

1. Berechnung des Luftvolumenstromes \dot{V}_x durch Undichtheiten (Infiltration) nach DIN-EN 832

$$\dot{V}_x = \frac{V \cdot n_{50} \cdot e}{1 + \frac{f}{e} \left(\frac{\dot{V}_S - \dot{V}_E}{V \cdot n_{50}} \right)^2} \quad \text{DIN EN 832, S. 7, Gl. 9)}$$

lt. DIN 1946/6, Pkt. 4.2.3: $\dot{V}_S - \dot{V}_E = 0,1 \cdot n_A \cdot V$

$$\dot{V}_x = \frac{V \cdot n_{50} \cdot e}{1 + \frac{f}{e} \left(\frac{0,1 \cdot n_A \cdot V}{V \cdot n_{50}} \right)^2} = \frac{V \cdot n_{50} \cdot e}{1 + \frac{f}{e} \left(\frac{0,1 \cdot 0,4}{n_{50}} \right)^2}$$

$$n_x = \frac{\dot{V}_x}{V}$$

$$n_x = \frac{n_{50} \cdot e}{1 + \frac{f}{e} \left(\frac{0,04}{n_{50}} \right)^2}$$

$$n_x = n_{50} \cdot x$$

$$x = \frac{e}{1 + \frac{f}{e} \left(\frac{0,04}{n_{50}} \right)^2}$$

\dot{V}_x - Luftvolumenstrom durch Undichtheiten
Infiltration – Eindringen kalter Außenluft
Exfiltration – Entweichen warmer Innenraumluft

V - inneres Volumen der beheizten Räume, welche belüftet werden

\dot{V}_V - wirksamer Luftvolumenstrom für Wärmeverlust

\dot{V}_S - Zuluftvolumenstrom
 \dot{V}_E - Abluftvolumenstrom } Differenz: nach DIN 1946/6 max. 10 % zulässig

\dot{V} - Luftvolumenstrom durch maschinelle Lüftung (der größere Wert von \dot{V}_S und \dot{V}_E)

n_x - Infiltrationsluftwechsel

n_A - Anlagenluftwechsel

n_{50} - Luftwechselrate bei 50 Pa Druckunterschied zur Umgebung

n_V - energieäquivalente Luftwechselrate

e - Abschirmkoeffizient der den Windschutz betrachtet

f - Abschirmkoeffizient, der die Anzahl der windexponierten Flächen betrachtet

x - Anteil der Infiltrationsluftwechselrate am Blower-door-Wert n_{50}

η_V - effektiver! Wärmebereitstellungsgrad des WRG-Gerätes

Kriterium	n_x	$\dot{V}_S - \dot{V}_E$	n_{50}	x	gilt für		
					e	f	
normal	0,05	10 %	1,0	0,05	0,07	15	durchschnittliche Abschirmung; mehr als 1 exp. Fläche
maximal	0,13	10 %	1,5	0,087	0,1	15	keine Abschirmung; mehr als 1 exp. Fläche
	0,24	30 %	3	0,081			
	0,29	10 %	3	0,097			
	0,19	10 %	2	0,095			
	0,15	0 %	1,5	0,1			
	0,05	10 %	1,5	0,033	0,04	15	starker Windschutz; mehr als 1 exp. Fläche
	0,03	10 %	1,5	0,020	0,03	20	keine Abschirmung; 1 exp. Fläche (Fassade)
	0,02	10 %	1,5	0,013	0,02	20	durchschnittliche Abschirmung; 1 exp. Fläche
minimal	0,000025	10 %	0,2	0,0001	0,01	20	starker Windschutz; 1 exp. Fläche

Wirksamer Luftvolumenstrom \dot{V}_V für Wärmeverlust-Berechnung:

