

Energetische Sanierung

Ulrich Boeyng und Dr. Diana Wiedemann

Die energetische Sanierung eines Kulturdenkmals nach Neubaustandard wird in der Regel zur Unwirtschaftlichkeit – und damit im Konfliktfall zur Unzumutbarkeit führen. So werden z.B. manche Rathäuser schon nach 50 Jahren wieder abgerissen, weil sie vermeintlich technisch nicht wirtschaftlich sanierbar sind.

Das führt einerseits beim Neubau zu erneutem Baustoff-Verbrauch, andererseits aber zu einer massenhaften Baustoff-Vernichtung, wie z.B. bei der Unibibliothek in Freiburg.

Ein weiteres Problem stellen die heute verbauten Dämmmaterialien dar, deren Schichtverbund bisher wirtschaftlich nicht getrennt recycelbar ist. Ein heutiger Vollwärmeschutz hat nur eine Lebensdauer von ca. 30 Jahren und hat damit eine wesentlich kürzere Lebensdauer als die des Gebäudes selbst, dem man im Durchschnitt 80 – 100 Jahre zurechnet. Ältere historische Bauwerke und Kulturdenkmale sind mit ihrer aus „einfachen“ Rohstoffen handwerklich errichteten Bausubstanz zwar nicht nach heutigen Normen energetisch optimal, in aller Regel jedoch so zu sanieren, dass eine wesentliche energetische Verbesserung erreicht wird.

Diesem Gedanken trägt die KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) mit ihrem Förderprogramm Effizienzhaus Denkmal Rechnung. Dieser Förderbaustein – der auch für sonstige besonders erhaltenswerte Bausubstanz (also nicht nur für ausgewiesene Baudenkmale) gilt – hat als Zielwert für die Verbesserung des spezifischen Wärmedurchgangs das 1,75 – fache des Neubaus. Beim Primärenergiebedarf muss der Wert des 1,6 - fachen des Neubaustandards erreicht werden.

Diese energetische Qualität ist meist zu erzielen, wenn ein Gebäude umfänglich saniert wird. Denn mit den Maßnahmen Dachdämmung (bzw. Dämmung der obersten Geschossdecke), Fenstertausch oder Ertüchtigung und Kellerdeckendämmung wird diese Ziel oft schon erreicht. Wenn dann noch bei schlanken Wandkonstruktionen eine Innendämmung oder ein Dämmputz in moderater Stärke aufgebracht wird, werden gar die gesetzlichen Anforderungswerte für den Altbau erreicht.

Eine Untersuchung von historischen Gebäuden finden Sie im Blogbeitrag **Dissertation: Energetische Sanierung im historischen Gebäudebestand und Auswirkungen auf die Architektur und Baukultur**.

Daraus geht hervor, dass bei den meisten Gebäuden ein Einsparpotenzial an Endenergie im Umfang von 50 – 70 % zu erzielen ist.

Exemplarisch soll die Analyse eines Gebäudes aus dieser Untersuchung hier nachfolgend aufgeführt werden.

TYP 5.5

MFH 3-6 WE

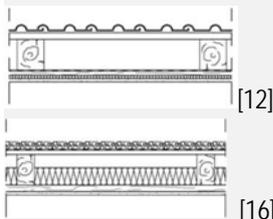


BAUALTERSKLASSEN:	1890 – 1910
STILMERKMALE:	JUGENDSTIL
BAUKONSTRUKTION:	MASSIVBAUWEISE MAUERZIEGEL VERPUTZT, TEILWEISE NATURSTEIN
ENERGETISCHES MERKMAL:	MFH 3–6 WE

GEBÄUDEBESCHREIBUNG:

Gebäude in Massivbauweise, dreigeschossig als Reihen- oder Zeilenhaus in geschlossener Bebauung; überwiegend mit Ziegelmauerwerk, mit Teilen mit Natursteinelementen; Keller in Natursteinmauerwerk errichtet, mit flacher Gewölbedecke, entsprechend zu Typ 4; traufseitig zur Straße orientiert, mit asymmetrischem Erker und Wiederkehr; Erschließung seitlich; Wände in Ziegelmauerwerk, verputzt, mit Natursteinerker und Natursteinverzierungen; Wandstärken baujahrstypisch nach oben abnehmend; Dach: Satteldach mit einer Dachneigung von ca. 45° mit Gauben; Gebäuderückseite Dachgeschoß als Attikaeschoß mit Flachdach ausgebildet.

