

# Investitionen für energetische und altersgerechte Modernisierung sowie bedarfsgerechten Neubau

**Dietmar Walberg**

GF Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V.

Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V.

ARGE//eV Institute for Sustainable Constructions

Walkerdamm 17 • D - 24103 Kiel • [www.arge-sh.de](http://www.arge-sh.de)

Fon: +49 431/663 69-0 • Fax: +49 431/663 69 -69 [dwalberg@arge-sh.de](mailto:dwalberg@arge-sh.de)

## **Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e. V.**

**// 1946** gegründet als **Gesprächsplattform aller am Bau Beteiligten**

**// 1950** Durch die Bundesregierung anerkannte **Bauforschungseinrichtung**  
für die **Bundesrepublik Deutschland**

**// 1972** **Rationalisierungsinstitut** des Landes Schleswig-Holstein

**// Jetzt:** Institut für **Bau- und Wohnberatung, Bauforschung,**  
**Bauwirtschaftlich + bautechnisches Förderberatungsinstitut,**  
**Qualitätssicherung, Zertifizierung, Verlag und Veröffentlichung**

# Ausgangszustand: Bestand

[www.arge-sh.de](http://www.arge-sh.de)

# Datengrundlagen

## Primärdaten:

**Eigentümer-  
befragung**  
ca. 10.000 Gebäude  
mit 40.000 WE

**Verbrauchs-  
datenarchiv**  
ca. 3.000 Gebäude  
mit 23.000 WE  
(2005 bis 2010)

**Erhebung gewerbl.  
Wohnungswirtschaft**  
ca. 25.000 Gebäude  
mit 440.000 WE

**Fördercontrolling  
der IB-SH**  
ca. 13.500 Gebäude  
mit 14.000 WE  
(2009)

## Sekundärdaten:

Dazu gehören von Energiedienstleistern wie **Metrona Wärmemesser Union GmbH**, **BRUNATA Wärmemesser GmbH & Co. KG**, **ISTA** und **Techem GmbH** vor Ort erhobenen Verbrauchsdaten und andere Untersuchungen, z.B. der **iwb Entwicklungsgesellschaft**, **co2online**, dem **Institut für Wirtschaftsforschung** und dem **Institut Wohnen und Umwelt**.

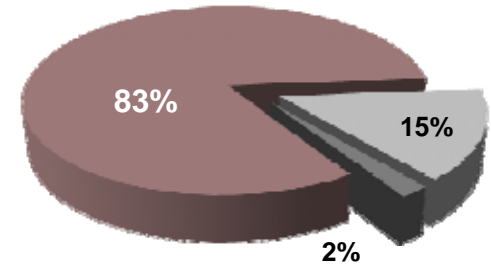
## Literaturrecherche:

Darüber hinaus wurde u.a. zur Verifizierung der Daten eine umfangreiche Literaturrecherche durchgeführt in der z.B. Studien und Untersuchungen der **Prognos AG**, vom **Pestel-Institut**, der **Technischen Universität Darmstadt**, dem **Deutscher Verband für Wohnungswesen, Städtebau und Raumordnung e.V.** und dem **Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung** detailliert betrachtet wurden.

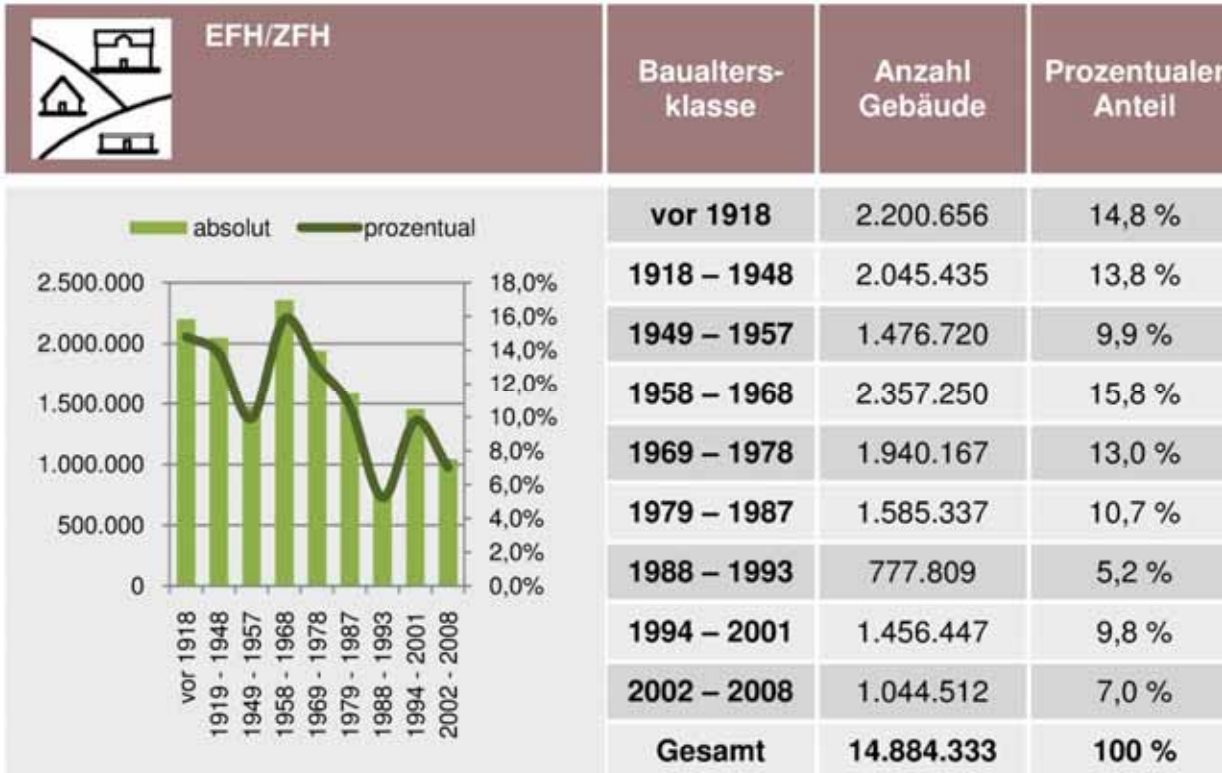
# Gebäudebestand

## Ein- und Zweifamilienhäuser

Anteil der Ein- und Zweifamilienhäuser  
am Gesamtgebäudebestand



Anteil und Anzahl der Gebäude in den jeweiligen Baualtersklassen



### Ein- und Zweifamilienhäuser

Gebäudeanzahl  
**14.884.333**

**83 %** (Gesamtgebäudebestand)

Wohnungsanzahl  
**19.084.618**

**48 %** (Gesamtwohnungsbestand)

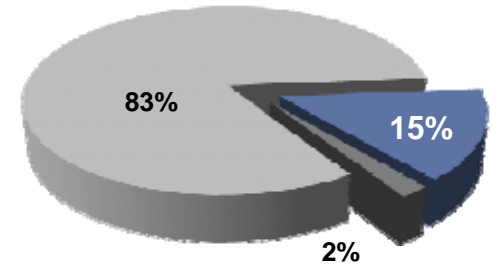
Walberg, Dietmar; Holz, Astrid; Gniechwitz, Timo; Schulze, Thorsten (Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. [Hrsg.]): Wohnungsbau in Deutschland 2011 – Modernisierung oder Bestandsersatz - Studie zum Zustand und der Zukunftsfähigkeit des deutschen "Kleinen Wohnungsbaus".

Textband: ISBN 978-3-939268-02-4 // Tabellenband: ISBN 978-3-939268-03-1

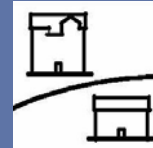
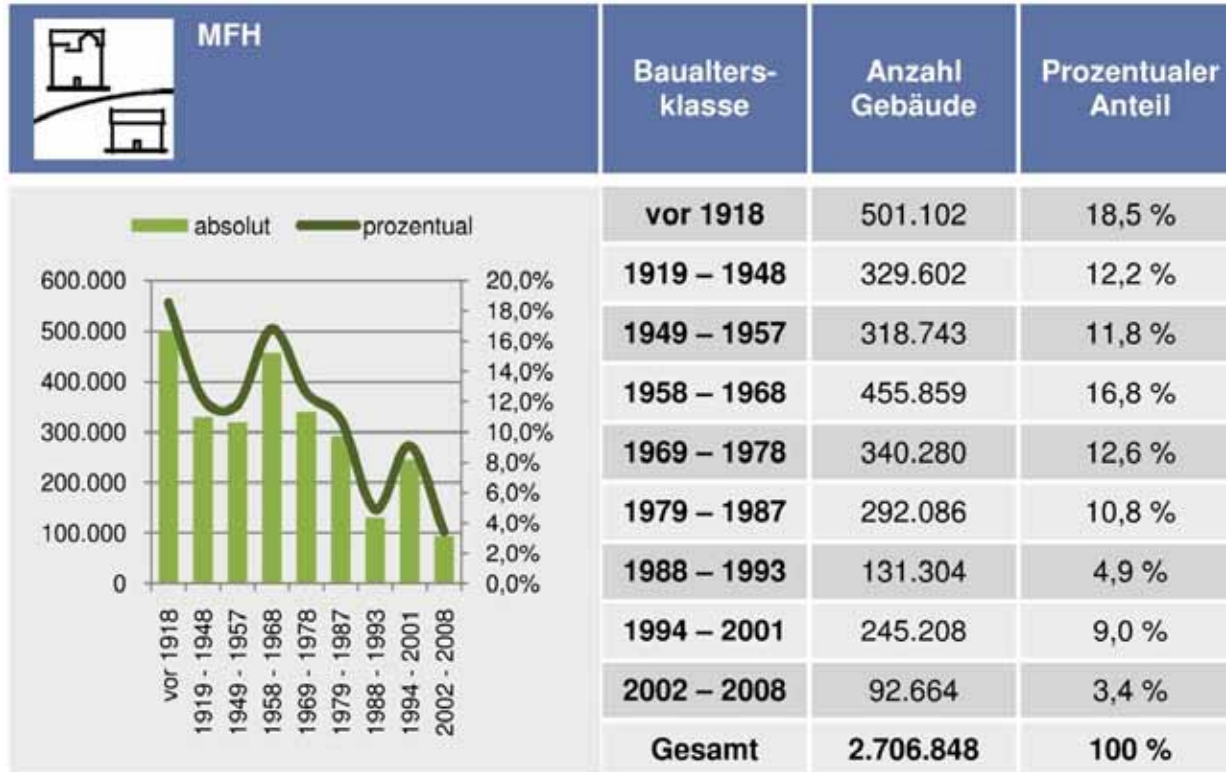
# Gebäudebestand

