

Mehr Primärenergie durch Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung in einem Haus mit Holzpelletkessel

Kein kfw-Kredit wegen zuviel Wärmerückgewinnung?

Auch nach mehrjähriger Arbeit mit der EnEV und zugehörigen Normen tauchen immer wieder überraschende Details und Probleme in der Praxis auf, mit denen wohl niemand vorher gerechnet hat. Eines, das durchaus einfach physikalisch erklärbar ist, soll im Folgenden beschrieben werden: Für ein EFH mit Holzpelletkessel soll ein kfw-Kredit beantragt werden. Dies erfordert die Berechnung des Gebäudes mit dem Verfahren der EnEV. Der Nachweisende berechnet Gebäude und Anlage und erreicht knapp die kfw-40 Fördergrenze (Primärenergiebedarf unter $40 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$). Auf Wunsch der Bauherren (und des Planers, der von der Investition natürlich ebenso profitiert), wird zusätzlich eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung in der EnEV-Berechnung berücksichtigt. Der Planer staunt, als der Primärenergiebedarf plötzlich über $40 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ liegt und nun eigentlich nur noch ein kfw-60 Kredit möglich wäre...

Vorgehensweise

Im Folgenden wird ein Einfamilienwohnhaus mit festgelegtem baulichen Standard und Versorgung durch einen Holzpelletkessel nach EnEV bilanziert. Die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung wird alternativ berücksichtigt bzw. weggelassen. Zum Vergleich wird dasselbe Gebäude mit Gaskessel, ebenfalls mit und ohne Lüftungsanlage berechnet. Für die vier Varianten werden End- und Primärenergiebedarf bestimmt. Mit Hilfe dieser Daten kann das oben beschriebene Problem leicht erklärt werden.

Allgemeine Daten

Die Berechnung erfolgt für ein EFH mit Pumpenwarmwasserheizung mit Heizkörpern und zentraler Trinkwarmwasserbereitung mit Zirkulation. Der Baukörper liegt mit einem mittleren U-Wert von $0,254 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ weit unter dem zulässigen Grenzwert der EnEV. Der Gebäudedichtheitstest wurde bestanden. Die bilanzierte Lüftungsanlage ist hocheffizient, d.h. sie hat einen Wärmerückgewinnungsgrad von 80 % und einen Gleichstromventilator. Andere Merkmale nach Tabelle 1.

Einfamilienwohngebäude	Beschreibung
Geometrische Daten	externes Volumen $V_e = 438 \text{ m}^3$; Nutzfläche $A_N = 140 \text{ m}^2$; Hüllflächen $A = 404 \text{ m}^2$; Kompaktheitsgrad $A/V_e = 0,922 \text{ m}^{-1}$; Fenster: 10 m^2 nach NO/N/NW, 10 m^2 nach SO/S/SW, 25 m^2 nach O+W
Gebäudeeigenschaften	Gebäudedichtheitstest bestanden; Wärmebrückendetails nach DIN 4108 BBl. 2; Energiedurchlassgrad der Fenster $g = 0,55$; mittlerer U-Wert der Hüllflächen (incl. Wärmebrückenzuschlag) $H_T' = 0,254 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Trinkwarmwasserbereitung	zentral mit dem Wärmeerzeuger der Heizung; zentrale Verteilungen im unbeheizten Keller; mit Zirkulation; indirekt beheizter Trinkwarmwasserspeicher.
Heizung	zentraler Wärmeerzeuger im unbeheizten Bereich (Gaskessel oder Holzpelletkessel mit indirekter Wärmeabgabe an das Heizwasser); Biomassepufferspeicher im unbeheizten Keller (nur für den Pelletkessel); zentrale Verteilungen im unbeheizten Keller; Steigstränge innenliegend; geregelte Umwälzpumpe; Auslegung auf $70/55 \text{ °C}$; freie Heizflächen mit Thermostatventilen ($X_p = 2\text{K}$).
Lüftung	falls vorhanden: zentrale Zu- und Abluftanlage im beheizten Bereich mit Wärmehückgewinnung (80 %) und DC-Ventilator; Luftwechsel der Anlage $0,4 \text{ h}^{-1}$.

