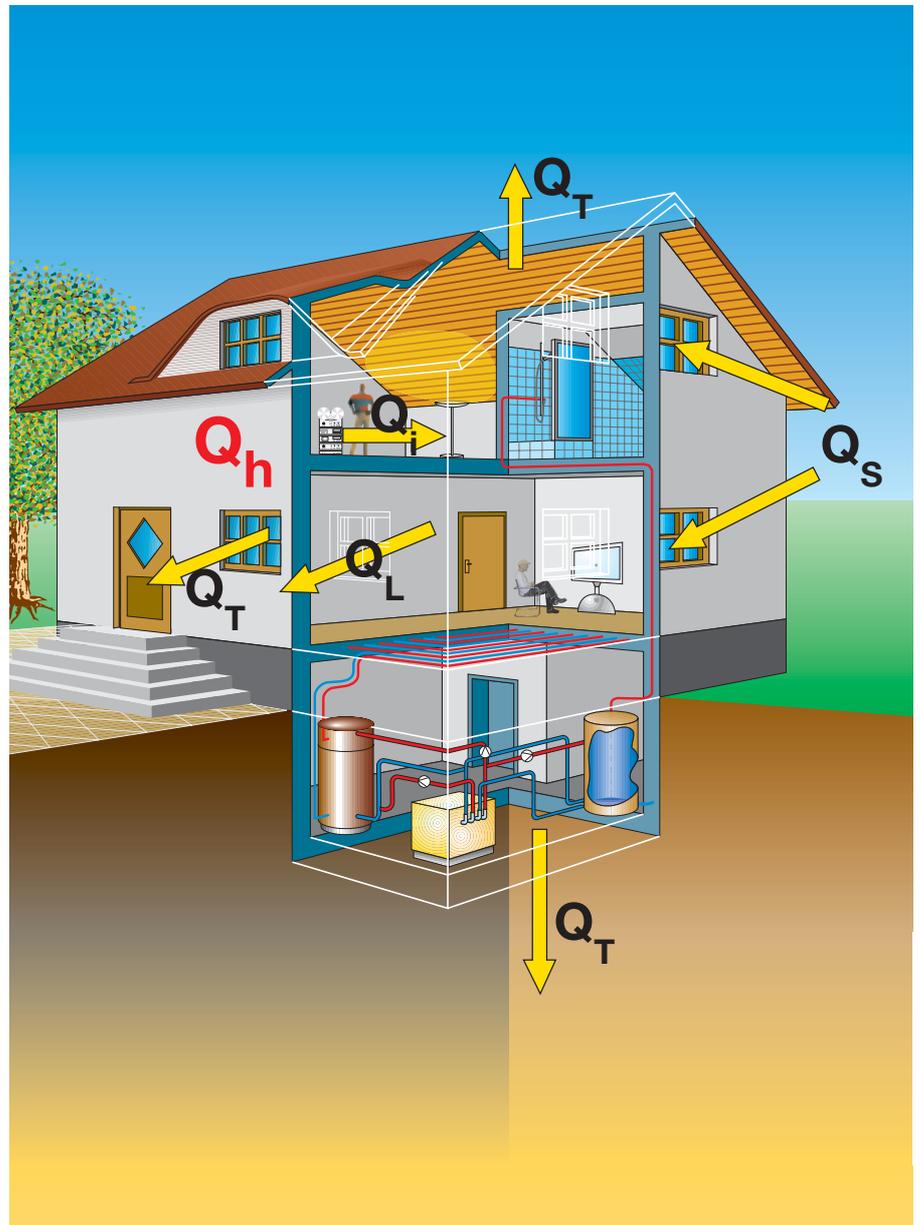




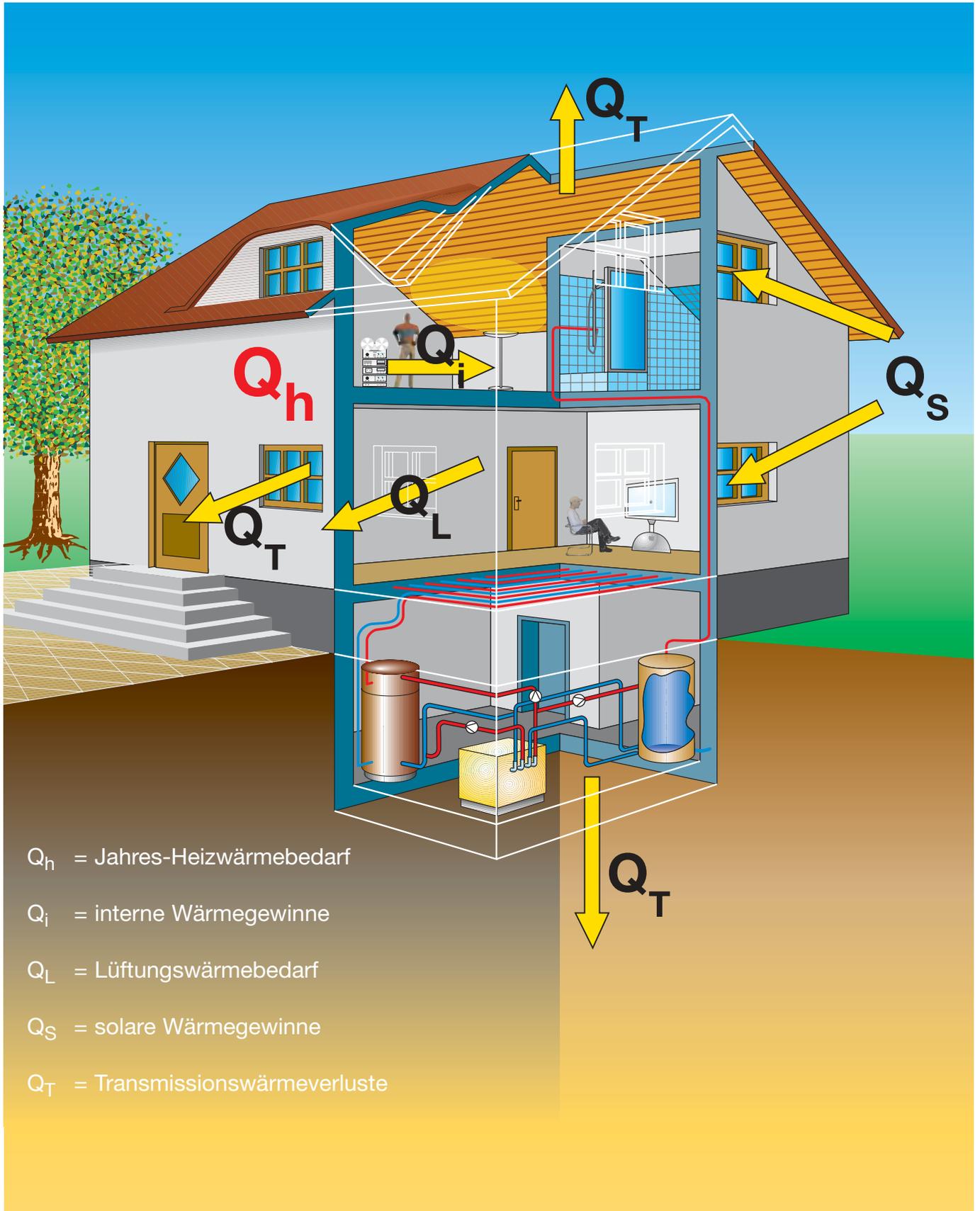
Bundesverband Wärmepumpe
(BWP) e. V.

EnEV – Energie- Einsparverordnung



Neue Perspektiven für die
Wärmepumpe

Energie-Einsparverordnung



Energie-Einsparverordnung

Argumente

Am 1. Februar 2002 trat die Energie-Einsparverordnung (EnEV) in Kraft. Mit der neuen Energie-Einsparverordnung wird endlich auch den Möglichkeiten moderner Wärmepumpentechnik Rechnung getragen. Nun können Wärmepumpen-Heizungsanlagen ihre Vorteile noch besser ausspielen.

Mit der EnEV steigen nicht nur die Anforderungen an Neubauten und den Altbaubestand, sondern auch die Möglichkeiten, bei der erforderlichen Heizungsmodernisierung Wärmepumpen einzubauen.

Mit der Verordnung sollen die energetische Qualität von Neubauten um etwa 30 Prozent gegenüber dem heute erreichten Standard verbessert und die Energieeinsparpotenziale im Gebäudebestand stärker als bisher ausgeschöpft werden, wodurch optimale Voraussetzungen für den Einsatz von Wärmepumpen entstehen. Besonderer Wert wird auf die „intelligente Erschließung“ von Energieeinsparpotenzialen gelegt.

Hohe Energieeinsparpotenziale liegen im Gebäudebestand. Deshalb wird die Verordnung diese Reserven durch Nachrüstverpflichtungen und bedingte Anforderungen bei ohnehin anstehenden Modernisierungsmaßnahmen mobilisieren. Insbesondere geht es um den Ersatz von über zwei Millionen vor dem 1. Oktober 1978 eingebauter ineffizienter Heizkessel. Bei anstehenden Modernisierungsarbeiten müssen die Möglichkeiten einer energetischen Verbesserung berücksichtigt werden.

Die große Chance für Wärmepumpen

Architekten, Planer oder Bauherren erhalten mit der EnEV die Möglichkeit, die individuell und energetisch beste Lösung für ihr Bauprojekt zu finden. Modernster Wärmeschutz kann mit hocheffizienter Anlagentechnik kombiniert werden.

Gefragt sind Gesamtlösungen, die im Hinblick auf den Energieverbrauch, die Bau- und Anlagenkosten sowie die Betriebskosten für den Bauherrn optimiert werden. Hier zeigt sich, dass Heizungssysteme, die Umweltwärme nutzen, hinsichtlich der Bau- und Betriebskosten so vorteilhaft sind, dass sich die Mehrinvestitionen in diese bessere Anlagentechnik bezahlt machen.

