

# Herstellerangaben für Lüftungsgeräte der Fa. Paul Wärmerückgewinnung GmbH für EnEV 2009 unter Verwendung der DIN V 4701-10:2003-08 (Seite 65-68, 100-101)

## Jahresheizarbeit $q_{L,g}$

$q_{L,g,WE,WRG} = q_{h,L}$ , wenn Zuluft  $\leq 20^\circ\text{C}$  und  $n_A = 0,4 \text{ h}^{-1}$

PAUL-Lüftungsgerät mit WRG	Frostschutzmethode <sup>1</sup>	DIN V 4701-10, Pkt. 5.2.3.1.1, Gl. 5.2.3-1	DIN V 4701-10, Pkt. 5.2.3.1.1, Tab. 5.2-1	DIN V 4701-10, Pkt. 5.2.3.1.1, Gl. 5.2.3-1 und Anhang A, Blatt Lüftung						
		$\eta'_{WRG} [-]^2$ Wärmerückgewinnungsgrad des Lüftungsgerätes, Korrekturwerte berücksichtigt <sup>3</sup>	$f_g [-]$ Korrekturfaktor der Lüftungs-wärmegewinne (Reduzierung der Gewinne durch WRG, da zeitgleich innere und solare Gewinne)	$q_{L,g,WE,WRG} [\text{kWh/m}^2\text{a}] = 59,16 \cdot \eta'_{WRG} \cdot n_A \cdot f_g$ Lüftungswärmegewinn durch den Wärmeübertrager bei Anlagenluftwechsel $n_A =$						
				0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
ventos 50 DC <sup>4</sup>	stufenlose Drehzahlreduzierung des Zuluftventilators	$0,830 [1 - (0,03 + 0 + 0,01)] = 0,797$	0,91	17,16	21,45	25,74	30,03	34,32	38,61	42,91
climos 150 DC	mit Elektro- oder Soledefroster	$0,854 [1 - (0 + 0 + 0)] = 0,854$	0,899	16,17	22,71	27,25	31,79	36,33	40,88	45,42
	mit Erdwärmetauscher	$0,854 [1 - (-0,04 + 0 + 0)] = 0,888$	0,892	18,74	23,43	28,12	32,80	37,49	42,17	46,86
multi 150 DC	mit Elektro- oder Soledefroster	$0,815 [1 - (0 + 0 + 0)] = 0,815$	0,907	17,49	21,86	26,24	30,61	34,98	39,36	43,73
	mit Erdwärmetauscher	$0,815 [1 - (-0,04 + 0 + 0)] = 0,848$	0,901	18,08	22,60	27,12	31,64	36,16	40,68	45,20
focus 200	mit Elektro- oder Soledefroster	$0,930 [1 - (0 + 0 + 0)] = 0,930$	0,884	19,45	24,32	29,18	34,05	38,91	43,77	48,64
	mit Erdwärmetauscher	$0,930 [1 - (-0,04 + 0 + 0)] = 0,967$	0,877	20,07	25,09	30,10	35,12	40,14	45,15	50,17
focus F 200	mit Elektro- oder Soledefroster									
	mit Erdwärmetauscher									
novus 300	mit Elektro- oder Soledefroster	$0,940 [1 - (0 + 0 + 0)] = 0,940$	0,882	19,62	24,52	29,43	34,33	39,24	44,14	49,05
	mit Erdwärmetauscher	$0,940 [1 - (-0,04 + 0 + 0)] = 0,978$	0,874	20,23	25,28	30,34	35,40	40,45	45,51	50,57
novus F300	mit Elektro- oder Soledefroster	$0,876 [1 - (0 + 0 + 0)] = 0,876$	0,895	18,55	23,19	27,83	32,47	37,11	41,74	46,38
	mit Erdwärmetauscher	$0,876 [1 - (-0,04 + 0 + 0)] = 0,911$	0,888	19,14	23,93	28,72	33,50	38,29	43,07	47,86
novus 450	mit Elektro- oder Soledefroster	$0,900 [1 - (0 + 0 + 0)] = 0,900$	0,890	18,95	23,69	28,43	33,17	37,91	42,65	47,38
	mit Erdwärmetauscher	$0,900 [1 - (-0,04 + 0 + 0)] = 0,936$	0,883	19,56	24,45	29,34	34,23	39,12	44,01	48,90
novus F 450	mit Elektro- oder Soledefroster	$0,829 [1 - (0 + 0 + 0)] = 0,829$	0,904	17,73	22,17	26,60	31,03	35,47	39,90	44,34
	mit Erdwärmetauscher	$0,829 [1 - (-0,04 + 0 + 0)] = 0,862$	0,898	18,32	22,90	27,48	32,06	36,64	41,21	45,79
santos 370 DC	mit Elektro- oder Soledefroster	$0,927 [1 - (0 + 0 + 0)] = 0,927$	0,885	19,41	24,27	29,12	33,97	38,83	43,68	48,53
	mit Erdwärmetauscher	$0,927 [1 - (-0,04 + 0 + 0)] = 0,964$	0,877	20,01	25,01	30,01	35,01	40,01	45,01	50,02
santos F 370 DC	mit Elektro- oder Soledefroster	$0,860 [1 - (0 + 0 + 0,01)] = 0,851$	0,900	18,12	22,66	27,19	31,72	36,25	40,78	45,31
	mit Erdwärmetauscher	$0,860 [1 - (-0,04 + 0 + 0,01)] = 0,886$	0,893	18,72	23,40	28,08	32,76	37,45	42,13	46,81
santos 570 DC	mit Elektro- oder Soledefroster	$0,956 [1 - (0 + 0 + 0,01)] = 0,956$	0,879	19,89	24,86	29,83	34,80	39,77	44,74	49,71
	mit Erdwärmetauscher	$0,956 [1 - (-0,04 + 0 + 0,01)] = 0,994$	0,871	20,49	25,61	30,73	35,85	40,98	46,10	51,22
santos F 570	mit Elektro- oder Soledefroster									
	mit Erdwärmetauscher									
santos 570 cool	mit Elektro- oder Soledefroster									
	mit Erdwärmetauscher									
santos F 570 cool	mit Elektro- oder Soledefroster									
	mit Erdwärmetauscher									

