

## Volumenstrombestimmung

Die einem Raum zu- bzw. abzuführende Luftmenge hängt in starkem Maße von der Nutzung und Schadstoff- bzw. Geruchsbelästigung ab. In industriellen und gewerblichen Anlagen kann der Luftmengenbedarf auch durch anfallende Prozesswärme bestimmt sein.

### Volumenstromermittlung über die Luftwechselzahl

Luftwechselzahlen (s. Tabelle 1) sind Erfahrungswerte ohne besondere Belastungen durch Schadstoffe und Verunreinigungen.

$$V = V_R \cdot LW/h \quad [m^3/h]$$

$V_R$ : Raumvolumen  $m^3$   
 LW: Luftwechsel 1/h aus Tabelle 1

### Volumenstromermittlung über die Personenzahl (DIN 1946 T.2)

In Räumen mit zusätzlicher Belastung (z.B. Tabakrauch) sind die Werte pro Person um  $20 m^3/h$  zu erhöhen (siehe Tabelle 2).

$$V = P \cdot A_{RP} \quad [m^3/h]$$

P: Personenzahl  
 ARP: Außenlufttrate je Person aus Tabelle 2

### Volumenstromermittlung über max. zul. Luftverunreinigung (MAK-Werte) (siehe Tabelle 3)

$$V = \frac{M}{k_{MAK} - k_a} \quad [m^3/h]$$

M: stündlich anfallende Schadstoffmenge  $mg/h$   
 $k_{MAK}$ : max. zulässige Schadstoffkonzentration  $mg/m^3$  (aus MAK Tabelle 3)  
 $k_a$ : Schadstoffanteil der Zuluft  $mg/m^3$  (MAK-Werttabelle v. C. Hermanns Verlag, Köln)

Die Volumenstrombestimmung kann nach verschiedenen Kriterien anhand der nachfolgenden Formeln und Tabellen erfolgen. Falls zur Berechnung mehrere Kriterien herangezogen werden können, ist von der ungünstigsten Annahme auszugehen.

### Volumenstromermittlung zur Feuchtigkeitsbeseitigung

$$V = \frac{G}{(x_2 - x_1) \cdot \rho} \quad [m^3/h]$$

G: Wassermenge  $g/h$   
 $x_2$ : Wassergehalt der Abluft  $g \text{ Wasser} / kg \text{ Luft}$   
 $x_1$ : Wassergehalt der Zuluft  $g \text{ Wasser} / kg \text{ Luft}$   
 $\rho$ : Luftdichte  $kg/m^3$  (Luft  $20^\circ C$ ,  $1013 \text{ mbar} = 1,2 \text{ kg/m}^3$ )

### Volumenstromermittlung zur Wärmeabführung

$$V = \frac{Q \cdot 3600}{\rho \cdot c_p \cdot \Delta T} \quad [m^3/h]$$

Q: abzuführende Wärmeleistung  $kW$   
 $c_p$ : spez. Wärme der Luft  $kJ/(kg \cdot K)$  (Luft  $20^\circ C$ :  $c_p = 1$ )  
 $\Delta T$ : Temperaturdifferenz zwischen Außenluft (Frischlufte) und erwärmter Luft  $K$   
 $\rho$ : Luftdichte  $kg/m^3$  (Luft  $20^\circ C$ ,  $1013 \text{ mbar} = 1,2 \text{ kg/m}^3$  ( $1 \text{ kWh} = 3600 \text{ kJ}$ ))

### Ermittlung der Heizleistung zur Erwärmung der Außenluft

$$\dot{Q}_L = \frac{V \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta T}{3600} \quad [kW]$$

$\dot{Q}_L$ : Lüftungswärme/Heizleistung  $kW$   
 V: Volumenstrom  $m^3/h$   
 $\rho$ : Luftdichte  $1,2 \text{ kg/m}^3$  ( $20^\circ C$ )  
 $c_p$ : Spez. Wärme  $kJ/(kg \cdot K)$   
 $\Delta T$ : Temperaturdifferenz (K) zwischen  $\vartheta_i$  Raumtemperatur und  $\vartheta_a$  Außentemperatur