Tabelle 1 Gebäude- und Anlagenbeschreibung

Primärenergiebedarf

Die Bilanzierung des Primärenergiebedarfs erfolgt nach dem vereinfachten Verfahren der EnEV zur Bestimmung des Heizwärmebedarfs in Kombination mit dem ausführlichen Verfahren der DIN V 4701-10, wobei hier nur Standardwerte in die Formelgleichungen eingesetzt werden. Es ergibt sich in allen vier Fällen ein Heizwärmebedarf von $q_h = 45,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$. Die Ergebnisse für den Primärenergiebedarf sowie die Anlagenschemata sind in Abbildung 1 und Abbildung 2 wiedergegeben.

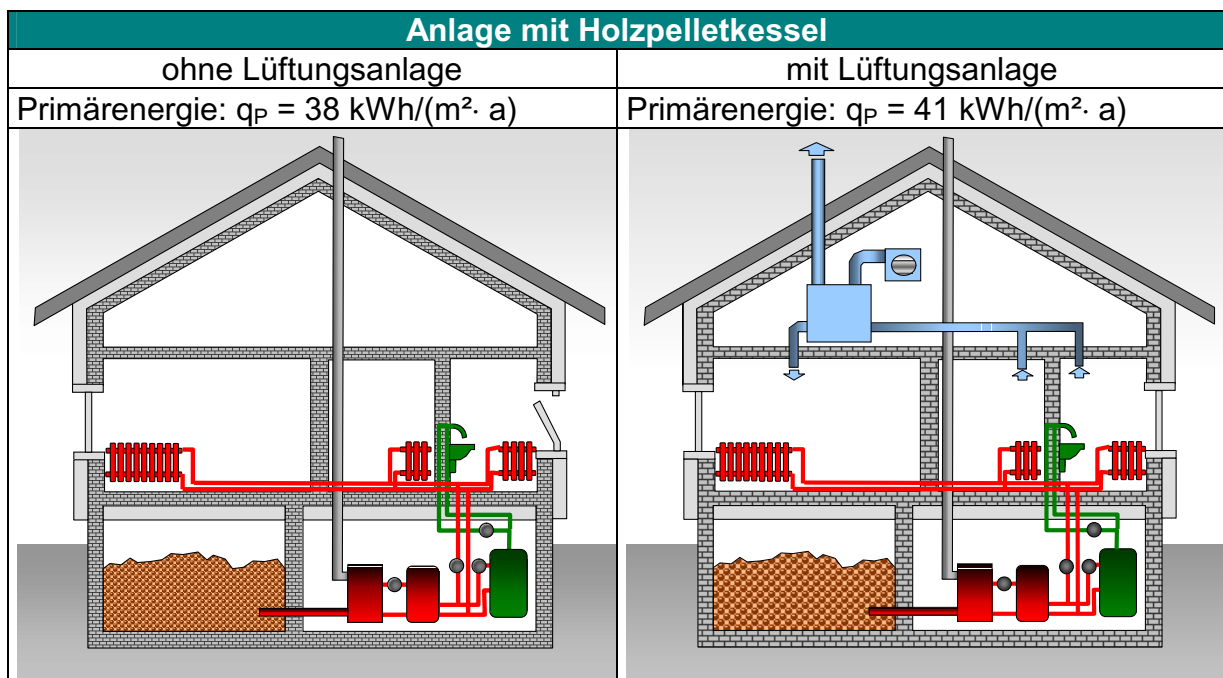


Abbildung 1 Anlagenschema und Primärenergie für die Gebäude mit Holzpelletkessel

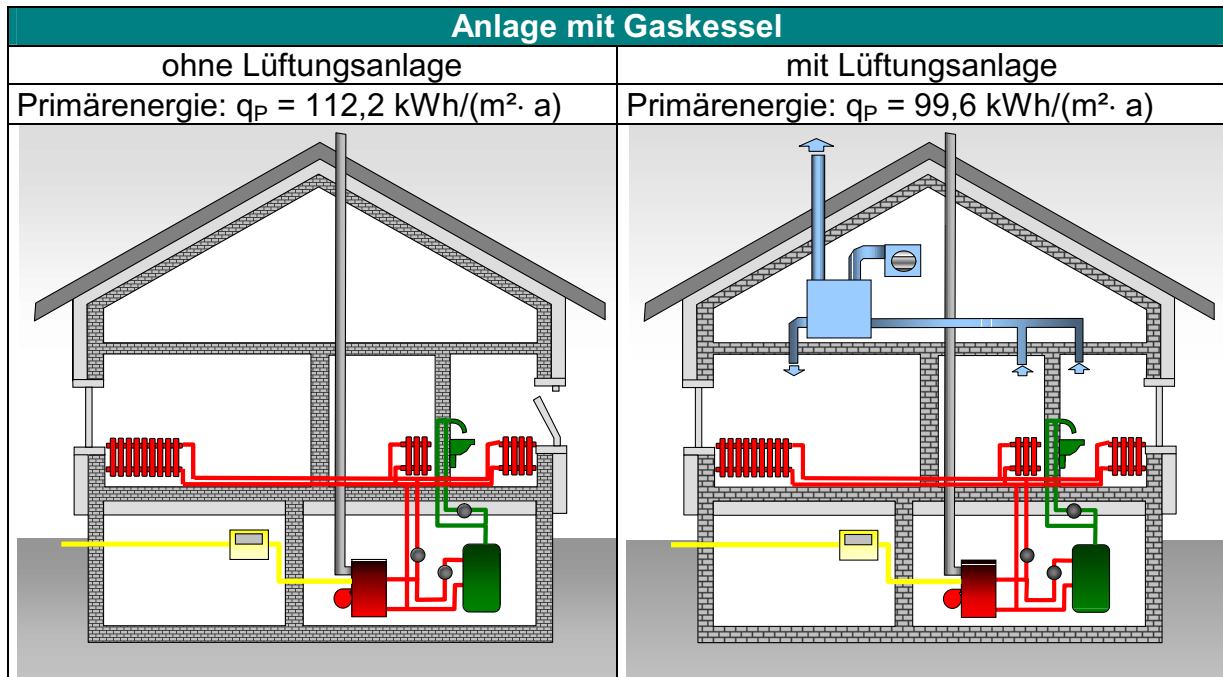


Abbildung 2 Anlagenschema und Primärenergie für die Gebäude mit Gaskessel

Es zeigt sich, dass der Primärenergiebedarf bei Einsatz einer Lüftungsanlage tatsächlich von 38 auf 41 kWh/(m²·a) zunimmt, wenn ein Holzpelletkessel eingesetzt wird. Er vermindert sich jedoch von 112 auf 100 kWh/(m²·a) in der Anlage mit Gasversorgung.

Echte Physik statt Rechenfehler!