Aktuelle Untersuchungen zur Wirksamkeit der EnEV durch das Bundesministerium für Verkehr, Bauen und Wohnen (BMVBW) belegen, dass Wärmepumpen, Solaranlagen zur Warmwasserbereitung und Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung – gesamtenergetisch betrachtet – besonders vorteilhaft sind.

Energie-Einsparverordnung

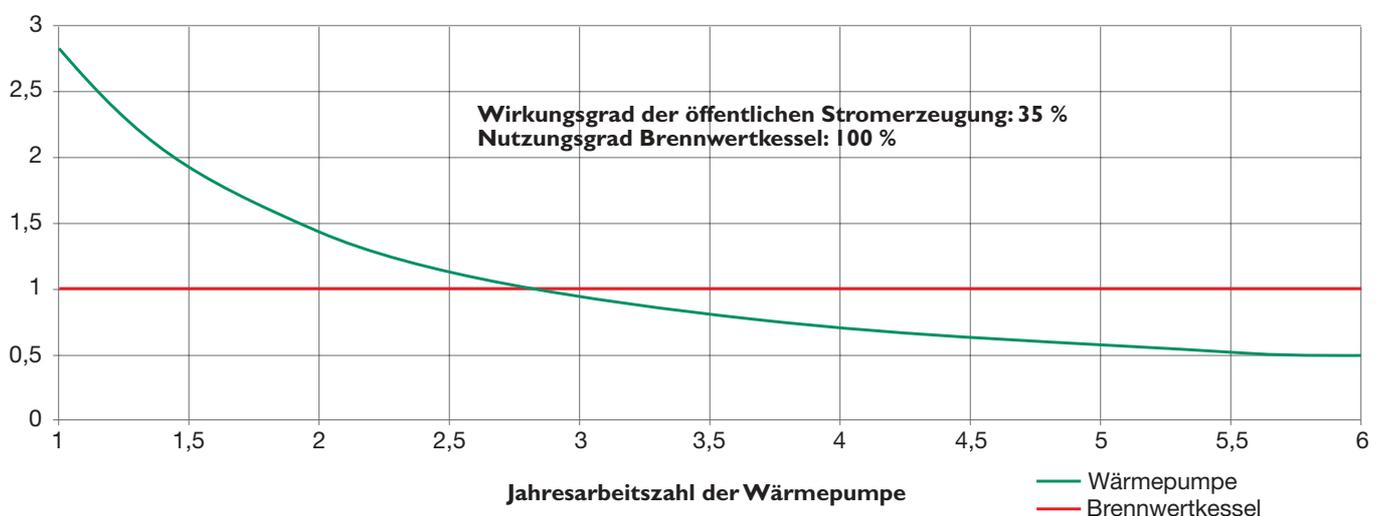
Argumente

Die EnEV im Überblick

- Erstmals werden die Anforderungen für den Energiebedarf von Gebäuden in einem Regelwerk zusammengefasst. Der gesamte Energieverbrauch eines Neubaus – Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung – wird einbezogen.
- Senkung des zulässigen Energiebedarfs von Neubauten im Durchschnitt um 30 %, wobei das Anforderungsniveau für größere Mehrfamilienhäuser stärker sinkt als das für Ein- und Zweifamilienhäuser.
- Einbeziehung der Warmwasserbereitung, zentral, dezentral, solar.
- Umwandlungsverluste außerhalb des Gebäudes, elektrischer Hilfsenergieverbrauch und der Einsatz erneuerbarer Energien (Wärmepumpe und Solaranlagen) zur Heizung- und Warmwasserbereitung werden durch die primärenergetische Berechnung des Heizenergiebedarfs berücksichtigt.
- Anlagentechnik und Gebäudetechnik sind gleichberechtigt.
- Kompensationsmöglichkeit: hoher Dämmstandard und wenig effiziente Heizanlagentechnik oder sparsame Anlagentechnik und höherer Heizwärmebedarf.
- Nachweis der Gebäudedichtheit und Berücksichtigung von Wärmebrücken.
- Der neue Energiebedarfsausweis (Energiepass) schafft mehr Markttransparenz für Mieter, Eigentümer und den Immobilienmarkt.
- Bedingte Anforderungen an den Gebäudebestand und Nachrüstpflichten vor allem für veraltete Heiztechnik.

Die Wärmepumpe profitiert von der EnEV ganz besonders, da sie den größten Teil der benötigten Heizwärme aus der Umgebung aufnimmt und diese Wärme durch Einsatz eines kleinen Anteils hochwertiger Energie, i. d. R. Strom, auf das von der Heizung benötigte Temperaturniveau bringt. Ist die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe größer als 2,8, ergibt sich gegenüber der sehr energieeffizienten Brennwerttechnik eine deutliche Primärenergieeinsparung.

Primärenergieeinsatz (kWh) für 1 kWh Heizwärme



Energie-Einsparverordnung Anforderungen

Die Energie-Einsparverordnung (EnEV)

Durch die EnEV werden die Wärmeschutzverordnung vom 1. Januar 1995 und die Neufassung der Heizanlagenverordnung vom 4. Mai 1998 zusammengefasst. Seit Februar 2002 gelten ausschließlich die Vorgaben der Energie-Einsparverordnung.

Wärmeschutz- und Anlagentechnik sind von nun an gleichwertig. So können in Zukunft im Bereich des Energieverbrauchs von Neubauten bisher nicht genutzte Optimierungspotenziale ausgeschöpft werden.

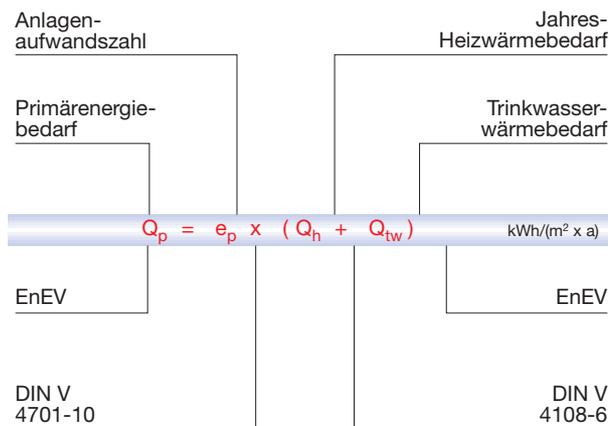
Die wesentlichen bau- und anlagentechnischen Kennzeichen des Gebäudes werden schon in der Phase der Bauplanung festgelegt. Weitaus früher als bisher werden von Architekten oder Planern die Bauteildaten und Kennwerte vorgegeben.

Das ist neu:

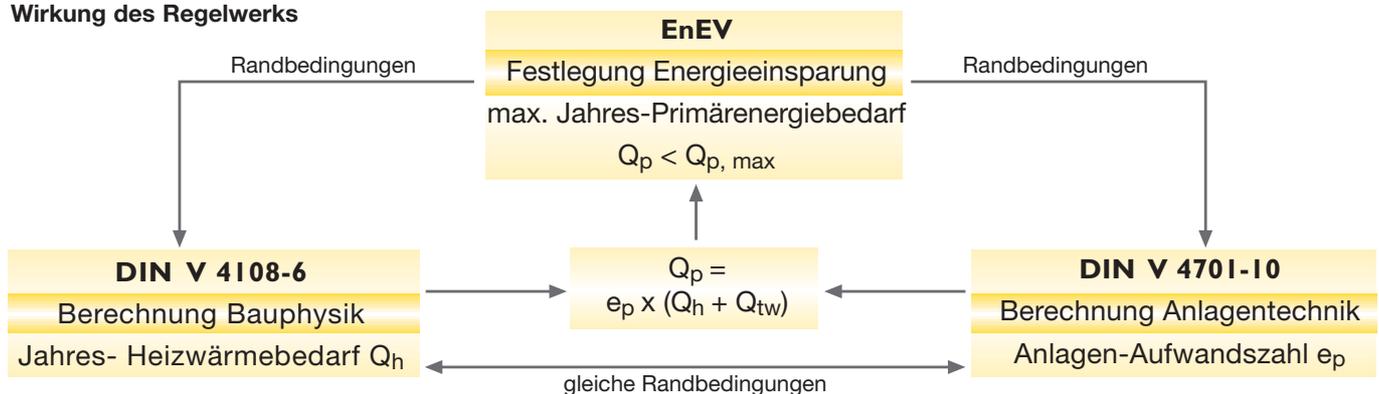
Die Anforderungen an Neubauten – bezogen auf den Primärenergiebedarf – sind im Mittel um ca. 30 Prozent gegenüber dem bisherigen Standard verschärft worden.

Die EnEV bietet erstmals die Möglichkeit, Bauphysik und Heizungsanlagentechnik gemeinsam zu planen. Dies bedeutet, dass der Primärenergiebedarf in einem nicht so gut gedämmten Haus unter dem zulässigen Grenzwert gehalten werden kann, wenn eine effiziente Heizungsanlage gewählt wird. Umgekehrt ist es möglich, in einem sehr gut wärmegeprägten Haus durch Einsatz weniger aufwändiger Heiztechnik das gleiche Ergebnis zu erzielen. Damit der Einsatz besonders guter Anlagentechnik jedoch nicht auf Kosten der Bauphysik geht, wurde der spezifische Wärmeverlust der Gebäudehülle begrenzt. Hierzu wurden mehr oder weniger die Vorgaben an einen höchstzulässigen mittleren k-Wert (künftig U-Wert) der Gebäudehülle der Wärmeschutzverordnung aufgegriffen.

