

## Kennwerte – Luftwechsel

### 1. Kurzinfo

Der Luftwechsel oder die Luftwechselrate (meist  $n$ ) ist ein Maß dafür, wie oft das beheizte Luftvolumen mit Außenluft in einer Zeiteinheit ausgetauscht wird.

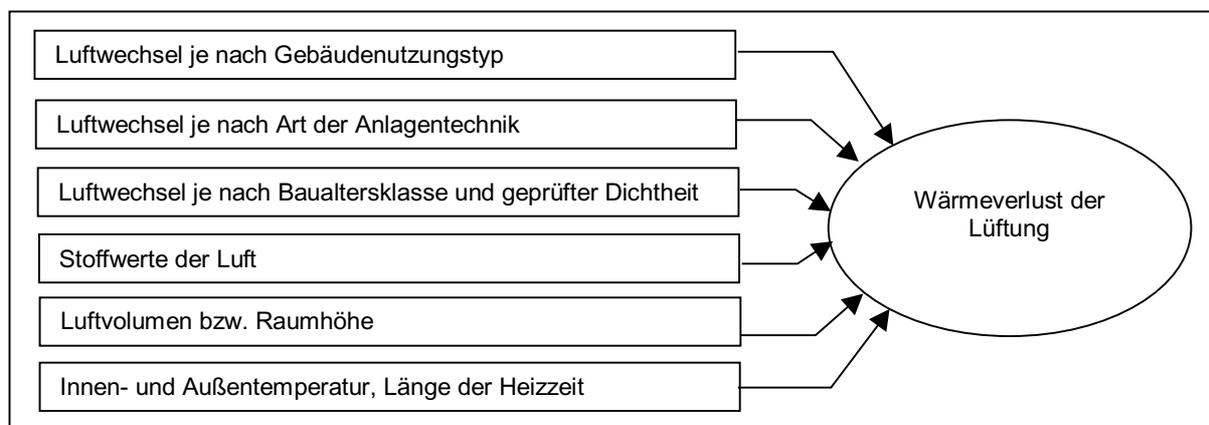
Der Luftwechsel ist eine Überlagerung von Fugen- und Fensterlüftung sowie dem Anlagenluftwechsel, wenn eine Lüftungsanlage vorhanden ist. Er wird also von der Güte des Gebäudes, dem Nutzerverhalten und der Anlagentechnik bestimmt. Aufgrund der verschiedenen Verursacher wird bei der Bestimmung des Luftwechsels in verschiedene Teil-Luftwechsel unterschieden. Diese Unterteilungen sind jedoch für verschiedene Bilanzverfahren unterschiedlich.

Im allgemeinen weisen alle Bilanzverfahren den mechanischen bzw. Anlagenluftwechsel aus. Der übrige Luftwechsel - eine Mischung der Einflüsse von Gebäudeundichtheiten und Nutzer - wird entweder als Restluftwechsel oder natürlicher Luftwechsel bezeichnet.

Im Verlauf eines Jahres ist der Gesamtluftwechsel nicht konstant. Aufgrund des thermischen Antriebs ist der Luftaustausch durch Gebäudeundichtheiten im Winter am größten. Der Nutzer überlagert dieses physikalische Phänomen, da von allem in den Übergangsjahreszeiten ein hohes Bedürfnis nach Lüftung besteht. Insgesamt ist der Gesamtluftwechsel am kleinsten im Winter bei kalten Außentemperaturen und größer in den Übergangsjahreszeiten Frühjahr und Herbst. In einer Energiebilanz wird üblicherweise mit einem Mittelwert gerechnet.

### 2. Lüftungswärmeverluste

Die spezifische Lüftungsheizlast oder nach EnEV Lüftungswärmeverlust (meist  $H_V$ ) ist wie die spezifische Transmissionsheizlast ein zusammengesetzter Energiekennwert ( $W/K$ ). Sie wird bestimmt durch den zugrunde gelegten Luftwechsel, die Größe des belüfteten Volumens und die Stoffeigenschaften der Luft. Dies sind die Dichte und die spezifische Wärmespeicherkapazität.



Der Lüftungswärmeverlust oder nach EnEV Lüftungswärmebedarf (meist  $Q_V$ , auch  $Q_L$ ) wird von der spezifischen Lüftungsheizlast und der Gradtagszahl  $G_t$  ( $\rightarrow$  siehe [Außentemperatur](#)) bestimmt.

