Hessische Energiespar-Aktion

HESSEN

Die wirtschaftlichsten Energieeffizienzmaßnahmen bei begrenztem Budget

www.energieland.hessen.de
www.energiesparaktion.de

Bei uns hat ENERGIE ZUKUNFT

1,3 Million Wohngebäude in Hessen

Jahres-Wärmeverbrauch in Hessen

TWh = 8.200.000.000 Liter H

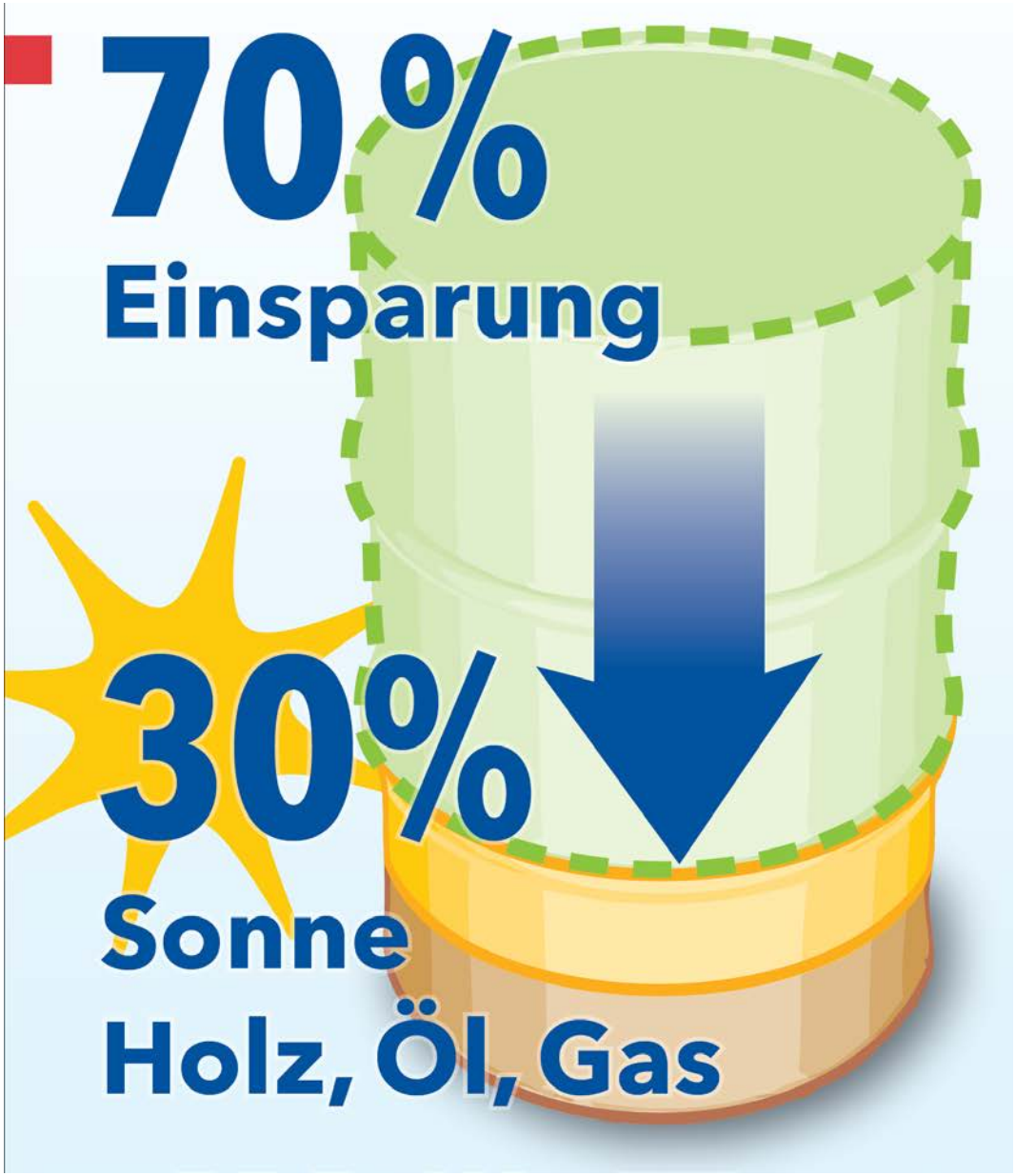
Jahres-Stromverbrauch in Hessen

37 TWh

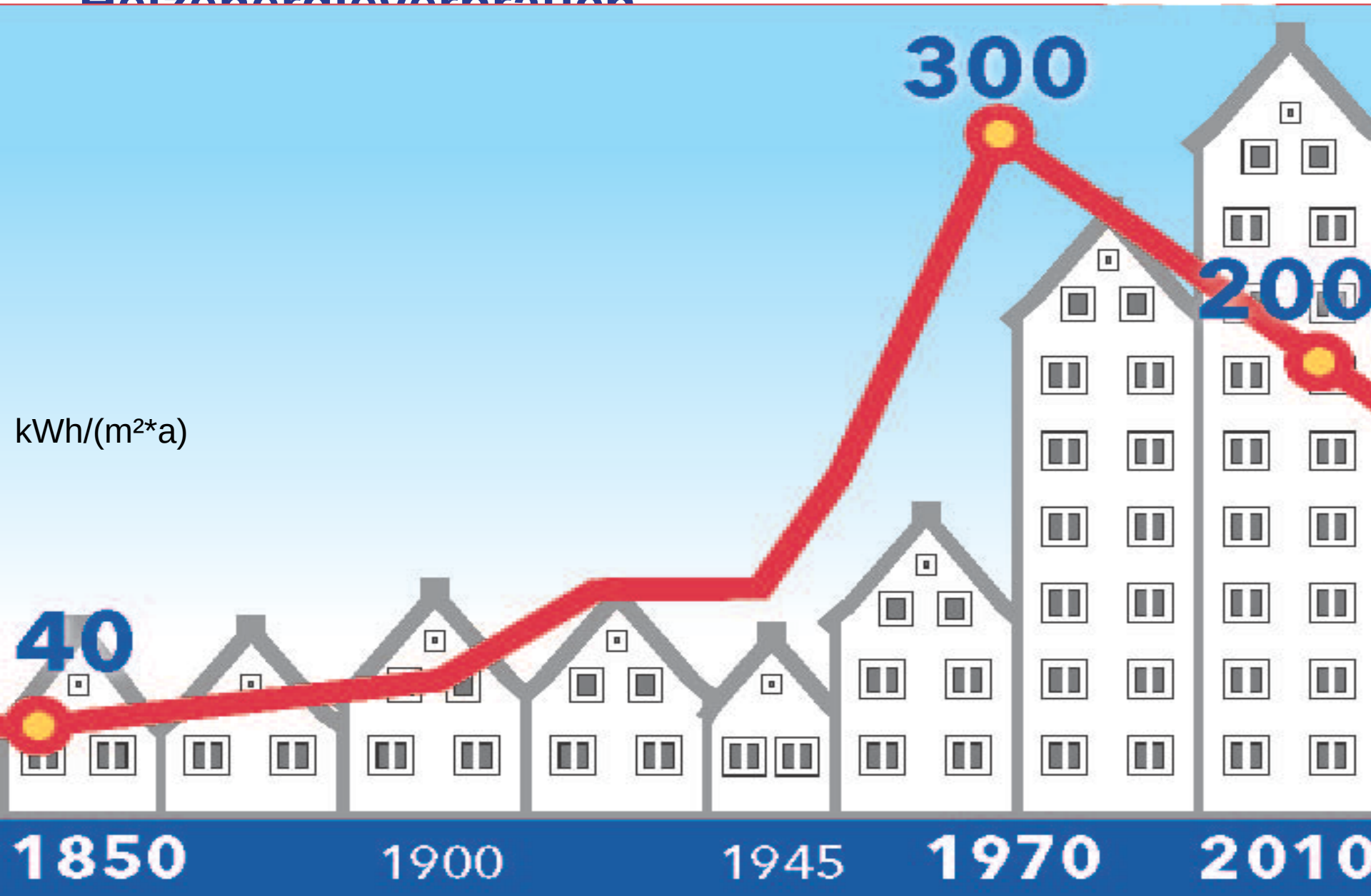
Einsparpotenzial Heizwärmeverbrauch in Hessen

41 TWh

Die Aufgabe: Energieeinsparung bei Wärme und Strom



Problem des Massivbaus: Hoher Heizenergieverbrauch



Wir sanieren die Sünden der Väter

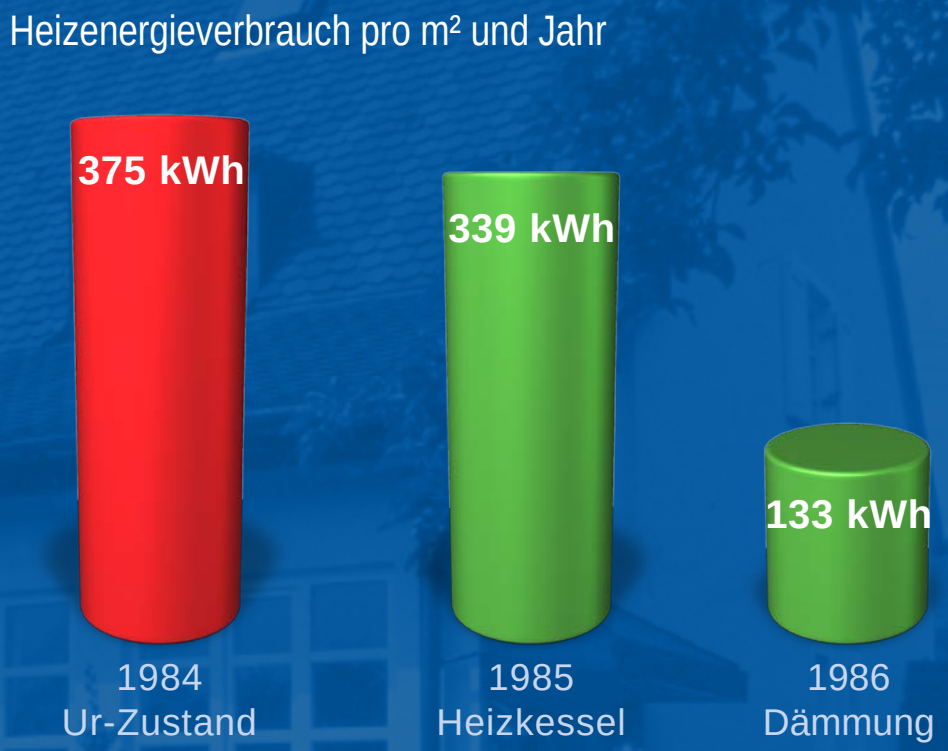
- Hohlblockstein
- Ziegelstein
- Holzbalkendecke
- Betonkellerdecke