$$\dot{V}_V = \dot{V} (1 - \eta_V) + \dot{V}_x$$

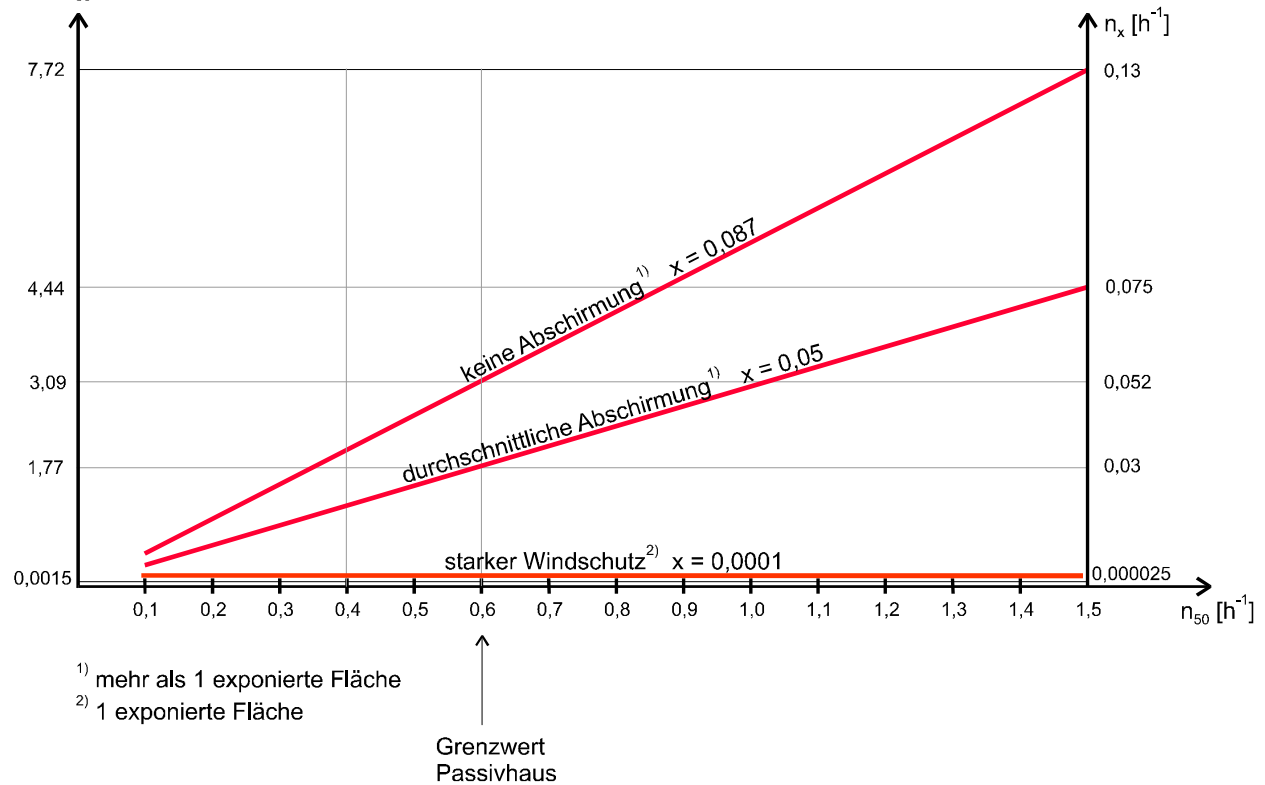
$$\dot{V}_V = \dot{V} (1 - \eta_V + n_x)$$

$$n_V = n_A (1 - \eta_V) + n_x$$

n_x beinhaltet nur Infiltration; ein zusätzlicher Luftwechselwechsel (Kaltluft) durch evtl. Fensteröffnen ist nicht zu berücksichtigen → siehe E DIN 1946-6:2006-12

2. Gebäudedichtheit und resultierende Wärmeverluste

$$q_{h,Inf} \text{ [kWh/m}^2\text{a]} \\ = x \cdot n_{50} \cdot 59,16$$



$$q_{h,Inf} = \frac{H_{V,Inf} \cdot F_{Gt}}{A_N} = \frac{n_x \cdot V \cdot 0,34 \cdot 69,6}{0,32 \cdot \frac{V}{0,8}} = n_x \cdot 59,16 = x \cdot n_A \cdot 59,16$$

$q_{h,Inf}$ [kWh/m²a] – Wärmeverluste durch Infiltration bzw. Exfiltration

$H_{V,Inf}$ [W/K] – spez. Lüftungswärmeverlust durch Infiltration bzw. Exfiltration

F_{Gt} [kKh/a] – Gradtagszahl

A_N [m²] – Gebäudenutzfläche

n_{50} [h⁻¹] – Blower-door-Wert bei 50 Pa

n_x [h⁻¹] – Infiltrationsluftwechsel

$$n_x = x \cdot n_{50}$$

n_{50} [h ⁻¹]	x	n_x [h ⁻¹]		
1,0	0,05	0,05	durchschnittliche Abschirmung	mehr als 1 exponierte Fläche
1,5	0,087	0,13	keine Abschirmung	mehr als 1 exponierte Fläche
0,2	0,0019	0,0004	starker Windschutz	1 exponierte Fläche
		0,2	Angabe DIN V 4108-6 Anhang D	

