

**KI025D: Energiebilanz der Komfortlüftung**

Die Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung, eben die Komfortlüftung, ist entscheidend zur Verbesserung des Raumkomforts. Sie bringt frische Luft in die Wohnräume und führt Gerüche und Feuchtigkeit ab, auch wenn die Bewohner nicht ans Lüften denken, abwesend sind oder schlafen. Die Fenster können dabei geschlossen bleiben, womit deren Schutz gegen Aussenlärm, Staub, Pollen und kalten Luftzug auch während des Lüftens erhalten bleibt.

Darüber hinaus hat die Komfortlüftung aber auch eine ausgezeichnete Wirkung zur Reduktion des Energieverbrauchs. Mit zunehmender Qualität der Wärmedämmung der Gebäudehülle ist der Anteil des Luftwechsels an der Raumheizung stetig gestiegen. Betrug er in den 70er Jahren im Einfamilienhaus noch um die 10%, so erreicht er im gut gedämmten Einfamilienhaus leicht 35% und im gut gedämmten Mehrfamilienhaus bis 70% des Heizwärmebedarfs. Entsprechend hoch ist der Stellenwert der Komfortlüftung aus Sicht des Energieverbrauchs in diesen Bauten und ganz speziell im MINERGIE-, Passiv- oder Klimahaus.

Komfortlüftungsanlagen reduzieren den Energieverbrauch der Raumheizung, indem sie die in der Abluft enthaltene Wärme auf die Zuluft übertragen. Das geschieht in einem Wärmeaustauscher, in dem der Zuluft- und der Abluftstrom durch dünne Kunststoff- oder Alufolien getrennt sind. Zur Förderung der beiden Luftströme werden zwei kleine Ventilatoren eingesetzt, welche Elektrizität benötigen. Zur Bestimmung der Energiebilanz über die Lebensdauer muss also die zurückgewonnene Energie durch die Wärmerückgewinnung um den Stromverbrauch der Ventilatoren vermindert werden. Hiervon wiederum muss die in den Baustoffen enthaltene Graue Energie abgezogen werden, um einen Nettowert der verminderten Umweltbelastung zu bekommen.

<b>Bilanz Betriebsenergie</b> (Verbrauchsreduktion durch Komfortlüftung)	Pro Jahr	Pro 50 Jahre
Annahmen: - Wohnungsgrundfläche F, m <sup>2</sup> - Raumhöhe h, m - Luftwechsel durch Infiltration, l, /h - Normal- Luftförderleistung Zu- und Abluft je, m <sup>3</sup> /h - Aufnahmeleistung bei Normal- Luftförderleistung und Systemdruckverlust 50Pa, W - Wirkungsgrad Brennwertkessel, bezogen auf Hu, % - Jahresarbeitszahl Luft/Wasser-Wärmepumpe, JAZ - Jahresarbeitszahl Luft/Wasser-Wärmepumpe, JAZ - CO <sub>2</sub> pro kWh Elektrizität, Mittelwert EU, g/kWh ( <a href="http://www.hycenta.tugraz.at/Image/Report%20Hy8-2009%20HyCentA%20Research%20GmbH.pdf">http://www.hycenta.tugraz.at/Image/Report%20Hy8-2009%20HyCentA%20Research%20GmbH.pdf</a> )	150 2.5 0.1 135 27 98 2.8 3.5 450	
Typische Leistung der Wärmerückgewinnung, W - 135m <sup>3</sup> /h x 1.2kJ/m <sup>3</sup> /K x (22°C - 0°C) x 0.85	840	
Jahres-Wärmerückgewinnung <sup>1)</sup> , kWh/a - $E_w = V \times c \times \text{HGT} \times \text{Rückgewinnungswirkungsgrad } \eta$ 85% - spezifische Wärme von Luft, c = 1.2 kJ/m <sup>3</sup> K - Heizgradtagzahl, HGT: 3500 (Ø Deutschland) - Vom Gerät geförderter Luftvolumenstrom, V 135m <sup>3</sup> /h - $E_w = 135\text{m}^3/\text{h} \times 1.2\text{kJ}/\text{m}^3\text{K} \times 3500 \times 24 \text{ h}/\text{d} / 3.6\text{kWh}/\text{MJ} \times 0.85$ 3200 kWh/a	-3200	
Jahres-Wärmebedarfsreduktion gegenüber Norm-Luftwechsel n 0.6/h (VDI 4108), kWh/a - $E_w = (F \times h \times n - V \times (1 - \eta + I)) \times c \times \text{HGT} \times 24\text{h} / 3.6\text{kWh}/\text{MJ}$	-5350	
Jahresstromverbrauch Ventilatoren - bei Betrieb nur im Winter: $E_{el} = 5000\text{h}/\text{a} \times 27\text{W}$ , kWh CO <sub>2</sub> /a (Strommix EU), kg - bei Ganzjahresbetrieb: $E_{el} = 8760\text{h}/\text{a} \times 27\text{W}$ , kWh CO <sub>2</sub> /a (Strommix EU), kg	135 61 236 106	
<b>Jahres-Wärmeverbrauchsreduktion Gastherme</b> (gegenüber Norm-Luftwechsel) kWh kg Gas (14.2 kWh/kg) kg CO <sub>2</sub> (0.22kg/kWh Prim.en.) - nach Abzug Stromverbrauch Ventilatoren Ganzjahresbetrieb: <b>kg CO<sub>2</sub> netto</b> (Verzicht auf Nettoangabe in kWh wegen unzulässiger Summe Gas/Elektrizität)	-5460 385 -1201 <b>-1095</b>	-27'000 -19'250 <b>-54'750</b>
<b>Jahres- Wärmeverbrauchsreduktion LW-WP</b> (gegenüber Norm-Luftwechsel) kWh kg CO <sub>2</sub> - nach Abzug Stromverbrauch Ventilatoren Ganzjahresbetrieb: kWh netto <b>kg CO<sub>2</sub> netto</b>	-1910 -860 -1674 <b>-753</b>	-95'500  -83'700 <b>-37'700</b>
<b>Jahres- Wärmeverbrauchsreduktion S/W-WP</b> (gegenüber Norm-Luftwechsel) kWh kg CO <sub>2</sub> - nach Abzug Stromverbrauch Ventilatoren Ganzjahresbetrieb: kWh netto <b>kg CO<sub>2</sub> netto</b>	-1529 -687 -1293 <b>-582</b>	-76'450  -64'650 <b>-29'100</b>