Münchner Energiesparhaus mit 65 % Einsparung

EFH, Baujahr 1930, Sanierung 1985

55 % Einsparung (gemessen) brachte der Wärmeschutz

- Niedertemperaturkessel
- 8 cm WDVS
- 12 cm Dachdämmung
- 5 cm Kellerdämmung
- WS-Isolierverglasung



Datenquelle: Fraunhofer Institut für Bauphysik, Holzkirchen 1989

Wohngebäudetypologie: Einsparpotenzial 12 cm Außenwanddämmung

Alte Bundesländer				Neue Bundesländer	
Haus (Jahr)	Einspar-potenzial	Haus (Jahr)	Einspar-potenzial	Haus (Jahr)	Einspar-potenzial
EFHA (vor 1918 Fachwerk)	41%	KMHA (vor 1918 Fachwerk)	33%	EFHA/B (vor 1918)	33%
EFHB (vor 1918 Massiv)	49%	KMHB (vor 1918 Massiv)	37%	EFHC (1919 – 1948)	37%
EFHC (1919 – 1948)	30%	KHMC (1919 – 1948)	29%	EFHD/E (1946 – 1970)	33%
EFHD (1949 – 1957)	29%	KMHD (1949 – 1957)	30%	EFHF/G (1971 – 1985)	35%
EFHE (1958 – 1968)	32%	KMHE (1958 – 1968)	38%	EFHH (1986 – 1990)	24%
EFHF (1969 – 1978)	16%	KMHF (1969 – 1978)	32%	KMHA (vor 1918 Fachwerk)	32%
EFHG (1979 – 1983)	27%	KMHG (1979 – 1983)	28%	KMHB (vor 1918 Massiv)	31%
EFHH (1984 – 1987)	19%	KMHH (1984 – 1987)	14%	KMHC (1919 – 1945)	30%
				KMHD (1946 – 1960)	36%
RHB (vor 1918 Massiv)	38%	GMHB (vor 1918 Massiv)	35%	KMHE (1961 – 1990)	34%
RHC (1919 – 1948)	22%	GMHC (1919 – 1948)	43%	GMHB (vor 1918)	35%
RHD (1949 – 1957)	19%	GMHD (1949 – 1957)	39%	GMHF (1970 – 1980)	28%
RHE (1958 – 1968)	10%	GMHE (1958 – 1968)	52%	GMHG (1980 – 1985)	30%
RHF (1969 – 1978)	24%	GMHF (1969 – 1978)	42%	GMHH (1986 – 1990)	23%
RHG (1979 – 1983)	23%	HHE (1958 – 1968)	24%	HHF (1970 – 1985)	32%
RHH (1984 – 1987)	18%	HHF (1969 – 1978)	21%	HHG (1970 – 1985)	19%

Außenwanddämmung

Wirtschaftlichkeit von 12 cm Außenwanddämmung im deutschen Wohngebäudebestand in Ct/eingesparte kWh

Alte Bundesländer				Neue Bundesländer	
Haus (Jahr)	Einspar-potenzial	Haus (Jahr)	Einspar-potenzial	Haus (Jahr)	Einspar-potenzial
EFHA (vor 1918 Fachwerk)	3,5 Ct/kWh	KMHA (vor 1918 Fachwerk)	3,8 Ct/kWh	EFHA/B (vor 1918)	4,5 Ct/kWh
EFHB (vor 1918 Massiv)	5,2 Ct/kWh	KMHB (vor 1918 Massiv)	4,4 Ct/kWh	EFHC (1919 – 1948)	4,4 Ct/kWh
EFHC (1919 – 1948)	6,1 Ct/kWh	KHMC (1919 – 1948)	6,3 Ct/kWh	EFHD/E (1946 – 1970)	4,4 Ct/kWh
EFHD (1949 – 1957)	4,8 Ct/kWh	KMHD (1949 – 1957)	3,6 Ct/kWh	EFHF/G (1971 – 1985)	5,3 Ct/kWh
EFHE (1958 – 1968)	5,2 Ct/kWh	KMHE (1958 – 1968)	2,9 Ct/kWh	EFHH (1986 – 1990)	9,5 Ct/kWh
EFHF (1969 – 1978)	17 Ct/kWh	KMHF (1969 – 1978)	4,7 Ct/kWh	KMHA (vor 1918 Fachwerk)	3 Ct/kWh
EFHG (1979 – 1983)	10,7 Ct/kWh	KMHG (1979 – 1983)	7,4 Ct/kWh	KMHB (vor 1918 Massiv)	3,4 Ct/kWh
EFHH (1984 – 1987)	24,1 Ct/kWh	KMHH (1984 – 1987)	9,4 Ct/kWh	KMHC (1919 – 1945)	3,4 Ct/kWh
				KMHD (1946 – 1960)	3,2 Ct/kWh
RHB (vor 1918 Massiv)	3,8 Ct/kWh	GMHB (vor 1918 Massiv)	3,4 Ct/kWh	KMHE (1961 – 1990)	3,2 Ct/kWh
RHC (1919 – 1948)	6,2 Ct/kWh	GMHC (1919 – 1948)	3,4 Ct/kWh	GMHB (vor 1918)	4,1 Ct/kWh
RHD (1949 – 1957)	11 Ct/kWh	GMHD (1949 – 1957)	4,3 Ct/kWh	GMHF (1970 – 1980)	5,8 Ct/kWh
RHE (1958 – 1968)	10 Ct/kWh	GMHE (1958 – 1968)	3,2 Ct/kWh	GMHG (1980 – 1985)	5,7 Ct/kWh
RHF (1969 – 1978)	5,5 Ct/kWh	GMHF (1969 – 1978)	3,6 Ct/kWh	GMHH (1986 – 1990)	9 Ct/kWh
RHG (1979 – 1983)	13,7 Ct/kWh	HHE (1958 – 1968)	20 Ct/kWh	HHF (1970 – 1985)	5,8 Ct/kWh
RHH (1984 – 1987)	13,5 Ct/kWh	HHF (1969 – 1978)	8,4 Ct/kWh	HHG (1970 – 1985)	6,4 Ct/kWh

Annahmen: 25 Jahre Betrachtungszeitraum, 6,5 % Energiepreissteigerung pro Jahr, 2,75 Ct pro kWh Heizenergie, Ansatz der Mehrkosten im Falle einer ohnehin anstehenden Bauteilinstandsetzung (kostenoptimaler Zeitpunkt), dokumentiert in Ebel, Eicke-Hennig, Großcurth, Energieeinsparung bei Alt- und Neubauten, Heidelberg 2000

Zum richtigen Zeitpunkt handeln: Instandsetzung + Energieeinsparung

Wie vorgehen? Mit einem biblischen Prinzip !

6 Schritte zum Energiesparhaus im Bestand

Unser Ziel in Hessen: Das 10-Liter-Haus im Altbau

Hessische Energiespar-Aktion

HESSEN

Bei begrenztem Budget ist schrittweises Vorgehen immer möglich

www.energieland.hessen.de
www.energiesparaktion.de

Bei uns hat ENERGIE ZUKUNFT

Geldlicher Maßstab führt in die Irre

Energiepreis: 3,5 Cent/kWh = 35 Cent pro Liter HEL

EFH_D

Haustyp wählen

Baujahr:	**1949 - 1957**
Wohnfläche	**101 m²**

Heizkosten bei 5% Energiepreissteigerung = Verdopplung in 14,2 Jahren	
über 25 Jahre nominal	**56.000 €**
über 50 Jahre nominal	**249.000 €**

Anzahl der Wohngebäude in Hessen:	**88.733**
Anzahl der Wohnungen in Hessen:	**116.585**
Wohnfläche in Mio m² in Hessen:	**11,5 Mio m²**
Anteil an der Wohnfläche in Hessen	**5,4%**
Anteil am Heizwärmebedarf (Wohngebäude) in Hessen:	**8,7%**

Heizwärmebedarfskennwert IST-Zustand in kWh/(m²a)	**257,4**
Heizölverbrauch im unsanierten Zustand in Liter pro Jahr	**3410 l**

Randbedingungen ändern

Kapitalzins	**3,0%**
mittlere Energiepreissteigerung (letzte 25 Jahre)	**5,0%**
Preis pro kWh Heizöl bei Abnahme von 3000 Litern	**3,5 Cent**