Zur Gegenüberstellung zu den o. g. Herstellerwerten hier die Tabellen-Werte aus DIN V 4701-10:2003-08, S. 127, Tab. C.2-3a

			Anlagen-Luftwechsel $n_A [\text{h}^{-1}]$						
			0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
WÜT mit $\eta'_{WRG} = 60\%$	$q_{L,g,WE,WRG}$	$[\text{kWh/m}^2\text{a}]$	13,5	16,9	20,2	23,6	23,6	30,3	33,7
WÜT mit $\eta'_{WRG} = 80\%$	$q_{L,g,WE,WRG}$	$[\text{kWh/m}^2\text{a}]$	17,2	21,5	25,8	30,1	30,1	38,8	43,1

<sup>1</sup> Es ist unklar, weshalb in DIN 18599-6:2007-02 beim Korrekturwert für Frostschutz nur bei Einsatz eines Erdwärmetauschers eine positive Korrektur ( $\eta'_{WRG} = \eta'_{WRG, \text{unkorrigiert}} [1 - (-0,04 + \dots)]$ ) vorgeschlagen wird. Die Eintrittstemperatur der Außenluft am Wärmetauscher liegt während der Frostperiode immer im positiven Bereich z. B.  $t_{au} = +2^\circ\text{C} \rightarrow$  bei Erdwärmetauscher, bei Soledefroster (Erdwärmennutzung) und Elektrodefroster; der Korrekturwert -0,04 müsste demnach auch bei den beiden letztgenannten Frostschutzmethoden angewendet werden. (Anmerkung des Herstellers, Fa. Paul, Herr E. Paul)

<sup>2</sup> Prüfergebnis mit Beachtung aller Effekte gemäß DIN V 4701-10, Bemerkung dort oberhalb G. 5.2.3-2

<sup>3</sup> Die EnEV2009 erlaubt auch die Anwendung der DIN V 18599. In DIN V 18599-6:2007-02, Gleichung (12) und Tabelle 4 werden Korrekturfaktoren benannt, die den  $\eta'_{WRG}$  korrigieren und dabei den Frostbetrieb, die Wärmeverluste und die Leckagen des Wärmerückgewinnungsgerätes berücksichtigen: Dieser korrigierte Wert ist hier (bei<sup>3</sup>) verwendet worden. Er beachtet detailliert die unter <sup>1)</sup> beschriebenen analogen Effekte in DIN V 4701-10.

<sup>4</sup> Achtung: bei dezentralem Gerät „ventos 50 DC“ ist die anteilige belüftete Wohnfläche  $A^*_{WH}$  zu beachten:  $q^*_{L,g,WE,WRG} = q_{L,g,WE,WRG} \cdot \frac{A^*_{WfI}}{A_N \cdot 0,8}$   
Beispiel:  $A^*_{WH} = 70 \text{ m}^2$  werden belüftet mit  $n_A = 0,4 \text{ h}^{-1}$  Luftwechsel,  $A_N = 150 \text{ m}^2 \rightarrow q^*_{L,g,WE,WRG} = 17,16 \cdot \frac{40}{150 \cdot 0,8} = 5,72 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{a}}$

## Heizregister

(nach DIN V 4701-10:2003-08, Pkt. 5.2.3.4)

Jahresheizarbeit  $q_{L,g,WE,HR}$

(DIN V 4701-10:2003-08, Pkt. 5.2.3.4.1)

$$q_{L,g,WE,HR} = \frac{1}{100} \cdot (\dot{q}_{g,HR} \cdot t_{HR,VL} - \dot{q}_{g,WP} \cdot t_{WP,VL}) \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}] \quad (5.2.3-15)$$

mit  $q_{L,g,WE,HR}$  Jahresheizarbeit des Heizregisters, in  $[\text{kWh/m}^2\text{a}]$

$\dot{q}_{g,HR}$  flächenbezogene Heizleistung des Heizregisters, in  $[\text{W/m}^2]$  – nach Gleichung (5.2.3-16)

$t_{HR,VL}$  Vollast-Stunden des Heizregisters, in  $[\text{h/a}]$  – nach Tabelle 5.2-7 mit Gleichung (5.2.3-17)