## Kleinere Mehrfamilienhäuser

Anteil der kleineren Mehrfamilienhäuser  
am Gesamtgebäudebestand



Anteil und Anzahl der Gebäude in den jeweiligen Baualtersklassen



**Kleinere  
Mehrfamilienhäuser**

Gebäudeanzahl

**2.706.848**

**15 %** (Gesamtgebäudebestand)

Wohnungsanzahl

**17.085.688**

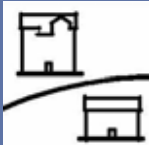
**43 %** (Gesamtwohnungsbestand)

# Energieverbrauchskenwerte

Bundesländer	Energieverbrauchskenwert [kWh/m²a]	
	EFH	MFH
Baden-Württemberg	161,7	141,2
Bayern	157,2	134,9
Berlin	175,8	149,0
Brandenburg	164,8	139,7
Freie Hansestadt Bremen	179,4	157,5
Freie und Hansestadt Hamburg	176,9	155,3
Hessen	180,6	149,7
Mecklenburg-Vorpommern	151,0	128,0
Niedersachsen	173,9	148,3
Nordrhein-Westfalen	175,4	153,0
Rheinland-Pfalz	170,6	147,8
Saarland	177,6	152,6
Sachsen	159,0	131,0
Sachsen-Anhalt	168,2	141,4
Schleswig-Holstein	171,8	150,8
Thüringen	155,8	131,0



**Ein- und  
Zweifamilienhäuser**  
Deutschland  
**172,3 kWh/m²a**



**Kleinere  
Mehrfamilienhäuser**  
Deutschland  
**144,8 kWh/m²a**

Endenergieverbrauchskennwerte (Werte sind witterungsbereinigt, inkl. Warmwasser, Bezug: Gebäudenutzfläche)

# Modernisierungszustand Ein- und Zweifamilienhäuser

Modernisierungszustand und Energieverbrauchskennwert  
in den jeweiligen Baualtersklassen

EFH/ZFH	vor 1918		von 1918 bis 1948		von 1949 bis 1957		von 1958 bis 1968		von 1969 bis 1978		von 1979 bis 1987		von 1988 bis 1993		von 1994 bis 2001		von 2002 bis 2008	
	Verbrauchskennwert [kWh/m²a]	Prozentualer Anteil	Verbrauchskennwert [kWh/m²a]	Prozentualer Anteil	Verbrauchskennwert [kWh/m²a]	Prozentualer Anteil	Verbrauchskennwert [kWh/m²a]	Prozentualer Anteil	Verbrauchskennwert [kWh/m²a]	Prozentualer Anteil	Verbrauchskennwert [kWh/m²a]	Prozentualer Anteil	Verbrauchskennwert [kWh/m²a]	Prozentualer Anteil	Verbrauchskennwert [kWh/m²a]	Prozentualer Anteil	Verbrauchskennwert [kWh/m²a]	Prozentualer Anteil
IST-Zustand	188,2	100%	199,0	100%	202,3	100%	196,6	100%	185,5	100%	155,7	100%	144,1	100%	114,5	100%	91,4	100%
nicht modernisiert	226,6	3%	237,5	2%	235,2	3%	231,9	5%	213,5	11%	168,9	29%	148,5	75%	116,0	85%	91,8	95%
gering modernisiert	197,1	64%	208,8	67%	209,8	73%	203,1	74%	187,6	74%	152,9	64%	135,7	20%	105,8	15%	84,9	5%
mittel/größtenteils modernisiert	167,4	33%	175,3	31%	175,4	24%	165,3	21%	154,7	15%	127,1	7%	111,1	5%				
	mittel/größtenteils modernisiert						gering modernisiert						nicht modernisiert					

Endenergieverbrauchskennwerte (Werte sind witterungsbereinigt, inkl. Warmwasser, Bezug: Gebäudenutzfläche)

Diagramm der Energieverbrauchskennwerte

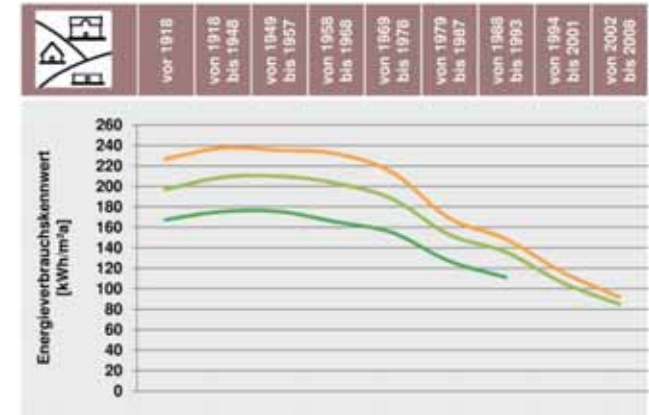
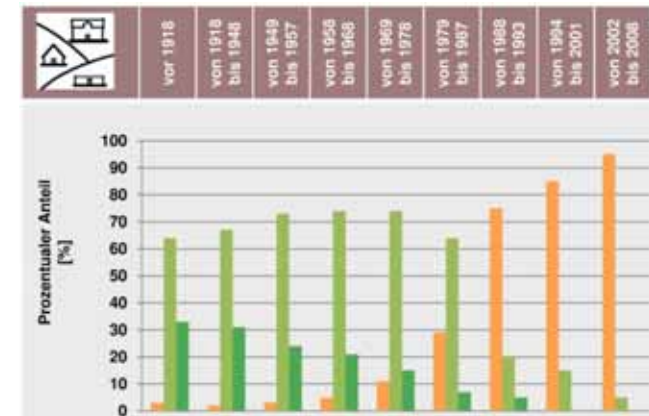


Diagramm der Modernisierungszustände






# Zustand der Bauteile

## Ein- und Zweifamilienhäuser

### Tatsächlicher IST-Zustand der Bauteile

 EFH/ZFH	vor 1918	von 1918 bis 1948	von 1949 bis 1957	von 1958 bis 1968	von 1969 bis 1978	von 1979 bis 1987	von 1988 bis 1993
<b>Außenwände</b>							
vor WSchV 1977	81,5 %	78,9 %	86,6 %	87,6 %	89,8 %		
nach WSchV 1977/1984	5,3 %	11,1 %	1,2 %	2,2 %	2,1 %	95,0 %	96,1 %
nach WSchV 1995	13,2 %	10,0 %	12,2 %	10,2 %	8,1 %	5,0 %	3,9 %
<b>Dach (OG-Decke)</b>							
vor WSchV 1977	34,2 %	31,1 %	42,7 %	46,2 %	53,0 %		
nach WSchV 1977/1984	43,4 %	52,2 %	42,7 %	40,2 %	34,3 %	82,5 %	87,4 %
nach WSchV 1995	22,4 %	16,7 %	14,6 %	13,6 %	12,7 %	17,5 %	12,6 %
<b>Fenster</b>							
vor WSchV 1977	16,4 %	18,3 %	26,7 %	35,5 %	53,1 %		
nach WSchV 1977/1984	67,8 %	65,6 %	60,4 %	50,1 %	34,5 %	91,2 %	93,1 %
nach WSchV 1995	15,8 %	16,1 %	12,9 %	14,4 %	12,4 %	8,8 %	6,9 %
<b>Kellerdecke (Sohle)</b>							
vor WSchV 1977	93,4 %	94,4 %	95,1 %	95,7 %	96,9 %		
nach WSchV 1977/1984	1,4 %	1,2 %	1,0 %	0,9 %	0,7 %	98,0 %	98,5 %
nach WSchV 1995	5,2 %	4,4 %	3,9 %	3,4 %	2,4 %	2,0 %	1,5 %
<b>Heizungsanlage</b>							
vor WSchV 1977	11,9 %	11,4 %	14,6 %	12,6 %	11,5 %		
nach WSchV 1977/1984	15,5 %	27,1 %	32,1 %	32,9 %	35,7 %	51,6 %	82,5 %
nach WSchV 1995	72,6 %	61,5 %	53,3 %	54,5 %	52,8 %	48,4 %	17,5 %
nach WSchV 1995	nach WSchV 1977/1984		vor WSchV 1977				
guter Energiestandard		mittlerer Energiestandard		Sanierungsbedarf			