Endenergiekennwert mit Warmwasser-bereitung	IST-Zustand:	**337,6**		Einsparung in %	Mehrkosten der Maßnahme	**Amortisation in Jahren**	**interner Zinsfuß**	**Kosten pro eingesparte kWh**
in kWh/(m²a)	Gas- Brennwert- anstatt Niedertemperaturkessel	**305,3**	→	**9,6%**	**783 €**	**6,5 a**	**16,6%**	**2,0 Cent**
	Wärmeschutzisolierverglasung (18,4 m²)	**297,6**	→	**2,3%**	**10 €/m²**	**6,4 a**	**19,2%**	**1,4 Cent**
	20 cm Dämmung des Daches (125,4 m²)	**228,7**	→	**20,4%**	**40 €/m²**	**12,8 a**	**9,5%**	**2,9 Cent**
	12 cm Dämmung der Außenwand (119,8 m²)	**175,2**	→	**15,8%**	**45 €/m²**	**16,3 a**	**6,9%**	**3,8 Cent**
	6 cm Dämmung der Kellerdecke (79,9 m²)	**156,5**	→	**5,6%**	**20 €/m²**	**14,7 a**	**8,0%**	**3,4 Cent**
	therm. Solaranlage mit 4 m² Kollektorfeld	**136,0**	→	**6,1%**	**3560 €**	**34,9 a**	**-8,2%**	**14,4 Cent**
	Wirtschaftlichkeit Gesamtpaket mit Solaranlage				**14.614 €**	**19,1 a**	**5%**	**4,6 Cent**
	Endenergieeinsparung durch Sanierung		→	**60%**		**Referenzwerte**		
	Endenergieverbrauch nach Sanierung		→	**40%**		**15 / 25**	**5%**	**3,5 Cent**
								6,68 Cent

Geldlicher Maßstab führt in die Irre

Energiepreis: 6 Cent pro kWh = 60 Cent pro Liter HEL

EFH_D

Haustyp wählen

Baujahr:	**1949 - 1957**
Wohnfläche	**101 m²**

Heizkosten bei 5% Energiepreissteigerung = Verdopplung in 14,2 Jahren	
über 25 Jahre nominal	**97.000 €**
über 50 Jahre nominal	**428.000 €**

Anzahl der Wohngebäude in Hessen:	**88.733**
Anzahl der Wohnungen in Hessen:	**116.585**
Wohnfläche in Mio m² in Hessen:	**11,5 Mio m²**
Anteil an der Wohnfläche in Hessen	**5,4%**
Anteil am Heizwärmebedarf (Wohngebäude) in Hessen:	**8,7%**

Heizwärmebedarfskennwert IST-Zustand in kWh/(m²a)	**257,4**
Heizölverbrauch im unsanierten Zustand in Liter pro Jahr	**3410 l**

Randbedingungen ändern

Kapitalzins	**3,0%**
mittlere Energiepreissteigerung (letzte 25 Jahre)	**5,0%**
Preis pro kWh Heizöl bei Abnahme von 3000 Litern	**6 Cent**

Endenergiekennwert mit Warmwasser-bereitung	IST-Zustand:	**337,6**		Einsparung in %	Mehrkosten der Maßnahme	**Amortisation in Jahren**	**interner Zinsfuß**	**Kosten pro eingesparte kWh**
in kWh/(m²a)	Gas- Brennwert- anstatt Niedertemperaturkessel	**305,3**	→	**9,6%**	**783 €**	**3,9 a**	**29,0%**	**2,0 Cent**
	Wärmeschutzisolierverglasung (18,4 m²)	**297,6**	→	**2,3%**	**10 €/m²**	**3,8 a**	**30,2%**	**1,4 Cent**
	20 cm Dämmung des Daches (125,4 m²)	**228,7**	→	**20,4%**	**40 €/m²**	**7,9 a**	**15,9%**	**2,9 Cent**
	12 cm Dämmung der Außenwand (119,8 m²)	**175,2**	→	**15,8%**	**45 €/m²**	**10,1 a**	**12,4%**	**3,8 Cent**
	6 cm Dämmung der Kellerdecke (79,9 m²)	**156,5**	→	**5,6%**	**20 €/m²**	**9,1 a**	**13,8%**	**3,4 Cent**
	therm. Solaranlage mit 4 m² Kollektorfeld	**136,0**	→	**6,1%**	**3560 €**	**23,0 a**	**-3,1%**	**14,4 Cent**
	Wirtschaftlichkeit Gesamtpaket mit Solaranlage				**14.614 €**	**12,0 a**	**10%**	**4,6 Cent**
	Endenergieeinsparung durch Sanierung		→	**60%**		Referenzwerte		
	Endenergieverbrauch nach Sanierung		→	**40%**		**15 / 25**	**5%**	**6 Cent**
								11,45 Cent

Geldlicher Maßstab führt in die Irre

Energiepreis: 8,5 Cent pro kWh = 85 Cent/Liter HEL

EFH_D

Haustyp wählen

Baujahr:	**1949 - 1957**
Wohnfläche	**101 m²**

Heizkosten bei 5% Energiepreissteigerung = Verdopplung in 14,2 Jahren	
über 25 Jahre nominal	**138.000 €**
über 50 Jahre nominal	**606.000 €**

Anzahl der Wohngebäude in Hessen:	**88.733**
Anzahl der Wohnungen in Hessen:	**116.585**
Wohnfläche in Mio m² in Hessen:	**11,5 Mio m²**
Anteil an der Wohnfläche in Hessen	**5,4%**
Anteil am Heizwärmebedarf (Wohngebäude) in Hessen:	**8,7%**

Heizwärmebedarfskennwert IST-Zustand in kWh/(m²a)	**257,4**
Heizölverbrauch im unsanierten Zustand in Liter pro Jahr	**3410 l**

Randbedingungen ändern

Kapitalzins	**3,0%**
mittlere Energiepreissteigerung (letzte 25 Jahre)	**5,0%**
Preis pro kWh Heizöl bei Abnahme von 3000 Litern	**8,5 Cent**

Endenergiekennwert mit Warmwasser-bereitung	IST-Zustand:	**337,6**		Einsparung in %	Mehrkosten der Maßnahme	**Amortisation in Jahren**	**interner Zinsfuß**	**Kosten pro eingesparte kWh**
in kWh/(m²a)	Gas- Brennwert- anstatt Niedertemperaturkessel	**305,3**	→	**9,6%**	**783 €**	**2,8 a**	**40,1%**	**2,0 Cent**
	Wärmeschutzisolierverglasung (18,4 m²)	**297,6**	→	**2,3%**	**10 €/m²**	**2,7 a**	**40,9%**	**1,4 Cent**
	20 cm Dämmung des Daches (125,4 m²)	**228,7**	→	**20,4%**	**40 €/m²**	**5,7 a**	**21,4%**	**2,9 Cent**
	12 cm Dämmung der Außenwand (119,8 m²)	**175,2**	→	**15,8%**	**45 €/m²**	**7,4 a**	**16,9%**	**3,8 Cent**
	6 cm Dämmung der Kellerdecke (79,9 m²)	**156,5**	→	**5,6%**	**20 €/m²**	**6,6 a**	**18,7%**	**3,4 Cent**
	therm. Solaranlage mit 4 m² Kollektorfeld	**136,0**	→	**6,1%**	**3560 €**	**17,3 a**	**0,7%**	**14,4 Cent**
	Wirtschaftlichkeit Gesamtpaket mit Solaranlage				**14.614 €**	**8,7 a**	**14%**	**4,6 Cent**
	Endenergieeinsparung durch Sanierung		→	**60%**		Referenzwerte		
	Endenergieverbrauch nach Sanierung		→	**40%**		**15 / 25**	**5%**	**8,5 Cent**
								16,23 Cent

Hessische Energiespar-Aktion

HESSEN

Wirtschaftlichkeit

Was darf die Zukunft kosten?
Und was die Korrektur der Fehler der Vergangenheit?

www.energieland.hessen.de
www.energiesparaktion.de

Bei uns hat ENERGIE ZUKUNFT

Einsparpotenzial und Energiepreis – warum handeln wir nicht?

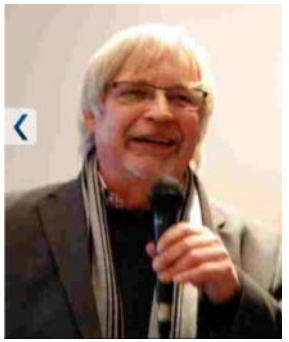
	Alte Bundesländer	Neue Bundesländer
Zahl der Wohnungen	26 Mio.	6,6 Mio.
Heizwärmebedarf 1990	340 TWh	74 TWh
Technisches Einsparpotenzial	71 %	77 %
Wirtschaftliches Einsparpotenzial bei einem mittleren zukünftigen Energiepreis von		
3 Cent/kWh	38 %	53 %
4 Cent pro kWh	43 %	62 %
6,5 Cent pro kWh	53 %	63 %

Wärmeschutz spart Hauseigentümern 1 Billion EUR bis 2080

	Zeitraum		Basis-Szenario	Szenario 1
Fördermittel	2050	Mrd. Euro	25	91
geförderte Investitionen	2050	Mrd. Euro	428	953
davon energiebedingte Investitionen	2050	Mrd. Euro	193	429
Energiekosteneinsparung 1,1 %	2080	Mrd. Euro	92	453
Energiekosteneinsparung 3,3 %	2080	Mrd. Euro	166	815
Energiekosteneinsparung 5,0 %	2080	Mrd. Euro	304	1495
nachfrageindizierte BWS-Effekte[1)]	2080	Mrd. Euro	68	195
nachfrageindizierte Steuereinnahmen	2080	Mrd. Euro	33	112
gesamte BWS-Effekte[1)]	2080	Mrd. Euro	80	252
gesamte Steuereinnahmen	2080	Mrd. Euro	39	139
kumilierte CO_2-Reduktion	2050	Mio. t CO_2/a	15,6	81,4