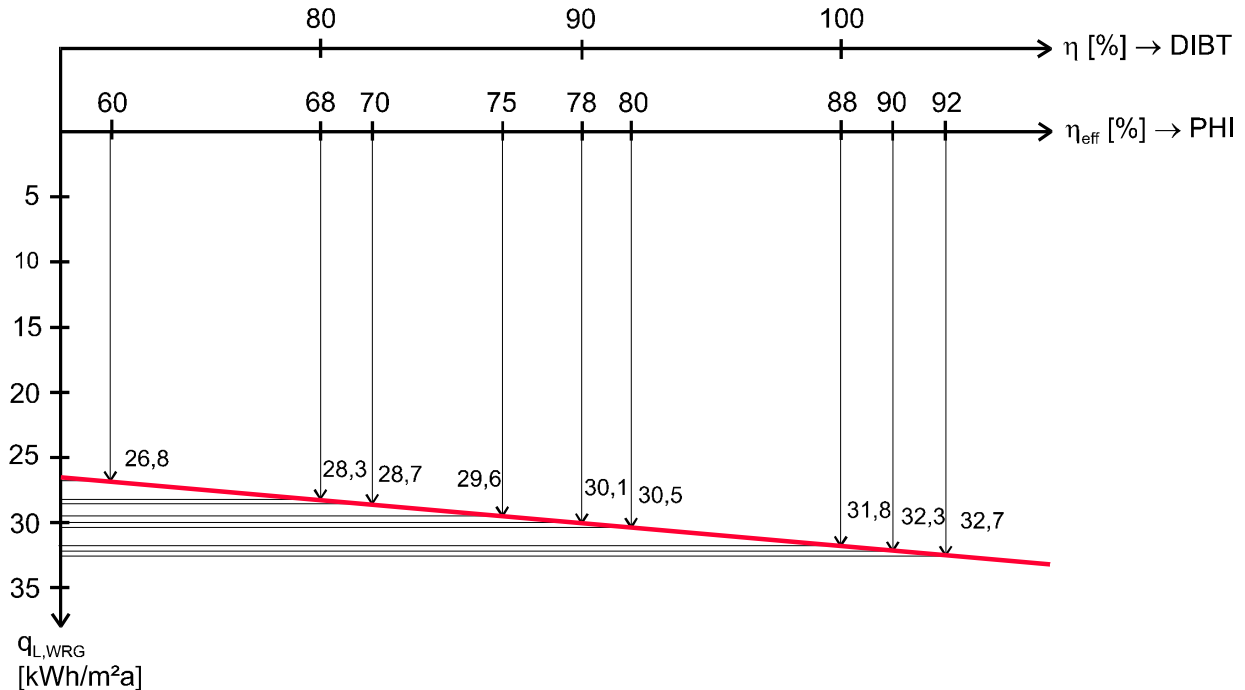
Bei einer sehr guten Dichtheit der Gebäudehülle ($n_{50} = 0,2 \text{ h}^{-1}$) kann sich gegenüber dem n_{50} -Grenzwert für Passivhäuser ($n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$) ein Einsparpotential von $\Delta q_{h,Inf} \approx 2,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ergeben (Gebäude ohne Abschirmung).

3. Wärmerückgewinnung $q_{L,WRG}$

$q_{L,WRG}$ → bei $n_A = 0,57 \text{ h}^{-1}$ bezogen auf Wohnfläche entspricht:

$$n_A = 0,4 \text{ h}^{-1} \quad \text{bezogen auf Nutzfläche } A_N = V_e \cdot 0,32 \text{ gemäß DIN V 4701-10}$$

η_{eff} - Wärmebereitstellungsgrad effektiv nach Passivhauskriterien



η = gemäß Prüfung und DIBT-Zulassung

η_{eff} = η - 12 % lt Passivhaus-Institut (PHI)

η_{eff} = 92 % neue Messmethode lt. Zertifikat: Passivhaustaugliche Komponente (Fabrikat: PAUL – thermos)

$q_{L,WRG}$ = zurückgewonnene Wärme durch WRG bei $n_A = 0,4 \text{ h}^{-1}$, $n_{50} = 1,5 \text{ h}^{-1}$, $n_x = 0,075 \text{ h}^{-1}$ (durchschnittliche Abschirmung) gegenüber Fensterlüftung mit $n = 0,7 \text{ h}^{-1}$ (ohne Dichtigkeitstest)

$$q_{L,WRG} = \frac{H_V \cdot F_{Gt}}{A_N} = \frac{n_V \cdot V \cdot 0,34 \cdot 69,6}{0,32 \cdot \frac{V}{0,8}} = n_V \cdot 59,16 \text{ [kWh/m}^2\text{a]}$$

Dieser Wert berücksichtigt noch nicht den Korrekturfaktor f_g für Lüftungswärmegewinne gemäß DIN V 4701-10, S. 59, Tab. 5.2-3. Demnach berücksichtigt f_g , dass der Lüftungswärmegewinn nicht immer vollständig genutzt werden kann, wenn er zeitgleich mit solaren und internen Wärmegewinnen des Gebäudes auftritt.

$$q_{L,WRG} = (n_A - n_A \cdot f_g \cdot \eta_{\text{eff}} + n_x) \cdot 59,16 \text{ [kWh/m}^2\text{a]}$$

$$q_{L,WRG} = (0,225 + 0,4 \cdot f_g \cdot \eta_{\text{eff}}) \cdot 59,16 \text{ [kWh/m}^2\text{a]}$$

Korrekturfaktor f_g der Wärmegewinne von Lüftungsanlagen (DIN V 4701-10)

Wärmebereitstellungsgrad η_{eff}	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
<i>HP-Verfahren nach EnEV oder MB-Verfahren nach DIN V 4108-6 ohne Berücksichtigung der Wärmerückgewinnung</i>								
Korrekturfaktor f_g	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88