### Klassifizierung nach energetischen Standards

vor Wärmeschutzverordnung 1977

nach Wärmeschutzverordnung 1977/1984

nach Wärmeschutzverordnung 1995



Beispiel:  
Zu sanierendes,  
teildämmtes Dach



Beispiel:  
Sanierung einer zwei-  
schaligen Außenwand,  
Entfernen des Verblenders,  
Dämmung (Kerndämmung),  
Neuverblendung

# Modernisierung

[www.arage-sh.de](http://www.arage-sh.de)



## Kosten der energetischen Modernisierung

### M 68 Mehrfamilienhaus Baualtersklasse: 1958-1968

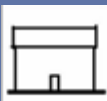



Effizienzhaus 70

**Außenputz:** Dämmung von 100 % der Außenwände mit 21 cm Wärmedämmung 40,0 D20, Wärmebrückenunterbrechung  
**Kellerdecke:** Dämmung der Kellerdecke einseitig mit 12 cm Wärmedämmung 40,0 D20  
**OG-Decke:** Dämmung der obersten Geschossdecke mit 24 cm Wärmedämmung 40,0 D20, Ausführung als integriertes Deckenschalldämmen  
**Dach:** In Verbindung mit den Ständerarbeiten an der obersten Geschossdecke erfolgen Isolierarbeiten/arbeiten an den Dachkantenflächen mit einer Traufendämmung im Dachstuhl  
**Fenster:** Kunststoff-Außensicht, Innen: Kunststoff mit U<sub>w</sub> = 0,77 W/(m<sup>2</sup>K) (3-fach Wärmeschutzverglasung, sicher Ständerfrei), Anpassung der Fenstergröße bzw. Verengung in die Ständeröffnungen mit neuer Inneneinfassung  
**Sanitär:** Abwassergeruch abdichten und über die gesamte Zeit der Gebäudennutzung erhalten  
**Luftdichtheit:** Durchführung eines Blower-Door-Tests, verbunden mit einer Nachbearbeitung der Luftdichtheit des Gebäudes (Prüfung, Luftdichtheitswert nach DIN 10966)  
**Lüftung:** Einbau einer zentralen Lüftungsanlage mit abfederter Wärmehaushaltung (Wärmehaushaltungsgrad über 90 %)  
**Anlagenkosten:** Einbau einer Stromanlage mit zentraler Lüftung der Heizung und Wärmehaushaltung 140, Durchführung des nach Heizregeln und der Wärmehaushaltungsregeln (bisheriger Autoclack von Puffer) bzw. Autoclack eines Einbaus mit zentraler Heizregelung

Maßnahme	Standardwert	Maßnahmenbereich	Standardwert	Maßnahmenbereich	Standardwert	Maßnahmenbereich
Außenputz	100 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup> bis 100 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup> x 8000 €	100 m <sup>2</sup> x 8000 €	100 m <sup>2</sup> x 8000 €	100 m <sup>2</sup> x 8000 €
Kellerdecke	300 m <sup>2</sup>	300 m <sup>2</sup> bis 300 m <sup>2</sup>	300 m <sup>2</sup> x 2000 €	300 m <sup>2</sup> x 2000 €	300 m <sup>2</sup> x 2000 €	300 m <sup>2</sup> x 2000 €
OG-Decke	300 m <sup>2</sup>	300 m <sup>2</sup> bis 300 m <sup>2</sup>	300 m <sup>2</sup> x 2000 €	300 m <sup>2</sup> x 2000 €	300 m <sup>2</sup> x 2000 €	300 m <sup>2</sup> x 2000 €
Dach	400 m <sup>2</sup>	400 m <sup>2</sup> bis 400 m <sup>2</sup>	400 m <sup>2</sup> x 1000 €	400 m <sup>2</sup> x 1000 €	400 m <sup>2</sup> x 1000 €	400 m <sup>2</sup> x 1000 €
Fenster	100 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup> bis 100 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup> x 1000 €	100 m <sup>2</sup> x 1000 €	100 m <sup>2</sup> x 1000 €	100 m <sup>2</sup> x 1000 €
Sanitär	800 m <sup>2</sup>	800 m <sup>2</sup> bis 800 m <sup>2</sup>	800 m <sup>2</sup> x 1000 €	800 m <sup>2</sup> x 1000 €	800 m <sup>2</sup> x 1000 €	800 m <sup>2</sup> x 1000 €
Luftdichtheit	700 m <sup>2</sup>	700 m <sup>2</sup> bis 700 m <sup>2</sup>	700 m <sup>2</sup> x 1000 €	700 m <sup>2</sup> x 1000 €	700 m <sup>2</sup> x 1000 €	700 m <sup>2</sup> x 1000 €
Lüftung	600 m <sup>2</sup>	600 m <sup>2</sup> bis 600 m <sup>2</sup>	600 m <sup>2</sup> x 1000 €	600 m <sup>2</sup> x 1000 €	600 m <sup>2</sup> x 1000 €	600 m <sup>2</sup> x 1000 €
<b>Anlagenkosten</b>						
Wärmehaushaltung	14.000 €	14.000 €	14.000 €	14.000 €	14.000 €	14.000 €
Stärke (Puffer) im Speicher	27.000 €	27.000 €	27.000 €	27.000 €	27.000 €	27.000 €
Wärmehaushaltungsregeln	3.000 €	3.000 €	3.000 €	3.000 €	3.000 €	3.000 €
Stromanlage	3.000 €	3.000 €	3.000 €	3.000 €	3.000 €	3.000 €
Elektronische Heizregelungen	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €
<b>Summe</b>			<b>117.700 €</b>	<b>117.700 €</b>	<b>117.700 €</b>	<b>117.700 €</b>

Beispiel: Modernisierung auf Effizienzhaus 70 gem. EnEV<sub>2009</sub>

	 M 68 	< EnEV <sub>2009</sub> <sup>~</sup> Bestand	EnEV <sub>2009</sub> <sup>~</sup> Bestand	E115	E100	E85	E70
M68 (A)	GEBÄUDE	101.150- 118.850 €	185.050- 222.250 €	227.980- 272.220 €	241.980- 287.220 €	286.680- 338.100 €	311.780- 364.860 €
M68 (A)	WOHNFLÄCHE	159-187 €/m <sup>2</sup>	291-349 €/m <sup>2</sup>	358-428 €/m <sup>2</sup>	380-451 €/m <sup>2</sup>	451-532 €/m <sup>2</sup>	490-574 €/m <sup>2</sup>
M68 (B)	GEBÄUDE	101.150- 118.850 €	167.020- 200.580 €	197.950- 238.550 €	211.950- 253.550 €	263.490- 311.270 €	311.780- 364.860 €
M68 (B)	WOHNFLÄCHE	159-187 €/m <sup>2</sup>	262-315 €/m <sup>2</sup>	311-375 €/m <sup>2</sup>	333-399 €/m <sup>2</sup>	414-489 €/m <sup>2</sup>	490-574 €/m <sup>2</sup>
M68 (C)	GEBÄUDE	79.640- 92.560 €	132.010- 156.290 €	171.700- 204.800 €	184.200- 219.800 €	260.490- 305.270 €	308.780- 358.860 €
M68 (C)	WOHNFLÄCHE	125-146 €/m <sup>2</sup>	208-246 €/m <sup>2</sup>	270-322 €/m <sup>2</sup>	290-346 €/m <sup>2</sup>	410-480 €/m <sup>2</sup>	486-564 €/m <sup>2</sup>

# **Bilanzierung und Bewertung von Modernisierungsstandards am Beispiel von Typengebäuden aus den 50er und 60er Jahren**

## Untersuchungsrahmen

### Typengebäude 50er



MFH  
36 WE  
1.559 m<sup>2</sup> Wfl.  
A/Ve: 0,41 1/m

### Typengebäude 60er



MFH  
42 WE  
2.979 m<sup>2</sup> Wfl.  
A/Ve: 0,46 1/m

## Analysierte Modernisierungsstufen

Stufe 1: Effizienzhaus 115/ Effizienzhaus 100 EnEV 2009

Stufe 2: Neubaustandard EnEV 2009

Stufe 3: Effizienzhaus 70 EnEV 2009

Stufe 4: Modernisierung auf Passivhausstandard / E55 EnEV 2009

## Untersuchungsschwerpunkte:

Energieeffizienz/ Umweltentlastung/ Wirtschaftlichkeit

# Modernisierungskosten und Energieeinsparungen

Typengebäude 50er



	Ist-Zustand	Modernisierungsvarianten			
		Stufe 1 (E115)	Stufe 2 (EnEV 2009)	Stufe 3 (E70)	Stufe 4 (PH)
Energiekennwert <b>Endenergiebedarf</b>	185 kWh/m <sup>2</sup> a	60 kWh/m <sup>2</sup> a	50 kWh/m <sup>2</sup> a	26 kWh/m <sup>2</sup> a	18 kWh/m <sup>2</sup> a
Energiekennwert <b>Endenergieverbrauch</b> (baugleiche Gebäude, ohne solarthermische Anlagen)	151 kWh/m <sup>2</sup> a		121 kWh/m <sup>2</sup> a	76 kWh/m <sup>2</sup> a	63 kWh/m <sup>2</sup> a
<b>Primärenergiekennwert</b> (nach EnEV)	482 kWh/m <sup>2</sup> a	68 kWh/m <sup>2</sup> a	58 kWh/m <sup>2</sup> a	35 kWh/m <sup>2</sup> a	27 kWh/m <sup>2</sup> a
<b>Modernisierungskosten</b>		520.000 €	610.000 €	840.000 €	1.195.000 €
<b>Modernisierungskosten je m<sup>2</sup> Wfl.</b>		335 €	393 €	539 €	767 €

