

Sanierung von Wohngebäuden

Vorteile durch den Einsatz von Wärmepumpen

Wärmepumpen bieten im Altbau auf Grund der relativ niedrigen Anlagenaufwandszahlen eine Vielzahl von sehr vorteilhaften Lösungen. Dabei ist zu unterscheiden, ob ein Gebäude grundlegend saniert werden soll oder nur einzelne Bauteile erneuert werden bzw. die vorhandene Heizungsanlage zu modernisieren ist.

Im Rahmen dieses Beitrags sollen am Beispiel eines Mehrfamilienhauses verschiedene Sanierungskonzepte untersucht und sowohl energetisch als auch wirtschaftlich bewertet werden. Zusätzlich zu den rechtlichen Anforderungen wird dabei die Möglichkeit betrachtet, das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm in Anspruch zu nehmen.

Anforderungen bei der Änderung von Gebäuden

Die wesentlichen Vorgaben der Energieeinsparverordnung (EnEV) bei Altbauten sind:

- Bei Erneuerung einzelner Bauteile müssen die jeweils maximalen Wärmedurchgangskoeffizienten nach EnEV eingehalten werden.
- Bei einer umfassenden Gebäudesanierung (Ersatz, Erneuerung oder erstmaliger

Einbau von mindestens drei Bauteilen plus Umstellung der Heizungsanlage innerhalb eines Jahres) muss ein Energiebedarfsausweis erstellt werden. In diesen Fällen dürfen die Höchstwerte für den Jahres-Primärenergiebedarf und den spezifischen Transmissionswärmeverlust, die für vergleichbare Neubauten gelten, um jeweils nicht mehr als 40 % überschritten werden. Die Anwendung des Bauteilverfahrens (Einhaltung maximaler Wärmedurchgangskoeffizienten) ist nicht mehr ausreichend.

- Die Primärenergieanforderungen gelten generell für solche Gebäude als erfüllt, die mindestens zu 70 % durch erneuerbare Energien beheizt werden, z. B. durch eine Wärmepumpe mit einer Jahresarbeitszahl von mindestens 3,3.

Zudem gibt es die Möglichkeit, die sogenannte 40%-Regel anzuwenden. Diese besagt, dass bei der Erneuerung von Bauteilen auch alternativ zum Bauteilverfahren freiwillig der Jahres-Primärenergiebedarf und der spez. Transmissionswärmeverlust berechnet werden können. In diesen Fällen muss wie bei Neubauten ein Energiebedarfsaus-

weis aufgestellt werden. Der Vorteil dieser 40%-Regel besteht darin, dass einzelne neu eingebaute oder geänderte Bauteile über den bauteilbezogenen Anforderungen liegen können. Konkret bedeutet dies beispielsweise, dass bei einer Außenputz-erneuerung nicht gedämmt werden muss, wenn die 40%-Regel erfüllt ist.

Förderprogramme nutzen

Die Sanierung bestehender Gebäude und die Modernisierung alter Heizungsanlagen werden von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) mit einer Vielzahl von Programmen gefördert.

