

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

Fon: +49 431/663 69-0 • Fax: +49 431/663 69 -69 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.arage-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**.

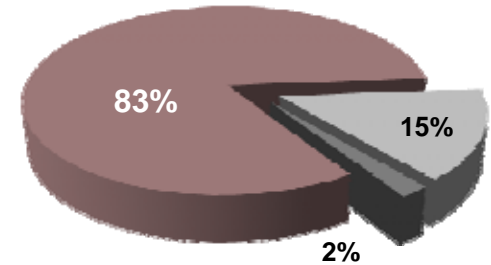
Literaturrecherche:

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.

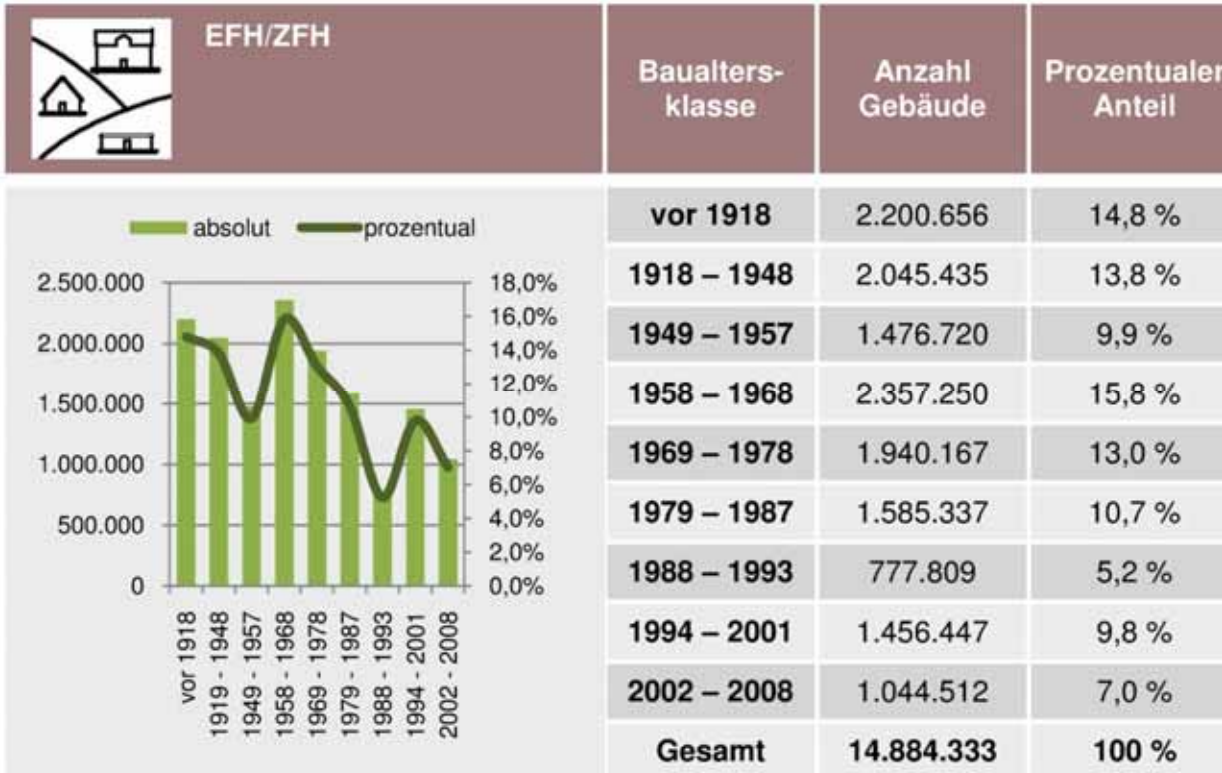
Gebäudebestand

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)

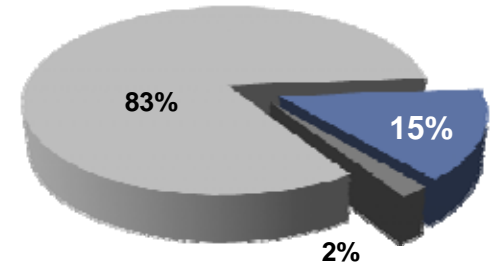
Walberg, Dietmar; Holz, Astrid; Gniechwitz, Timo; Schulze, Thorsten (Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. [Hrsg.]): Wohnungsbau in Deutschland 2011 – Modernisierung oder Bestandsersatz - Studie zum Zustand und der Zukunftsfähigkeit des deutschen "Kleinen Wohnungsbaus".