# Modernisierungskosten und Energieeinsparungen

Typengebäude 60er



	Ist-Zustand	Modernisierungsvarianten			
		Stufe 1 (E100)	Stufe 2 (EnEV 2009)	Stufe 3 (E70)	Stufe 4 (PH)
Energiekennwert <b>Endenergie- bedarf</b>	124 kWh/m <sup>2</sup> a	67 kWh/m <sup>2</sup> a	58 kWh/m <sup>2</sup> a	52 kWh/m <sup>2</sup> a	23 kWh/m <sup>2</sup> a
Energiekennwert <b>Endenergie- verbrauch</b> (baugleiche Gebäude, ohne solarthermische Anlagen)	160 kWh/m <sup>2</sup> a		121 kWh/m <sup>2</sup> a	76 kWh/m <sup>2</sup> a	63 kWh/m <sup>2</sup> a
<b>Primärenergie- kennwert</b> (nach EnEV)	89 kWh/m <sup>2</sup> a	48 kWh/m <sup>2</sup> a	42 kWh/m <sup>2</sup> a	38 kWh/m <sup>2</sup> a	22 kWh/m <sup>2</sup> a
<b>Modernisierungskosten</b>		675.000 €	900.000 €	975.000 €	2.515.000 €
<b>Modernisierungskosten je m<sup>2</sup> Wfl.</b>		227 €	302 €	327 €	846 €



## Wirtschaftlichkeit

Methode: Ermittlung des “Äquivalenten Energiepreises“ für die Mod.-Stufen

Besondere Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen ist gegeben, wenn die Kosten der eingesparten kWh Heizenergie unter dem aktuellen Energiepreis liegen (0,07 €)

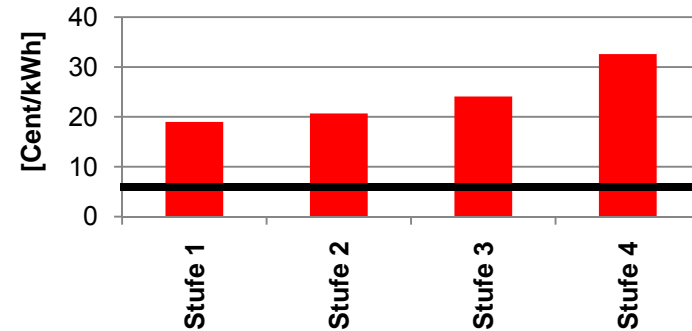
Keine der Modernisierungsstufen erreicht diese Grenze der Wirtschaftlichkeit

Größere Energiepreissteigerungen können zu einer Verschiebung dieses Grenzwertes führen

Erst bei Annahme einer durchschnittlichen Energiepreissteigerung in Höhe von 4,5% im Jahr (über 25 Jahre) erreicht Stufe 1 für das Typengebäude 50er die Grenze der Wirtschaftlichkeit

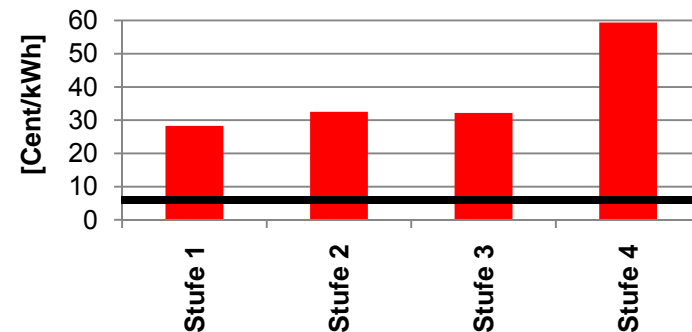
### Typengebäude 50er

Kosten der eingesparten kWh Endenergie (Bedarf)



### Typengebäude 60er

Kosten der eingesparten kWh Endenergie (Bedarf)



## Kosten-Nutzen-Betrachtung

Größer energetischer Sprung vom Ist-Zustand auf Stufe 1 (**Bedarf**)

Typengebäude 50er: **185 auf 60 kWh/m<sup>2</sup>a**  
Kosten: **335 €/m<sup>2</sup> Wohnfläche**

Typengebäude 60er: **124 auf 67 kWh/m<sup>2</sup>a**  
Kosten: **227 €/m<sup>2</sup> Wohnfläche**

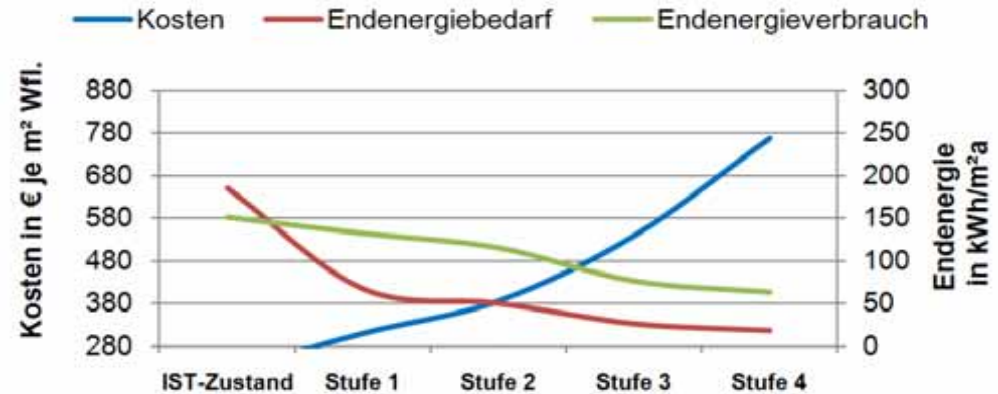
Geringe energetische Veränderungen von Stufe 1 auf z.B. Stufe 4 (**Bedarf**)

Typengebäude 50er: **60 auf 18 kWh/m<sup>2</sup>a**  
Mehrkosten: **432 €/m<sup>2</sup> Wohnfläche**

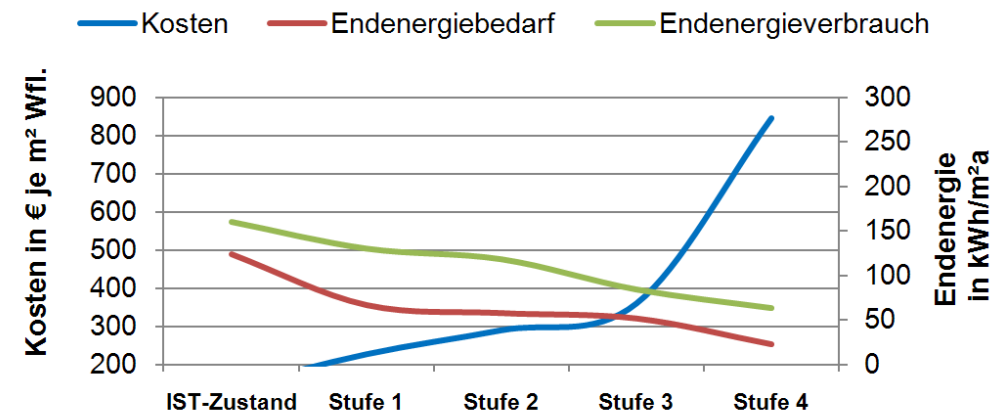
Typengebäude 60er: **67 auf 23 kWh/m<sup>2</sup>a**  
Mehrkosten: **619 €/m<sup>2</sup> Wohnfläche**

Die **Kosten** und der **energetische Nutzen** driften in den höheren Modernisierungsstufen zunehmend auseinander

### Typengebäude 50er



### Typengebäude 60er



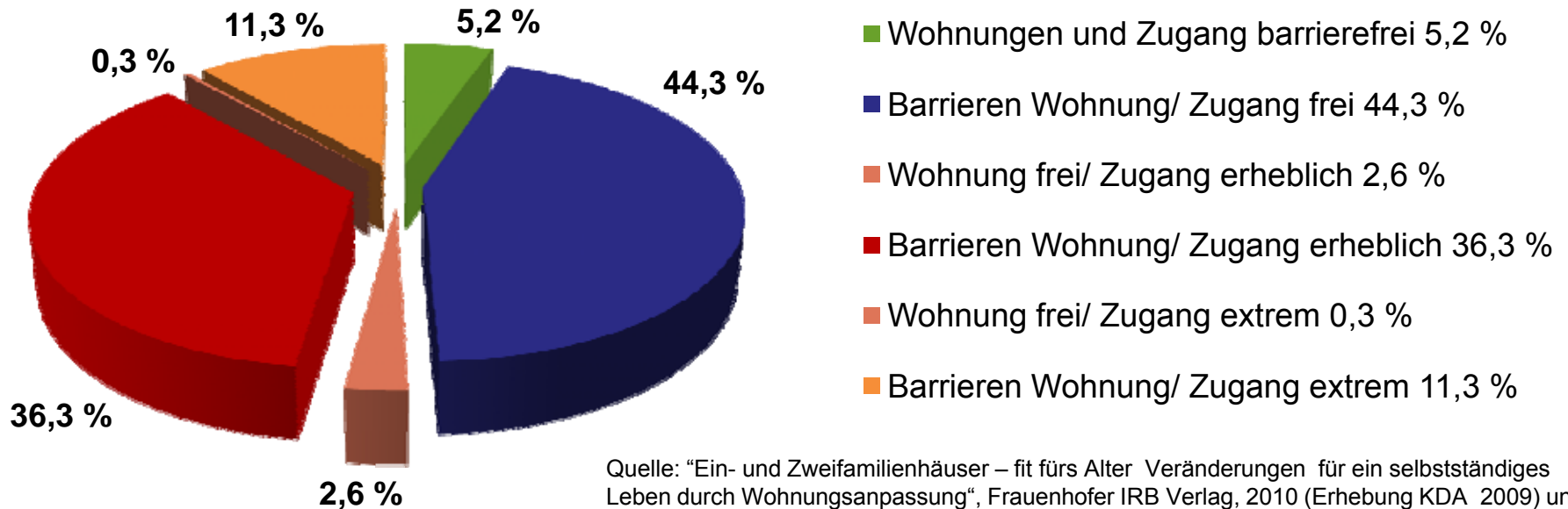
## Barrieren in Seniorenhaushalten

### Themen- bzw. Konzeptstudien in Durchführung

(Forschungsarbeiten der Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V.)