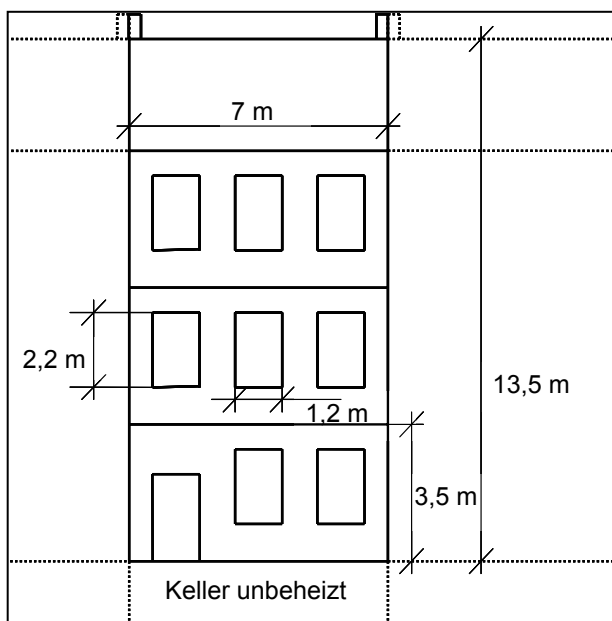
Besondere Aufmerksamkeit sollte das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm haben. Denn dieses Programm bietet bei der Sanierung von Gebäuden, die bis zum 31. Dezember 1978 fertig gestellt worden sind, neben zinsgünstigen Krediten zudem die Möglichkeit des Erlasses einer 15%igen Teilschuld. Die Voraussetzung für den zinsgünstigen Kredit ist, dass in der Regel Einsparungen von mindestens 40 kg CO₂ pro m² Gebäudenutzfläche und Jahr erreicht werden. Bei einer CO₂-Einsparung von mindestens 30 oder 35 kg CO₂ pro m² ist eine Förderung mit geringeren Kredithöchstbeträgen möglich. Der maximale Förderhöchstbetrag beträgt 250 €/m² Wohnfläche.

Voraussetzung für den Teilschulderlass ist eine energetische Sanierung zum „Niedrigenergiehaus im Bestand“. Dies entspricht dem Neubau-Niveau nach EnEV. In diesem Fall darf die 40%-Regel nicht angewendet werden. Es ist ein Energiebedarfsausweis aufzustellen und die Maßnahmen müssen von einem Sachverständigen bestätigt werden.

Beispielrechnung

In Aachen, im innerstädtischen Bereich, ist ein bestehendes beidseitig angebautes Gebäude zu sanieren. Nachstehend sind die Daten des Gebäudes aufgeführt.

Bild 1: Skizze des Mehrfamilienhauses



Wärmeübertragende Umfassungsfläche A	502,8 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen V _e	735 m ³
Verhältnis A/V _e	0,68 m ⁻¹
Gebäudenutzfläche A _N	235,2 m ²

Tabelle 1: Gebäudedaten

Bauteil	U-Wert vor Sanierung [W/(m ² K)]	U-Wert nach Sanierung [W/(m ² K)]	U-Wert nach EnEV [W/(m ² K)]
Fenster	5,1	1,2	1,7
oberste Geschossdecke	1,2	0,23 (20 cm WLG 040)	0,3
Kellerdecke	2,2	0,3 (10 cm WLG 035)	0,4
Außenwand	1,6	konstant bzw. 0,32 (10 cm WLG 040)	0,35

Tabelle 2: Bauteileigenschaften

Als grundlegende Maßnahmen sollen die Fenster erneuert, die oberste Geschossdecke und die Kellerdecke gedämmt sowie die alte Heizung (Konstanttemperaturkessel) ersetzt werden. Zudem wird die ehemals dezentrale Warmwasserbereitung über Gas-Durchlauferhitzer auf eine zentrale Warmwasserbereitung umgerüstet.

In Tabelle 2 sind die dazugehörigen Wärmedurchgangskoeffizienten aufgeführt. Die Vorgabe für die Sanierung lautet unter anderem: Erneuerung des Außenputzes, ohne eine Dämmung aufzubringen.

In Tabelle 3 sind für die verschiedenen Maßnahmen jeweils der spez. Heizwärmebedarf Q_h, der Jahres-Primärenergiebedarf Q_p'' und der spez. Transmissionswärmeverlust H_t' aufgelistet. Der maximal zulässige Jahres-Primärenergiebedarf liegt für dieses Gebäude bei 154,28 kWh/(m²a) und der Höchstwert für den spez. Transmissionswärmeverlust bei 0,73 W/(m²K). Als Wärmepumpe wurde eine Sole/Wasser-Wärmepumpe zu Grunde gelegt.