Herr Köhler, techn. Direktor der WBG Göttingen

Die Aussage des Geschäftsführers Rolf-Georg Köhler 2013



„Unsere Wohnungsbaugesellschaft machte und macht Gewinn“

Energetische Sanierungsquote 3 % p.a.
Eigenkapitalrendite 5-7 %

Ergebnisse aus Studien des IWU
Auf Basis umfassend erhobener Kosten

Massnahmenqualitäten im Bestand sind wirtschaftlich und können ausgeweitet werden

Bauteil	Maßnahme	EnEV 09, Anlage 3, Tabelle 1	wirtschaftlich vertretbar ab U-Wert im unsanierten Zustand		Möglicher Ansatz: EnEV 2012, Anlage 3, Tabelle 1
		[W/(m²K)]	[W/(m²K)]	[cm]	[W/(m²K)]
Außenwand	nachträgliche Dämmung mit WDVS	0,24 ab 0,90	0,18 ab 0,90	ca. 16 bis 17	0,20 ab 0,90
Kellerdecke	nachträgliche Dämmung von unten	0,30	0,20 ab 1,20	ca. 14 bis 15	0,30
Steildach	Dämmung von außen zwischen / auf den Sparren	0,24	0,15 ab 0,70	14 zwischen plus ca. 10 auf den Sparren	0,15
oberste Geschoss-decke	nachträgliche Dämmung, begehbar	0,24	0,20 ab 0,80	ca. 14 bis 15	0,20
oberste Geschoss-decke	nachträgliche Dämmung, nicht begehbar	0,24	0,14 ab 0,35	ca. 21-22	0,20
Fenster	3-Scheiben- WSV konv. Rahmen	1,30	0,95 ab 2,70	(geg. 2-Scheiben-Isolierverglasung)	1,30

Tabelle 2: Zusammenfassung: Mindestanforderungen der EnEV 2009, wirtschaftlich vertretbare Anforderungen sowie mögliche Ansätze für eine Weiterentwicklung der EnEV 2009

Quelle: IWU, Evaluierung und Fortentwicklung der EnEV 2009, Darmstadt 2011; 6,5 Cent / kWh, 3,5 % Energiepreissteigerung

Vollkosten für die Wärneschutzmassnahmen

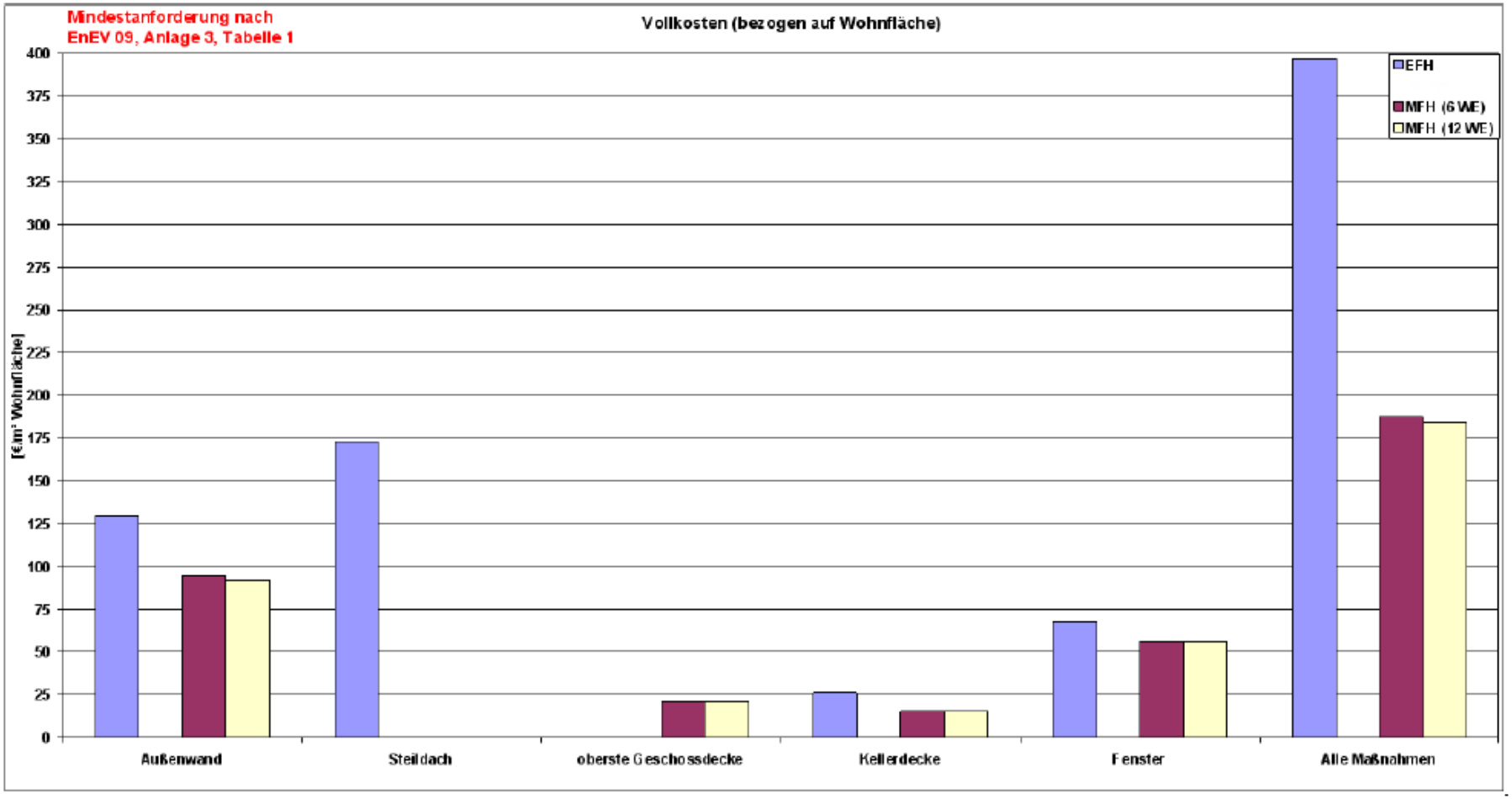


Abbildung 3.3: Vollkosten für die bauteilbezogenen Anforderungen nach EnEV 2009, Anlage 3, Tabelle 1 und ein Maßnahmenpaket aus den Einzelanforderungen. Basis der Berechnungen sind die Kostenfunktionen nach Tabelle 3.4. Kosten für Gerüste und weitere den Wohnwert verbessernde Maßnahmen sind nicht berücksichtigt.

Quelle: IWU, Evaluierung und Fortentwicklung der EnEV 2009, Darmstadt 2011

Angesetzte Mehrkosten der Wärmeschutzmaßnahmen für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