$\dot{q}_{g,WP}$  flächenbezogene Heizleistung der Abluftwärmepumpe, in  $[\text{W/m}^2]$  – nach Gleichung (5.2.3-8)

$t_{WP,VL}$  Vollast-Stunden der Wärmepumpe, in  $[\text{h/a}]$  – nach Tabelle 5.2-7 mit Gleichung (5.2.3-10)

$$\dot{q}_{g,HR} = \dot{q}_{HR0,4} \cdot \frac{n_A}{0,4} = 0,34 \cdot (\vartheta_{Zuluft,max} - 3,3 - 16,7 \cdot \eta'_{WRG}) \cdot \frac{n_A}{0,4} \quad [\text{W/m}^2] \quad (5.2.3-16)$$

mit  $\dot{q}_{g,HR}$  flächenbezogene Heizleistung des Heizregisters, in  $[\text{W/m}^2]$

$\dot{q}_{HR0,4}$  flächenbezogene Heizleistung des Heizregisters beim Norm-Anlagen-Luftwechsel, in  $[\text{W/m}^2]$  – nach Auslegung, siehe Tabelle 5.2-12 oder Herstellerangaben

$n_A$  Anlagen-Luftwechsel der Wohnungslüftungsanlage, in  $[1/\text{h}]$

$\vartheta_{Zuluft,max}$  Maximale Zulufttemperatur hinter dem Heizregister, in  $[\text{°C}]$  – nach Auslegung

$\eta'_{WRG}$  Bereitstellungsgrad des Wärmeübertragers, in  $[-]$  – nach Hersteller oder Tabelle 5.2-5

Tabelle 5.2.-12 – Maximale Norm-Heizleistung  $\dot{q}_{HR0,4}$  in  $[\text{W/m}^2]$  eines Zuluft-Heizregisters beim Norm-Anlagen-Luftwechsel

$\eta_{WRG}$	Maximale Temperatur der Zuluft								Staubver- schwelung
$[-]$	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	> 50 °C
0,0	4,0	5,7	7,4	9,1	10,8	12,5	14,2	15,9	
0,6	0,6	2,3	4,0	5,7	7,4	9,1	10,8	12,5	
0,7	0,0	1,7	3,4	5,1	6,8	8,5	10,2	11,9	
0,8	-	1,1	2,8	4,5	6,2	7,9	9,6	11,3	
0,9	-	0,6	2,3	4,0	5,7	7,4	9,1	10,8	
1,0	-	0,0	1,7	3,4	5,1	6,8	8,5	10,2	

## Wärmeverluste der warmen Luft-Verteil-Leitungen $q_{L,d}$

DIN V 4701-10	Kap. 5.2.2.1, Anhang A (S. 100), Tab. C2-2 (S. 126)							
PAUL-Lüftungsgeräte mit WRG gerechnet bei $\dot{V}$ , Korrekturfaktor $f_g$ durch Verkürzung der Heizperiode, Tab. 5.2-3	Dämm-dicke [mm]	U [W/mK]	$q_{L,d}$ [kWh/m²a] Wärmeverluste <sup>5</sup> der warmen Luftverteileitungen innerhalb der thermischen Hülle, bei gerätespezifischem Nennvolumenstrom $\dot{V}$ und typischem Rohrdurchmesser der Hauptverteilung bei Zulufterwärmung auf					
			$\vartheta_{LM}$ [°C]	20	25	35	45	55
ventos 50 DC $\dot{V} = 100 \text{ m}^3/\text{h}$ Rohr- $\varnothing = 125 \text{ mm}$	20	0,687		0	0,252	0,755	1,258	1,762
	35	0,477		0	0,175	0,524	0,874	1,223
	50	0,380		0	0,139	0,418	0,696	0,974
	70	0,354		0	0,130	0,389	0,648	0,908
	100	0,250		0	0,092	0,275	0,458	0,641
climos 150 DC $\dot{V} = 150 \text{ m}^3/\text{h}$ Rohr- $\varnothing = 160 \text{ mm}$	20	0,900		0	0,330	0,989	1,648	2,308
	35	0,600		0	0,220	0,659	1,099	1,538
	50	0,460		0	0,168	0,505	0,842	1,179
	70	0,370		0	0,136	0,407	0,678	0,949
	100	0,300		0	0,110	0,330	0,549	0,769
multi 150 DC $\dot{V} = 150 \text{ m}^3/\text{h}$ Rohr- $\varnothing = 160 \text{ mm}$	20	0,900		0	0,330	0,989	1,648	2,308
	35	0,600		0	0,220	0,659	1,099	1,538
	50	0,460		0	0,168	0,505	0,842	1,179
	70	0,370		0	0,136	0,407	0,678	0,949
	100	0,300		0	0,110	0,330	0,549	0,769
focus 200 focus F 200 $\dot{V} = 160 \text{ m}^3/\text{h}$ Rohr- $\varnothing = 160 \text{ mm}$	20	0,900		0	0,330	0,989	1,648	2,308
	35	0,600		0	0,220	0,659	1,099	1,538
	50	0,460		0	0,168	0,505	0,842	1,179
	70	0,370		0	0,136	0,407	0,678	0,949
	100	0,300		0	0,110	0,330	0,549	0,769
novus 300 novus F 300 $\dot{V} = 210 \text{ m}^3/\text{h}$ Rohr- $\varnothing = 160 \text{ mm}$	20	0,900		0	0,330	0,989	1,648	2,308
	35	0,600		0	0,220	0,659	1,099	1,538
	50	0,460		0	0,168	0,505	0,842	1,179
	70	0,370		0	0,136	0,407	0,678	0,949
	100	0,300		0	0,110	0,330	0,549	0,769
novus 450 novus F 450 $\dot{V} = 315 \text{ m}^3/\text{h}$ Rohr- $\varnothing = 200 \text{ mm}$	20	1,125		0	0,412	1,236	2,060	2,885
	35	0,750		0	0,275	0,824	1,374	1,923
	50	0,575		0	0,244	0,632	1,053	1,474
	70	0,463		0	0,170	0,509	0,848	1,187
	100	0,375		0	0,137	0,412	0,687	0,962
santos 370 DC santos F 370 DC $\dot{V} = 150 \text{ m}^3/\text{h}$ Rohr- $\varnothing = 160 \text{ mm}$	20	0,900		0	0,330	0,989	1,648	2,308
	35	0,600		0	0,220	0,659	1,099	1,538
	50	0,460		0	0,168	0,505	0,842	1,179
	70	0,370		0	0,136	0,407	0,678	0,949
	100	0,300		0	0,110	0,330	0,549	0,769
santos 570 DC santos F 570 DC $\dot{V} = 450 \text{ m}^3/\text{h}$ Rohr- $\varnothing = 250 \text{ mm}$	20	1,350		0	0,495	1,484	2,473	3,462
	35	0,877		0	0,321	0,964	1,606	2,249
	50	0,660		0	0,242	0,725	1,209	1,692
	70	0,510		0	0,187	0,560	0,934	1,308
	100	0,407		0	0,149	0,447	0,745	1,044