BAUTEILE:



Dachkonstruktion:

Sparrendach oder Pfettendach, mit Lattung und Dachziegel;

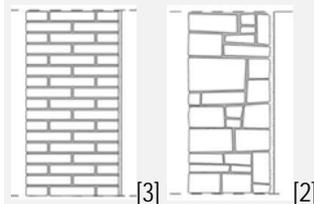
U-Wert:

je nach Stärke des Putzträgers:
Annahme: Heraklith 2,5 cm:
 $U = 1,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Flachdach nordseitig;

Holzkonstruktion mit geringer Dämmschicht;

$U = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Wandaufbau:

Erdgeschoss:

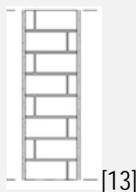
Massivmauerwerk verputzt, Wandstärke geschossweise abnehmend;

U-Wert:

Mauerziegel Reichsformat
EG = 51 cm
 $U = 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Erker und Dekorelemente in Natursteinmauerwerk

$U = 2,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Obergeschoss:

siehe vor, Mauerwerk mit reduzierter Wandstärke;

U-Wert:

Mauerziegel Reichsformat
OG = 38 cm
 $U = 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

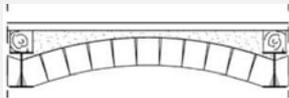
Dachgeschoss:

siehe vor, DG mit reduzierter Stärke;

DG = 25 cm
 $U = 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

TYP 5.5

MFH 3-6 WE



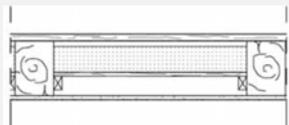
[6]

Aufbau Kellerdecke:

Holzdielenboden auf Tragbalken mit Sandschüttung auf flachem Ziegelgewölbe;

U-Wert:

$U = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



[10]

Aufbau Oberste Geschossdecke:

Holzbalkendecke mit Sand- oder Sand-Schlackefüllung im Blindbodenfach, unterseitig verputzt;

U-Wert:

$U = 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



[15]

Fenster:

Kastenfenster oder Verbundfenster, angenommen wurde ein Kastenfenster;

U-Wert:

$U = 2,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Energetische Berechnung:

Ergebnisse: $V_e = 3.330 \text{ m}^3$
 $A_N = 755 \text{ m}^2$
 $A/V_e = 0,27 \text{ 1/m}$
 $A_{\text{Hüllfläche}} = 900 \text{ m}^2$
 $A_{\text{Fenster/Tür}} = 77 \text{ m}^2$

	Referenzgebäude Neubau	Untersuchtes Gebäude
Primärenergiebedarf $Q_{P''}$	61,0 kWh/(m ² a)	250,6 kWh/(m ² a)
Endenergiebedarf Q_E	40.729 kWh/a	163.988 kWh/a
Spez. Transmissionswärmeverlust $H_{T'}$	0,369 W/(m ² K)	1,611 W/(m ² K)

Sanierungsmöglichkeiten:

Für das Typgebäude 4.1 ergeben sich die folgenden möglichen Endenergieeinsparungen bei Bauteilsanierungen als Einzelmaßnahmen (Details und Gesamtsanierung siehe folgende Tabelle):

Wandflächen (je nach Fläche und Art der Dämmmaßnahme): ca. 3–15%
 Dachflächen (je nach Art der Konstruktion): ca. 18–20%
 Kellerdecke- bzw. EG-Boden: ca. 5%
 Fensteraustausch: ca. 4–5%
 Heizungsaustausch (Brennwert / Solar TW): ca. 22–74%