Der Nachweisende kommt an dieser Stelle natürlich in Stutzen und vermutet einen Programmierfehler seines EnEV-Programms. Aber hier seien alle Programmierer beruhigt: das Phänomen ist physikalisch begründbar. Zur Erläuterung der Zusammenhänge werden die Endenergien in Tabelle 2 zusammengestellt. Aus Gründen der Verständlichkeit soll die Erläuterung mit dem Gaskessel beginnen.

		Ohne Lüftungsanlage	Mit Lüftungsanlage
Holzkessel	Endenergie Wärme aus Holz:	120,1 kWh/(m ² ·a)	97,0 kWh/(m ² ·a)
	Endenergie Hilfsenergien	4,7 kWh/(m ² ·a)	7,1 kWh/(m ² ·a)
Gaskessel	Endenergie Wärme aus Gas:	93,3 kWh/(m ² ·a)	74,7 kWh/(m ² ·a)
	Endenergie Hilfsenergien:	3,2 kWh/(m ² ·a)	5,8 kWh/(m ² ·a)

Tabelle 2 Endenergie

Die Lüftungsanlage hat aufgrund ihres hohen Wärmerückgewinnungsgrades einen thermischen Wärmerückgewinn von 17,23 kWh/(m²·a). Diese Energiemenge müsste in dem Gebäude ohne Lüftungsanlage zusätzlich vom Gaskessel erzeugt werden, wobei im Beispiel eine Erzeugeraufwandszahl von $e_g = 1,08$ maßgeblich ist. Es ist also ein Mehreinsatz an thermischer Endenergie von 18,6 kWh/(m²·a) notwendig.

Dies zeigen auch die Ergebnisse der EnEV-Bilanz. Demgegenüber hat das Haus mit Lüftungsanlage einen Mehrbedarf an Hilfsenergie zum Betrieb der Ventilatoren. Trotz der energiesparenden Gleichstromtechnik sind dies immer noch 2,62 kWh/(m²·a). Auch diese Zahl findet sich in der Bilanz wieder.