Werden maximal zwei Einzelmaßnahmen durchgeführt (Erneuerung Fenster und Dämmung oberste Geschossdecke), so kann das Bauteilverfahren angewendet werden und es muss kein Energiebedarfsausweis ausgestellt werden. Wird jedoch auch die Kellerdecke gedämmt, so ist der Bauteilnachweis

nicht mehr zulässig. Bei dieser grundlegenden Sanierung ergibt sich für das konkrete Objekt ein spez. Transmissionswärmeverlust von 0,62 W/(m²K), der die Anforderungen gemäß EnEV (maximal 0,73 W/(m²K)) erfüllt.

Bei Einsatz eines Niedertemperaturkessels wird jedoch der zulässige Jahres-Primärenergiebedarf von 154,28 kWh/(m²a) mit

einem Wert von 168,27 kWh/(m²a) überschritten. In diesem Fall müsste eine Fassadenseite zusätzlich mit 10 cm WLG 040 gedämmt werden. Auch wenn ein Brennwertkessel eingesetzt wird, wird der zulässige Jahres-Primärenergiebedarf mit einem Wert von 157,99 kWh/(m²a) noch geringfügig überschritten, sodass ebenfalls eine Fassadenseite gedämmt werden müsste.

Bei Einsatz einer Sole/Wasser-Wärmepumpe sind die EnEV Anforderungen erfüllt. Die Außenfassade muss nicht gedämmt werden; und das auch nicht, wenn der Außenputz erneuert wird (vgl. 40%-Regel).

Soll ein Teilschulderlass in Anspruch genommen werden, so müssen die Werte für einen Neubau eingehalten werden. Im konkreten Fall liegt der maximale Jahres-Primärenergiebedarf bei 110,20 kWh/(m²a) und der spez. Transmissionswärmeverlust bei 0,52 W/(m²K).

In Tabelle 4 sind für drei verschiedene Versorgungsvarianten die dazugehörigen energetischen Werte aufgelistet. Voraussetzung für alle im Folgenden betrachteten Varianten ist, dass die EnEV erfüllt ist und die Fenster erneuert sowie die oberste Geschossdecke und die Kellerdecke gedämmt sind. Alle drei Varianten aus Tabelle 4 erreichen eine CO₂-Einsparung von deutlich über 40 kg/(m²a), sodass ein zinsgünstiger Kredit

Variante	Q _h [kWh/(m ² a)]	Q _p '' [kWh/(m ² a)]	H _t ' [W/(m ² K)]
unsaniert	178,8	313,91	1,18
Fenster, NTK	133,3	214,09	0,86
Fenster, WP	133,3	143,91	0,86
Fenster + Dämmung Geschossdecke, NTK	116,5	193,44	0,75
Fenster + Dämmung Geschossdecke, WP	116,5	130,21	0,75
Fenster + Dämmung Geschoss- + Kellerdecke, NTK	96,1	168,27	0,62
Fenster + Dämmung Geschoss- + Kellerdecke, BWK	96,1	157,99	0,62
Fenster + Dämmung Geschoss- + Kellerdecke, WP	96,1	113,51	0,62
NTK: Niedertemperaturkessel WP: Wärmepumpe BWK: Brennwertkessel			

Tabelle 3: Energetische Kennwerte für die Sanierungsvarianten

Variante	Q _h [kWh/(m ² a)]	Q _p '' [kWh/(m ² a)]	H _T ' [W/(m ² K)]	CO ₂ -Einsparung [kg/(m ² a)]
Sole/Wasser-WP	96,1	113,51	0,62	58,4
Luft/Wasser-WP	96,1	131,21	0,62	50,7
BWK+ 10 cm Außenwand-Dämmung (Nordseite)	75,5	134,23	0,48	57,9