<sup>5</sup> Die DIN V 4701-10 bewertet die Wärmeabgabe eines warmluftführenden Rohres innerhalb der thermischen Hülle als „Verlust“ – thermodynamisch richtig wäre aber, diesen Transmissionswärmeverlust als Gewinn zu betrachten; die in den Raum (innerhalb der thermischen Hülle gelegen) abgegebene Wärme müsste diesem Raum als „Gewinn“ zugerechnet werden. Hingegen muss in dem jeweiligen Raum am Luftauslassventil der verminderte Wärmeinhalt der Warmluft beachtet werden.

DIN V 4701-10	Kap. 5.2.2.1, Anhang A (S. 100), Tab. C2-.2 (S. 126)							
PAUL-Lüftungsgeräte mit WRG gerechnet bei $\dot{V}$ , Korrekturfaktor $f_g$ durch Verkürzung der Heizperiode, Tab. 5.2-3	Dämm- dicke [mm]	U [W/mK]	$q_{L,d}$ [kWh/m²a] Wärmeverluste <sup>5</sup> der warmen Luftverteilungen innerhalb der thermischen Hülle, bei gerätespezifischem Nennvolumenstrom $\dot{V}$ und typischem Rohrdurchmesser der Hauptverteilung bei Zulufterwärmung auf					
			$\vartheta_{LM}$ [°C]	20	25	35	45	55
santos 570 DC cool santos F 570 DC cool $\dot{V} = 450 \text{ m}^3/\text{h}$ Rohr- $\varnothing = 250 \text{ mm}$	20	1,350		0	0,495	1,484	2,473	3,462
	35	0,877		0	0,321	0,964	1,606	2,249
	50	0,660		0	0,242	0,725	1,209	1,692
	70	0,510		0	0,187	0,560	0,934	1,308
	100	0,407		0	0,149	0,447	0,745	1,044

## Flächenbezogener Wärmeverlust $q_{L,ce}$

(aus DIN 4701-10:2003-08 übernommen)

Tab. 5.2-1 – Flächenbezogener Wärmeverlust  $q_{L,ce,WE}$  für die Übergabe der Wärme im Raum

System	Art der Temperatur-Regelung	$q_{L,ce,WE}$ [kWh/m <sup>2</sup> a]	Bemerkungen
<b>Wohnungslüftungsanlagen mit Lufttemperaturen &gt; 20 °C</b>			Der Geltungsbereich umfasst sämtliche dezentralen (raumweisen) und zentralen Ausführungen von Lüftungsanlagen unabhängig von der Art der Lufterwärmung
a) Anordnung der Luftauslässe überwiegend im Außenwandbereich	mit Einzelraumregelung	2,2	
	ohne Einzelraumregelung, mit zentraler Vorregelung	3,7	
	ohne Einzelraumregelung, ohne zentraler Vorregelung	8,5	
b) Anordnung der Luftauslässe überwiegend im Innenwandbereich	mit Einzelraumregelung	3,3	
	ohne Einzelraumregelung, mit zentraler Vorregelung	4,8	
	ohne Einzelraumregelung, ohne zentraler Vorregelung	9,6	
<b>Wohnungslüftungsanlagen mit Lufttemperaturen &lt; 20 °C</b>		0	z.B. Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (durch Wärmeübertrager) <u>ohne</u> Nachheizung