Verknüpfung von EnEV, DIN V 4701 und DIN V 4108



Wirkung des Regelwerks



Energie-Einsparverordnung

Konsequenzen

Konsequenzen für Architekten, Planer, Baufirmen, Fertighaushersteller und Fachhandwerker

Die EnEV beeinflusst die Entwicklung auf dem Neubausektor in vier wesentlichen Punkten:

1. Die Gebäudedichtigkeit erhält ein höheres Gewicht. Erfolgt kein Nachweis der Gebäudedichtigkeit, muss bei der Berechnung des Wärmebedarfs von einem 0,7-fachen freien Luftwechsel ausgegangen werden (das Luftvolumen des Gebäudes wird 0,7 mal in der Stunde erneuert). Wird die Gebäudedichtigkeit dagegen über den sog. Blowerdoor-Test nachgewiesen, kann mit einem nur 0,6-fachen Luftwechsel gerechnet werden. Dadurch reduziert sich der Wärmebedarf des Gebäudes. Wird eine Abluftanlage eingesetzt, so muss sogar nur der 0,55-fache Luftwechsel angesetzt werden, wobei sich dieser aus einem 0,4-fachen Anlagenluftwechsel und einer 0,15-fachen freien Lüftung zusammensetzt. Es ist daher davon auszugehen, dass der Blowerdoor-Test bei Neubauten zukünftig Standard wird.

2. Infolge der höheren Gebäudedichtigkeit werden mechanische Lüftungsanlagen künftig fester Bestandteil von Neubauten werden. Der freie Luftwechsel liegt bei geschlossenen Türen und Fenstern nur bei etwa $0,2 \text{ h}^{-1}$. Aus Gründen der Hygiene (Vermeidung von Schimmelpilzen) und zum Erhalt der Bausubstanz (Vermeidung von Feuchteschäden) ist jedoch ein etwa 0,5-facher Luftwechsel erforderlich. Theoretisch lässt sich dieser natürlich auch durch Fensterlüftung erreichen. Die empfohlene Methode (Stoßlüftung alle zwei Stunden für fünf bis zehn Minuten) ist jedoch wenig praktikabel. Außerdem hängt das Ergebnis in hohem Maße von schwer einzuschätzenden äußeren Faktoren wie Wind und Thermik ab. Daher wird die reine Fensterlüftung in der Praxis entweder zu einem zu hohen Energieverbrauch oder zu einem hygienisch unzureichenden Luftwechsel führen.

3. Die Nachfrage nach energieeffizienter Anlagentechnik, wie Heizungswärmepumpen oder Solaranlagen wird deutlich steigen. War der Einsatz solcher Anlagentechnik bisher vor allem dem Bauherren und seinem ökologischen Gewissen überlassen, wird jetzt erstmals das Interesse des Gesetzgebers an innovativen und ressourcenschonenden Heizungsanlagen deutlich. Finanziell werden solche Anlagen attraktiver, da die Bewertung nach der EnEV eine Kompensation eines kostengünstigen, weniger gut wärmegeprägten Baukörpers durch eine aufwändigere Anlagentechnik erlaubt. Außerdem gibt es bereits attraktive, auf der EnEV basierende Förderprogramme, die den Bau energetisch besonders guter Häuser unterstützen. So gibt es von der Kreditanstalt für Wiederaufbau günstige Darlehen für Häuser mit weniger als $60 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$ Primärenergiebedarf und Häuser mit weniger als $40 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$ Primärenergiebedarf.

4. Die Zusammenarbeit zwischen Architekten, Bauingenieuren, Planern, Baufirmen, Heizungsbauern und Geräteherstellern wird zwangsläufig deutlich zunehmen. Die Anlagentechnik muss jetzt bereits bei Beantragung der Baugenehmigung feststehen. Für Architekten und Planer bedeutet dies anfangs zusätzlichen Aufwand, weil sie sich mit der Haustechnik auseinander zu setzen haben. Andererseits ergibt sich dadurch auch eine Chance: Die frühzeitige Festlegung auf eine bestimmte Haustechnik ermöglicht eine integrierte Planung des Gebäudes und der Haustechnik. Die Abstimmung zwischen den Gewerken kann so deutlich verbessert werden. Profitieren werden hiervon in erster Linie die Bauherren, da sich bei tendenziell geringeren Preisen die Gebrauchstauglichkeit der Haustechnik durch das bessere „Zusammenspiel“ mit dem Baukörper erhöhen wird. Profitieren können aber auch Architekten, Planer und Fachhandwerker, die schon bisher gewerkeübergreifend gedacht und gearbeitet haben.

Energie-Einsparverordnung

Primärenergiebedarf

Primärenergiebedarf

Die EnEV begrenzt zum einen den spezifischen Transmissionswärmeverlust eines Gebäudes und zum anderen die eingesetzte Primärenergie für Heizung, Trinkwarmwasser und eventuell Lüftung, wobei die Begrenzung der Primärenergie eindeutig die strengere Forderung darstellt.

Die Primärenergie ist die Bezugsgröße der einzuhaltenden Grenzwerte. Dadurch müssen auch die Energieverluste, die bei Gewinnung, Veredelung, Transport, Umwandlung und Einsatz des Energieträgers entstehen, berücksichtigt werden. Des Weiteren sind Hilfsenergien wie für den elektrischen Antrieb der Heizungsanlagenpumpen einzubeziehen.

Zur Erstellung eines Energiebedarfsausweises nach EnEV muss der Jahresheizwärmebedarf nach DIN V 4108 Teil 6 ermittelt werden. Dieser und der Energiebedarf zur Trinkwassererwärmung, der pauschal angesetzt werden darf, werden anschließend mit einer „Anlagenaufwandszahl“ multipliziert, die nach DIN V 4701 Teil 10 berechnet werden muss.

Die Anlagenaufwandszahl e_p ist das vorrangige Ergebnis der Berechnung nach DIN V 4701 Teil 10. Sie beschreibt das Verhältnis der von der Anlagentechnik aufgenommenen Primärenergie zu der von ihr abgegebenen Nutzwärme für Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung.

Bei der Ermittlung der Anlagenaufwandszahl werden die auftretenden Verluste durch die Übergabe der Wärme an den Raum, die Verteilung der Wärme im Gebäude, die eventuell stattfindende Speicherung sowie die Hilfsenergien (Antrieb von Pumpen) für die Übergabe und die Verteilung berücksichtigt.

Der Primärenergiebedarf als Maßstab

Für den jährlichen Primärenergiebedarf für Gebäude mit normalen Innentemperaturen ergeben sich nachfolgende Anforderungen in Abhängigkeit des A/V-Verhältnisses (zwischen $\leq 0,2$ und $\geq 1,05$):

- 66 bis 130 kWh/(m² x a) plus einem Zuschlag in Abhängigkeit zur Nutzfläche für Wohngebäude mit zentraler Warmwasserbereitung
- 88 bis 152 kWh/(m² x a) für Wohngebäude mit überwiegend elektrischer Warmwasserbereitung
- 15 bis 35 kWh/(m³ x a) für alle anderen Gebäude

Der Primärenergiebedarf wird grundsätzlich mit einem Bilanzverfahren berechnet. Für Wohngebäude mit einem Fensterflächenanteil bis 30 %, kann wahlweise das vereinfachte Heizperiodenbilanzverfahren oder das ausführliche Monatsbilanzverfahren gemäß DIN V 4108 Teil 6 in Verbindung mit DIN 4701 Teil 10 angewandt werden. Alle anderen Gebäudearten müssen nach dem Monatsbilanzverfahren berechnet werden.

Die EnEV gibt für den maximal zulässigen Primärenergiebedarf eine Formel vor. Diese orientiert sich am A/V-Verhältnis.

Verhältnis A/V: die wärmeübertragende Umfassungsfläche A bezogen auf das beheizte Gebäudevolumen V (Außenmaße)

Für Wohngebäude mit zentraler Trinkwasserversorgung berechnet sich der zulässige Primärenergiebedarf als:

$$Q_{p,zul} = 50,94 + 75,29 \times A/V + 2.600/(100 + A_N) \text{ kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$$

Für Wohngebäude mit dezentraler Trinkwasserversorgung berechnet sich der zulässige Primärenergiebedarf als:

$$Q_{p,zul} = 72,94 + 75,29 \times A/V \text{ kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$$

Energie-Einsparverordnung

Primärenergiebedarf

Primärenergiebedarf = Anlagen-aufwandszahl \times Heiz-wärmebedarf + Trinkwasser-wärmebedarf

$$Q_p = e_p \times (Q_h + Q_{tw})$$

Für ein Einfamilienhaus mit zentraler Trinkwassererwärmung und einer Nutzfläche von $A_N = 200 \text{ m}^2$ und $A/V = 0,8$ würde sich dann ein $Q_{p,zul}$ von $119,84 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$ ergeben.

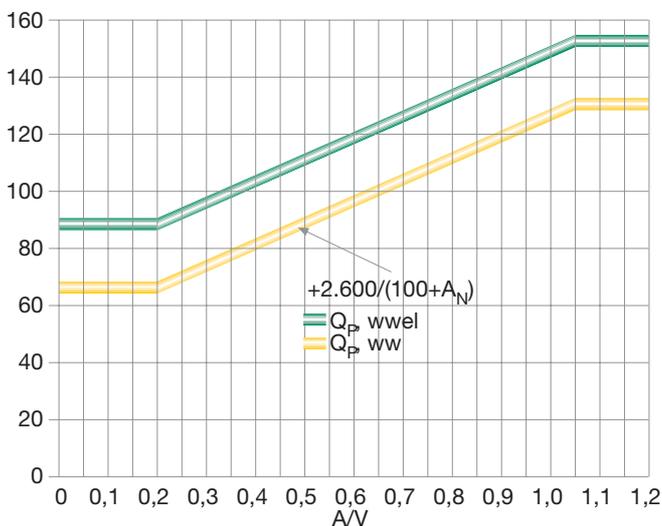
Dieser Wert darf nicht überschritten werden. Er bildet die Grundlage der Arbeit des Architekten oder Planers. Diese entscheiden, wie sie bauphysikalische und heiztechnische Maßnahmen in ihrer Bauausführung kombinieren wollen, damit der Primärenergiebedarf für die Wärmeerzeugung einschließlich der erforderlichen Hilfsenergie unter dem errechneten Grenzwert bleibt.