Rechnet man die Minderaufwendungen für thermische Energien und die Mehraufwendungen für elektrische Energien mit Hilfe der Primärenergiefaktoren in Primärenergien um, ergibt sich für das Gebäude mit der Lüftungsanlage eine Primärenergiedifferenz von:

$$\Delta q_p = 1,1 \cdot -18,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) + 3,0 \cdot 2,62 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) = -12,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

Das Gebäude mit Lüftungsanlage hat also zu einem etwa 13 kWh/(m²·a) geringeren Primärenergiebedarf. Das ergibt auch die EnEV Bilanz (Abbildung 2)

Im Fall des Holzpelletkessels ist die Situation ähnlich. Die durch die Lüftungsanlage eingesparte thermische Energie beträgt 17,23 kWh/(m²·a). Diese Energiemenge würde aber bei Einsatz eines Holzkessels einen Mehreinsatz an thermischer Energie von 23,8 kWh/(m²·a) bedeuten. Die Erzeugeraufwandszahl liegt beim Holzkessel mit $e_g = 1,38$ (Jahresnutzungsgrad etwa 72 %) nämlich deutlich unter den Werten eines Gasbrennwertkessels. Die Zusatzstromaufwendungen zum Betrieb der Lüftungsanlage sind die gleichen. Hier sieht die Primärenergiebilanz wie folgt aus:

$$\Delta q_p = 0,2 \cdot -23,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) + 3,0 \cdot 2,62 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) = +3,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

Das Gebäude mit Lüftungsanlage weist wegen des Primärenergiefaktors für Holz von $f_p = 0,2$ insgesamt einen höheren Primärenergiebedarf auf! Oder anders ausgedrückt: die Primärenergie, die in den Antrieb der Ventilatoren gesteckt wird, kann durch den Wärmerückgewinn nicht kompensiert werden, weil der Holzkessel die thermische Energie ohnehin zu "guten Konditionen" erzeugt hätte. Das Problem verschärft sich bei Einsatz von Anlagen mit 60 % Wärmerückgewinnung und Wechselstromventilatoren.

EnEV Nachweis und Förderwürdigkeit nach kfw

Wie oben schon angedeutet, soll an diesem – zugegeben exemplarischen – Beispiel die Förderwürdigkeit nach kfw demonstriert werden. Für das Gebäude gelten aufgrund des Kompaktheitsgrades von $A/V_e = 0,922 \text{ m}^{-1}$ und der Nutzfläche $A_N = 140 \text{ m}^2$ folgende Höchstwerte zur Einhaltung der EnEV-Bedingungen:

- $Q_p'' = 131 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
- $H_{T'_{\max}} = 0,462 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Das Gebäude erfüllt die EnEV-Anforderungen in allen vier Fällen.

Die Förderung als "Energiesparhaus 40" ist an eine verschärfte Bedingung hinsichtlich des Wärmedurchgangskoeffizienten der Gebäudehülle geknüpft. Es ist laut Förderbedingungen der kfw eine 45 prozentige Unterschreitung des Höchstwertes nach EnEV gefordert.

- $H_{T'_{\max, kfw}} = 0,55 \cdot 0,462 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = 0,254 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Die Häuser erfüllen diese von der kfw gestellte Anforderung. Ein Primärenergiebedarf unter $Q_{P'_{kfw}} = 40 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ wird jedoch nur mit Pelletkessel ohne Lüftungsanlage erreicht! Da wird die Kundenberatung selbst für den geschicktesten Verkäufer und Energieberater schwierig...

Energiekosten: Bitte Fairplay!

Die Förderung der kfw ist eine beliebte Kredit- und damit Geldquelle für Bauherren, gerade unter den heute schwierigen Wirtschaftsbedingungen. So werden im Gefecht der Beantragung schnell die künftigen Energie- und Unterhaltskosten aus dem Auge verloren. Diese sollen für die vier Fällen ebenfalls unter die Lupe genommen werden, vgl. Tabelle 3.