## Korrektur des Anlagen-Luftwechsels ( $q_{h,n}$ )

(nach DIN V 4701-10:2003-08, Pkt. 5.2.4, S. 76 und Anhang A, S. 100)

$$\begin{aligned} q_{h,n} &= 0,34 \cdot h_R \cdot F_{Gt} \cdot (n_{A,4701-10} - n_{A,4108-6}) \\ q_{h,n} &= 59,16 \cdot (n_{A,4701-10} - n_{A,4108-6}) \end{aligned} \quad \begin{matrix} [\text{kWh/m}^2] \\ \\ \end{matrix} \quad (5.2.4-1)$$

- mit  $q_{h,n}$  Korrektur des Heizwärmebedarfs durch unterschiedliche Luftwechselraten, in  $[\text{kWh/m}^2\text{a}]$
- $h_R$  Raumhöhe = 2,5 [m] (konstant)
- $F_{Gt}$  Gradtagszahl, in  $[\text{kKh/a}]$  – nach Tabelle 5-2 – S. 39 → 69,6 kKh/a
- $n_{A,4701-10}$  Anlagen-Luftwechsel nach DIN 4701-10, in  $[1/\text{h}]$  – nach Auslegung
- $n_{A,4108-6}$  (Anlagen-)Luftwechsel nach DIN 4108-6 oder Heizperiodenbilanzverfahren der EnEV, in  $[1/\text{h}]$   
 →  $n_A = 0,4 \text{ h}^{-1}$  siehe DIN V 4701-10:2003-08, 3. Textabschnitt  
 →  $n = 0,6 \text{ h}^{-1}$  Fensterlüftung mit Blower-door-Prüfung ( $n_{50} \leq 3,0 \text{ h}^{-1}$ )  
 →  $n = 0,7 \text{ h}^{-1}$  Fensterlüftung ohne Blower-door-Prüfung

		$n_{A,4701-10} =$						
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
bei $n_{A,4108-6} = 0,4 \text{ h}^{-1}$	→ $q_{h,n} =$	0	5,92	11,83	17,75	23,66	29,58	35,50
bei $n_{A,4108-6} = 0,6 \text{ h}^{-1}$ Fensterlüftung mit Blower-door-Prüfung ( $n_{50} \leq 3,0 \text{ h}^{-1}$ )	→ $q_{h,n} =$	-11,83	-5,92	0	5,92	11,83	17,75	23,66
bei $n_{A,4108-6} = 0,7 \text{ h}^{-1}$ Fensterlüftung ohne Blower-door-Prüfung	→ $q_{h,n} =$	-17,75	-11,83	-5,92	0	5,92	11,83	17,75

## Erzeuger-Aufwandszahlen $e_{L,g,HR}$

(nach DIN V 4701-10:2003-08, Pkt. 5.2.3.4.2)

Heizregister mit Strom

Aufwandszahl  $e_{L,g,HR} = 1$

wasserbeheiztes Heizregister

Wärmeverluste der wasserführenden Rohrleitungen und Aufwandszahl des Wärmeerzeugers

## Hilfsenergiebedarf $q_{L,g,HE;HR}$

(nach DIN V 4701-10:2003-08, Pkt. 5.2.3.4.3)

Heizregister mit Strom

$q_{L,g,HE;HR} = 0 \text{ [kWh/m}^2\text{a]}$

Warmwasserbeheiztes Register

Umwälzpumpe:

$$q_{L,g,HE,HR} = \frac{P_{\text{Pumpe}} \cdot t_{HP} \cdot z}{\left(1,4 \cdot \frac{20}{A_N}\right) \cdot 1000 \cdot A_N} \quad \text{geregelter Pumpe}$$

$$q_{L,g,HE,HR} = \frac{P_{\text{Pumpe}} \cdot t_{HP} \cdot z}{1000 \cdot A_N} \quad \text{ungeregelter Pumpe}$$

$P_{\text{Pumpe}}$  = Nennleistung der Pumpe

$t_{HP} = 185 \text{ d/a}$

$z$  = Laufzeit der Pumpe [h/d]

$A_N$  = Nutzfläche des Gebäudes [ $\text{m}^2$ ]

## Zwischenwerte zur Berechnung der Hilfsenergie

(nach DIN V 4701-10:2003-08, Pkt. 5.2.3.1.3)

für  $q_{L,g,HE}$

Zwischenwerte:  $p_{el,Vent}$ ,  $f_{EWT}$ ,  $\vartheta_{Grenz}$ ,  $F_{Gt,LV}$

$$q_{Vent} = 0,001(1 + f_{EWT}) p_{el,Vent} \cdot h_R \cdot n_A \cdot t_{HP} \cdot Z \cdot f_Z \quad (5.2.3-4)$$

$$q_{Vent} = (1 + f_{EWT}) p_{el,Vent} \cdot n_A \cdot 11,1$$

$$q_{Vorw} = 0,34 \cdot h_R \cdot F_{Gt,LV} \cdot n_A = 0,85 \cdot F_{Gt,LV} \cdot n_A \quad (5.2.3-6)$$

Die Hilfsenergie für die Defrosterheizung  $q_{Vorw}$  wird dann erforderlich, wenn kein Erdwärmetauscher zur Außenluftvorwärmung vorgeschaltet ist.