- 1) Quartiersentwicklungskonzept Kiel – Altengerechte Anpassung der Stadtteile Ellerbek und Wellingdorf
- 2) Masterplan Daseinsvorsorge – Teilbaustein Wohnen, Gebäudetypologie für den Kreis Nordfriesland (Stadt/Stadtumland/Ländlicher Raum)

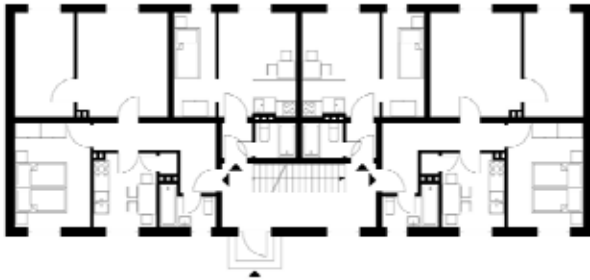
=> Beide Studien inkl. Erfassung der Bestandssituation von jeweils über 1000 Haushalten



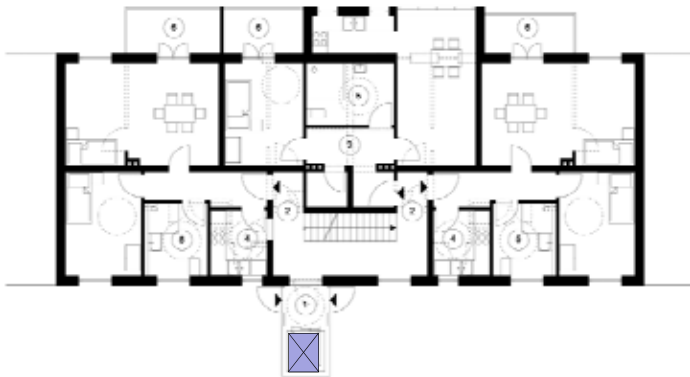
Quelle: "Ein- und Zweifamilienhäuser – fit fürs Alter Veränderungen für ein selbstständiges Leben durch Wohnungsanpassung", Fraunhofer IRB Verlag, 2010 (Erhebung KDA 2009) und Studien und Auswertungen der Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V., Kiel

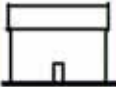

# Kosten für generationengerechten Umbau

Bestand



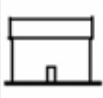


Umbau





 <b>M 68</b>  <b>KOSTEN generationengerechter Umbau</b>		
Kategorien	Gebäudekosten *1	Kosten je m <sup>2</sup> Wohnfläche *1
<b>Kategorie 1</b> Einfach umzusetzende Maßnahmen	28.200 bis 34.460 €	44 bis 54 €/m <sup>2</sup>
<b>Kategorie 2</b> Um und Einbauten mittleren Umfangs	184.420 bis 225.400 €	290 bis 354 €/m <sup>2</sup>
<b>Kategorie 3</b> Umfangreiche Umbauten	561.430 bis 686.190 €	883 bis 1.079 €/m <sup>2</sup>
<b>Kategorie 4</b> Umfangreiche Um- und Anbauten	862.260 bis 1.054.430 €	1.356 bis 1.658 €/m <sup>2</sup>



# Kostenvergleich Modernisierung versus Bestandsersatz

   <b>M 68</b> <b>KOSTENVERGLEICH</b>	
Kosten Modernisierung	Kosten Bestandsersatz
<p><b>Variante: Teilmodernisierung</b></p> <p>Energetische Modernisierung und Sanierung in Teilbereichen</p> <p><b>598 – 688 €/m<sup>2</sup> Wohnfläche</b></p>	<p><b>Abriss und Umzugsmanagement</b></p> <p>Abriss, Entsorgung, Bodenaustausch, sowie Umzugsmanagement und Mieterbetreuung</p> <p><b>110 – 266 €/m<sup>2</sup> Wohnfläche</b></p>
<p><b>Variante: Vollmodernisierung barrierefrei</b></p> <p>Energetische Modernisierung und generationengerechter Umbau (Kosten für Sanierung in Teilbereichen enthalten)</p> <p><b>1.334 – 1.611 €/m<sup>2</sup> Wohnfläche</b></p>	<p><b>Vergleichbarer Neubau</b></p> <p>Neubau einfacher bis mittlerer Ausstattungsgrad Neufassung Außenanlagen, EnEV-Standard 2009</p> <p><b>1.075 – 1.350 €/m<sup>2</sup> Wohnfläche</b></p>
<p><b>Variante: Vollmodernisierung barrierefrei inkl. Wohnraumerweiterung</b></p> <p>Energetische Modernisierung und generationengerechter Umbau (Kosten für Sanierung in Teilbereichen enthalten) sowie Wohnraumerweiterung</p> <p><b>1.807 – 2.190 €/m<sup>2</sup> Wohnfläche</b></p>	<p><b>Abriss, Umzugsmanagement und vergleichbarer Neubau</b></p> <p>Gesamtkosten Abriss, Umzugsmanagement und vergleichbaren Neubau</p> <p><b>1.185 – 1.616 €/m<sup>2</sup> Wohnfläche</b></p>

# Potenzial für einen sinnvollen Bestandsersatz

Bundesländer	Potenziale Bestandsersatz [Anzahl Gebäude]	
	EFH/ZFH 	MFH 
Baden-Württemberg	232.500	29.000
Bayern	340.000	38.500
Berlin	39.000	13.500
Brandenburg	98.500	14.000
Freie Hansestadt Bremen	9.000	3.000
Freie und Hansestadt Hamburg	24.500	5.000
Hessen	86.000	17.000
Mecklenburg-Vorpommern	49.500	11.000
Niedersachsen	176.000	23.000
Nordrhein-Westfalen	366.000	53.000
Rheinland-Pfalz	114.500	13.000
Saarland	16.000	4.000
Sachsen	62.000	21.500
Sachsen-Anhalt	33.500	17.500
Schleswig-Holstein	83.000	8.500
Thüringen	30.000	13.500

**Ein- und Zweifamilienhäuser**  
Gebäudeanzahl  
**1.760.000**  
11,8% (Gesamtbestand Bautyp)  
9,8 % (Gesamtgebäudebestand)  
Wohnungsanzahl  
**2.230.000**  
11,7% (Gesamtbestand Bautyp)  
5,6 % (Gesamtwohnungsbestand)

**Kleinere Mehrfamilienhäuser**  
Gebäudeanzahl  
**285.000**  
10,5% (Gesamtbestand Bautyp)  
1,6 % (Gesamtgebäudebestand)  
Wohnungsanzahl  
**1.850.000**  
10,8% (Gesamtbestand Bautyp)  
4,6 % (Gesamtwohnungsbestand)

Potenziale Bestandsersatz: Diese Bestandsgebäude sind nicht nachhaltig veränderbar und somit als nicht mehr wirtschaftlich darstellbar anzusehen.

# Neubau LowEnd.....

[www.arge-sh.de](http://www.arge-sh.de)

## Energiestandards – Übersicht

### Grundlage: EnEV 2007

	Neubau	NEH-SH	KfW E70	KfW E55
$H'_T$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,44 - 1,05	0,31 - 0,74	0,31 - 0,74	0,24 - 0,58
Index $H'_T$	100	70	70	55
$Q_{P''}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	66 - 140	53 - 110	45 - 60	36 - 40
Index $Q_{P''}$	100	80	70	55

### Grundlage: EnEV 2009

	Neubau	<del>KfW E85</del>	KfW E70	KfW E55	KfW E40
$H'_T$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,37 - 0,90	<del>0,37 - 0,90</del>	0,31 - 0,77	0,26 - 0,63	0,15 - 0,45
Index $H'_T$	85	<del>85</del>	70	55	40
$Q_{P''}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	45 - 100	<del>38 - 85</del>	31 - 70	25 - 55	18 - 40
Index $Q_{P''}$	70	<del>60</del>	45	40	30

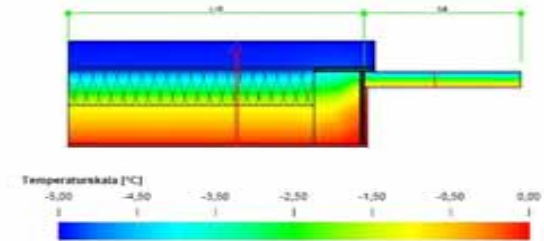
Hinweis: Die Indexwerte für  $H'_T$  und  $Q_{P''}$  beziehen sich in beiden Tabellen auf den Standard Neubau nach EnEV 2007 (entspricht 100 Indexpunkten)