Tab. 3: Typ 5.5 – Bauteile mit Sanierungsmöglichkeiten, Einsparpotenzialen und Kostenvergleich

Bauteil	Fläche in m ²	Anteil Hüllfläche	Sanierungsmöglichkeit	Einsparung Endenergiebedarf	Einsparung Primärenergiebedarf	Maßnahmenkosten	Energiekosten nach Sanierung
SANIERUNG ALS EINZELMASSNAHMEN							
ENERGIEKOSTEN BESTANDSGEBÄUDE UNSANIERT (Heizanlage: Öl-Standardkessel): 12.633 €							
Außenwand - AD abzüglich Fensterfläche	391 m ² = 318m ²	35,3%	Außendämmung, falls möglich ==> U=0,20	15,3%	14,6%	ca. 48.000 €	11.115 €
Außenwand - ID abzüglich Fensterfläche	DG = 45 m ²	5,0%	Innendämmung z.B. 8cm WLG 050 ==> U=0,45 nur im Dachgeschoss	3,2%	3,1%	ca. 8.500 €	12.313 €
Fenster	73 m ²	8,6%	1.) Fensteraustausch bzw. Ertüchtigung ==> U=1,3 2.) Ertüchtigung bei Kastenfenstern oder Verbundfenstern mit Dichtungen, Glasaustausch, etc. ==> U=1,6	4,6%	4,4%	ca. 45.500 €	12.173 €
Kellerdecke	221 m ²	24,5%	1.) Dämmung von unten, falls bautechnisch möglich ==> U=0,30 2.) Dämmung des Bodenaufbaus von oben ==> U=0,45	3,6%	3,5%	Kosten abhängig vom Bestand	12.279 €
Dach / Gauben	237 m ²	26,3%	1.) Dämmung als Zwischen- und Aufsparrendämmung (nach EnEV) ==> U=0,24 2.) Dämmung von Innen oder Zwischensparrendämmung ==> U=0,33 3.) Dämmung als Aufsparrendämmung (nach KfW) ==> U=0,14	5,3%	5,1%	ca. 17.000 €	12.104 €
oberste Geschosßdecke	221 m ²	alternativ zu Dachdä.	1.) Dämmung der Decke von oben ==> U=0,2	4,3%	4,1%	Kosten abhängig vom Bestand	12.207 €
Heizungsaustausch			1.) Dämmung als Zwischen- und Aufsparrendämmung (nach EnEV) ==> U=0,24 2.) Dämmung von Innen oder Zwischensparrendämmung ==> U=0,33 3.) Dämmung als Aufsparrendämmung (nach KfW) ==> U=0,14	19,4%	18,5%	ca. 43.000 €	10.705 €
			1.) Dämmung der Decke von oben ==> U=0,2	18,2%	17,4%		10.826 €
			1.) Brennwertechnik mit kleiner Solaranlage für TW 2.) Holzpelletheizung 3.) Wärmepumpe mit Pufferspeicher für Heizung	20,6%	19,7%		10.581 €
			1.) Dämmung der Decke von oben ==> U=0,2	11,4%	10,9%		
			1.) Brennwertechnik mit kleiner Solaranlage für TW 2.) Holzpelletheizung 3.) Wärmepumpe mit Pufferspeicher für Heizung	22,1%	25,1%	ca. 18.500 €	9.356 €
			1.) Brennwertechnik mit kleiner Solaranlage für TW 2.) Holzpelletheizung 3.) Wärmepumpe mit Pufferspeicher für Heizung	keine Einsparung	79,2%	ca. 15.000 €	9.123 €
			1.) Brennwertechnik mit kleiner Solaranlage für TW 2.) Holzpelletheizung 3.) Wärmepumpe mit Pufferspeicher für Heizung	74,4%	60,1%	ca. 17.000 €	12.243 €
SANIERUNG ALS MASSNAHMENKOMBINATION							
Gesamtsanierung			1.) Heizungsaustausch Brennwertechnik mit Solar 2.) Dachdämmung als Zwischen- und Aufsparrendämmung inkl. Flachdach 3.) Fensterertüchtigung 4.) Kellerdeckendämmung 5.) Innendämmung der Kniestock- und Dachgeschosswände	50% mit Brennwert 22% mit PelletHzg	52% mit Brennwert 84% mit PelletHzg	ca. 132.500 € ca. 129.000 €	6.070 € 6.906 €
VERGLEICH MIT ANFORDERUNGEN AN EIN EFFIZIENZHAUS DER KfW							
Gesamtsanierung mit Förderung KfW115			1.) Heizungsaustausch Pelletheizung oder Wärmepumpe 2.) Dachdämmung als Zwischen- und Aufsparrendämmung inkl. Flachdach 3.) Fensteraustausch 4.) Wanddämmung außen, gesamtes Gebäude 5.) Kellerdeckendämmung	46% mit PelletHzg 88% mit Wärmepumpe	88% mit PelletHzg 82% mit Wärmepumpe	ca. 168.500 € ca. 170.500 €	5.158 € 5.611 €

