

Gebäudetypologie Bayern
Entwicklung von 11 Hausdatenblättern zu typischen Gebäuden
aus dem Wohngebäudebestand Bayerns

Studie im Auftrag des Bund Naturschutz Bayern e.V.

ENDBERICHT

Eberhard Hinz
Wissenschaftliche Mitarbeiter
Institut Wohnen und Umwelt GmbH

27.02.2006

Kurzfassung.....	1
1 Einleitung	7
2 Gebäudedaten und Kennwerte im unsanierten Zustand	7
3 Energiebilanzberechnungen	11
3.1 Modifikation der Standardannahmen	12
3.2 Validierungsrechnungen - Abgleich der Daten mit Felduntersuchungen	14
3.3 Berechnete Wärmeverluste durch die thermische Hülle	15
4 Maßnahmenpaket und Kosten	17
4.1 Kosten und Kostenstruktur - Außenwand	19
4.2 Kosten und Kostenstruktur - Oberste Geschosdecke.....	19
4.3 Kosten und Kostenstruktur - Kellerdecke	20
4.4 Kosten und Kostenstruktur - Fenster.....	20
5 Methodik und Rahmenbedingungen zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit	21
5.1 Allgemeine Grundlagen	21
5.2 Annuitätenmethode - Kosten der eingesparten kWh Endenergie	21
5.3 Grenzen und Kriterien der betriebswirtschaftlichen Beurteilung	23
5.4 Rahmenbedingungen zur Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	24
6 Hausdatenblätter	25
7 Parameterstudie	27
7.1 Das Vergleichskriterium - mittlerer Energiepreis über den Betrachtungszeitraum	27
7.2 Kosten der eingesparten kWh - Ausgangsvariante „Hochverbraucher“	29
7.3 Wirtschaftliche Nutzungsdauer - Betrachtungszeitraum.....	30
7.4 Kalkulationszinssatz.....	33
7.5 Energiekosten im unsanierten Zustand - Der U-Wert vor Sanierung	34
7.6 Kosten der eingesparten kWh – Ausgangsvariante „Durchschnittsverbraucher“	36
8 Quellennachweis	37
Anlage A – Gebäudedaten und Energiebilanzberechnungen.....	39
Anlage B – Hausdatenblätter.....	72

Kurzfassung

Die Bayerische Staatsregierung und der Bund Naturschutz in Bayern e.V. (BN Bayern) lassen partnerschaftlich als gemeinsamen ersten Schritt zur Einleitung entsprechender Maßnahmen die durch Wärmedämmung des Altbaubestandes erschließbaren Energie- und CO₂-Einsparpotenziale in Bayern und die damit verbundenen Kosten untersuchen. (vgl. gemeinsame Erklärung vom 21.10.2004). Das Institut für Energiewirtschaft der TU München (IFE) wurde zu einer entsprechenden Potenzialstudie beauftragt.

IWU-Maßnahmenpakete zur energetischen Gebäudesanierung, Hausdatenblätter

Als Ergänzung zu diesem Auftrag wurden durch das Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, (IWU) ökonomisch vorteilhafte Maßnahmenpakete (baulicher Wärmeschutz & Heizungsmodernisierung & Solaranlage) mit hohem Energie- und CO₂-Einsparpotenzial für einzelne Baualterklassen und Gebäudetypen entwickelt. Die Ergebnisse wurden für die zielgruppenorientierte Ansprache von Haus- und Wohnungsbesitzern in Hausdatenblättern zusammengefasst.

Maßnahmenpaket und Kosten

Den Berechnungen liegt das in der folgenden Tabelle skizzierte einheitliche Maßnahmenpaket mit entsprechenden Kosten zu Grunde. Die Kosten orientieren sich an den Angaben des Energiespar-Merkblatts 52, einer Gemeinschaftsarbeit des Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie und des Bayerischen Staatsministerium des Innern (Oberste Baubehörde). Davon abweichende Annahmen wurden begründet. Investive Förderung (wie Investitionszuschüsse oder KfW-Darlehen) wurde in den Berechnungen nicht berücksichtigt.

Maßnahmen und Kosten energiesparender Modernisierungsmaßnahmen im Bestand (netto)			
Maßnahme	Vollkosten	davon: Kosten für eine ohnehin erforderliche Instandsetzung	Zusätzliche Kosten für die energiesparende Maßnahme
Thermische Hülle [€/m ² Bauteil]			
Außenwand: 16 cm Wärmedämmverbundsystem (035)	110.-	60.-	50.-
Holzfenster, 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung	350.-	300.-	50.-
Oberste Geschossdecke: 20 cm Dämmung (035)	35.-	Keine	35.-
Steildach: 20 cm Dämmung (035)	50.-	25.-	25.-
Flachdach, 20 cm Dämmung (035)	100.-	50.-	50.-
Keller, 6 cm Dämmung (035)	20.-	Keine	20.-
Heizung [€]			
Einfamilienhaus / Reihenhaus: Niedertemperatur	8000.-	8000.-	Keine
Mehrfamilienhaus: Niedertemperatur	12000.-	12000.-	
Einfamilienhaus / Reihenhaus: Brennwert	9500.-	8000.-	1500.-
Mehrfamilienhaus: Brennwert	13500.-	12000.-	1500.-
Solaranlage [€] bzw. [€/Wohneinheit]			
Einfamilienhaus / Reihenhaus:	4400.-	Keine	4400.-
Mehrfamilienhaus:	1200.- pro WE	Keine	1200.- pro WE

Wirtschaftlichkeit

Die Vorteilhaftigkeit der Maßnahmen wurde auf Basis der Annuitätenmethode an Hand der „Kosten der eingesparten kWh Endenergie“ beurteilt. Die wesentlichen ökonomischen Rahmenbedingungen für die Berechnungen wurden wie folgt festgelegt:

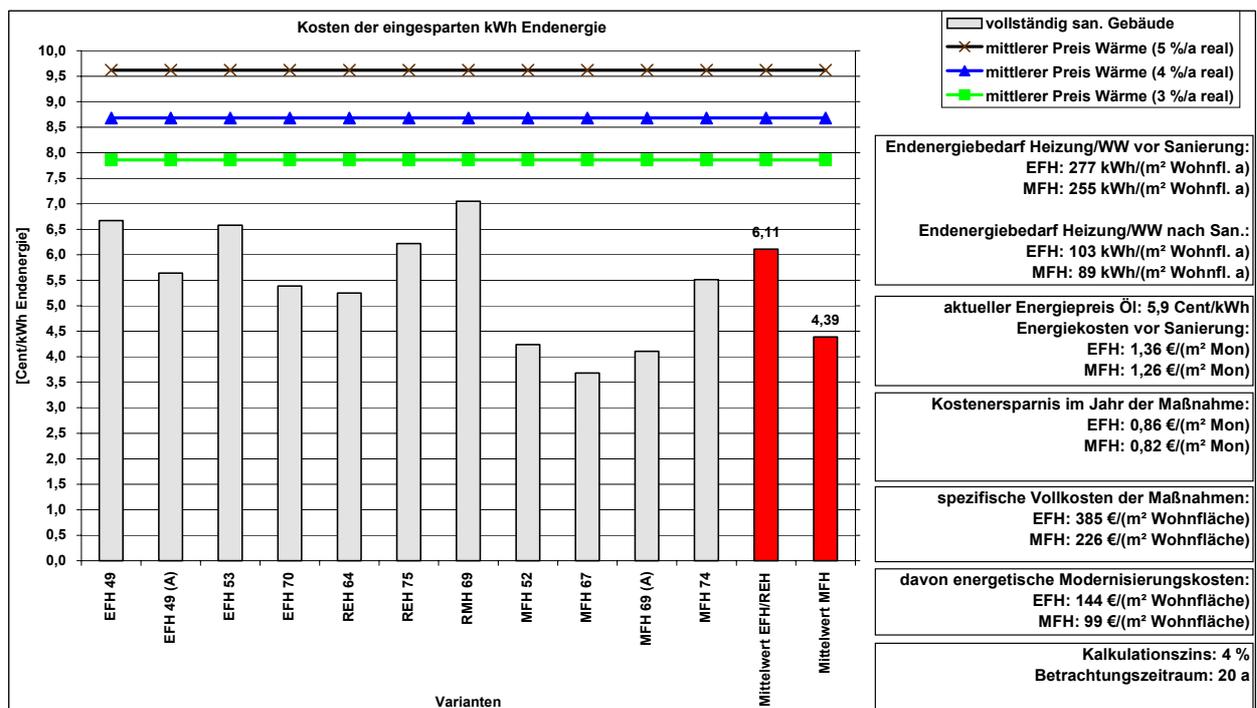
Kalkulationszinssatz (nominal)	4 %/a
Betrachtungszeitraum	20 a
Berechnungsgrundlage Energiepreis	5,90 Cent/kWh
mittlere Energiepreisteigerung	3 %/a

Der angenommene Energiepreis entspricht etwa dem Niveau für den Bezug von 3000 Liter Heizöl inkl. MWST seit November 2005 im Bundesdurchschnitt.

Kosten der eingesparten kWh Endenergie für „Hochverbraucher“

In der unten stehenden Abbildung sind die Kosten der eingesparten kWh Endenergie für das Maßnahmenpaket dargestellt. Der Endenergiebedarf der Gebäude liegt im unsanierten Zustand (bei den sog. „Hochverbrauchern“) im Mittel bei umgerechnet etwa 28 Liter Öl/m² Wohnfläche und Jahr bei den Einfamilienhäusern/Reihenhäusern (EFH/RH) bzw. 26 Liter Öl/m² Wohnfläche und Jahr bei den Mehrfamilienhäusern (MFH).

10 % der Gebäude im Wohngebäudebestand Münchens verbrauchen mehr als den hier angegebenen Wert. Diese energetisch weitgehend unsanierten Gebäude werden in der Studie als „Hochverbraucher“ bezeichnet. Sie repräsentieren nicht den Verbrauch durchschnittlicher Gebäude im Bestand. Die Energiekosten betragen bei einem Energiepreis von 5,90 Cent/kWh im Mittel über den Betrachtungszeitraum bei den EFH/RH etwa 1,4 €/m² Wohnfläche und Monat und bei den MFH etwa 1,3 €/m² Wohnfläche und Monat.

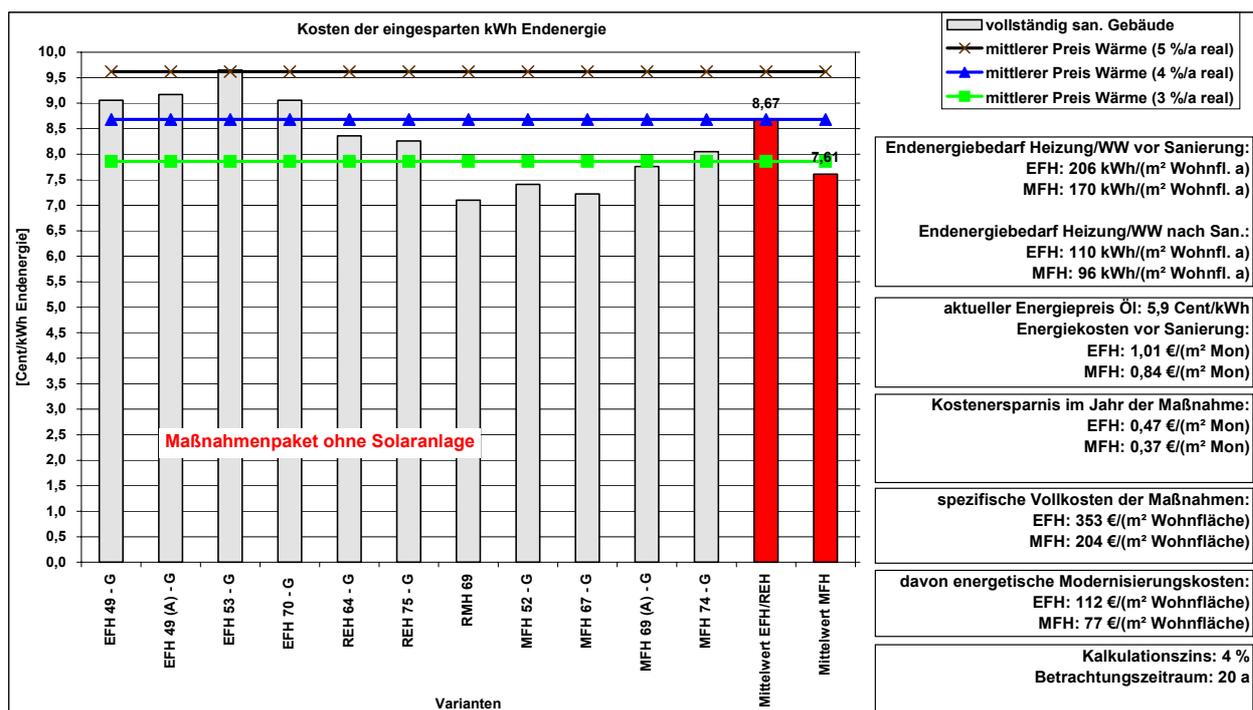


Kosten der eingesparten kWh Endenergie für das Maßnahmenpaket inkl. Solaranlage und energetisch schlechte Gebäude im Bestand (sog. „Hochverbraucher“)

Wird das komplette Maßnahmenpaket inkl. Solaranlage umgesetzt, ergeben sich durchschnittliche Kosten für die eingesparte kWh Endenergie von 6,11 Cent/kWh für die EFH/RH bzw. 4,39 Cent/kWh für die MFH. Die durchschnittlichen Kosten für den Bezug von Endenergie betragen über den Betrachtungszeitraum 7,9 Cent/kWh, ausgehend von einem heutigen Energiepreis von 5,9 Cent/kWh und bei 3 % Energiepreissteigerung. **Die Investitionen in die Energieeinsparung sind somit vorteilhaft gegenüber dem Bezug von Endenergie. Bei der Mehrzahl dieser energetisch schlechten Gebäude (Hochverbraucher) rechnen sich die Investitionen sogar schon bei dem heutigen Energiepreis von 5,9 Cent/kWh.**

Kosten der eingesparten kWh Endenergie für „Durchschnittsverbraucher“

„Durchschnittsverbraucher“ aus dem Wohngebäudebestand weisen einen Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser von ca. 17 bis 21 Liter Heizöl pro m² Wohnfläche und Jahr auf. Der Endenergieverbrauch dieser Gebäude liegt damit ca. 8 Liter Heizöl pro m² Wohnfläche und Jahr unter dem Niveau der Hochverbraucher. Die Wirtschaftlichkeit des Maßnahmenpaketes ohne Solaranlage stellt sich bei den EFH/RH mit 8,67 Cent/kWh bzw. bei den MFH mit 7,61 Cent/kWh gegenüber den Hochverbrauchern deutlich schlechter dar. Bei einem mittleren Preis für die eingekaufte kWh Endenergie von 7,9 Cent/kWh (3 %/a Energiepreissteigerung, 20 Jahre Betrachtungszeitraum) werden aber auch bei Durchschnittsverbrauchern die Maßnahmen ökonomisch sinnvoll.



Kosten der eingesparten kWh Endenergie für das Maßnahmenpaket ohne Solaranlage und energetisch durchschnittliche Gebäude im Bestand (sog. „Durchschnittsverbraucher“)

Fazit

Durch das Maßnahmenpaket inkl. Solaranlage lässt sich für die „Hochverbraucher“ im Wohngebäudebestand Bayerns mit einem Energiebedarf von umgerechnet durchschnittlich 26 bis 28 Liter Heizöl pro m² Wohnfläche und Jahr der Energiebedarf auf umgerechnet durchschnittlich etwa 9 bis 11 Liter Heizöl pro m² Wohnfläche und Jahr ökonomisch vorteilhaft ohne Berücksichtigung von Fördermitteln reduzieren.

Hausdatenblätter

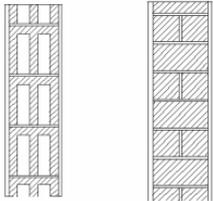
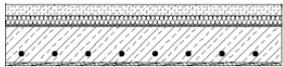
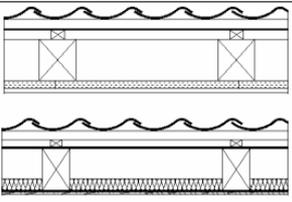
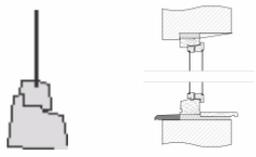
Die Ergebnisse der Berechnungen zu den elf Gebäuden sind übersichtlich in Hausdatenblättern als Grundlage für die Öffentlichkeitsarbeit zusammengefasst und im Anhang dokumentiert. In dieser Kurzfassung ist beispielhaft das Hausdatenblatt für ein Wohngebäude dargestellt. Die Hausdatenblätter enthalten im Einzelnen:

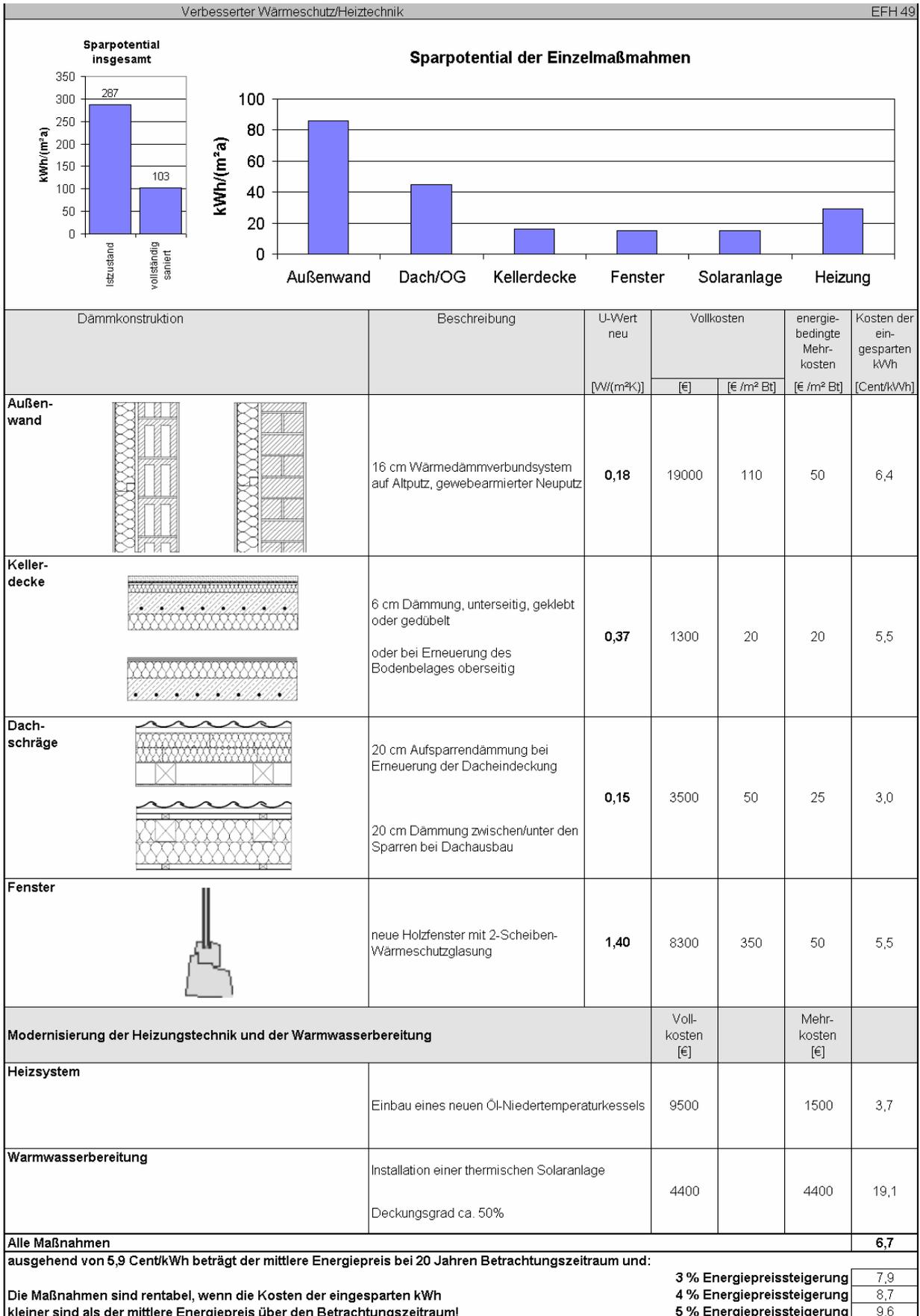
- Gebäudefoto,
- Anteil des jeweiligen Haustyps im Bestand Bayerns,
- Anzahl der Wohnungen eines Haustyps,
- mittlere Wohnfläche des Gebäudetyps,
- Bauteilbezeichnungen im Regelquerschnitt vor und nach Sanierung,
- U-Werte der einzelnen Bauteile vor und nach Sanierung,
- Vollkosten und energiebedingte Mehrkosten für jede Einzelmaßnahme,
- Kosten der eingesparten kWh Endenergie für jede Einzelmaßnahme,
- spezifischer Endenergieverbrauch für Heizung/Warmwasser vor und nach Sanierung.

Trotz der relativ hohen Investitionskosten bei gleichzeitig relativ geringer Endenergieeinsparung wurde generell auch eine Solaranlage zur Brauchwassererwärmung in die Hausdatenblätter aufgenommen. Die Kosten der eingesparten kWh Endenergie liegen für solche Anlagen deutlich über den Kosten für den Bezug der kWh Endenergie – die Maßnahmen erscheinen daher als ökonomisch nicht sinnvoll. Gleichzeitig kann die Wirtschaftlichkeit der Anlagen unter Berücksichtigung einer häufig gewährten Förderung deutlich verbessert werden.

Dokumentation der Berechnungsgrundlagen

Der Bericht enthält im Anhang die ausführlichen Berechnungsgrundlagen und Energiebilanzen der einzelnen Gebäude als Grundlage für anschließende bzw. weitergehende Arbeiten.

EFH 49		Vorhandene Konstruktion/Heiztechnik	
<p>Haustyp Einfamilienhaus</p> <p>Baualterklasse 1949 bis 1968</p> <p>Wohnfläche 118 m²</p> <p>Endenergiebedarf Heizung & Warmwasser 287 kWh/(m²a)</p> <p>Bedeutung in Bayern</p> <p>Anteil Wohngebäude im Bestand 16,2%</p>			
Bauteilskizze		Beschreibung	U-Wert
			[W/(m ² K)]
Außenwand		24 cm oder 30 cm Hohlblockmauerwerk aus Birnstein, Hüttenbirnstein oder Schlackenbeton, beidseitig verputzt	1,1 bis 1,3
		24 / 30 cm Vollziegel, beidseitig verputzt	1,4 bis 1,8
Kellerdecke		15 cm Stahlbetondecke mit schwimm. Estrich auf 1 bis 3 cm Dämmung	1,0 bis 1,5
Dachschräge		Ziegel auf Sparschalung, 2,5 bis 5 cm mineralisierte Holzwolle-Leichtbauplatten, unterseitig verputzt	1,3 bis 1,8
		4 bis 6 cm Mineralwolle zwischen den Sparren, Gipskartonplatten	0,9 bis 1,1
Fenster		Einfachverglasung in Holzrahmen	5,2
		Holzverbund mit Doppelverglasung	2,8
Heizungstechnik			
Heizsystem		Standard Ölkessel	
Warmwasserbereitung		Warmwasserbereitung über den Heizkessel mit beigestelltem Speicher	



1 Einleitung

IfE - Potenzialstudie Bayern

Die Bayerische Staatsregierung und der BN Bayern lassen partnerschaftlich als gemeinsamen ersten Schritt zur Einleitung entsprechender Maßnahmen die durch Wärmedämmung des Altbaubestandes erschließbaren Energie- und CO₂-Einsparpotenziale in Bayern und die damit verbundenen Kosten untersuchen. Das IfE wurde zu einer entsprechenden Potenzialstudie beauftragt.

IWU-Maßnahmenpakete zur energetischen Gebäudesanierung, Hausdatenblätter

Als Ergänzung zu diesem Auftrag wurden durch das IWU ökonomisch vorteilhafte Maßnahmenpakete (baulicher Wärmeschutz & Heizungsmodernisierung & Solaranlage) mit hohem Energie- und CO₂-Einsparpotenzial für einzelne Baualtersklassen und Gebäudetypen entwickelt. Die Ergebnisse wurden für die zielgruppenorientierte Ansprache von Haus- und Wohnungsbesitzern in Hausdatenblättern zusammengefasst.

2 Gebäudedaten und Kennwerte im unsanierten Zustand

Der Endenergiebedarf eines Gebäudes und die möglichen Einsparungen werden wesentlich durch die energetische Qualität der thermischen Gebäudehülle, der Anlagentechnik sowie der Geometrie des Gebäudes beeinflusst. Für einzelne Haustypen wurden als Datenbasis geometrische Daten erfasst, Baukonstruktionen ermittelt, Regelquerschnitte beschrieben und die Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) bestimmt.

Datenbasis

Die Ergebnisse der hier vorliegenden Studie basieren auf insgesamt elf Gebäudedatensätzen (4 freistehende Einfamilienhäuser, 2 Reihenendhäuser, 1 Reihemittelhaus, 4 Mehrfamilienhäuser). Die Datensätze wurden freundlicherweise nach Gesprächen mit Experten von folgenden Institutionen zur Verfügung gestellt bzw. selbst erzeugt:

- Energieagentur Mittelfranken e. V., Nürnberg
- Energieagentur Oberfranken e. V., Kulmbach
- Energieagentur Chiemgau-Inn-Salzach, Rott am Inn
- eza! Energie- & Umweltzentrum Allgäu gGmbH, Kempten
- Stadt Erlangen, Umweltamt

Geometrische Daten

Konkrete Gebäudedaten werden nach dem „Kurzverfahren Energieprofil“ des IWU mit einem zwei Seiten umfassenden Fragebogen erhoben [Loga; 2005]. Dieses statistisch abgesicherte Verfahren für die Erstellung des Energieprofils reduziert den Aufwand für die energetische Bilanzierung und Klassifizierung erheblich. Dennoch wird ein Datensatz generiert, mit dem die Energiebilanz nach DIN V 4108-6 (Wärmeschutz im Hochbau) und DIN V 4701-10 bzw. -12 (Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen) ausreichend genau berechnet werden kann.

Die Eingangsdaten zur Flächenerhebung beschränken sich auf wenige Grunddaten, die mit den zur Verfügung gestellten Gebäudedatensätzen vorlagen. Ein aufwändiges Aufmaß vor Ort wurde so vermieden. Im **Anhang A** ist zu jedem Gebäude das „**Formular Gebäude**“ des Kurzverfahrens Energieprofil enthalten. Aus diesem Datenblatt sind die wesentlichen Angaben zur Kubatur der untersuchten Gebäude zu entnehmen.

Kurzprofil Gebäude

In den folgenden Tabellen sind die Gebäude im Kurzprofil beschrieben. Die Tabellen enthalten zusätzliche Angaben aus der Auswertung der Wohngebäudestatistik Bayerns [IfE; 2005].

- dem Anteil der Wohneinheiten von allen Wohneinheiten des Gebäudetyps im Bestand (z. B. 24,5 % aller EFH im Bestand werden der Baualtersklasse 1949 - 68 zugeordnet)
- dem Anteil des Wohngebäudes von allen Wohngebäuden des Gebäudetyps im Bestand (z. B. 16,2 % aller EFH im Bestand werden der Baualtersklasse 1949 - 68 zugeordnet)

 <p>Foto: IWU</p>	Kurzbezeichnung: EFH 49 Gebäudetyp: Einfamilienhaus Baualtersklasse: 1949 - 68 Wohnfläche: 118 m ²
	Anteil Wohneinheiten Gebäudetyp: 24,5 % Anteil Wohngebäude im Bestand: 16,2 %

 <p>Foto: eza!</p>	Kurzbezeichnung: EFH 49 (A) Gebäudetyp: Einfamilienhaus Baualtersklasse: 1949 - 68 Wohnfläche: 159 m ²
	Anteil Wohneinheiten Gebäudetyp: 24,5 % Anteil Wohngebäude im Bestand: 16,2 %

 <p>Foto: Stadt Erlangen – Umweltamt</p>	Kurzbezeichnung: EFH 53 Gebäudetyp: Einfamilienhaus Baualtersklasse: 1949 - 68 Wohnfläche: 111 m ²
	Anteil Wohneinheiten Gebäudetyp: 24,5 % Anteil Wohngebäude im Bestand: 16,2 %



Foto: Energieagentur Oberfranken

Kurzbezeichnung:	EFH 70
Gebäudetyp:	Einfamilienhaus
Baualtersklasse:	1969 - 78
Wohnfläche:	240 m²
Anteil Wohneinheiten Gebäudetyp:	18,1 %
Anteil Wohngebäude im Bestand:	11,9 %



Foto: Stadt Erlangen – Umweltamt

Kurzbezeichnung:	RH 64
Gebäudetyp:	Reihenendhaus
Baualtersklasse:	1949 - 68
Wohnfläche:	135 m²



Foto: Stadt Erlangen – Umweltamt

Kurzbezeichnung:	RH 75
Gebäudetyp:	Reihenendhaus
Baualtersklasse:	1969 - 78
Wohnfläche:	147 m²



Foto: IWU

Kurzbezeichnung:	RMH 69
Gebäudetyp:	Reihenmittelaus
Baualtersklasse:	1969 - 78
Wohnfläche:	97 m²

 <p>Foto: Stadt Erlangen – Umweltamt</p>	Kurzbezeichnung: MFH 52 Gebäudetyp: Mehrfamilienhaus Baualtersklasse: 1949 - 68 Wohnfläche: 857 m ²
	Anteil Wohneinheiten Gebäudetyp: 33,3 % Anteil Wohngebäude im Bestand: 4,3 %

 <p>Foto: Stadt Erlangen – Umweltamt</p>	Kurzbezeichnung: MFH 67 Gebäudetyp: Mehrfamilienhaus Baualtersklasse: 1949 - 68 Wohnfläche: 1850 m ²
	Anteil Wohneinheiten Gebäudetyp: 33,3 % Anteil Wohngebäude im Bestand: 4,3 %

 <p>Foto: eza!</p>	Kurzbezeichnung: MFH 69 (A) Gebäudetyp: Mehrfamilienhaus Baualtersklasse: 1969 - 78 Wohnfläche: 456 m ²
	Anteil Wohneinheiten Gebäudetyp: 18,5 % Anteil Wohngebäude im Bestand: 2,0 %

 <p>Foto: Stadt Erlangen - Umweltamt</p>	Kurzbezeichnung: MFH 74 Gebäudetyp: Mehrfamilienhaus Baualtersklasse: 1969 - 78 Wohnfläche: 1145 m ²
	Anteil Wohneinheiten Gebäudetyp: 18,5 % Anteil Wohngebäude im Bestand: 2,0 %

3 Energiebilanzberechnungen

Der Heizwärmebedarf wurde nach DIN V 4108-6 (Heizperiodenverfahren) berechnet. Die Energiebilanzberechnungen sind für jedes untersuchte Gebäude ausführlich im Anhang A dokumentiert. Der berechnete Heizwärmebedarf jedes Gebäudes ist in Tabelle 3.1 dokumentiert. Abweichend von DIN V 4108-6 („EnEV“ für die Berechnung von Neubauten) wurden die Randbedingungen an die Bilanzierung von Bestandsgebäuden angepasst. Die Modifikationen sind in Kap. 3.1 dokumentiert.

Klimadaten

Nach Angaben des IfE liegt die durchschnittliche Gradtagzahl in Bayern bei 4022 Kd. Damit ist das Klima in Bayern gegenüber dem Referenzstandort Würzburg um ca. 8 % kälter. In der vorliegenden Studie wurde der Standort München mit einer Gradtagzahl $G_{t(19/19)} = 4063$ Kd gegenüber Würzburg mit einer Gradtagzahl $G_{t(19/19)} = 3699$ Kd nach DIN V 4108 – 6 als Referenzstandort gewählt. Dieser Ansatz ist zudem gerechtfertigt, als etwa 12,4 % (1,5 Mio.) der Bevölkerung Bayerns (12,1 Mio.) im Raum München (Stadt und Landkreis) lebt.

Anlagenaufwandszahl Endenergie

Die anlagentechnischen Kenndaten für die Beurteilung der Energieeffizienz der Heizungsanlagen im Bestand wurden der „Arbeitshilfe Energiepass“ der dena [dena; 2003] entnommen. Die darin aufgeführten Anlagenaufwandszahlen basieren auf Algorithmen und Kennwerten aus DIN V 4701-10 (Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechnischer Anlagen, Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung) und DIN V 4701-12 (Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechnischer Anlagen im Bestand, Teil 12: Wärmeerzeuger und Trinkwassererwärmung).

In Tabelle 3.1 sind für jedes Gebäude die Anlagenaufwandszahlen Endenergie Warmwasser sowie Endenergie Heizung für das unsanierte Gebäude, für eine Modernisierung der Heizungsanlage als Einzelmaßnahme sowie für das vollständig sanierte Gebäude inkl. Solaranlage zusammengestellt. Die Rechenwerte für die Studie sind fett gedruckt. Zum Vergleich enthält die Tabelle auch die Richtwerte der dena Arbeitshilfe für unterschiedliche Standards der Rohrdämmung, unterschiedliche Betriebsweisen der Heizungsanlage (mit/ohne Zirkulation Warmwasser), unterschiedliche Kesselbauarten (Standardkessel, NT/BW-Kessel) und unterschiedliche energetische Standards der Gebäude (Heizwärmebedarf).

Gebäudetyp - Baujahr	Endenergieaufwandszahlen Warmwasser						Endenergieaufwandszahlen Heizung						Rechenwert	
	Arbeitshilfe dena - Tabellenwerte						Bedarf izwärme [h/(m²a)]	Arbeitshilfe dena - Tabellenwerte						
	Rohrdämmung mäßig/izAnIv	Zirkulation		Kesselbauart		Typologie		Rohrdämmung mäßig	HeizAnIv	Kesselbauart		Typologie		
		mit	ohne	Stand	NT/BW					Stand	NT			BW
EFH 49	x	x		2,78	2,10	2,10	208		x	1,41->1,37	1,31->1,25	1,14->1,12	1,25	
Heizung - unsaniertes Gebäude	x		x	2,62	1,98	1,98	208		x	1,41->1,37	1,31->1,25	1,14->1,12	1,12	
Alle, inkl. Heizung & Solarthermie	x		x		0,99	0,99	70			1,61->1,56	1,49->1,42	1,30->1,28	1,28	
EFH 49 (A)	x	x		2,78	2,10	2,10	206		x	1,41->1,37	1,31->1,25	1,14->1,12	1,25	
Heizung - unsaniertes Gebäude	x		x	2,62	1,98	1,98	206		x	1,41->1,37	1,31->1,25	1,14->1,12	1,12	
Alle, inkl. Heizung & Solarthermie	x		x		0,99	0,99	69		x	1,61->1,56	1,49->1,42	1,30->1,28	1,28	
EFH 53	x	x		2,78	2,10	2,10	223		x	1,41->1,37	1,31->1,25	1,14->1,12	1,25	
Heizung - unsaniertes Gebäude	x		x	2,62	1,98	1,98	223		x	1,41->1,37	1,31->1,25	1,14->1,12	1,12	
Alle, inkl. Heizung & Solarthermie	x		x		0,99	0,99	83		x	1,61->1,56	1,49->1,42	1,30->1,28	1,28	
EFH 70	x	x		2,78	2,10	2,10	183		x	1,41->1,37	1,31->1,25	1,14->1,12	1,25	
Heizung - unsaniertes Gebäude	x		x	2,62	1,98	1,98	183		x	1,41->1,37	1,31->1,25	1,14->1,12	1,12	
Alle, inkl. Heizung & Solarthermie	x		x		0,99	0,99	62		x	1,61->1,56	1,49->1,42	1,30->1,28	1,28	
REH 64	x	x		2,78	2,10	2,10	208		x	1,41->1,37	1,31->1,25	1,14->1,12	1,31	
Heizung - unsaniertes Gebäude	x		x	2,62	1,98	1,98	208		x	1,41->1,37	1,31->1,25	1,14->1,12	1,12	
Alle, inkl. Heizung & Solarthermie	x		x		0,99	0,99	72			1,61->1,56	1,49->1,42	1,30->1,28	1,28	
REH 75	x	x		2,78	2,10	2,10	170		x	1,44->1,40	1,31->1,25	1,14->1,12	1,31	
Heizung - unsaniertes Gebäude	x		x	2,62	1,98	1,98	170		x	1,41->1,37	1,31->1,25	1,14->1,12	1,12	
Alle, inkl. Heizung & Solarthermie	x		x		0,99	0,99	65		x	1,61->1,56	1,49->1,42	1,30->1,28	1,28	
RMH 69	x	x		2,78	2,10	2,10	175		x	1,44->1,40	1,31->1,25	1,14->1,12	1,31	
Heizung - unsaniertes Gebäude	x		x	2,62	1,98	1,98	175		x	1,41->1,37	1,31->1,25	1,14->1,12	1,12	
Alle, inkl. Heizung & Solarthermie	x		x		0,99	0,99	69		x	1,61->1,56	1,49->1,42	1,30->1,28	1,28	
MFH 52	x	x		1,90	1,68	1,68	205		x	1,27->1,23	1,23->1,18	1,09->1,08	1,18	
Heizung - unsaniertes Gebäude	x		x	1,90	1,68	1,68	205		x	1,41->1,37	1,31->1,25	1,14->1,12	1,08	
Alle, inkl. Heizung & Solarthermie	x		x		1,01	1,01	62		x	1,41->1,37	1,37->1,31	1,22->1,21	1,21	
MFH 67	x	x		1,90	1,68	1,68	187		x	1,27->1,23	1,23->1,18	1,09->1,08	1,18	
Heizung - unsaniertes Gebäude	x		x	1,90	1,68	1,68	187		x	1,41->1,37	1,31->1,25	1,14->1,12	1,08	
Alle, inkl. Heizung & Solarthermie	x		x		1,01	1,01	55		x	1,41->1,37	1,37->1,31	1,22->1,21	1,21	
MFH 69 (A)	x	x		1,90	1,68	1,68	203		x	1,27->1,23	1,23->1,18	1,09->1,08	1,18	
Heizung - unsaniertes Gebäude	x		x	1,90	1,68	1,68	203		x	1,41->1,37	1,31->1,25	1,14->1,12	1,08	
Alle, inkl. Heizung & Solarthermie	x		x		1,01	1,01	62		x	1,41->1,37	1,37->1,31	1,22->1,21	1,21	
MFH 74	x	x		1,90	1,68	1,68	174		x	1,27->1,23	1,23->1,18	1,09->1,08	1,18	
Heizung - unsaniertes Gebäude	x		x	1,90	1,68	1,68	174		x	1,41->1,37	1,31->1,25	1,14->1,12	1,08	
Alle, inkl. Heizung & Solarthermie	x		x		1,01	1,01	57		x	1,41->1,37	1,37->1,31	1,22->1,21	1,21	

Tabelle 3.1 – Anlagenaufwandszahlen Endenergie Heizung & Warmwasser

3.1 Modifikation der Standardannahmen

Die durch Wärmeschutzmaßnahmen bei Altbauten erzielbare Energieeinsparung wird in der Regel mit Hilfe von stationären Energiebilanzverfahren berechnet. Dabei machen Energieberater vielfach die Erfahrung, dass die eingesetzten Berechnungsverfahren für den Ausgangszustand Energiebedarfswerte liefern, die erheblich über den gemessenen Verbrauchswerten liegen. Dies trifft insbesondere für Einfamilienhäuser mit schlechtem Wärmeschutz zu. Entsprechend optimistisch erscheint die berechnete Energieeinsparung. Die möglichen Ursachen für die Überschätzung des Heizenergiebedarfs sind vielfältig (Nachtabsenkung, Teilbeheizung, geringerer Luftwechsel, höhere innere Wärmequellen, günstigere Klimabedingungen, U-Werte, ...).