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

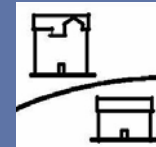
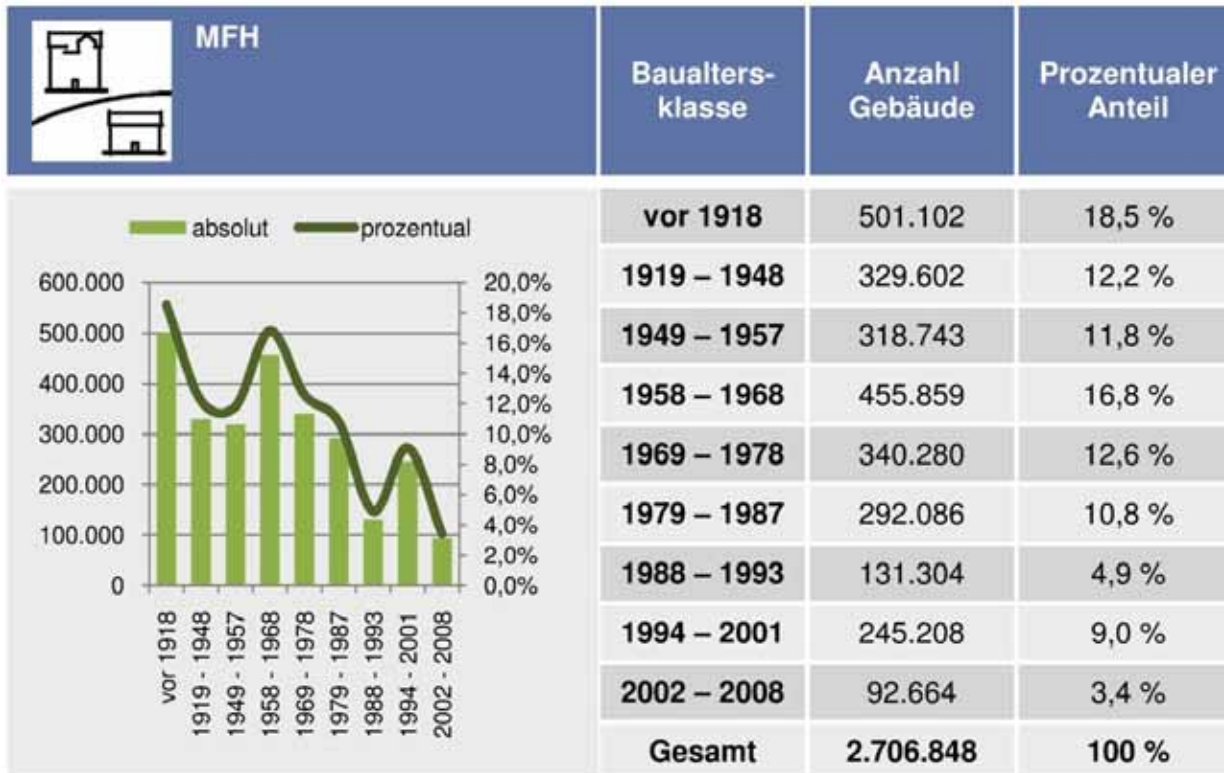
Gebäudebestand

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

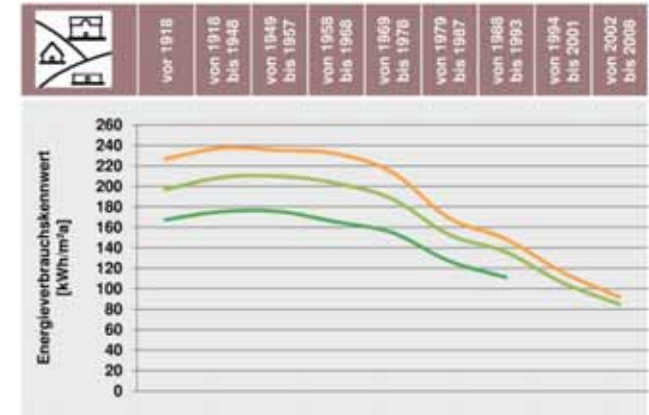
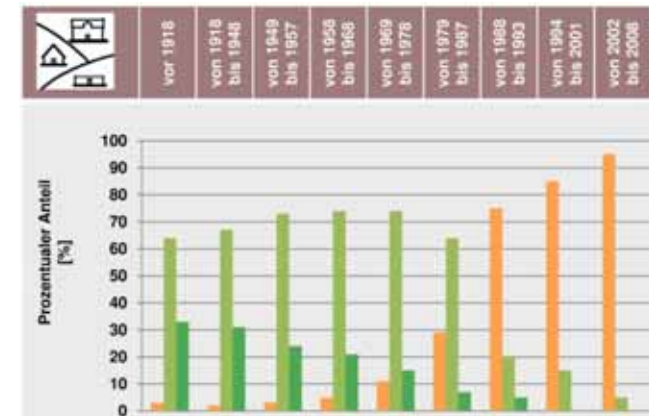


Diagramm der Modernisierungszustände



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
Außenwände							
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 %
Dach (OG-Decke)							
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 %
Fenster							
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 %
Kellerdecke (Sohle)							
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 %
Heizungsanlage							
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,
teilgedämmtes Dach



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

Modernisierung

www.arge-sh.de

Detaillierte Kostenbetrachtung

Z 18 Zweifamilienhaus Baualtersklasse: vor 1918

Z 18 - Zweifamilienhaus
Baualtersklasse: vor 1918
Zweifamilienhaus mit 2 WZ
mit angeschlossenem Keller und Terrasse

Grundfläche: 276 m²
Wohnfläche: 230 m²
Wohnflächenanteil: 153 m²
Wohnflächenanteil: Wohnflächenanteil ca. 153 m²
Anzahl Wohneinheiten: 2,00 Ein.