Erläuterung der Tabelle und zusammenfassende Ergebnisse:

Für den Gebäudetyp 5 wurden für alle Bauteile sowie die Anlagentechnik verschiedene Sanierungsmöglichkeiten untersucht und energetisch berechnet.

Auch bei diesem Gebäude beträgt der Anteil der **Außenwandflächen** an der gesamten Hüllfläche mehr als ein Drittel, doch kann keine Außenwanddämmung empfohlen werden, da diese Maßnahme zum Verlust der bauzeittypischen Erscheinung des Gebäudes führen würde. Eine Innendämmung wird nur für das Dachgeschoss indiziert, da durch die bauzeittypische Bauweise dort die Wandstärke stark vermindert ist.

Generell gilt, dass eine Innendämmung die Vorzüge der vorhandenen Speichermasse reduziert und deshalb nur in Ausnahmefällen zu empfehlen ist.

Insgesamt würde die Maßnahme Außendämmung eine Reduzierung des Endenergiebedarfs von etwas mehr als 15% ergeben. Der Ersparnis bei den Energiekosten von nur 1.518€ stehen außerdem die Maßnahmekosten in Höhe von ca. 48.000€ gegenüber.

Die Energieeinsparung bei der Maßnahme **Fenstersanierung** muss ebenfalls niedrig veranschlagt werden. Eingehendere Begründungen dafür wurden bereits beim ersten Beispielgebäude aufgeführt. Vorausgesetzt wurde, dass bauzeitliche Kastenfenster vorhanden sind; dies ergibt bei einer Fensterertüchtigung lediglich ein Einsparpotenzial von 3,6%. So kann aus baukulturellen Gründen ein Fenstertausch nicht empfohlen werden, da die Ertüchtigung der Fenster mit Austausch der Verglasung und dem Einbau von Dichtungen möglich ist.

Auch die Maßnahme **Kellerdeckendämmung** ist – wie bei den vorigen Gebäuden – unter energetischen Gesichtspunkten wenig ertragreich. Sie wird aber wegen der Erhöhung des Wohnwertes und der Aufenthaltsqualitäten trotzdem zur Umsetzung empfohlen. Den Maßnahmekosten von ca. 17.000€ stehen Einsparungen von 5,3% beim Endenergiebedarf bzw. 529€ bei den Energiekosten gegenüber.