Im Rahmen der Energieberatung erfolgt meist eine Anpassung der berechneten Bedarfswerte an die gemessenen Verbrauchswerte durch Absenken der Raum-Solltemperatur gegenüber dem Standardwert von 20 °C, z. T. auch durch Absenkung des rechnerischen Luftwechsels. Durch den damit erzielbaren Abgleich zwischen Bedarfs- und Verbrauchswert kann der Effekt einer energiesparenden Maßnahme realistischer abgeschätzt werden. Die Erfahrung zeigt zudem, dass energetisch hochwertige Gebäude eine gegenüber energetisch schlechten Gebäuden eine höhere mittlere Raumtemperatur aufweisen, in Passivhäusern deutlich über 20 °C. In der Praxis wird somit der energiesparende Effekt der wärmedämmenden Maßnahmen z. T. durch die höhere mittlere Raumtemperatur wieder ausgeglichen.

Um die Effekte energiesparender Maßnahmen nicht zu überschätzen, wurden daher die Eingangsdaten der Energiebilanzberechnungen in plausiblen Grenzen so variiert, dass die Ergebnisse der Energiebilanzberechnungen mit den Ergebnissen des aktuellen Heizspiegels München [Heizspiegel; 2005] korrespondieren. Folgende Änderungen gegenüber den Standard-Rahmenbedingungen wurden vorgenommen:

- **Raumsolltemperatur**

Die Raumsolltemperatur wurde für alle Einfamilienhäuser im unsanierten Zustand vom Standardwert 20 °C auf 18 °C und bei den Reihenendhäusern von 20 °C auf 19 °C reduziert. Für das Reihenmittelhaus wird mit 20 °C Raumsolltemperatur gerechnet. Dieser Ansatz ist praxisgerecht [Loga; 1999]. Im sanierten Zustand wird für alle Gebäude generell mit einer Raumsolltemperatur von 20 °C gerechnet.

- **Wärmebrückenverlustkoeffizient**

Ein Wärmebrückenverlustkoeffizient wurde für alle Gebäude im unsanierten Zustand nicht berücksichtigt. Durch den Außenbezug der Gebäudehüllflächen ist dieser Ansatz gerechtfertigt, tatsächlich sind Wärmebrückeneffekte in energetisch sehr schlechten Konstruktionen rechnerisch in erster Näherung - bei Außenmaßen - zu vernachlässigen, sofern nur wenige auskragende (Beton-)Bauteile vorhanden sind. Im sanierten Zustand wird dagegen mit einem pauschalen Wärmebrückenverlustkoeffizienten von 0,05 W/(m²Hüllflächea) gerechnet.

- **U-Werte**

Die U-Werte wurden auf Basis der Gebäudetypologie Deutschland [IWU; 2003] entsprechend der Baualtersklasse und dem Gebäudetyp festgelegt. Nachträglich durchgeführte energetische Sanierungen wurden nicht berücksichtigt, **die Datensätze bilden die Gebäude im Zustand der Errichtung ab**. In Ausnahmen wurden einzelne U-Werte von Bauteilen im unsanierten Zustand abweichend von den Vorgaben der Gebäudetypologie Deutschland angesetzt. Dabei wurden in der Regel niedrigere U-Werte berücksichtigt. Die Modifikationen sind in Tabelle 3.2 dokumentiert.

Modifizierte U-Werte gegenüber den Angaben der Gebäudetypologie Deutschland			
Gebäude	Bauteil	Gebäudetypologie Deutschland	Rechenwert Studie
RH 64	Außenwand	1,44 W/(m ² K)	1,21 W/(m ² K)
RH 75	Außenwand	0,80 W/(m ² K)	1,07 W/(m ² K)
MFH 52	Außenwand	1,44 W/(m ² K)	1,21 W/(m ² K)
MFH 52	Kellerdecke	1,65 W/(m ² K)	0,97 W/(m ² K)
MFH 67	o. Geschossdecke	2,30 W/(m ² K)	1,41 W/(m ² K)

Tabelle 3.2

- **Transmissionswärmeverluste**

Die Korrekturfaktoren zum unbeheizten Dachraum sowie zum unbeheizten Keller sind gegenüber der Energieeinsparverordnung (EnEV) von 0,8 auf 1,0 (Dach) sowie von 0,6 auf 0,5 (Keller) verändert.

- **Luftwechsel**

Der Luftwechsel im unsanierten Zustand wurde auf 0,6 h⁻¹ festgelegt. Nach DIN V 4108 - 6 entspricht dieser Luftwechsel der Standard-Luftwechselrate bei luftdichtheitsgeprüften Gebäuden ($n_{L50} < 3,0 \text{ h}^{-1}$) im Neubau. Aktuelle Forschungsprojekte zum Luftwechsel in Bestandsgebäuden kommen zu ähnlichen bzw. wesentlich niedrigeren Werten. Nach Durchführung der kompletten Sanierung wurde in den Berechnungen der Luftwechsel auf 0,5 h⁻¹ reduziert. Damit wird die gegenüber dem IST-Zustand deutlich dichtere Gebäudehülle berücksichtigt.

- **Innere Wärmequellen**

Die Leistung innerer Wärmequellen ist von 5 W/m² Gebäudenutzfläche nach EnEV auf 2,5 W/m² Wohnfläche (EFH/RH) bzw. 3,2 W/m² Wohnfläche (MFH) reduziert.

- **Energiebezugsfläche**

Die in der EnEV verwendete „Gebäudenutzfläche“ ist eine künstliche Größe. Sie liegt zwischen 10 % und 40 % über der bei Wohngebäuden allgemein gebräuchlichen Wohnfläche und spiegelt daher unrealistische spezifische Kennwerte vor. Durch die optimistischen Ansätze bei der energetischen Bilanzierung und die zu große „Gebäudenutzfläche“ A_N liegen die nach EnEV berechneten Energiekennwerte um ca. 10 bis 50 % niedriger als gemessene auf die reale Fläche bezogene Verbrauchskennwerte. [Loga; 2001] Daher werden alle Berechnungsergebnisse in dieser Studie auf die Wohnfläche bezogen. Die Ergebnisse werden damit z. B. vergleichbar mit den Ergebnissen der Heizspiegel, die sich ebenfalls auf die Wohnfläche beziehen.

3.2 Validierungsrechnungen - Abgleich der Daten mit Felduntersuchungen

Die Ergebnisse der Validierungsrechnungen sind in Tabelle 3.3 zusammengestellt. Dargestellt ist für die einzelnen Gebäudetypen der berechnete Endenergiebedarf für den Standort München für Heizung (Spalte 3), für Warmwasser (Spalte 4) sowie fett gedruckt die Summe für Heizung und Warmwasser (Spalte 5).

Spalte 1	2	3	4	5	6	7	8
		Berechnung			Heizspiegel		
Gebäudetyp - Baujahr	Wohnfläche	Bedarf			München 2004		
		Endenergie			zentral beheizt, Öl		
		Heiz	WW	Sum	Obergrenze	Delta Sum	Durchschnitt
	[m ²]	[kWh/(m ² a)]			[kWh/(m ² a)]		
EFH 49	118	260	27	287	285	1%	201
EFH 49 (A)	159	257	27	284	280	1%	197
EFH 53	111	278	27	305	286	7%	202
EFH 70	240	229	27	256	273	-6%	190
REH 64	135	272	27	299	283	6%	199
REH 75	147	222	27	249	281	-11%	198
RMH 69	97	229	27	256	289	-11%	205
MFH 52	857	242	29	271	252	8%	171
MFH 67	1850	221	29	250	240	4%	160
MFH 69 (A)	456	239	29	268	262	2%	180
MFH 74	1145	205	29	234	247	-5%	167

Tabelle 3.3

Zum Vergleich sind die Ergebnisse des Münchener Heizspiegels 2004 für zentral beheizte Gebäude (Heizung & Warmwasser) mit Öl dargestellt. Das Klima in 2004 mit 271 Heiztagen entsprach etwa dem langjährigen Mittel mit 266 Heiztagen. Eine Klimabereinigung der Werte wurde daher nicht vorgenommen. **10 % der Gebäude im Bestand Münchens verbrauchen mehr als den mit „Obergrenze“ in Spalte 6 angegebenen Wert. Diese Gebäude werden in der Studie als „Hochverbraucher“ bezeichnet.** Dieser Gebäudebestand repräsentiert energetisch schlechte Gebäude - gleichzeitig aber auch die Gebäude mit dem höchsten Einsparpotenzial. In Spalte 7 ist die Abweichung des berechneten Endenergiebedarfs für Heizung und Warmwasser (Spalte 5) vom gemessenen Verbrauch zentral beheizter Gebäude (Spalte 6) angegeben. Die Gebäudemodelle wurden dazu - in den oben dokumentierten Grenzen - so angepasst, dass sich für die älteren Gebäude ein eher höherer Bedarf und für die neueren Gebäude ein eher niedrigerer Bedarf ergibt. Zudem weisen die kleineren Gebäude auf Grund des tendenziell schlechteren Oberflächen-Volumen-Verhältnisses einen eher höheren Bedarf auf.

In Spalte 8 ist der durchschnittliche Endenergieverbrauch zentral beheizter Gebäude in München dargestellt. „Durchschnittsverbraucher“ aus dem Wohngebäudebestand weisen einen Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser von ca. 17 bis 21 Liter Heizöl pro m² Wohnfläche und Jahr auf. **Diese Gebäude werden in der Studie als „Durchschnittsverbraucher“ bezeichnet.** Der Endenergieverbrauch dieser Gebäude liegt ca. 8 Liter Heizöl pro m² Wohnfläche und Jahr unter dem Niveau der Hochverbraucher.

Die in den Hausdatenblättern dokumentierten Gebäude repräsentieren die Hochverbraucher im Wohngebäudebestand, d. h. Gebäude, die in Zeiten sehr niedriger Energiepreise errichtet und seither energetisch nicht saniert wurden. Diese Gebäude zeichnen sich infolge des mangelnden Wärmeschutzes durch ungenügende thermische Behaglichkeit und ein allgemein sehr schlechtes Wohnklima aus.

3.3 Berechnete Wärmeverluste durch die thermische Hülle

In den Abbildungen 3.1 und 3.2 sind die berechneten Wärmeverluste über einzelne Bauteile der thermischen Hülle und durch Lüftung für die einzelnen Gebäude sowie als Mittelwert für die EFH/RH und die MFH im unsanierten Zustand und im sanierten Zustand dargestellt.

Abbildung 3.1: Im unsanierten Zustand summieren sich die Wärmeverluste durch Transmission und Lüftung auf 220 bis über 280 kWh pro m² Wohnfläche und Jahr. Im Mittel ergeben sich 247 kWh pro m² Wohnfläche und Jahr für die EFH/RH bzw. 261 kWh pro m² Wohnfläche und Jahr für die MFH. Die Außenwände tragen bei beiden Gebäudetypen mit 35 % zu den gesamten Verlusten bei. Bei den EFH/RH geht 21 % der Energie durch das Dach ‚verloren‘, bei den MFH 16 %. Die Lüftungswärmeverluste betragen im unsanierten Zustand etwa 15 % bei den EFH/RH bzw. 20 % bei den MFH.

Abbildung 3.2: Im sanierten Zustand (mit den Maßnahmen nach Tabelle 4.1) summieren sich die Wärmeverluste durch Transmission und Lüftung auf 80 bis ca. 105 kWh pro m² Wohnfläche und Jahr. Im Mittel ergeben sich 92 kWh pro m² Wohnfläche und Jahr für die EFH/RH bzw. 97 kWh pro m² Wohnfläche und Jahr für die MFH. Die gut gedämmten Außenwände tragen bei beiden Gebäudetypen mit etwa 15 % zu den gesamten Verlusten bei. Bei den Gebäuden geht im sanierten Zustand etwa 7 bis 10 % der Energie jeweils durch das Dach, die Kellerdecke und Wärmebrücken ‚verloren‘. Die Fenster sind in den gut gedämmten Gebäuden eine thermische Schwachstelle: Sie bedingen im Mittel etwa 22 % der gesamten Wärmeverluste bei den EFH/RH bzw. 25 % bei den MFH. Einen noch deutlich größeren Anteil an den Wärmeverlusten hat die Lüftung: Die Lüftungswärmeverluste betragen im Mittel bei den EFH/RH 34 % bzw. 38 % bei den MFH.

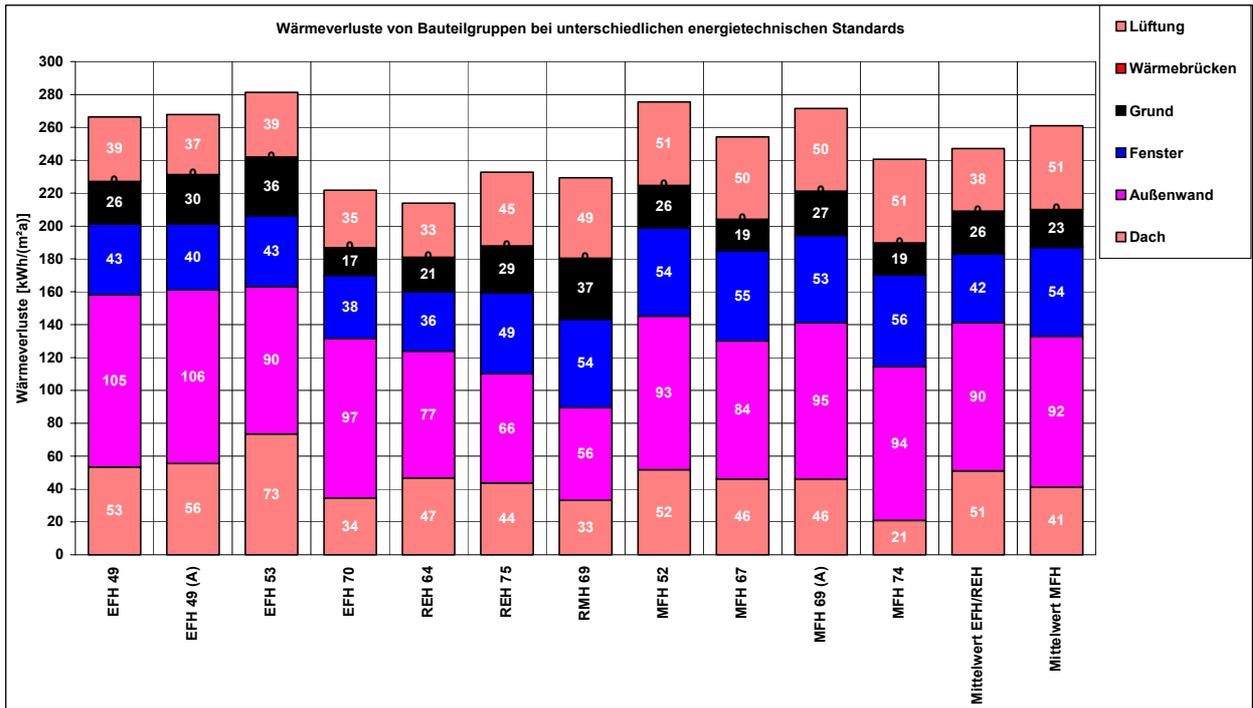


Abbildung 3.1 – Wärmeverluste durch die thermische Hülle im unsanierten Zustand

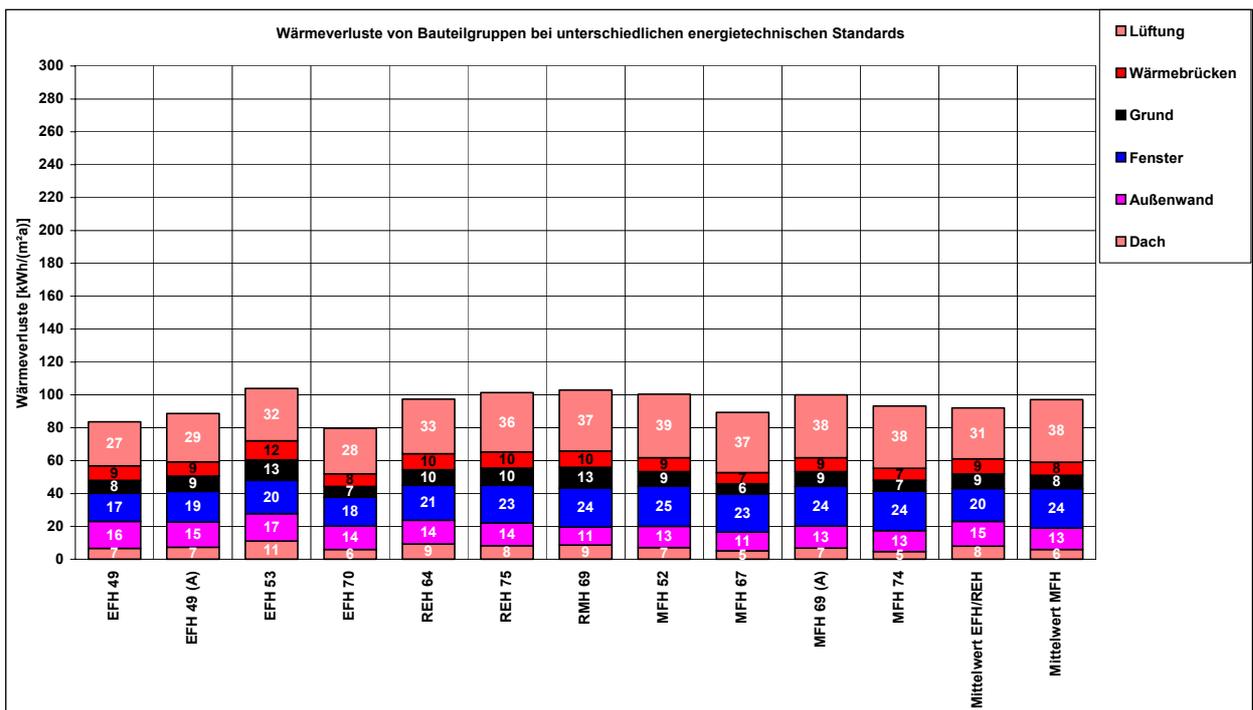


Abbildung 3.2 – Wärmeverluste durch die thermische Hülle im sanierten Zustand

4 Maßnahmenpaket und Kosten

Auf Basis der validierten Gebäudemodelle wurde ein einheitliches Maßnahmenpaket für die energetische Modernisierung der Gebäude entwickelt. Kriterien waren:

- möglichst hohe Endenergieeinsparung mit einem
- ökonomisch vorteilhaften Maßnahmenpaket
- ohne besondere bau- oder anlagentechnische Anforderungen.

Den Berechnungen liegt das in Tabelle 4.1 skizzierte einheitliche Maßnahmenpaket mit entsprechenden Kosten zu Grunde. Die fett gedruckten Kosten wurden in dieser Studie als Berechnungsbasis festgelegt. Ein systematischer Abgleich mit den Kostenansätzen der IfE-Studie [IFE; 2005] erfolgte nicht.

Die Kosten orientieren sich an den Angaben des Energiespar-Merkblatts 52, einer Gemeinschaftsarbeit des Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie und des Bayerischen Staatsministerium des Innern [Oberste Baubehörde; 2004]. Diese Angaben sind in Tabelle 4.1 als kursive Werte mit aufgenommen. Die Kostenaufstellung war bei Dr. Helmut Veltl (Verbraucherberatung) in Auftrag gegeben. Von diesen Werten abweichende Annahmen sind in diesem Kapitel begründet. Investive Förderung (wie Investitionszuschüsse oder KfW-Darlehen) wurde in den Berechnungen nicht berücksichtigt.

Anmerkung

Im Rahmen des Projektes „Niedrigenergiehaus im Bestand“ der Deutschen Energieagentur (dena) wurde eine wissenschaftliche Begleitforschung beauftragt. Unter anderem sollen auf Basis von Kostenfeststellungen zu insgesamt ca. 35 abgeschlossenen Sanierungsprojekten Kosten, Kostenstrukturen und energiebedingte Mehrkosten energiesparender Maßnahmen bestimmt werden. Dabei sollen insbesondere auch die Kosten und Erfahrungen aus den geförderten Holz-Pellet- und Solaranlagen untersucht werden. Die für den Winter 2005/2006 anstehenden Auswertungen können eine sehr gute Basis für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen dieser Studie sowie die Hausdatenblätter darstellen. Wir regen daher an, die Kostennahmen dieser Studie mit den Ergebnissen der wissenschaftlichen Begleitforschung zum dena-Projekt abzugleichen und die Berechnungen gegebenenfalls zu modifizieren.

Kosten energiesparender Modernisierungsmaßnahmen im Bestand (netto)			
Fett gedruckt: Rechenwerte in der vorliegenden Studie / Kursiv gedruckt: Hinweise zum Energiesparen, Merkblatt 52, Gemeinschaftsarbeit des Bayer. Wirtschafts- und des Innenministeriums (Oberste Baubehörde Bayern)			
Maßnahme	Vollkosten (netto) [€/m ² _{Bauteil}]	davon: Kosten für eine ohnehin erforderliche Instandsetzung [€/m ² _{Bauteil}]	zusätzliche Kosten für die energiesparende Maßnahme [€/m ² _{Bauteil}]
Außenwand			
16 cm WDVS (WLG 035), Dämmplatten auf Altputz, gewebearmierter Neuputz, Nebenarbeiten	110.- <i>130.-</i>	60.- für Gerüst und Sanierung Altputz	50.-
Fenster			
Abbruch der alten Fenster, neue Rollos, neue Fenster mit 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung in konventio- nellem Rahmen, Nebenarbeiten	350.- <i>500.-</i>	300.- Abbruch und Einbau, Nebenarbeiten, anteilig Kosten für neue Fenster	50.- vorgesetzte neue Rollokästen, anteilig Kosten für neue Fenster
Abbruch der alten Fenster, neue Rollos, neue passivhaustaugliche Fenster mit 3-Scheiben- Wärmeschutzverglasung, Nebenarbeiten	480.-	300.- Abbruch und Einbau, Nebenarbeiten, anteilig Kosten für neue Fenster	180.- vorgesetzte neue Rollokästen, anteilig Kosten für neue Fenster
Dach			
20 cm Dämmung der oberste Geschossdecke (WLG 035), begehbare Belag, Nebenarbeiten	35.- <i>57.- umgerechnet</i>	keine ohnehin erforderlichen Kosten zur Instandhaltung	35.-
Steildach: 20 cm Dämmung zwischen/unter Sparren (WLG 035), Holzanteil zwischen den Sparren: 15 %	50.- <i>47.- umgerechnet</i>	25.- Abbrucharbeiten, neues festes Unterdach und Neueindeckung	25.-
Flachdach			
20 cm Dämmung (WLG 035), Umkehrdach, Dämmplatten auf alter Dachhaut, Kiesauflage, Nebenarbeiten	100.- <i>keine Angabe</i>	50.- ohnehin erforderliche Instandsetzung der schadhaften Dachhaut	50.-
Keller			
Entfernen von Lattenverschlägen, Anpassen von Leitungen, 6 cm Dämmung (WLG 035) unterseitig	20.- <i>7.- umgerechnet</i>	keine ohnehin erforderlichen Kosten zur Instandhaltung	20.-
Heizung			
EFH: NT-Kessel, Speicher, Regelung	8000.- gesamt <i>8000.-</i>	8000.- bzw. 12000.- für die Erneuerung der Heizanlage nach Abschreibung	keine energiebedingten Mehrkosten
MFH: NT-Kessel, Speicher, Regelung	12000.- gesamt <i>12000.- gesamt</i>		keine energiebedingten Mehrkosten
EFH: BW-Kessel, Speicher, Regelung	9500.- gesamt <i>9500.-</i>	8000.- bzw. 12000.- für die Erneuerung der Heizanlage nach Abschreibung	1500.- gesamt
MFH: BW-Kessel, Speicher, Regelung	13500.- gesamt <i>13500.- gesamt</i>		1500.- gesamt
Solaranlage			
EFH: Flachkollektoren, Mehrkosten bivalenter Speicher, Regelung, Auf-Dach-Montage	4400.- gesamt <i>keine Angaben</i>	keine ohnehin erforderlichen Kosten zur Instandhaltung	4400.- gesamt
MFH: Flachkollektoren, Mehrkosten bivalenter Speicher, Regelung, Auf-Dach-Montage	1200.- pro WE <i>keine Angaben</i>	keine ohnehin erforderlichen Kosten zur Instandhaltung	1200.- pro WE

Tabelle 4.1

Die Rechenwerte in dieser Studie weichen bei der Außenwanddämmung, der obersten Geschossdecke, Kellerdecke und bei den Fenstern von den Angaben des Merkblatts 52 bzw. aktuellen Auswertungen des IWU ab. Daher sind in den folgenden Tabellen beispielhaft die Ergebnisse aktueller Auswertungen für die Kosten und Kostenstrukturen einer Außenwanddämmung, für die Erneuerung von Fenstern und die begehbare Dämmung der obersten Geschossdecke im Detail dargestellt.

4.1 Kosten und Kostenstruktur - Außenwand

Für ein 15 cm Wärmedämmverbundsystem ergibt sich aus aktuellen Auswertungen des IWU ein mittlerer Einheitspreis von ca. 100.- €/m²_{Bauteil}. Variable Kosten in Höhe von 20.- €/m²_{Bauteil} ergeben sich für Dämmplatten und die Verdübelung. Der verbleibende Fixkostenanteil von ca. 80.- €/m²_{Bauteil} inkl. Gerüst und Brandschutzmaßnahmen kann auf 9 Kostengruppen verteilt werden. Der Fixkostenanteil für die Verarbeitung von Dämmplatten beträgt ca. 25.- €/m²_{Bauteil}.

Kostengruppe für 15 cm WDVS in der Bestandssanierung	Kosten [€/m ² _{Bauteil}]
Gerüstarbeiten	11.-
Brandschutzausbildung	2.-
Vorarbeiten und Stundenlohnarbeiten, wie z.B. Fassade reinigen, Herstellen eines tragfähigen Untergrundes oder das Abtrennen der alten Fensterbänke.	4.-
Arbeitskosten für das Anbringen der Dämmstoffplatten mit anschließender Verdübelung, unabhängig von der Dämmdicke (fix)	25.-
Kosten für Material bei (Dämmstoff und Verdübelung) 15 cm WDVS (variabel)	20.-
Aufbringen der Armierungsschicht mit sämtlichen Gewebelagen und Eckschutzschienen	11.-
Anschlussarbeiten wie Dehnungsfugen oder Aufbringen von sonstigen Anputzprofilen	4.-
Sämtlich Putz- und Anstricharbeiten	14.-
Alle Spenglerarbeiten inkl. der Erneuerung und Abriss Regenfallrohre u. ä.	3.-
Fensteranschlüsse und Fensterbänke	6.-
Summe	100.-

Tabelle 4.2 - Kosten einer Modernisierung mit 15 cm Wärmedämmverbundsystem inkl. MwSt.

4.2 Kosten und Kostenstruktur - Oberste Geschossdecke

Die Kosten einer Dämmung der obersten Geschossdecke können vier Kostengruppen zugeordnet werden. Beim Fixkostenanteil wurde zwischen den Kostenanteilen für die Dämmplatten, die Gehbelagsherstellung und notwendige Vorarbeiten (inkl. Herstellung des Urzustandes) unterschieden. Tabelle 4.3 zeigt die Kosten und Kostenanteile.

nachträgliche begehbare Dämmung der obersten Geschossdecke (20 cm Dämmung, WLK 035)	Kosten [€/m ² _{Bauteil}]
Abbruch und Wiederherstellung eventuell vorhandener Lattenverschläge, Vorarbeiten	8.-
Arbeitskosten für die Montage der Dämmplatten und des Belages	7.-
Material Dämmplatten für 20 cm Dämmung (variabel)	9.-
Gehbelag	9.-
Summe	33.-

Tabelle 4.3 - Kosten einer begehbaren 20 cm Dämmung auf der obersten Geschossdecke inkl. MwSt.

4.3 Kosten und Kostenstruktur - Kellerdecke

Bei der Kellerdecke können vier Kostengruppen definiert werden. Tabelle 4.4 zeigt die Kosten und Kostenanteile. Die Kostengruppe „Vorarbeiten“ umfasst das Entfernen von Lattenverschlägen oder das Aufräumen des Kellers. Als zweite Position ist das Anbringen und Verdübeln der Dämmplatten definiert, als dritte Kostengruppe die Anpassung der Kellerdeckendämmung an vorhandene Leitungen etc...

nachträgliche unterseitige Dämmung einer Kellerdecke (6 cm Dämmung, WL 035)	Kosten [€/m ² Bauteilfläche]
Vorarbeiten und sonstiges	3.-
Arbeitskosten für die Verarbeitung Dämmplatten und Verdübelung	10.-
Material Dämmplatten und Verdübelung für 6 cm Dämmung	6.-
Verkofferung und Anpassungsarbeiten	1.-
Summe	20.-

Tabelle 4.4 - Kosten bei der nachträglichen unterseitigen Dämmung einer Kellerdecke inkl. Mwst.

4.4 Kosten und Kostenstruktur - Fenster

Tabelle 4.5 zeigt Kosten für den Austausch alter Fenster durch neue Holzfenster mit 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung. Tabelle 4.6 zeigt die Kosten für die Sanierung mit passivhaustauglichen Fenstern mit 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung. Der Vergleich zeigt die Mehrkosten für die passivhaustauglichen Fenster von ca. 140 €/m² Bauteil (netto).

Kostengruppen für konventionelle Fenster mit 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung ($U_w = 1,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$)	Kosten [€/m ² Bauteil]
Abbruch	22.-
Rollos	71.-
Innere Leibung	40.-
Rahmen und Verglasung	200.-
Summe	333.-

Tabelle 4.5 - Kosten einer Modernisierung mit neuen Holzfenstern und 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung inkl. Mwst.

Kostengruppen für passivhaustaugliche Fenster mit 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung ($U_w = 0,85 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$)	Kosten [€/m ² Bauteil]
Abbruch	22.-
Rollos	71.-
Innere Leibung	40.-
Rahmen und Verglasung	345.-
Summe	478.-

Tabelle 4.6 - Kosten einer Modernisierung mit passivhaustauglichen Fenstern und 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung inkl. Mwst.

5 Methodik und Rahmenbedingungen zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit

Energetische Gestaltungsmaßnahmen im Gebäudebereich sind mit hohen Kosten verbunden und zielen auf die Reduzierung zukünftig notwendiger finanzieller Aufwendungen. Bei solchen Investitionen stellt sich naturgemäß die Frage der Wirtschaftlichkeit bzw. nach Investitionsalternativen.

5.1 Allgemeine Grundlagen

Zur Entscheidungsfindung stellt die betriebswirtschaftliche Investitionstheorie eine Reihe von Verfahren zur Verfügung. Grundsätzlich lassen diese sich in statische und dynamische Verfahren unterteilen.

- **Statische Verfahren**
Bekanntes statische Verfahren der Investitionstheorie sind die Gewinnvergleichs- bzw. Kostenvergleichsrechnung, die Rentabilitätsvergleichsrechnung und die statische Amortisationsrechnung. Vorteile der statischen Verfahren sind in der einfachen Handhabung und im relativ geringen Informationsbedarf zu sehen. Allerdings bieten diese Verfahren keine ausreichende Basis zur Beurteilung von Investitionsentscheidungen, weil es sich bei Energiesparinvestitionen immer um mehrperiodige Entscheidungsprobleme handelt. Bei deren Beurteilung müssen die zeitliche Struktur der Ein- und Auszahlungsreihen und entsprechende Zinseffekte berücksichtigt werden. Ein häufig angewandtes Verfahren ist das der „statischen Amortisationszeit“.
- **Dynamische Verfahren**
Das wesentliche Merkmal von dynamischen Verfahren ist es, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallenden Zahlungen mit Hilfe der Zinseszinsrechnung auf einen gemeinsamen Vergleichszeitpunkt ab- oder aufzudiskontieren. Somit haben Einnahmen und Ausgaben nicht nur über ihren Betrag, sondern auch über den Zeitpunkt des Cashflows einen Einfluss auf das Ergebnis. Dies ist der entscheidende Vorteil gegenüber den statischen Verfahren. Zu den dynamischen Verfahren zählt die Kapitalwertmethode, die Annuitätenmethode und die interne Zinsfußmethode.

5.2 Annuitätenmethode - Kosten der eingesparten kWh Endenergie

Bei der Annuitätenmethode können die „Kosten der eingesparten kWh Endenergie“ als ein Beurteilungskriterium verwendet werden. Die Kosten P_{ein} der eingesparten kWh Endenergie ergeben sich, indem man die annuitätischen Kosten K durch die jährliche Energieeinsparung dividiert:

$$P_{\text{ein}} = K / (E_{\text{Energieverbrauch vor Sanierung}} - E_{\text{Energieverbrauch nach Sanierung}})$$

Die Kosten P_{ein} der eingesparten kWh Energie werden schließlich mit dem mittleren zukünftigen Energiepreis P verglichen. Eine Energiesparmaßnahme kann unter den getroffenen Annahmen dann als wirtschaftlich bezeichnet werden, wenn gilt:

$$P_{\text{ein}} < P$$

d. h. wenn die Kosten der eingesparten kWh Endenergie kleiner sind als der mittlere zukünftige Energiepreis. Beim Kriterium „Kosten der eingesparten kWh Endenergie“ ist der über die gesamte Nutzungsdauer (z. B. eines Gebäudes) erwartete mittlere Energiepreis P entscheidungsrelevant. Bei der Festlegung dieses Preises ist Folgendes zu beachten:

- Viele Investoren neigen zu der Annahme, dass die Energiepreise im Nutzungszeitraum der Investition konstant bleiben. Dies kann für kurz- bis mittelfristige Nutzungszeiten durchaus vernünftig sein. Gerade bei langfristigen Investitionen wie z. B. beim Neubau oder der Modernisierung der Gebäudehülle wirkt sich eine unterschätzte Energiepreissteigerung nachteilig auf die ökonomische Beurteilung der Maßnahme aus.
- Politische Rahmenbedingungen wie z. B. Energiesteuern oder Energiezertifikate werden in Zukunft zu einer Steigerung der Energiepreise führen. Die Teuerungsrate für Energie wird daher größer oder zumindest gleich der allgemeinen Inflationsrate ausfallen. Die Durchführung von Energiesparmaßnahmen kann somit auch als „Versicherung“ gegen Energiepreissteigerungen interpretiert werden.

Die Darstellung über die „Kosten der eingesparten kWh Endenergie“ hat im Vergleich zur Berechnung des annuitätischen Gewinns mehrere Vorteile:

- Der Preis für die eingesparte kWh Endenergie kann unmittelbar mit dem tatsächlichen Energiepreis verglichen werden.
- In die Berechnung von P_{ein} gehen als Annahme über die zukünftige Entwicklung nur die Kapitalmarktzinsen und eventuelle Preissteigerungen für Zusatzkosten ein, aber nicht die relativ unsicher abzuschätzende Energiepreissteigerung. Dadurch ist die Unsicherheit über die Energiepreisentwicklung ausschließlich im mittleren zukünftigen Energiepreis enthalten. Dieser kann je nach Einschätzung variiert werden, ohne dass neue Berechnungen erforderlich sind.
- Mit dem Preis pro eingesparter Einheit Endenergie als Beurteilungskriterium können nicht nur unterschiedliche Varianten einer Maßnahme (z. B. Dämmstoffdicken), sondern auch Alternativen aus völlig unterschiedlichen Bereichen (z. B. aus den Bereichen Dämmung und Versorgungstechnik) verglichen werden.

Das Beurteilungskriterium „Kosten der eingesparten kWh Endenergie“ eignet sich insbesondere dann zur Beurteilung der Vorteilhaftigkeit einer Investition, wenn die Energiekosteneinsparungen vom Investor tatsächlich als Einnahmestrom realisiert werden können. Dies gilt vor allem im selbstgenutzten Wohnungsbau.

Das Kriterium erlaubt allerdings keine Aussage über die Rentabilität verschiedener Maßnahmen. Es zeigt jedoch, ob bestimmte Investitionen in energiesparende Maßnahmen vorteilhafter sind als der Bezug von Endenergie.

5.3 Grenzen und Kriterien der betriebswirtschaftlichen Beurteilung

Die Frage ob sich eine Investition „rechnet“, ist häufig das wesentliche oder sogar einzige Entscheidungskriterium bei der Beurteilung von energiesparenden Maßnahmen. Diese Fixierung auf rein ökonomische Kriterien ist jedoch bedenklich, da Grenzen bei Wirtschaftlichkeitsrechnungsverfahren beachtet werden müssen:

Grenzen der ökonomischen Bewertung

- Wirtschaftlichkeitsrechnungen können keine exakten Werte für zukünftige Kosten und künftige Nutzen von Investitionen liefern, da alle Aussagen mit Unsicherheiten behaftet sind (z. B. Festlegung Kalkulationszins, Energiepreise, Energiepreissteigerung, ...). Nur innerhalb einer gewissen "Bandbreite" – die leicht bis zu $\pm 15\%$ ausmachen kann – kann eine Wirtschaftlichkeitsrechnung überhaupt verlässliche Aussagen treffen.
- Die unterschiedlichen methodischen Ansätze zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit können zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Insbesondere entstehen durch unterschiedliche Nutzungsdauern der Investitionsalternativen Verzerrungen beim Vergleich der verschiedenen Methoden.
- Häufig kann bei Wirtschaftlichkeitsrechnungen keine Entscheidung zwischen unterschiedlichen Investitionsalternativen getroffen werden, da die Ergebnisse für verschiedene Alternativen oft so nah nebeneinander liegen, dass das Wirtschaftlichkeitskriterium allein keine vernünftige Entscheidung erlaubt. Insbesondere ist dies häufig bei der Bestimmung "optimaler" Investitionskennwerte, z. B. der "optimalen Dämmstoffdicke" der Fall: das Kostenoptimum ist oft extrem flach ausgebildet. Angesichts der bei der Berechnung einfließenden Unsicherheiten gibt es einen ganzen Bereich "relativ optimaler" Maßnahmen, unter denen nun eine Entscheidung nach anderen als wirtschaftlichen Kriterien vorzunehmen ist.
- Ästhetische Gesichtspunkte, die Finanzierbarkeit einer Modernisierung, aber auch Komfort- oder Repräsentationswünsche sowie eingespielte Abläufe beim Investor, sind häufig entscheidende Kriterien bei Investitionsentscheidungen. Diese können jedoch nur schwer, u. U. überhaupt nicht in eine Wirtschaftlichkeitsberechnung eingearbeitet werden.

Subjektive Kriterien

Darüber hinaus gibt es "subjektive" Kriterien, die neben der Wirtschaftlichkeit von großer Wichtigkeit sind:

- Komforterhöhungen (z. B. angenehmeres Raumklima, bequemere Bedienung), die sich meist nicht oder nur schwer finanziell quantifizieren lassen
- Sicherheitspunkte (z. B. höhere Versorgungssicherheit durch höhere eigene Reserven an Energieträgern)
- Umweltkriterien (z. B. geringere Emission und damit Schutz der menschlichen Gesundheit und der betroffenen Ökosysteme)

- Wertsteigerungen (z. B. Erhalt und Konservierung von Bausubstanz, künstlerische Gestaltung)
- Soziale Auswirkungen (z. B. Schaffung von Kommunikationsbereichen, Verbesserung des Wohnumfeldes) u. a. m.