Der Wärmeschutz des Gebäudes muss gemäß der anerkannten Regeln der Technik ausgeführt sein. Der maximale zulässige spezifische Transmissionswärmeverlust (H_T) über die Gebäudehülle beträgt:

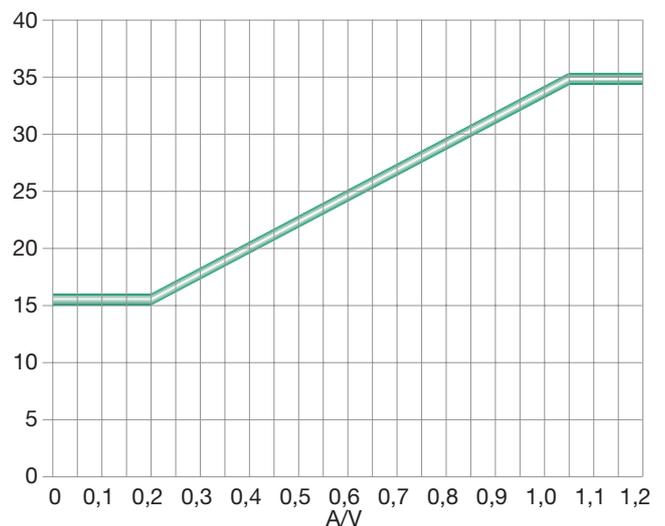
$$H_{T,max} = 0,3 + 0,15 \times (A/V) \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$$

H_T ist durch normale Baustandards (WSchV 95) leicht einzuhalten. Das kreative Planen des Architekten wird daher nicht eingeschränkt.

Jahres-Primärenergiebedarf Q_p für Wohnbauten ($\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}$)



und sonstige Bauten ($\text{kWh}/\text{m}^3\text{a}$)



Energie-Einsparverordnung

Primärenergiebedarf

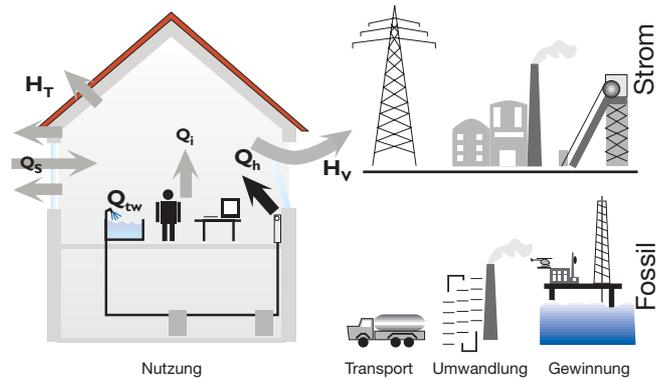
Die Primärenergie-Aufwandszahl e_p

Das Verhältnis von erforderlicher Primärenergie zu erzeugter Nutzwärme wird durch e_p dargestellt. Diese Aufwandszahl der Anlagentechnik sollte den wirtschaftlichen Anforderungen entsprechend so gering wie möglich gewählt werden.

e_p = anlagentechnische Kennzahl

$$e_p = Q_p / (Q_h + Q_{tw})$$

Um die Anlagenplanung zu vereinfachen, gibt die DIN V 4701 Teil 10 für ausgewählte Anlagenschemata Diagramme in Abhängigkeit von Nutzfläche A_N und Heizwärmebedarf Q_h vor. Aus diesen Diagrammen kann die Aufwandszahl der Anlagentechnik e_p einschließlich aller Speicher- und Verteilungsverluste abgelesen werden.



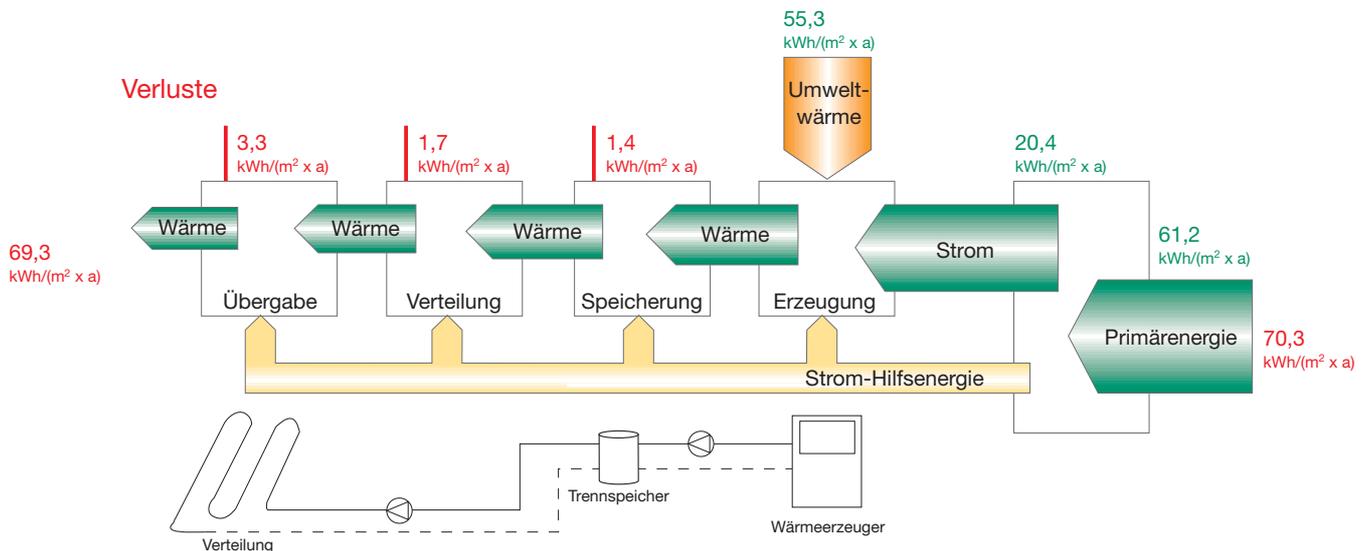
Endenergie = Heizenergie

Primärenergie

Die maximal zulässige Heizwärme kann über die Formel zur Berechnung von e_p bestimmt werden:
 $Q_h = (Q_{P,zul} / e_p) - Q_{tw}$ kWh/(m² x a)

Für den Wärmebedarf der Trinkwassererwärmung Q_{tw} , der ja in die Primärenergiebilanz aufgenommen werden muss, gibt die Energie-Einsparverordnung den Wert 12,5 kWh/(m² x a) vor.

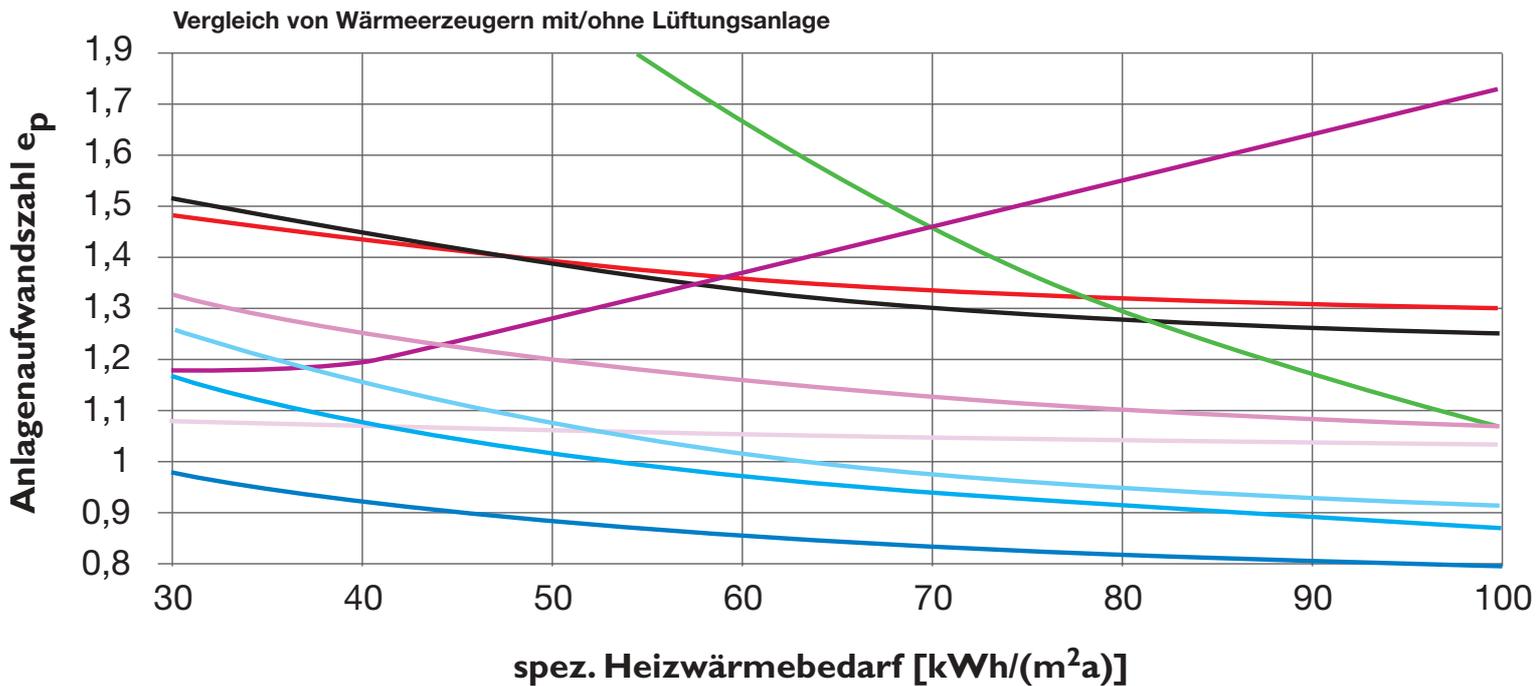
EnEV-Umwandlungskette am Beispiel Erdreich-Sole Wärmepumpe



Alle Werte in kWh/(m² x a), aus Berechnungsbeispiel der DIN V 4701-10 für Wärmepumpenanlagen Sole-Wasser, EFH mit 244 m², Wärmeerzeugung und -verteilung innerhalb der thermischen Hülle. Die Verluste können bei Installation innerhalb der thermischen Hülle zum Teil genutzt werden.