# Passivhauskonstruktionen

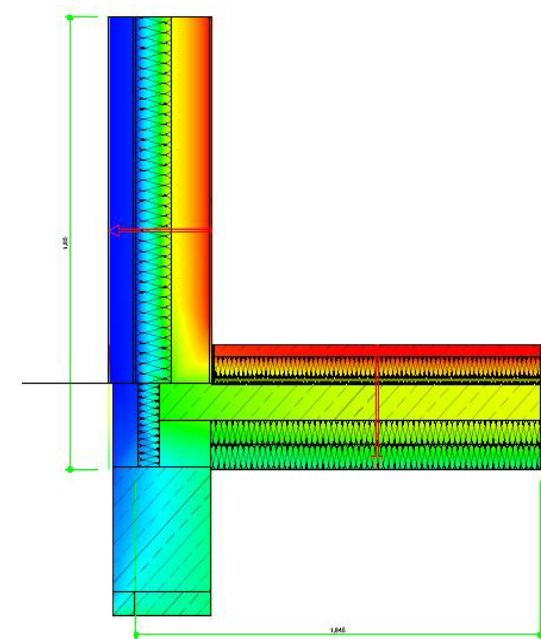
## Projektierung von Passivhäusern:

- Außenbauteile mit U-Werten unter **0,15 W/(m<sup>2</sup>·K)**  
(Referenzgebäude EnEV<sub>2009</sub>: 0,28 W/(m<sup>2</sup>·K))
- Fenster mit U<sub>w</sub> unter **0,8 W/(m<sup>2</sup>·K)** bei hohem  
Gesamtenergiedurchlassgrad (g ≥ 50 %)  
(Referenzgebäude EnEV<sub>2009</sub>: U<sub>w</sub> = 1,3 W/(m<sup>2</sup>·K))



## Bauteilbezogene Auswertung:

Bauteil	Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)		
	Durchschnitt	Min.	Max.
	W/(m <sup>2</sup> ·K)	W/(m <sup>2</sup> ·K)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Fassade	0,124	0,110	0,138
Dach	0,098	0,082	0,110
Grundfläche	0,146	0,110	0,182
Fenster	0,778	0,700	0,840



## Verbrauchsdatenauswertung

### Mehrfamilienhäuser:

Bezug: EBF\* bzw. Wohnfläche

- Endenergie inkl. WW ohne/ mit Witterungsbereinigung
- Heizwärme ohne/ mit Witterungsbereinigung

Bezug:  $A_N$  (Gebäudenutzfläche)

- Endenergie inkl. WW mit Witterungsbereinigung

### Einfamilienhäuser:

Bezug:  $A_N$  (Gebäudenutzfläche)

- Endenergie inkl. WW mit Witterungsbereinigung

**Vergleich der Auswertungsergebnisse  
mit anderen Neubaustandards**

EnEV<sub>2009</sub>

E85 (KfW-60)

E70 (KfW-40)

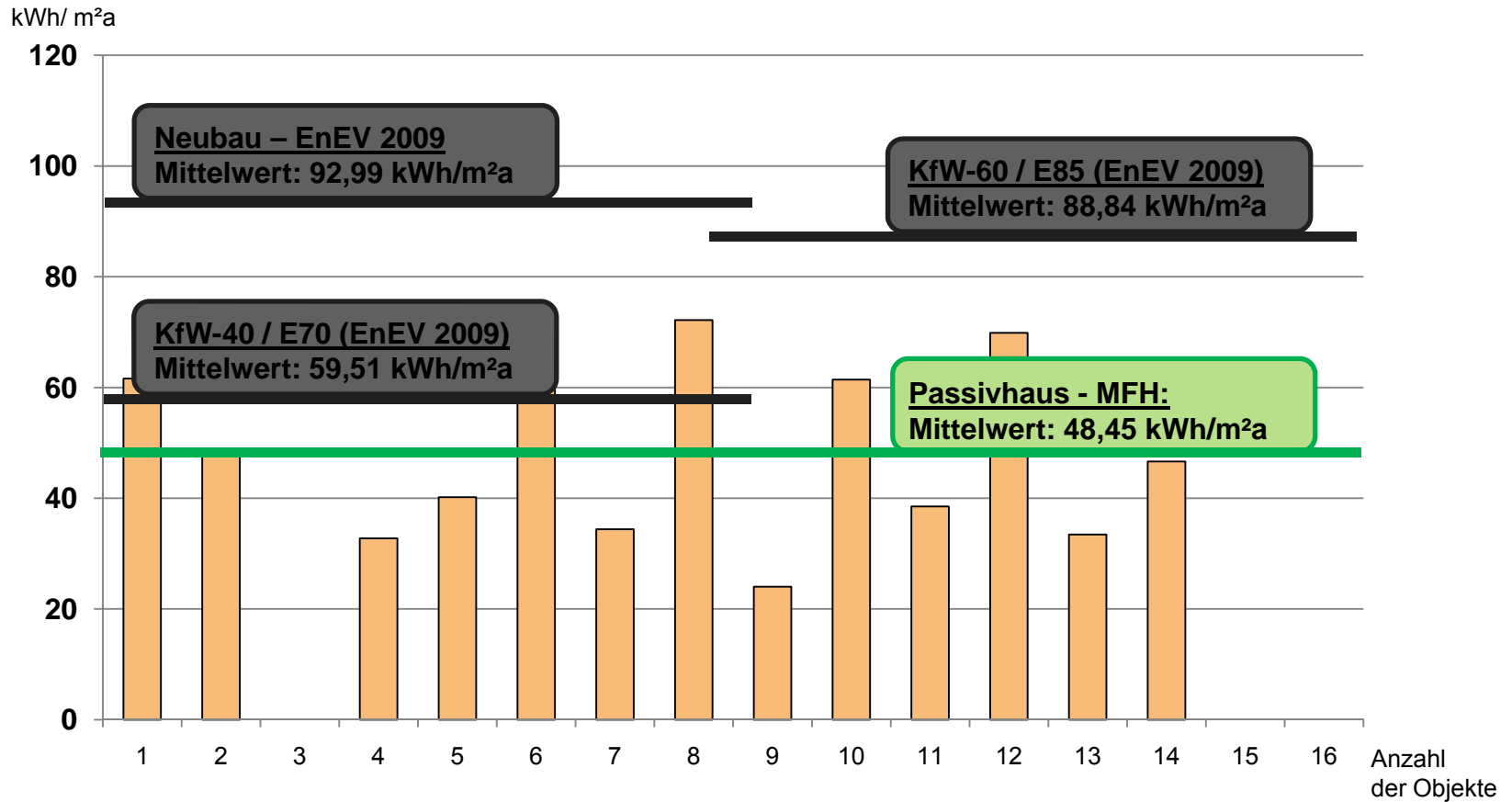
Passivhaus

\* Energiebezugsfläche PHPP



## Mehrfamilienhäuser

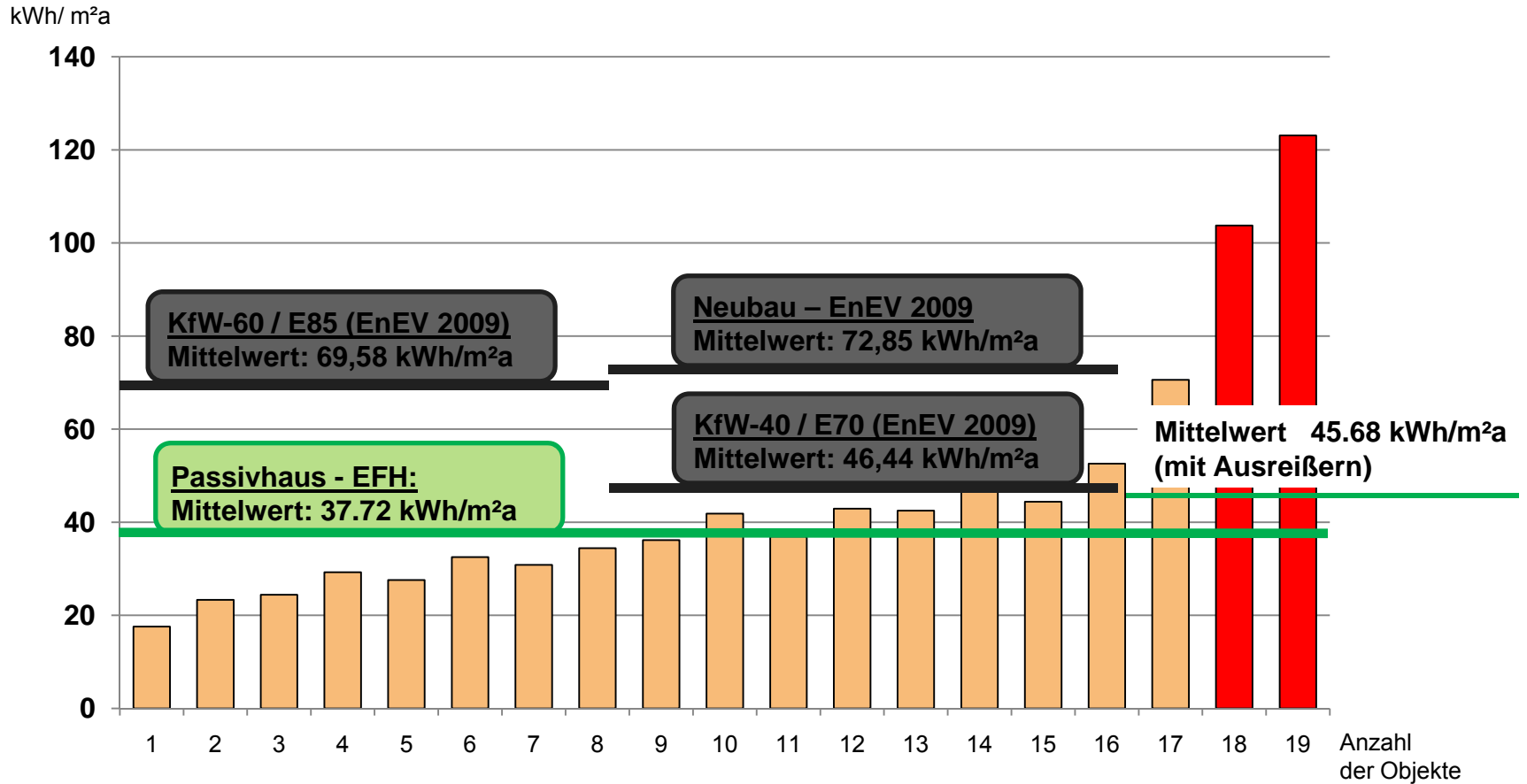
**Mittelwert spez. "Endenergieverbrauch", Bezug:  $A_N$**   
=> ohne Ausreißer (mit WW, mit Witterungsbereinigung)