	Ohne Lüftungsanlage	Mit Lüftungsanlage
Gas-kessel	Wärmekosten: 4,11 €/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) Hilfsenergiekosten: 0,50 €/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) Energiekosten gesamt: 645 €/a	Wärmekosten: 3,29 €/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) Hilfsenergiekosten: 0,90 €/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) Energiekosten gesamt: 587 €/a
Holz-kessel	Wärmekosten: 4,56 €/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) Hilfsenergiekosten: 0,73 €/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) Energiekosten gesamt: 741 €/a	Wärmekosten: 3,69 €/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) Hilfsenergiekosten: 1,10 €/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) Energiekosten gesamt: 671 €/a

Tabelle 3 Energiekosten

Grundlagen: Energiepreise, bei Strom und Gas als Mischpreise von Leistungs- und Arbeitspreis für ein Einfamilienhaus (incl. MWSt.) nach ASUE Ende 2003. Preise für Pellets nach C.A.R.M.E.N. e.V. im Januar 2004.

- Erdgas H: 0,044 €/kWh
- Strom zum Haushaltstarif: 0,155 €/kWh
- Holzpellets: 0,038 €/kWh (187 €/Tonne bei 4,9 MWh/t)

Aus der Kostentabelle können zwei wesentliche Schlüsse gezogen werden:

1. Trotz der sehr geringen Primärenergiebedarfswerte und sogar des Erreichens des kfw-40 Standards im Fall ohne Lüftungsanlage ergeben sich mit dem Holzkessel unvermutet hohe Energiekosten. Werden Wartungs- und Unterhaltskosten (für Kessel und ggf. Lüftungsanlage) in allen Fällen dazugerechnet, ergibt sich vermutlich eine Preisgleichheit aller vier Varianten – ohne das dies hier nachgewiesen werden soll.

Über die Preisgleichheit und die auf ihn zukommenden Energiekosten muss der Eigentümer des Gebäudes jedoch aufgeklärt werden. Es heißt also nicht: Energiesparhaus = Kostensparhaus! Diese Erkenntnis soll auf keinen Fall gegen den Einsatz von Holzkesseln sprechen, der Fairness halber muss dem Käufer eines kfw-40 Hauses aber mitgeteilt werden, mit welchen laufenden Kosten er zu rechnen hat.

2. Die geringen Energiekostenunterschiede zwischen Gebäuden mit und ohne Lüftungsanlage, die vermutlich auch noch durch zusätzliche Wartungskosten geschmälert werden, zeigen noch einmal deutlich, was in diversen Veröffentlichungen bereits vorher zu Tage trat: eine Lüftungsanlage kann nicht aus betriebswirtschaftlichen Gründen verkauft werden. (Diese Aussage stimmt im Übrigen i.d.R. auch, wenn mit realen Energieverbrauchsdaten gerechnet wird und nicht mit den sehr geringen EnEV-Bedarfswerten). Auch dies soll nicht gegen den Einsatz von Lüftungsanlagen sprechen! Solange dem Gebäudebesitzer klar ist bzw. klar erklärt wird, worin er sein Geld investiert: in erhöhten Komfort, Gebäudeschutz, Hygiene etc. - aber nicht in eine Energieeinsparmaßnahme.

Fazit

Die Bewertung von Energieträgern hinsichtlich ihrer Umweltwirksamkeit ist sicher noch nicht abschließend geklärt. Neben den heute verwendeten Primärenergiefaktoren ist alternativ die CO₂-Bewertung denkbar. Diese würde der langen Diskussion um den Faktor 0,2 für Holz (und 3,0 für Strom vor einiger Zeit) vielleicht ein Ende setzen.

Obwohl sich Holzpelletkessel und Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung in der EnEV-Bilanz praktisch gegenseitig ausschließen, spricht nichts gegen den praktischen Einsatz dieser Techniken, wenn dem Bauherren die Sachlage erklärt wird.

→ In Verbindung mit einem Holzkessel bedeutet eine Lüftungsanlage einen erhöhten – rechnerischen – Primärenergieaufwand. In diesem Fall kann also praktisch überhaupt nicht mit einer Umweltentlastung argumentiert werden, sondern nur mit Hygiene, Gebäudeschutz und Komfort.

→ Ein Energiesparhaus sollte nicht mit einem Kostensparhaus verwechselt werden. Auch hier schuldet der Planer dem Kunden eine Erläuterung der Sachlage.

Auf die Erklärung kommt es also an!

Quelle: Jagnow für TGA Fachplaner 2004