Energie-Einsparverordnung

Primärenergiebedarf



Hier sind die Aufwandszahlen für verschiedene haustechnische Anlagen anhand eines Beispielhauses dargestellt:

- Nutzfläche $A_N = 185 \text{ m}^2$
- Verhältnis $A/V_e = 0,8$
- Dichtheit des Gebäudes durch Blowerdoor-Messung nachgewiesen
- Alles in der beheizten Hülle
- Thermostatventile oder Flächenheizung 1 K
- Keine Zirkulation
- Maximal zulässiger Jahresprimärenergiebedarf bei nicht überwiegend elektrischer Warmwasserbereitung $Q_p = 120,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$

Die grüne Linie zeigt die maximal zulässige Anlagenaufwandszahl. Nur wenn die für ein Wohngebäude errechnete Anlagenaufwandszahl unterhalb dieser Linie liegt, kann eine Baugenehmigung erteilt werden. Gleichzeitig hängt die Erteilung einer Baugenehmigung davon ab, dass der zulässige spezifische Transmissionswärmeverlust nicht überschritten wird. Aus diesem Grund muss der spezifische Heizwärmebedarf im Allgemeinen unterhalb von etwa $80 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ liegen.

In schwarz ist als Referenz die Anlagenaufwandszahl dargestellt, die sich nach den Standardwerten der DIN V 4701 Teil 10 für einen Brennwertkessel bei 55 °C Vorlauf- und 45 °C Rücklauf-temperatur ergibt. Ein Haus, das mit einem solchen Brennwertkessel ausgerüstet ist, erfüllt bis zu einem spezifischen Heizwärmebedarf von etwa $80 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ die EnEV. Die Anlagenaufwandszahl wird mit steigendem spezifischen Heizwärmebedarf besser, also kleiner. Dies gilt für die meisten Wärmeerzeuger, da die Verluste bei der Übergabe der Heizwärme an den Raum, bei der Verteilung der Heizwärme im Haus und die einzusetzende Hilfsenergie nicht proportional zum spezifischen Heizwärmebedarf ansteigen.

Die Varianten von Sole/Wasser-Wärmepumpen sind den blauen Linien zu entnehmen. Allen gemeinsam ist ein Niedertemperaturheizsystem mit 35 °C Vorlauf- und 28 °C Rücklauf-temperatur. Solche Flächenheizungen eignen sich besonders gut zum Einsatz in Verbindung mit Wärmepumpen, da die energetische Effizienz einer Wärmepumpe umso höher ist, je niedriger die Vorlauf-temperatur ausfällt. Die Kurve in der Mitte stellt die Anlagenaufwands-

Energie-Einsparverordnung

Primärenergiebedarf



- e_p , zulässig
- Brennwertkessel 55/45 °C
- Sole/Wasser-Wärmepumpe 35/28 °C
- Sole/Wasser-Wärmepumpe 35/28 °C, Abluftanlage ohne WRG
- Sole/Wasser-Wärmepumpe 35/28 °C, mit Wärmerückgewinnung 80 %
- Luft/Wasser-Wärmepumpe 35/28 °C
- Luft/Wasser-Wärmepumpe 55/45 °C
- Luft/Wasser-Wärmepumpe 35/28 °C, mit Wärmerückgewinnung 80 %
- Abluftwärmepumpe 35/28 °C

zahl einer Sole/Wasser-Wärmepumpe ohne Lüftungsanlage dar. Hier ist die nach den Standardwerten der DIN V 4701 Teil 10 gerechnete Sole/Wasser-Wärmepumpe ca. 30 % besser als der Brennwertkessel.

Ergänzt man die Wärmepumpenanlage um eine Abluftanlage, wird die Anlagenaufwandszahl wegen der zum Antrieb des Ventilators erforderlichen Hilfsenergie größer. In der Realität tritt dieser Energieaufwand allerdings nur im Vergleich zu unzureichend gelüfteten Wohnungen auf, weil die Abluftanlage im Gegensatz zur Fensterlüftung zuverlässig den notwendigen Luftwechsel herbeiführt. Wird die Sole/Wasser-Wärmepumpe um eine Lüftungsanlage mit Kreuz-Gegenstrom-Wärmeübertrager zur Übertragung der Abluftwärme auf die Zuluft ergänzt, ergeben sich hervorragende Anlagenaufwandszahlen, die teils deutlich unter 1 liegen.

In violett ist die Anlagenaufwandszahl einer monovalenten (Heizung nur über die Wärmepumpe) Luft/Wasser-Wärmepumpe mit Niedertemperatur-Heizsystem wiedergegeben. Die rote Linie zeigt die Aufwandszahl einer monovalenten Luft/Wasser-

Wärmepumpe in Verbindung mit einer Radiatorenheizung mit 55 °C Vorlauf- und 45 °C Rücklauf-temperatur. Es ergibt sich kein Vorteil mehr gegenüber dem Brennwertkessel, denn Wärmepumpen müssen, damit sie wirklich gut sind, mit niedrigen Vorlauftemperaturen betrieben werden.

Die flache, blassviolette Kurve stellt den Verlauf der Anlagenaufwandszahl einer monoenergetischen Luft/Wasser-Wärmepumpe in Verbindung mit einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung dar. Solche Integralgeräte sind relativ preisgünstig. Bei monoenergetischer Betriebsweise wird die Wärmepumpe bei sehr tiefen Außentemperaturen von einem elektrischen Heizstab unterstützt, der etwa 5 % der Jahresheizarbeit übernimmt. Vor allem bei gut wärmegeprägten Häusern mit kleinem spezifischen Wärmebedarf sind Integralsysteme – bestehend aus Wärmepumpe und Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung – eine preiswerte Alternative zu Sole/Wasser-Wärmepumpen.

Die dunkelviolett dargestellte Anlagenaufwandszahl der Abluft/Wasser-Wärmepumpe wurde mit Herstellerdaten berechnet. Bei der Abluft/Wasser-Wärmepumpe nimmt die Anlagenaufwandszahl mit steigendem Heizwärmebedarf zu. Dies liegt daran, dass der Energieinhalt der Wärmequelle Abluft von der Größe der Wohnung und nicht von ihrem spezifischen Heizwärmebedarf abhängt. Damit ist die zur Nutzung durch die Wärmepumpe verfügbare Energie begrenzt. Somit steigt mit wachsendem spezifischen Wärmebedarf des Gebäudes der Anteil der elektrischen Direktheizung an der bereitgestellten Heizwärme und es erhöht sich die Anlagenaufwandszahl. In gut wärmegeprägten Gebäuden sind Abluftwärmepumpen sehr energieeffizient und wegen der geringen Investitionskosten und der einfachen Installation eine interessante Alternative zu anderen Wärmeerzeugern. Ihr großer Vorteil liegt darin, dass die sinnvolle mechanische Lüftung des Gebäudes bereits „im Wärmeerzeuger enthalten“ ist.