Als Summe dieser Veränderungen einer Immobilie durch eine Modernisierung ergibt sich eine bessere Vermietbarkeit und somit ein gesicherter Einnahmestrom für z. B. Wohnungsunternehmen. In eine Wirtschaftlichkeitsrechnung lassen sich diese Gesichtspunkte prinzipiell einarbeiten. Einzelne Wohnungsunternehmen arbeiten bereits auf diesem Niveau bei der Vorbereitung von Investitionsentscheidungen.

Volkswirtschaftliche Kriterien

Unterwirft man verschiedene Investitionsalternativen volkswirtschaftlichen Kriterien, so müssen die Bewertungen nicht immer zu den gleichen Ergebnissen wie die betriebswirtschaftliche Untersuchung kommen. Z. B. ist bei betriebswirtschaftlicher Kostengleichheit zwischen einer Variante mit hohen Energiekosten (z. B. durch Bezug von Heizöl) und einer Variante mit hohen Kapitalkosten (z. B. durch Dämmung der Außenwand) bei gleicher Energiedienstleistung volkswirtschaftlich die letzte Alternative sehr viel wünschenswerter, da die entstehenden Kosten in diesem Fall vollständig der nationalen Wirtschaft zu Gute kommen, während sie im ersten Fall größtenteils für importierte Rohstoffe ausgegeben werden müssen. Gleichzeitig werden durch die Energieeinsparung die Kohlendioxid-Emissionen reduziert, so dass ökologische und volkswirtschaftliche Aspekte durchaus im Einklang miteinander stehen. Ein zusätzlicher positiver Effekt auf den Arbeitsmarkt entsteht darüber hinaus ebenfalls.

Fazit

Die Ausführungen belegen, dass betriebswirtschaftliche Kostenrechnungen nur *ein Kriterium* bei der Entscheidung für eine (energetische) Modernisierung darstellen kann, weitere nicht genauer finanziell quantifizierbare Entscheidungsfaktoren sowie volkswirtschaftliche und ökologische Kriterien müssen letztlich ebenfalls berücksichtigt werden.

5.4 Rahmenbedingungen zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die wesentlichen ökonomischen Rahmenbedingungen für die Berechnungen wurden unter Berücksichtigung der oben genannten qualitativen Aspekte wie folgt festgelegt:

Rahmenbedingungen zur Wirtschaftlichkeitsberechnung	
Kalkulationszinssatz	4 %/a
Betrachtungszeitraum	20 a
Heutiger Energiepreis	vereinfachend 5,9 Cent/kWh Heizöl EL und Erdgas
Mittlere Energiepreiserhöhung	3 %/a

Tabelle 5.1

Der Kalkulationszinssatz von 4 % ist unter Beachtung der oben dargestellten Aspekte damit begründbar, als das es sich bei Investitionen in den verbesserten baulichen Wärmeschutz um Investitionen mit sehr geringem Risiko handelt. Investitionen mit geringen Risiken müssen finanzmathematisch mit einem niedrigen Kalkulationszinssatz bewertet werden – im Gegen-

satz zu hoch spekulativen Investitionen mit hohem Risiko, die einen hohen Kalkulationszins-satz bedingen.

Der angenommene heutige Energiepreis entspricht etwa dem Preis für den Bezug von 3000 Liter Heizöl inkl. MWST seit November 2005 im Bundesdurchschnitt.

6 Hausdatenblätter

Die Ergebnisse werden anschaulich in „Hausdatenblättern“ (Anlage B) zusammengestellt. Die Hausdatenblätter enthalten im Einzelnen:

- Gebäudefoto,
- Anteil des jeweiligen Haustyps im Bestand Bayerns,
- Anzahl der Wohnungen eines Haustyps,
- mittlere Wohnfläche des Gebäudetyps,
- Bauteilbezeichnungen im Regelquerschnitt vor und nach Sanierung,
- U-Werte der einzelnen Bauteile vor und nach Sanierung,
- Vollkosten und energiebedingte Mehrkosten für jede Einzelmaßnahme,
- Kosten der eingesparten kWh Endenergie für jede Einzelmaßnahme,
- spezifischer Endenergieverbrauch für Heizung/Warmwasser vor und nach Sanierung.

Ziel der Berechnungen ist es explizit nicht, die Einzelmaßnahmen ausschließlich vor dem Hintergrund der Ökonomie zu optimieren. Daher können in den Hausdatenblättern Einzelmaßnahmen vorgeschlagen sein, die nach dem Kriterium der „Kosten der eingesparten kWh Endenergie“ als nicht vorteilhaft erscheinen. Dennoch sind die in den Hausdatenblättern vorgeschlagenen Maßnahmenpakete insgesamt ökonomisch vorteilhaft.

Trotz der relativ hohen Investitionskosten bei gleichzeitig relativ geringer Endenergieeinsparung wurde generell auch eine solarthermische Anlage zur Brauchwassererwärmung in die Hausdatenblätter aufgenommen. Die Kosten der eingesparten kWh Endenergie liegen für solche Anlagen deutlich über den Kosten für den Bezug der kWh Endenergie – die Maßnahmen erscheinen daher als ökonomisch nicht sinnvoll. Gleichzeitig kann die Wirtschaftlichkeit der Anlagen unter Berücksichtigung einer Förderung deutlich verbessert werden.

Wir schlagen vor, in die Hausdatenblätter auch Hinweise auf weiterführende Informationen aufzunehmen und auf Einrichtungen zur Energieberatung hinzuweisen, z. B.

- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie / Bayerisches Staatsministerium des Innern (Oberste Baubehörde); Hinweise zum Energiesparen – Merkblatt 52, Kosten und Wirtschaftlichkeit energiesparender Maßnahmen; München; 2004
- www.den-ev.de
Deutsches Energieberaternetzwerk, Franziusstraße 8-14, 60314 Frankfurt, Tel 0180/500 15 60. Im Internet wird erklärt, wie Energieberatung funktioniert. Eine Datenbank erleichtert die Suche nach einem Energieberater vor Ort.

- www.umweltberatung.de
Auf dieser Webseite findet man eine ganze Reihe von Verbänden, deren Mitglieder sich mit Umwelt- und Energieberatung befassen. Das Stöbern kann sich lohnen, um einen Energieberater vor Ort zu finden.
- www.bafa.de
Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Frankfurter Straße 29-35, 65760 Eschborn, Tel 06196 908-400. Über das Programm „Energiesparberatung vor Ort“ gibt es bundesweit Zuschüsse für Energieberatungen. Im Internet sind eine Vielzahl von zugelassenen Energieberatern nach Postleitzahlengebieten nebst Adressen aufgelistet, die Energiesparberatungen vor Ort durchführen. Allein für München sind 44 Energieberater aufgelistet.

Objekt-Typen	Anzahl der Wohneinheiten (WE)	zuwendungsfähige Ausgaben (ohne Umsatzsteuer, Euro)	Bundesanteil (Euro)
A	Ein-/Zweifamilienhaus	450	300
B	bis 6 WE	600	320
C	bis 15 WE	850	340
D	bis 30 WE	1.100	360
E	bis 60 WE	1.350	380
F	bis 120 WE	1.600	400

Tabelle 6.1 – Förderprogramm „Energiesparberatung vor Ort“, Höhe der Förderung, Stand 7'05

7 Parameterstudie

Der Einfluss verschiedener Parameter auf die Ergebnisse der Energiebilanz und der ökonomischen Bewertung wird im Rahmen einer Parameterstudie abgeschätzt. Dazu wurden die Parameter

- Energiekosten vor Sanierung,
- heutiger Energiepreis,
- mittlere Energiepreissteigerung,
- Kalkulationszinssatz sowie
- Betrachtungszeitraum

gegenüber den Festlegungen nach Kapitel 3 und 4 variiert. Basis der Berechnungen sind die in Kapitel 2 dargestellten Gebäude.

Kriterium zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit sind in allen Varianten die Kosten der eingesparten kWh Endenergie. Da sich systematisch Unterschiede zwischen den Ergebnissen für EFH/RH bzw. MFH ergeben, sind in den folgenden Abbildungen neben den Ergebnissen für die einzelnen Gebäude auch die arithmetischen Mittel der Ergebnisse für die EFH/RH bzw. MFH dargestellt. Die Abbildungen enthalten jeweils auch die wesentlichen Randbedingungen der Berechnungen.

7.1 Das Vergleichskriterium - mittlerer Energiepreis über den Betrachtungszeitraum

Das Vergleichskriterium zur Beurteilung der Vorteilhaftigkeit der Investitionen ist der mittlere Preis der eingesparten kWh Endenergie. Liegt dieser Preis über dem Preis für die eingesparte kWh Endenergie, dann erscheint die Investition in die Energieeinsparung als vorteilhaft. Entscheidend für den mittleren Energiepreis über den Betrachtungszeitraum sind der heutige Energiepreis und die angenommene Energiepreissteigerung.

Die Art der Darstellung der Ergebnisse ermöglicht es, auf Basis seiner subjektiven Einschätzung den Vergleichswert zur Beurteilung der Vorteilhaftigkeit der Investitionen - abweichend von der hier getroffenen Annahme (heutiger Energiepreis: 5,9 Cent/kWh) - zu wählen, ohne dass die Berechnungen neu durchgeführt werden müssen.

In Abbildung 7.1 ist der mittlere Preis für die gekaufte kWh Endenergie bei einem Betrachtungszeitraum von 20 Jahren über dem heutigen Energiepreis bei jeweils unterschiedlichen Energiepreissteigerungen angegeben. Die Berechnungen in der Studie basieren auf einem heutigen Energiepreis von 5,9 Cent/kWh und einem Betrachtungszeitraum von 20 Jahren. Damit ergibt sich ein mittlerer Preis für die eingekaufte kWh Endenergie von 7,9 Cent/kWh bei 3 %/a Energiepreissteigerung, von 8,7 Cent/kWh bei 4 %/a Energiepreissteigerung und von 9,6 Cent/kWh bei 5 %/a Energiepreissteigerung.

Zum Vergleich: Bei einem angenommenen aktuellen Energiepreis von nur 5,0 Cent/kWh und einem Betrachtungszeitraum von 20 Jahren ergibt sich ein mittlerer Preis für die eingekaufte kWh Endenergie von 6,7 Cent/kWh bei 3 %/a Energiepreissteigerung, von 7,4 Cent/kWh bei 4 %/a Energiepreissteigerung und von 8,2 Cent/kWh bei 5 %/a Energiepreissteigerung.

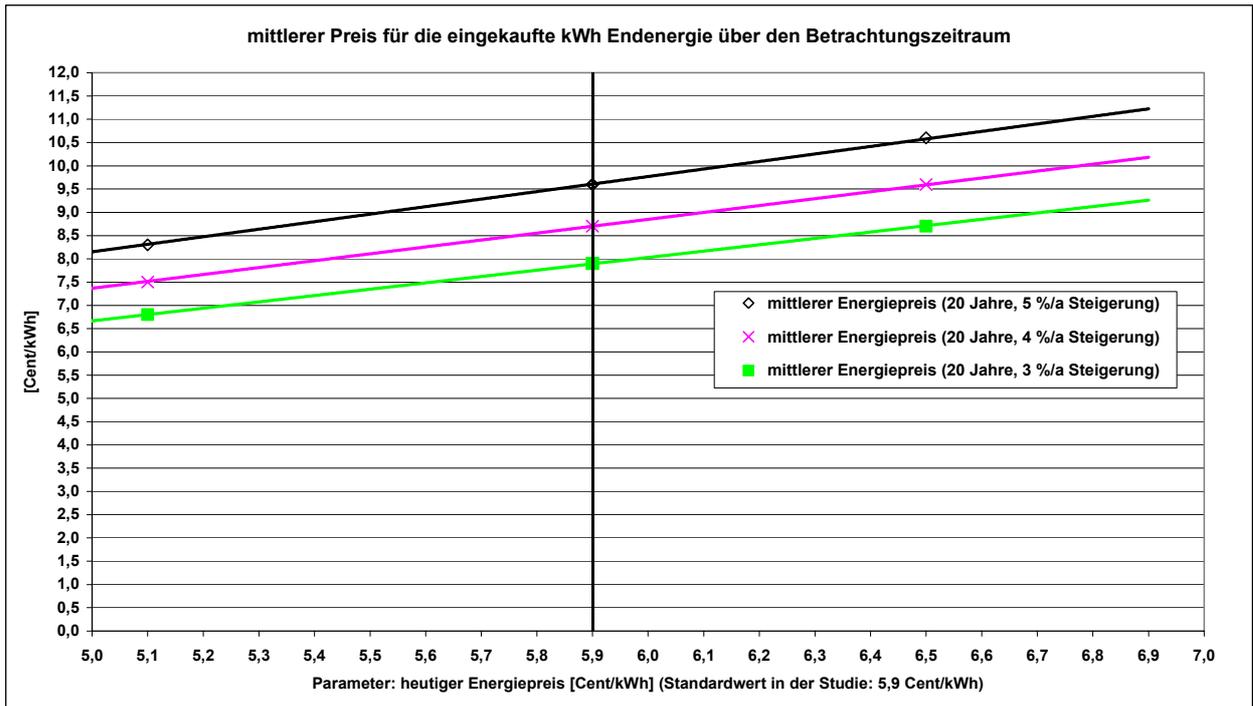


Abbildung 7.1

Abbildung 7.2 zeigt: Der durchschnittliche Energiepreis für Heizöl EL in Deutschland liegt im Februar 2006 bei etwa 5,9 Cent/kWh. Dazu kommt für Bayern auf Grund der Transportkosten noch ein durchschnittlicher Zuschlag von 2 bis 3 Cent/kWh [TECSON; 2006]. Der in der Studie angenommene Energiepreis entspricht damit tatsächlichen aktuellen Preisen.



7.2 Kosten der eingesparten kWh - Ausgangsvariante „Hochverbraucher“

In Abbildung 7.3 sind die Kosten der eingesparten kWh Endenergie für die Maßnahmen und Kosten nach Tabelle 4.1 dargestellt. Der Endenergiebedarf der Gebäude liegt im unsanierten Zustand im Mittel bei umgerechnet etwa 28 Liter Öl/m² Wohnfläche bei den EFH/RH bzw. 26 Liter Öl pro m² Wohnfläche bei den MFH. Die Energiekosten betragen bei einem heutigen Energiepreis von 5,9 Cent/kWh im Mittel bei den EFH/RH 1,36 €/m² Wohnfläche und Monat und bei den MFH 1,26 €/m² Wohnfläche und Monat. Diese Gebäude bilden die 10 % der Hochverbraucher im Bestand und somit energetisch weitgehend unsanierte Gebäude ab. Sie repräsentieren nicht den Verbrauch durchschnittlicher Gebäude im Bestand.

Wird das komplette Maßnahmenpaket inkl. Solaranlage nach Tabelle 4.1 umgesetzt, beträgt die Heizkostensparnis im Mittel bei den EFH/RH 0,86 €/m² Wohnfläche und Monat und bei den MFH 0,82 €/m² Wohnfläche und Monat. Für das Maßnahmenpaket werden im Mittel spezifische Vollkosten von 385 €/m² Wohnfläche für die EFH/RH bzw. 226 €/m² Wohnfläche für die MFH erforderlich. Darin sind energiebedingte Mehrkosten von 144 €/m² Wohnfläche für die EFH/RH bzw. 99 €/m² Wohnfläche für die MFH enthalten. Bei einem Kalkulationszinssatz von 4 % und einem Betrachtungszeitraum von 20 Jahren ergeben sich durchschnittliche Kosten für die eingesparte kWh Endenergie von 6,11 Cent/kWh für die EFH/RH bzw. 4,39 Cent/kWh für die MFH. Die Kosten für den Bezug von Endenergie betragen - ausgehend von einem heutigen Energiepreis von 5,9 Cent/kWh bei 3% / 4% / 5% jährlicher Energiepreissteigerung 7,9 Cent/kWh / 8,7 Cent/kWh / 9,6 Cent/kWh. Die Investitionen in die Energieeinsparung erscheinen somit vorteilhaft gegenüber dem Bezug von Endenergie.

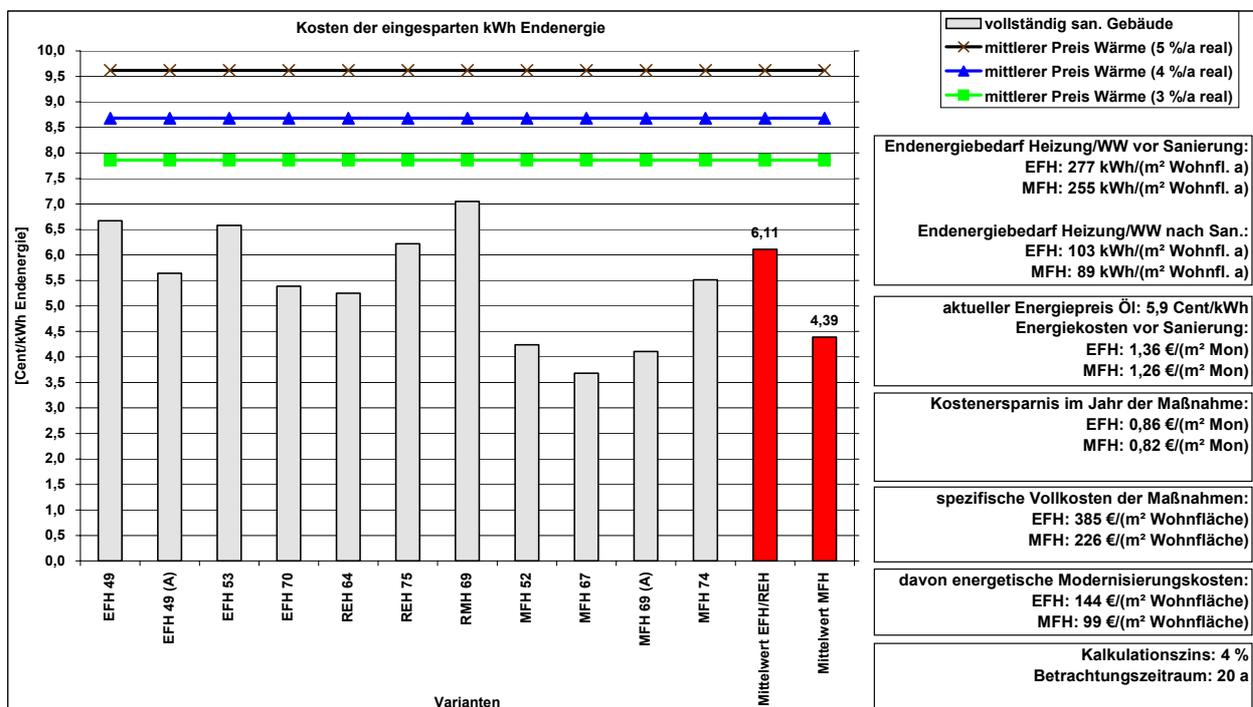


Abbildung 7.3 - Kosten der eingesparten kWh Endenergie für das Maßnahmenpaket nach Tabelle 4.1 inkl. Solaranlage und energetisch schlechte Gebäude im Bestand (sog. „Hochverbraucher“)

In Abbildung 7.4 sind die Kosten der eingesparten kWh Endenergie für die einzelnen Bauteile sowie für die vollständig sanierten Gebäude dargestellt. Unterschieden wird wiederum in EFH/RH und MFH. Für die vollständig sanierten Gebäude ergeben sich Kosten für die eingesparte kWh Endenergie von 6,11 Cent/kWh für die EFH/RH bzw. 4,39 Cent/kWh für die MFH – wie oben dargestellt. Die Abbildung zeigt, dass vor allem die Kosten für die eingesparte kWh Endenergie bei der Solaranlage mit 14 bis 16 Cent/kWh hoch sind und diese Anlagen bei heutigen Energiepreisen und den angenommenen Energiepreissteigerungen als unrentabel erscheinen. Im vollständigen Maßnahmenpaket kann die Solaranlage jedoch durch sehr vorteilhafte Einzelmaßnahmen wie z. B. die Heizungssanierung mit getragen werden.

Abbildung 7.4 veranschaulicht zudem sehr deutlich, dass die hier untersuchten einzelnen energiesparenden Maßnahmen - ausgehend von den energetisch schlechten Gebäuden - keiner investiven Förderung bedürfen. Abgesehen von der Solaranlage rechnen sich viele Maßnahmen schon bei heutigen Energiepreisen (!) von 5,9 Cent/kWh ohne Förderung.

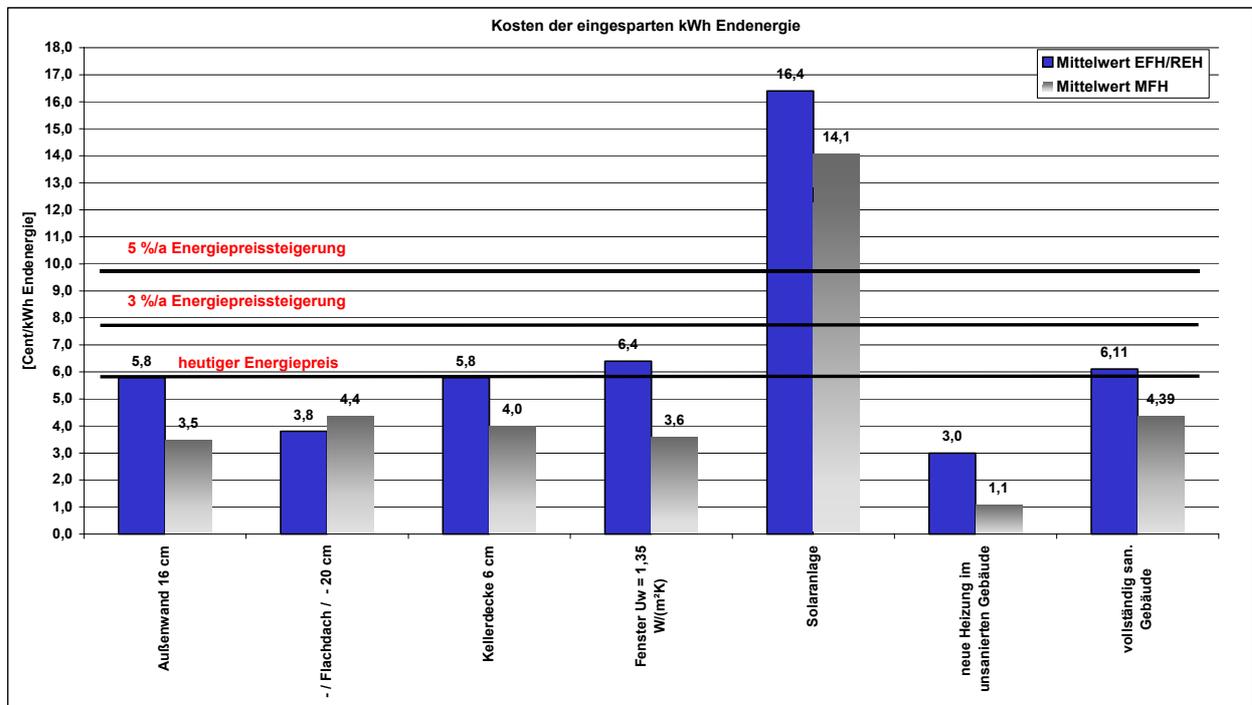


Abbildung 7.4 - Kosten der eingesparten kWh Endenergie für die Einzelmaßnahmen nach Tabelle 4.1 und energetisch schlechte Gebäude im Bestand (sog. „Hochverbraucher“)

7.3 Wirtschaftliche Nutzungsdauer - Betrachtungszeitraum

In der Studie wird mit einer wirtschaftlichen Nutzungsdauer der sanierten Bauteile von pauschal 20 Jahren gerechnet. Die technische Lebensdauer der opaken Bauteile (Außenwand, Dach, Keller) ist jedoch erheblich länger. Die Lebensdauer der Fenster mit 20 Jahren ist realistisch. Die Heizungs- und die solarthermische Anlage haben in der Regel eine kürzere technische Lebensdauer von ca. 15 Jahren. Die energiebedingten Mehrkosten nach Ablauf der technischen Lebensdauer der Heizungsanlage sind jedoch mit ca. 1500 € (Brennwert gegenüber Niedertemperaturkessel) eher gering, da die Anlage per Definition ohnehin erneuert werden muss (Kopplungsprinzip). Für die Solaranlage müsste nach Ablauf der technischen Lebensdauer von 15 Jahren eine Neuinvestition als Zwischenfinanzierung getätigt und nach

Ablauf des Betrachtungszeitraums von 20 Jahren ein Restwert der Solaranlage berücksichtigt werden.

In der Studie wird vereinfachend ohne Zwischenfinanzierungen und Restwerte bei einer wirtschaftlichen Nutzungsdauer von 20 Jahren gerechnet. Dieser Ansatz ist gerechtfertigt, da alle opaken Bauteile zum Teil eine deutlich größere technische Lebensdauer aufweisen und die Heizungsanlage zu geringen energiebedingten Mehrkosten nach Ablauf der technischen Lebensdauer ersetzt werden kann. Lediglich die Solaranlage würde vor Ablauf des Betrachtungszeitraums von 20 Jahren eine höhere Zwischenfinanzierung erfordern.

In Abbildung 7.5 sind auf der Primärachse die Kosten für die eingesparte kWh Endenergie für das komplette Maßnahmenpaket nach Tabelle 4.1 aufgetragen. Parameter ist der Betrachtungszeitraum. Unterschieden wird dabei wieder zwischen EFH/RH und MFH. Wird der Betrachtungszeitraum gegenüber dem Standardwert in der Studie (20 Jahre) auf 25 Jahre bzw. 30 Jahre erhöht, sinken die Kosten der eingesparte kWh Endenergie für das gesamte Maßnahmenpaket inkl. Heizung und Solaranlage bei den EFH/RH von durchschnittlich 6,11 Cent/kWh auf 5,32 Cent/kWh (-13 %) bzw. 4,80 Cent/kWh (-21 %) und bei den MFH von durchschnittlich 4,40 Cent/kWh auf 3,83 Cent/kWh (-13 %) bzw. 3,46 Cent/kWh (-21 %). Noch deutlicher wirkt sich die Verkürzung des Betrachtungszeitraums aus: Bei nur 15 Jahren Betrachtungszeitraum steigen die Kosten für die eingesparte kWh Endenergie bei den EFH/RH auf 7,47 Cent/kWh (+23 %) und bei den MFH auf 5,38 Cent/kWh (+23 %).

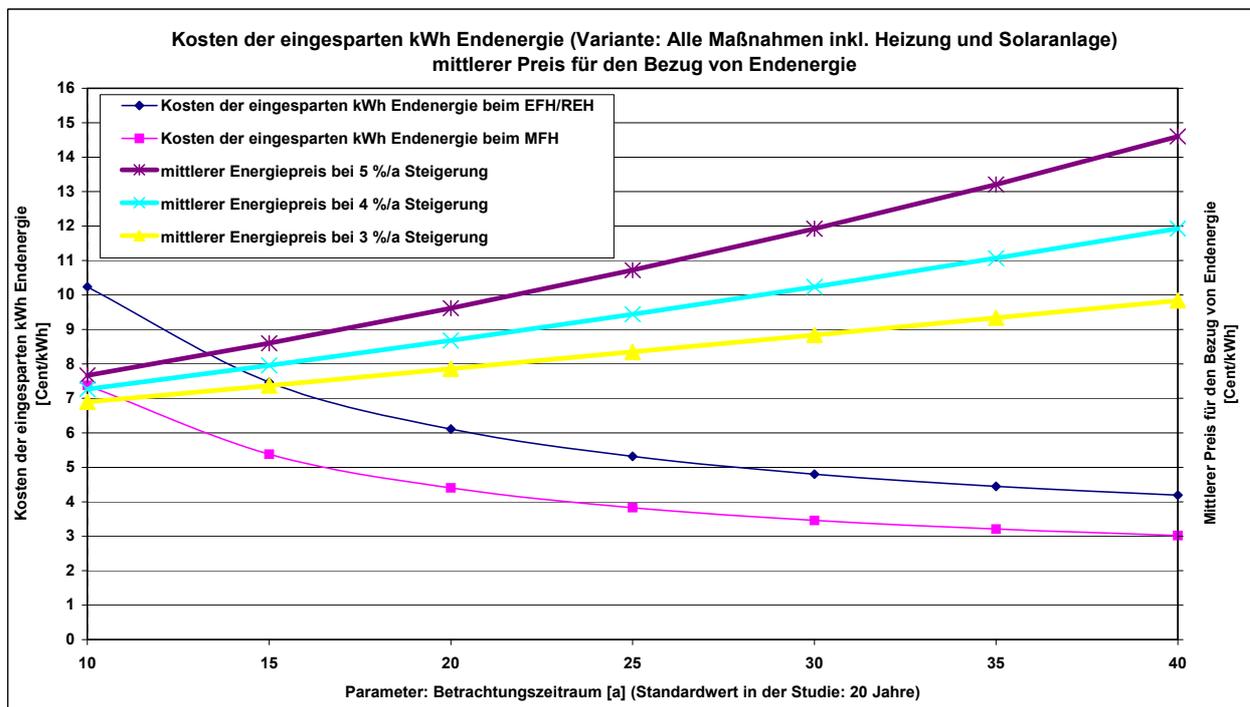


Abbildung 7.5 - Kosten der eingesparten kWh Endenergie für das Maßnahmenpaket nach Tabelle 4.1 inkl. Solaranlage für energetisch schlechte Gebäude im Bestand (sog. „Hochverbraucher“) bei unterschiedlichen Betrachtungszeiträumen

Mit dem veränderten Betrachtungszeitraum ändert sich auch der Wert des Vergleichskriteriums: der mittlere Preis für die eingekaufte kWh Endenergie, aufgetragen auf der Sekundärachse. Bei einem heutigen Energiepreis von 5,9 Cent/kWh liegt der mittlere Preis für die eingekaufte kWh Endenergie bei 3 % / 4 % / 5 % Energiepreissteigerung und 25 Jahren Betrachtungszeitraum bei 8,35 Cent/kWh (+6 %) / 9,44 Cent/kWh (+9 %) / 10,72 Cent/kWh (+11 %) bzw. bei 30 Jahren Betrachtungszeitraum bei 8,84 Cent/kWh (+13 %) / 10,24 Cent/kWh (+18 %) / 11,92 Cent/kWh (+24 %) und damit deutlich über den angenommenen Werten in der Studie.

Den Schnittpunkt der Kurven in Abbildung 7.5 aus den „Kosten für die eingesparte kWh Endenergie“ (Primärachse) und dem „mittleren Preis für den Bezug von Endenergie“ (Sekundärachse) über der Zeitachse kann als „dynamische Amortisation“ interpretiert werden. Dies bedeutet z. B. für die energetisch schlechten EFH/RH aus dem Gebäudebestand (Hochverbraucher): Bereits nach ca. 15 Jahren haben sich energiebedingten Mehrkosten von im Mittel 144 €/m² Wohnfläche (siehe Abbildung 7.3) durch die eingesparten Energiekosten von (im Jahr der Maßnahme) 0,86 €/m² Wohnfläche und Monat (siehe Abbildung 7.3) amortisiert.

Abbildung 7.6 zeigt die Kosten der eingesparten kWh Endenergie für das gesamte Maßnahmenpaket inkl. Heizung und Solaranlage für die einzelnen Gebäude sowie die Mittelwerte für die EFH/RH und die MFH bei einem Betrachtungszeitraum von 25 Jahren. Es zeigt sich, dass die Maßnahmen im Vergleich zur Standardannahme von 20 Jahren deutlich vorteilhafter werden. Die Kosten der eingesparten kWh Endenergie sinken im Mittelwert bei den EFH auf 5,32 Cent/kWh und bei den MFH auf 3,82 Cent/kWh. Durch den längeren Betrachtungszeitraum steigt gleichzeitig der mittlere Preis für den Bezug von Endenergie bei nur 3 % Energiepreissteigerung auf 8,35 Cent/kWh. Das Maßnahmenpaket nach Tabelle 4.1 inkl. Solaranlage erscheint damit - bereits bei heutigen Energiepreisen und ohne Förderung - sehr vorteilhaft.

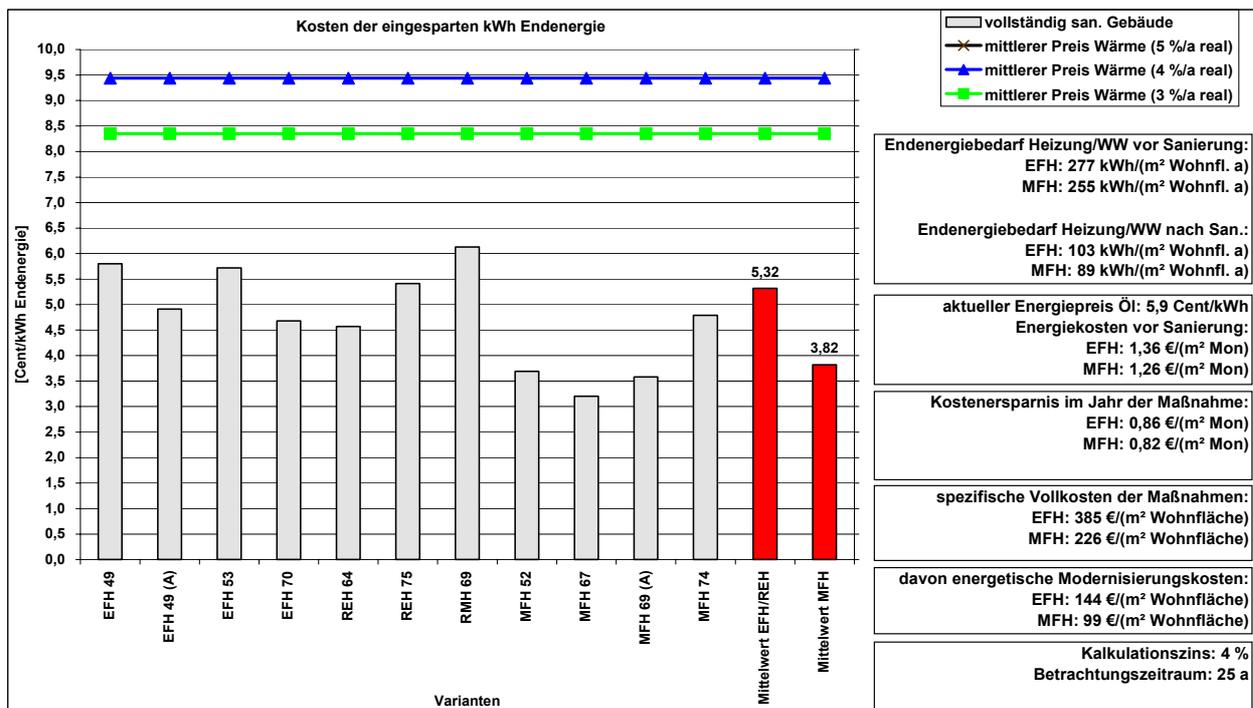


Abbildung 7.6 - Kosten der eingesparten kWh Endenergie für das Maßnahmenpaket nach Tabelle 4.1 inkl. Solaranlage für energetisch schlechte Gebäude im Bestand (sog. „Hochverbraucher“) bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum

7.4 Kalkulationszinssatz

Der Kalkulationszinssatz spiegelt die Verzinsung einer bezüglich Risiko und Anlagebetrag vergleichbaren Investitionsalternative wider. Dies kann immer nur näherungsweise geschehen. Deshalb besteht einer gewisser Spielraum bei der Wahl eines angemessenen Kalkulationszinssatzes.

Abbildung 7.7 zeigt den Einfluss des Kalkulationszinssatzes auf die Kosten der eingesparten kWh Endenergie für das komplette Maßnahmenpaket inkl. Heizung und Solaranlage bei einem Betrachtungszeitraum von 20 Jahren. In der Studie wird aus den in Kapitel 5.3 genannten Gründen als Standardwert mit einem Zinssatz von 4 % gerechnet. Auf Grund des geringen Risikos der energiesparenden Investitionen kann durchaus auch ein kleinerer Kalkulationszinssatz gerechtfertigt werden.

Wird der Kalkulationszinssatz auf 3,0 % bzw. 2,0 % gesenkt, sinken die Kosten der eingesparten kWh Endenergie bei den EFH/RH von bei 6,11 Cent/kWh auf 5,58 Cent/kWh (-9 %) bzw. 5,08 Cent/kWh (-17 %) und bei den MFH von 4,40 Cent/kWh auf 4,02 Cent/kWh (-9 %) bzw. 3,66 Cent/kWh (-19 %). Wird das Risiko der Investition höher eingeschätzt und dem entsprechend mit einem höheren Kalkulationszinssatz von 5,0 % bzw. 6,0 % gerechnet, ergeben sich Kosten für die eingesparte kWh Endenergie bei den EFH/RH von 6,66 Cent/kWh (+9 %) bzw. 7,24 Cent/kWh (+19 %) und bei den MFH von 4,80 Cent/kWh (+9 %) bzw. 5,22 Cent/kWh (+19 %).

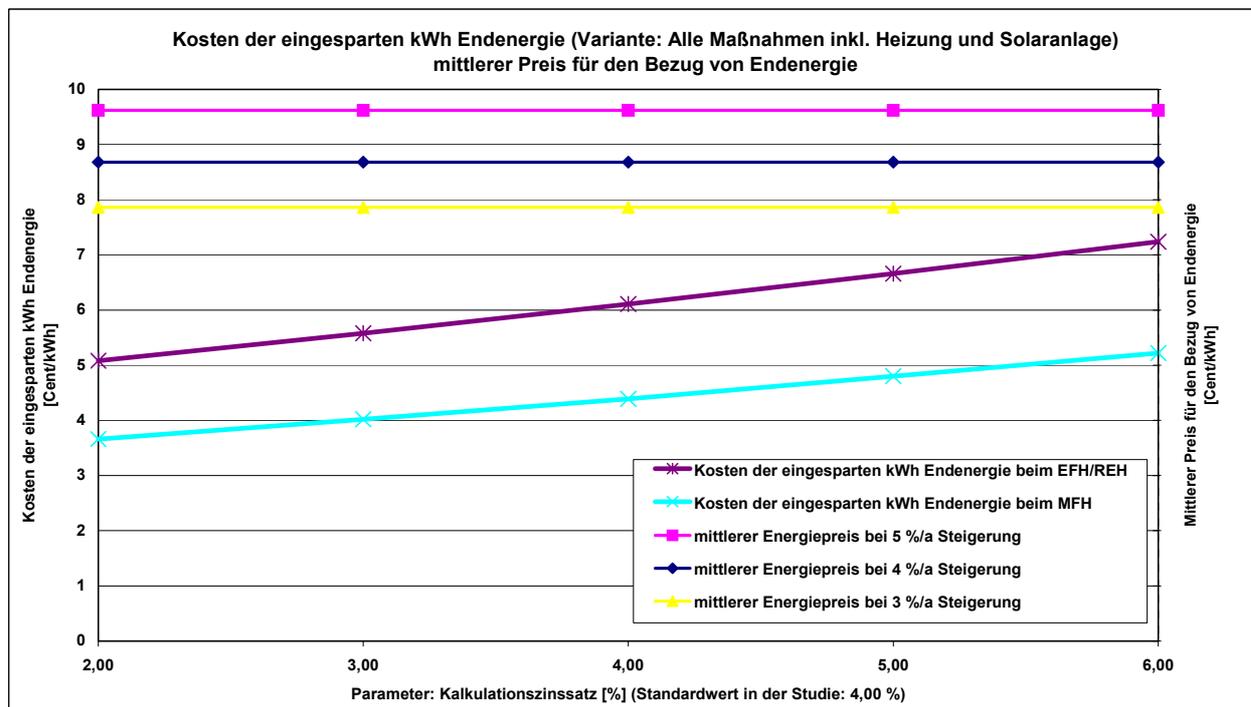


Abbildung 7.7 - Kosten der eingesparten kWh Endenergie für das Maßnahmenpaket nach Tabelle 4.1 inkl. Solaranlage für energetisch schlechte Gebäude im Bestand (sog. „Hochverbraucher“) bei unterschiedlichen Kalkulationszinssätzen

Abbildung 7.7 zeigt, dass selbst bei einem hohem Kalkulationszinssatz von 6 % die energiesparenden Maßnahmen für Hochverbraucher bei einer moderaten Energiepreissteigerung von nur 3 %/a im Bestand rentabel sind.