$h_R = 2,5 \text{ m}$   
 $n_A = 0,4 \text{ h}^{-1}$  (z. B.)  
 $t_{HP} = 185 \text{ d/a}$   
 $Z = 24 \text{ h/d}$   
 $f_Z = 1$

$f_{EWT} = 0,2$   
 aber lt. Hersteller  
 ↓

→ lt. Anmerkung zu Gl. 5.2.3.4

	bezogene Leistungsaufnahme der Ventilatoren	Zuschlag für EWT	Grenztemperatur <sup>6</sup> Luftvorwärmung (elektrischer Frostschutz)	Gradtagszahl Luftvorwärmung
	$p_{el,Vent}$ [W/m³/h]	$f_{EWT}$ <sup>7</sup> [-]	$\vartheta_{Grenz}$ [°C]	$F_{Gt,LV}$ [kKh/a]
ventos 50 DC	0,31	0 <sup>8</sup>	- <sup>9</sup>	- <sup>9</sup>
climos 150 DC	0,41	0,14	-8	0,26
multi 150 DC	0,36	0,036	-9	0,19
focus 200	0,31	0,06	-4,5	0,74
focus F 200		0,030 <sup>10</sup>	-10	0,13
novus 300	0,24	0,06	-0,5...-2	2,7...1,68
novus F 300	~0,24	0,03 <sup>10</sup>	-7	0,36
novus 450	0,35	0,04	-1	2,32
novus F 450	~0,35	0,02 <sup>10</sup>	-7	0,36
santos 370 DC	0,44	0,13	-7	0,36
santos F 370 DC	0,29	0,03 <sup>10</sup>	-10	0,13
santos 570 DC	0,33	0,06	-8	0,26
santos F 570 DC	~0,33	0,02 <sup>10</sup>	-10	0,13
santos 570 DC cool	0,40	0,05	-8	0,26
santos F 570 DC cool	~0,40	0,02 <sup>10</sup>	-10	0,13

<sup>6</sup> Dieser Berechnungsvorschrift liegt der Gedanke zu Grunde, dass die Außenluft nur bis zur Grenztemperatur vorgewärmt werden muss. Häufig wird durch die Gerätesteuerung aber die Außenlufttemperatur auf  $-0 \text{ °C}$  vorgewärmt, um eine partielle Eisbildung im Wärmetauscher zu vermeiden. Bei einer Grenztemperatur von  $0 \text{ °C}$  liegt aber die Gradtagszahl mit  $F_{Gt,LV} = 3,11$  wesentlich höher als der Wert gemäß Rechenvorschrift nach DIN V 4701-10, Gl. 5.2.3-6 und Tab. 5.2-4. Mit diesem Ansatz würde man bei  $n_A = 0,4 \text{ h}^{-1}$  einen Hilfsenergiebedarf für die elektrische Luftvorwärmung von  $q_{Vorw} = 1,06 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$  annehmen müssen, was aber immer noch ein relativ geringer Hilfsenergieaufwand ist (ca. 60 % des Ventilatorstromaufwandes  $q_{Vent}$ )! (Anmerkung des Herstellers, Fa. Paul, Herr E. Paul)

<sup>7</sup> wenn kein Erdwärmetauscher (EWT) eingesetzt wird ist  $f_{EWT} = 0$ ; dann muss über eine Defrosterheizung (Elektro- oder Soledefroster) vorgewärmt werden → siehe  $q_{Vorw}$   
 Weshalb der höhere Druckverlust bei einem Defroster in DIN V 4701-10 unberücksichtigt bleibt ist unklar.

<sup>8</sup> bei ventos kann kein EWT vorgeschaltet werden

<sup>9</sup> bei ventos ist keine Lufterwärmung vorgesehen

<sup>10</sup> Druckverlustzuschlag ( $f_{EWT}$ ) geringer wegen kurzem EWT durch Feuchte-Wärmetauscher



# Hilfsenergie - Ventilatoren, Regelung, Vorwärmung $q_{L,g,HE}$

(nach DIN V 4701-10:2003-08)