Mindestanforderung Energieeffizienz

Maßnahme	EnEV 2009	EnEV 2014	EnEV 2016	EnEV 2018	EnEV 2021
Wärmehaushalt	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung und Kühlung)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte und Heizung)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung, Kälte und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung, Kälte und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung, Kälte und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung, Kälte und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00

M 18 Mehrfamilienhaus Baualtersklasse: vor 1918

M 18 - Mehrfamilienhaus
Baualtersklasse: vor 1918
Mehrfamilienhaus mit 10 WZ
mit angeschlossenem Keller und Terrasse

Grundfläche: 0 m²
Wohnfläche: 700 m²
Wohnflächenanteil: 300 m²
Wohnflächenanteil: Wohnflächenanteil ca. 300 m²
Anzahl Wohneinheiten: 10,00 Ein.



Mindestanforderung Energieeffizienz

Maßnahme	EnEV 2009	EnEV 2014	EnEV 2016	EnEV 2018	EnEV 2021
Wärmehaushalt	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung und Kühlung)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte und Heizung)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung, Kälte und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung, Kälte und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung, Kälte und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung, Kälte und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00

E 68 Einfamilienhaus Baualtersklasse: 1958-1968

E 68 - Einfamilienhaus
Baualtersklasse: 1958-1968
Einfamilienhaus mit 1 WZ
mit angeschlossenem Keller und Terrasse

Grundfläche: 176 m²
Wohnfläche: 171 m²
Wohnflächenanteil: 150 m²
Wohnflächenanteil: Wohnflächenanteil ca. 150 m²
Anzahl Wohneinheiten: 1,00 Ein.



Mindestanforderung Energieeffizienz

Maßnahme	EnEV 2009	EnEV 2014	EnEV 2016	EnEV 2018	EnEV 2021
Wärmehaushalt	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung und Kühlung)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte und Heizung)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung, Kälte und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung, Kälte und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung, Kälte und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung, Kälte und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00

M 68 Mehrfamilienhaus Baualtersklasse: 1958-1968

M 68 - Mehrfamilienhaus
Baualtersklasse: 1958-1968
Mehrfamilienhaus mit 12 WZ
mit angeschlossenem Keller

Grundfläche: 0 m²
Wohnfläche: 300 m²
Wohnflächenanteil: 150 m²
Wohnflächenanteil: Wohnflächenanteil ca. 150 m²
Anzahl Wohneinheiten: 12,00 Ein.



Mindestanforderung Energieeffizienz

Maßnahme	EnEV 2009	EnEV 2014	EnEV 2016	EnEV 2018	EnEV 2021
Wärmehaushalt	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung und Kühlung)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte und Heizung)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung, Kälte und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung, Kälte und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung, Kälte und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung, Kälte und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00

E 78 Einfamilienhaus Baualtersklasse: 1969-1978

E 78 - Einfamilienhaus (Ein- oder Zweifamilienhaus)
Baualtersklasse: 1969-1978
Einfamilienhaus mit 1 WZ
mit angeschlossenem Keller ca. 110 m² angeschlossen

Grundfläche: 0 m²
Wohnfläche: 140 m²
Wohnflächenanteil: 110 m²
Wohnflächenanteil: Wohnflächenanteil ca. 110 m²
Anzahl Wohneinheiten: 1,00 Ein.



Mindestanforderung Energieeffizienz

Maßnahme	EnEV 2009	EnEV 2014	EnEV 2016	EnEV 2018	EnEV 2021
Wärmehaushalt	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung und Kühlung)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte und Heizung)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung, Kälte und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung, Kälte und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung, Kälte und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00
Wärmehaushalt (inkl. Lüftung, Kühlung, Kälte, Heizung, Kälte und Kälte)	81,17	79,02	80,00	80,00	80,00

Energetische Ausgangslagen der Gebäudetypen:

- nicht modernisiert (A)
- gering modernisiert (B)
- mittel/größtenteils modernisiert (C)

Modernisierung auf folgende energetische Standards:

- < EnEV₂₀₀₉-Bestand (nur einzelne adäquate Maßnahmen) (I)
- EnEV₂₀₀₉-Bestand (II)
- Effizienzhaus 115 auf Grundlage EnEV₂₀₀₉ (III)
- Effizienzhaus 100 auf Grundlage EnEV₂₀₀₉ (IV)
- Effizienzhaus 85 auf Grundlage EnEV₂₀₀₉ (V)
- Effizienzhaus 70 auf Grundlage EnEV₂₀₀₉ (VI)