In Abbildung 7.8 sind die Kosten der eingesparten kWh Endenergie für das gesamte Maßnahmenpaket inkl. Heizung und Solaranlage für die einzelnen Gebäude sowie die Mittelwerte für die EFH/RH und die MFH mit einem Kalkulationszinssatz von 5 % abgebildet. Es zeigt sich, dass die Maßnahmen auch mit dem hohen Kalkulationszinssatz von 5 % bei einem heutigen Energiepreis von 5,90 Cent/kWh für die MFH bereits bei heutigen Energiepreisen vorteilhaft sind. Bei einer Energiepreissteigerung von weniger als 3 %/a erscheinen die Maßnahmen auch für die EFH/RH vorteilhaft.

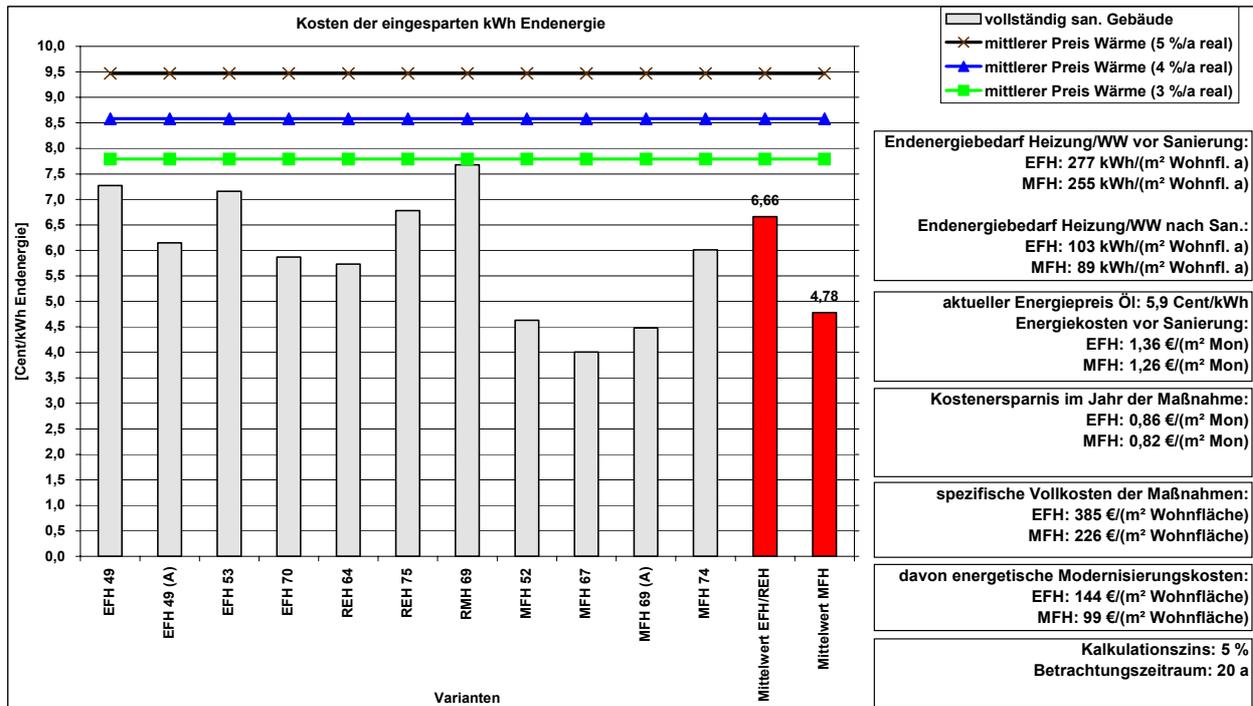


Abbildung 7.8 - Kosten der eingesparten kWh Endenergie für das Maßnahmenpaket nach Tabelle 4.1 inkl. Solaranlage für energetisch schlechte Gebäude im Bestand (sog. „Hochverbraucher“) bei 5 % Kalkulationszinssatz

7.5 Energiekosten im unsanierten Zustand - Der U-Wert vor Sanierung

Die Energiekosten im unsanierten Zustand werden neben den individuellen Nutzungsbedingungen erheblich über die energetische Qualität der Bauteile in der thermischen Hülle sowie die Heizanlage vor der Sanierung bestimmt. Um die Korrelation zwischen dem Wärmeverlust eines Bauteils im unsanierten Zustand und der Vorteilhaftigkeit einer nachträglichen Wärmedämmung aufzuzeigen, wurden – ausgehend vom ursprünglich ungedämmten Zustand – teilsanierte Bauteile berechnet.

Variiert wurde dazu am Beispiel eines Steildaches eine möglicherweise vorhandene nachträglich eingebrachte Dämmung unter den Sparren der Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/(mK). Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Abbildung 7.9 dargestellt. Der U-Wert des unsanierten Steildaches beträgt 1,12 W/(m²K) ohne jede Dämmung. Wird dieses Bauteil nachträglich mit 20 cm zwischen/unter den Sparren gedämmt, kostet diese Maßnahme 3,15 Cent je eingesparter kWh Endenergie. Der mittlere Preis für die gekaufte kWh Endenergie beträgt über einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren (heutiger Energiepreis 5,90 Cent/kWh, 3 % Energiepreissteigerung) 7,86 Cent/kWh. Die Maßnahme ist demnach ökonomisch vorteilhaft.

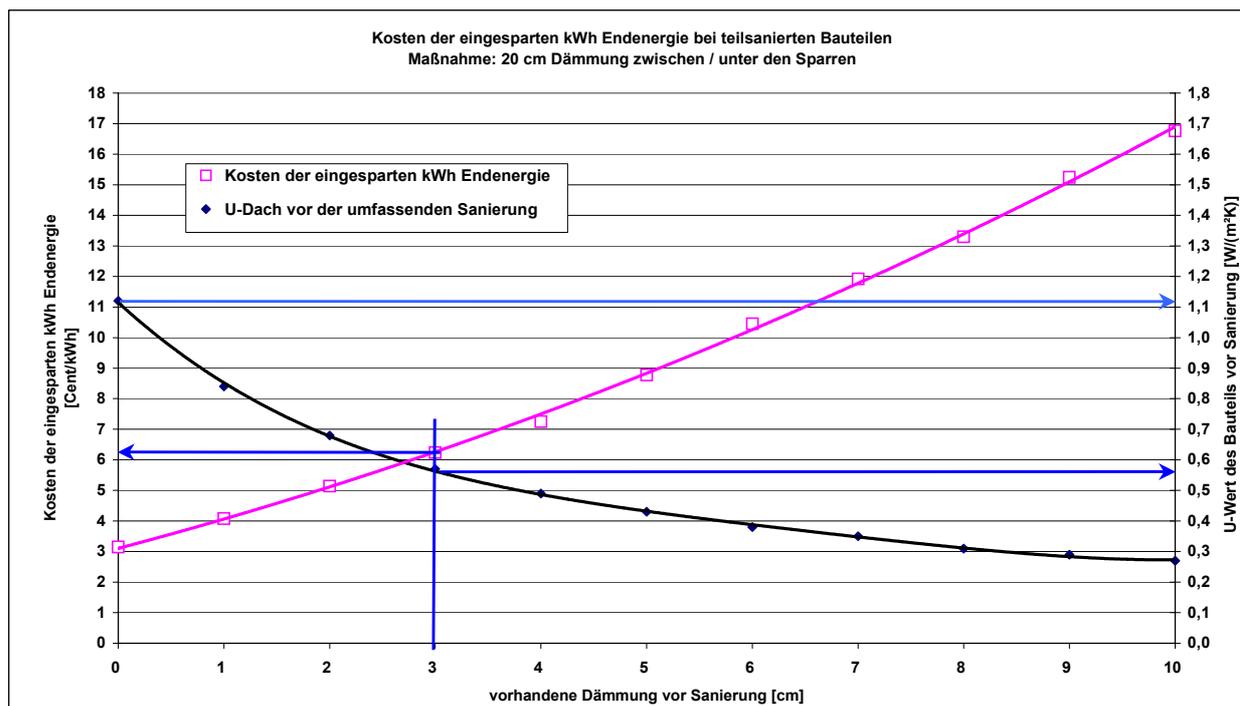


Abbildung 7.9 – Kosten der eingesparten kWh Endenergie bei teilsanierten Gebäuden

Das Ergebnis ändert sich deutlich, wenn von 3 cm Dämmung unter den Sparren vor der umfassenden Sanierung ausgegangen wird. Der U-Wert des Daches ändert sich von 1,12 W/(m²K) im ursprünglichen Zustand auf 0,57 W/(m²K) im nachträglich sanierten Zustand mit 3 cm Dämmung. Die Transmissionswärmeverluste des Bauteils sind deutlich reduziert, die mögliche Energiekostensparnis durch eine weitere Dämmung des Bauteils ist entsprechend geringer. Das wirkt sich deutlich auf die Kosten der eingesparten kWh Endenergie aus. Wird dieses zuvor suboptimal gedämmte Bauteil mit 20 cm zwischen/unter den Sparren gedämmt, kostet diese Maßnahme nicht 3,15 Cent je eingesparter kWh Endenergie, sondern 6,24 Cent je eingesparter kWh Endenergie. Bei einem mittleren Preis für die gekaufte kWh Endenergie von 7,86 Cent/kWh ist die Maßnahme dennoch weiterhin ökonomisch vorteilhaft.

Das Beispiel zeigt deutlich die Problematik energetisch bereits teilsanierter Bauteile. Die ersten cm der Dämmung tragen über die damit erreichbare sehr hohe Energie- und Energiekosteneinsparung wesentlich zur Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen bei. Ein mit wenigen cm suboptimal gedämmtes Bauteil lässt sich nachträglich häufig nicht mehr ökonomisch vorteilhaft energetisch sanieren. Eine solche suboptimale energetische Sanierung bezeichnen wir als „Lost opportunity“.

7.6 Kosten der eingesparten kWh – Ausgangsvariante „Durchschnittsverbraucher“

In Abbildung 7.3 sind die Kosten der eingesparten kWh Endenergie für die Maßnahmen und Kosten nach Tabelle 4.1 für Hochverbraucher (mittlerer Endenergiebedarf: 277 kWh/(m²a) für die EFH/RH und 255 kWh/(m²a) für MFH) im Bestand dargestellt. Diese Gebäude bilden die 10 % der Hochverbraucher im Bestand und somit energetisch weitgehend unsanierte Gebäude ab. Sie repräsentieren nicht den Verbrauch durchschnittlicher Gebäude im Bestand.

Die Wirtschaftlichkeit des Maßnahmenpaketes stellt sich deutlich anders dar, wenn von suboptimal gedämmten Gebäuden ausgegangen wird. Abbildung 7.10 zeigt die Ergebnisse der Berechnungen für Gebäude, die im Mittel mit 206 kWh/(m²a) für die EFH/RH und 170 kWh/(m²a) für die MFH einen durchschnittlichen Energieverbrauch - gemessen am Bestand der Gebäude in Deutschland - aufweisen¹. Der Bedarf dieser „Durchschnittsverbraucher“ liegt etwa 80 kWh/(m²a) unter dem der „Hochverbraucher“ und entspricht damit in etwa dem im Heizspiegel München ausgewiesenen durchschnittlichen Verbrauch zentral beheizter Gebäude (vgl. Tabelle 3.3). Das hier berücksichtigte Maßnahmenpaket entspricht Tabelle 4.1 - allerdings ohne die Solaranlage.

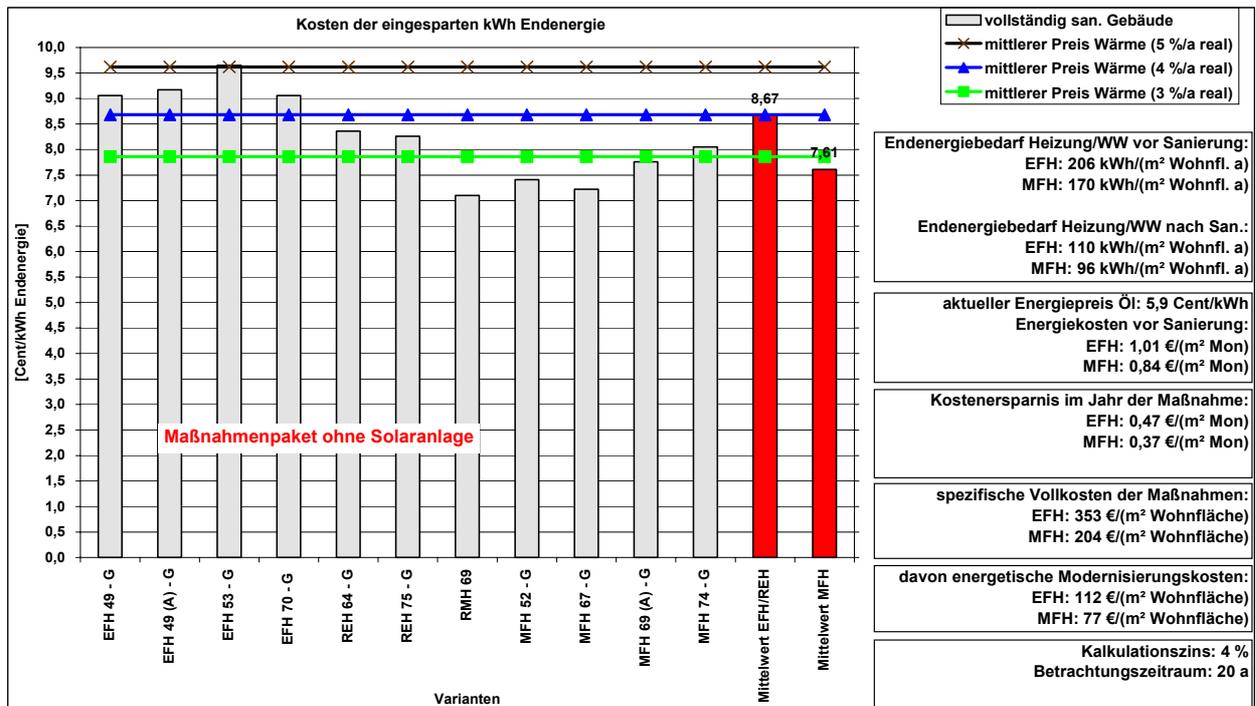


Abbildung 7.10 - Kosten der eingesparten kWh Endenergie für das Maßnahmenpaket nach Tabelle 4.1 ohne Solaranlage für energetisch durchschnittliche Gebäude im Bestand (sog. „Durchschnittsverbraucher“)

¹ Für die Modellbildungen wurden die U-Werte der in Kapitel 2 vorgestellten Gebäude auf Basis der Gebäudetypologie Deutschland an die Baualtersklasse 1979 - 1983 angepasst. Ausnahmen: Die U-Werte der Außenwände entsprechen Baualtersklasse 1984 - 1994. Durch den insgesamt besseren energetischen Standard der Gebäude wurde die Raumsolltemperatur während der Heizzeit bei den Einfamilienhäusern und Reihenendhäusern auf 20 °C gesetzt.

Die Kosten der eingesparten kWh Endenergie steigen von bei den EFH/RH von 6,11 Cent/kWh (Maßnahmenpaket inkl. Solaranlage) für die Hochverbraucher auf 8,67 Cent/kWh (Maßnahmenpaket ohne Solaranlage) für die Durchschnittsverbraucher und bei den MFH von 4,39 Cent/kWh (Maßnahmenpaket inkl. Solaranlage) für die Hochverbraucher auf 7,61 Cent/kWh (Maßnahmenpaket ohne Solaranlage) für die Durchschnittsverbraucher. Die Maßnahmen stellen sich vor allem deswegen unvorteilhafter dar, weil die erzielbare Energiekosteneinsparung - bei unveränderten Investitionskosten - gegenüber den Hochverbrauchern nahezu halbiert ist. Dennoch rechnen sich die Maßnahmen beim Mehrfamilienhaus bereits bei einer moderaten Energiepreissteigerung von 3 %/a für die MFH und bei 4 % Energiepreissteigerung für die EFH/RH.

8 Quellennachweis

- [dena; 2003] Deutsche Energie-Agentur GmbH; Energetische Bewertung von Bestandsgebäuden – Arbeitshilfe für die Ausstellung von Energiepässen; dena; Berlin; 2003
- [eza!; 2003] eza! – Energie- und Umweltzentrum Allgäu (Hrsg.); Haustypologie Allgäu; eza!; Kempten; 2003
- [Heizspiegel; 2005] co2online gemeinnützige GmbH (Hrsg.) in Zusammenarbeit mit der Landeshauptstadt München - Referat für Gesundheit und Umwelt; Der Münchener Heizspiegel; München; 2005
- [IWU; 2003] Institut Wohnen und Umwelt (Hrsg.); Deutsche Gebäudetypologie – Systematik und Datensätze; IWU; Darmstadt; 2003
- [IFE; 2005] Dr. Geiger, Dr. Tzscheutschler; Ausgewählte Maßnahmen zur Minderung der CO₂-Emissionen in Bayern bis zum Jahr 2010; TU München, Lehrstuhl im Institut für Energietechnik; München; 2005
- [Loga, 1999] Loga, Kahlert, Laidig, Lude; Räumlich und zeitlich eingeschränkte Beheizung – Korrekturfaktoren zur Berücksichtigung in stationären Energiebilanzverfahren; IWU/ebök; Darmstadt; 1999
- [Loga; 2001] Loga, Dr. Diefenbach, Born: Guter Ansatz - schwache Standards: die neue Energieeinsparverordnung; Stellungnahme zum Referentenentwurf vom 29. November 2000 bzw. Kabinettsbeschluss vom 7. März 2001; IWU; Darmstadt; 2001
- [Loga; 2005] Loga, Dr. Diefenbach, Dr. Knissel, Born; „Kurzverfahren Energieprofil“; Institut Wohnen und Umwelt; Darmstadt; 2005
- [Oberste Baubehörde; 2004] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie / Bayerisches Staatsministerium des Innern (Oberste

Baubehörde); Hinweise zum Energiesparen – Merkblatt 52, Kosten und Wirtschaftlichkeit energiesparender Maßnahmen; München; 2004

- [Opet; 2004] ZukunftsAgentur Brandenburg; OPET-Network, Europäisches Netzwerk zur Verbreitung von Energietechnologien im Gebäudesektor, Arbeitspaket 4: Innovative Konzepte und Technologien für die Wohngebäudesanierung, Länderreport Deutschland; Potsdam; 2004
- [PHI; 2005] Passiv-Haus-Institut; Wirtschaftlichkeit von Wärmedämm-Maßnahmen in Gebäudebestand; Studie im Auftrag des GDI; PHI; Darmstadt; 2005]
- [Techem; 2004] Techem AG; Energiekennwerte - Hilfen für den Wohnungswirt; 2004
- [Tecson; 2006] TECSON-DIGITAL / TECSON GmbH; der aktuelle Heizölpreis; www.tecson.de/pheizoel.htm

Anlage A – Gebäudedaten und Energiebilanzberechnungen

Kurzverfahren Energieprofil		Fragebogen Blatt 1																														
1 Gebäude EFH 1949 - 57 <small>Str.Nr. HausNr.</small> PLZ Ort Mittelfranken		2 Eigentümer EA Mittelfranken <small>Str.Nr. HausNr.</small> PLZ Ort																														
3 Anzahl Vollgeschosse 2 4 Anzahl Wohnungen 1 5 beheizte Wohnfläche 118 m ²		6 Baujahr 1949 7 lichte Raumhöhe (ca.) <small>(Eintrag nur wenn Raumhöhe < 2,30 m oder > 2,70 m)</small>																														
8 direkt angrenzende Nachbargebäude <input checked="" type="radio"/> keins (freistehend) <input type="radio"/> auf einer Seite <input type="radio"/> auf zwei Seiten		9 Grundriss <input checked="" type="radio"/> kompakt <input type="radio"/> langgestreckt oder gewinkelt oder komplex																														
10 Dach <input type="radio"/> Flachdach oder flach geneigtes Dach <input type="radio"/> Dachgeschoss unbeheizt <input checked="" type="radio"/> Dachgeschoss teilweise beheizt <input type="radio"/> Dachgeschoss voll beheizt <input type="checkbox"/> Dachgauben oder andere Dachaufbauten vorhanden		11 Keller <input type="radio"/> nicht unterkellert <input checked="" type="radio"/> Kellergeschoss unbeheizt <input type="radio"/> Kellergeschoss teilweise beheizt <input type="radio"/> Kellergeschoss voll beheizt																														
12 Konstruktionsart und nachträgliche Dämmung <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Konstruktionsart</th> <th colspan="2">nachträglich aufgebraachte Dämmung</th> </tr> <tr> <th>massiv</th> <th>Holz</th> <th>Dämmstärke</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dach (wenn Dachgeschoss beheizt)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>cm</td> <td>% der Fläche</td> </tr> <tr> <td>oberste Geschossdecke (wenn Dachgeschoss nicht beheizt)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>cm</td> <td>% der Fläche</td> </tr> <tr> <td>Außenwände</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>cm</td> <td>% der Fläche</td> </tr> <tr> <td>Fußboden zum Keller oder Erdreich</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>cm</td> <td>% der Fläche</td> </tr> </tbody> </table>					Konstruktionsart		nachträglich aufgebraachte Dämmung		massiv	Holz	Dämmstärke		Dach (wenn Dachgeschoss beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cm	% der Fläche	oberste Geschossdecke (wenn Dachgeschoss nicht beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cm	% der Fläche	Außenwände	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	cm	% der Fläche	Fußboden zum Keller oder Erdreich	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	cm	% der Fläche
	Konstruktionsart		nachträglich aufgebraachte Dämmung																													
	massiv	Holz	Dämmstärke																													
Dach (wenn Dachgeschoss beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cm	% der Fläche																												
oberste Geschossdecke (wenn Dachgeschoss nicht beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cm	% der Fläche																												
Außenwände	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	cm	% der Fläche																												
Fußboden zum Keller oder Erdreich	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	cm	% der Fläche																												
13 Fenster Jahr des Festereinbaus (ca.) 1990 <input type="checkbox"/> Holzfenster, einfach verglast <input checked="" type="checkbox"/> Holzfenster, zwei Scheiben <small>(Isolierverglasung, Kastenfenster, Verbundfenster)</small> <input type="checkbox"/> Kunststofffenster, Isolierverglasung <input type="checkbox"/> Alu- oder Stahlfenster, Isolierverglasung																																

Kurzverfahren Energieprofil

Fragebogen Blatt 1

① Gebäude

FFH 1949 - 57
Str.Nr. Haus-Nr.
 PLZ **Allgäu** Ort

② Eigentümer

Str.Nr. Haus-Nr.
 PLZ Ort

③ Anzahl Vollgeschosse

2

④ Anzahl Wohnungen

1

⑤ beheizte Wohnfläche

159 m²

⑥ Baujahr

1949

⑦ lichte Raumhöhe (ca.)

(Eintrag nur wenn Raumhöhe < 2,30 m oder > 2,70 m)

⑧ direkt angrenzende Nachbargebäude

keins (freistehend)

auf einer Seite

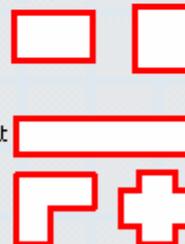
auf zwei Seiten



⑨ Grundriss

kompakt

langgestreckt
 oder gewinkelt
 oder komplex



⑩ Dach

Flachdach oder
 flach geneigtes Dach

Dachgeschoss
 unbeheizt

Dachgeschoss
 teilweise beheizt

Dachgeschoss
 voll beheizt

Dachgauben oder andere
 Dachaufbauten vorhanden



⑪ Keller

nicht unterkellert

Kellergeschoss
 unbeheizt

Kellergeschoss
 teilweise beheizt

Kellergeschoss
 voll beheizt



⑫ Konstruktionsart und nachträgliche Dämmung

	Konstruktionsart		nachträglich aufgebraachte Dämmung	
	massiv	Holz	Dämmstärke	
Dach (wenn Dachgeschoss beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	_____ cm	_____ % der Fläche
oberste Geschossdecke (wenn Dachgeschoss nicht beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	_____ cm	_____ % der Fläche
Außenwände	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____ cm	_____ % der Fläche
Fußboden zum Keller oder Erdreich	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____ cm	_____ % der Fläche

⑬ Fenster

Jahr des Festereinbaus (ca.)

1990

- Holzfenster, einfach verglast
 Holzfenster, zwei Scheiben (Isolierverglasung, Kastenfenster, Verbundfenster)
 Kunststofffenster, Isolierverglasung
 Alu- oder Stahlfenster, Isolierverglasung

Kurzverfahren Energieprofil **Fragebogen Blatt 1**

① Gebäude
Einfamilienhaus Str. Nr. Nachstr.
Erlangen PLZ St.

② Eigentümer
Egerstraße Str. Nr. Nachstr. **16**
91056 Erlangen PLZ St.

③ Anzahl Vollgeschosse
 ④ Anzahl Wohnungen
 ⑤ beheizte Wohnfläche m²

⑥ Baujahr

⑦ lichte Raumhöhe (ca.)
 (Eintrag nur wenn Raumhöhe < 2,30 m oder > 2,70 m)

⑧ direkt angrenzende Nachbargebäude

keins (freistehend) 
 auf einer Seite 
 auf zwei Seiten 

⑨ Grundriss

kompakt 
 langgestreckt oder gewinkelt oder komplex 

⑩ Dach

Flachdach oder flach geneigtes Dach 
 Dachgeschoss unbeheizt 
 Dachgeschoss teilweise beheizt 
 Dachgeschoss voll beheizt 
 Dachgauben oder andere Dachaufbauten vorhanden

⑪ Keller

nicht unterkellert 
 Kellergeschoss unbeheizt 
 Kellergeschoss teilweise beheizt 
 Kellergeschoss voll beheizt 

⑫ Konstruktionsart und nachträgliche Dämmung

	Konstruktionsart		nachträglich aufgebrachte Dämmung	
	massiv	Holz	Dämmstärke	
Dach (wenn Dachgeschoss beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/> cm	<input type="text"/> % der Fläche
oberste Geschossdecke (wenn Dachgeschoss nicht beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/> cm	<input type="text"/> % der Fläche
Außenwände	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/> cm	<input type="text"/> % der Fläche
Fußboden zum Keller oder Erdreich	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/> cm	<input type="text"/> % der Fläche

⑬ Fenster

Jahr des Festereinbaus (ca.)
 Holzfenster, einfach verglast
 Holzfenster, zwei Scheiben (Isolierverglasung, Kastenfenster, Verbundfenster)
 Kunststofffenster, Isolierverglasung
 Alu- oder Stahlfenster, Isolierverglasung

Kurzerfahren Energieprofil	Fragebogen Blatt 1																													
<p>① Gebäude</p> <p>Einfamilienhaus <small>Mass.Nr.</small></p> <p>PLZ Bayreuth</p>	<p>② Eigentümer <small>Mass.Nr.</small></p> <p>Destubener Straße 17</p> <p>PLZ 95448 Bayreuth</p>																													
<p>③ Anzahl Vollgeschosse 2</p> <p>④ Anzahl Wohnungen 1</p> <p>⑤ beheizte Wohnfläche 240 m²</p>	<p>⑥ Baujahr 1970</p> <p>⑦ lichte Raumhöhe (ca.) <small>(Eintrag nur wenn Raumhöhe < 2,30 m oder > 2,70 m)</small></p>																													
<p>⑧ direkt angrenzende Nachbargebäude</p> <p><input checked="" type="radio"/> keins (freistehend) </p> <p><input type="radio"/> auf einer Seite </p> <p><input type="radio"/> auf zwei Seiten </p>	<p>⑨ Grundriss</p> <p><input type="radio"/> kompakt </p> <p><input checked="" type="radio"/> langgestreckt oder gewinkelt oder komplex </p>																													
<p>⑩ Dach</p> <p><input type="radio"/> Flachdach oder flach geneigtes Dach </p> <p><input type="radio"/> Dachgeschoss unbeheizt </p> <p><input type="radio"/> Dachgeschoss teilweise beheizt </p> <p><input checked="" type="radio"/> Dachgeschoss voll beheizt </p> <p><input type="checkbox"/> Dachgauben oder andere Dachaufbauten vorhanden</p>	<p>⑪ Keller</p> <p><input type="radio"/> nicht unterkellert </p> <p><input checked="" type="radio"/> Kellergeschoss unbeheizt </p> <p><input type="radio"/> Kellergeschoss teilweise beheizt </p> <p><input type="radio"/> Kellergeschoss voll beheizt </p>																													
<p>⑫ Konstruktionsart und nachträgliche Dämmung</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Konstruktionsart</th> <th colspan="2">nachträglich aufgebrachte Dämmung</th> </tr> <tr> <th>massiv</th> <th>Holz</th> <th>Dämmstärke</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dach (wenn Dachgeschoss beheizt)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="text" value=""/></td> <td><input type="text" value=""/> % der Fläche</td> </tr> <tr> <td>oberste Geschossdecke (wenn Dachgeschoss nicht beheizt)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="text" value=""/></td> <td><input type="text" value=""/> % der Fläche</td> </tr> <tr> <td>Außenwände</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="text" value=""/></td> <td><input type="text" value=""/> % der Fläche</td> </tr> <tr> <td>Fußboden zum Keller oder Erdreich</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="text" value=""/></td> <td><input type="text" value=""/> % der Fläche</td> </tr> </tbody> </table>			Konstruktionsart		nachträglich aufgebrachte Dämmung		massiv	Holz	Dämmstärke		Dach (wenn Dachgeschoss beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/> % der Fläche	oberste Geschossdecke (wenn Dachgeschoss nicht beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/> % der Fläche	Außenwände	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/> % der Fläche	Fußboden zum Keller oder Erdreich	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/> % der Fläche
	Konstruktionsart		nachträglich aufgebrachte Dämmung																											
	massiv	Holz	Dämmstärke																											
Dach (wenn Dachgeschoss beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/> % der Fläche																										
oberste Geschossdecke (wenn Dachgeschoss nicht beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/> % der Fläche																										
Außenwände	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/> % der Fläche																										
Fußboden zum Keller oder Erdreich	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/> % der Fläche																										
<p>⑬ Fenster</p> <p>Jahr des Festereinbaus (ca.) 1990</p> <p><input type="checkbox"/> Holzfenster, einfach verglast</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Holzfenster, zwei Scheiben <small>(Isolierverglasung, Kastenfenster, Verbundfenster)</small></p> <p><input type="checkbox"/> Kunststofffenster, Isolierverglasung</p> <p><input type="checkbox"/> Alu- oder Stahlfenster, Isolierverglasung</p>																														

Kurzerfahren Energieprofil	Fragebogen Blatt 1																													
<p>① Gebäude</p> <p>Kunigundenstraße 27 <small>Str. Nr. Haus Nr.</small></p> <p>PLZ Erlangen</p>	<p>② Eigentümer Graupner</p> <p>Kunigundenstraße 27 <small>Str. Nr. Haus Nr.</small></p> <p>PLZ Erlangen</p>																													
<p>③ Anzahl Vollgeschosse 2</p> <p>④ Anzahl Wohnungen 1</p> <p>⑤ beheizte Wohnfläche 135 m²</p>	<p>⑥ Baujahr 1964</p> <p>⑦ lichte Raumhöhe (ca.) <small>(Eintrag nur wenn Raumhöhe < 2,30 m oder > 2,70 m)</small></p>																													
<p>⑧ direkt angrenzende Nachbargebäude</p> <p><input type="radio"/> keins (freistehend) </p> <p><input checked="" type="radio"/> auf einer Seite </p> <p><input type="radio"/> auf zwei Seiten </p>	<p>⑨ Grundriss</p> <p><input checked="" type="radio"/> kompakt </p> <p><input type="radio"/> langgestreckt oder gewinkelt oder komplex </p>																													
<p>⑩ Dach</p> <p><input type="radio"/> Flachdach oder flach geneigtes Dach </p> <p><input type="radio"/> Dachgeschoss unbeheizt </p> <p><input checked="" type="radio"/> Dachgeschoss teilweise beheizt </p> <p><input type="radio"/> Dachgeschoss voll beheizt </p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Dachgauben oder andere Dachaufbauten vorhanden</p>	<p>⑪ Keller</p> <p><input type="radio"/> nicht unterkellert </p> <p><input checked="" type="radio"/> Kellergeschoss unbeheizt </p> <p><input type="radio"/> Kellergeschoss teilweise beheizt </p> <p><input type="radio"/> Kellergeschoss voll beheizt </p>																													
<p>⑫ Konstruktionsart und nachträgliche Dämmung</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Konstruktionsart</th> <th colspan="2">nachträglich aufgebrachte Dämmung</th> </tr> <tr> <th>massiv</th> <th>Holz</th> <th>Dämmstärke</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dach (wenn Dachgeschoss beheizt)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>cm</td> <td>% der Fläche</td> </tr> <tr> <td>oberste Geschossdecke (wenn Dachgeschoss nicht beheizt)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>cm</td> <td>% der Fläche</td> </tr> <tr> <td>Außenwände</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>cm</td> <td>% der Fläche</td> </tr> <tr> <td>Fußboden zum Keller oder Erdreich</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>cm</td> <td>% der Fläche</td> </tr> </tbody> </table>			Konstruktionsart		nachträglich aufgebrachte Dämmung		massiv	Holz	Dämmstärke		Dach (wenn Dachgeschoss beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cm	% der Fläche	oberste Geschossdecke (wenn Dachgeschoss nicht beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cm	% der Fläche	Außenwände	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	cm	% der Fläche	Fußboden zum Keller oder Erdreich	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	cm	% der Fläche
	Konstruktionsart		nachträglich aufgebrachte Dämmung																											
	massiv	Holz	Dämmstärke																											
Dach (wenn Dachgeschoss beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cm	% der Fläche																										
oberste Geschossdecke (wenn Dachgeschoss nicht beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cm	% der Fläche																										
Außenwände	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	cm	% der Fläche																										
Fußboden zum Keller oder Erdreich	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	cm	% der Fläche																										
<p>⑬ Fenster</p> <p>Jahr des Festereinbaus (ca.) 1990</p> <p><input type="checkbox"/> Holzfenster, einfach verglast</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Holzfenster, zwei Scheiben <small>(Isolierverglasung, Kastenfenster, Verbundfenster)</small></p> <p><input type="checkbox"/> Kunststofffenster, Isolierverglasung</p> <p><input type="checkbox"/> Alu- oder Stahlfenster, Isolierverglasung</p>																														

① Gebäude

Reihenendhaus
Str. Nr. Erlangen
Post-Bez.

② Eigentümer

In der Reuth
Str. Nr. Erlangen
Post-Bez.

③ Anzahl Vollgeschosse

2

④ Anzahl Wohnungen

1

⑤ beheizte Wohnfläche

147

m²

⑥ Baujahr

1975

⑦ lichte Raumhöhe (ca.)

(Eintrag nur wenn Raumhöhe < 2,30 m oder > 2,70 m)

⑧ direkt angrenzende Nachbargebäude

keins (freistehend)

auf einer Seite

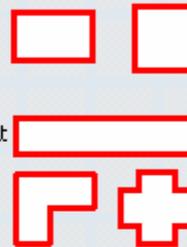
auf zwei Seiten



⑨ Grundriss

kompakt

langgestreckt
 oder gewinkelt
 oder komplex



⑩ Dach

Flachdach oder
 flach geneigtes Dach

Dachgeschoss
 unbeheizt

Dachgeschoss
 teilweise beheizt

Dachgeschoss
 voll beheizt

Dachgauben oder andere
 Dachaufbauten vorhanden



⑪ Keller

nicht unterkellert

Kellergeschoss
 unbeheizt

Kellergeschoss
 teilweise beheizt

Kellergeschoss
 voll beheizt



⑫ Konstruktionsart und nachträgliche Dämmung

	Konstruktionsart		nachträglich aufgebrachte Dämmung	
	massiv	Holz	Dämmstärke	
Dach (wenn Dachgeschoss beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	_____ cm	_____ % der Fläche
oberste Geschossdecke (wenn Dachgeschoss nicht beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	_____ cm	_____ % der Fläche
Außenwände	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____ cm	_____ % der Fläche
Fußboden zum Keller oder Erdreich	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____ cm	_____ % der Fläche

⑬ Fenster

Jahr des Festereinbaus (ca.)

1990

- Holzfenster, einfach verglast
- Holzfenster, zwei Scheiben (Isolierverglasung, Kastenfenster, Verbundfenster)
- Kunststofffenster, Isolierverglasung
- Alu- oder Stahlfenster, Isolierverglasung

Kurzverfahren Energieprofil **Fragebogen Blatt 1**

① Gebäude
 Reihemittelhaus
Str./Nr. PLZ Haus/Nr.
 Deutschland

② Eigentümer
 Musterweg
Str./Nr. PLZ Haus/Nr.
 Deutschland

③ Anzahl Vollgeschosse **2**

④ Anzahl Wohnungen **1**

⑤ beheizte Wohnfläche **97** m²

⑥ Baujahr **1969**

⑦ lichte Raumhöhe (ca.)
(Eintrag nur wenn Raumhöhe < 2,30 m oder > 2,70 m)

⑧ direkt angrenzende Nachbargebäude

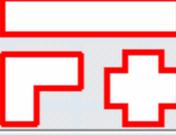
keins (freistehend) 

auf einer Seite 

auf zwei Seiten 

⑨ Grundriss

kompakt 

langgestreckt oder gewinkelt oder komplex 

⑩ Dach

Flachdach oder flach geneigtes Dach 

Dachgeschoss unbeheizt 

Dachgeschoss teilweise beheizt 

Dachgeschoss voll beheizt 

Dachgauben oder andere Dachaufbauten vorhanden

⑪ Keller

nicht unterkellert 

Kellergeschoss unbeheizt 

Kellergeschoss teilweise beheizt 

Kellergeschoss voll beheizt 

⑫ Konstruktionsart und nachträgliche Dämmung

	Konstruktionsart		nachträglich aufgebrachte Dämmung	
	massiv	Holz	Dämmstärke	
Dach (wenn Dachgeschoss beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	 cm	 % der Fläche
oberste Geschossdecke (wenn Dachgeschoss nicht beheizt)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	 cm	 % der Fläche
Außenwände	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	 cm	 % der Fläche
Fußboden zum Keller oder Erdreich	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	 cm	 % der Fläche

⑬ Fenster

Jahr des Fenstereinbaus (ca.) **1990**

Holzfenster, einfach verglast

Holzfenster, zwei Scheiben (Isolierverglasung, Kastenfenster, Verbundfenster)

Kunststofffenster, Isolierverglasung

Alu- oder Stahlfenster, Isolierverglasung

① Gebäude

Mehrfamilienhaus
Str.Nr. Haus-Nr.
PLZ Erlangen Vorl.