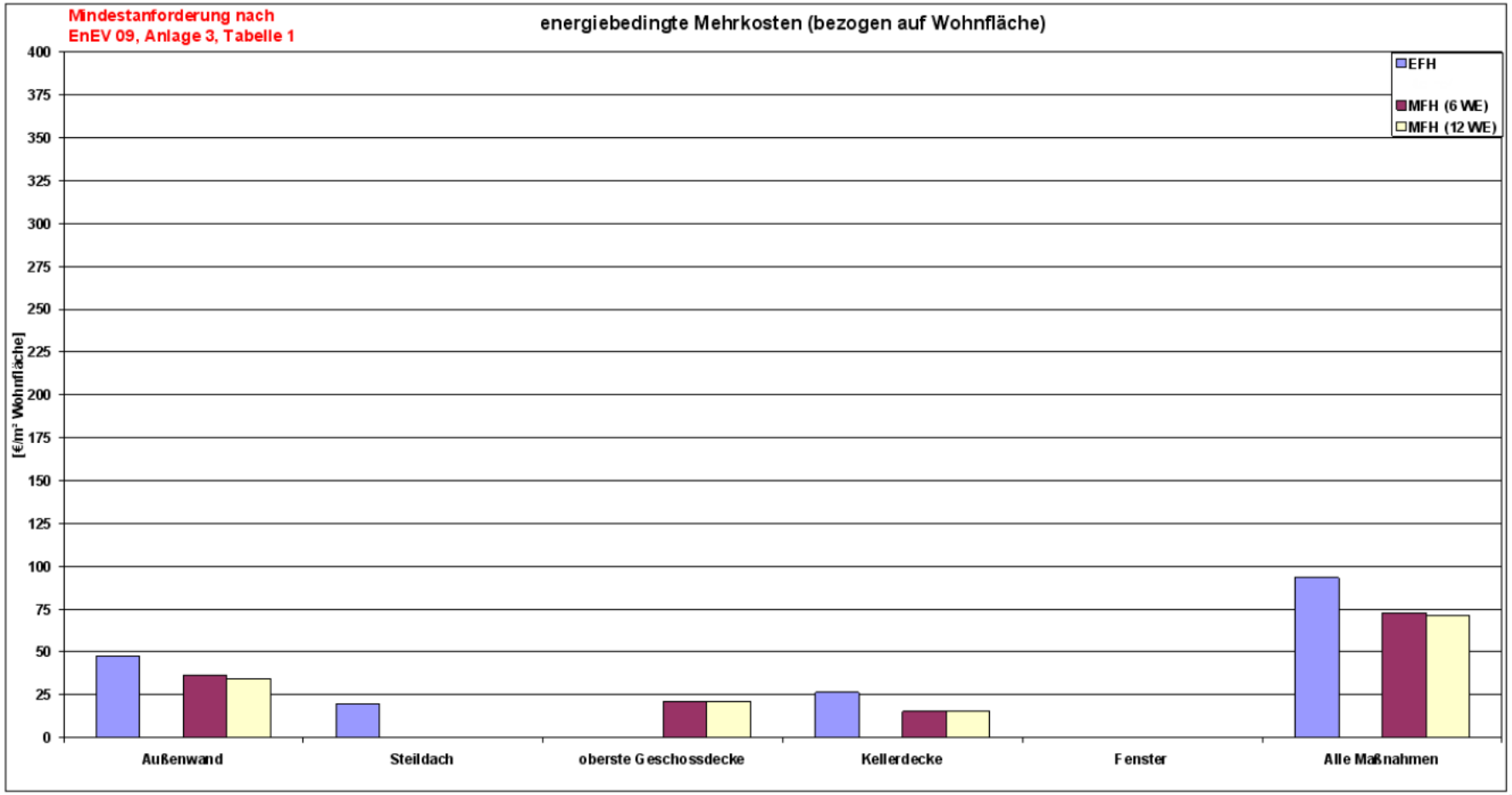
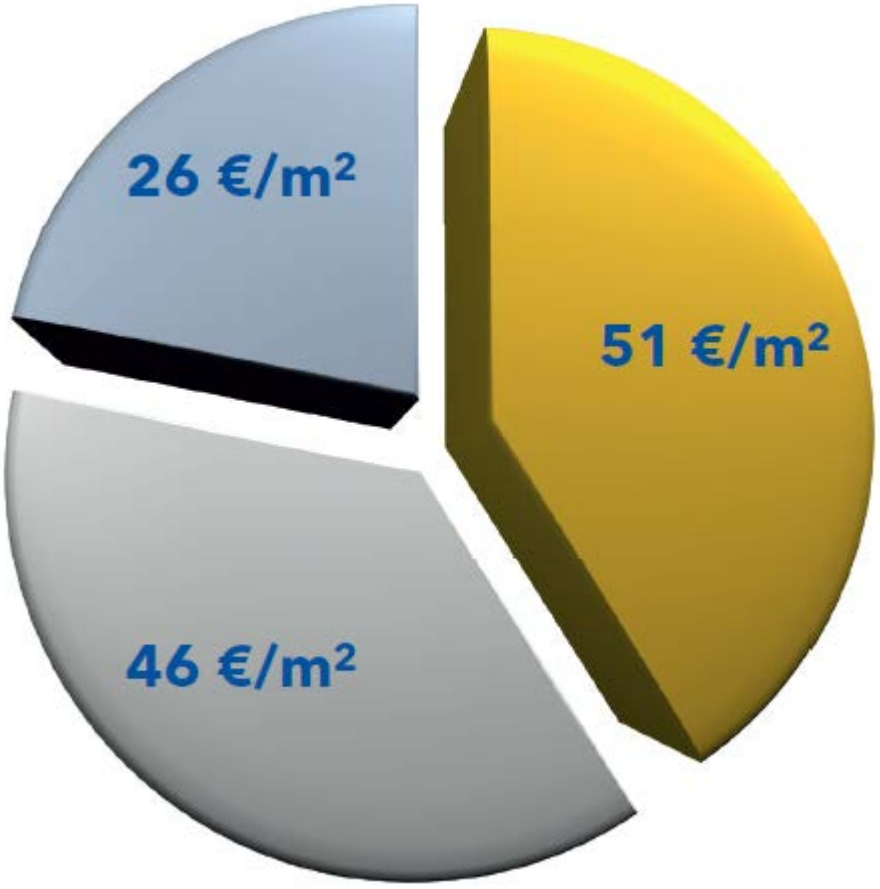


Abbildung 3.5: energiebedingte Mehrkosten für die bauteilbezogenen Anforderungen nach EnEV 2009, Anlage 3, Tabelle 1 und ein Maßnahmenpaket aus den Einzelanforderungen. Basis der Berechnungen sind die Kostenfunktionen nach Tabelle 3.4. Kosten für Gerüste und weitere den Wohnwert verbessernde Maßnahmen sind nicht berücksichtigt.

Quelle: IWU, Evaluierung und Fortentwicklung der EnEV 2009, Darmstadt 2011

Grundkosten und Mehrkosten eines 14 cm dicken WDVS aus EPS



Grundputz und Armierung

ohnehin erforderliche Malerarbeiten

Dämmung und Zusatzaufwand

Quelle: Institut Wohnen und Umwelt, Untersuchung zur weiteren Verschärfung der Anforderungen an Wohngebäude mit der EnEV 2012. Darmstadt 2010; Studie im Auftrag des BBSR; Analyse von 238 geförderten Häusern mit 13 Mio. € Investitionsvolumen in WDVS

Außenwanddämmung: Wirtschaftlichkeit

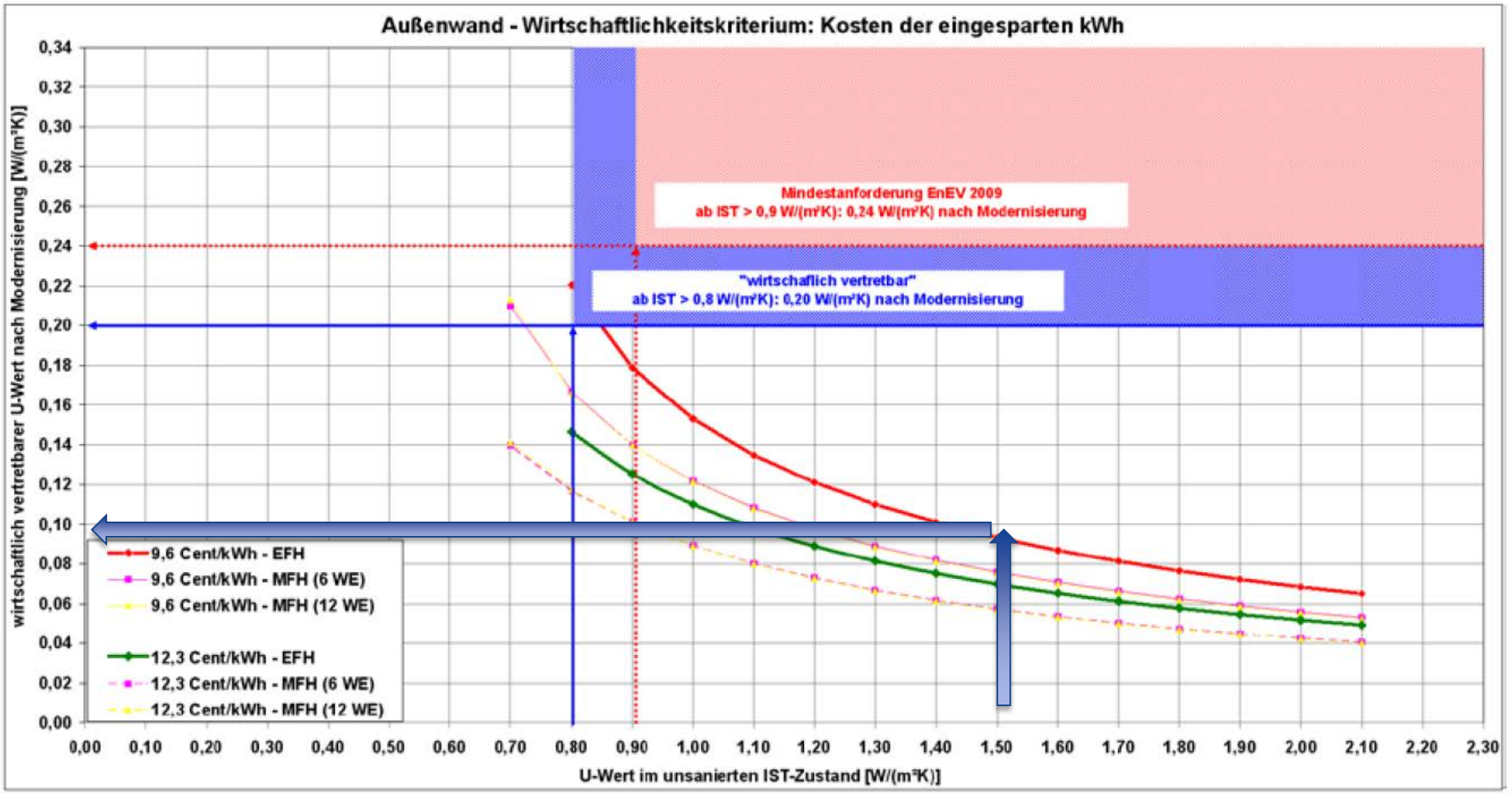


Abbildung 4.6: Mindestanforderung der EnEV 2009 und wirtschaftlich vertretbare Anforderungen. Bauteil: Außenwand, Berechnung nach LEG (räumliche & zeitliche Teilbeheizung)

Quelle: IWU, Evaluierung und Fortentwicklung der EnEV 2009, Darmstadt 2011, 6,5 Cent/kWh, 3,5 % Energiepreissteigerung

Wirtschaftlichkeitsdiskussion Außenwanddämmung im Bestand 1,0 W/(m²K)

