

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Energiepreisentwicklung	5
3	Energieeinsparverordnung	7
4	Sanierung	13
5	Baukonstruktionen	17
5.1	Dachgeschoss	17
5.1.1	Oberste Geschossdecke	17
5.1.2	Unbeheiztes Dachgeschoss	20
5.1.3	Beheiztes Dachgeschoss	21
5.2	Fenstererneuerung	23
5.3	Fassade	29
5.3.1	Lochfassade und Wärmedämmverbundsystem (WDVS)	29
5.3.2	Historische Fassaden	30
5.3.3	Innendämmung mit Mineralfaserplatten	35
5.3.4	Innendämmung mit Calciumsilikatplatten	38
5.3.5	Innendämmung mit Schaumglas	39
5.3.6	Innendämmung mit Vakuumpaneelen	39
5.3.7	Vorgehängte Fassade	41
5.4	Keller- und Sockeldämmung	41
6	Technik	43
6.1	Heizung und Warmwasserbereitung	43
6.2	Lüftung	44
6.2.1	Abluftanlage	45
6.2.2	Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	47
6.2.3	Luftdichtigkeitsprüfung (Blower-Door-Test)	48
7	Energieausweis	54
8	Kosten und Kostenrichtwerte	57

9 Finanzierung	61
10 Literaturhinweise und Links	62

1 Einleitung

Energie einzusparen, wird für viele Eigentümer von Wohnbauten mehr und mehr zur Frage der Bewirtschaftbarkeit. Nicht erst die Diskussion der notwendigen CO₂-Reduzierung lange nach Kyoto, sondern schon die eigene Brieftasche lässt uns ganz konkret überlegen, wie wir die Kosten für Heizung, Strom, Warmwasser und evtl. Raumluftechnik reduzieren können. Zudem zwingt uns der Gesetzgeber durch die Energieeinsparverordnung (EnEV) dazu: mit der Maßgabe, jeglichem Immobilientransfer einen Energieausweis beizuordnen. Die neueste Fassung der EnEV wurde am 16. Oktober 2013 beschlossen und zum 01. Mai 2014 in Kraft gesetzt. Sie löst damit die EnEV 2009 ab. Für den Gebäudebestand bringt die Novelle nur wenige Änderungen. Doch Neubauten müssen von 2016 an deutlich energieeffizienter sein als bisher: Der zulässige Jahresprimärenergiebedarf sinkt um 25 %, die Gebäudehülle soll durchschnittlich 20 % weniger Wärme verlieren. Mit der EnEV 2014 wird der Energieverbrauch und ?bedarf von Gebäuden künftig nicht nur strenger beurteilt, Käufer und Mieter sollen ihn auch besser einschätzen können.

Für Neubauten sind heute klare bautechnische Regeln abrufbar, die ein Gebäude zu einem Niedrigenergie-, Passiv-, Energieeffizienz-, Nullenergie- oder Niedrigstenergiehaus machen. Schwieriger auszuführen ist dieser Anspruch beim Bauen im Bestand.

Hier gilt es, für ein Haus individuelle, optimierte Lösungen zu finden, die einerseits einen behutsamen Umgang mit der Substanz gewährleisten, andererseits das Gebäude thermisch und haustechnisch auf einen vergleichbaren zeitgemäßen Stand bringen.

Bei der Dämmung der wärmeübertragenden Gebäudehülle können zwei Konzeptionen unterschieden werden:

1. Die Dämmung der Fassade von außen:

Im Rahmen der Fassadendämmung ist es oft sinnvoll, auch die Fenster zu erneuern, sodass der neueste Stand der Energieeinsparverordnung (EnEV) erfüllt wird. Ebenso sollten die Dachflächen nach heutigem Standard gedämmt

Grundsatz: Senkung des Energieverbrauchs durch Energie sparen und Effizienz erhöhen!