**Tabelle 1:**  
**Luftwechselzahl und Schalldruck (empfohlene Richtwerte) (nach VDI 2081)**

Raumart	LW/h	max. $L_{na}$ [dB(A)]	Bemerkung
WC in Wohnungen	4 - 5	40	Entlüftung
gewerblich/öffentlich	5- 15	50	Entlüftung
Akkuräume	5- 10	70	„Ex“ erforderlich
Baderäume	5- 7	45	Vorwärmung Zuluft
Büroräume	4- 8	45	
Duschräume	15-25	65-70	Vorwärmung Zuluft
Färbereien/Beizereien	5-15	70	„Ex“ prüfen,
Farbspritzräume	25-50	70	„Ex“ erforderlich
Garagen	ca. 5	70	Entlüftung
Garderoben	4 - 6	50	
Gaststätten, Casinos	8- 12	40-55	Be- und Entlüftung
Gießereien	8- 15	80	Entlüftung Wärmebil.
Hörsäle	6- 8	35-40	Be- und Entlüftung
Kinos und Theater	5 - 8	35 / 25	Be- und Entlüftung
Klassenräume	5- 7	40	
Konferenzräume	6- 8	45	
Küchen privat	15-25	45-50	Entlüftung
Küchen gewerblich	15-30	50-60	Entlüftung
Laboratorien	8- 15	60	Entlüftung, Ex,
Lackierräume	10-20	70	„Ex“ erforderlich
Maschinensäle	10-40	60-80	Wärmebilanz erst.
Montagehallen	4- 8	60-70	
Plättereien	8- 12	60	Entlüftung Wärmebil.
Schweißereien	20-30	70-80	Arbeitsplatz-absaug.
Schwimmballen	3- 4	50	Vorwärmung Zuluft
Sitzungszimmer	6- 8	40	
Umkleideräume	6- 8	60	Entlüftung
Turnhallen	4- 6	50	
Verkaufsräume	4- 8	50-60	
Versammlungsräume	5- 10	45	
Wartezimmer	4- 6	45	
Wäschereien	10-20	60-70	Wärmebilanz erst.
Werkstätten mit:			
- hoher Luftverschlechterung	10-20	60-70	
- geringer Luftverschlechterung	3- 6	60-70	
Wohnräume	3 - 6	tags 40/nachts 30	

**Tabelle 2:**  
**Außenlufttrate pro Person auf Raumart (DIN 1946, T. 2)**

Raumart	$m^3/h$ x Personen	Raumart	$m^3/h$ x Personen
Einzelbüro	40	Lesesaal	20
Großraumbüro	60	Klassenraum	30
Theater, Konzert	20	Hörsaal	30
Kantine	30	Messehalle	30
Konferenzraum	20	Verkaufsraum	20
Kino	30	Museum	30
Festsaal	30	Gaststätte	40
Ruheraum	30	Hotelzimmer	40
Pausenraum	30	Turn- und Sporthalle mit Zuschauern	30

**Tabelle 3:**  
**Auszug MAK-Werttabelle**

Schadstoffe	$Cm^3/m^3$	$Mg/m^3$	Schadstoffe	$Cm^3/m^3$	$Mg/m^3$
Aceton	1000	2400	Formaldehyd	0,1	1,2
Ammoniak	50	35	HCL	5	7
Asbeststaub	-	2	Jod	0,1	1
Blei	-	0,1	Methanol	200	260
Butan	1000	2350	Nicotin	0,07	0,5
Chlor	0,5	1,5	$NO_2$	5	9
Chromate	-	0,1	Propan	1000	1800
CO	30	33	PVC	3	8
$CO_2$	5000	9000	Salpetersäure	10	25