### 3. Kennwerte

Für Gebäude ohne mechanische Lüftungsanlagen wird der Gesamtluftwechsel  $n$  wie folgt abgeschätzt:

$$n = n_{\text{nat}} + \Delta n .$$

Für Gebäude mit Lüftungsanlagen gilt der folgende Zusammenhang:

$$n = (n_{\text{Anl}} + n_{\text{Rest}}) + \Delta n .$$

Luftwechsel, in [h <sup>-1</sup> ]								
	Lüftung ohne Lüftungsanlage			Lüftung mit Lüftungsanlage				
	natürlicher Luftwechsel $n_{\text{nat}}$			mechanischer Luftwechsel $n_{\text{Anl}}$			Restluftwechsel $n_{\text{Rest}}$	
Gebäudenutzungstyp	in der Nutzungszeit	außerhalb der Nutzungszeit	Mittelwert	in der Nutzungszeit	außerhalb der Nutzungszeit	Mittelwert	bei bestandener Dichtheitsprüfung (n50 <= 1,0)	bei nicht bestandener Dichtheitsprüfung
EFH	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,1	0,2
Krankenhaus	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,1	0,2
MFH	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,1	0,2
Verkauf	1,0	0,2	0,5	0,8	0,0	0,3	0,1	0,2
Industrie	1,0	0,2	0,4	0,8	0,8	0,8	0,1	0,2
Verwaltung	1,0	0,2	0,4	0,8	0,0	0,2	0,1	0,2
Restaurants	1,0	0,2	0,4	0,8	0,0	0,2	0,1	0,2
Schulen	1,0	0,2	0,4	0,8	0,0	0,2	0,1	0,2
Bühnen/Säle	0,6	0,2	0,4	0,4	0,0	0,2	0,1	0,2
Bäder	0,5	0,1	0,3	0,4	0,0	0,2	0,1	0,2
Lager	0,4	0,2	0,3	0,2	0,0	0,1	0,1	0,2
Sport	0,5	0,1	0,2	0,4	0,0	0,1	0,1	0,2

Natürlicher Luftwechsel, Anlagenluftwechsel und Restluftwechsel für ein Niedrigenergiegebäude

Der Differenzluftwechsel wird mit Hilfe der Baualtersklasse bestimmt. Wenn nachträgliche Sanierungen - insbesondere der Fenster - erfolgt sind, sollten die Werte kritisch überprüft werden.

Baualtersklasse	Differenzen für Luftwechsel $\Delta n$ , in [h <sup>-1</sup> ]
"vor 77"	+0,2 ... +0,3
"77-82" und "82-95"	+0,1 ... +0,2
"WSchV"	±0,0 ... +0,1
"NEH" und ggf. "UNEH"	±0,0
"PH" und "UNEH"	-0,1 ... +0,0

Differenzluftwechsel je nach Baualtersklasse

Quelle: Jagnow/Horschler/Wolff EnEV Buch 2002

Nutzungstyp	Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus	Heime/Herbergen	Verwaltung	Rechenzentren	Bereitschaftsdienste	Schulen (allgemein)	Grundschulen	Berufsschulen	Tagesstätten	Sporthallen	Bäder**	Säle/Bühnen	Laborgebäude	Krankenhäuser	Verpflegungseinrichtungen	Produktions-/Werksstätten
<u>bei natürlicher Lüftung (Fenster und Fugen):</u>																	
mittl. Luftwechsel in Nutzungszeit	0,6	0,6	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,6	1,0	0,6	1,0	1,0
mittl. Luftwechsel außerhalb Nutzungszeit	0,6	0,6	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,6	0,2	0,2
mittl. natürlicher Luftwechsel in Heizzeit	0,60	0,60	0,60	0,43	0,43	1,00	0,37	0,30	0,37	0,43	0,20	0,27	0,37	0,43	0,60	0,38	0,43
<u>bei mechanischer Lüftung:</u>																	
mechanischer Luftwechsel in Nutzungszeit (Mittelwert)	0,5	0,5	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,4	0,4	0,4	0,8	0,6	0,8	0,8
mechanischer Luftwechsel außerhalb Nutzungszeit (Mittelwert)	0,5	0,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6	0,0	0,2
Restluftwechsel durch Undichtigkeiten (ohne Drucktest)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Restluftw. durch Undichtigk. bei erfolgreichem Drucktest	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
mittlerer mechanischer Luftwechsel in Heizzeit	0,50	0,50	0,60	0,23	0,23	0,80	0,17	0,10	0,17	0,23	0,10	0,17	0,17	0,37	0,60	0,18	0,37

Quelle: Standardnutzungsdaten LEG, IWU

Zeitliches Mittel für Luftwechsel in der Heizzeit in 1/h						
		Wohnen	Heime	Verwaltung <sup>1</sup>	Schule <sup>2</sup>	andere
natürlicher Luftwechsel (Fenster + Fugen)	n	0,6	0,6	0,43 <sup>3</sup>	0,37 <sup>3</sup>	genauere Berechnung
mechanischer Luftwechsel	n <sub>Anlage</sub>	0,4	0,4	0,23 <sup>4</sup>	0,17 <sup>4</sup>	genauere Berechnung