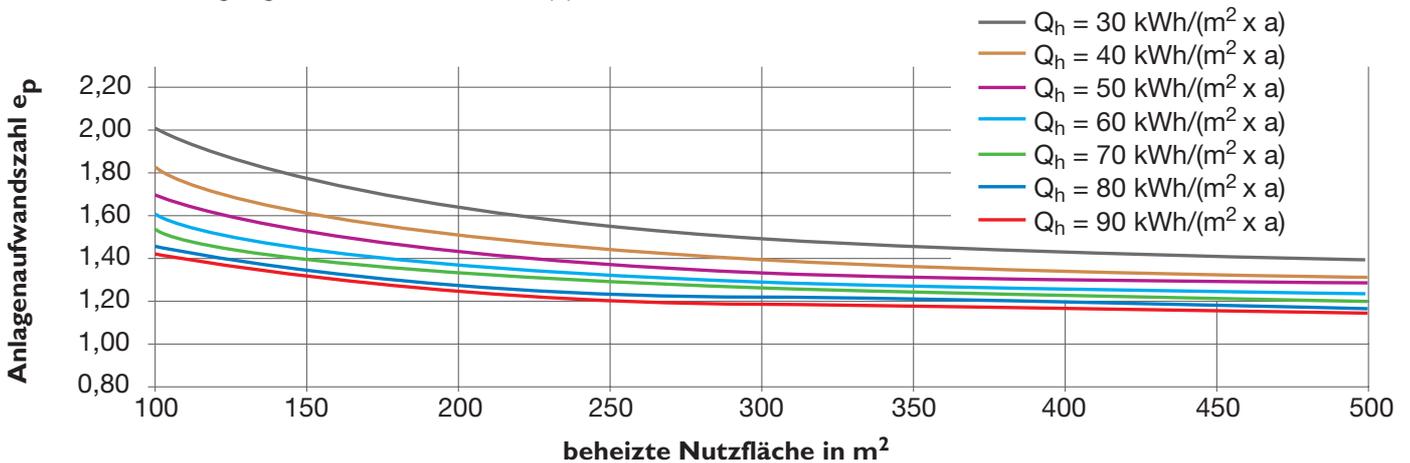
Energie-Einsparverordnung

Primärenergiebedarf



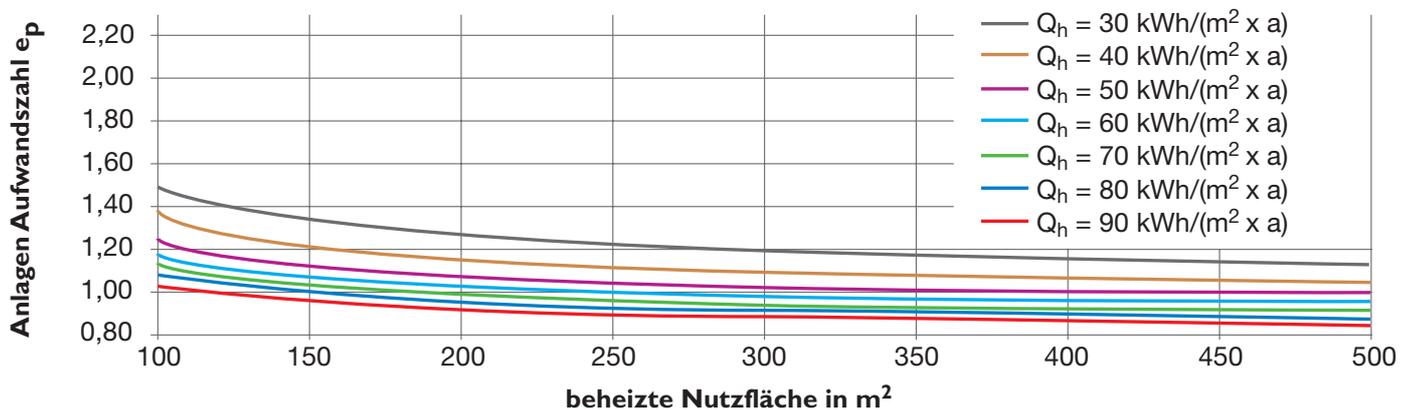
Aufwandszahl e_p – BW-Kessel

Heizung	Übergabe:	Thermostat und andere P-Regler 1 Kelvin
	Verteilung:	unbeheizt, innen 55 °C/45 °C, Pumpe geregelt
	Erzeugung:	Brennwertkessel Gas, außerhalb der gedämmten Hülle
TWW	Speicherung:	indirekt beheizter Speicher, außerhalb thermischer Hülle
	Verteilung:	gebäudezentral, mit Zirkulation, horizontale Verteilung im beheizten Bereich
	Erzeugung:	Brennwertkessel (0)



Aufwandszahl e_p – WP-Erdreich

Heizung	Übergabe:	Flächenheizung mit Einzelraumregelung 2K
	Speicherung:	Speicherung außerhalb der Hülle
	Verteilung:	unbeheizt, innen 35 °C/28 °C, Pumpe geregelt
	Erzeugung:	Heizungswärmepumpe Erdreich-Wasser
TWW	Speicherung:	indirekt beheizter Speicher, außerhalb thermischer Hülle
	Verteilung:	gebäudezentral, ohne Zirkulation, horizontale Verteilung im beheizten Bereich
	Erzeugung:	Heizungswärmepumpe, Erdreich-Wasser (0)



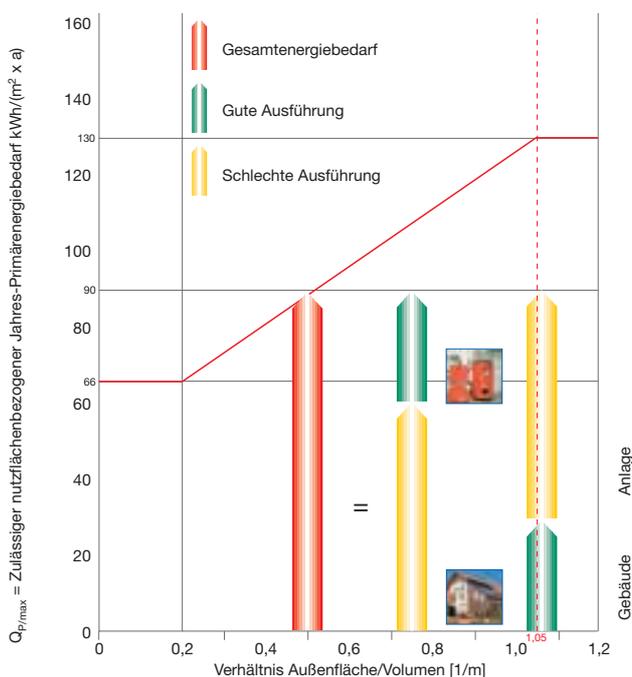
Die Grafiken zeigen, dass sich beim Einsatz einer Wärmepumpenheizungsanlage aufgrund der niedrigen Primärenergieaufwandszahl gegenüber der sehr energieeffizienten Brennwerttechnik eine deutliche Primärenergieeinsparung ergibt.

Energie-Einsparverordnung Kompensationsmöglichkeit

Kompensationsmöglichkeit zwischen Haus und Anlage

Die Energie-Einsparverordnung erlaubt Kompromisse. So können ästhetische, gestalterische und finanzielle Möglichkeiten so gegeneinander aufgewogen und miteinander verknüpft werden, bis das aus Sicht von Architekt und Bauherr optimale Ergebnis erreicht wurde. Dadurch wird es möglich, dass aufgrund verbesserter Anlagentechnik auf Dämmmaßnahmen verzichtet werden kann, die besonders aufwändig wären oder gar die Gesamtopik des Hauses stören würden. Es besteht also eine Kompensationsmöglichkeit zwischen Effizienz der Anlage und Wärmeschutz des Gebäudes.

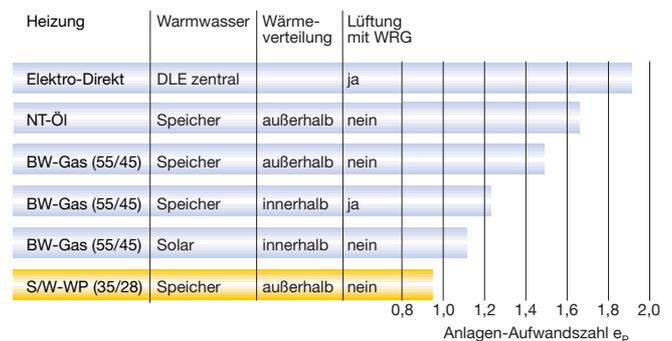
Mit effizienten Anlagentechniken wie Wärmepumpen oder Wohnungslüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung werden erhebliche energetische Verbesserung erreicht. Bei Einsatz dieser Techniken ist die EnEV daher leicht zu erfüllen bzw. nur der maximal zulässige Transmissionswärmebedarf einzuhalten.



Hinweis:

Die DIN V 4701 Teil 10 verwendet Mindestwerte. Die in ihr aufgeführten Systeme stehen nicht für die optimale Anlagentechnik. Nur wenn die genauen Kennwerte der Effizienz der Anlagentechnik nicht bekannt sind, sollte dieses Verfahren angewendet werden.

Ermittlung der Primärenergie-Aufwandszahl



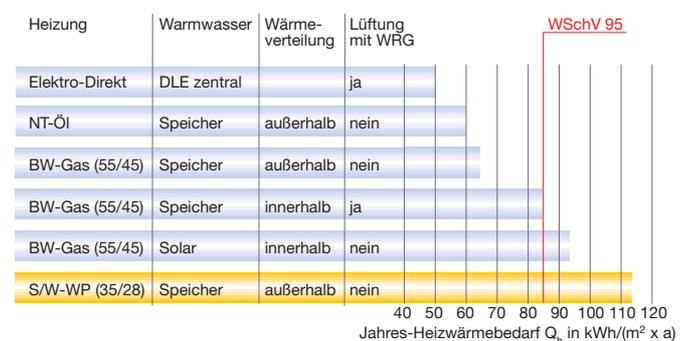
Die beiden Grafiken zeigen eine Verknüpfung von Anlagentechnik und Bautechnik:

$$Nutzfläche A_N = 200 \text{ m}^2$$

$$A/V = 0,8$$

$$Q_{P, zul} = 119,84 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$$

Maximal zulässiger Heizwärmebedarf



Energie-Einsparverordnung

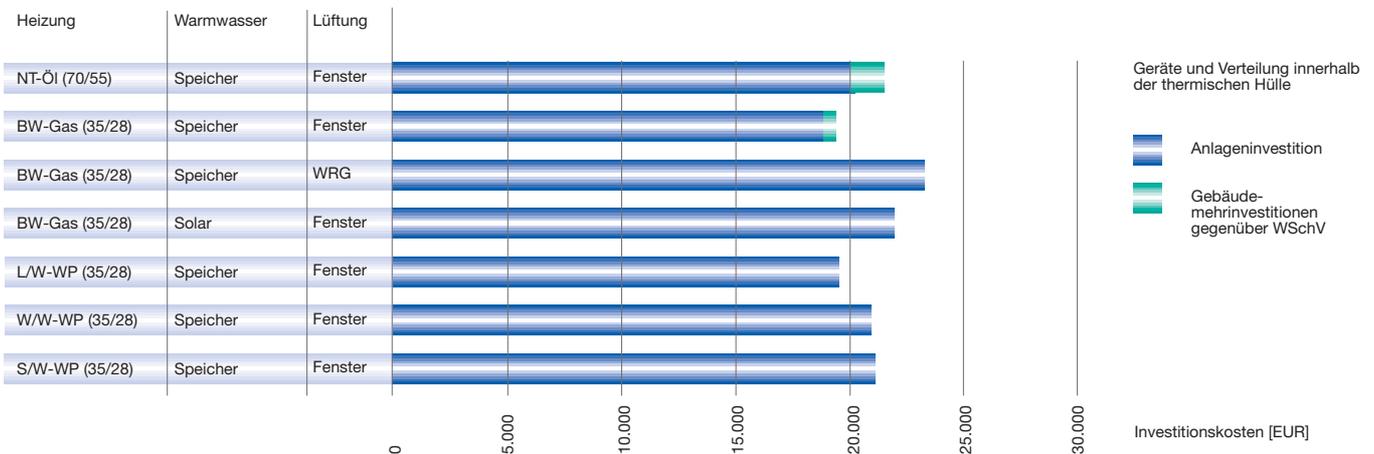
Wirtschaftlichkeit

Kosten

Eine wirtschaftliche Einschätzung der durch die EnEV zur Verfügung stehenden Möglichkeiten muss für jedes Gebäude ganz individuell vorgenommen werden. Eine Abschätzung der Kosten an einem Beispiel veranschaulicht jedoch die Relationen.