② Eigentümer

Hertleinstraße 38
Str.Nr. Haus-Nr.
PLZ 91056 Erlangen Vorl.

③ Anzahl Vollgeschosse 3
 ④ Anzahl Wohnungen 18
 ⑤ beheizte Wohnfläche 857 m²

⑥ Baujahr 1952

⑦ lichte Raumhöhe (ca.)
 (Eintrag nur wenn Raumhöhe < 2,30 m oder > 2,70 m)

⑧ direkt angrenzende Nachbargebäude

- keins (freistehend)
- auf einer Seite
- auf zwei Seiten

⑨ Grundriss

- kompakt
- langgestreckt oder gewinkelt oder komplex

⑩ Dach

- Flachdach oder flach geneigtes Dach
- Dachgeschoss unbeheizt
- Dachgeschoss teilweise beheizt
- Dachgeschoss voll beheizt
- Dachgauben oder andere Dachaufbauten vorhanden

⑪ Keller

- nicht unterkellert
- Kellergeschoss unbeheizt
- Kellergeschoss teilweise beheizt
- Kellergeschoss voll beheizt

⑫ Konstruktionsart und nachträgliche Dämmung

	Konstruktionsart		nachträglich aufgebraachte Dämmung	
	massiv	Holz	Dämmstärke	
Dach (wenn Dachgeschoss beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	_____ cm	_____ % der Fläche
oberste Geschossdecke (wenn Dachgeschoss nicht beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	_____ cm	_____ % der Fläche
Außenwände	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____ cm	_____ % der Fläche
Fußboden zum Keller oder Erdreich	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____ cm	_____ % der Fläche

⑬ Fenster

- Jahr des Festereinbaus (ca.) 1990
- Holzfenster, einfach verglast
 - Holzfenster, zwei Scheiben (Isolierverglasung, Kostenfenster, Verbundfenster)
 - Kunststofffenster, Isolierverglasung
 - Alu- oder Stahlfenster, Isolierverglasung

Kurzverfahren Energieprofil **Fragebogen Blatt 1**

① Gebäude **Mehrfamilienhaus** Name/Str.
Str./Nr. **Erlangen** PLZ St./Nr.

② Eigentümer **Schönfeldstraße** 10
Str./Nr. **91058 Erlangen** PLZ St./Nr.

③ Anzahl Vollgeschosse **4**

④ Anzahl Wohnungen **24**

⑤ beheizte Wohnfläche **1.850** m²

⑥ Baujahr **1967**

⑦ lichte Raumhöhe (ca.)
(Eintrag nur wenn Raumhöhe < 2,30 m oder > 2,70 m)

⑧ direkt angrenzende Nachbargebäude

keins (freistehend) 

auf einer Seite 

auf zwei Seiten 

⑨ Grundriss

kompakt 

langgestreckt oder gewinkelt oder komplex 

⑩ Dach

Flachdach oder flach geneigtes Dach 

Dachgeschoss unbeheizt 

Dachgeschoss teilweise beheizt 

Dachgeschoss voll beheizt 

Dachgauben oder andere Dachaufbauten vorhanden

⑪ Keller

nicht unterkellert 

Kellergeschoss unbeheizt 

Kellergeschoss teilweise beheizt 

Kellergeschoss voll beheizt 

⑫ Konstruktionsart und nachträgliche Dämmung

	Konstruktionsart		nachträglich aufgebraachte Dämmung	
	massiv	Holz	Dämmstärke	
Dach (wenn Dachgeschoss beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/> cm	<input type="text"/> % der Fläche
oberste Geschossdecke (wenn Dachgeschoss nicht beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/> cm	<input type="text"/> % der Fläche
Außenwände	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/> cm	<input type="text"/> % der Fläche
Fußboden zum Keller oder Erdreich	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/> cm	<input type="text"/> % der Fläche

⑬ Fenster

Jahr des Fenstereinbaus (ca.) **1990**

Holzfenster, einfach verglast

Holzfenster, zwei Scheiben (Isolierverglasung, Kastenfenster, Verbundfenster)

Kunststofffenster, Isolierverglasung

Alu- oder Stahlfenster, Isolierverglasung

① Gebäude

MFH 1969 - 1978
Str.Nr. Mass.Nr.
PLZ Ort Altgäu

② Eigentümer

Str.Nr. Mass.Nr.
PLZ Ort

③ Anzahl Vollgeschosse
 ④ Anzahl Wohnungen
 ⑤ beheizte Wohnfläche m²

⑥ Baujahr

⑦ lichte Raumhöhe (ca.)
(Eintrag nur wenn Raumhöhe < 2,30 m oder > 2,70 m)

⑧ direkt angrenzende Nachbargebäude

keins (freistehend) 
 auf einer Seite 
 auf zwei Seiten 

⑨ Grundriss

kompakt 
 langgestreckt oder gewinkelt oder komplex 

⑩ Dach

Flachdach oder flach geneigtes Dach 
 Dachgeschoss unbeheizt 
 Dachgeschoss teilweise beheizt 
 Dachgeschoss voll beheizt 
 Dachgauben oder andere Dachaufbauten vorhanden

⑪ Keller

nicht unterkellert 
 Kellergeschoss unbeheizt 
 Kellergeschoss teilweise beheizt 
 Kellergeschoss voll beheizt 

⑫ Konstruktionsart und nachträgliche Dämmung

	Konstruktionsart		nachträglich aufgebrachte Dämmung	
	massiv	Holz	Dämmstärke	
Dach (wenn Dachgeschoss beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/> cm	<input type="text"/> % der Fläche
oberste Geschossdecke (wenn Dachgeschoss nicht beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/> cm	<input type="text"/> % der Fläche
Außenwände	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/> cm	<input type="text"/> % der Fläche
Fußboden zum Keller oder Erdreich	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/> cm	<input type="text"/> % der Fläche

⑬ Fenster

Jahr des Fenstereinbaus (ca.)

Holzfenster, einfach verglast
 Holzfenster, zwei Scheiben (Isolierverglasung, Kastenfenster, Verbundfenster)
 Kunststofffenster, Isolierverglasung
 Alu- oder Stahlfenster, Isolierverglasung

1 Gebäude

Mehrfamilienhaus
Str.Nr. Mass.Nr.
PLZ St. Erlangen

2 Eigentümer

Am Europakanal 31
Str.Nr. Mass.Nr.
PLZ St. 91056 Erlangen

- 3 Anzahl Vollgeschosse 4
 4 Anzahl Wohnungen 28
 5 beheizte Wohnfläche 1.145 m²

- 6 Baujahr 1974
 7 lichte Raumhöhe (ca.)
(Eintrag nur wenn Raumhöhe < 2,30 m oder > 2,70 m)

8 direkt angrenzende Nachbargebäude

- keins (freistehend)
 auf einer Seite
 auf zwei Seiten


9 Grundriss

- kompakt



- langgestreckt
 oder gewinkelt
 oder komplex


10 Dach

- Flachdach oder
 flach geneigtes Dach
 Dachgeschoss
 unbeheizt
 Dachgeschoss
 teilweise beheizt
 Dachgeschoss
 voll beheizt



- Dachgauben oder andere
 Dachaufbauten vorhanden

11 Keller

- nicht unterkellert
 Kellergeschoss
 unbeheizt
 Kellergeschoss
 teilweise beheizt
 Kellergeschoss
 voll beheizt


12 Konstruktionsart und nachträgliche Dämmung

	Konstruktionsart		nachträglich aufgebrachte Dämmung	
	massiv	Holz	Dämmstärke	
Dach <small>(wenn Dachgeschoss beheizt)</small>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
oberste Geschossdecke <small>(wenn Dachgeschoss nicht beheizt)</small>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Außenwände	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Fußboden zum Keller oder Erdreich	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

13 Fenster

- Jahr des Festereinbaus (ca.) 1990
- Holzfenster, einfach verglast
 Holzfenster, zwei Scheiben (Isolierverglasung, Kastenfenster, Verbundfenster)
 Kunststofffenster, Isolierverglasung
 Alu- oder Stahlfenster, Isolierverglasung

Energiekennwert Heizwärme - Variante: IST

Berechnung nach DIN V 4108-6 Heizperiodenbilanz / Randbedingungen nach "Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung"

Projekt: BN Bayern - Datensatz 1	Baualtersklasse: EFH 49
Kennung: EFH	Energiebezugsfläche A _{EB} : 118,0 m²
Standort: München / Weihenstephan	
Länge der Heizzeit: 320 d/a	Nachtsabsenkung: 7,0 h/d
mittlere Außentemperatur: 6,1 °C	räumliche Teilbeheizung: x
Raum-Solltemperatur: 18,0 °C	mittlere Raumtemp. HP: 16,1 °C

Außenwände	Fläche [m²]	k-Wert [W/(m²K)]	Reduktionsfaktor f _r	Q [kWh/a]	EnEV	W/K
Außenwand	173,0	0,93	1,0	91,4	14704	161
-						
-						
-						
teilsanierte AW im IST-Zustand						
Steldach / Flachdach / oberste Geschossdecke						
Steldach	37,3	1,10	1,0	91,4	3750	41
-						
-						
-						
oberste Geschossdecke	33,3	1,23	1,0	91,4	3743	41
-						
-						
Bauteile gegen unbeheizten Bereich / Erdreich						
Kellerdecke	66,1	1,01	0,6	91,4	3661	40
-						
-						
Fenster						
-						
-						
Fenster Ost	23,6	2,80	1,0	91,4	6039	66
-						
-						
lineare Wärmebrücken						
WB pauschal	333,3		1,0	91,4		
-						
-						
Transmissionswärmeverluste Q_T					31897	349
						357

Luftvolumen V _L	Bezugsfläche [m²]	Raumhöhe [m]	n [1/h]	Q _L [kWh/a]	EnEV	W/K
118,0	2,5	295	0,60	5500		60
ankreuzen: <input checked="" type="checkbox"/> freie Lüftung (Fenster+Fugen): energetisch wirksamer Luftwechsel n = natürl. Luftwechsel 0,60 1/h <input type="checkbox"/> mechan. Lüftung: energetisch wirksamer Luftwechsel n _{Luft} = n _{Average} (1/h) * (1 - h _{WRC}) + n _{Rest} (1/h)						
V _L [m³]	n [1/h]	c _{Luft} [Wh/(m³K)]	Q _L [kWh/a]			
295,0	0,60	0,34	5500			60
						90
Summe Wärmeverluste Q_V						266

Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor	g-Wert [-]	Fläche [m²]	Globalstr. HZ [kWh/(m²a)]	Q _G [kWh/a]	EnEV	W/K
Fenster Horizontal	*	*	*	*			
Fenster Süd	*	*	*	*			
Fenster Ost	0,509	0,75	23,6	575,2	5179		44
Fenster West	*	*	*	*			
Fenster Nord	*	*	*	*			
Wärmeangebot Solarstrahlung Q_G					5179		44

Innere Wärmequellen Q _I	Faktor [kWh/d]	Länge HZ [d/a]	spezif. Leistung [W/m²]	A _{EB} [m²]	Q _I [kWh/a]	EnEV	W/K
0,024	320	2,5	118,0	2261			19
Freie Wärme Q _F					Q _G + Q _I = 7441		63
Nutzungsgrad Wärmegewinne h _G					= 0,929		
Wärmegewinne Q_G					6912		59
Heizwärmebedarf Q _H	bezogen auf Wohnfläche	LEG			Q _V - Q _G = 24502		208
Heizwärmebedarf Q _H	bezogen auf Gebäudenutzfläche	EnEV (Würzburg)			24879		165

End- und Primärenergie Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (nur Teilsystem 1)

	Heizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Summe
Bauart Wärmeerzeuger	NT-Kessel	NT-Kessel	-	-
Energieträger	Öl	Öl	-	-
Aufwandszahl Endenergie	1,25	2,10	-	-
Nutzenergiebedarf	208	13	8	229
Endenergiebedarf	260	27	8	295
Primärenergiebedarf	286	30	25	340
CO ₂ -äqui. Emissionen	78	8	6	92

Energiekennwert Heizwärme - Variante: Alle, inkl. Heizung & Solarthermie

Berechnung nach DIN V 4108-6 Heizperiodenbilanz / Randbedingungen nach "Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung"

Projekt: BN Bayern - Datensatz 1	Baualtersklasse: EFH 49
Kennung: EFH	Energiebezugsfläche A _{EB} : 118,0 m²
Standort: München / Weißenstephan	
Länge der Heizzeit: 223 d/a	Nachtsabsenkung: 7,0 h/d
mittlere Außentemperatur: 4,6 °C	räumliche Teilbeheizung: x
Raum-Solltemperatur: 20,0 °C	mittlere Raumtemp. HP: 16,4 °C

Außenwände	Fläche [m²]	k-Wert [W/(m²K)]	Reduktionsfaktor f _r	Q [kWh/a]					
Außenwand	173,0	*	0,18	*	1,0	*	82,4	= 2525 kWh/a	31 W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
teilsanierte AW im IST-Zustand								kWh/a	W/K
Steldach / Flachdach / oberste Geschossdecke									
Steldach	37,3	*	0,17	*	1,0	*	82,4	= 532 kWh/a	6 W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
oberste Geschossdecke	33,3	*	0,18	*	1,0	*	82,4	= 483 kWh/a	6 W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
Bauteile gegen unbeheizten Bereich / Erdreich									
Kellerdecke	66,1	*	0,37	*	0,6	*	82,4	= 1209 kWh/a	15 W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
Fenster									
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
Fenster Ost	23,6	*	1,35	*	1,0	*	82,4	= 2626 kWh/a	32 W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
lineare Wärmebrücken									
WB pauschal	333,3	*	0,05	*	1,0	*	82,4	= 1374 kWh/a	17 W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
Transmissionswärmeverluste Q _T							Summe	8748 kWh/a	106 W/K
								EnEV	122 W/K

Luftvolumen V _L	Bezugsfläche [m²]	Raumhöhe [m]		
	118,0	*	2,5	= 295 m³
ankreuzen: <input checked="" type="checkbox"/> freie Lüftung (Fenster+Fugen):	energetisch wirksamer Luftwechsel n = natürl. Luftwechsel			0,50 1/h
<input type="checkbox"/> mechan. Lüftung:	n _{Average} [1/h]	n _{Werte}	n _{Rest} [1/h]	
	energetisch wirksamer Luftwechsel n _L	* (1 -) +		1/h
Lüftungswärmeverluste Q _L	V _L [m³]	n [1/h]	c _{Luft} [Wh/(m³K)]	Q _{Luft} [kWh/a]
	295,0	*	0,50	*
			0,34	*
				82,4
				= 4133 kWh/a
				EnEV
				90 W/K
Summe Wärmeverluste Q _V	Q _T [kWh/a]	+	Q _L [kWh/a]	+
	8748		4133	
				*
				0,89
				= 11464 kWh/a
				97 kWh/(m²a)

Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor	g-Wert [-]	Fläche [m²]	Globalstr. HZ [kWh/(m²a)]			
Fenster Horizontal	*	*	*	*	=		kWh/a
Fenster Süd	*	*	*	*	=		kWh/(m²a)
Fenster Ost	0,509	*	0,65	*	23,6	*	245,0
Fenster West	*	*	*	*	=		1912 kWh/a
Fenster Nord	*	*	*	*	=		kWh/(m²a)
					=		kWh/(m²a)
Wärmeangebot Solarstrahlung Q _S					Summe	1912 kWh/a	16 kWh/(m²a)

Innere Wärmequellen Q _I	Faktor [kh/d]	Länge HZ [d/a]	spezif. Leistung [W/m²]	A _{EB} [m²]			
	0,024	*	223	*	2,5	*	118,0
							= 1576 kWh/a
							13 kWh/(m²a)
Freie Wärme Q _F							Q _S + Q _I = 3488 kWh/a
							30 kWh/(m²a)
Nutzungsgrad Wärmegewinne h _G							= 0,909
Wärmegewinne Q _G							h _G * Q _F = 3170 kWh/a
							27 kWh/(m²a)
Heizwärmebedarf Q _H	bezogen auf Wohnfläche		LEG				Q _V - Q _G = 8295 kWh/a
	bezogen auf Gebäudenutzfläche		EnEV (Würzburg)				70 kWh/(m²a)
							9509 kWh/a
							63 kWh/(m²a)

End- und Primärenergie Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (nur Teilsystem 1)

	Heizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Summe	
Bauart Wärmeerzeuger	BW	BW	-	-	
Energieträger	Öl	Öl	-	-	
Aufwandszahl Endenergie	1,28	0,99	-	-	
Nutzenergiebedarf	70	13	8	91	kWh/(m²a)
Endenergiebedarf	90	13	8	111	kWh/(m²a)
Primärenergiebedarf	99	14	25	138	kWh/(m²a)
CO ₂ -äqui. Emissionen	27	4	6	37	kg/(m²a)

Energiekennwert Heizwärme - Variante: IST

Berechnung nach DIN V 4108-6 Heizperiodenbilanz / Randbedingungen nach "Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung"

Projekt: BN Bayern - Datensatz 2	Baualtersklasse: EFH 49 (A)
Kennung: EFH	Energiebezugsfläche A _{EB} : 159,0 m²
Standort: München / Weihenstephan	
Länge der Heizzeit: 328 d/a	Nachtsenkung: 7,0 h/d
mittlere Außentemperatur: 6,4 °C	räumliche Teilbeheizung: x
Raum-Solltemperatur: 18,0 °C	mittlere Raumtemp. HP: 15,5 °C

Außenwände	Fläche [m²]	k-Wert [W/(m²K)]	Reduktionsfaktor f _r	Q [kWh/a]	EnEV
Außenwand	191,9	1,22	1,0	21379	234
-					
-					
-					
-					
teilsanierte AW im IST-Zustand					
Steldach / Flachdach / oberste Geschossdecke					
Steldach	50,2	1,51	1,0	6922	76
-					
-					
-					
oberste Geschossdecke	44,9	1,06	1,0	4346	48
-					
-					
Bauteile gegen unbeheizten Bereich / Erdreich					
Kellerdecke	89,0	1,25	0,6	6095	67
-					
-					
-					
Fenster					
-					
-					
Fenster Ost	31,8	2,80	1,0	8131	89
-					
-					
lineare Wärmebrücken					
WB pauschal	407,8		1,0		
-					
-					
Transmissionswärmeverluste Q_T				46872	513
					524

Luftvolumen V _L	159,0	2,5	398
an Kreuzen:	<input checked="" type="checkbox"/> freie Lüftung (Fenster+Fugen): energetisch wirksamer Luftwechsel n = natürl. Luftwechsel 0,60 1/h		
	<input type="checkbox"/> mechan. Lüftung: energetisch wirksamer Luftwechsel n _L = (n _{Average} + n _{Rest}) * (1 - h _{WRC})		
Lüftungswärmeverluste Q _L	397,5	0,60	7405
			81
			121

Summe Wärmeverluste Q_V	(46872 + 7405) * 0,78 =	42336	266		
Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor	g-Wert [-]	Fläche [m²]	Globalstr. HZ [kWh/(m²a)]	EnEV
Fenster Horizontal	*	*	*	=	
Fenster Süd	*	*	*	=	
Fenster Ost	0,509	0,75	31,8	595,4	7224
Fenster West	*	*	*	=	
Fenster Nord	*	*	*	=	
Wärmeangebot Solarstrahlung Q_S				7224	45

Innere Wärmequellen Q_I	Faktor [kh/d]	Länge HZ [d/a]	spezif. Leistung [W/m²]	A _{EB} [m²]	3123	20
Freie Wärme Q _F					10347	65
Nutzungsgrad Wärmegewinne h _G					0,927	
Wärmegewinne Q_G					9589	60
Heizwärmebedarf Q _H	bezogen auf Wohnfläche	LEG			32747	206
Heizwärmebedarf Q _H	bezogen auf Gebäudenutzfläche	EnEV (Würzburg)			36326	178

End- und Primärenergie Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (nur Teilsystem 1)				
	Heizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Summe
Bauart Wärmeerzeuger	NT-Kessel	NT-Kessel	-	-
Energieträger	Öl	Öl	-	-
Aufwandszahl Endenergie	1,25	2,10	-	-
Nutzenergiebedarf	206	13	5	224
Endenergiebedarf	257	27	5	290
Primärenergiebedarf	283	30	16	329
CO ₂ -äqui. Emissionen	76	8	4	88

Energiekennwert Heizwärme - Variante: Alle, inkl. Heizung & Solarthermie

Berechnung nach DIN V 4108-6 Heizperiodenbilanz / Randbedingungen nach "Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung"

Projekt: BN Bayern - Datensatz 2	Baualtersklasse: EFH 49 (A)	
Kennung: EFH	Energiebezugsfläche A _{EB} : 159,0	m ²
Standort: München / Weißenstephan		
Länge der Heizzeit: 228 d/a	Nachtsabsenkung: 7,0 h/d	
mittlere Außentemperatur: 3,2 °C	räumliche Teilbeheizung: x	
Raum-Solltemperatur: 20,0 °C	mittlere Raumtemp. HP: 15,8 °C	

Außenwände	Fläche [m ²]	k-Wert [W/(m ² K)]	Reduktionsfaktor f _r	Q [kWh/a]			
Außenwand	191,9	*	0,19	*	1,0	*	91,9 = 3272 kWh/a 36 W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
teilsanierte AW im IST-Zustand							kWh/a W/K
Steldach / Flachdach / oberste Geschossdecke							
Steldach	50,2	*	0,18	*	1,0	*	91,9 = 834 kWh/a 9 W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
oberste Geschossdecke	44,9	*	0,17	*	1,0	*	91,9 = 710 kWh/a 8 W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
Bauteile gegen unbeheizten Bereich / Erdreich							
Kellerdecke	89,0	*	0,40	*	0,6	*	91,9 = 1952 kWh/a 21 W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
Fenster							
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
Fenster Ost	31,8	*	1,35	*	1,0	*	91,9 = 3947 kWh/a 43 W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
lineare Wärmebrücken							
WB pauschal	407,8	*	0,05	*	1,0	*	91,9 = 1874 kWh/a 20 W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
Transmissionswärmeverluste Q_T							Summe: 12590 kWh/a 137 W/K

	Luftvolumen V _L	Bezugsfläche [m ²]	Raumhöhe [m]						
		159,0	*	2,5	= 398 m ³				
ankreuzen:	<input checked="" type="checkbox"/> freie Lüftung (Fenster+Fugen):	energetisch wirksamer Luftwechsel n = natürl. Luftwechsel		0,50	1/h				
	<input type="checkbox"/> mechan. Lüftung:	energetisch wirksamer Luftwechsel n _L = (n _{Average} [1/h] * h _{WBO} + n _{Rest} [1/h]) / h _{WBO}			1/h				
		V _L [m ³]	n [1/h]	c _{Luft} [Wh/(m ³ K)]	Q _{Luft} [kWh/a]				
		397,5	*	0,50	*	0,34	*	91,9	= 6212 kWh/a 68 W/K
									EnEV 121 W/K

Summe Wärmeverluste Q_V	(12590 + 6212) * 0,85 = 15981 kWh/a 101 kWh/(m ² a)				
Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor	g-Wert [-]	Fläche [m ²]	Globalstr. HZ [kWh/(m ² a)]	
Fenster Horizontal	*	*	*	=	kWh/a kWh/(m ² a)
Fenster Süd	*	*	*	=	kWh/a kWh/(m ² a)
Fenster Ost	0,509	*	0,65	*	31,8 * 319,7 = 3362 kWh/a 21 kWh/(m ² a)
Fenster West	*	*	*	=	kWh/a kWh/(m ² a)
Fenster Nord	*	*	*	=	kWh/a kWh/(m ² a)
Wärmeangebot Solarstrahlung Q_S	Summe: 3362 kWh/a 21 kWh/(m ² a)				

Innere Wärmequellen Q_I	Faktor [kh/d]	Länge HZ [d/a]	spezif. Leistung [W/m ²]	A _{EB} [m ²]				
	0,024	*	228	*	2,5	*	159,0	= 2171 kWh/a 14 kWh/(m ² a)
Freie Wärme Q _F					Q _S + Q _I = 5533 kWh/a 35 kWh/(m ² a)			
Nutzungsgrad Wärmegewinne h _G					= 0,896			
Wärmegewinne Q_G					h _G * Q _F = 4958 kWh/a 31 kWh/(m ² a)			
Heizwärmebedarf Q _H	bezogen auf Wohnfläche		LEG	Q _V - Q _G = 11023 kWh/a 69 kWh/(m ² a)				
Heizwärmebedarf Q _H	bezogen auf Gebäudenutzfläche		EnEV (Würzburg)	12278 kWh/a 60 kWh/(m ² a)				

End- und Primärenergie Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (nur Teilsystem 1)				
	Heizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Summe
Bauart Wärmeerzeuger	BW	BW	-	-
Energieträger	Öl	Öl	-	-
Aufwandszahl Endenergie	1,28	0,99	-	-
Nutzenergiebedarf	69	13	5	88 kWh/(m ² a)
Endenergiebedarf	89	13	5	107 kWh/(m²a)
Primärenergiebedarf	98	14	16	128 kWh/(m ² a)
CO ₂ -äqui. Emissionen	26	4	4	34 kg/(m ² a)

Energiekennwert Heizwärme - Variante: IST

Berechnung nach DIN V 4108-6 Heizperiodenbilanz / Randbedingungen nach "Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung"

Projekt: BN Bayern - Datensatz 3	Baualtersklasse: EFH 53
Kennung: EFH	Energiebezugsfläche A _{EB} : 111,0 m²
Standort: München / Weihenstephan	
Länge der Heizzeit: 325 d/a	Nachtsenkung: 7,0 h/d
mittlere Außentemperatur: 6,3 °C	räumliche Teilbeheizung: x
Raum-Solltemperatur: 18,0 °C	mittlere Raumtemp. HP: 16,2 °C

Außenwände	Fläche [m²]	k-Wert [W/(m²K)]	Reduktionsfaktor f _r	Q [kWh/a]	EnEV	W/K
Außenwand	138,6	0,93	1,0	91,3	11763	129
-						
-						
-						
-						
teilsanierte AW im IST-Zustand						
Steldach / Flachdach / oberste Geschossdecke						
Steldach	95,1	1,11	1,0	91,3	9633	106
-						
-						
-						
-						
-						
Bauteile gegen unbeheizten Bereich / Erdreich						
Kellerdecke	84,4	1,01	0,6	91,3	4668	51
-						
-						
-						
Fenster						
-						
-						
Fenster Ost	22,2	2,80	1,0	91,3	5673	62
-						
-						
lineare Wärmebrücken						
WB pauschal	340,3		1,0	91,3		
-						
-						
Transmissionswärmeverluste Q _T					31737	349
						365

Luftvolumen V _L	111,0	2,5	278
an Kreuzen:	<input checked="" type="checkbox"/> freie Lüftung (Fenster+Fugen): energetisch wirksamer Luftwechsel n = natürl. Luftwechsel 0,60 1/h		
	<input type="checkbox"/> mechan. Lüftung: energetisch wirksamer Luftwechsel n _L = (n _{Average} + n _{Rest}) * (1 - h _{WVRC})		

Lüftungswärmeverluste Q _L	277,5	0,60	0,34	91,3	5166	57
						84

Summe Wärmeverluste Q _V	31737	5166	0,85	31368	283
------------------------------------	-------	------	------	-------	-----

Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor	g-Wert [-]	Fläche [m²]	Globalstr. HZ [kWh/(m²a)]	Q _G [kWh/a]	W/K
Fenster Horizontal	*	*	*	*	*	
Fenster Süd	*	*	*	*	*	
Fenster Ost	0,509	0,75	22,2	586,9	4971	45
Fenster West	*	*	*	*	*	
Fenster Nord	*	*	*	*	*	
Wärmeangebot Solarstrahlung Q _G					4971	45

Innere Wärmequellen Q _I	0,024	325	2,5	111,0	2161	19
Freie Wärme Q _F					7132	64
Nutzungsgrad Wärmegewinne h _G					0,932	

Wärmegewinne Q _G					6645	60
-----------------------------	--	--	--	--	------	----

Heizwärmebedarf Q _H	bezogen auf Wohnfläche	LEG	Q _V - Q _G	24722	223
Heizwärmebedarf Q _H	bezogen auf Gebäudenutzfläche	EnEV (Würzburg)		25284	178

	Heizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Summe
Bauart Wärmeerzeuger	NT-Kessel	NT-Kessel	-	-
Energieträger	Öl	Öl	-	-
Aufwandszahl Endenergie	1,25	2,10	-	-
Nutzenergiebedarf	223	13	5	241
Endenergiebedarf	278	27	5	311
Primärenergiebedarf	306	30	16	352
CO ₂ -äqui. Emissionen	83	8	4	95

Energiekennwert Heizwärme - Variante: Alle, inkl. Heizung & Solarthermie

Berechnung nach DIN V 4108-6 Heizperiodenbilanz / Randbedingungen nach "Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung"

Projekt: BN Bayern - Datensatz 3	Baualtersklasse: EFH 53	
Kennung: EFH	Energiebezugsfläche A _{EB} : 111,0	m ²
Standort: München / Weißenstephan		
Länge der Heizzeit: 244	d/a	Nachtsabsenkung: 7,0
mittlere Außentemperatur: 3,7	°C	räumliche Teilbeheizung: x
Raum-Solltemperatur: 20,0	°C	mittlere Raumtemp. HP: 16,5
		°C

Außenwände	Fläche [m ²]	k-Wert [W/(m ² K)]	Reduktionsfaktor f _r	Q [kWh/a]						
Außenwand	138,6	*	0,18	*	1,0	*	95,5	=	2343 kWh/a	25 W/K
-									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
teilsanierte AW im IST-Zustand									kWh/a	W/K
Steldach / Flachdach / oberste Geschossdecke										
Steldach	95,1	*	0,17	*	1,0	*	95,5	=	1573 kWh/a	16 W/K
-									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
Bauteile gegen unbeheizten Bereich / Erdreich										
Kellerdecke	84,4	*	0,37	*	0,6	*	95,5	=	1787 kWh/a	19 W/K
-									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
Fenster										
-									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
Fenster Ost	22,2	*	1,35	*	1,0	*	95,5	=	2861 kWh/a	30 W/K
-									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
lineare Wärmebrücken										
WB pauschal	340,3	*	0,05	*	1,0	*	95,5	=	1624 kWh/a	17 W/K
-									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
Transmissionswärmeverluste Q_T							Summe		10188 kWh/a	107 W/K
									EnEV	124 W/K

		Bezugsfläche [m ²]	Raumhöhe [m]								
Luftvolumen V _L		111,0	*	2,5	=	278 m ³					
ankreuzen:	<input checked="" type="checkbox"/> freie Lüftung (Fenster+Fugen):	energetisch wirksamer Luftwechsel n = natürl. Luftwechsel		<input type="text" value="0,50"/>	1/h						
	<input type="checkbox"/> mechan. Lüftung:	<input type="text" value="n<sub>Average</sub> [1/h]"/>	<input type="text" value="h<sub>WVBC</sub>"/>	<input type="text" value="n<sub>Rest</sub> [1/h]"/>							
		energetisch wirksamer Luftwechsel n _L = (1 -) +		<input type="text" value=""/>	1/h						
		V _L [m ³]	n [1/h]	c _{Luft} [Wh/(m ³ K)]	Q _{TLuft}						
Lüftungswärmeverluste Q _L		277,5	*	0,50	*	0,34	*	95,5	=	4503 kWh/a	47 W/K
										EnEV	84 W/K

	Q _T [kWh/a]	Q _L [kWh/a]	Nacht-Wochenendabs.	
Summe Wärmeverluste Q_V	(10188 + 4503) *	0,89	=	13075 kWh/a
				118 kWh/(m ² a)

Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor	g-Wert [-]	Fläche [m ²]	Globalstr. HZ [kWh/(m ² a)]		
Fenster Horizontal	*	*	*	*	=	kWh/a
Fenster Süd	*	*	*	*	=	kWh/a
Fenster Ost	0,509	0,65	22,2	363,2	=	2666 kWh/a
Fenster West	*	*	*	*	=	kWh/a
Fenster Nord	*	*	*	*	=	kWh/a
Wärmeangebot Solarstrahlung Q_S				Summe		2666 kWh/a
						24 kWh/(m ² a)

	Faktor [kh/d]	Länge HZ [d/a]	spezif. Leistung [W/m ²]	A _{EB} [m ²]							
Innere Wärmequellen Q _I	0,024	*	244	*	2,5	*	111,0	=	1622 kWh/a	15 kWh/(m ² a)	
Freie Wärme Q _F									Q _S + Q _I =	4288 kWh/a	39 kWh/(m ² a)
Nutzungsgrad Wärmegewinne h _G									=	0,902	-
Wärmegewinne Q_G									h _G * Q _F =	3866 kWh/a	35 kWh/(m ² a)
Heizwärmebedarf Q _H	bezogen auf Wohnfläche		LEG	Q _V - Q _G =	9208 kWh/a	83 kWh/(m ² a)					
Heizwärmebedarf Q _H	bezogen auf Gebäudenutzfläche		EnEV (Würzburg)		9561 kWh/a	67 kWh/(m ² a)					

End- und Primärenergie Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (nur Teilsystem 1)

	Heizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Summe	
Bauart Wärmeerzeuger	BW	BW	-	-	
Energieträger	Öl	Öl	-	-	
Aufwandszahl Endenergie	1,28	0,99	-	-	
Nutzenergiebedarf	83	13	5	101	kWh/(m ² a)
Endenergiebedarf	106	13	5	124	kWh/(m²a)
Primärenergiebedarf	117	14	16	147	kWh/(m ² a)
CO ₂ -äqui. Emissionen	32	4	4	39	kg/(m ² a)

Energiekennwert Heizwärme - Variante: IST

Berechnung nach DIN V 4108-6 Heizperiodenbilanz / Randbedingungen nach "Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung"

Projekt: BN Bayern - Datensatz 4	Baualtersklasse: EFH 70
Kennung: EFH	Energiebezugsfläche A _{EB} : 240,0 m²
Standort: München / Weihenstephan	
Länge der Heizzeit: 307 d/a	Nachtsabsenkung: 7,0 h/d
mittlere Außentemperatur: 5,7 °C	räumliche Teilbeheizung: x
Raum-Solltemperatur: 19,0 °C	mittlere Raumtemp. HP: 15,0 °C

Außenwände	Fläche [m²]	k-Wert [W/(m²K)]	Reduktionsfaktor f _r	Q [kWh/a]	EnEV	W/K
Außenwand	281,5	1,21	1,0	98,0	33378	341
-						
-						
-						
-						
teilsanierte AW im IST-Zustand						
Steldach / Flachdach / oberste Geschossdecke						
Steldach	130,9	0,92	1,0	98,0	11801	120
-						
-						
-						
oberste Geschossdecke						
-						
-						
Bauteile gegen unbeheizten Bereich / Erdreich						
Kellerdecke	116,1	0,85	0,6	98,0	5802	59
-						
-						
-						
Fenster						
-						
-						
Fenster Ost	48,0	2,80	1,0	98,0	13170	134
-						
-						
lineare Wärmebrücken						
WB pauschal	576,5		1,0	98,0		
-						
-						
Transmissionswärmeverluste Q_T					64152	655
						EnEV 683

Luftvolumen V _L	Bezugsfläche [m²]	Raumhöhe [m]	energetisch wirksamer Luftwechsel n	natürl. Luftwechsel
240,0	240,0	2,5	0,60	0,60
ankreuzen: <input checked="" type="checkbox"/> freie Lüftung (Fenster+Fugen): energetisch wirksamer Luftwechsel n = natürl. Luftwechsel 0,60 1/h <input type="checkbox"/> mechan. Lüftung: energetisch wirksamer Luftwechsel n _{Luft} = (n _{Auße} + n _{Rest}) * (1 - h _{WV}) + n _{Rest} 1/h				
V _L [m³]	n [1/h]	c _{Luft} [Wh/(m³K)]	Q _{T,Luft} [kWh/a]	
600,0	0,60	0,34	11995	122
				EnEV 182
Summe Wärmeverluste Q_V			64152 + 11995	0,75
			57110	238

Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor	g-Wert [-]	Fläche [m²]	Globalstr. HZ [kWh/(m²a)]	Q _G [kWh/a]	W/K
Fenster Horizontal	*	*	*	=		
Fenster Süd	*	*	*	=		
Fenster Ost	0,509	0,75	48,0	536,9	9833	41
Fenster West	*	*	*	=		
Fenster Nord	*	*	*	=		
Wärmeangebot Solarstrahlung Q_G					9833	41

Innere Wärmequellen Q _I	Faktor [kh/d]	Länge HZ [d/a]	spezif. Leistung [W/m²]	A _{EB} [m²]	Q _I [kWh/a]	W/K	
Freie Wärme Q _F	0,024	307	2,5	240,0	4413	18	
Nutzungsgrad Wärmegewinne h _G						0,925	
Wärmegewinne Q_G					13180	55	
Heizwärmebedarf Q _H bezogen auf Wohnfläche			LEG		Q _V - Q _G	43931	183
Heizwärmebedarf Q _H bezogen auf Gebäudenutzfläche			EnEV (Würzburg)			47722	155

End- und Primärenergie Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (nur Teilsystem 1)

	Heizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Summe
Bauart Wärmeerzeuger	NT-Kessel	NT-Kessel	-	-
Energieträger	Öl	Öl	-	-
Aufwandszahl Endenergie	1,25	2,10	-	-
Nutzenergiebedarf	183	13	8	204
Endenergiebedarf	229	27	8	264
Primärenergiebedarf	252	30	25	306
CO ₂ -äqui. Emissionen	69	8	6	82

Energiekennwert Heizwärme - Variante: Alle, inkl. Heizung & Solarthermie

Berechnung nach DIN V 4108-6 Heizperiodenbilanz / Randbedingungen nach "Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung"

Projekt: BN Bayern - Datensatz 4	Baualtersklasse: EFH 70	
Kennung: EFH	Energiebezugsfläche A _{EB} : 240,0	m ²
Standort: München / Weißenstephan		
Länge der Heizzeit: 215 d/a	Nachtabsenkung: 7,0 h/d	
mittlere Außentemperatur: 2,8 °C	räumliche Teilbeheizung: x	
Raum-Solltemperatur: 20,0 °C	mittlere Raumtemp. HP: 15,4 °C	

Außenwände	Fläche [m ²]	k-Wert [W/(m ² K)]	Reduktionsfaktor f _r	Q [kWh/a]						
Außenwand	281,5	0,19	1,0	88,8	=	4628	kWh/a	52	W/K	
-							kWh/a		W/K	
-							kWh/a		W/K	
-							kWh/a		W/K	
-							kWh/a		W/K	
teilsanierte AW im IST-Zustand							kWh/a		W/K	
Steldach / Flachdach / oberste Geschossdecke										
Steldach	130,9	0,17	1,0	88,8	=	1950	kWh/a	22	W/K	
-							kWh/a		W/K	
-							kWh/a		W/K	
-							kWh/a		W/K	
oberste Geschossdecke							kWh/a		W/K	
-							kWh/a		W/K	
-							kWh/a		W/K	
Bauteile gegen unbeheizten Bereich / Erdreich										
Kellerdecke	116,1	0,35	0,6	88,8	=	2139	kWh/a	24	W/K	
-							kWh/a		W/K	
-							kWh/a		W/K	
-							kWh/a		W/K	
Fenster										
-							kWh/a		W/K	
-							kWh/a		W/K	
Fenster Ost	48,0	1,35	1,0	88,8	=	5751	kWh/a	65	W/K	
-							kWh/a		W/K	
-							kWh/a		W/K	
lineare Wärmebrücken										
WB pauschal	576,5	0,05	1,0	88,8	=	2558	kWh/a	29	W/K	
-							kWh/a		W/K	
-							kWh/a		W/K	
Transmissionswärmeverluste Q_T						Summe	17026	kWh/a	192	W/K