Bilanz Graue Energie (Aufwand an Grauer Energie in Komfortlüftung)	Investition			Lebensdauer	Pro 50 Jahre	
	Masse, kg	kWh <sup>1)</sup>	kg CO <sub>2</sub>	a	kWh	kg CO <sub>2</sub>
Lüftungsgerät ComfoAir 350	39	828	191	15	2730	630
- Stahl	22	360	79.2			
- PP-Schaum	2	56	13.5			
- Elektronik	2	80 <sup>4)</sup>	22 <sup>4)</sup>			
- Kunststoffe (Tauscher 4.6kg, Deckel 1.9kg, Gehäuseteile)	10	233	53			
- Motoren	3	99 <sup>3)</sup>	23 <sup>3)</sup>			
Luftverteilsystem ComfoFresh						
- 12 Luftdurchlassgehäuse CLD mit Gitter, Stahl, à 1340g	16	262	57.6	50	262	57.6
- 2 Verteilkästen 6-fach, Stahl, à 5000g	10	164	36	50	164	36
- 100m ComfoTube, HDPE	33	770	175	50	770	175
- 2 Schalldämpfer ComfoWell 0.5m, Stahl, 5500	11	180	39.6	25	360	79.2
Melaminschaum, 2.3	4.6	129 <sup>2)</sup>	30.8 <sup>2)</sup>	25	258	61.6
- 10m Verbindungsrohr ComfoPipe, PP-Schaum	4	112 <sup>2)</sup>	26.8 <sup>2)</sup>	25	224	53.6
Aussen-/Fortluftgitter, Stahl	10	164	36	25	328	72
Total	118	2609	592		5096	1093

<sup>1)</sup> Werte nach Liste KBOB/eco-Bau 2009, kWh Primärenergie

2) Wert von PUR-Schaum

3) Wert von Cr-Ni-Stahl (hoher Wert)

4) Wert von Acrylglas (höchster Wert in Tabelle)

<b>Gesamtbilanz über 50 Jahre</b> (Netto-Verbrauchsminderung ohne Graue Energie)	kWh	kg CO <sub>2</sub>
Wärmequelle Gastherme	5096-273'000= -267'900	1093-54'750= -53'700
Wärmequelle Luft-/Wasser-WP	5096-95'500= -90'400	1093-37'700= -36'600
Wärmequelle Sole-/Wasser-WP	5096-76'450= -71'350	1093-29'100= -28'000

### Folgerungen:

Selbst bei ganzjährigem Betrieb und bei Einsatz der effizientesten Lösung der Wärmebereitstellung, der Sole-/Wasser-Wärmepumpe, ist der Anteil der Betriebsenergie der Komfortlüftung mit maximal 15% sehr gering (236kWh/a zu 1529kWh/a). Im Falle der Gasheizung ist der direkte Vergleich der Betriebsenergie der Komfortlüftung mit der eingesparten Menge Gas in kWh aufgrund der unterschiedlichen Energiearten nicht korrekt. Ausgedrückt in CO<sub>2</sub>-Emissionen beträgt der Anteil der Betriebsenergie der Komfortlüftung im Vergleich zur eingesparten Gasmenge aber sogar nur knapp 9% (106kg/a zu 1201kg/a).

Obwohl also allein der Komfortgewinn für den ganzjährigen Betrieb der Komfortlüftung spricht, ist deren energetischer Nutzen auch dann noch extrem hoch. Dies ist eine Folge des hoch-effizienten Prinzips des Gegenstrom-Wärmeaustauschers, der mit geringer Förderenergie für die beteiligten Luftströme fast die gesamte darin enthaltene Wärmeenergie zurück gewinnen kann.

Der Anteil der Grauen Energie der Komfortlüftung, wiederum im Vergleich mit der effizientesten Lösung der Wärmebereitstellung, der Sole-/Wasser-Wärmepumpe, ist mit maximal 7% sogar noch geringer. Ausgedrückt als CO<sub>2</sub>-Emissionen sinkt der Wert sogar weiter auf unter 4% und verglichen mit der weniger effizienten Brennwert-Gastherme ist der Aufwand an Betriebs- und Grauer Energie der Komfortlüftung noch tiefer. Der unbedeutende Einfluss der Grauen Energie erstaunt nicht, ist der Materialaufwand einer Komfortlüftungsanlage doch sehr klein.

Die Summe aus Betriebs- und Grauer Energie der Komfortlüftungsanlage beträgt 236+102, also 338kWh/a oder 22% der mit der effizientesten Art der Wärmebereitstellung eingesparten Energiemenge. Ausgedrückt als CO<sub>2</sub>-Emissionen ist der Wert mit 19% (128/687kg CO<sub>2</sub>) ähnlich.

Zusammengefasst: Der hauptsächliche Nutzen der Komfortlüftung liegt beim verbesserten Raumklima. Der ökologischer Nebennutzen ist aber ebenfalls sehr hoch.

12.12.2011/RKR