	Anlagen-Luftwechsel	flächenbezogener Hilfsenergiebedarf für Ventilatoren und Regelung		flächenbezogener Hilfsenergiebedarf zur Luftvorwärmung (Defroster)	elektrischer Hilfsenergiebedarf einer Wohnungslüftungsanlage mit WRG	
	$n_A$	$q_{Vent} + q_{Reg}$		$q_{Vorw}$	$q_{L,g,HE,WRG} = q_{Vent} + q_{Reg} + q_{Vorw}$	
	$[h^{-1}]$	$[kWh/m^2a]$		$[kWh/m^2a]$	$[kWh/m^2a]$	
		ohne EWT	mit EWT		mit Defroster	mit EWT ( $q_{Vorw} = 0$ )
ventos 50 DC <sup>11</sup>		$3,44 \cdot n_A^{11}$			ohne Defroster, ohne EWT <sup>12</sup>	
	0,4	1,376		0		1,376
	0,5	1,720		0		1,720
	0,6	2,060		0		2,060
	0,7	2,408		0		2,408
	0,8	2,752		0		2,752
	0,9	3,096		0		3,096
climos 150 DC		$4,55 \cdot n_A$	$5,19 \cdot n_A$	$0,22 \cdot n_A$		
	0,4	1,820	2,076	0,088	1,908	2,076
	0,5	2,275	2,595	0,110	2,385	2,595
	0,6	2,730	3,114	0,132	2,862	3,114
	0,7	3,185	3,633	0,154	3,339	3,633
	0,8	3,640	4,152	0,176	3,816	4,152
	0,9	4,095	4,671	0,198	4,293	4,671
multi 150 DC		$4,0 \cdot n_A$	$4,14 \cdot n_A$	$0,161 \cdot n_A$		
	0,4	1,600	1,656	0,064	1,664	1,656
	0,5	2,000	2,070	0,081	2,081	2,070
	0,6	2,400	2,484	0,097	2,497	2,484
	0,7	2,800	2,898	0,113	2,913	2,898
	0,8	3,200	3,312	0,129	3,329	3,312
	0,9	3,600	3,726	0,145	3,745	3,726
focus 200		$3,44 \cdot n_A$	$3,65 \cdot n_A$	$0,629 \cdot n_A$		
	0,4	1,376	1,460	0,252	1,628	1,460
	0,5	1,720	1,825	0,315	2,035	1,825
	0,6	2,060	2,190	0,377	2,441	2,190
	0,7	2,408	2,555	0,440	2,848	2,555
	0,8	2,752	2,920	0,503	3,255	2,920
	0,9	3,096	3,285	0,566	3,662	3,285
focus F 200		$3,44 \cdot n_A$	$3,65 \cdot n_A$	$0,629 \cdot n_A$		
	0,4	1,376	1,460	0,252	1,628	1,460
	0,5	1,720	1,825	0,315	2,035	1,825
	0,6	2,060	2,190	0,377	2,441	2,190
	0,7	2,408	2,555	0,440	2,848	2,555
	0,8	2,752	2,920	0,503	3,255	2,920
	0,9	3,096	3,285	0,566	3,662	3,285
novus 300		$2,66 \cdot n_A$	$2,73 \cdot n_A$	$1,861 \cdot n_A$		
	0,4	1,064	1,092	0,744	1,808	1,092
	0,5	1,330	1,365	0,931	2,261	1,365
	0,6	1,596	1,638	1,117	2,713	1,638
	0,7	1,862	1,911	1,303	3,165	1,911
	0,8	2,128	2,184	1,489	3,617	2,184
	0,9	2,394	2,457	1,675	4,069	2,457
novus F 300		$2,89 \cdot n_A$	$2,93 \cdot n_A$	$0,306 \cdot n_A$		
	0,4	1,156	1,172	0,122	1,278	1,172
	0,5	1,445	1,465	0,153	1,598	1,465
	0,6	1,734	1,758	0,184	1,918	1,758
	0,7	2,023	2,051	0,214	2,237	2,051
	0,8	2,312	2,344	0,245	2,557	2,344
	0,9	2,601	2,637	0,276	2,877	2,637
novus 450		$3,219 \cdot n_A$	$3,379 \cdot n_A$	$1,972 \cdot n_A$		
	0,4	1,288	1,352	0,789	2,077	1,352

<sup>11</sup> Achtung: bei dezentralem Gerät "ventos 50 DC" ist die anteilige belüftete Wohnfläche  $A_{WH}$  zu beachten.

<sup>12</sup> bei Frostgefahr wird am ventos-Gerät der Außenluft-Ventilator schrittweise (je nach Außentemperatur) gedrosselt