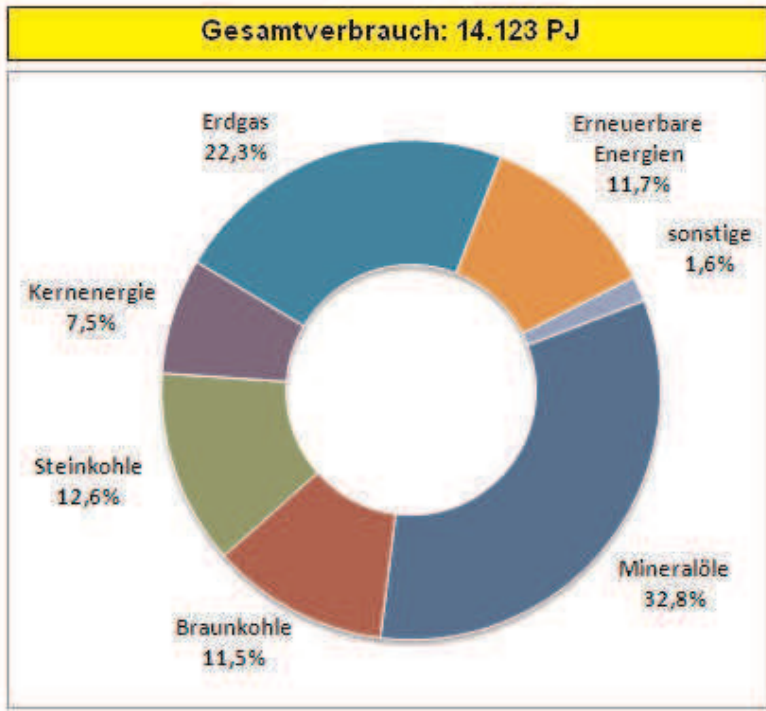


Bild 2: Struktur des Primärenergieverbrauchs in Deutschland 2013. BMWi, Energiedaten vom 03.03.2014.

Die folgende Tabelle zeigt die Transmissionswärmeverluste eines typischen Einfamilienhauses vor und nach einer energetischen Sanierung:

	Vor Sanierung in [kW/a]	Nach Sanierung in [kW/a]	Veränderung auf [%]
Dach	12.000	3.000	25
Außenwände	10.000	3.000	30
Fenster	5.000	2.500	50
Kellerdecke	1.800	700	39

Zeile	Bauteil	Maßnahme nach	Wohngebäude und Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen $\geq 19\text{ °C}$	Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen Von 12 bis $< 19\text{ °C}$
			Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten U_{max1}) in $W/(m^2K)$	
1	Außenwände	Nr. 1 Satz 1 u.2	0,24	0,35
2a	Fenster, Fenstertüren	Nr. 2 a und b	1,30 ²⁾	1,90 ²⁾
2b	Dachflächenfenster	Nr. 2 a und b	1,40 ²⁾	1,90 ²⁾
2c	Verglasungen	Nr. 2 c	1,10 ³⁾	keine Anforderung
2d	Vorhangfassaden	Nr. 6 Satz 1	1,50 ³⁾	1,90 ⁴⁾
2e	Glasdächer	Nr. 2 a und c	2,00 ³⁾	2,70 ³⁾
2f	Fenstertüren mit Klapp-, Falt-, Schiebe- und Hebe- mechanismus	Nr. 2 a	1,60 ²⁾	1,90 ²⁾
3a	Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster mit Sonderverglasungen	Nr. 2 a und b	2,00 ²⁾	2,80 ²⁾
3b	Sonderverglasungen	Nr. 2 c	1,60 ³⁾	keine Anforderung
3c	Vorhangfassaden mit Sonderverglasungen	Nr. 6 Satz 2	2,30 ⁴⁾	3,00 ⁴⁾
4a	Dachflächen einschl. Dachgauben, Wände gegen unbeheizten Dachraum (einschl. Abseitenwände), oberste Geschossdecken	Nr. 4 Satz 1 und 2 a und b	0,24	0,35