<sup>1</sup>) Nutzungszeit: 69% der Heizzeit

<sup>3</sup>) während Nutzung 1,0 h<sup>-1</sup>; außerhalb 0,2 h<sup>-1</sup>

<sup>2</sup>) Nutzungszeit: 52% der Heizzeit

<sup>4</sup>) während Nutzung 0,8 h<sup>-1</sup>; außerhalb 0,0 h<sup>-1</sup>

Restluftwechsel n <sub>Rest</sub> durch Undichtigkeiten in 1/h	
ohne Drucktest	0,2
mit bestandenem Drucktest*	0,1
Anforderung Drucktest bei 50 Pa Differenzdruck	n <sub>50</sub> ≤ 1

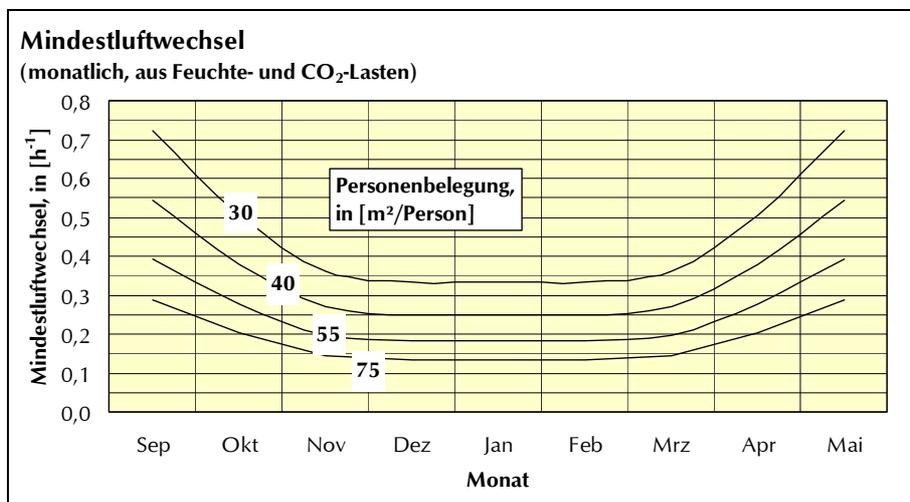
\*) oder Gewährleistung durch Qualitätssicherung

Quelle: IWU

Fensterstellung	Luftwechselzahl (h <sup>-1</sup> )
Fenster zu, Türen zu	0 – 0,5
Fenster gekippt, Rolladen zu	0,3 – 1,5
Fenster gekippt, keine Rolladen	0,8 – 4,0
Fenster halb offen	5 – 10
Fenster ganz offen	9 – 15
Fenster/ Fenstertüren ganz offen (gegenüberliegend)	40

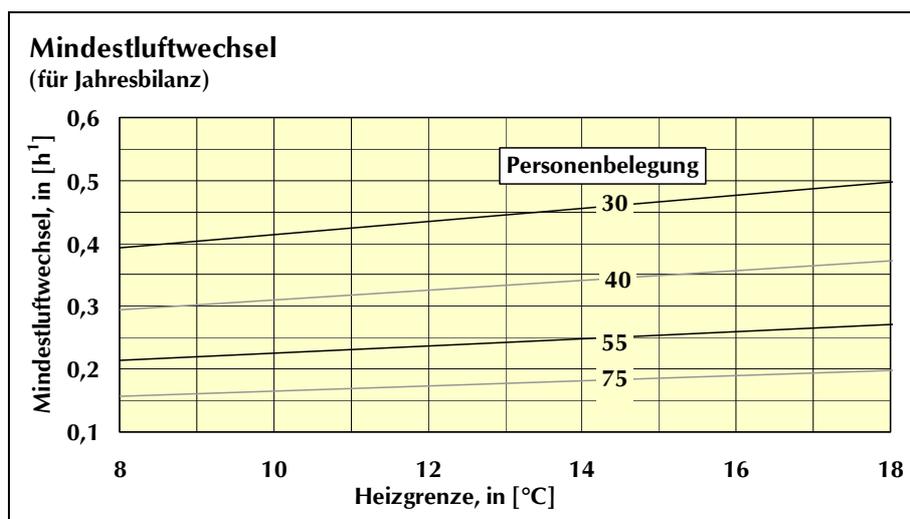
Fensterlüftung und Luftwechselzahlen

Quelle: Mackensen 1991



Monatlicher Mindestluftwechsel

Quelle: Jagnow



Minimaler Luftwechsel für die Jahresbilanz

Quelle: Jagnow