Barrierefreiheit:

- Einfach umzusetzende Maßnahmen (Typ 1)
- Um- Einbauten mittleren Umfangs (Typ 2)
- Umfangreiche Umbauten (Typ 3)
- Umfangreiche Um- und Anbauten (Typ 4)

Durch die Verknüpfung der energetischen Ausgangslagen, mit den Modernisierungsstandards und den Typen der Barrierefreiheit entstehen für jeden Gebäudetyp insgesamt 72 individuelle Kostenkombinationen

Kosten der energetischen Modernisierung

M 68 Mehrfamilienhaus Baualtersklasse: 1958-1968

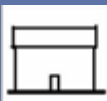



Effizienzhaus 70

Außenputz: Dämmung von 100 % der Außenwände mit 21 cm Wärmedämmung 40,0 DSI, Wärmebrückenunterbrechung
Kellerdecke: Dämmung der Kellerdecke einseitig mit 12 cm Wärmedämmung 40,0 DSI
OG-Decke: Dämmung der obersten Geschossdecke mit 24 cm Wärmedämmung 40,0 DSI, Ausführung als integriertes Decken-Strahlensystem
Dach: In Verbindung mit den Ständerwänden an der obersten Geschossdecke einseitig Isolierdämmungsgewirte an den Dachkantenflächen mit einer Traufendämmung im Dachstuhl
Fenster: Kunststoff-Außensicht, Innen: Fensterrahmen mit U_f = 0,7 W/(m²K) (3-fach Wärmeschutzverglasung, sicher Ständerfrei), Anpassung der Fenstergröße bzw. Verlagerung in die Ständerwände bei neuer Inneneinrichtung
Sanitär: Abwassergeruch abdichten und über die gesamte Zeit der Gebäudennutzung erhalten
Luftdichtheit: Durchführung eines Blower-Door-Tests, verbunden mit einer Nachmessung der Luftdichtheit des Gebäudes (Prüfung, Luftdurchlässigkeit 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 Pufferlös. Autoclack) eines Einbaus von elektrischen Regelanlagen

Maßnahme	Standardwert	Effizienzhauswert	Maßnahme	Standardwert	Effizienzhauswert
Außenputz	100 m ²	100 m ² bis 120 m ²	100 m ² bis 120 m ²	120 m ² bis 140 m ²	140 m ² bis 160 m ²
Kellerdecke	300 m ²	30 m ² bis 40 m ²	30 m ² bis 40 m ²	40 m ² bis 50 m ²	50 m ² bis 60 m ²
OG-Decke	300 m ²	30 m ² bis 40 m ²	30 m ² bis 40 m ²	40 m ² bis 50 m ²	50 m ² bis 60 m ²
Dach	400 m ²	30 m ² bis 100 m ²	30 m ² bis 100 m ²	100 m ² bis 150 m ²	150 m ² bis 200 m ²
Fenster	100 m ²	100 m ² bis 150 m ²	100 m ² bis 150 m ²	150 m ² bis 200 m ²	200 m ² bis 250 m ²
Sanitär	800 m ²	7 m ² bis 9 m ²	7 m ² bis 9 m ²	9 m ² bis 11 m ²	11 m ² bis 13 m ²
Luftdichtheit	700 m ² je LP	700 m ² je LP	700 m ² je LP	700 m ² je LP	700 m ² je LP
Lüftung	600 m ²	70 m ² bis 90 m ²	70 m ² bis 90 m ²	90 m ² bis 110 m ²	110 m ² bis 130 m ²
Anlagenkosten:					
Wärmehaushaltung	14.000 € - 18.000 €				
Starkstrom	27.000 € - 31.000 €				
Wärmehaushaltung	3.000 € - 5.000 €				
Sanitär	3.000 € - 5.000 €				
Elektrische Regelanlagen	2.000 € - 3.000 €				
Gesamt:					
				117.710 €	166.660 €

Beispiel: Modernisierung auf Effizienzhaus 70 gem. EnEV₂₀₀₉

	 M 68 	< EnEV ₂₀₀₉ [~] Bestand	EnEV ₂₀₀₉ [~] 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 ²	291-349 €/m ²	358-428 €/m ²	380-451 €/m ²	451-532 €/m ²	490-574 €/m ²
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 ²	262-315 €/m ²	311-375 €/m ²	333-399 €/m ²	414-489 €/m ²	490-574 €/m ²
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 ²	208-246 €/m ²	270-322 €/m ²	290-346 €/m ²	410-480 €/m ²	486-564 €/m ²