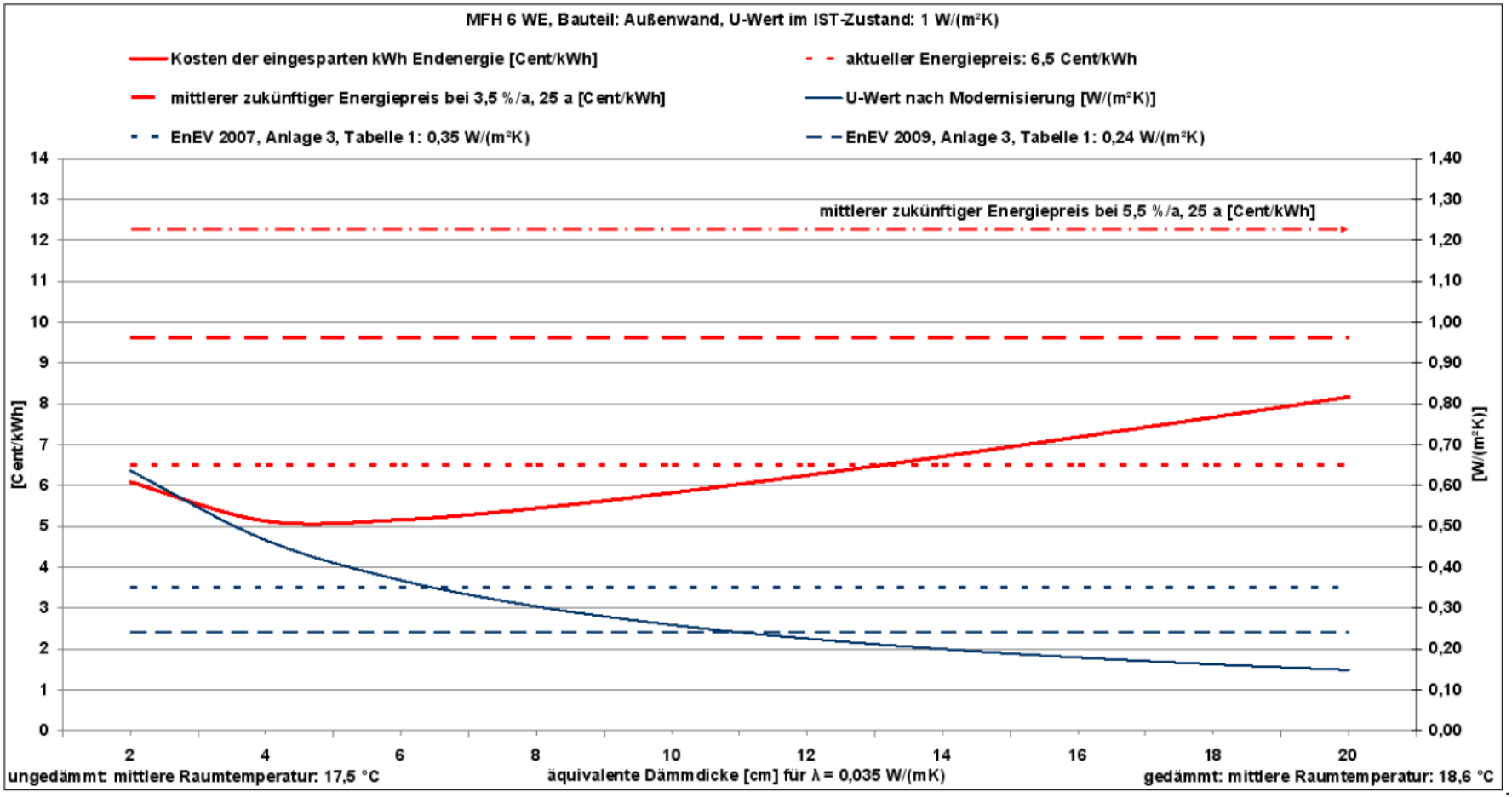


Abbildung 4.2: MFH, Außenwand U_{IST} = 1,0 W/(m²K), Wärmedämmverbundsystem, Berechnung nach Leitfaden „Energiebewusste Gebäudeplanung“ (räumliche & zeitliche Teilbeheizung)

Quelle: IWU, Evaluierung und Fortentwicklung der EnEV 2009, Darmstadt 2011

Wirtschaftlichkeitsdiskussion 5 Dämmmaßnahmen, 3 Gebäudetypen

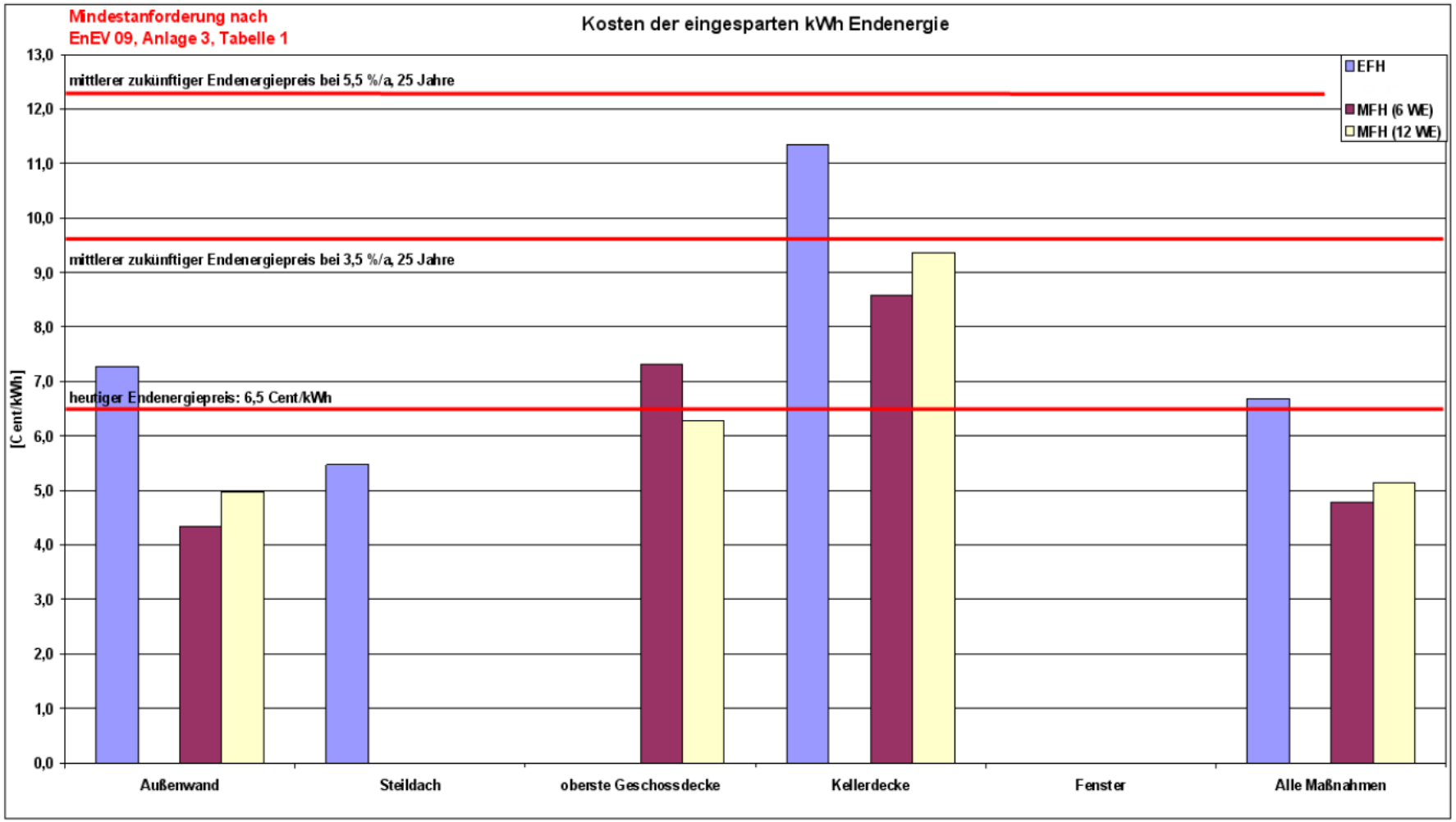


Abbildung 4.4: Kosten der eingesparten kWh Endenergie für die bauteilbezogenen Anforderungen nach EnEV 2009 sowie ein Maßnahmenpaket aus allen bauteilbezogenen Anforderungen, Berechnung nach LEG (räumliche & zeitliche Teilbeheizung)

Quelle: IWU, Evaluierung und Fortentwicklung der EnEV 2009, Darmstadt 2011

MFH 1968: Berechnungsbeispiel mit der VOFI-Methode

IWU Institut Wohnen und Umwelt

Rheinstraße 65
64295 Darmstadt
Germany

Fon: +49(0)6151/2904-0
Fax: +49(0)6151/2904-97

info@iwu.de
www.iwu.de

Akteursbezogene Wirtschaftlichkeitsberechnungen von Energieeffizienzmaßnahmen im Bestand

Berechnungen mit dem Vollständigen Finanzplan

Darmstadt, den 31.07.2013

Autoren: Andreas Enseling
Eberhard Hinz
Martin Vaché

HESSEN
Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

A.6 MFH68 – KFW70

Haustyp: MFH, Baualtersklasse: 1958-1968 — Modernisierungspaket: GMFH68 - KfW70 - Alle

Bezugsfläche 782 m²
Wohneinheiten 12
Anzahl Gescho 3

Kennwerte nach LEG	vor Mod	nach Mod
Endenergiebedarf Heizung	171 kWh/(m²a)	31 kWh/(m²a)
Endenergiebedarf WW	67 kWh/(m²a)	28 kWh/(m²a)
Strom HH & Hilfsenergie	34 kWh/(m²a)	33 kWh/(m²a)

Heizspiegel Deutschland 2012: Erdgas, Endenergie Heizung
zu hoch: > 217 kWh/(m²a)
erhöht: 142 bis 217 kWh/(m²a)
mittel: 87 bis 141 kWh/(m²a)