	Anlagen-Luftwechsel	flächenbezogener Hilfsenergiebedarf für Ventilatoren und Regelung		flächenbezogener Hilfsenergiebedarf zur Luftvorwärmung (Defroster)	elektrischer Hilfsenergiebedarf einer Wohnungs Lüftungsanlage mit WRG	
	$n_A$	$q_{Vent} + q_{Reg}$		$q_{Vorw}$	$q_{L,g,HE,WRG} = q_{Vent} + q_{Reg} + q_{Vorw}$	
	$[h^{-1}]$	$[kWh/m^2a]$		$[kWh/m^2a]$	$[kWh/m^2a]$	
		ohne EWT	mit EWT		mit Defroster	mit EWT ( $q_{vorw} = 0$ )
	0,5	1,609	1,689	0,986	2,595	1,689
	0,6	1,931	2,027	1,183	3,114	2,027
	0,7	2,253	2,365	1,380	3,633	2,365
	0,8	2,575	2,703	1,578	4,153	2,703
	0,9	2,897	3,041	1,775	4,672	3,041
	1,0	3,219	3,379	1,972	5,191	3,379
novus F 450		$3,88 \cdot n_A$	$3,96 \cdot n_A$	$0,306 \cdot n_A$		
	0,4	1,552	1,584	0,122	1,674	1,584
	0,5	1,940	1,980	0,153	2,093	1,980
	0,6	2,328	2,376	0,184	2,512	2,376
	0,7	2,716	2,772	0,214	2,930	2,772
	0,8	3,104	3,168	0,245	3,349	3,168
	0,9	3,492	3,564	0,275	3,767	3,564
	1,0	3,880	3,960	0,306	4,186	3,960
santos 370 DC		$4,88 \cdot n_A$	$5,52 \cdot n_A$	$0,31 \cdot n_A$		
	0,4	1,954	2,206	0,124	2,078	2,206
	0,5	2,441	2,758	0,155	2,596	2,758
	0,6	2,929	3,309	0,186	3,115	3,309
	0,7	3,418	3,861	0,217	3,635	3,861
	0,8	3,906	4,412	0,248	4,154	4,412
	0,9	4,394	4,964	0,279	4,673	4,964
	1,0	4,882	5,515	0,310	5,192	5,515
santos F 370 DC		$3,22 \cdot n_A$	$3,32 \cdot n_A$	$0,11 \cdot n_A$		
	0,4	1,288	1,328	0,044	1,332	1,328
	0,5	1,610	1,660	0,055	1,665	1,660
	0,6	1,932	1,992	0,066	1,998	1,992
	0,7	2,254	2,324	0,077	2,331	2,324
	0,8	2,576	2,656	0,088	2,664	2,656
	0,9	2,898	2,988	0,099	2,997	2,988
	1,0	3,220	3,320	0,110	3,330	3,320
santos 570 DC		$3,66 \cdot n_A$	$3,68 \cdot n_A$	$0,221 \cdot n_A$		
	0,4	1,464	1,472	0,088	1,552	1,472
	0,5	1,830	1,840	0,110	1,940	1,840
	0,6	2,196	2,208	0,133	2,329	2,208
	0,7	2,562	2,576	0,155	2,717	2,576
	0,8	2,928	2,944	0,177	3,105	2,944
	0,9	3,294	3,312	0,199	3,493	3,312
	1,0	3,660	3,680	0,221	3,881	3,680
santos F 570 DC		$3,66 \cdot n_A$	$3,73 \cdot n_A$	$0,11 \cdot n_A$		
	0,4	1,464	1,492	0,044	1,508	1,492
	0,5	1,830	1,565	0,055	1,885	1,565
	0,6	2,196	2,238	0,066	2,265	2,238
	0,7	2,562	2,611	0,077	2,639	2,611
	0,8	2,928	2,948	0,088	3,016	2,948
	0,9	3,294	3,357	0,099	3,393	3,357
	1,0	3,660	3,730	0,110	3,770	3,730
santos 570 DC cool		$4,44 \cdot n_A$	$4,66 \cdot n_A$	$0,221 \cdot n_A$		
	0,4	1,776	1,864	0,088	1,864	1,864
	0,5	2,220	2,330	0,110	2,330	2,330
	0,6	2,664	2,796	0,133	2,797	2,796
	0,7	3,108	3,262	0,155	3,263	3,262
	0,8	3,552	3,728	0,177	3,729	3,728
	0,9	3,996	4,194	0,199	4,195	4,194
	1,0	4,440	4,660	0,221	4,661	4,660
santos F 570 DC cool		$\sim 4,44 \cdot n_A$	$\sim 4,52 \cdot n_A$	$0,11 \cdot n_A$		
	0,4	1,776	1,808	0,044	1,820	1,808
	0,5	2,220	2,260	0,055	2,275	2,260
	0,6	2,664	2,712	0,066	2,730	2,712
	0,7	3,108	3,164	0,077	3,185	3,164
	0,8	3,552	3,616	0,088	3,640	3,616
	0,9	3,996	4,068	0,099	4,095	4,068
	1,0	4,440	4,520	0,110	4,550	4,520

Beispiel:  $q_{L,g,HE,WRG}^* = q_{L,g,HE,WRG} \cdot \frac{A_{WH}}{A_N \cdot 0,8} = 1,376 \cdot \frac{40}{150 \cdot 0,8} = 0,46$ ;  $q_{L,g,HE,WRG} = q_{Vent} + q_{Reg} + q_{Vorw}$

- gewählt wird ein System mit Erdwärmetauscher, d.h.  $q_{\text{vorw}} = 0$  (d. h. keine Defrosterheizung)
- $q_{\text{Reg}}$  ist bei der Geräteprüfung bereits mit bei  $q_{\text{Vent}}$  erfasst

$$q_{\text{L,g,HE,WRG}} = q_{\text{Vent}} = p_{\text{el,Vent}} \cdot 0,001 \cdot h_R \cdot n_A \cdot t_{\text{HP}} \cdot Z \cdot f_Z \cdot (1 + f_{\text{EWT}})$$

$f_{\text{EWT}} \rightarrow$  siehe Blatt: „Zwischenwerte zur Berechnung der Hilfsenergie

$$q_{\text{L,g,HE,WRG}} = \frac{P_{\text{el}}}{V} \cdot 0,001 \cdot 2,5 \cdot 0,4 \cdot 185 \cdot 24 \cdot 1 \cdot (1 + f_{\text{EWT}})$$

$$q_{\text{L,g,HE,WRG}} = \frac{P_{\text{el}}}{V} \cdot 4,440 \cdot (1 + f_{\text{EWT}})$$