3	SUP 4	SUP 5
ODA (G) 1	empfohlen				
ODA (G) 2	erforderlich	empfohlen			
<b>ODA (G) 3</b>	erforderlich	<b>erforderlich</b>	empfohlen		

G=Gasfilter; sollte berücksichtigt werden, wenn die Auslegungsqualität der Zuluft über der Auslegungsqualität der Außenluft liegt  
Die Auslegung sollte nach EN ISO 10121-1 und EN ISO 10121-2 erfolgen.

**Berechnung der einzelnen Räume und Zusammenstellung der Lüftungsanlage siehe "Zusammenstellung Luftmengen"**