Bauteil Kurzbezeichnung	Beschreibung der Einzelmaßnahmen	U-Wert vor Mod [W/(m²K)]	Dämm-dicke [cm]	U-Wert neu [W/(m²K)]	Vollkosten (brutto) [€]	Vollkosten (brutto) [€ /m² Bt]	energiebed. Mehrkosten [€ /m² Bt]
AW - WDVS	WDVS auf Altputz im Zuge einer ohnehin erforderlichen umfassenden Putzsanierung	1,20	14	0,21	81858	132	54
K - mit	Dämmung der Kellerdecke unterseitig, mit zusätzlichem Schutz gegen mechanische Beschädigung	1,00	6	0,37	18571	54	54
--							

MFH Bj. 1968: Modernisierungsumlage und Mieterhöhung

MFH68		MFH – KfW 100	MFH – KfW 70	MFH - EnEV 09	MFH – Eva EnEV
Umlagefähige Modernisierungskosten (Kopplungsprinzip)	[€/m²]	114	143	113	123
Mieterhöhung § 559 BGB ohne Abzug von Förderung	[€/m²Mon]	1,04	1,29	1,03	1,13
Mieterhöhung § 559 BGB mit Abzug von Förderung	[€/m²Mon]	0,75	0,70	0,70	0,78
Energiekosteneinsparung im Jahr der Maßnahme	[€/m²Mon]	1,00	1,09	0,98	1,01

Quelle: IWU

1,46 im 6. Jahr

MFH Baujahr 1968: Mit höheren Investitionsumlagen auf die Miete

MFH68		MFH – KfW 100	MFH – KfW 70	MFH - EnEV 09	MFH – Eva EnEV
Umlagefähige Modernisierungskosten (Vorzeitige Modernisierung)	[€/m²]	153	218	190	200
Mieterhöhung § 559 BGB mit Abzug von Förderung	[€/m²Mon]	1,10	1,41	1,40	1,45
Energiekosteneinsparung im Jahr der Maßnahme	[€/m²Mon]	1,00	1,09	0,98	1,01

Quelle: IWU

1,46 im 6. Jahr

MFH Baujahr 1968: Rendite über 3 %

		MFH - KfW 100	MFH - KfW 70	MFH - EnEV 09/12	MFH - Eva EnEV
Modernisierungsinvestition	Kosten [m²Wfl.]	114	141	113	123
Energetische Maßnahmen (Kopplungsprinzip)	Eigenkapitalrendite	3,11%	3,08%	3,17%	3,06%

Quelle: IWU; Mieterhöhung nach § 559 BGB, mit KfW-Investitionszuschuss, energetische Differenzierung im Mietspiegel 0,29 €/m², 80% Eigenkapital

Rendite Einlagen in Energiegenossenschaften: 3,0 %
Rendite Staatsanleihen heute (-) 2,0 %

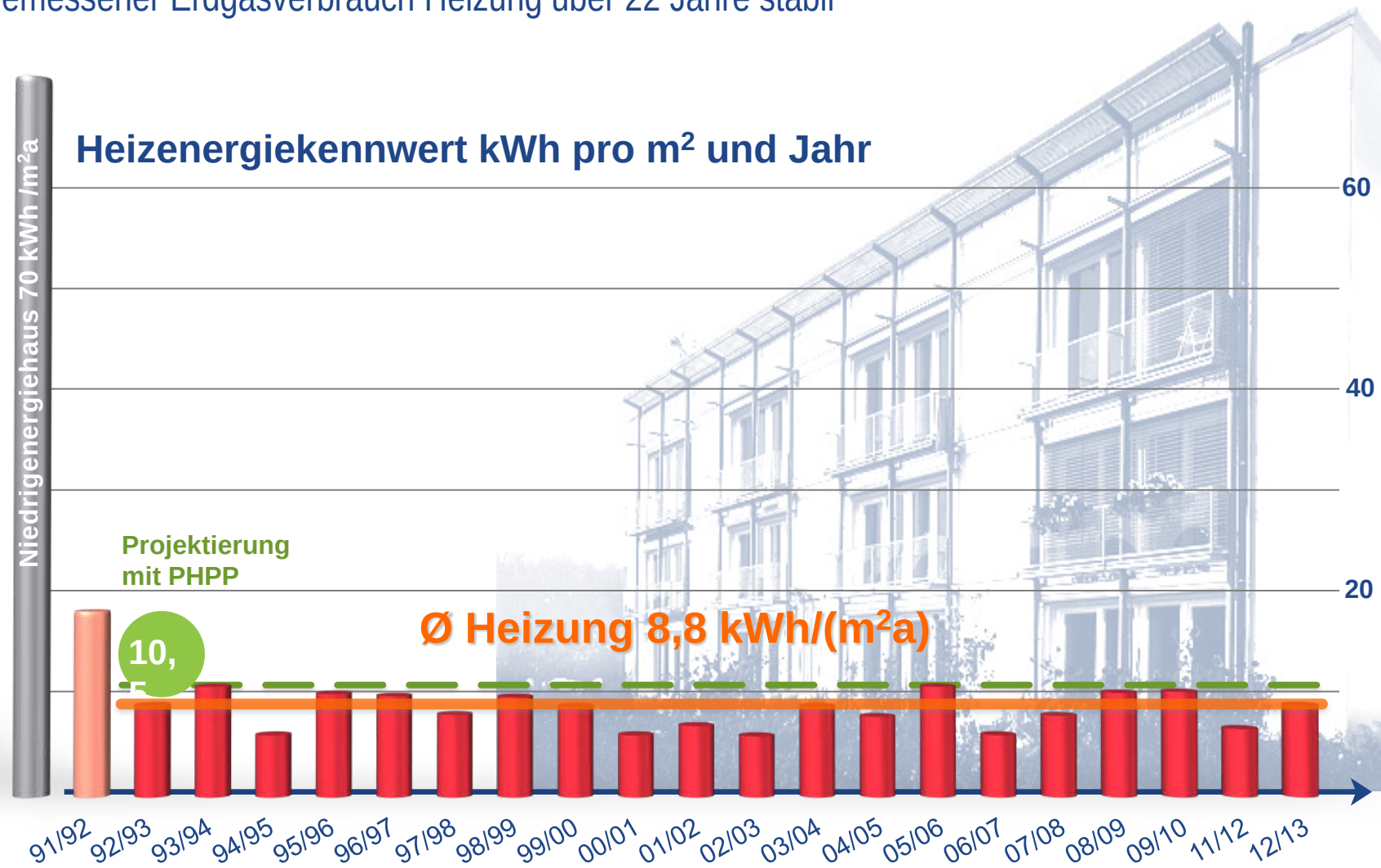
Erstes Passivhaus, Bj.1990,

Heizwärmeverbrauch 0,9 m³ Erdgas/(m²*a)

- **Dach: 45 cm Dämmung**
- **Wand: 27,5 cm WDVS**
- **Keller: 25 cm Dämmung**
- **3-fach-WS-Isolierverglasung, dämmende Rahmen**
- **Wohnungslüftung mit WRG**
- **1 Brennwerttherme für 4 WE**
- **2 Heizkörper pro WE**
- **Solaranlage für TWW mit Vakuumflachkollektoren, Deckungsgrad 40-64 %**
- **Mehrkosten 1990 ca. 12-15 %**

Langzeitmessdaten am 1. Passivhaus Darmstadt (ø 4 WE)

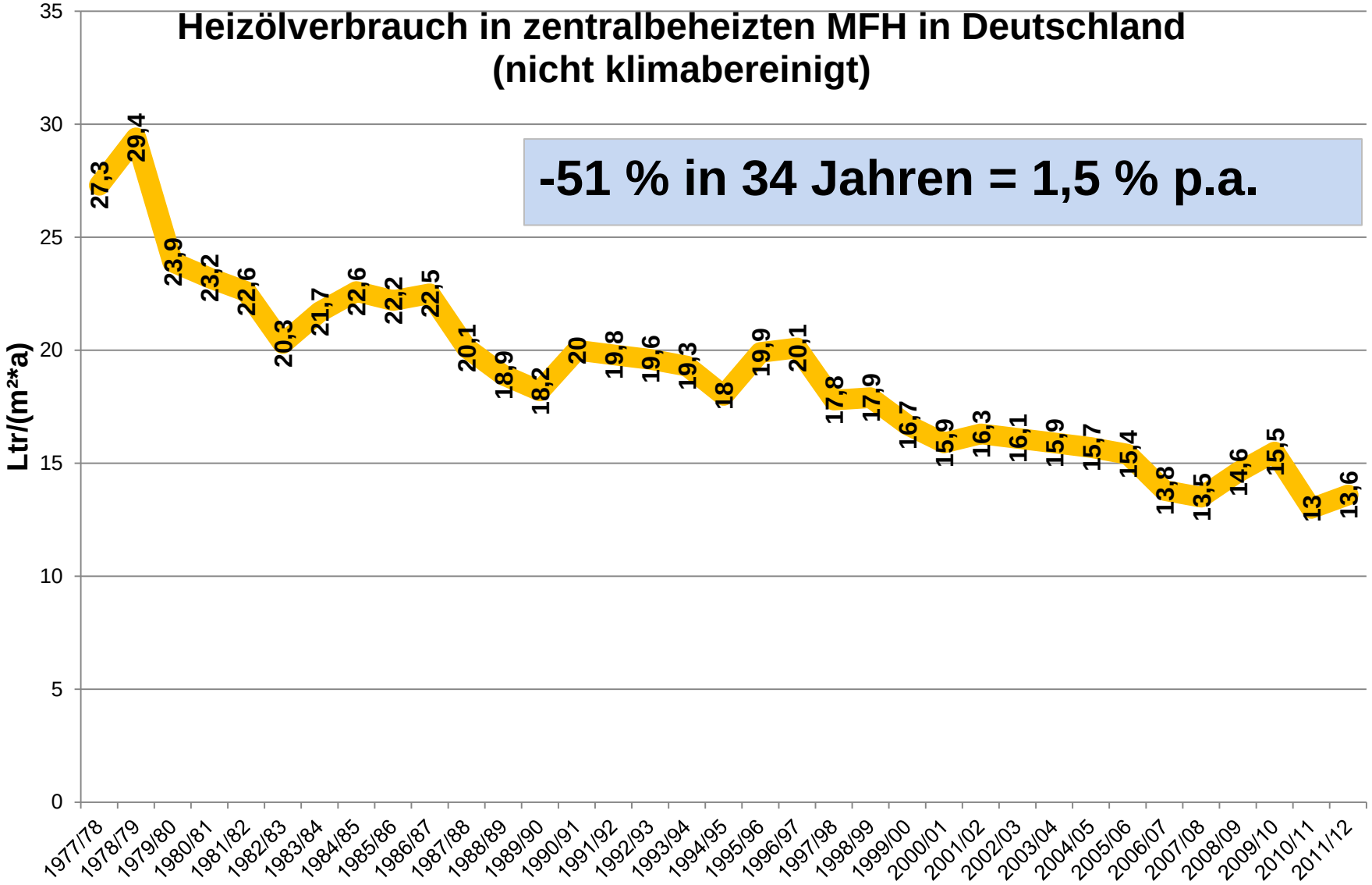
Gemessener Erdgasverbrauch Heizung über 22 Jahre stabil