Die untersuchten Dachsanierungsvarianten ergeben Endenergieeinsparungen, die zwischen ca. 18 und 21% liegen. Bei etwa 43.000€ Sanierungskosten ist eine Energiekostenreduzierung zwischen 1.807 und 2.052€ möglich. Wie zuvor wird die Variante Dachdämmung entsprechend den EnEV-Anforderungen favorisiert, da die Veränderung von Dachhöhen und Anschlussdetails nur moderat ausfällt. Im Übrigen gelten die

Erläuterungen, wie sie bereits beim Gebäudetyp 1 dargestellt wurden. Gleiches gilt für die Dämmung der **obersten Geschossdecke**.

Die Maßnahme **Heizungstausch** erbringt ähnliche Ergebnisse wie bei den beiden vorigen Gebäudetypen. Bei Kosten von ca. 18.500€ und einer Energiekostensparnis von 3.277€ sind sowohl der Heizungstausch mit einer Gasbrennwerttherme (mit Solaranlage) als auch eine Pelletheizung mit Kosten von ca. 15.000€ und einer Energiekostensparnis von 3.510€ empfehlenswert. Jedoch verweist die Einsparung beim Primärenergiebedarf von fast 80% auf eine Pelletheizung.

Ein Heizungstausch mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe als Einzelmaßnahme wird nicht empfohlen. Es wird auf die Ausführungen bei allen drei Heizungsvarianten in Kapitel 12.1 verwiesen.

Von allen Einzelmaßnahmen stellen sich somit nur die Dämmung des Daches und der Heizungsaustausch als sowohl wirtschaftlich, als auch empfehlenswert dar. Doch sollte ein Gebäude immer im Gesamten energetisch beurteilt und eine Gesamtanierung angestrebt werden.

Die **Kombination der Sanierungsmaßnahmen** zeigt, dass eine moderate Sanierung eine signifikante Endenergieeinsparung von 50% erbringt. Mit den Maßnahmen Dachdämmung, Fensterertüchtigung, Kellerdeckendämmung, Innendämmung im Dachgeschoss sowie ein Heizungstausch mit Brennwerttechnik und kleiner Solaranlage wird bei Maßnahmekosten in Höhe von 132.500€ eine Energiekostenreduktion von 6.563€ jährlich erzielt.

Im Vergleich dazu konnte dargestellt werden, dass die Endenergieeinsparung nur 46% beträgt, wenn Maßnahmen durchgeführt werden, die eine Förderung der KfW ermöglichen. Dies nur unter der Voraussetzung, dass es sich bei dem Gebäude nicht um ein Baudenkmal oder sonstige erhaltenswerte Bausubstanz handelt. Allerdings würde dies bedeuten, dass die gesamte Fassade mit einer Außenwanddämmung versehen werden müsste.

In Bezug auf die Einsparungen beim Primärenergiebedarf gilt Ähnliches wie bei den vorigen Gebäudetypen. Dieser liegt bei der KfW-Sanierung bei 88% beim Einsatz einer Pelletheizung und bei 82%, eine Wärmepumpe voraussetzend.

Die Reduzierung der Energiekosten beträgt bei der moderaten Sanierung ca. 52%, während sie bei der KfW-Sanierung mit Maßnahmekosten, die bei einer Pelletheizung um 27% und bei einer Wärmepumpe um 29% höher sind, lediglich auf 59% (bei Pelletheizung) bzw. 56% (bei der Wärmepumpe) steigen.

Auch bei diesem Gebäudetyp wurde bei der moderaten Sanierung alternativ zur Brennwerttherme eine Pelletheizung berechnet. Die Ergebnisse sind denen der beiden vorig untersuchten Gebäude ähnlich.

Insgesamt ist auch hier besonders hervorzuheben, dass für die vorgeschlagene Gesamtsanierung ein weit geringerer Aufwand, sowohl in monetärer als auch in Form des Einsatzes von Baustoffen ausreichend ist, als wenn eine Sanierung nach den Vorgaben der KfW erfolgen würde.

Wie aus dieser Beispielberechnung deutlich wird, kann auch eine moderate energetische Sanierung (unter Berücksichtigung der architektonischen Qualität) einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz erbringen.