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

Untersuchungsrahmen

Typengebäude 50er



MFH
36 WE
1.559 m² Wfl.
A/Ve: 0,41 1/m

Typengebäude 60er



MFH
42 WE
2.979 m² 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 Endenergie- bedarf	185 kWh/m ² a	60 kWh/m ² a	50 kWh/m ² a	26 kWh/m ² a	18 kWh/m ² a
Energiekennwert Endenergie- verbrauch (baugleiche Gebäude, ohne solarthermische Anlagen)	151 kWh/m ² a		121 kWh/m ² a	76 kWh/m ² a	63 kWh/m ² a
Primärenergie- kennwert (nach EnEV)	482 kWh/m ² a	68 kWh/m ² a	58 kWh/m ² a	35 kWh/m ² a	27 kWh/m ² a
Modernisierungskosten		520.000 €	610.000 €	840.000 €	1.195.000 €
Modernisierungskosten je m² Wfl.		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 Endenergie- bedarf	124 kWh/m ² a	67 kWh/m ² a	58 kWh/m ² a	52 kWh/m ² a	23 kWh/m ² a
Energiekennwert Endenergie- verbrauch (baugleiche Gebäude, ohne solarthermische Anlagen)	160 kWh/m ² a		121 kWh/m ² a	76 kWh/m ² a	63 kWh/m ² a
Primärenergie- kennwert (nach EnEV)	89 kWh/m ² a	48 kWh/m ² a	42 kWh/m ² a	38 kWh/m ² a	22 kWh/m ² a
Modernisierungskosten		675.000 €	900.000 €	975.000 €	2.515.000 €
Modernisierungskosten je m² Wfl.		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 €)

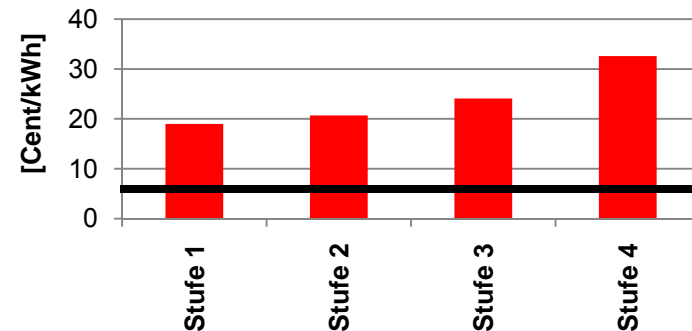
Keine der Modernisierungsstufen erreicht diese Grenze der Wirtschaftlichkeit

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

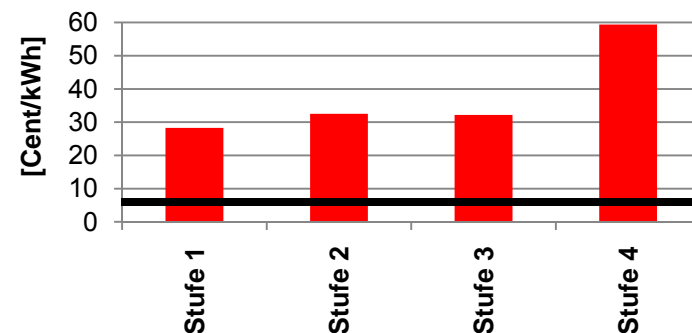
Typengebäude 50er

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/m²a**
Kosten: **335 €/m² Wohnfläche**

Typengebäude 60er: **124 auf 67 kWh/m²a**
Kosten: **227 €/m² Wohnfläche**

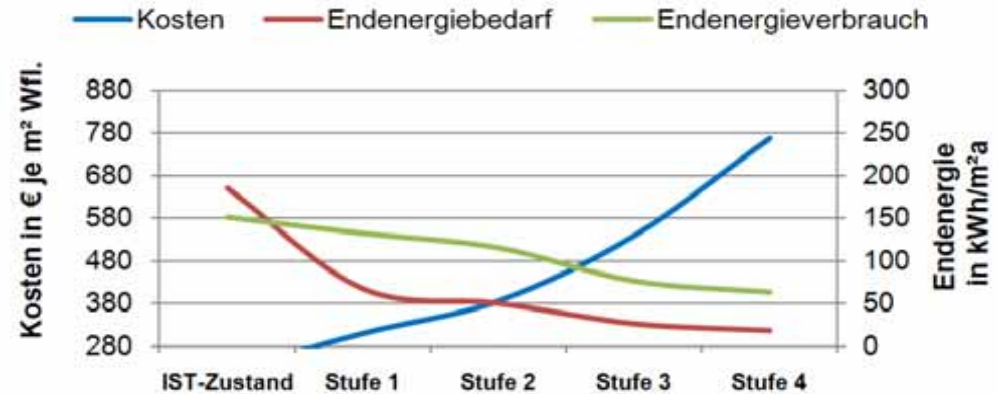
Geringe energetische Veränderungen von Stufe 1 auf z.B. Stufe 4 (**Bedarf**)