4b	Dachfläche mit Abdichtung	Nr. 4 Satz 2 b	0,20	0,35
5a	Wände gegen Erdreich oder unbeheizte Räume (mit Ausnahme von Dachräumen) sowie Decken nach unten gegen Erdreich oder unbeheizte Räume	Nr. 5 Satz 1 und 2, a u. c	0,30	keine Anforderung
5b	Fußbodenaufbauten	Nr. 5 Satz 2 b	0,50	keine Anforderung
5c	Decken nach unten an Außenluft	Nr. 5 Satz 1 a u. c	0,24	0,35

1. Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils unter Berücksichtigung der neuen und der vorhandenen Bauteilschichten; für die Berechnung der Bauteile nach den Zeilen 5a und b ist DIN V 4108-6:2003-06 Anhang E und für die Berechnung sonstiger opaker Bauteile ist DIN EN ISO 6946:-2008-04 zu verwenden.
2. Bemessungswert des Wärmedurchgangskoeffizienten des Fensters; der Bemessungswert des Wärmedurchgangskoeffizienten des Fensters ist technischen Produkt-Spezifikationen zu entnehmen oder gemäß den nach den Landesbauordnungen bekannt gemachten energetischen Kennwerten für Bauprodukte zu bestimmen. Hierunter fallen insbesondere energetische Kennwerte aus europäischen technischen Bewertungen sowie energetische Kennwerte der Regelungen nach Bauregelliste A Teil 1 und Auf Grund von Festlegungen in allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen.
3. Bemessungswert des Wärmedurchgangskoeffizienten der Verglasung; Fußnote 2 ist entsprechend anzuwenden.
4. Wärmedurchgangskoeffizient der Vorhangsfassade; er ist nach DIN EN 13947:2007-07 zu ermitteln.

Im Folgenden werden nur Gebäude mit normalen Innentemperaturen ($\theta_i \geq 19 \text{ }^\circ\text{C}$) betrachtet.

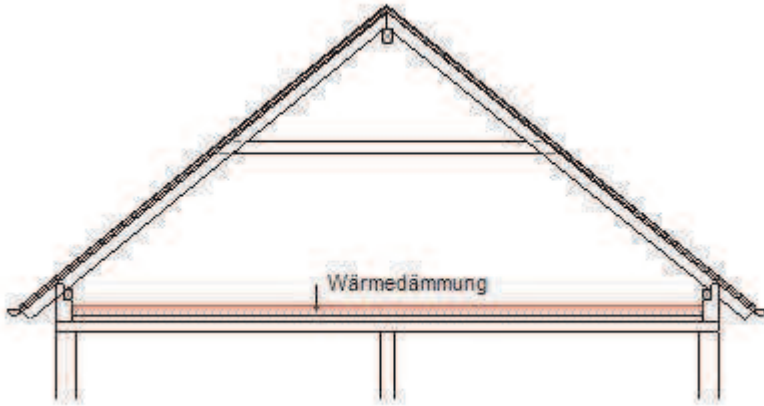


Bild 3: Dach unbeheizt, Dämmung Dachgeschossfußboden

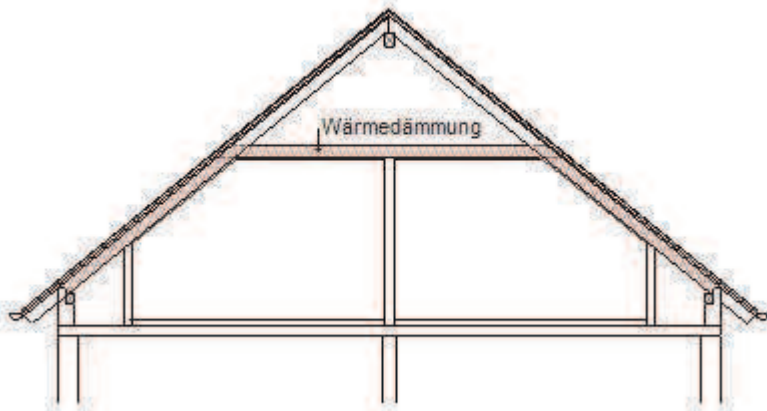


Bild 4: Dach ausgebaut, Dämmung in Kehlbalkebene (Dachgeschossdecke) und Dachschrägen