Investitionskosten

**Einfamilienhaus; Nutzfläche $A_N = 200 \text{ m}^2$;
 $A/V = 0,8$; $Q_{p,zul} = 119,84 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$;
 $Q_h = 70 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$
 Wärmeverteilsystem: Fußbodenheizung
 (ausgenommen Elektro-Direkt)**



Allen voran stehen die Investitionskosten. Die Anforderungen der WSchV 95 dienen als Basis für die Investitionen in die Wärmedämmung. Es werden nur die Mehrkosten gezeigt, die entstehen, damit eine hohe Anlagenaufwandszahl e_p kompensiert wird.

Es sind teilweise erhebliche Mehrinvestitionen für den Wärmeschutz gegenüber der WSchV 95 erforderlich, damit Heizsysteme mit hohem primär-energetischen Aufwand den maximal zulässigen Primärenergiebedarf unterschreiten.

Wärmepumpen in Verbindung mit einer Wärmedämmung gemäß WSchV 95, erfüllen problemlos die Anforderungen der EnEV. D. h., für noch bessere

Anlagentechniken mit einer niedrigeren Primärenergieaufwandszahl e_p werden zusätzliche Investitionen in eine Wärmedämmung überflüssig.

Energie-Einsparverordnung

Wirtschaftlichkeit

Jahreskosten

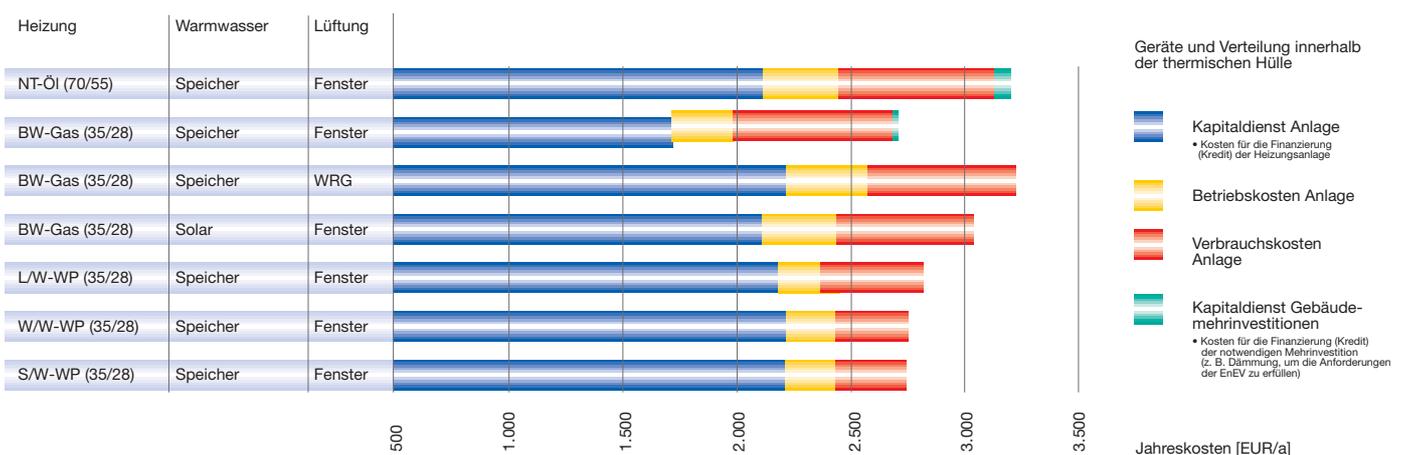
Will man sich einen Überblick der Jahreskosten verschaffen, genügen die Investitionskosten allein nicht. Neben dem anfallenden Kapitaldienst müssen ebenso die Betriebs- und Verbrauchskosten in die Betrachtung einbezogen werden.

Der Grafik „Jahreskostenvergleich“ ist zu entnehmen, dass auch bei den Jahreskosten eine finanziell günstige Variante eine Kombination aus Wärmepumpe mit dem Wärmedämmstandard nach Wärmeschutzverordnung WSchV ist.

Das Verhältnis von Investitionsaufwand zu Primärenergieeinsparung gemäß Energie-Einsparverordnung EnEV und zur allgemeinen Betriebskostensparnis ist sehr günstig.

baute Häuser zweckmäßiger Weise mechanisch be- und entlüftet werden. Einerseits, um einen niedrigen Energieverbrauch zu erreichen und andererseits, damit eine gute Luftqualität gewährleistet ist. Die EnEV wird dazu führen, dass Neubauten energieeffizienter, wirtschaftlicher und komfortabler werden.

Jahreskostenvergleich



Die EnEV wird zur weiteren Verbreitung besonders energieeffizienter Heizungsanlagen beitragen. Damit wird der Markt für Wärmepumpen voraussichtlich deutlich wachsen. Auch der Markt für Wohnungslüftungsanlagen wird von der EnEV profitieren, da nach den Dichtigkeitsanforderungen der EnEV ge-

Einfamilienhaus; Nutzfläche $A_N = 200 \text{ m}^2$; $A/V = 0,8$;

$Q_{p,zul} = 119,84 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$; $Q_h = 70 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$

Wärmeverteilsystem: Fußbodenheizung (ausgenommen Elektro-Direkt)

Verbrauchskosten:

Öl 40 Ct/Liter; Gas 4 Ct/kWh

Stromtarif-Wärmepumpen (HT 10 Ct/kWh, NT 8 Ct/kWh = 9 Ct/kWh

Strompreis Elektro-Direkt 15 Ct/kWh

Energie-Einsparverordnung

Nachrüstung

Anforderungen im Gebäudebestand

Die Anforderungen der Energie-Einsparverordnung für bestehende Gebäude teilen sich auf in „Bedingte Anforderungen“ und „Nachrüstpflichten“.

Bedingte Anforderungen

Diese gelten in der Regel, wenn das Bauteil ohnehin, z. B. durch Austausch bei natürlichem Verschleiß, Beseitigung von Mängeln und Schäden, Verschönerung, verändert wird. In diesem Zusammenhang soll auch die energetische Qualität auf neuestes Niveau gebracht werden. Denn die Kopplung der energetischen Ertüchtigung mit „Ohnehin-Maßnahmen“ ist wirtschaftlich darstellbar. Die bedingten Anforderungen sind im Wesentlichen bereits aus der Wärmeschutzverordnung bekannt. Sie gelten bei Modernisierung, beim Neueinbau und beim Austausch oder bei Änderung von Bauteilen und Anlagen.

Bauteil bezogene Anforderungen

Neu eingebaute oder geänderte Bauteile der Gebäudehülle dürfen bestimmte, in der EnEV festgeschriebene Wärmedurchgangskoeffizienten nicht überschreiten. Diese Anforderungen wurden gegenüber der Wärmeschutzverordnung jedoch nur leicht verschärft.

Wie bisher gilt eine Bagatellgrenze. Nur wenn mindestens über 20 Prozent einer Bauteilfläche gleicher Orientierung geändert werden, gelten die bauteilbezogenen Anforderungen.

Bilanzverfahren im Bestand – 40 %-Regel

Alternativ zu den bauteilbezogenen Anforderungen wurde die sogenannte 40 %-Regelung eingeführt. Sie ermöglicht Eigentümern und Architekten mehr Flexibilität bei der Modernisierung. Überschreitet das Gebäude insgesamt den Jahresprimärenergiebedarf, der für einen vergleichbaren Neubau gilt, um nicht mehr als 40 Prozent, dann können einzelne neu eingebaute oder geänderte Bauteile über den oben genannten Anforderungen liegen. In diesen Fällen muss wie bei Neubauten ein präziser Energiebedarfsnachweis geführt werden.

Die Anforderungen an den Wärmedurchgangskoeffizienten bei Änderungen am Gebäude können z. B. durch Einsatz der Wärmepumpentechnik ausgeglichen werden.

Heizungen

Wird eine Heizung in ein bestehendes Gebäude neu eingebaut oder ausgetauscht, dann muss diese Anlage nach den Regeln der EU-Heizkesselrichtlinie installiert werden (CE-Zeichen ist Pflicht). Die Heizungsanlage muss über eine außentemperaturgeführte und zeitgesteuerte Regelung der elektrischen Antriebe verfügen sowie über eine raumweise selbsttätige Temperaturregelung, wie z. B. Thermostatventile. Die Heiz- und Warmwasserleitungen sind entsprechend den Regeln für Neubauten zu dämmen.

Energie-Einsparverordnung

Nachrüstung



Für den Altbaubestand ist die Wärmepumpentechnik eine praktikable Lösung, den Anforderungen der Energie-Einsparverordnung gerecht zu werden, weil hier der bauliche Aufwand relativ gering ist und die Geräte einfach zu installieren sind.

Mit der ausgereiften Wärmepumpentechnik sind daher die hohen Energieeinsparziele der EnEV bzw. der Bundesregierung gut zu erfüllen.

Nachrüstverpflichtung

Die EnEV enthält auch eine Nachrüstverpflichtung für den Gebäudebestand, wie sie in dieser Weise bislang nur aus der Heizanlagenverordnung bekannt war. Die Nachrüstverpflichtung ist unabhängig von sowieso durchgeführten Maßnahmen an vorhandenen Bauteilen oder Anlagen zu erfüllen. So müssen Heizkessel, die vor dem 1.10.1978 eingebaut wurden, bis zum 31.12.2006 stillgelegt werden, außer, es handelt sich um Niedertemperatur- oder Brennwertkessel. Diese Frist verlängert sich um zwei Jahre, wenn nach dem 1.11.1996 der Brenner ausgetauscht worden ist. Für Gebäude mit nicht mehr als zwei Wohnungen ist jedoch keine umfassende Nachrüstverpflichtung vorgesehen, wenn der Eigentümer eine der beiden Wohnungen selbst bewohnt.

Nicht gedämmte Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen, die durch ungeheizte Räume wie Keller oder Dachgeschoss führen, müssen nachträglich gedämmt werden, außer, sie sind nicht zugänglich. Die Frist hierfür ist der 31.12.2008.