Tabelle 4: Notwendige Maßnahmen für Inanspruchnahme des zinsgünstigen Kredits

Variante	Q _h [kWh/(m ² a)]	Q _p '' [kWh/(m ² a)]	H _T ' [W/(m ² K)]	CO ₂ -Einsparung [kg/(m ² a)]
Sole/Wasser-WP + 10 cm Außenwand-Dämmung (Nordseite)	75,5	96,56	0,48	63,1
Luft/Wasser-WP + 10 cm Außenwand-Dämmung (Nordseite)	75,5	109,27	0,48	57,1
BWK+ 14 cm Außenwand-Dämmung (Nord- + Südseite)	54,0	109,69	0,33	64,3

Tabelle 5: Notwendige Maßnahmen für Inanspruchnahme des Teilschulderlasses

gemäß CO₂-Gebäudesanierungsprogramm in Anspruch genommen werden kann. Wird die Außenfassade jedoch nicht gedämmt, wird der zulässige spez. Transmissionswärmeverlust von 0,52 W/(m²K) überschritten, sodass der Teilschulderlass nicht

in Anspruch genommen werden kann. Bei Einsatz eines Brennwertkessels und Dämmung einer Außenfassadenseite wird zwar der Höchstwert für den spez. Transmissionswärmeverlust eingehalten, der maximal zulässige Jahres-Primärenergiebedarf von

Kosten [EUR]	Luft/Wasser-Wärmepumpe	Sole/Wasser-Wärmepumpe 10 cm WLГ 040 Nordseite	Brennwertkessel 14 cm WLГ 040 Nord- + Südseite
Wärmepumpe	14629	12816	-
Pufferspeicher	1277	647	-
Erdsonden	-	11200	-
Brennwertkessel + Abgassystem	-	-	5383
Warmwasserspeicher	1200	1200	1200
Verrohrung Warmwasser	7000	7000	7000
Fenster	8000	8000	8000
Dämmung Decken	3500	3500	3500
Dämmung Außenwand	-	6800	14000
Investitionskosten	35606	51163	39083
Teilschulderlass*	-	7675	5863
Eigeninvestition	35606	43488	33220

* Förderhöchstbetrag: 58000 EUR

Tabelle 6: Investitionskosten

110,20 kWh/(m²a) wird jedoch überschritten, sodass auch hier der Teilschulderlass nicht in Anspruch genommen werden kann.

In Tabelle 5 sind die Varianten aufgelistet, für die der Teilschulderlass in Anspruch genommen werden kann. Im vorliegenden Fall müsste bei Einsatz einer Sole/Wasser-Wärmepumpe oder einer Luft/Wasser-Wärmepumpe jeweils eine Außenfassade mit 10 cm WLГ 040 gedämmt werden.

Bei Einsatz eines Brennwertkessels müssten dagegen beide Außenfassaden mit 14 cm WLГ 040 gedämmt werden. Somit ist die Inanspruchnahme des Teilschulderlasses bei Einsatz eines Brennwertkessels im konkreten Fall einer denkmalgeschützten Fassade nicht möglich.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Für die durchgeführte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurden insgesamt drei Varianten ausgewählt. Die Auswahl erfolgte unter anderem unter dem Aspekt aufzuzeigen, welchen Einfluss der Teilschulderlass hat.

In Tabelle 6 sind die Investitionskosten für die verschiedenen Varianten aufgelistet. Die Luft/Wasser-Wärmepumpe hat in diesem Fall höhere Investitionen zur Folge als die Sole/Wasser-Wärmepumpe, da bei dieser Variante auf eine Außenwanddämmung verzichtet wurde und somit die erforderliche Heizleistung höher ist.

Nach Abzug des Teilschulderlasses ergibt sich für die Brennwertkesselvariante die niedrigste Eigeninvestition, die jedoch nur geringfügig niedriger ist als bei der Luft/Wasser-Wärmepumpenvariante. Bei der Sole/Wasser-Wärmepumpenvariante ergibt sich im konkreten Fall eine ca. 24 % höhere Eigeninvestition.