## Einfamilienhäuser

**Mittelwert spez. "Endenergieverbrauch", Bezug:  $A_N$**

=> ohne Ausreißer, mit WW, mit Berücksichtigung Solar, mit Witterungsbereinigung)



# Auswertungsübersicht

## Passivhaus

	Endenergieverbrauch je m <sup>2</sup> Wohnfläche bzw. EBF *1		Endenergieverbrauch je m <sup>2</sup> Gebäudenutzfläche A <sub>N</sub> *1	
	MFH	EFH	MFH	EFH
	[kWh/m <sup>2</sup> a]	[kWh/m <sup>2</sup> a]	[kWh/m <sup>2</sup> a]	[kWh/m <sup>2</sup> a]
Bestand (ARGE)	<b>173,81</b>	217,96	<b>144,84</b>	172,30
Bestand <sub>2008</sub> (VNW)	<b>151,00</b>			
EnEV <sub>2009</sub>	120,49	91,06	92,99	72,85
E85	115,87	84,54	88,84	69,58
E70	75,68	57,12	59,51	46,44
<b>PH</b>	<b>62,66</b>	<b>45,26</b>	<b>48,45</b>	<b>37,72</b>

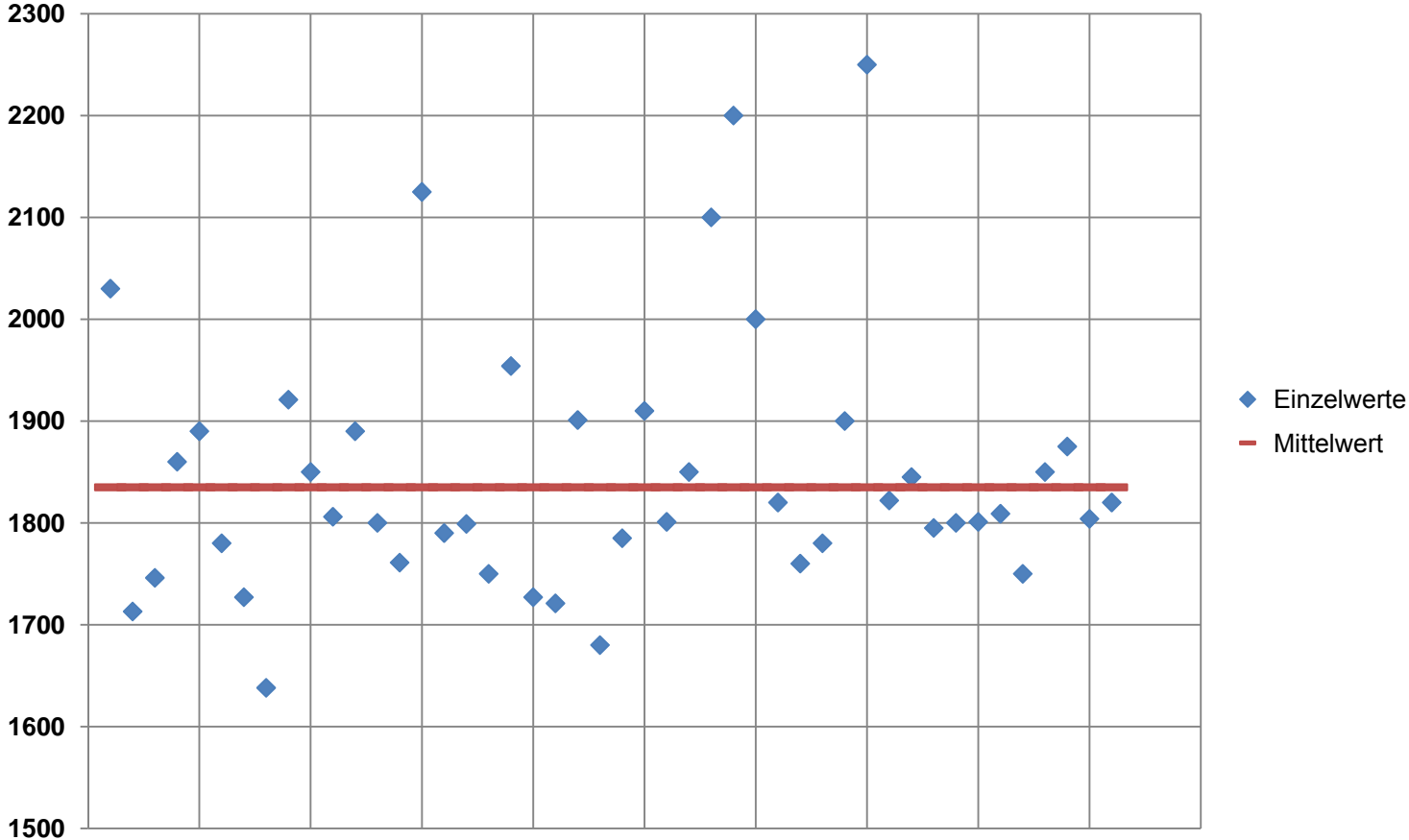
\*1 witterungsbereinigt, inkl. Warmwasser und Berücksichtigung Solar

**MFH** \*2  
Heizwärmeverbrauch  
21,03 kWh/m<sup>2</sup>a  
bzw.  
23,53 kWh/m<sup>2</sup>a  
(witterungsbereinigt)

**EFH** \*2  
Heizenergieverbrauch  
30,22 kWh/m<sup>2</sup>a  
bzw.  
33,53 kWh/m<sup>2</sup>a  
(witterungsbereinigt)

\*2 Bezug: EBF und Berücksichtigung Solar

### Baukosten Passivhäuser



# Baukosten

## (KG 300 und 400)

**Hinweis:** Annuitätische Betrachtung der Mehrkosten und der eingesparten Endenergie (ohne Ansatz von Zuschüssen oder zinsverbilligten Darlehen)

	Baukosten	Mehrkosten	annuitätische Mehrkosten *1		annuitätischer Erlös *1		annuitätischer Gewinn *1		Gewinn-grenze
	[€/m <sup>2</sup> ]	[€/m <sup>2</sup> ]	im Jahr [€/m <sup>2</sup> ]	im Monat [€/m <sup>2</sup> ]	im Jahr [€/m <sup>2</sup> ]	im Monat [€/m <sup>2</sup> ]	im Jahr [€/m <sup>2</sup> ]	im Monat [€/m <sup>2</sup> ]	Energiepreissteigerung p.a. [%]
<b>EnEV 2009</b>	<b>1325</b>								
E85	1390	65	4,61	0,38	0,50	0,04	- 4,11	- 0,34	18,5
<b>E70</b>	<b>1460</b>	135	9,58	0,80	4,88	0,41	- 4,70	- 0,39	8,5
<b>PH</b>	<b>1821</b>	496	35,22	2,94	6,30	0,53	- 28,92	- 2,41	15,5

\*1 Grundlage: Finanzmarkttechnischer Betrachtungszeitraum von 25 Jahren mit einem kalkulatorischen Zinssatz von 5 %, bei einer jährlichen Energiepreissteigerung von 3,5 %

## Kosten-Nutzen-Betrachtung

Schwache energetische Veränderungen vom Standard EnEV auf E85

Energie: 120,49 auf 115,87 kWh/m<sup>2</sup>a

Mehrkosten: 65 €/m<sup>2</sup> Wohnfläche  
(Bezug: EnEV)