Der im Bild 3 eingezeichnete Kniestock muss bei strenger Auslegung der EnEV als unbeheizter Abseitenraum gedämmt werden. D. h., die Abseitenwand muss mit einer Wärmedämmung versehen werden und sollte bei Bedarf eine Dampfsperre erhalten. Als Nachteil ist jedoch zu beachten: Sämtliche Installationen, insbesondere Elektroinstallationen, die sinnvollerweise in diesem Bereich ausgeführt wer-

Möglich ist in solchen Fällen die Anwendung infrarot reflektierender Beschichtungen (Wärmereflexion), durch die Bestands-U-Werte um bis zu 70 % reduziert werden können. Derartige Beschichtungsmaterialien werden seit mehreren Jahren durch eine Reihe von Firmen in Deutschland angeboten.

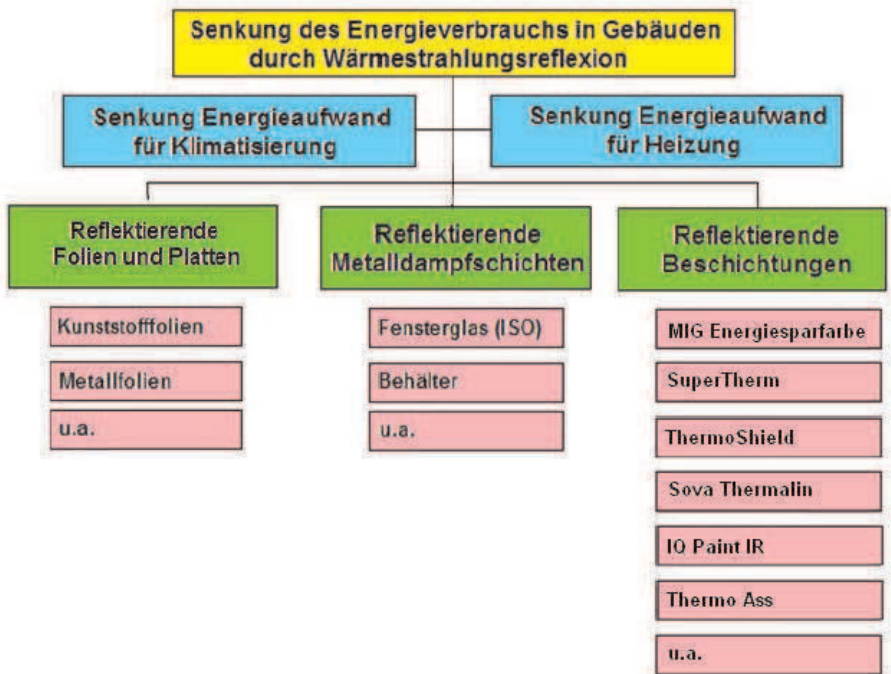


Bild 13: Übersicht über IR-reflektierende Materialien. Sohn, M.: Studie: Ableitung gesicherter und nachweisfähiger Berechnungswerte für IR-Reflexionsgrade sowie Austrocknungsfaktoren von Beschichtungen (vergleichende Recherchen), Berlin 14.12.2012.

Weitere Informationen zu derartigen Beschichtungen gehen aus den nachfolgenden Darstellungen hervor.

Produkt	Produzent/Lieferant	IR-Reflexionsgrad in %
MIG-ESP Flüssigdämmung®	MIG Material innovative Gesellschaft mbH, Salzkotten	> 80
SuperTherm	SWH GmbH, Schrobenhausen	99 (reiner Messwert) 85 (Bemessungswert)
ThermoShield	SICC GmbH – ThermoShield Europe, Berlin	85 (Bemessungswert)
SOVA Thermalin	SOVA GmbH, Kamp-Bornhofen	37
IQ Paint IR	Remmers Baustofftechnik GmbH, Löningen	46
IReflex	ECKART GmbH, Wackersdorf	50
Neroreflect	FEMA Farben + Putze GmbH, Ettlingen	50 – 60
SolReflex	Brillux GmbH & Co. KG, Münster	k. A.
ThermoWell	Klima-konstant GmbH, München	k. A.
Thermilate	PPM Energie, Bremen	k. A.