In Tabelle 7 sind die Betriebskosten aufgeführt. Bei der Sole/Wasser-Wärmepumpenvariante werden die jährlichen Energiekosten um ca. 58 % gegenüber der Brennwertkesselvariante reduziert. Sogar die Luft/Wasser-Wärmepumpenvariante ohne jegliche Außenwanddämmung führt gegenüber der Brennwertkesselvariante noch zu einer Energiekosteneinsparung von ca. 43 %.

In Tabelle 8 sind die Gesamtjahreskosten dargestellt, die sich aus den Betriebskosten und den Kapitalkosten zusammensetzen.

Kosten [EUR]	Luft/Wasser-Wärmepumpe	Sole/Wasser-Wärmepumpe 10 cm WLG 040 Nordseite	Brennwertkessel 14 cm WLG 040 Nord- + Südseite
Energiekosten	926	681	1625
Messpreis / Grundpreis	71	71	135
Schornsteinfeger	-	-	41
Wartung und Reinigung	-	-	150
Ersatzteile u. Reparaturen*	214	323	82
Summe Betriebskosten	1211	1075	2033
* 1,25 % der Anschaffungskosten Arbeitspreis Gas: 7 Cent/kWh, Arbeitspreis Strom: 16 Cent/kWh, Wärmepumpensondertarif: 9 Cent/kWh			

Tabelle 7: Betriebskosten

Kosten [EUR]	Luft/Wasser-Wärmepumpe	Sole/Wasser-Wärmepumpe 10 cm WLG 040 Nordseite	Brennwertkessel 14 cm WLG 040 Nord- + Südseite
Betriebskosten	1211	1075	2033
Kapitalkosten*	2032	2250	1807
Gesamtjahreskosten	3243	3325	3840
* Zinssatz: 1,96 %, Nutzungsdauer nach VDI 2067			

Tabelle 8: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Für die Berechnung der Kapitalkosten wurden dabei die Nutzungsdauern für die einzelnen Maßnahmen nach VDI 2067 angesetzt.

Die niedrigsten Gesamtjahreskosten ergeben sich für die Luft/Wasser-Wärmepumpenvariante, wobei die Sole/Wasser-Wärmepumpenvariante nur zu geringfügig höheren Gesamtjahreskosten führt. Die Brennwertkesselvariante führt zu etwa 15 % höheren Gesamtkosten.

Zusammenfassung

Wärmepumpen führen zu einer Primärenergieeinsparung von ca. 30 % gegenüber Heizkesseln. Sie können deshalb bei Sanierungsmaßnahmen der ausschlaggebende Faktor sein, um Fördermittel in vollem Umfang auszuschöpfen. Es lohnt sich daher vor jeder Sanierung, den Einsatz von Wärmepumpen in die Betrachtung der einzelnen Maßnahmen mit einzubeziehen.

Wie verschiedene Untersuchungen ergeben haben, ist es bei Einsatz einer Wärmepumpe deutlich leichter, den Teilschulder-

lass in Anspruch zu nehmen. Bei Einsatz eines Heizkessels müssen in der Regel sämtliche Außenfassaden gedämmt werden, sodass es insbesondere bei einer denkmalgeschützten Fassade in der Regel nicht möglich ist, den Teilschulderlass in Anspruch zu nehmen. Bei Einsatz einer Wärmepumpe muss dagegen häufig nur die Hälfte der Außenfläche gedämmt werden.

Bei Einsatz einer Wärmepumpe müssen zudem im Einzelfall (40%-Regel) die Bauteilanforderungen nicht eingehalten werden. So ist es beispielsweise möglich, den Außenputz zu erneuern, ohne die Fassade zu dämmen. Insbesondere bei den Energiekosten haben Wärmepumpen einen großen Vorteil gegenüber Heizkesseln. Sie können bei sachgerechter Planung und Ausführung zu einer Reduzierung der Energiekosten von ca. 40 bis 60 % führen.

Dr. Stella Schraps,

*perpendo Energie- und Verfahrenstechnik GmbH,
52068 Aachen*