Die Heizungsmodernisierung wird von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) gefördert. Das KfW-CO₂-Gebäudesanierungs-Programm kann zur Finanzierung von vier verschiedenen Maßnahmenpaketen zur CO₂-Einsparung in Wohngebäuden des Altbaubestandes in Anspruch genommen werden. Diese enthalten auch die Heizungsmodernisierung. Das KfW-Programm zur CO₂-Minderung dient zur langfristigen Finanzierung von Klimaschutz-Investitionen in Wohngebäuden, z. B. durch Einbau einer Wärmepumpe. Förderfähig sind auch Maßnahmen, die zur vollen Funktion der Anlagen erforderlich sind, wie die Erneuerung von Heizkörpern sowie die Entsorgung des alten Heizkessels.

Weitere Informationen: KfW-Informationszentrum
Tel.: (bundesweit zum Ortstarif) 01801/33 55 77
www.kfw.de

Auch einige Bundesländer fördern die Heizungsmodernisierung. Ansprechpartner, z. B. Kreis- und Stadtverwaltung oder regionale Investitionsbanken.

Energie-Einsparverordnung

Nachrüstung

Anforderungen für den Altbau im Überblick

		max. k- bzw U-Wert in $W/(m^2 \times K)$	
		Wärme-schutzverordnung	EnEV
Außenwände	bei außenseitiger Erneuerung	0,4	0,35
	bei raumseitiger Erneuerung	0,5	0,45
Decke oder Dach	Steildach	0,3	0,3
	Flachdach	0,3	0,25
Kellerdecke bzw. Erdgeschoss-Fußboden	bei kellerseitiger Erneuerung	0,5	0,4
	bei raumseitiger Erneuerung	0,5	0,5
Fenster und Türen	Erneuerung von Verglasungen	-	1,5*
	Erneuerung einschl. Rahmen	1,8	1,7
	Türen	-	2,9

*) U-Wert der Verglasung

- Analog zur bisherigen WSchV 95 werden bedingte Anforderungen gestellt.

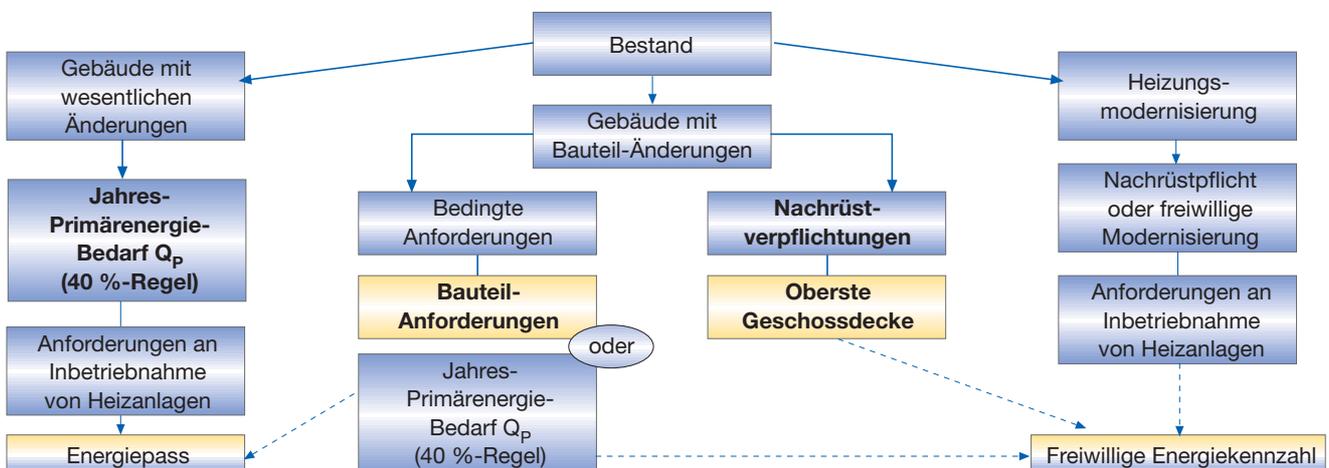
Die Erneuerung des Außenputzes für Außenwände mit einem U-Wert (früher k-Wert) größer $0,9 W/(m^2 \times K)$ als energetische Verbesserung wurde neu aufgenommen.

- Die Anforderungen an den U-Wert gelten als erfüllt, wenn der Primärenergiebedarf und der spezifische Transmissionswärmeverlust nach Beendigung der Sanierung jeweils kleiner sind als $1,5 \times$ Grenzwert Neubau.

- Nachrüstverpflichtung für:
 - Dämmung ungedämmter, nicht begehbare, aber zugänglicher oberster Geschossdecken U-Wert kleiner oder gleich $0,3 W/(m^2 \times K)$
 - Heizkessel, außer Brennwert- und Niedertemperaturkessel, die vor dem 1.10.1978 eingebaut wurden, müssen stillgelegt werden.
 - Dämmung ungedämmter, zugänglicher Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen in unbeheizten Räumen, für Heizungsanlagen, die vor dem 1.10.1978 in Betrieb genommen worden sind

Für alle hier genannten Nachrüstungen gilt als Frist der 31.12.2006. Bei selbst genutzten Eigenheimen gilt die Nachrüstverpflichtung erst zwei Jahre nach dem Eigentümerwechsel.

EnEV – Maßnahmen im Bestand



Energie-Einsparverordnung

Energiebedarfsausweis

Der Energiebedarfsausweis

Für Neubauten und in bestimmten Fällen auch bei wesentlichen Änderungen bestehender Gebäude müssen auf Grund der Energie-Einsparverordnung künftig Energiebedarfsausweise ausgestellt werden. Die in den Ausweisen dokumentierten Angaben stellen die wichtigsten energetischen Kennwerte des Gebäudes dar. Die Daten sind Ergebnisse der Berechnungen, die künftig im Rahmen der EnEV ohnehin durchzuführen sind.

Auch im Gebäudebestand wird die Dokumentation von Energiekennzahlen ausgeweitet. Für bestehende Gebäude werden freiwillige Energieverbrauchskennwerte eingeführt, die insbesondere für Mehrfamilienhäuser aus bereits bekannten Verbrauchsdaten der jährlichen Heizkostenabrechnungen hergeleitet werden können.

Künftig sind unter bestimmten Voraussetzungen auch bei wesentlichen Änderungen bestehender Gebäude Energiebedarfsausweise zu erstellen, wenn innerhalb eines Jahres der Heizkessel ausgetauscht oder die Heizungsanlage auf einen anderen Energieträger umgestellt und wesentliche bauliche Änderungen von Außenbauteilen vorgenommen werden sollen.

Die EnEV unterscheidet zwischen Energiebedarfsausweis und Wärmebedarfsausweis. Der Energiebedarfsausweis gilt für zu errichtende Gebäude sowie für die Änderung und Erweiterung bestehender Gebäude mit normalen Innentemperaturen. Der Wärmebedarfsausweis gilt für Gebäude mit niedrigen Innentemperaturen.

Für Gebäude, deren Jahres-Primärenergiebedarf durch die Anforderungen der EnEV nicht begrenzt ist sowie für Gebäude mit geringem Volumen müssen keine Energie- oder Wärmebedarfsausweise aufgestellt werden.

Der Energiebedarfsausweis ist auch für Modernisierungsmaßnahmen im Gebäudebestand aufzustellen, wenn im Zusammenhang mit wesentlichen Veränderungen am Gebäude Berechnungen wie für einen Neubau erforderlich waren. Wesentliche Veränderungen bedeutet, dass innerhalb eines Jahres mindestens drei Maßnahmen aus den Bereichen Fenster, Wand, Dach, Außentüre und Wand/Decke gegen unbeheizte Räume/Erdbreich zusätzlich zu einer Heizungsanlagenerneuerung durchgeführt werden oder das beheizte Gebäude um 50 % vergrößert wird.

Folgende Angaben müssen Energie- und Wärmebedarfsausweise enthalten:

- Bezeichnung des Gebäudes oder Gebäudeteils sowie Ort, Straße, Hausnummer, Gemarkung und Flurstücknummer
- Nutzungsart, insbesondere, ob es sich um ein Wohngebäude gemäß § 2 Nr. 2 EnEV handelt
- wärmeübertragende Umfassungsfläche A
- beheiztes Volumen V_e
- A/V_e -Verhältnis
- für Wohngebäude die Gebäudenutzungsfläche A_N
- die überwiegend eingesetzten Energieträger und die Art der Warmwasserbereitung
- Datum der Ausfertigung des Ausweises
- Namen, Anschrift, Funktion und eigenhändige Unterschrift des Ausstellers

Im Energiebedarfsausweis werden die Berechnungsergebnisse für Neubauten zusammengestellt:

- Transmissionswärmeverlust
- Anlagenaufwandszahlen der Heizungsanlage, der Warmwasserbereitung und der Lüftung
- Energiebedarf nach Energieträgern
- Jahres-Primärenergiebedarf



Impressum**Herausgeber:**

Bundesverband WärmePumpe (BWP) e. V.
Elisabethstr. 34
80796 München
Telefon: 0 89 / 2 71 30 21
Telefax: 0 89 / 2 71 01 56
E-mail: info@waermepumpe-bwp.de
Internet:www.waermepumpe-bwp.de

Redaktion:

Dr. Kai Schiefelbein
Dr. Klaus Heikrodt
Joachim Ogorek

Technische Unterstützung:

Dipl.-Ing. Manfred Fischer
Hans-Peter Scherer

Gesamtkonzeption und Produktion

FP Werbung Frido Flade GmbH
Elisabethstr. 34 · 80796 München
fabian.flade@fp-werbung.com

Quellen:

Energieeinsparverordnung – EnEV vom
16.11.01
Stiebel Eltron GmbH & Co. KG
Viessmann Werke

Trotz sorgfältiger Prüfung kann keine
Garantie hinsichtlich der Richtigkeit der
Angaben gegeben werden.

2. Aufl. 8/02

©2002

BWP-ENEV-002