Typengebäude 50er: **60 auf 18 kWh/m²a**
Mehrkosten: **432 €/m² Wohnfläche**

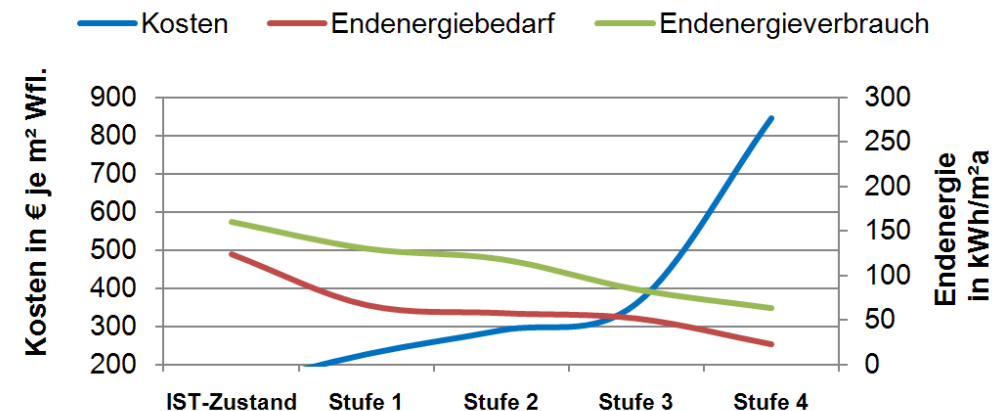
Typengebäude 60er: **67 auf 23 kWh/m²a**
Mehrkosten: **619 €/m² Wohnfläche**

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

Typengebäude 50er



Typengebäude 60er



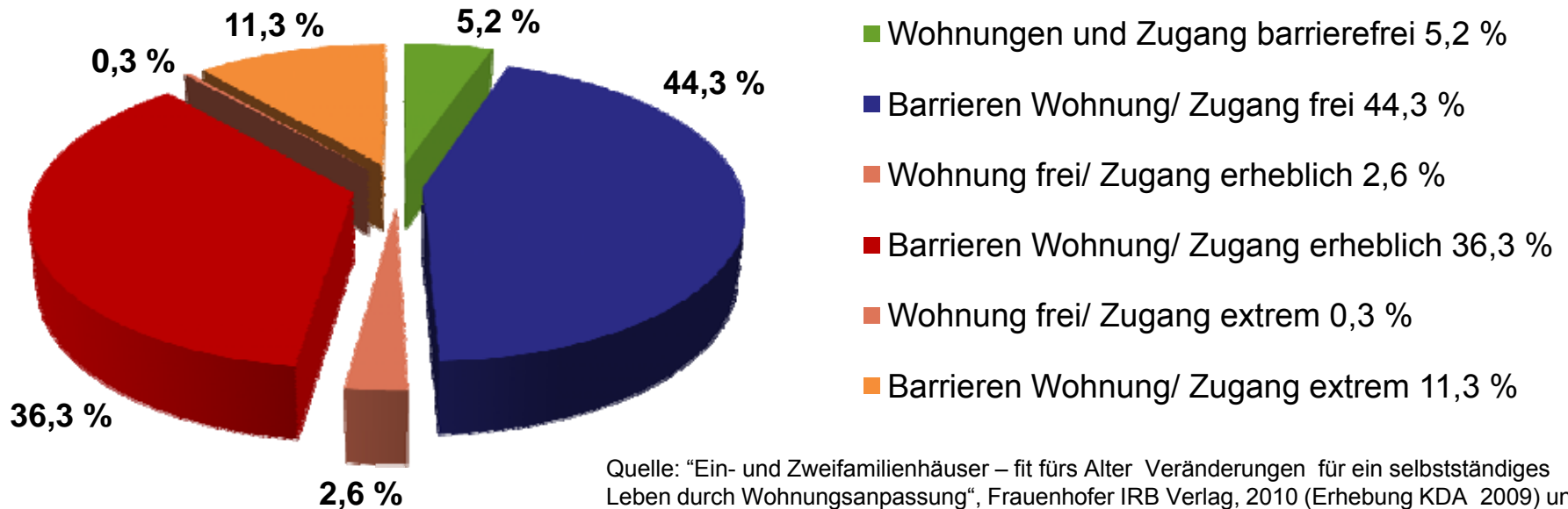
Barrieren in Seniorenhaushalten

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)

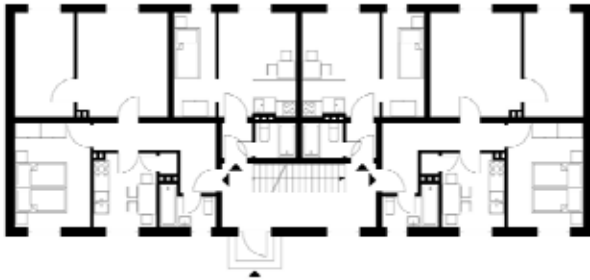
=> Beide Studien inkl. Erfassung der Bestandssituation von jeweils über 1000 Haushalten