Großer energetischer Sprung vom Standard E85 auf E70

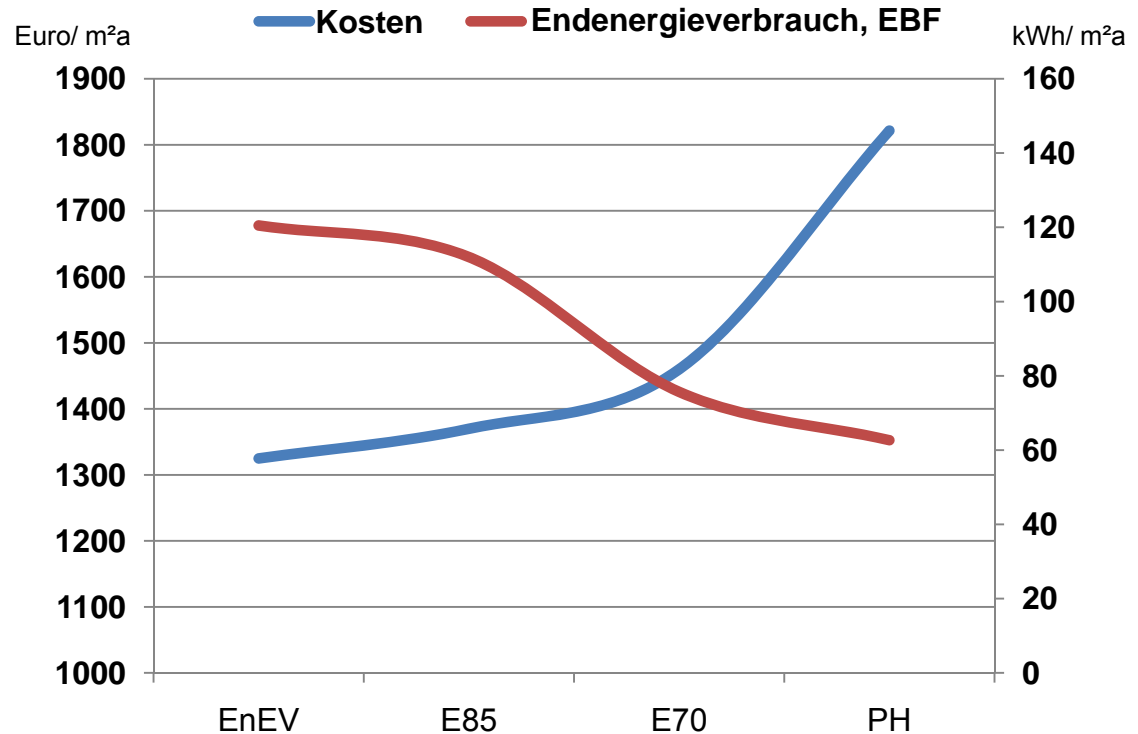
Energie: 115,87 auf 75,68 kWh/m<sup>2</sup>a

Mehrkosten: 70 €/m<sup>2</sup> Wohnfläche  
(Bezug: E85)

Geringe energetische Veränderungen vom Standard E70 auf PH

Energie: 75,68 auf 62,66 kWh/m<sup>2</sup>a

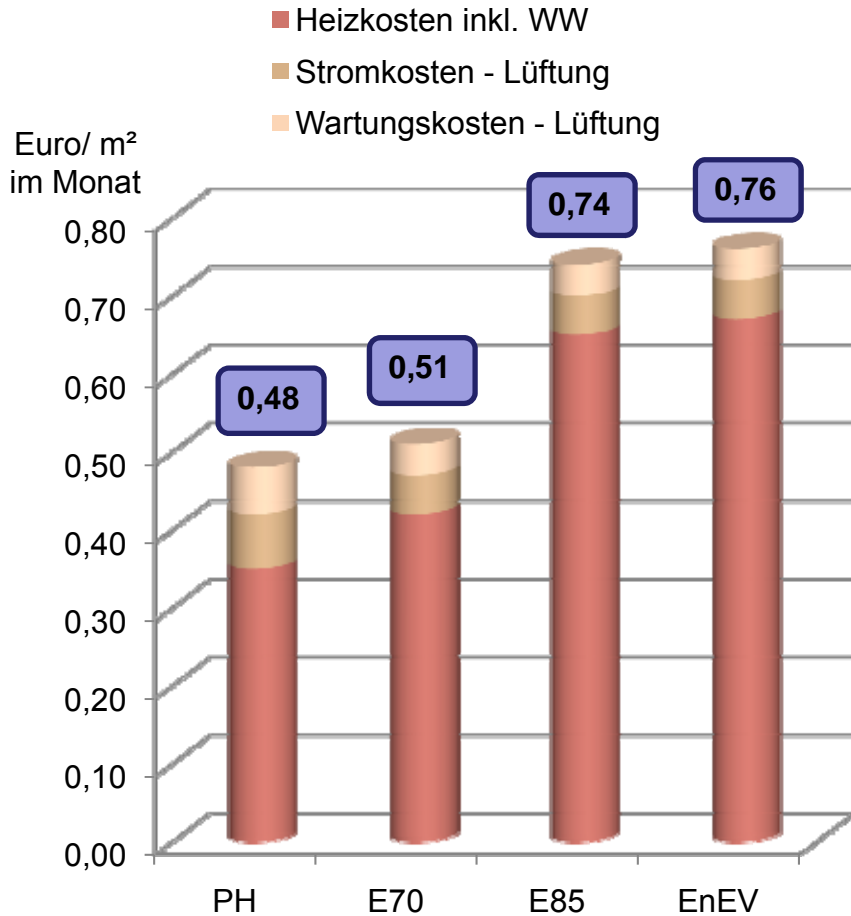
Mehrkosten: 361 €/m<sup>2</sup> Wohnfläche  
(Bezug E70)



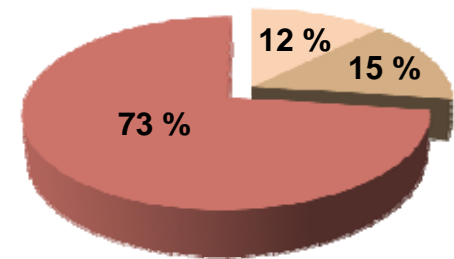
Die **Kosten** und der **Nutzen** driften in den höheren energetischen Standards zunehmend auseinander



# Warme Betriebskosten



## Passivhaus

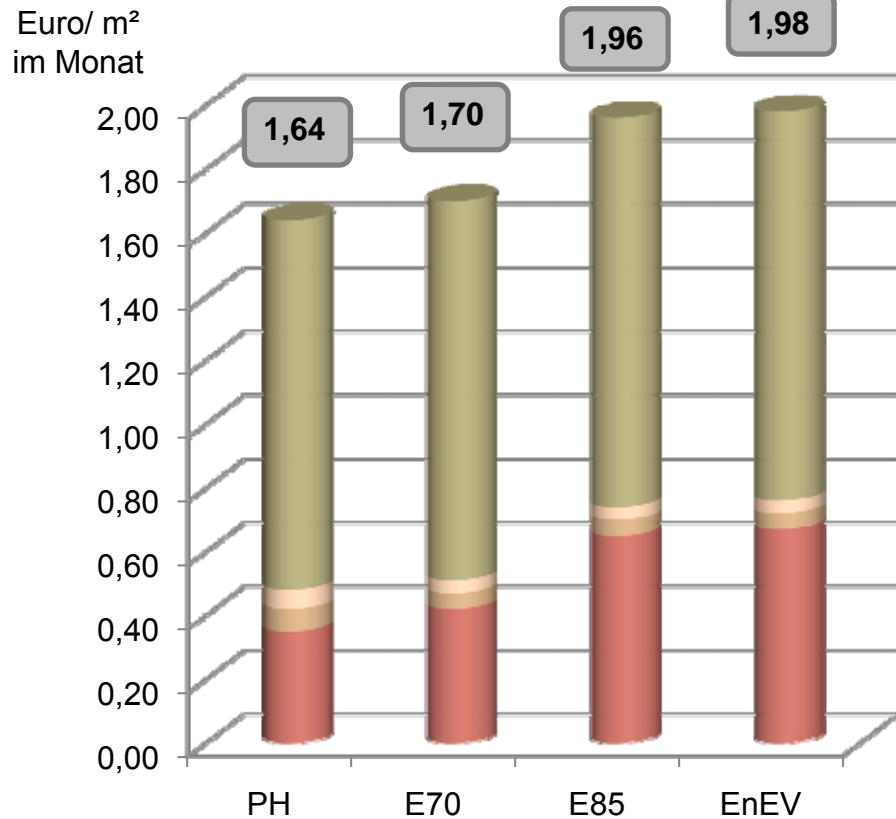


Warme Betriebskosten				
	Heizkosten	Strom Lüftung	Wartung Lüftung	Gesamt
			im Monat [€/m²]	im Monat [€/m²]
EnEV 2009	0,67	0,05 *1	0,04 *1	0,76
E85	0,65	0,05 *1	0,04 *1	0,74
E70	0,42	0,05 *1	0,04 *1	0,51
<b>PH</b>	<b>0,35</b>	<b>0,07</b>	<b>0,06</b>	<b>0,48</b>

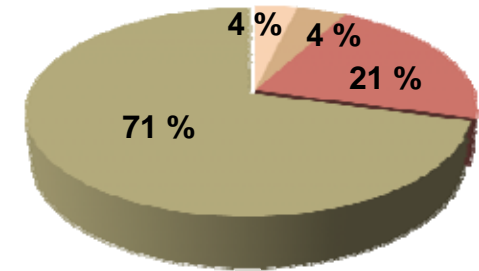
\*1 Entscheidungshilfe 21 "Lüftungsanlagen im Wohnungsbau, VNW"

## Betriebskosten

- Heizkosten inkl. WW
- Stromkosten - Lüftung
- Wartungskosten - Lüftung
- kalte Betriebskosten



### Passivhaus



	Betriebskosten			
	Warme	Kalte *1	Gesamt	Ein- sparung
			im Monat [€/m <sup>2</sup> ]	im Monat [€/m <sup>2</sup> ]
EnEV 2009	0,76	1,22	1,98	
E85	0,74	1,22	1,96	0,02
E70	0,51	1,19	1,70	0,28
<b>PH</b>	<b>0,48</b>	<b>1,16</b>	<b>1,64</b>	<b>0,34</b>

\*1 Betriebskosten-Benchmarking 2006-2007, GdW

**Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit !**

**[www.arge-sh.de](http://www.arge-sh.de)**