Messungen von Oktober bis September
Letzte Messung nur bis März

Quelle: Passivhausinstitut, Prof. Dr. Wolfgang Feist; Messdaten

Der spez. Heizenergieverbrauch sinkt seit 1974 in der Grundgesamtheit von immer denselben 4.000 Gebäuden in techem Abrechnung



Quelle: techem, Energiekennwerte 2013, Eschborn 2013; Langzeit-Verbrauchswerte derselben MFH in Deutschland

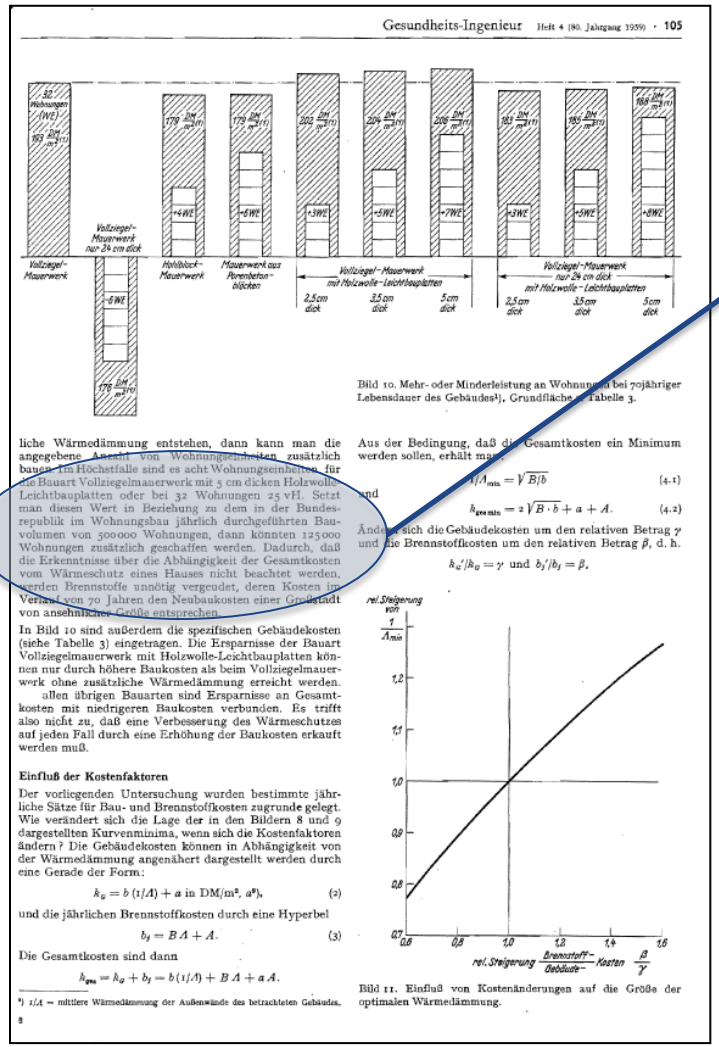
Mit steigenden Energiepreisen kalkuliert wäre die effektive monatliche Belastung des Familienhaushaltes über 20 Jahre = 0 EUR

Wir sanieren heute die Inkonsequenzen der Vergangenheit

Die Untersuchungen in Abschnitt 2.82 haben bewiesen, daß Wärmedämmschichten eine bessere wärmewirtschaftliche Ausnutzung gestatten als die üblichen Baustoffe. Eine 25 cm dicke Wand aus Mauerziegeln MZ 100 mit einer zusätzlichen 2,5 cm dicken Wärmedämmschicht aus Holzwolleleichtbauplatten ist in den Herstellungskosten billiger als eine 38 cm dicke Wand, sie führt bei der gleichen bebauten Fläche zu größeren Räumen und braucht weniger Brennstoffe für die Beheizung.

1945 – vertane Chancen durch Missachtung des Wärmeschutz

Bauleistung 500 Tsd. WE p.a.



Gesundheits-Ingenieur Heft 4 (80. Jahrgang 1959) · 105

liche Wärmedämmung entstehen, dann kann man die angegebene Anzahl von Wohnungseinheiten zusätzlich bauen. Im Höchstfalle sind es acht Wohnungseinheiten. Für die Bauart Vollziegelmauerwerk mit 5 cm dicken Holzwolle-Leichtbauplatten oder bei 32 Wohnungen 25 vH. Setzt man diesen Wert in Beziehung zu dem in der Bundesrepublik im Wohnungsbau jährlich durchgeführten Bauvolumen von 500000 Wohnungen, dann könnten 125000 Wohnungen zusätzlich geschaffen werden. Dadurch, daß die Erkenntnisse über die Abhängigkeit der Gesamtkosten vom Wärmeschutz eines Hauses nicht beachtet werden, werden Brennstoffe unnötig vergeudet, deren Kosten im Verlauf von 70 Jahren den Neubaukosten einer Großstadt von ansehnlicher Größe entsprechen.

In Bild 10 sind außerdem die spezifischen Gebäudekosten (siehe Tabelle 3) eingetragen. Die Ersparnisse der Bauart Vollziegelmauerwerk mit Holzwolle-Leichtbauplatten können nur durch höhere Baukosten als beim Vollziegelmauerwerk ohne zusätzliche Wärmedämmung erreicht werden. allen übrigen Bauarten sind Ersparnisse an Gesamtkosten mit niedrigeren Baukosten verbunden. Es trifft also nicht zu, daß eine Verbesserung des Wärmeschutzes auf jeden Fall durch eine Erhöhung der Baukosten erkauft werden muß.

Einfluß der Kostenfaktoren

Der vorliegenden Untersuchung wurden bestimmte jährliche Sätze für Bau- und Brennstoffkosten zugrunde gelegt. Wie verändert sich die Lage der in den Bildern 8 und 9 dargestellten Kurvenminima, wenn sich die Kostenfaktoren ändern? Die Gebäudekosten können in Abhängigkeit von der Wärmedämmung angenähert dargestellt werden durch eine Gerade der Form:

$$k_g = b\,(1/\Lambda) + a \text{ in DM/m}^2,\ a^8), \qquad (2)$$

und die jährlichen Brennstoffkosten durch eine Hyperbel

$$b_f = B\,\Lambda + A. \qquad (3)$$

Die Gesamtkosten sind dann

$$k_{ges} = k_g + b_f = b\,(1/\Lambda) + B\,\Lambda + a\,A.$$

*) $1/\Lambda$ = mittlere Wärmedämmung der Außenwände des betrachteten Gebäudes.

Bild 10. Mehr- oder Minderleistung an Wohnungen bei 70jähriger Lebensdauer des Gebäudes[1]). Grundfläche s. Tabelle 3.

Aus der Bedingung, daß die Gesamtkosten ein Minimum werden sollen, erhält man

$$1/\Lambda_{min} = \sqrt{B/b} \qquad (4.1)$$

und

$$k_{ges\,min} = 2\sqrt{B \cdot b} + a + A. \qquad (4.2)$$

Ändern sich die Gebäudekosten um den relativen Betrag γ und die Brennstoffkosten um den relativen Betrag β, d. h.

$$k_g'/k_g = \gamma \text{ und } b_f'/b_f = \beta,$$

Bild 11. Einfluß von Kostenänderungen auf die Größe der optimalen Wärmedämmung.

8

„Dadurch dass die Erkenntnisse über die Abhängigkeit der Gesamtkosten vom Wärmeschutz eines Hauses nicht beachtet werden, werden Brennstoffe unnötig vergeudet, deren Kosten im Verlauf von 70 Jahren den Neubaukosten einer Großstadt von ansehnlicher Größe entsprechen.“ (125.000 WE, für jedes Jahr des Wiederaufbaus)

W. Caemmerer, Der Einfluß des Wärmeschutzes auf die Wirtschaftlichkeit von Wohn- und Bürogebäuden, Gesundheits-Ingenieur 1959