	Bezugsfläche [m ²]	Raumhöhe [m]												
Luftvolumen V _L	240,0	2,5	=	600	m ³									
ankreuzen: <input checked="" type="checkbox"/> freie Lüftung (Fenster+Fugen):	energetisch wirksamer Luftwechsel n = natürl. Luftwechsel			0,50	1/h									
<input type="checkbox"/> mechan. Lüftung:	n _{Ausg} [1/h]	n _{Rest} [1/h]												
	energetisch wirksamer Luftwechsel n _L = (1 - h _{WBC}) * n _{Ausg} + n _{Rest}													
	V _L [m ³]	n [1/h]	c _{Luft} [Wh/(m ³ K)]	Q _{Luft} [kWh/a]										
Lüftungswärmeverluste Q _L	600,0	0,50	0,34	88,8	=	9053	kWh/a	102	W/K					
Summe Wärmeverluste Q_V						Summe	17026	+	9053	=	21646	kWh/a	90	kWh/(m²a)

Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor	g-Wert [-]	Fläche [m ²]	Globalstr. HZ [kWh/(m ² a)]						
Fenster Horizontal	*	*	*	*	=		kWh/a	kWh/(m ² a)		
Fenster Süd	*	*	*	*	=		kWh/a	kWh/(m ² a)		
Fenster Ost	0,509	0,65	48,0	284,6	=	4517	kWh/a	19	kWh/(m ² a)	
Fenster West	*	*	*	*	=		kWh/a	kWh/(m ² a)		
Fenster Nord	*	*	*	*	=		kWh/a	kWh/(m ² a)		
Wärmeangebot Solarstrahlung Q_S						Summe	4517	kWh/a	19	kWh/(m²a)

Innere Wärmequellen Q _I	Faktor [kh/d]	Länge HZ [d/a]	spezif. Leistung [W/m ²]	A _{EB} [m ²]					
Freie Wärme Q _F	0,024	215	2,5	240,0	=	3090	kWh/a	13	kWh/(m ² a)
Nutzungsgrad Wärmegewinne h _G									
Wärmegewinne Q_G									
Heizwärmebedarf Q _H bezogen auf Wohnfläche			LEG	Q _V - Q _G	=	14840	kWh/a	62	kWh/(m ² a)
Heizwärmebedarf Q _H bezogen auf Gebäudenutzfläche			EnEV (Würzburg)		=	17577	kWh/a	57	kWh/(m ² a)

End- und Primärenergie Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (nur Teilsystem 1)				
	Heizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Summe
Bauart Wärmeerzeuger	BW	BW	-	-
Energieträger	Öl	Öl	-	-
Aufwandszahl Endenergie	1,28	0,99	-	-
Nutzenergiebedarf	62	13	8	83
Endenergiebedarf	79	13	8	100
Primärenergiebedarf	87	14	25	126
CO ₂ -äqui. Emissionen	24	4	6	33

Energiekennwert Heizwärme - Variante: IST

Berechnung nach DIN V 4108-6 Heizperiodenbilanz / Randbedingungen nach "Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung"

Projekt: BN Bayern - Datensatz 5	Baualtersklasse: REH 64
Kennung: EFH	Energiebezugsfläche A _{EB} : 135,0 m ²
Standort: München / Weihenstephan	
Länge der Heizzeit: 320 d/a	Nachtabsenkung: 7,0 h/d
mittlere Außentemperatur: 6,1 °C	räumliche Teilbeheizung: x
Raum-Solltemperatur: 19,0 °C	mittlere Raumtemp. HP: 14,5 °C

Außenwände	Fläche [m ²]	k-Wert [W/(m ² K)]	Reduktionsfaktor f _r	Q [kWh/a]					
Außenwand	133,4	*	1,21	*	1,0	*	99,1	= 15992 kWh/a	161 W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
teilsanierte AW im IST-Zustand								kWh/a	W/K
Steldach / Flachdach / oberste Geschossdecke									
Steldach	55,4	*	0,92	*	1,0	*	99,1	= 5050 kWh/a	51 W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
oberste Geschossdecke	38,1	*	1,23	*	1,0	*	99,1	= 4643 kWh/a	47 W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
Bauteile gegen unbeheizten Bereich / Erdreich									
Kellerdecke	75,6	*	0,97	*	0,6	*	99,1	= 4359 kWh/a	44 W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
Fenster									
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
Fenster Ost	27,0	*	2,80	*	1,0	*	99,1	= 7490 kWh/a	76 W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
lineare Wärmebrücken									
WB pauschal	329,5	*		*	1,0	*	99,1	= kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
Transmissionswärmeverluste Q_T	Summe:							37533 kWh/a	379 W/K

		Bezugsfläche [m ²]	Raumhöhe [m]							
Luftvolumen V _L		135,0	*	2,5	= 338 m ³					
ankreuzen:	<input checked="" type="checkbox"/> freie Lüftung (Fenster+Fugen):	energetisch wirksamer Luftwechsel n = natürl. Luftwechsel		0,60	1/h					
	<input type="checkbox"/> mechan. Lüftung:	energetisch wirksamer Luftwechsel n _L		= (1 - $\frac{h_{WP,G}}{h_{WP,G}}$) * n _{Rest} [1/h]						
		V _L [m ³]	n [1/h]	c _{Luft} [Wh/(m ³ K)]	Q _{L,trag}					
Lüftungswärmeverluste Q _L		337,5	*	0,60	*	0,34	*	99,1	= 6821 kWh/a	69 W/K
		Summe:							EnEV	103 W/K

		Q _T [kWh/a]	Q _L [kWh/a]	Nacht-Wochenendabs.					
Summe Wärmeverluste Q_V		(37533 + 6821)	*	0,81	= 35927 kWh/a	266 kWh/(m ² a)			
Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor	g-Wert [-]	Fläche [m ²]	Globalstr. HZ [kWh/(m ² a)]					
Fenster Horizontal	*	*	*	=	kWh/a	kWh/(m ² a)			
Fenster Süd	*	*	*	=	kWh/a	kWh/(m ² a)			
Fenster Ost	0,509	*	0,75	*	27,0	*	572,7	= 5900 kWh/a	44 kWh/(m ² a)
Fenster West	*	*	*	=	kWh/a	kWh/(m ² a)			
Fenster Nord	*	*	*	=	kWh/a	kWh/(m ² a)			
Wärmeangebot Solarstrahlung Q_S	Summe:							5900 kWh/a	44 kWh/(m ² a)

		Faktor [kh/d]	Länge HZ [d/a]	spezif. Leistung [W/m ²]	A _{EB} [m ²]					
Innere Wärmequellen Q_I		0,024	*	320	*	2,5	*	135,0	= 2587 kWh/a	19 kWh/(m ² a)
Freie Wärme Q _F								Q _G + Q _I =	8487 kWh/a	63 kWh/(m ² a)
Nutzungsgrad Wärmegewinne h _G								=	0,929	-
Wärmegewinne Q_G								h _G * Q _F =	7886 kWh/a	58 kWh/(m ² a)
Heizwärmebedarf Q _H	bezogen auf Wohnfläche		LEG		Q _V - Q _G =		28041 kWh/a	208 kWh/(m ² a)		
Heizwärmebedarf Q _H	bezogen auf Gebäudenutzfläche		EnEV (Würzburg)				26942 kWh/a	156 kWh/(m ² a)		

End- und Primärenergie Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (nur Teilsystem 1)

	Heizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Summe	
Bauart Wärmeerzeuger	NT-Kessel	NT-Kessel	-	-	
Energieträger	Gas	Gas	-	-	
Aufwandszahl Endenergie	1,31	2,10	-	-	
Nutzenergiebedarf	208	13	6	227	kWh/(m ² a)
Endenergiebedarf	272	27	6	305	kWh/(m²a)
Primärenergiebedarf	299	30	17	347	kWh/(m ² a)
CO ₂ -äqui. Emissionen	73	7	4	85	kg/(m ² a)

Energiekennwert Heizwärme - Variante: Alle, inkl. Heizung & Solarthermie

Berechnung nach DIN V 4108-6 Heizperiodenbilanz / Randbedingungen nach "Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung"

Projekt: BN Bayern - Datensatz 5	Baualtersklasse: REH 64
Kennung: EFH	Energiebezugsfläche A_{EB} : 135,0 m ²
Standort: München / Weißenstephan	
Länge der Heizzeit: 242 d/a	Nachtsenkung: 7,0 h/d
mittlere Außentemperatur: 2,6 °C	räumliche Teilbeheizung: x
Raum-Solltemperatur: 20,0 °C	mittlere Raumtemp. HP: 16,1 °C

Außenwände	Fläche [m ²]	k-Wert [W/(m ² K)]	Reduktionsfaktor f_r	Q [kWh/a]		
Außenwand	133,4	0,19	1,0	101,1	=	2498 kWh/a 25 W/K
-						kWh/a W/K
-						kWh/a W/K
-						kWh/a W/K
-						kWh/a W/K
teilsanierte AW im IST-Zustand						kWh/a W/K
Steldach / Flachdach / oberste Geschossdecke						
Steldach	55,4	0,17	1,0	101,1	=	940 kWh/a 9 W/K
-						kWh/a W/K
-						kWh/a W/K
-						kWh/a W/K
oberste Geschossdecke	38,1	0,18	1,0	101,1	=	677 kWh/a 7 W/K
-						kWh/a W/K
-						kWh/a W/K
Bauteile gegen unbeheizten Bereich / Erdreich						
Kellerdecke	75,6	0,36	0,6	101,1	=	1670 kWh/a 17 W/K
-						kWh/a W/K
-						kWh/a W/K
-						kWh/a W/K
Fenster						
-						kWh/a W/K
-						kWh/a W/K
Fenster Ost	27,0	1,35	1,0	101,1	=	3684 kWh/a 36 W/K
-						kWh/a W/K
-						kWh/a W/K
lineare Wärmebrücken						
WB pauschal	329,5	0,05	1,0	101,1	=	1665 kWh/a 16 W/K
-						kWh/a W/K
-						kWh/a W/K
Transmissionswärmeverluste Q_T						
						Summe: 11133 kWh/a 110 W/K
						EnEV: 125 W/K

Luftvolumen V_L	Bezugsfläche [m ²]	Raumhöhe [m]	
	135,0	2,5	= 338 m ³
ankreuzen: <input checked="" type="checkbox"/> freie Lüftung (Fenster+Fugen): energetisch wirksamer Luftwechsel $n =$ natürl. Luftwechsel <input type="text" value="0,50"/> 1/h			
<input type="checkbox"/> mechan. Lüftung: energetisch wirksamer Luftwechsel $n_L =$ $\frac{n_{Auge} [1/h] \cdot h_{WP} + n_{Rest} [1/h]}{h_{WP}}$			
Lüftungswärmeverluste Q_L	$V_L [m^3]$	$n [1/h]$	$c_{Luft} [Wh/(m^3K)]$
	337,5	0,50	0,34
			$Q_{T,HAZ} [kWh/a]$
			101,1
			= 5798 kWh/a 57 W/K
			EnEV: 103 W/K
Summe Wärmeverluste Q_V	$Q_T [kWh/a]$	$Q_L [kWh/a]$	Nacht-Wochenendabs.
	(11133	+ 5798) * 0,87 = 14730 kWh/a 109 kWh/(m ² a)

Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor	g-Wert [-]	Fläche [m ²]	Globalstr. HZ [kWh/(m ² a)]		
Fenster Horizontal	*	*	*	=		kWh/a kWh/(m ² a)
Fenster Süd	*	*	*	=		kWh/a kWh/(m ² a)
Fenster Ost	0,509	0,65	27,0	409,0	=	3652 kWh/a 27 kWh/(m ² a)
Fenster West	*	*	*	=		kWh/a kWh/(m ² a)
Fenster Nord	*	*	*	=		kWh/a kWh/(m ² a)
Wärmeangebot Solarstrahlung Q_G						Summe: 3652 kWh/a 27 kWh/(m ² a)

Innere Wärmequellen Q_I	Faktor [kh/d]	Länge HZ [d/a]	spezif. Leistung [W/m ²]	A_{EB} [m ²]		
	0,024	242	2,5	135,0	=	1957 kWh/a 14 kWh/(m ² a)
Freie Wärme Q_F						$Q_G + Q_I = 5608 kWh/a42 kWh/(m^2a)$
Nutzungsgrad Wärmegewinne h_G						= 0,886
Wärmegewinne Q_G						$h_G * Q_F = 4968 kWh/a37 kWh/(m^2a)$
Heizwärmebedarf Q_H	bezogen auf Wohnfläche		LEG			$Q_V - Q_G = 9762 kWh/a72 kWh/(m^2a)$
Heizwärmebedarf Q_H	bezogen auf Gebäudenutzfläche		EnEV (Würzburg)			9964 kWh/a 58 kWh/(m ² a)

End- und Primärenergie Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (nur Teilsystem 1)

	Heizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Summe	
Bauart Wärmeerzeuger	BW	BW	-	-	
Energieträger	Gas	Gas	-	-	
Aufwandszahl Endenergie	1,28	0,99	-	-	
Nutzenergiebedarf	72	13	6	91	kWh/(m ² a)
Endenergiebedarf	93	13	6	111	kWh/(m ² a)
Primärenergiebedarf	102	14	17	133	kWh/(m ² a)
CO ₂ -äqui. Emissionen	25	3	4	32	kg/(m ² a)

Energiekennwert Heizwärme - Variante: IST

Berechnung nach DIN V 4108-6 Heizperiodenbilanz / Randbedingungen nach "Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung"

Projekt: BN Bayern - Datensatz 6	Baualtersklasse: REH 75
Kennung: EFH	Energiebezugsfläche A _{EB} : 147,0 m²
Standort: München / Weihenstephan	
Länge der Heizzeit: 342 d/a	Nachtsabsenkung: 7,0 h/d
mittlere Außentemperatur: 6,8 °C	räumliche Teilbeheizung: x
Raum-Solltemperatur: 20,0 °C	mittlere Raumtemp. HP: 17,5 °C

Außenwände	Fläche [m²]	k-Wert [W/(m²K)]	Reduktionsfaktor f _r	Q [kWh/a]	EnEV	W/K
Außenwand	138,9	0,80	1,0	12039	111	W/K
-						W/K
-						W/K
-						W/K
-						W/K
teilsanierte AW im IST-Zustand						W/K
Steldach / Flachdach / oberste Geschossdecke						
Steldach	46,4	1,11	1,0	5580	52	W/K
-						W/K
-						W/K
-						W/K
oberste Geschossdecke	41,5	0,52	1,0	2338	22	W/K
-						W/K
-						W/K
Bauteile gegen unbeheizten Bereich / Erdreich						
Kellerdecke	82,3	0,97	0,6	5190	48	W/K
-						W/K
-						W/K
-						W/K
Fenster						
-						W/K
-						W/K
Fenster Ost	29,4	2,80	1,0	8919	82	W/K
-						W/K
-						W/K
lineare Wärmebrücken						
WB pauschal	338,5		1,0			W/K
-						W/K
-						W/K
Transmissionswärmeverluste Q_T				Summe: 34066	314	W/K

Luftvolumen V _L	147,0	2,5	368		
Bezugsfläche [m²]	147,0	Raumhöhe [m]	2,5		
ankreuzen: <input checked="" type="checkbox"/> freie Lüftung (Fenster+Fugen): energetisch wirksamer Luftwechsel n = natürl. Luftwechsel 0,60 1/h					
<input type="checkbox"/> mechan. Lüftung: energetisch wirksamer Luftwechsel n _L = (n _{Average} + n _{Rest}) / (1 - h _{WBC}) 1/h					
Lüftungswärmeverluste Q_L	367,5	0,60	0,34	8123	75
					EnEV 112 W/K

Summe Wärmeverluste Q_V	34066	8123	0,81	34173	232
					kWh/a
Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor	g-Wert [-]	Fläche [m²]	Globalstr. HZ [kWh/(m²a)]	
Fenster Horizontal	*	*	*	=	W/K
Fenster Süd	*	*	*	=	W/K
Fenster Ost	0,509	0,75	29,4	634,0	7112
Fenster West	*	*	*	=	W/K
Fenster Nord	*	*	*	=	W/K
Wärmeangebot Solarstrahlung Q_S				Summe: 7112	48

Innere Wärmequellen Q_I	Faktor [kh/d]	Länge HZ [d/a]	spezif. Leistung [W/m²]	A _{EB} [m²]	3011	20
	0,024	342	2,5	147,0		kWh/a
Freie Wärme Q _F				Q _G + Q _I	10123	69
						kWh/a
Nutzungsgrad Wärmegewinne h _G					0,911	
Wärmegewinne Q_G				h _G * Q _F	9223	63
						kWh/a
Heizwärmebedarf Q _H bezogen auf Wohnfläche		LEG	Q _V - Q _G	24950	170	
						kWh/(m²a)
Heizwärmebedarf Q _H bezogen auf Gebäudenutzfläche		EnEV (Würzburg)		23184	123	
						kWh/(m²a)

End- und Primärenergie Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (nur Teilsystem 1)				
	Heizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Summe
Bauart Wärmeerzeuger	NT-Kessel	NT-Kessel	-	-
Energieträger	Gas	Gas	-	-
Aufwandszahl Endenergie	1,31	2,10	-	-
Nutzenergiebedarf	170	13	6	189
				kWh/(m²a)
Endenergiebedarf	222	27	6	255
				kWh/(m²a)
Primärenergiebedarf	245	30	17	292
				kWh/(m²a)
CO ₂ -äqui. Emissionen	60	7	4	71
				kg/(m²a)

Energiekennwert Heizwärme - Variante: Alle, inkl. Heizung & Solarthermie

Berechnung nach DIN V 4108-6 Heizperiodenbilanz / Randbedingungen nach "Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung"

Projekt: BN Bayern - Datensatz 6	Baualtersklasse: REH 75	
Kennung: EFH	Energiebezugsfläche A _{EB} : 147,0	m ²
Standort: München / Weißenstephan		
Länge der Heizzeit: 259 d/a	Nachtsabsenkung: 7,0 h/d	
mittlere Außentemperatur: 4,2 °C	räumliche Teilbeheizung: x	
Raum-Solltemperatur: 20,0 °C	mittlere Raumtemp. HP: 17,9 °C	

Außenwände	Fläche [m ²]	k-Wert [W/(m ² K)]	Reduktionsfaktor f _r	Q [kWh/a]			
Außenwand	138,9	*	0,17	*	1,0	*	98,2 = 2343 kWh/a 24 W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
teilsanierte AW im IST-Zustand							kWh/a W/K
Steldach / Flachdach / oberste Geschossdecke							
Steldach	46,4	*	0,17	*	1,0	*	98,2 = 789 kWh/a 8 W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
oberste Geschossdecke	41,5	*	0,15	*	1,0	*	98,2 = 600 kWh/a 6 W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
Bauteile gegen unbeheizten Bereich / Erdreich							
Kellerdecke	82,3	*	0,36	*	0,6	*	98,2 = 1767 kWh/a 18 W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
Fenster							
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
Fenster Ost	29,4	*	1,35	*	1,0	*	98,2 = 3898 kWh/a 40 W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
lineare Wärmebrücken							
WB pauschal	338,5	*	0,05	*	1,0	*	98,2 = 1662 kWh/a 17 W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
Transmissionswärmeverluste Q_T							Summe: 11060 kWh/a 113 W/K

	Luftvolumen V _L	Bezugsfläche [m ²]	Raumhöhe [m]				
		147,0	*	2,5 = 368 m ³			
ankreuzen:	<input checked="" type="checkbox"/> freie Lüftung (Fenster+Fugen):	energetisch wirksamer Luftwechsel n = natürl. Luftwechsel		0,50 1/h			
	<input type="checkbox"/> mechan. Lüftung:	energetisch wirksamer Luftwechsel n _L = (n _{Average} [1/h] * h _{WBC}) + n _{Rest} [1/h]					
	V _L [m ³]	n [1/h]	c _{Luft} [Wh/(m ³ K)]	Q _{TLuft} [kWh/a]			
	367,5	*	0,50	*	0,34	*	98,2 = 6136 kWh/a 62 W/K
							EnEV 112 W/K
Summe Wärmeverluste Q_V							Q_T [kWh/a] + Q_{TLuft} [kWh/a] = 11060 + 6136 = 17196 kWh/a 102 kWh/(m²a)

Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor	g-Wert [-]	Fläche [m ²]	Globalstr. HZ [kWh/(m ² a)]	Q _G [kWh/a]		
Fenster Horizontal	*	*	*	*		kWh/a kWh/(m ² a)	
Fenster Süd	*	*	*	*		kWh/a kWh/(m ² a)	
Fenster Ost	0,509	*	0,65	*	29,4	*	405,8 = 3945 kWh/a 27 kWh/(m ² a)
Fenster West	*	*	*	*		kWh/a kWh/(m ² a)	
Fenster Nord	*	*	*	*		kWh/a kWh/(m ² a)	
Wärmeangebot Solarstrahlung Q_G					Summe: 3945 kWh/a	27 kWh/(m²a)	

Innere Wärmequellen Q _I	Faktor [kWh/d]	Länge HZ [d/a]	spezif. Leistung [W/m ²]	A _{EB} [m ²]	Q _I [kWh/a]		
Freie Wärme Q _F	0,024	*	259	*	2,5	*	147,0 = 2280 kWh/a 16 kWh/(m ² a)
Nutzungsgrad Wärmegewinne h _G							Q _G + Q _I = 6225 kWh/a 42 kWh/(m ² a)
Wärmegewinne Q_G							h _G * Q _F = 0,875 * 2280 = 1985 kWh/a 13 kWh/(m ² a)
Heizwärmebedarf Q _H bezogen auf Wohnfläche							Q _V - Q _G = 17196 - 1985 = 15211 kWh/a 102 kWh/(m ² a)
Heizwärmebedarf Q _H bezogen auf Gebäudenutzfläche							EnEV (Würzburg) 10314 kWh/a 55 kWh/(m ² a)

End- und Primärenergie Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (nur Teilsystem 1)

	Heizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Summe	
Bauart Wärmeerzeuger	BW	BW	-	-	
Energieträger	Gas	Gas	-	-	
Aufwandszahl Endenergie	1,28	0,99	-	-	
Nutzenergiebedarf	65	13	6	84	kWh/(m ² a)
Endenergiebedarf	83	13	6	101	kWh/(m²a)
Primärenergiebedarf	91	14	17	123	kWh/(m ² a)
CO ₂ -äqui. Emissionen	22	3	4	30	kg/(m ² a)

Energiekennwert Heizwärme - Variante: IST

Berechnung nach DIN V 4108-6 Heizperiodenbilanz / Randbedingungen nach "Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung"

Projekt: BN Bayern - Datensatz 7	Baualtersklasse: RMH 69
Kennung: EFH	Energiebezugsfläche A_{EB} : 97,0 m ²
Standort: --	
Länge der Heizzeit: 336 d/a	Nachtabsenkung: 7,0 h/d
mittlere Außentemperatur: 6,6 °C	räumliche Teilbeheizung: x
Raum-Solltemperatur: 20,0 °C	mittlere Raumtemp. HP: 18,5 °C

Außenwände	Fläche [m ²]	k-Wert [W/(m ² K)]	Reduktionsfaktor f_r	Q [kWh/a]			
Außenwand	71,2	0,80	1,0	108,1	=	6155	57
-							
-							
-							
-							
teilsanierte AW im IST-Zustand							
Steldach / Flachdach / oberste Geschossdecke							
Steldach		1,11					
-							
-							
-							
oberste Geschossdecke	64,5	0,52	1,0	108,1	=	3624	34
-							
-							
Bauteile gegen unbeheizten Bereich / Erdreich							
Kellerdecke	64,5	0,97	0,6	108,1	=	4056	38
-							
-							
-							
Fenster							
-							
-							
Fenster Ost	19,4	2,80	1,0	108,1	=	5870	54
-							
-							
lineare Wärmebrücken							
WB pauschal	219,6		1,0	108,1	=		
-							
-							
Transmissionswärmeverluste Q_T						19705	182
							187

Luftvolumen V_L		Bezugsfläche [m ²]	Raumhöhe [m]	
		97,0	2,5	= 243 m ³
ankreuzen:	<input checked="" type="checkbox"/> freie Lüftung (Fenster+Fugen):	energetisch wirksamer Luftwechsel n = natürl. Luftwechsel		0,60 1/h
	<input type="checkbox"/> mechan. Lüftung:	$n_{Average}$ [1/h]	n_{HWRG}	n_{Best} [1/h]
		energetisch wirksamer Luftwechsel n_L = $n_{Average} * (1 - \frac{n_{HWRG}}{n_{Best}}) + n_{Best}$ 1/h		
Lüftungswärmeverluste Q_L	V_L [m ³]	n [1/h]	c_{Luft} [Wh/(m ³ K)]	$Q_{T,Pauchal}$
	242,5	0,60	0,34	108,1
				= 5346 kWh/a
				EnEV 74

Summe Wärmeverluste Q_V	Q_T [kWh/a]	+	Q_L [kWh/a]	=	Q_V [kWh/a]	
	19705		5346		22922	236
Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor	g-Wert [-]	Fläche [m ²]	Globalstr. HZ [kWh/(m ² a)]		
Fenster Horizontal	*	*	*	=		
Fenster Süd	*	*	*	=		
Fenster Ost	0,509	0,75	19,4	618,0	= 4574	47
Fenster West	*	*	*	=		
Fenster Nord	*	*	*	=		
Wärmeangebot Solarstrahlung Q_G				Summe	4574	47

Innere Wärmequellen Q_I	Faktor [kh/d]	Länge HZ [d/a]	spezif. Leistung [W/m ²]	A_{EB} [m ²]		
	0,024	336	2,5	97,0	=	1952
Freie Wärme Q_F					$Q_G + Q_I$	6526
Nutzungsgrad Wärmegewinne h_G						0,915
Wärmegewinne Q_G					$h_G * Q_F$	5969
Heizwärmebedarf Q_H	bezogen auf Wohnfläche		LEG	$Q_V - Q_G$		16953
Heizwärmebedarf Q_H	bezogen auf Gebäudenutzfläche		EnEV (Würzburg)			13373

End- und Primärenergie Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (nur Teilsystem 1)

	Heizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Summe
Bauart Wärmeerzeuger	NT-Kessel	NT-Kessel	-	-
Energieträger	Gas	Gas	-	-
Aufwandszahl Endenergie	1,31	2,10	-	-
Nutzenergiebedarf	175	13	6	194
Endenergiebedarf	229	27	6	262
Primärenergiebedarf	252	30	17	299
CO ₂ -äqui. Emissionen	62	7	4	73

Energiekennwert Heizwärme - Variante: Alle, inkl. Heizung & Solarthermie

Berechnung nach DIN V 4108-6 Heizperiodenbilanz / Randbedingungen nach "Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung"

Projekt: BN Bayern - Datensatz 7	Baualtersklasse: RMH 69	
Kennung: EFH	Energiebezugsfläche A _{EB} : 97,0	m ²
Standort: --		
Länge der Heizzeit: 246	d/a	Nachtsabsenkung: 7,0
mittlere Außentemperatur: 3,8	°C	räumliche Teilbeheizung: x
Raum-Solltemperatur: 20,0	°C	mittlere Raumtemp. HP: 18,6
		°C

Außenwände	Fläche [m ²]	k-Wert [W/(m ² K)]	Reduktionsfaktor f _r	Q [kWh/a]					
Außenwand	71,2	*	0,17	*	1,0	*	95,6	= 1170 kWh/a	12 W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
teilsanierte AW im IST-Zustand								kWh/a	W/K
Steldach / Flachdach / oberste Geschossdecke									
Steldach		1,11						kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
oberste Geschossdecke	64,5	*	0,15	*	1,0	*	95,6	= 908 kWh/a	9 W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
Bauteile gegen unbeheizten Bereich / Erdreich									
Kellerdecke	64,5	*	0,36	*	0,6	*	95,6	= 1348 kWh/a	14 W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
Fenster									
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
Fenster Ost	19,4	*	1,35	*	1,0	*	95,6	= 2505 kWh/a	26 W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
lineare Wärmebrücken									
WB pauschal	219,6	*	0,05	*	1,0	*	95,6	= 1050 kWh/a	11 W/K
-								kWh/a	W/K
-								kWh/a	W/K
Transmissionswärmeverluste Q _T								Summe: 6981 kWh/a	73 W/K
								EnEV	82 W/K

		Bezugsfläche [m ²]		Raumhöhe [m]					
Luftvolumen V _L		97,0		*		2,5		= 243 m ³	
ankreuzen: <input checked="" type="checkbox"/> freie Lüftung (Fenster+Fugen):		energetisch wirksamer Luftwechsel n =		natürl. Luftwechsel		0,50		1/h	
<input type="checkbox"/> mechan. Lüftung:		n _{Aerage} [1/h]		h _{WVG}		n _{Rest} [1/h]			
		energetisch wirksamer Luftwechsel n _L		* (1 -) +				1/h	
		V _L [m ³]		n [1/h]		c _{Luft} [Wh/(m ³ K)]		Q _{T,Luft}	
Lüftungswärmeverluste Q _L		242,5		*		0,50		*	
								3943 kWh/a	
								41 W/K	
								EnEV 74 W/K	

		Q _T [kWh/a]		Q _L [kWh/a]		Nacht-Wochenendabs.			
		(6981		+ 3943) *		0,92 = 10050 kWh/a	
								104 kWh/(m ² a)	
Ausrichtung der Fläche									
		Reduktionsfaktor		g-Wert [-]		Fläche [m ²]		Globalstr. HZ [kWh/(m ² a)]	
Fenster Horizontal		*		*		*		=	
Fenster Süd		*		*		*		=	
Fenster Ost		0,509		*		19,4		* 371,0 = 2380 kWh/a	
Fenster West		*		*		*		=	
Fenster Nord		*		*		*		=	
Wärmeangebot Solarstrahlung Q _S								Summe: 2380 kWh/a	25 kWh/(m ² a)

Innere Wärmequellen Q _I		Faktor [kh/d]		Länge HZ [d/a]		spezif. Leistung [W/m ²]		A _{EB} [m ²]	
		0,024		*		246		* 2,5 * 97,0 = 1429 kWh/a	
								15 kWh/(m ² a)	
Freie Wärme Q _F								Q _S + Q _I = 3809 kWh/a	
								39 kWh/(m ² a)	
Nutzungsgrad Wärmegewinne h _G								= 0,886	
Wärmegewinne Q _G								h _G * Q _F = 3376 kWh/a	
								35 kWh/(m ² a)	
Heizwärmebedarf Q _H		bezogen auf Wohnfläche		LEG				Q _V - Q _G = 6674 kWh/a	
								69 kWh/(m ² a)	
Heizwärmebedarf Q _H		bezogen auf Gebäudenutzfläche		EnEV (Würzburg)				6635 kWh/a	
								53 kWh/(m ² a)	

End- und Primärenergie Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (nur Teilsystem 1)

	Heizung		Warmwasser		Hilfsenergie		Summe	
Bauart Wärmeerzeuger	BW		BW		-		-	
Energieträger	Gas		Gas		-		-	
Aufwandszahl Endenergie	1,28		0,99		-		-	
Nutzenergiebedarf	69		13		6		88 kWh/(m ² a)	
Endenergiebedarf	88		13		6		107 kWh/(m²a)	
Primärenergiebedarf	97		14		17		128 kWh/(m ² a)	
CO ₂ -äqui. Emissionen	24		3		4		31 kg/(m ² a)	

Energiekennwert Heizwärme - Variante: IST

Berechnung nach DIN V 4108-6 Heizperiodenbilanz / Randbedingungen nach "Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung"

Projekt: BN Bayern - Datensatz 8	Baualtersklasse: MFH 52
Kennung: MFH	Energiebezugsfläche A _{EB} : 857,0 m²
Standort: München / Weißenstephan	
Länge der Heizzeit: 346 d/a	Nachtsabsenkung: 7,0 h/d
mittlere Außentemperatur: 7,0 °C	räumliche Teilbeheizung: x
Raum-Solltemperatur: 20,0 °C	mittlere Raumtemp. HP: 19,0 °C

Außenwände	Fläche [m²]	k-Wert [W/(m²K)]	Reduktionsfaktor f _r	Q [kWh/a]				
Außenwand	664,2	*	1,21	*	1,0	*	108,0 = 86759 kWh/a	804 W/K
-							kWh/a	W/K
-							kWh/a	W/K
-							kWh/a	W/K
-							kWh/a	W/K
teilsanierte AW im IST-Zustand							kWh/a	W/K
Steildach / Flachdach / oberste Geschossdecke							kWh/a	W/K
-							kWh/a	W/K
-							kWh/a	W/K
-							kWh/a	W/K
-							kWh/a	W/K
oberste Geschossdecke	379,9	*	1,17	*	1,0	*	108,0 = 47983 kWh/a	444 W/K
-							kWh/a	W/K
-							kWh/a	W/K
Bauteile gegen unbeheizten Bereich / Erdreich							kWh/a	W/K
Kellerdecke	379,9	*	0,97	*	0,6	*	108,0 = 23868 kWh/a	221 W/K
-							kWh/a	W/K
-							kWh/a	W/K
-							kWh/a	W/K
Fenster							kWh/a	W/K
-							kWh/a	W/K
Fenster Ost	171,4	*	2,70	*	1,0	*	108,0 = 49958 kWh/a	463 W/K
-							kWh/a	W/K
-							kWh/a	W/K
lineare Wärmebrücken							kWh/a	W/K
WB pauschal	1595,4	*		*	1,0	*	108,0 = kWh/a	W/K
-							kWh/a	W/K
-							kWh/a	W/K
Transmissionswärmeverluste Q _T							Summe: 208568 kWh/a	1932 W/K
							EnEV: 1923 W/K	

Luftvolumen V _L	Bezugsfläche [m²]	Raumhöhe [m]	
	857,0	*	2,5 = 2143 m³
ankreuzen: <input checked="" type="checkbox"/> freie Lüftung (Fenster+Fugen): energetisch wirksamer Luftwechsel n = natürl. Luftwechsel 0,60 1/h			
<input type="checkbox"/> mechan. Lüftung: energetisch wirksamer Luftwechsel n _L = (n _{Average} [1/h] * h _{WBO} + n _{Rest} [1/h]) / h _{WBO}			
Lüftungswärmeverluste Q _L	V _L [m³]	n [1/h]	c _{Luft} [Wh/(m³K)]
	2142,5	*	0,60
			0,34
			108,0
			= 47183 kWh/a
			EnEV: 623 W/K
Summe Wärmeverluste Q_V	Q _T [kWh/a]	Q _L [kWh/a]	Nacht-Wochenendabs.
	(208568 + 47183)	*	0,92 = 235291 kWh/a
			275 kWh/(m²a)

Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor	g-Wert [-]	Fläche [m²]	Globalstr. HZ [kWh/(m²a)]				
Fenster Horizontal	*	*	*	*	=	kWh/a		
Fenster Süd	*	*	*	*	=	kWh/a		
Fenster Ost	0,509	*	0,75	*	171,4	*	647,3 = 42331 kWh/a	49 kWh/(m²a)
Fenster West	*	*	*	*	=	kWh/a	kWh/(m²a)	
Fenster Nord	*	*	*	*	=	kWh/a	kWh/(m²a)	
Wärmeangebot Solarstrahlung Q_S					Summe:	42331 kWh/a	49 kWh/(m²a)	

Innere Wärmequellen Q _I	Faktor [kWh/d]	Länge HZ [d/a]	spezif. Leistung [W/m²]	A _{EB} [m²]				
	0,024	*	346	*	3,2	*	857,0 = 22815 kWh/a	27 kWh/(m²a)
Freie Wärme Q _F					Q _S + Q _I =	65146 kWh/a	76 kWh/(m²a)	
Nutzungsgrad Wärmegewinne h _G					=	0,917	-	
Wärmegewinne Q_G					h _G * Q _F =	59735 kWh/a	70 kWh/(m²a)	
Heizwärmebedarf Q _H	bezogen auf Wohnfläche		LEG	Q _V - Q _G =	175556 kWh/a	205 kWh/(m²a)		
Heizwärmebedarf Q _H	bezogen auf Gebäudenutzfläche		EnEV (Würzburg)		135369 kWh/a	129 kWh/(m²a)		

End- und Primärenergie Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (nur Teilsystem 1)

	Heizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Summe
Bauart Wärmeerzeuger	NT-Kessel	NT-Kessel	-	-
Energieträger	Gas	Gas	-	-
Aufwandszahl Endenergie	1,18	1,68	-	-
Nutzenergiebedarf	205	17	2	224 kWh/(m²a)
Endenergiebedarf	242	29	2	272 kWh/(m²a)
Primärenergiebedarf	266	31	5	302 kWh/(m²a)
CO ₂ -äqui. Emissionen	65	8	1	74 kg/(m²a)

Energiekennwert Heizwärme - Variante: Alle, inkl. Heizung & Solarthermie

Berechnung nach DIN V 4108-6 Heizperiodenbilanz / Randbedingungen nach "Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung"

Projekt: BN Bayern - Datensatz 8	Baualtersklasse: MFH 52
Kennung: MFH	Energiebezugsfläche A _{EB} : 857,0 m²
Standort: München / Weihenstephan	
Länge der Heizzeit: 249 d/a	Nachtabenkung: 7,0 h/d
mittlere Außentemperatur: 3,9 °C	räumliche Teilbeheizung: x
Raum-Solltemperatur: 20,0 °C	mittlere Raumtemp. HP: 19,1 °C

Außenwände	Fläche [m²]	k-Wert [W/(m²K)]	Reduktionsfaktor f _r	Q [kWh/a]			
Außenwand	664,2	*	0,19	*	1,0	*	96,2 = 11839 kWh/a 123 W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
teilsanierte AW im IST-Zustand							kWh/a W/K
Steildach / Flachdach / oberste Geschossdecke							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
oberste Geschossdecke	379,9	*	0,17	*	1,0	*	96,2 = 6383 kWh/a 66 W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
Bauteile gegen unbeheizten Bereich / Erdreich							kWh/a W/K
Kellerdecke	379,9	*	0,36	*	0,6	*	96,2 = 7989 kWh/a 83 W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
Fenster							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
Fenster Ost	171,4	*	1,35	*	1,0	*	96,2 = 22263 kWh/a 231 W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
lineare Wärmebrücken							kWh/a W/K
WB pauschal	1595,4	*	0,05	*	1,0	*	96,2 = 7675 kWh/a 80 W/K
-							kWh/a W/K
-							kWh/a W/K
Transmissionswärmeverluste Q _T							Summe: 56149 kWh/a 584 W/K