Bild 23: Flacher Fortluftkanal auf der Fassade vor dem Aufbringen der Wärmedämmung

Der Betrieb der Lüftungsanlage muss nicht das ganze Jahr hindurch gegeben sein, sondern kann sich auf die Heizperiode beschränken. D. h., in den Sommermonaten kann ganz natürlich über die Öffnung der Fenster gelüftet werden. Auch gegen eine Stoßlüftung in der kalten Jahreszeit ist nichts einzuwenden; sie ist jedoch bei ordnungsgemäß funktionierender Lüftungsanlage überflüssig.

Die Steuerung kann zentral geregelt und eingestellt werden, sodass alle Variablen vom Anlagentechniker berücksichtigt werden. Eine individuelle Abänderung ist dann nicht möglich.

Bei einem Einfamilienhaus bietet sich je nach Bedarf eine individuelle Steuerung in drei Stufen an. Das Schalttableau befindet sich in der Zone des Hauseinganges. So kann beispielsweise beim Verlassen des Hauses die Lüftung auf die unterste Stufe gestellt werden. Bei erhöhtem Lüftungsbedarf, wenn Gäste im Haus sind oder aufwändig gekocht wird, kann auf die höchste Stufe reguliert werden. Als unterste Stufe eignet sich eine Luftwechselrate von ca. 0,2, die Normalstufe liegt bei 0,4 bis 0,5 und als Maximalstufe der 1-fache Luftwechsel pro Stunde.

Die Abluftkanäle werden in aller Regel von den Nassräumen aus über Dach geführt. Eine Kombination mit dem Wrasenabzug der Küche ist nicht zu empfehlen, da die Kanäle versotten. Der nicht dauernd in Betrieb befindliche Küchenabzug sollte direkt und separat ins Freie geführt werden.

Die kontrollierte Lüftung eines Hauses stellt gegenüber der natürlichen Lüftung eines Altbaus einen energetischen Gewinn dar. Die Energie, die durch die Zwangslüftung ins Freie geleitet wird, ist im Verhältnis zur Einsparung an Transmissionswärme untergeordnet.

6.2.2 Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Die beste Lösung ist die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Statt der Einlässe in der Fassade oder über die Fenster wird ein zweites Kanalsystem installiert. Dabei wird die angesaugte Außenluft über einen Kreuzstrom-Wärmtauscher geleitet. Die kalte Zuluft wird auf diese Weise von der warmen Fortluft erwärmt. Die Luftsysteme sind durch wärmeleitende Metallplatten getrennt und werden nicht miteinander vermischt. Es ergeben sich z. B. folgende Temperaturwerte:

- Außenluft: 0 °C
- Raumluft: 15 °C
- Abgekühlte Fortluft: 5 °C
- Erwärmte Außenluft: 10 °C

Der Gewinn ist deutlich.


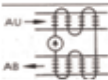
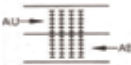

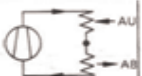
Kategorie	Bezeichnung	Aufbau	Rückwärmzahl Φ
I	Rekuperator oder Trennflächen-Wärmeaustauscher		$\cong 65\%$ kein Feuchte-austausch
II	Kreisverbund-Wärmeaustauscher		40 – 70 % kein Feuchte-austausch
II	Wärmerohr-Wärmeaustauscher		50 – 70 % kein Feuchte-austausch
III	Rotationswärmetauscher mit und ohne hygroskopische Speicher-masse		65 - 90 % kein Feuchte-austausch
IV	Wärmepumpe		50 - 70 % kein Feuchte-austausch

Bild 24: Wärmerückgewinnungsverfahren nach VDI 2071