Luftvolumen V _L	857,0	*	2,5	=	2143 m³		
Bezugsfläche [m²]	857,0		Raumhöhe [m]	2,5			
ankreuzen: <input checked="" type="checkbox"/> freie Lüftung (Fenster+Fugen): energetisch wirksamer Luftwechsel n = natürl. Luftwechsel 0,50 1/h							
<input type="checkbox"/> mechan. Lüftung: energetisch wirksamer Luftwechsel n _L = (n _{Average} [1/h] * h _{WVGC} + n _{Rest} [1/h]) / h _{WVGC} = 1/h							
Lüftungswärmeverluste Q _L	2142,5	*	0,50	*	0,34	*	96,2 = 35043 kWh/a 364 W/K
							EnEV: 623 W/K

Summe Wärmeverluste Q_V	(56149 + 35043) *	0,94	=	85721 kWh/a 100 kWh/(m²a)	
Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor	g-Wert [-]	Fläche [m²]	Globalstr. HZ [kWh/(m²a)]	
Fenster Horizontal	*	*	*	=	kWh/a kWh/(m²a)
Fenster Süd	*	*	*	=	kWh/a kWh/(m²a)
Fenster Ost	0,509	*	0,65	*	171,4 * 379,0 = 21481 kWh/a 25 kWh/(m²a)
Fenster West	*	*	*	=	kWh/a kWh/(m²a)
Fenster Nord	*	*	*	=	kWh/a kWh/(m²a)
Wärmeangebot Solarstrahlung Q_S				Summe: 21481 kWh/a 25 kWh/(m²a)	

Innere Wärmequellen Q_I	Faktor [kh/d]	Länge HZ [d/a]	spezif. Leistung [W/m²]	A _{EB} [m²]	=	16419 kWh/a 19 kWh/(m²a)	
Freie Wärme Q _F	0,024	*	249	*	3,2	*	857,0 = 37899 kWh/a 44 kWh/(m²a)
Nutzungsgrad Wärmegewinne h _G							= 0,867
Wärmegewinne Q_G							h _G * Q _F = 32872 kWh/a 38 kWh/(m²a)
Heizwärmebedarf Q _H	bezogen auf Wohnfläche	LEG	Q _V - Q _G	=	52848 kWh/a 62 kWh/(m²a)		
Heizwärmebedarf Q _H	bezogen auf Gebäudenutzfläche	EnEV (Würzburg)		=	52793 kWh/a 50 kWh/(m²a)		

End- und Primärenergie Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (nur Teilsystem 1)				
	Heizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Summe
Bauart Wärmeerzeuger	BW	BW	-	-
Energieträger	Gas	Gas	-	-
Aufwandszahl Endenergie	1,21	1,01	-	-
Nutzenergiebedarf	62	17	2	80 kWh/(m²a)
Endenergiebedarf	75	17	2	93 kWh/(m²a)
Primärenergiebedarf	82	19	5	106 kWh/(m²a)
CO ₂ -äqui. Emissionen	20	5	1	26 kg/(m²a)

Energiekennwert Heizwärme - Variante: IST

Berechnung nach DIN V 4108-6 Heizperiodenbilanz / Randbedingungen nach "Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung"

Projekt: BN Bayern - Datensatz 9	Baualtersklasse: MFH 67
Kennung: MFH	Energiebezugsfläche A _{EB} : 1850,0 m²
Standort: München / Weißenstephan	
Länge der Heizzeit: 338 d/a	Nachtsabsenkung: 7,0 h/d
mittlere Außentemperatur: 6,7 °C	räumliche Teilbeheizung: x
Raum-Solltemperatur: 20,0 °C	mittlere Raumtemp. HP: 18,8 °C

Außenwände	Fläche [m²]	k-Wert [W/(m²K)]	Reduktionsfaktor f _r	Q [kWh/a]	EnEV	W/K
Außenwand	1310,0	1,21	1,0	107,9	171016	1585
-						
-						
-						
teilsanierte AW im IST-Zustand						
Steildach / Flachdach / oberste Geschossdecke						
-						
-						
-						
oberste Geschossdecke	615,1	1,41	1,0	107,9	93572	867
-						
-						
Bauteile gegen unbeheizten Bereich / Erdreich						
Kellerdecke	615,1	0,97	0,6	107,9	38623	358
-						
-						
Fenster						
-						
-						
Fenster Ost	370,0	2,80	1,0	107,9	111774	1036
-						
-						
lineare Wärmebrücken						
WB pauschal	2910,2		1,0	107,9		
-						
-						
Transmissionswärmeverluste Q_T					414984	3846
						3818

Luftvolumen V _L	1850,0	2,5	4625
Bezugsfläche [m²]	1850,0	Raumhöhe [m]	2,5
ankreuzen: <input checked="" type="checkbox"/> freie Lüftung (Fenster+Fugen): energetisch wirksamer Luftwechsel n = natürl. Luftwechsel 0,60 1/h			
<input type="checkbox"/> mechan. Lüftung: energetisch wirksamer Luftwechsel n _L = (n _{Average} + n _{Rest}) / 2			
Luftungswärmeverluste Q_L	4625,0	0,60	101794
			944
			1406

Summe Wärmeverluste Q_V	414984	101794	0,91	470268	254
Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor	g-Wert [-]	Fläche [m²]	Globalstr. HZ [kWh/(m²a)]	
Fenster Horizontal	*	*	*	*	
Fenster Süd	*	*	*	*	
Fenster Ost	0,509	0,75	370,0	625,1	88246
Fenster West	*	*	*	*	
Fenster Nord	*	*	*	*	
Wärmeangebot Solarstrahlung Q_S				88246	48

Innere Wärmequellen Q_I	Faktor [kWh/d]	Länge HZ [d/a]	spezif. Leistung [W/m²]	A _{EB} [m²]	48111	26
Freie Wärme Q _F					136357	74
Nutzungsgrad Wärmegewinne h _G					0,913	
Wärmegewinne Q_G					124496	67
Heizwärmebedarf Q _H bezogen auf Wohnfläche			LEG	Q _V - Q _G	345772	187
Heizwärmebedarf Q _H bezogen auf Gebäudenutzfläche			EnEV (Würzburg)		272153	115

End- und Primärenergie Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (nur Teilsystem 1)				
	Heizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Summe
Bauart Wärmeerzeuger	NT-Kessel	NT-Kessel	-	-
Energieträger	Gas	Gas	-	-
Aufwandszahl Endenergie	1,18	1,68	-	-
Nutzenergiebedarf	187	17	1	205
Endenergiebedarf	221	29	1	250
Primärenergiebedarf	243	31	4	278
CO ₂ -äqui. Emissionen	60	8	1	68

Energiekennwert Heizwärme - Variante: Alle, inkl. Heizung & Solarthermie

Berechnung nach DIN V 4108-6 Heizperiodenbilanz / Randbedingungen nach "Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung"

Projekt: BN Bayern - Datensatz 9	Baualtersklasse MFH 67
Kennung: MFH	Energiebezugsfläche A _{EB} : 1850,0 m²
Standort: München / Weihenstephan	
Länge der Heizzeit: 227 d/a	Nachtsenkung: 7,0 h/d
mittlere Außentemperatur: 3,1 °C	räumliche Teilbeheizung: x
Raum-Solltemperatur: 20,0 °C	mittlere Raumtemp. HP: 18,9 °C

Außenwände	Fläche [m²]	k-Wert [W/(m²K)]	Reduktionsfaktor f _r	Q [kWh/a]	EnEV	W/K
Außenwand	1310,0	0,19	1,0	92,1	22345	243
-						
-						
-						
teilsanierte AW im IST-Zustand						
Steildach / Flachdach / oberste Geschossdecke						
-						
-						
-						
-						
oberste Geschossdecke	615,1	0,18	1,0	92,1	10148	110
-						
-						
Bauteile gegen unbeheizten Bereich / Erdreich						
Kellerdecke	615,1	0,36	0,6	92,1	12378	134
-						
-						
-						
Fenster						
-						
-						
Fenster Ost	370,0	1,35	1,0	92,1	45990	500
-						
-						
lineare Wärmebrücken						
WB pauschal	2910,2	0,05	1,0	92,1	13397	146
-						
-						
Transmissionswärmeverluste Q _T					104257	1132
Summe					104257	1132

Luftvolumen V _L	1850,0	2,5	4625			
Bezugsfläche [m²]	1850,0	Raumhöhe [m]	2,5			
ankreuzen: <input checked="" type="checkbox"/> freie Lüftung (Fenster+Fugen): energetisch wirksamer Luftwechsel n = natürl. Luftwechsel 0,50 1/h						
<input type="checkbox"/> mechan. Lüftung: energetisch wirksamer Luftwechsel n _L = (n _{Average} + n _{Rest}) / (1 - h _{WRC}) 1/h						
Lüftungswärmeverluste Q _L	4625,0	0,50	0,34	92,1	72391	786
Summe					104257	1132
Summe Wärmeverluste Q _V					164283	89

Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor	g-Wert [-]	Fläche [m²]	Globalstr. HZ [kWh/(m²a)]	Q _G [kWh/a]	W/K
Fenster Horizontal	*	*	*	*		
Fenster Süd	*	*	*	*		
Fenster Ost	0,509	0,65	370,0	315,7	38625	21
Fenster West	*	*	*	*		
Fenster Nord	*	*	*	*		
Summe					38625	21

Wärmeangebot Solarstrahlung Q _G					38625	21
Innere Wärmequellen Q _I	Faktor [kh/d]	Länge HZ [d/a]	spezif. Leistung [W/m²]	A _{EB} [m²]	32311	17
Freie Wärme Q _F	0,024	227	3,2	1850,0	70937	38
Nutzungsgrad Wärmegewinne h _G					0,870	
Wärmegewinne Q _G					61748	33
Heizwärmebedarf Q _H bezogen auf Wohnfläche			LEG		102535	55
Heizwärmebedarf Q _H bezogen auf Gebäudenutzfläche			EnEV (Würzburg)		106110	45

End- und Primärenergie Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (nur Teilsystem 1)

	Heizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Summe
Bauart Wärmeerzeuger	BW	BW	-	-
Energieträger	Gas	Gas	-	-
Aufwandszahl Endenergie	1,21	1,01	-	-
Nutzenergiebedarf	55	17	1	74
Endenergiebedarf	67	17	1	86
Primärenergiebedarf	74	19	4	97
CO ₂ -äqui. Emissionen	18	5	1	24

Energiekennwert Heizwärme - Variante: IST

Berechnung nach DIN V 4108-6 Heizperiodenbilanz / Randbedingungen nach "Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung"

Projekt: BN Bayern - Datensatz 10	Baualtersklasse: MFH 69 (A)	
Kennung: MFH	Energiebezugsfläche A _{EB} : 456,0	m ²
Standort: München / Weihenstephan		
Länge der Heizzeit: 345	d/a	Nachtabenkung: 7,0
mittlere Außentemperatur: 6,9	°C	räumliche Teilbeheizung: x
Raum-Solltemperatur: 20,0	°C	mittlere Raumtemp. HP: 18,8
		°C

Außenwände	Fläche [m ²]	k-Wert [W/(m ² K)]	Reduktionsfaktor f _r	Q [kWh/a]									
Außenwand	363,6	*	1,21	*	1,0	*	108,5	=	47721	kWh/a	440	W/K	
-										kWh/a		W/K	
-										kWh/a		W/K	
-										kWh/a		W/K	
-										kWh/a		W/K	
teilsanierte AW im IST-Zustand										kWh/a		W/K	
Steldach / Flachdach / oberste Geschossdecke										kWh/a		W/K	
-										kWh/a		W/K	
-										kWh/a		W/K	
-										kWh/a		W/K	
oberste Geschossdecke	202,2	*	1,05	*	1,0	*	108,5	=	23029	kWh/a	212	W/K	
-										kWh/a		W/K	
-										kWh/a		W/K	
Bauteile gegen unbeheizten Bereich / Erdreich										kWh/a		W/K	
Kellerdecke	202,2	*	1,03	*	0,6	*	108,5	=	13554	kWh/a	125	W/K	
-										kWh/a		W/K	
-										kWh/a		W/K	
-										kWh/a		W/K	
Fenster										kWh/a		W/K	
-										kWh/a		W/K	
-										kWh/a		W/K	
Fenster Ost	91,2	*	2,70	*	1,0	*	108,5	=	26709	kWh/a	246	W/K	
-										kWh/a		W/K	
-										kWh/a		W/K	
lineare Wärmebrücken										kWh/a		W/K	
WB pauschal	859,2	*		*	1,0	*	108,5	=		kWh/a		W/K	
-										kWh/a		W/K	
-										kWh/a		W/K	
Transmissionswärmeverluste Q _T									Summe	111013	kWh/a	1023	W/K

		Bezugsfläche [m ²]	Raumhöhe [m]											
Luftvolumen V _L		456,0	*	2,5	=	1140	m ³							
ankreuzen:	<input checked="" type="checkbox"/> freie Lüftung (Fenster+Fugen):	energetisch wirksamer Luftwechsel n = natürl. Luftwechsel		0,60	1/h									
	<input type="checkbox"/> mechan. Lüftung:	n _{anlage} [1/h]	n _{WRC}	n _{Rest} [1/h]										
		energetisch wirksamer Luftwechsel n _L = (n _{anlage} * (1 - n _{WRC})) + n _{Rest}			1/h									
Lüftungswärmeverluste Q _L		V _L [m ³]	n [1/h]	c _{Luft} [Wh/(m ³ K)]	Q _{L,HAZ}									
		1140,0	*	0,60	*	0,34	*	108,5	=	25225	kWh/a	233	W/K	
												EnEV	347	W/K

Summe Wärmeverluste Q _V		Q _T [kWh/a]	Q _L [kWh/a]	Nacht-/Wochenendabs.								
		(111013 + 25225)	*	0,91	=	123977	kWh/a	272	kWh/(m ² a)			
Ausrichtung der Fläche		Reduktionsfaktor	g-Wert [-]	Fläche [m ²]	Globalstr. HZ [kWh/(m ² a)]							
Fenster Horizontal		*	*	*	=		kWh/a		kWh/(m ² a)			
Fenster Süd		*	*	*	=		kWh/a		kWh/(m ² a)			
Fenster Ost	0,509	*	0,75	*	91,2	*	643,3	=	22385	kWh/a	49	kWh/(m ² a)
Fenster West		*	*	*	=		kWh/a		kWh/(m ² a)			
Fenster Nord		*	*	*	=		kWh/a		kWh/(m ² a)			
Wärmeangebot Solarstrahlung Q _S					Summe	22385	kWh/a	49	kWh/(m ² a)			

Innere Wärmequellen Q _I		Faktor [kh/d]	Länge HZ [d/a]	spezif. Leistung [W/m ²]	A _{EB} [m ²]								
		0,024	*	345	*	3,2	*	456,0	=	12104	kWh/a	27	kWh/(m ² a)
Freie Wärme Q _F				Q _S + Q _I =		34489	kWh/a	76	kWh/(m ² a)				
Nutzungsgrad Wärmegewinne h _G						0,917	-						
Wärmegewinne Q _G				h _G * Q _F =		31611	kWh/a	69	kWh/(m ² a)				
Heizwärmebedarf Q _H		bezogen auf Wohnfläche		LEG	Q _V - Q _G =	92366	kWh/a	203	kWh/(m ² a)				
Heizwärmebedarf Q _H		bezogen auf Gebäudenutzfläche		EnEV (Würzburg)		72545	kWh/a	124	kWh/(m ² a)				

End- und Primärenergie Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (nur Teilsystem 1)				
	Heizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Summe
Bauart Wärmeerzeuger	NT-Kessel	NT-Kessel	-	-
Energieträger	Gas	Gas	-	-
Aufwandszahl Endenergie	1,18	1,68	-	-
Nutzenergiebedarf	203	17	2	222
Endenergiebedarf	239	29	2	270
Primärenergiebedarf	263	31	7	301
CO ₂ -äqui. Emissionen	65	8	2	74

Energiekennwert Heizwärme - Variante: Alle, inkl. Heizung & Solarthermie

Berechnung nach DIN V 4108-6 Heizperiodenbilanz / Randbedingungen nach "Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung"

Projekt: BN Bayern - Datensatz 10	Baualtersklasse: MFH 69 (A)	
Kennung: MFH	Energiebezugsfläche A _{EB} : 456,0	m²
Standort: München / Weihenstephan		
Länge der Heizzeit: 248 d/a	Nachtabenkung: 7,0 h/d	
mittlere Außentemperatur: 3,8 °C	räumliche Teilbeheizung: x	
Raum-Solltemperatur: 20,0 °C	mittlere Raumtemp. HP: 18,9 °C	

Außenwände	Fläche [m²]	k-Wert [W/(m²K)]	Reduktionsfaktor f _r	Q [kWh/a]							
Außenwand	363,6	*	0,19	*	1,0	*	96,4	=	6495 kWh/a	67 W/K	
-									kWh/a	W/K	
-									kWh/a	W/K	
-									kWh/a	W/K	
-									kWh/a	W/K	
teilsanierte AW im IST-Zustand									kWh/a	W/K	
Steildach / Flachdach / oberste Geschossdecke											
-									kWh/a	W/K	
-									kWh/a	W/K	
-									kWh/a	W/K	
-									kWh/a	W/K	
oberste Geschossdecke	202,2	*	0,17	*	1,0	*	96,4	=	3348 kWh/a	35 W/K	
-									kWh/a	W/K	
-									kWh/a	W/K	
Bauteile gegen unbeheizten Bereich / Erdreich											
Kellerdecke	202,2	*	0,37	*	0,6	*	96,4	=	4367 kWh/a	45 W/K	
-									kWh/a	W/K	
-									kWh/a	W/K	
-									kWh/a	W/K	
Fenster											
-									kWh/a	W/K	
-									kWh/a	W/K	
Fenster Ost	91,2	*	1,35	*	1,0	*	96,4	=	11872 kWh/a	123 W/K	
-									kWh/a	W/K	
-									kWh/a	W/K	
lineare Wärmebrücken											
WB pauschal	859,2	*	0,05	*	1,0	*	96,4	=	4142 kWh/a	43 W/K	
-									kWh/a	W/K	
-									kWh/a	W/K	
Transmissionswärmeverluste Q_T									Summe	30213 kWh/a	313 W/K
									EnEV	349 W/K	

		Bezugsfläche [m²]	Raumhöhe [m]													
Luftvolumen V _L		456,0	*	2,5	=	1140 m³										
ankreuzen:	<input checked="" type="checkbox"/> freie Lüftung (Fenster+Fugen):	energetisch wirksamer Luftwechsel n = natürl. Luftwechsel		<input type="text" value="0,50"/>	1/h											
	<input type="checkbox"/> mechan. Lüftung:	<input type="text" value="n<sub>Aerobg</sub> [1/h]"/>	<input type="text" value="h<sub>WZ,EG</sub> [m]"/>	<input type="text" value="n<sub>Rest</sub> [1/h]"/>												
energetisch wirksamer Luftwechsel n _L = ((1 - <input 7"="" text"="" type="text" value="h<sub>WZ,EG</sub> [m])</td> </tr> <tr> <td colspan="/>																
Lüftungswärmeverluste Q _L	V _L [m³]	n [1/h]	c _{Luft} [Wh/(m³K)]	Q _{T,pausch}												
	1140,0	*	0,50	*	0,34	*										
					96,4	=										
						18687 kWh/a										
						194 W/K										
Summe Wärmeverluste Q_V									(30213	+	18687) * <input type="text" value="0,93"/>	=	45477 kWh/a	100 kWh/(m²a)
									EnEV	347 W/K						

Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor	g-Wert [-]	Fläche [m²]	Globalstr. HZ [kWh/(m²a)]							
Fenster Horizontal	*	*	*	*	=			kWh/a	kWh/(m²a)		
Fenster Süd	*	*	*	*	=			kWh/a	kWh/(m²a)		
Fenster Ost	0,509	*	0,65	*	91,2	*	374,0	=	11279 kWh/a	25 kWh/(m²a)	
Fenster West	*	*	*	*	=			kWh/a	kWh/(m²a)		
Fenster Nord	*	*	*	*	=			kWh/a	kWh/(m²a)		
Wärmeangebot Solarstrahlung Q_S									Summe	11279 kWh/a	25 kWh/(m²a)

Innere Wärmequellen Q _I	Faktor [kh/d]	Länge HZ [d/a]	spezif. Leistung [W/m²]	A _{EB} [m²]									
	0,024	*	248	*	3,2	*	456,0	=	8701 kWh/a	19 kWh/(m²a)			
Freie Wärme Q_F									Q _S + Q _I =	19980 kWh/a	44 kWh/(m²a)		
Nutzungsgrad Wärmegewinne h_G									=	0,868	-		
Wärmegewinne Q_G									h _G * Q _F =	17346 kWh/a	38 kWh/(m²a)		
Heizwärmebedarf Q_H									bezogen auf Wohnfläche	LEG	Q _V - Q _G =	28130 kWh/a	62 kWh/(m²a)
Heizwärmebedarf Q_H									bezogen auf Gebäudenutzfläche	EnEV (Würzburg)		28782 kWh/a	49 kWh/(m²a)

End- und Primärenergie Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (nur Teilsystem 1)				
	Heizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Summe
Bauart Wärmeerzeuger	BW	BW	-	-
Energieträger	Gas	Gas	-	-
Aufwandszahl Endenergie	1,21	1,01	-	-
Nutzenergiebedarf	62	17	2	81 kWh/(m²a)
Endenergiebedarf	75	17	2	94 kWh/(m²a)
Primärenergiebedarf	82	19	7	108 kWh/(m²a)
CO ₂ -äqui. Emissionen	20	5	2	26 kg/(m²a)

Energiekennwert Heizwärme - Variante: IST

Berechnung nach DIN V 4108-6 Heizperiodenbilanz / Randbedingungen nach "Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung"

Projekt: BN Bayern - Datensatz 11
 Kennung: MFH
 Standort: München / Weißenstephan

Baualterklasse: MFH 74
 Energiebezugsfläche A_{Ez} : 1145,0 m²

Länge der Heizzeit: 333 d/a
 mittlere Außentemperatur: 6,5 °C
 Raum-Solltemperatur: 20,0 °C

Nachtabenkung: 7,0 h/d
 räumliche Teilbeheizung: x
 mittlere Raumtemp. HP: 19,0 °C

Außenwände	Fläche [m ²]	k-Wert [W/(m ² K)]	Reduktionsfaktor f_r	Q [kWh/a]						
Außenwand	887,0	*	1,21	*	1,0	*	107,9	=	115797 kWh/a	1073 W/K
-									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
teilsanierte AW im IST-Zustand									kWh/a	W/K
Steldach / Flachdach / oberste Geschossdecke									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
Flachdach	380,7	*	0,63	*	1,0	*	107,9	=	25877 kWh/a	240 W/K
-									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
Bauteile gegen unbeheizten Bereich / Erdreich									kWh/a	W/K
Kellerdecke	380,7	*	0,97	*	0,6	*	107,9	=	23905 kWh/a	222 W/K
-									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
Fenster									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
Fenster Ost	229,0	*	2,80	*	1,0	*	107,9	=	69180 kWh/a	641 W/K
-									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
lineare Wärmebrücken									kWh/a	W/K
WB pauschal	1877,4	*		*	1,0	*	107,9	=	kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
-									kWh/a	W/K
Transmissionswärmeverluste Q_T									Summe: 234760 kWh/a	2176 W/K

									EnEV	2270 W/K
Luftvolumen V_L	1145,0	*		*	2,5	=	2863	m ³		
ankreuzen:	<input checked="" type="checkbox"/> freie Lüftung (Fenster+Fugen):	energetisch wirksamer Luftwechsel n =	natürl. Luftwechsel	0,60	1/h					
	<input type="checkbox"/> mechan. Lüftung:	n_{Luftge} [1/h]	n_{HWBC}	n_{Rest} [1/h]						
		energetisch wirksamer Luftwechsel n_L	$(1 -) +$							
Lüftungswärmeverluste Q_L	V_L [m ³]	n [1/h]	c_{Luft} [Wh/(m ³ K)]	G_{Luft}						
	2862,5	*	0,60	*	0,34	*	107,9	=	63004 kWh/a	584 W/K
									EnEV	728 W/K

Summe Wärmeverluste Q_V	(234760	+	63004)	*	0,92	=	273942 kWh/a	239 kWh/(m ² a)
Ausrichtung der Fläche	Reduktionsfaktor	g-Wert [-]	Fläche [m ²]	Globalstr. HZ [kWh/(m ² a)]						
Fenster Horizontal	*	*	*	*	=				kWh/a	kWh/(m ² a)
Fenster Süd	*	*	*	*	=				kWh/a	kWh/(m ² a)
Fenster Ost	0,509	*	0,75	*	229,0	*	609,7	=	53272 kWh/a	47 kWh/(m ² a)
Fenster West	*	*	*	*	=				kWh/a	kWh/(m ² a)
Fenster Nord	*	*	*	*	=				kWh/a	kWh/(m ² a)
Wärmeangebot Solarstrahlung Q_S									Summe: 53272 kWh/a	47 kWh/(m²a)

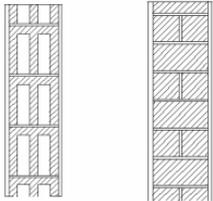
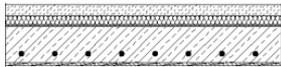
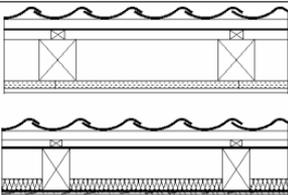
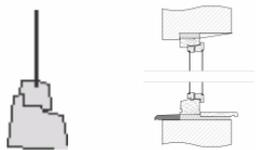
Innere Wärmequellen Q_I	Faktor [kh/d]	Länge HZ [d/a]	spezif. Leistung [W/m ²]	A_{Ez} [m ²]						
	0,024	*	333	*	3,2	*	1145,0	=	29336 kWh/a	26 kWh/(m ² a)
Freie Wärme Q_F									$Q_S + Q_I =$	82608 kWh/a
Nutzungsgrad Wärmegewinne h_G									=	0,910
Wärmegewinne Q_G									$h_G * Q_F =$	75135 kWh/a
Heizwärmebedarf Q_H	bezogen auf Wohnfläche	LEG	$Q_V - Q_G =$						198808 kWh/a	174 kWh/(m ² a)
Heizwärmebedarf Q_H	bezogen auf Gebäudenutzfläche	EnEV (Würzburg)							157889 kWh/a	129 kWh/(m ² a)

End- und Primärenergie Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (nur Teilsystem 1)

	Heizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Summe
Bauart Wärmeerzeuger	NT-Kessel	NT-Kessel	-	-
Energieträger	Gas	Gas	-	-
Aufwandszahl Endenergie	1,18	1,68	-	-
Nutzenergiebedarf	174	17	1	192 kWh/(m ² a)
Endenergiebedarf	205	29	1	235 kWh/(m²a)
Primärenergiebedarf	225	31	4	261 kWh/(m ² a)
CO ₂ -äqui. Emissionen	55	8	1	64 kg/(m ² a)

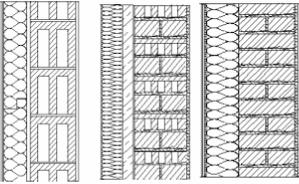
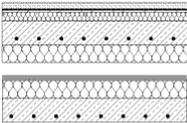
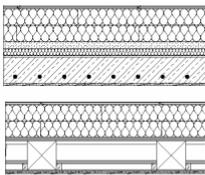
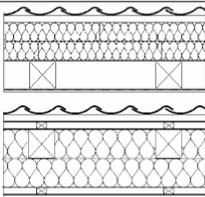


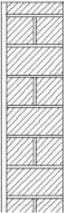
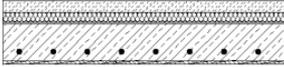
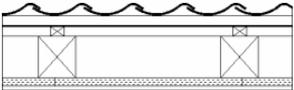
Anlage B – Hausdatenblätter

EFH 49		Vorhandene Konstruktion/Heiztechnik	
<p>Haustyp Einfamilienhaus</p> <p>Baualtersklasse 1949 bis 1968</p> <p>Wohnfläche 118 m²</p> <p>Endenergiebedarf Heizung & Warmwasser 287 kWh/(m²a)</p> <p>Bedeutung in Bayern</p> <p>Anteil Wohngebäude im Bestand 16,2%</p>			
Bauteilskizze		Beschreibung	U-Wert
			[W/(m ² K)]
Außenwand		24 cm oder 30 cm Hohlblockmauerwerk aus Bimsbeton, Hüttenbimsbeton oder Schlackenbeton, beidseitig verputzt	1,1 bis 1,3
		24 / 30 cm Vollziegel, beidseitig verputzt	1,4 bis 1,8
Kellerdecke		15 cm Stahlbetondecke mit schwimm. Estrich auf 1 bis 3 cm Dämmung	1,0 bis 1,5
Dachschräge		Ziegel auf Sparschalung, 2,5 bis 5 cm mineralisierte Holzwolle-Leichtbauplatten, unterseitig verputzt	1,3 bis 1,8
		4 bis 6 cm Mineralwolle zwischen den Sparren, Gipskartonplatten	0,9 bis 1,1
Fenster		Einfachverglasung in Holzrahmen	5,2
		Holzverbund mit Doppelverglasung	2,8
Heizungstechnik			
Heizsystem		Standard Ölkessel	
Warmwasserbereitung		Warmwasserbereitung über den Heizkessel mit beigestelltem Speicher	

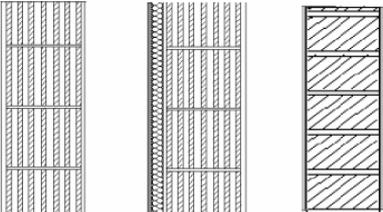
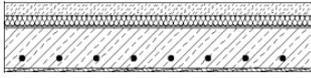
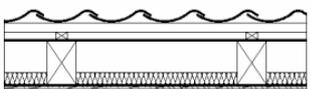
Dämmkonstruktion		Beschreibung	U-Wert neu	Vollkosten		energiebedingte Mehrkosten	Kosten der eingesparten kWh	
			[W/(m ² K)]	[€]	[€ /m ² Bt]	[€ /m ² Bt]	[Cent/kWh]	
Sparpotential insgesamt 	Sparpotential der Einzelmaßnahmen 	 Außenwand	16 cm Wärmedämmverbundsystem auf Altputz, gewebearmierter Neuputz 0,18	19000	110	50	6,4	
		 Kellerdecke	6 cm Dämmung, unterseitig, geklebt oder gedübelt oder bei Erneuerung des Bodenbelages oberseitig 0,37	1300	20	20	5,5	
 Dach-schräge	20 cm Aufsparrendämmung bei Erneuerung der Dacheindeckung 20 cm Dämmung zwischen/unter den Sparren bei Dachausbau 0,15	3500	50	25	3,0			
 Fenster	neue Holzfenster mit 2-Scheiben-Wärmeschutzglasung 1,40	8300	350	50	5,5			
Modernisierung der Heizungstechnik und der Warmwasserbereitung				Vollkosten [€]		Mehrkosten [€]		
Heizsystem		Einbau eines neuen Öl-Niedertemperaturkessels		9500		1500	3,7	
Warmwasserbereitung		Installation einer thermischen Solaranlage Deckungsgrad ca. 50%		4400		4400	19,1	
Alle Maßnahmen							6,7	
ausgehend von 5,9 Cent/kWh beträgt der mittlere Energiepreis bei 20 Jahren Betrachtungszeitraum und:								
							3 % Energiepreissteigerung	7,9
Die Maßnahmen sind rentabel, wenn die Kosten der eingesparten kWh kleiner sind als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum!							4 % Energiepreissteigerung	8,7
							5 % Energiepreissteigerung	9,6

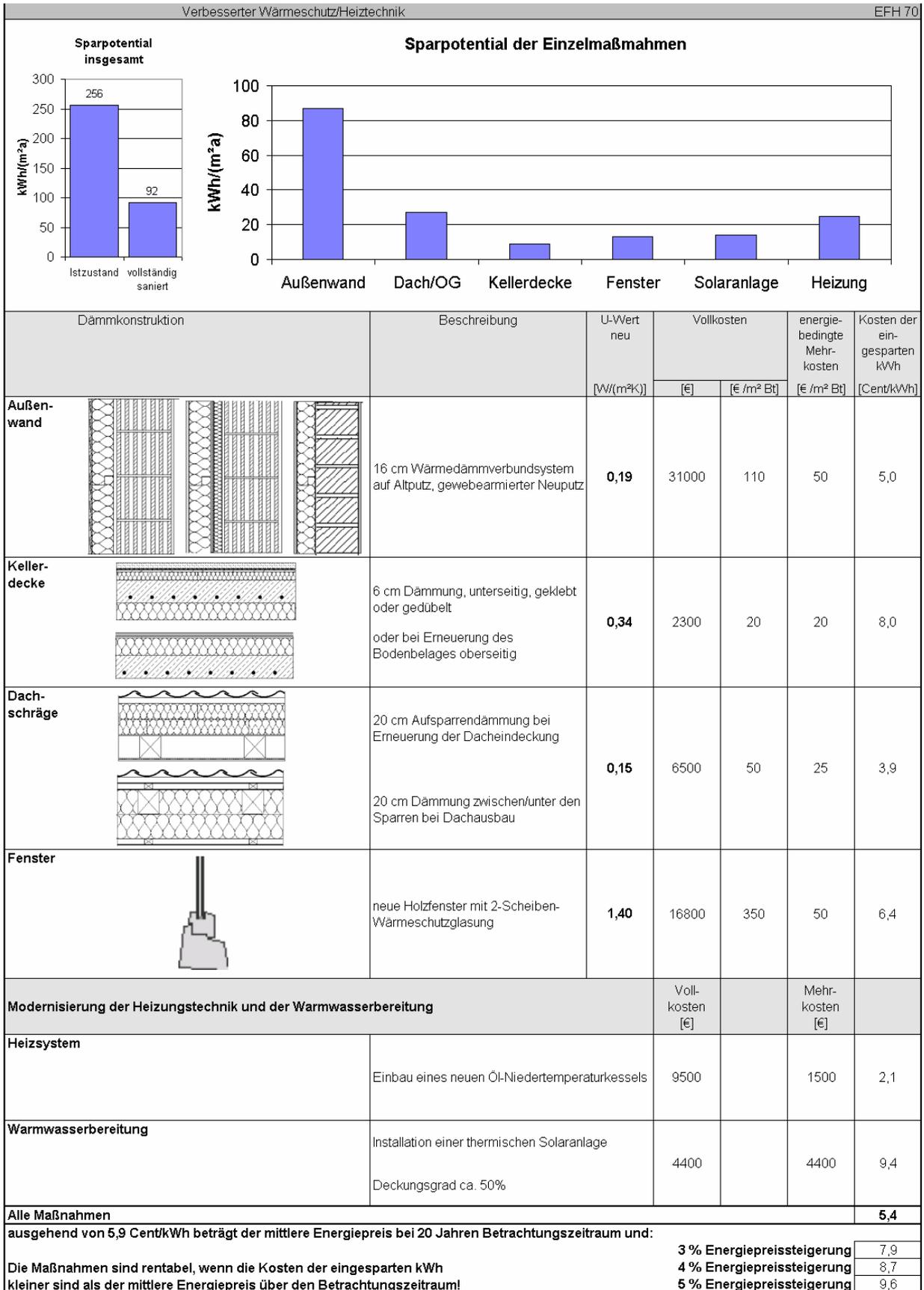
EFH 49 (A) Vorhandene Konstruktion/Heiztechnik		Foto: eza! Allgäu
<p>Haustyp Einfamilienhaus</p> <p>Baualtersklasse 1949 bis 1968 Wohnfläche 159 m² Endenergiebedarf Heizung & Warmwasser 285 kWh/(m²a)</p> <p>Bedeutung in Bayern Anteil Wohngebäude im Bestand 16,2%</p>		
Bauteilskizze	Beschreibung	U-Wert [W/(m ² K)]
Außenwand 	<p>24 cm oder 30 cm Hohlblockmauerwerk aus Birmsbeton, Hüttenbirmsbeton oder Schlackenbeton, beidseitig verputzt</p> <p>24 cm Hochlochziegel, beidseitig verputzt</p> <p>24 cm oder 30 cm Vollziegel, beidseitig verputzt</p>	<p>1,1 bis 1,3</p> <p>1,4</p> <p>1,3 bis 1,5</p>
Kellerdecke 	<p>15 cm Stahlbetondecke mit schwimm. Estrich auf 1 bis 2 cm Dämmung</p> <p>15 cm Stahlbetondecke, oberseitig Estrich ohne Dämmung</p>	<p>1,3 bis 1,5</p> <p>2,6</p>
oberste Geschossdecke 	<p>13 bis 15 cm Stahlbeton mit schwimm. Estrich auf 2 cm Steinwolleplatten oder Holzwolleleichtbauplatten</p> <p>Holzbalkendecke mit Schlackefüllung, unterseitig Putz auf Schilfrohrträger</p> <p>Holzbalkendecke mit Mineralfaserplatten, Heraklith verputzt</p>	<p>1,1</p> <p>0,7 bis 1,1</p> <p>0,9</p>
Dachschräge 	<p>Ziegel auf Sparschalung, 2,5 bis 5 cm mineralisierte Holzwole-Leichtbauplatten, unterseitig verputzt</p> <p>Sparren mit Schalung, ohne Dämmung</p>	<p>1,3 bis 1,8</p> <p>2,6</p>
Fenster 	<p>Einfachverglasung in Holzrahmen</p> <p>Holzrahmen mit Doppelverglasung</p> <p>Holzrahmen mit Isolierverglasung</p>	<p>5,2</p> <p>2,8</p> <p>2,8</p>
Heizungstechnik		
Heizsystem	Standard Ölkessel	
Warmwasserbereitung	Warmwasserbereitung über den Heizkessel mit beige-stelltem Speicher	

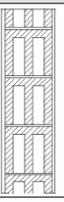
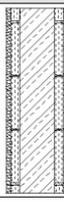
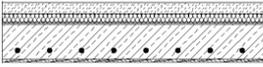
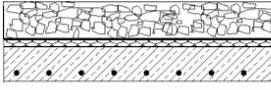
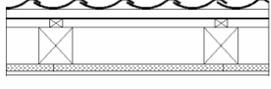
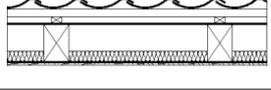
Sparpotential insgesamt		Sparpotential Einzelmaßnahmen					
kWh/(m ² a)		kWh/(m ² a)					
300	285	90	75	45	30	15	
250							
200							
150							
100	102						
50							
0							
	Istzustand	Außenwand	Dach/OG	Kellerdecke	Fenster	Solaranlage	
	vollständig saniert					Heizung	
Dämmkonstruktion	Beschreibung	U-Wert neu [W/(m ² K)]	Vollkosten [€]		energiebedingte Mehrkosten [€/m ² Bt]	Kosten der eingesparten kWh [Cent/kWh]	
Außenwand	 16 cm Wärmedämmverbundsystem auf Altputz, gewebearmierter Neuputz	0,19	21100	110	50	6,0	
Kellerdecke	 6 cm Dämmung, unterseitig, geklebt oder gedübelt oder bei Erneuerung des Bodenbelages oberseitig	0,39	1800	20	20	6,4	
oberste Geschossdecke	 20 cm Dämmung, oberseitig, begehbare Bodenbelag	0,17	2200	35	35	3,6	
Dachschräge	 20 cm Aufsparrendämmung bei Erneuerung der Dacheindeckung 20 cm Dämmung zwischen/unter den Sparren bei Dachausbau	0,18	4800	50	25	3,6	
Fenster	 neue Holzfenster mit 2-Scheiben-Wärmeschutzglasung	1,40	11100	350	50	11,8	
Modernisierung der Heizungstechnik und der Warmwasserbereitung			Vollkosten [€]		Mehrkosten [€]		
Heizsystem	Einbau eines neuen Öl-Niedertemperaturkessels		9500		1500	2,8	
Warmwasserbereitung	Installation einer thermischen Solaranlage Deckungsgrad ca. 50%		4400		4400	14,2	
Alle Maßnahmen						5,6	
ausgehend von 5,9 Cent/kWh beträgt der mittlere Energiepreis bei 20 Jahren Betrachtungszeitraum und:							
						3 % Energiepreissteigerung	7,9
Die Maßnahmen sind rentabel, wenn die Kosten der eingesparten kWh kleiner sind als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum!						4 % Energiepreissteigerung	8,7
						5 % Energiepreissteigerung	9,6

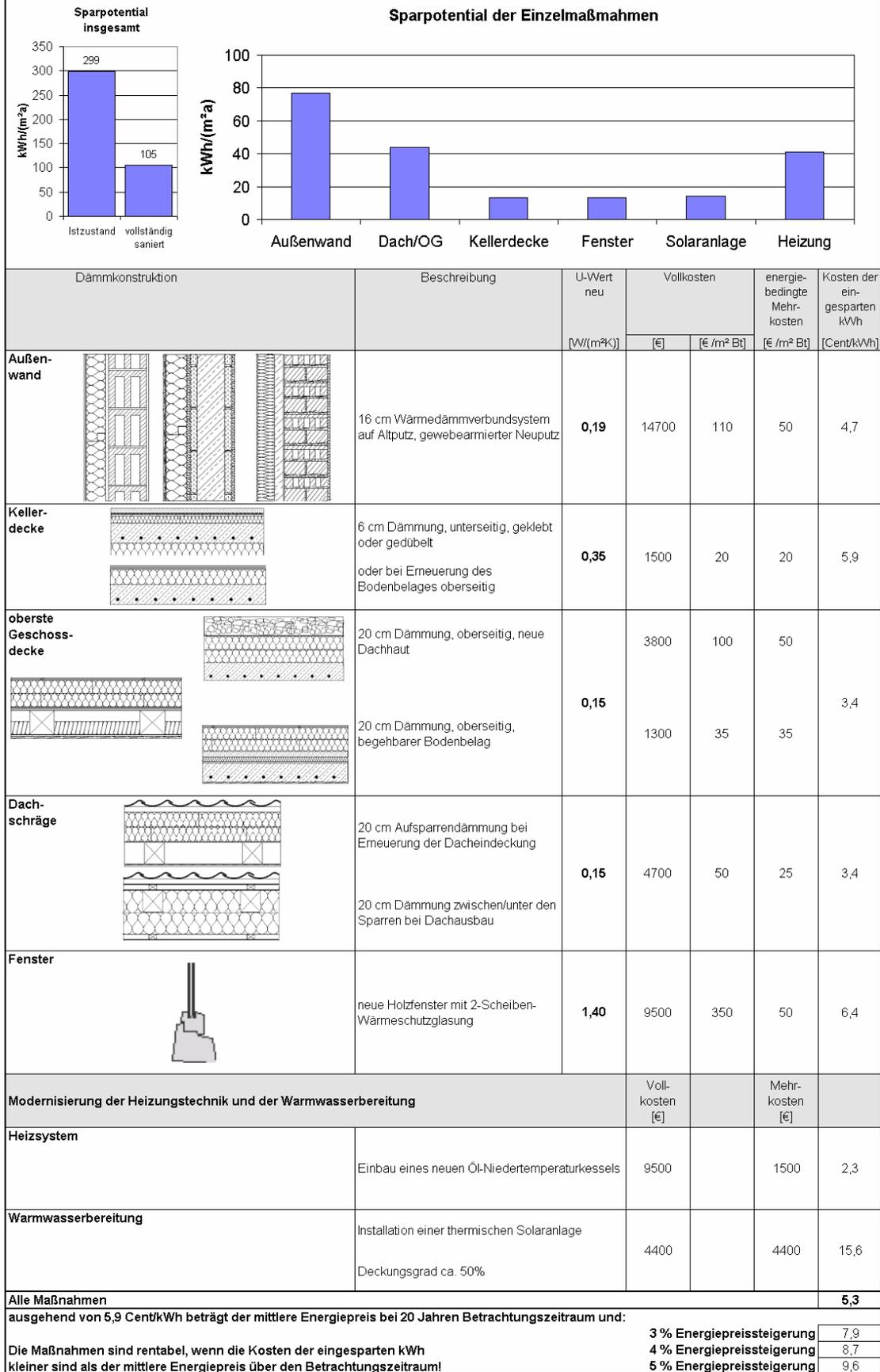
EFH 53		Vorhandene Konstruktion/Heiztechnik	
<p>Haustyp Einfamilienhaus</p> <p>Baujahrsklasse 1949 bis 1968 Wohnfläche 111 m² Endenergiebedarf Heizung & Warmwasser 306 kWh/(m²a)</p> <p>Bedeutung in Bayern Anteil Wohngebäude im Bestand 16,2%</p>		<p>Foto: Stadt Erlangen, Umweltamt</p> 	
Bauteilskizze		Beschreibung	U-Wert
			[W/(m ² K)]
Außenwand		24 cm oder 30 cm Hohlblockmauerwerk aus Bimsbeton, Hüttenbimsbeton oder Schlackenbeton, beidseitig verputzt	1,1 bis 1,3
		24 cm oder 30 cm Bimsvollsteine, beidseitig verputzt	0,8 bis 1,0
		24 cm Hochlochziegel, beidseitig verputzt	1,4
Kellerdecke		15 cm Stahlbetondecke mit schwimm. Estrich auf 1 bis 3 cm Dämmung	1,0 bis 1,5
Dachschräge		Ziegel auf Sparschalung, 2,5 bis 5 cm mineralisierte Holzwole-Leichtbauplatten, unterseitig verputzt	1,3 bis 1,8
		4 bis 6 cm Mineralwolle zwischen den Sparren, Gipskartonplatten	0,9 bis 1,1
Fenster		Einfachverglasung in Holzrahmen	5,2
		Holzrahmen mit Isolierverglasung	2,8
Heizungstechnik			
Heizsystem		Standard Ölkessel	
Warmwasserbereitung		Warmwasserbereitung über den Heizkessel mit beigestelltem Speicher	

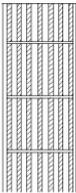
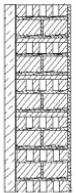
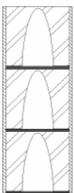
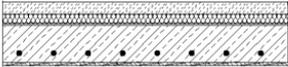
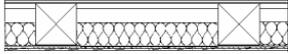
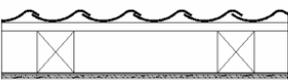
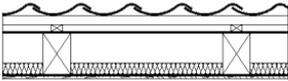
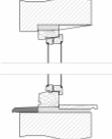
Sparpotential insgesamt		Sparpotential der Einzelmaßnahmen					
Dämmkonstruktion	Beschreibung	U-Wert neu [W/(m²K)]	Vollkosten		energiebedingte Mehrkosten [€/m² Bt]	Kosten der eingesparten kWh [Cent/kWh]	
			[€]	[€/m² Bt]			
Außenwand	<p>16 cm Wärmedämmverbundsystem auf Alputz, gewebearmierter Neuputz</p>	0,18	15200	110	50	7,4	
Kellerdecke	<p>6 cm Dämmung, unterseitig, geklebt oder gedübelt oder bei Erneuerung des Bodenbelages oberseitig</p>	0,37	1700	20	20	6,6	
Dachschräge	<p>20 cm Aufsparrendämmung bei Erneuerung der Dacheindeckung 20 cm Dämmung zwischen/unter den Sparren bei Dachausbau</p>	0,15	4800	50	25	3,2	
Fenster	<p>neue Holzfenster mit 2-Scheiben-Wärmeschutzglasung</p>	1,40	7770	350	50	7,5	
Modernisierung der Heizungstechnik und der Warmwasserbereitung			Vollkosten [€]		Mehrkosten [€]		
Heizsystem	Einbau eines neuen Öl-Niedertemperaturkessels		9500		1500	3,7	
Warmwasserbereitung	Installation einer thermischen Solaranlage Deckungsgrad ca. 50%		4400		4400	18,9	
Alle Maßnahmen						6,6	
ausgehend von 5,9 Cent/kWh beträgt der mittlere Energiepreis bei 20 Jahren Betrachtungszeitraum und:							
						3 % Energiepreissteigerung	7,9
Die Maßnahmen sind rentabel, wenn die Kosten der eingesparten kWh kleiner sind als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum!						4 % Energiepreissteigerung	8,7
						5 % Energiepreissteigerung	9,6

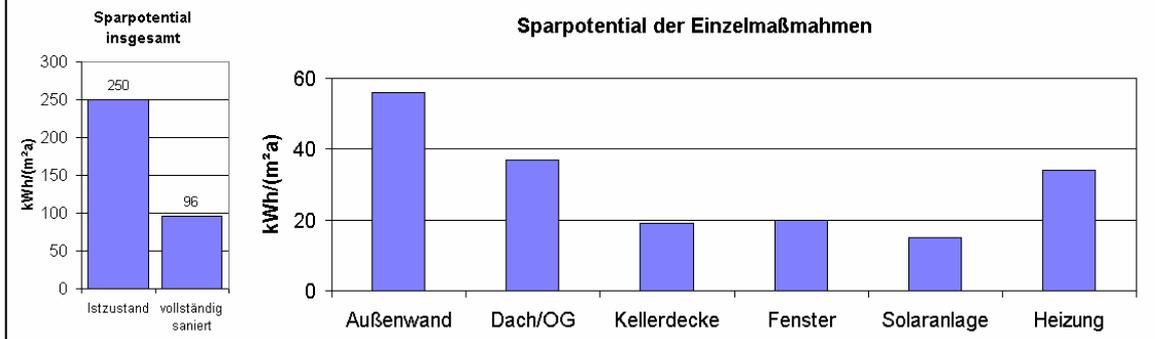
EFH 70		Vorhandene Konstruktion/Heiztechnik	
<p>Haustyp Einfamilienhaus</p> <p>Baujahrsklasse 1969 bis 1978 Wohnfläche 240 m² Endenergiebedarf Heizung & Warmwasser 256 kWh/(m²a)</p> <p>Bedeutung in Bayern Anteil Wohngebäude im Bestand 11,9%</p>		 <p>Foto: Energieagentur Mittelfranken</p>	
Bauteilskizze		Beschreibung	U-Wert
			[W/(m ² K)]
Außenwand		24 cm oder 30 cm Hochlochziegel, beidseitig verputzt	1,1 bis 1,3
		24 cm oder 30 cm Hochlochziegel mit 2 bis 4cm Dämmung, beidseitig verputzt	0,6 bis 0,9
		30cm oder 36 cm Porotonziegel- oder Gasbetonmauerwerk, beidseitig verputzt	0,6 bis 0,7
Kellerdecke		15 cm Stahlbetondecke mit schwimm. Estrich auf 2 bis 4 cm Polystyrol- oder Mineralfaserdämmung	0,8 bis 1,1
Dachschräge		Gipskartonplatten oder Profilbretter, 4 bis 6 cm Mineralfaserdämmung zwischen den Sparren	0,9 bis 1,1
Fenster		Holzfenster mit Isolierverglasung	2,8
Heizungstechnik			
Heizsystem		Standard Ölkessel	
Warmwasserbereitung		Warmwasserbereitung über den Heizkessel mit beigestelltem Speicher	



REH 64		Vorhandene Konstruktion/Heiztechnik	
<p>Haustyp Reihendhaus</p> <p>Baujahrsklasse 1949 bis 1968</p> <p>Wohnfläche 135 m²</p> <p>Endenergiebedarf</p> <p>Heizung & Warmwasser 299 kWh/(m²a)</p>			
Bauteilskizze		Beschreibung	U-Wert
			[W/(m ² K)]
Außenwand		30 cm Ziegelsplitt- oder Bimshohlblocksteine, verputzt	1,2
		Holzspansteine mit Beton verfüllt	1,2
		30 cm Gitterziegel, verputzt	1,2
Kellerdecke		15 cm Stahlbetondecke mit schwimm. Estrich, 1 bis 2 cm Dämmung	1,3 bis 1,5
oberste Geschossdecke		Flachdach, 15 cm Stahlbetondecke + 2 cm WD + Dachhaut + Kiesschüttung	1,2
		Holzbalkendecke mit Blindboden und Lehmschlag, 2-3 cm Schlackenschüttung, oberseitig Dielung, unterseitig Putz auf Spalierlatten	0,8
		15 cm Stahlbetondecke ohne Dämmung	2,6
Dachschräge		Ziegel auf Sparschalung, 2,5 bis 5 cm mineralisierte Holzwole-Leichtbauplatten, unterseitig verputzt	1,3 bis 1,8
		4 bis 6 cm Mineralwolle zwischen den Sparren, Gipskartonplatten	0,9 bis 1,1
Fenster		Einfachverglasung in Holzrahmen	5,2
		Holzrahmen mit Doppelverglasung	2,8
		Holzrahmen mit Isolierverglasung	2,8
Heizungstechnik			
Heizsystem		Standard Ölkessel	
Warmwasserbereitung		Warmwasserbereitung über den Heizkessel mit beigestelltem Speicher	



REH 75		Vorhandene Konstruktion/Heiztechnik	
<p>Haustyp Reihenhendhaus</p> <p>Baualtersklasse 1969 bis 1978</p> <p>Wohnfläche 147 m²</p> <p>Endenergiebedarf</p> <p>Heizung & Warmwasser 250 kWh/(m²a)</p>			
Bauteilskizze		Beschreibung	U-Wert
			[W/(m ² K)]
Außenwand		30 cm Hochlochziegel, beidseitig verputzt	1,0
		30 cm Gitterziegel, verputzt	1,2
		24 cm Kalksand-Lochsteine mit 3 bis 4 cm Dämmputz	1,4
Kellerdecke		15 cm Stahlbetondecke, 2 bis 4 cm Trittschalldämmung aus Polystyrol, 4 cm Estrich	0,8 bis 1,1
oberste Geschossdecke		Holzbalkendecke mit Blindboden und 5 bis 8 cm Mineralwolle, oberseitig Dielung, unterseitig Gipskartonplatten	0,4 bis 0,5
Dachschräge		Ziegel auf Sparschalung, 2,5 bis 5 cm mineralisierte Holzwolle-Leichtbauplatten, unterseitig verputzt	1,3 bis 1,8
		Ziegel auf Lattung, 4 bis 6 cm Dämmung zwischen den Sparren, Gipskartonplatten	0,9 bis 1,1
Fenster		Holzrahmen mit Doppelverglasung	2,8
		Holzrahmen mit Isolierverglasung	2,8
Heizungstechnik			
Heizsystem		Standard Ölkessel	
Warmwasserbereitung		Warmwasserbereitung über den Heizkessel mit beigestelltem Speicher	

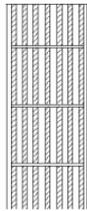
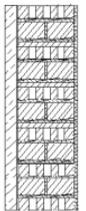
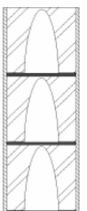
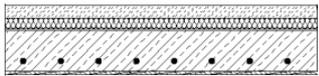
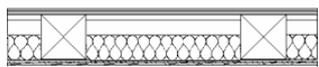
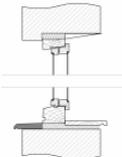


Dämmkonstruktion	Beschreibung	U-Wert neu [W/(m²K)]	Vollkosten		energiebedingte Mehrkosten [€/m² Bt]	Kosten der eingesparten kWh [Cent/kWh]
			[€]	[€/m² Bt]		
	16 cm Wärmedämmverbundsystem auf Altputz, gewebearmierter Neuputz	0,17	15300	110	50	6,4
	6 cm Dämmung, unterseitig, geklebt oder gedübelt oder bei Erneuerung des Bodenbelages oberseitig	0,36	1600	20	20	4,6
	20 cm Dämmung, oberseitig, begehbare Bodenbelag	0,13	1500	35	35	3,6
	20 cm Aufsparrendämmung bei Erneuerung der Dacheindeckung 20 cm Dämmung zwischen/unter den Sparren bei Dachausbau	0,15	4400	50	25	3,6
	neue Holzfenster mit 2-Scheiben-Wärmeschutzglasung	1,40	10300	350	50	4,1
Modernisierung der Heizungstechnik und der Warmwasserbereitung			Vollkosten [€]		Mehrkosten [€]	
Heizsystem						
Einbau eines neuen Öl-Niedertemperaturkessels			9500		1500	2,5
Warmwasserbereitung						
Installation einer thermischen Solaranlage Deckungsgrad ca. 50%			4400		4400	14,3
Alle Maßnahmen						6,2

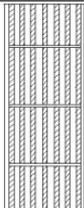
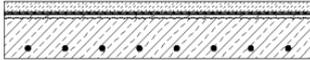
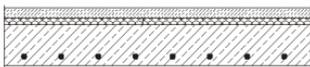
ausgehend von 5,9 Cent/kWh beträgt der mittlere Energiepreis bei 20 Jahren Betrachtungszeitraum und:

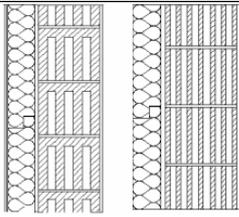
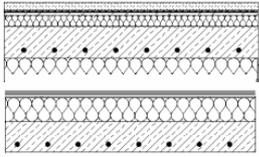
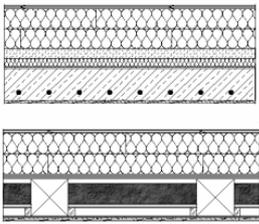
3 % Energiepreissteigerung	7,9
4 % Energiepreissteigerung	8,7
5 % Energiepreissteigerung	9,6

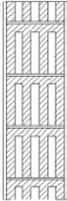
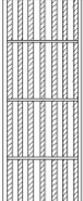
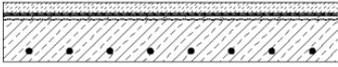
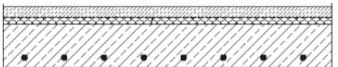
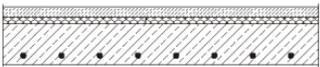
Die Maßnahmen sind rentabel, wenn die Kosten der eingesparten kWh kleiner sind als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum!

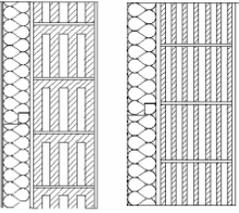
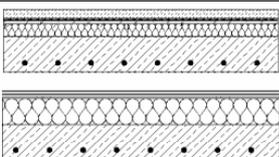
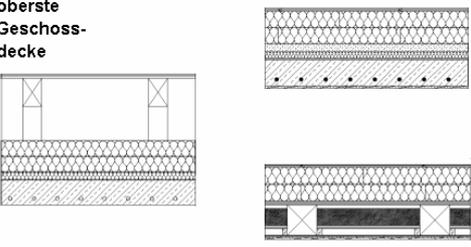
Bauteilskizze		Beschreibung	U-Wert [W/(m²K)]
<p>Haustyp Reihenmittelhaus</p> <p>Baujahrsklasse 1969 bis 1978</p> <p>Wohnfläche 97 m²</p> <p>Endenergiebedarf</p> <p>Heizung & Warmwasser 256 kWh/(m²a)</p>			
Außenwand		30 cm Hochlochziegel, beidseitig verputzt	1,0
		30 cm Gitterziegel, verputzt	1,2
		24 cm Kalksand-Lochsteine mit 3 bis 4 cm Dämmputz	1,4
Kellerdecke		15 cm Stahlbetondecke, 2 bis 4 cm Trittschalldämmung aus Polystyrol, 4 cm Estrich	0,8 bis 1,1
oberste Geschossdecke		Holzbalkendecke mit Blindboden und 5 bis 8 cm Mineralwolle, oberseitig Dielung, unterseitig Gipskartonplatten	0,4 bis 0,5
Fenster		Holzrahmen mit Doppelverglasung	2,8
		Holzrahmen mit Isolierverglasung	2,8
Heizungstechnik			
Heizsystem		Standard Ölkessel	
Warmwasserbereitung		Warmwasserbereitung über den Heizkessel mit beigestelltem Speicher	

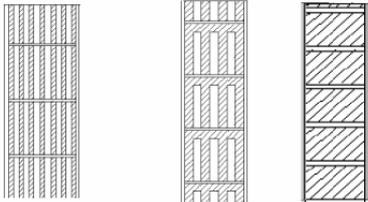
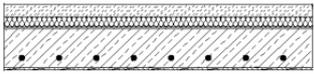
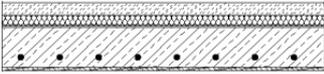
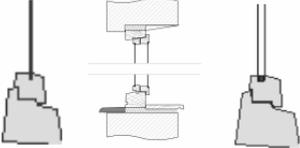
Sparpotential insgesamt		Sparpotential der Einzelmaßnahmen					
Dämmkonstruktion	Beschreibung	U-Wert neu [W/(m²K)]	Vollkosten		energiebedingte Mehrkosten [€/m² Bt]	Kosten der eingesparten kWh [Cent/kWh]	
			[€]	[€/m² Bt]			
Außenwand	<p>16 cm Wärmedämmverbundsystem auf Altputz, gewebearmierter Neuputz</p>	0,17	7800	110	50	5,0	
Kellerdecke	<p>6 cm Dämmung, unterseitig, geklebt oder gedübelt oder bei Erneuerung des Bodenbelages oberseitig</p>	0,36	1300	20	20	3,5	
oberste Geschossdecke	<p>20 cm Dämmung, oberseitig, begehbare Bodenbelag</p>	0,13	2258	35	35	6,0	
Fenster	<p>neue Holzfenster mit 2-Scheiben-Wärmeschutzglasung</p>	1,40	6800	350	50	3,0	
Modernisierung der Heizungstechnik und der Warmwasserbereitung			Vollkosten [€]		Mehrkosten [€]		
Heizsystem	Einbau eines neuen Öl-Niedertemperaturkessels		9500		1500	3,8	
Warmwasserbereitung	Installation einer thermischen Solaranlage Deckungsgrad ca. 50%		4400		4400	23,2	
Alle Maßnahmen						6,2	
ausgehend von 5,9 Cent/kWh beträgt der mittlere Energiepreis bei 20 Jahren Betrachtungszeitraum und:							
Die Maßnahmen sind rentabel, wenn die Kosten der eingesparten kWh kleiner sind als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum!						3 % Energiepreissteigerung	7,9
						4 % Energiepreissteigerung	8,7
						5 % Energiepreissteigerung	9,6

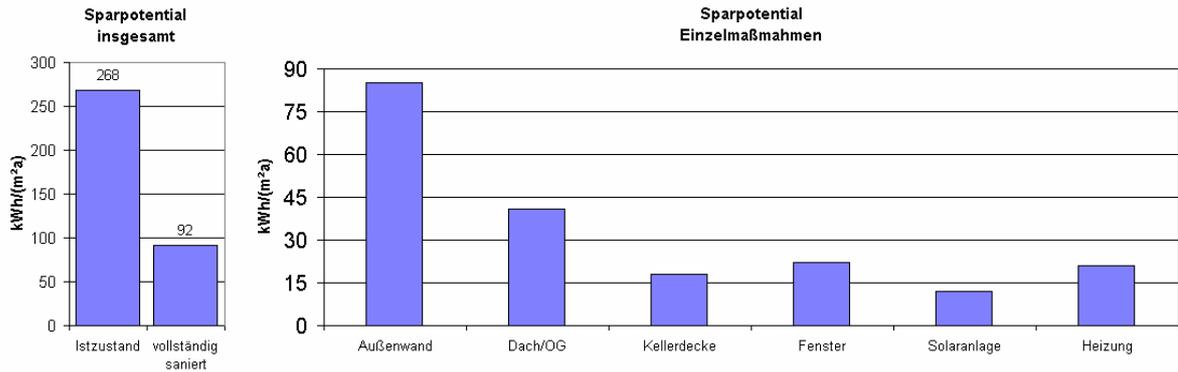
MFH 52		Vorhandene Konstruktion/Heiztechnik	
<p>Haustyp Mehrfamilienhaus</p> <p>Baualterklasse 1949 bis 1968</p> <p>Wohnfläche 857 m²</p> <p>Endenergiebedarf Heizung & Warmwasser 270 kWh/(m²a)</p> <p>Bedeutung in Bayern</p> <p>Anteil Wohngebäude im Bestand 4,3%</p>		<p>Foto: Stadt Erlangen, Umweltamt</p> 	
Bauteilskizze		Beschreibung	U-Wert
			[W/(m ² K)]
Außenwand		24 cm oder 30 cm oder 38 cm Hohlblockmauerwerk aus Bimsbeton oder Schlackenbeton, beidseitig verputzt	0,9 bis 1,3
		24 cm oder 30 cm oder 36 cm Hochlochziegel, beidseitig verputzt	0,8 bis 1,4
Kellerdecke		18 cm Stahlbetondecke, oberseitig Estrich ohne Dämmung	2,6
		18 cm Stahlbetondecke mit schwimm. Estrich auf 2 cm Dämmung	1,3
oberste Geschossdecke		15 cm Stahlbeton mit schwimm. Estrich auf 2 cm Steinwolleplatten oder Holzwolleleichtbauplatten	1,1
		Holzbalkendecke mit Schlackefüllung, unterseitig Putz auf Schilfrohrträger	1,2
Fenster		Holzrahmen mit Einfachverglasung	5,2
		Holzrahmen mit Isolierverglasung	2,8
Heizungstechnik			
Heizsystem		Gas- Spezialkessel	
Warmwasserbereitung		Warmwasserbereitung über den Heizkessel mit beigestelltem Speicher	

Sparpotential insgesamt		Sparpotential der Einzelmaßnahmen						
kWh/(m ² a)	300	kWh/(m ² a)	100	80	60	40	20	0
	270							
150		0						
0								
	Istzustand							
	vollständig saniert							
Dämmkonstruktion	Beschreibung	U-Wert neu	Vollkosten		energiebedingte Mehrkosten	Kosten der eingesparten kWh		
		[W/(m ² K)]	[€]	[€ /m ² Bt]	[€ /m ² Bt]	[Cent/kWh]		
Außenwand	 16 cm Wärmedämmverbundsystem auf Altputz, gewebearmierter Neuputz	0,19	73100	110	50	3,5		
Kellerdecke	 6 cm Dämmung, unterseitig, geklebt oder gedübelt oder bei Erneuerung des Bodenbelages oberseitig	0,36	7600	20	20	4,1		
oberste Geschossdecke	 20 cm Dämmung, oberseitig, begehbarer Bodenbelag	0,15	13300	35	35	2,5		
Fenster	 neue Holzfenster mit 2-Scheiben-Wärmeschutzglasung	1,40	60000	350	50	3,8		
Modernisierung der Heizungstechnik und der Warmwasserbereitung			Vollkosten [€]		Mehrkosten [€]			
Heizsystem	Gas Brennwert		13500		1500	0,8		
Warmwasserbereitung	Installation einer thermischen Solaranlage Deckungsgrad ca. 50%		1200 €/WE		1200 €/WE	15,8		
Alle Maßnahmen						4,2		
ausgehend von 5,9 Cent/kWh beträgt der mittlere Energiepreis bei 20 Jahren Betrachtungszeitraum und:								
Die Maßnahmen sind rentabel, wenn die Kosten der eingesparten kWh kleiner sind als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum!						3 % Energiepreissteigerung 7,9 4 % Energiepreissteigerung 8,7 5 % Energiepreissteigerung 9,6		

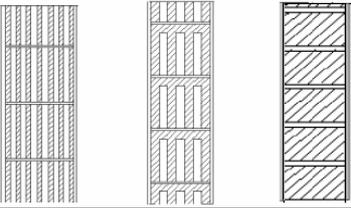
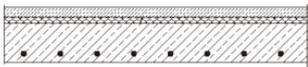
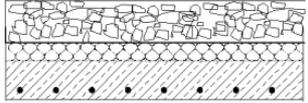
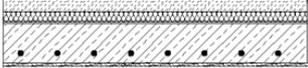
MFH 67		Vorhandene Konstruktion/Heiztechnik	
<p>Haustyp Mehrfamilienhaus</p> <p>Baualterklasse 1949 bis 1968</p> <p>Wohnfläche 1850 m²</p> <p>Endenergiebedarf Heizung & Warmwasser 249 kWh/(m²a)</p> <p>Bedeutung in Bayern</p> <p>Anteil Wohngebäude im Bestand 4,3%</p>			
Bauteilskizze		Beschreibung	U-Wert
			[W/(m ² K)]
Außenwand		24 cm oder 30 cm oder 38 cm Hohlblockmauerwerk aus Bimsbeton oder Schlackenbeton, beidseitig verputzt	0,9 bis 1,3
		24 cm oder 30 cm oder 36 cm Hochlochziegel, verputzt	0,8 bis 1,4
Kellerdecke		18 cm Stahlbetondecke, oberseitig Estrich ohne Dämmung	2,6
		18 cm Stahlbetondecke mit schwimm. Estrich auf 2 cm Dämmung	1,3
oberste Geschossdecke		15 cm Stahlbetondecke mit schwimm. Estrich auf 1 bis 2 cm Steinwolle	1,1 bis 1,5
		Holzbalkendecke mit Schlackefüllung, unterseitig Putz auf Schilfrohrträger	1,1
Fenster		Holzrahmen mit Einfachverglasung	5,2
		Holzrahmen mit Isolierverglasung	2,8
Heizungstechnik			
Heizsystem		Gas- Spezialkessel	
Warmwasserbereitung		Warmwasserbereitung über den Heizkessel mit beigestelltem Speicher	

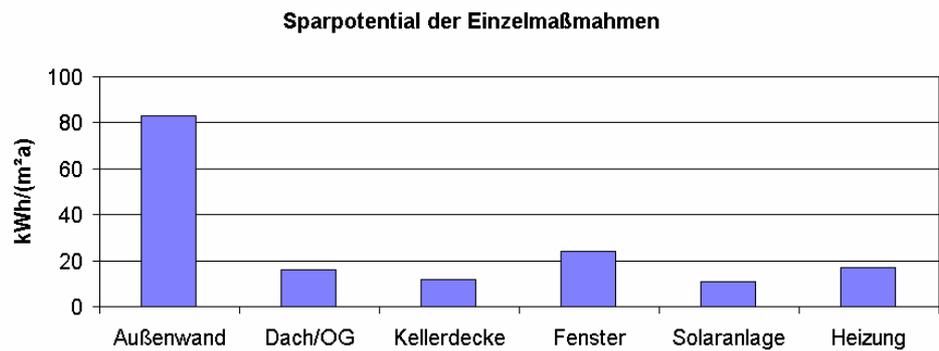
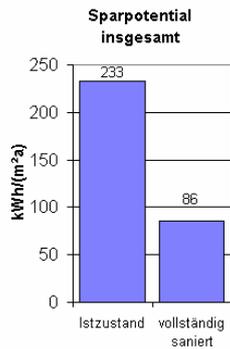
Sparpotential insgesamt		Sparpotential der Einzelmaßnahmen					
kWh/(m ² a)		Außenwand	Dach/OG	Kellerdecke	Fenster	Solaranlage	Heizung
249	Istzustand						
84	vollständig saniert						
Dämmkonstruktion	Beschreibung	U-Wert neu	Vollkosten		energiebedingte Mehrkosten	Kosten der eingesparten kWh	
		[W/(m ² K)]	[€]	[€ /m ² Bt]	[€ /m ² Bt]	[Cent/kWh]	
Außenwand	 <p>16 cm Wärmedämmverbundsystem auf Altputz, gewebearmierter Neuputz</p>	0,19	144100	110	50	3,5	
Kellerdecke	 <p>6 cm Dämmung, unterseitig, geklebt oder gedübelt oder bei Erneuerung des Bodenbelages oberseitig</p>	0,36	12300	20	20	4,1	
oberste Geschossdecke	 <p>20 cm Dämmung, oberseitig, begehbare Bodenbelag bei Flachdach 20 cm Dämmung oberseitig und neue Dachhaut</p>	0,16	21500	35	35	2,1	
Fenster	 <p>neue Holzfenster mit 2-Scheiben-Wärmeschutzglasung</p>	1,40	129500	350	50	3,4	
Modernisierung der Heizungstechnik und der Warmwasserbereitung			Vollkosten [€]		Mehrkosten [€]		
Heizsystem	Gas Brennwert		13500		1500	0,4	
Warmwasserbereitung	Installation einer thermischen Solaranlage Deckungsgrad ca. 50%		1200 €/WE		1200 €/WE	9,7	
Alle Maßnahmen						3,7	
ausgehend von 5,9 Cent/kWh beträgt der mittlere Energiepreis bei 20 Jahren Betrachtungszeitraum und:							
Die Maßnahmen sind rentabel, wenn die Kosten der eingesparten kWh kleiner sind als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum!						3 % Energiepreissteigerung	7,9
						4 % Energiepreissteigerung	8,7
						5 % Energiepreissteigerung	9,6

MFH 69 (A) Vorhandene Konstruktion/Heiztechnik		Foto: eza1 Allgäu
<p>Haustyp Mehrfamilienhaus</p> <p>Baualtersklasse 1969 bis 1978</p> <p>Wohnfläche 456 m²</p> <p>Endenergiebedarf Heizung & Warmwasser 268 kWh/(m²a)</p> <p>Bedeutung in Bayern</p> <p>Anteil Wohngebäude im Bestand 2,0%</p>		
		
Bauteilskizze	Beschreibung	U-Wert [W/(m ² K)]
Außenwand 	30 cm bis 36 cm Hochlochziegel, beidseitig verputzt 25 cm oder 30 cm oder 38 cm Hohlblockmauerwerk aus Bimsbeton oder Schlackenbeton, beidseitig verputzt 30 cm Porotonziegel oder Gasbetonmauerwerk, beidseitig verputzt	0,8 bis 1,1 0,9 bis 1,3 0,7
Kellerdecke 	18 cm Stahlbeton mit schwimm. Estrich auf 3 bis 4 cm Polystyrol oder Mineralwolle	0,8 bis 1,0
oberste Geschossdecke 	15 cm Stahlbeton mit schwimm. Estrich auf 3 bis 4 cm Mineralwolle	0,8 bis 1,0
Fenster 	Einfachverglasung in Holzrahmen Holzrahmen mit Doppelverglasung Holzrahmen mit Isolierverglasung	5,2 2,8 2,8
Heizungstechnik		
Heizsystem	Gas Niedertemperaturkessel	
Warmwasserbereitung	Warmwasserbereitung über den Heizkessel mit beigestelltem Speicher	



Dämmkonstruktion	Beschreibung	U-Wert neu [W/(m²K)]	Vollkosten		energiebedingte Mehrkosten [€/m² Bt]	Kosten der eingesparten kWh [Cent/kWh]	
			[€]	[€/m² Bt]			
Außenwand 	16 cm Wärmedämmverbundsystem auf Altputz, gewebearmierter Neuputz	0,19	40000	110	50	3,5	
Kellerdecke 	6 cm Dämmung, unterseitig, geklebt oder gedübelt oder bei Erneuerung des Bodenbelages oberseitig	0,37	4000	20	20	3,7	
oberste Geschossdecke 	20 cm Dämmung, oberseitig, begehbare Bodenbelag	0,15	7100	35	35	2,9	
Fenster 	neue Holzfenster mit 2-Scheiben-Wärmeschutzglasung	1,40	31900	350	50	3,9	
Modernisierung der Heizungstechnik und der Warmwasserbereitung			Vollkosten [€]		Mehrkosten [€]		
Heizsystem		Gas Brennwertkessel	13500		1500	2,2	
Warmwasserbereitung		Installation einer thermischen Solaranlage Deckungsgrad ca. 50%	1200 €/NVE		1200 €/NVE	10,8	
Alle Maßnahmen						4,1	
ausgehend von 5,9 Cent/kWh beträgt der mittlere Energiepreis bei 20 Jahren Betrachtungszeitraum und:							
Die Maßnahmen sind rentabel, wenn die Kosten der eingesparten kWh kleiner sind als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum!						3 % Energiepreissteigerung	7,9
						4 % Energiepreissteigerung	8,7
						5 % Energiepreissteigerung	9,6

MFH 74		Vorhandene Konstruktion/Heiztechnik	
<p>Haustyp Mehrfamilienhaus</p> <p>Baualtersklasse 1969 bis 1978 Wohnfläche 1145 m² Endenergiebedarf Heizung & Warmwasser 233 kWh/(m²a)</p> <p>Bedeutung in Bayern Anteil Wohngebäude im Bestand 2,0%</p>			
Bauteilskizze		Beschreibung	U-Wert
			[W/(m ² K)]
Außenwand 	30 cm bis 36 cm Hochlochziegel, beidseitig verputzt	0,8 bis 1,1	
	24 cm oder 30 cm oder 38 cm Hohlblockmauerwerk aus Birnsbeton oder Schlackenbeton, beidseitig verputzt	0,9 bis 1,3	
	30 cm Porotonziegel oder Gasbetonmauerwerk, beidseitig verputzt	0,7	
Kellerdecke 	14 cm Stahlbetondecke mit schwimm. Estrich auf 3 bis 4 cm Polystyrol oder Mineralwolle	0,8 bis 1,0	
Flachdach oder 	Flachdach, 15 cm Stahlbetondecke + 6 cm Schaumglas + Dachhaut	0,6	
oberste Geschossdecke 	15 cm Stahlbetondecke, oberseitig 6 cm Dämmung unter dem Estrich	0,5	
Fenster 	Einfachverglasung in Holzrahmen	5,2	
	Holzrahmen mit Isolierverglasung	2,8	
Heizungstechnik			
Heizsystem		Gas- Spezialkessel	
Warmwasserbereitung		Warmwasserbereitung über den Heizkessel mit beigestelltem Speicher	



Dämmkonstruktion	Beschreibung	U-Wert neu [W/(m²K)]	Vollkosten		energiebedingte Mehrkosten [€/m² Bt]	Kosten der eingesparten kWh [Cent/kWh]	
			[€]	[€/m² Bt]			
Außenwand 	16 cm Wärmedämmverbundsystem auf Altputz, gewebebewehrter Neuputz	0,19	97600	110	50	3,5	
Kellerdecke 	6 cm Dämmung, unterseitig, geklebt oder gedübelt oder bei Erneuerung des Bodenbelages oberseitig	0,36	7600	20	20	4,1	
Flachdach oder oberste Geschossdecke 	20 cm Dämmung oberseits und neue Dachhaut 20 cm Dämmung, oberseitig, begehbare Bodenbelag	0,14	38100 13300	100 35	50 35	10,1	
Fenster 	neue Holzfenster mit 2-Scheiben-Wärmeschutzglasung	1,40	80200	350	50	3,3	
Modernisierung der Heizungstechnik und der Warmwasserbereitung			Vollkosten [€]		Mehrkosten [€]		
Heizsystem	Gas Brennkessel		13500		1500	0,8	
Warmwasserbereitung	Installation einer thermischen Solaranlage Deckungsgrad ca. 50%		1200 €/WE		1200 €/WE	20,0	
Alle Maßnahmen						5,5	
ausgehend von 5,9 Cent/kWh beträgt der mittlere Energiepreis bei 20 Jahren Betrachtungszeitraum und:							
Die Maßnahmen sind rentabel, wenn die Kosten der eingesparten kWh kleiner sind als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum!						3 % Energiepreissteigerung	7,9
						4 % Energiepreissteigerung	8,7
						5 % Energiepreissteigerung	9,6