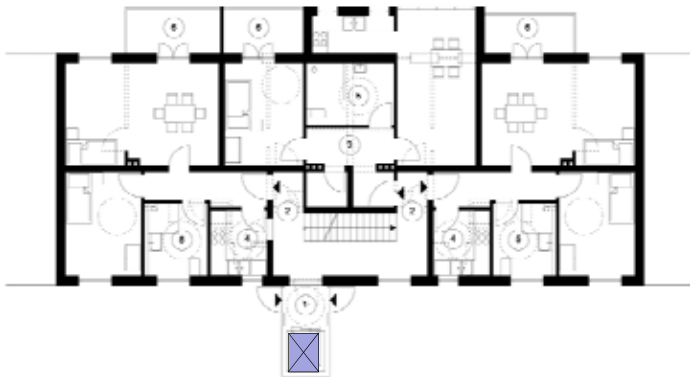
Quelle: "Ein- und Zweifamilienhäuser – fit fürs Alter Veränderungen für ein selbstständiges Leben durch Wohnungsanpassung", Fraunhofer IRB Verlag, 2010 (Erhebung KDA 2009) und Studien und Auswertungen der Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V., Kiel

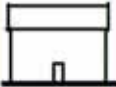

Kosten für generationengerechten Umbau

Bestand



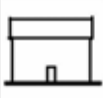


Umbau



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



Kostenvergleich Modernisierung versus Bestandsersatz

   M 68 KOSTENVERGLEICH	
Kosten Modernisierung	Kosten Bestandsersatz
<p>Variante: Teilmodernisierung</p> <p>Energetische Modernisierung und Sanierung in Teilbereichen</p> <p>598 – 688 €/m² Wohnfläche</p>	<p>Abriss und Umzugsmanagement</p> <p>Abriss, Entsorgung, Bodenaustausch, sowie Umzugsmanagement und Mieterbetreuung</p> <p>110 – 266 €/m² Wohnfläche</p>
<p>Variante: Vollmodernisierung barrierefrei</p> <p>Energetische Modernisierung und generationengerechter Umbau (Kosten für Sanierung in Teilbereichen enthalten)</p> <p>1.334 – 1.611 €/m² Wohnfläche</p>	<p>Vergleichbarer Neubau</p> <p>Neubau einfacher bis mittlerer Ausstattungsgrad Neufassung Außenanlagen, EnEV-Standard 2009</p> <p>1.075 – 1.350 €/m² Wohnfläche</p>
<p>Variante: Vollmodernisierung barrierefrei inkl. Wohnraumerweiterung</p> <p>Energetische Modernisierung und generationengerechter Umbau (Kosten für Sanierung in Teilbereichen enthalten) sowie Wohnraumerweiterung</p> <p>1.807 – 2.190 €/m² Wohnfläche</p>	<p>Abriss, Umzugsmanagement und vergleichbarer Neubau</p> <p>Gesamtkosten Abriss, Umzugsmanagement und vergleichbaren Neubau</p> <p>1.185 – 1.616 €/m² Wohnfläche</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

Energiestandards – Übersicht

Grundlage: EnEV 2007

	Neubau	NEH-SH	KfW E70	KfW E55
H'_T [W/(m ² 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 ² a)]	66 - 140	53 - 110	45 - 60	36 - 40
Index $Q_{P''}$	100	80	70	55

Grundlage: EnEV 2009

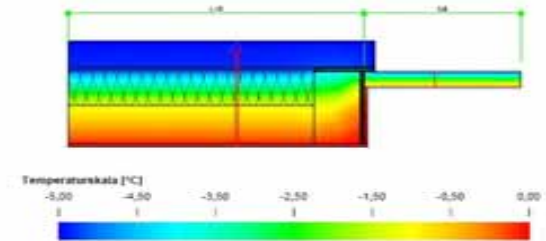
	Neubau	KfW E85	KfW E70	KfW E55	KfW E40
H'_T [W/(m ² K)]	0,37 - 0,90	0,37 - 0,90	0,31 - 0,77	0,26 - 0,63	0,15 - 0,45
Index H'_T	85	85	70	55	40
$Q_{P''}$ [kWh/(m ² a)]	45 - 100	38 - 85	31 - 70	25 - 55	18 - 40
Index $Q_{P''}$	70	60	45	40	30

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

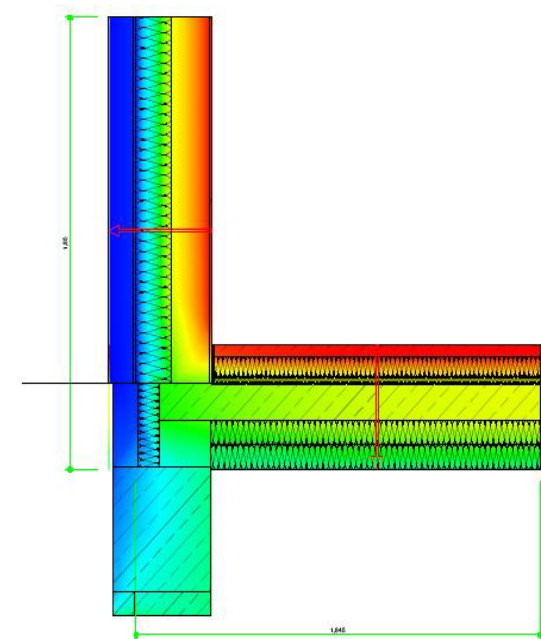
Projektierung von Passivhäusern:

- Außenbauteile mit U-Werten unter **0,15 W/(m²·K)**
(Referenzgebäude EnEV₂₀₀₉: 0,28 W/(m²·K))
- Fenster mit U_w unter **0,8 W/(m²·K)** bei hohem
Gesamtenergiedurchlassgrad (g ≥ 50 %)
(Referenzgebäude EnEV₂₀₀₉: U_w = 1,3 W/(m²·K))



Bauteilbezogene Auswertung:

Bauteil	Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)		
	Durchschnitt	Min.	Max.
	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·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**

EnEV₂₀₀₉

E85 (KfW-60)

E70 (KfW-40)

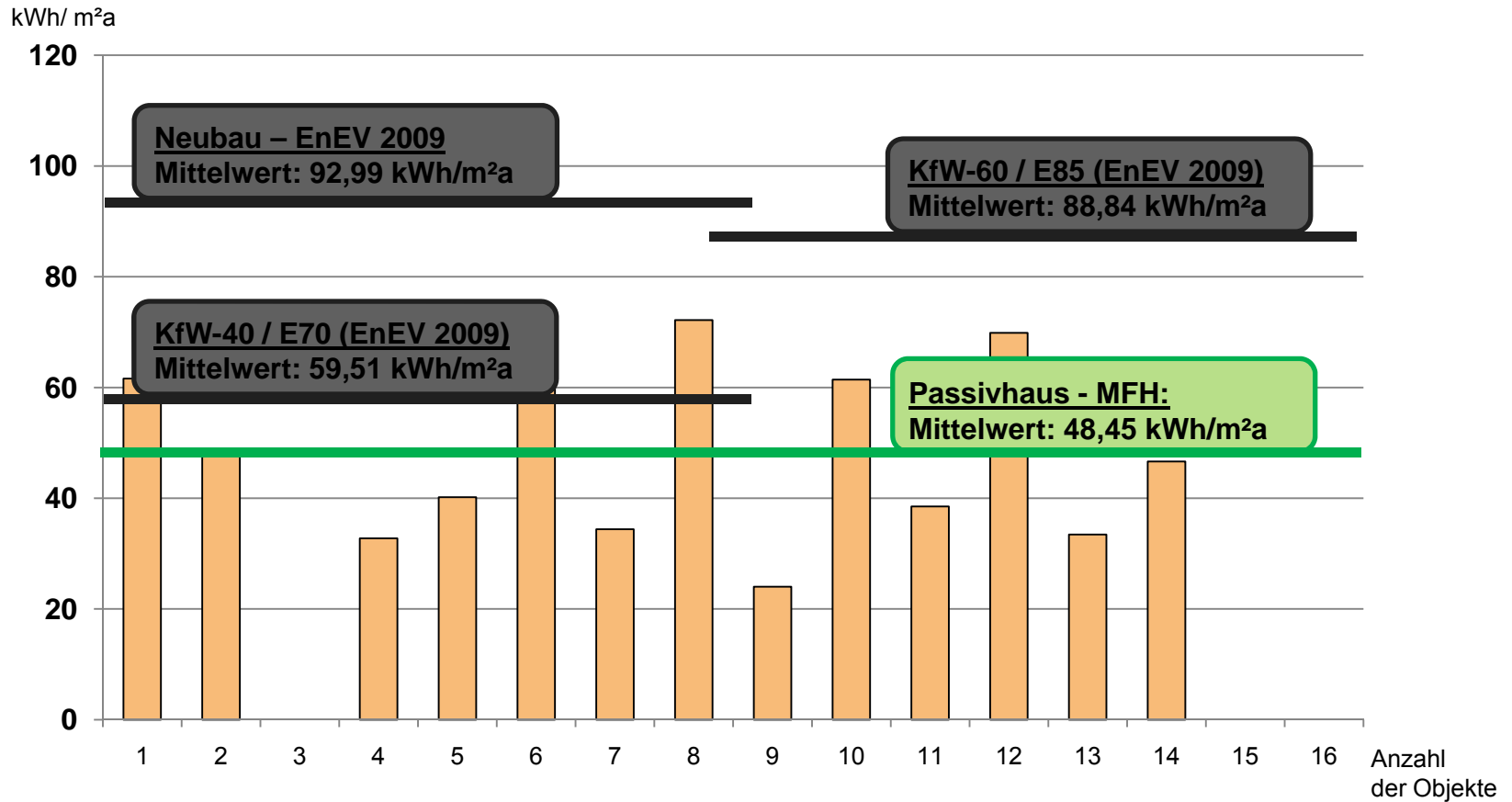
Passivhaus

* Energiebezugsfläche PHPP



Mehrfamilienhäuser

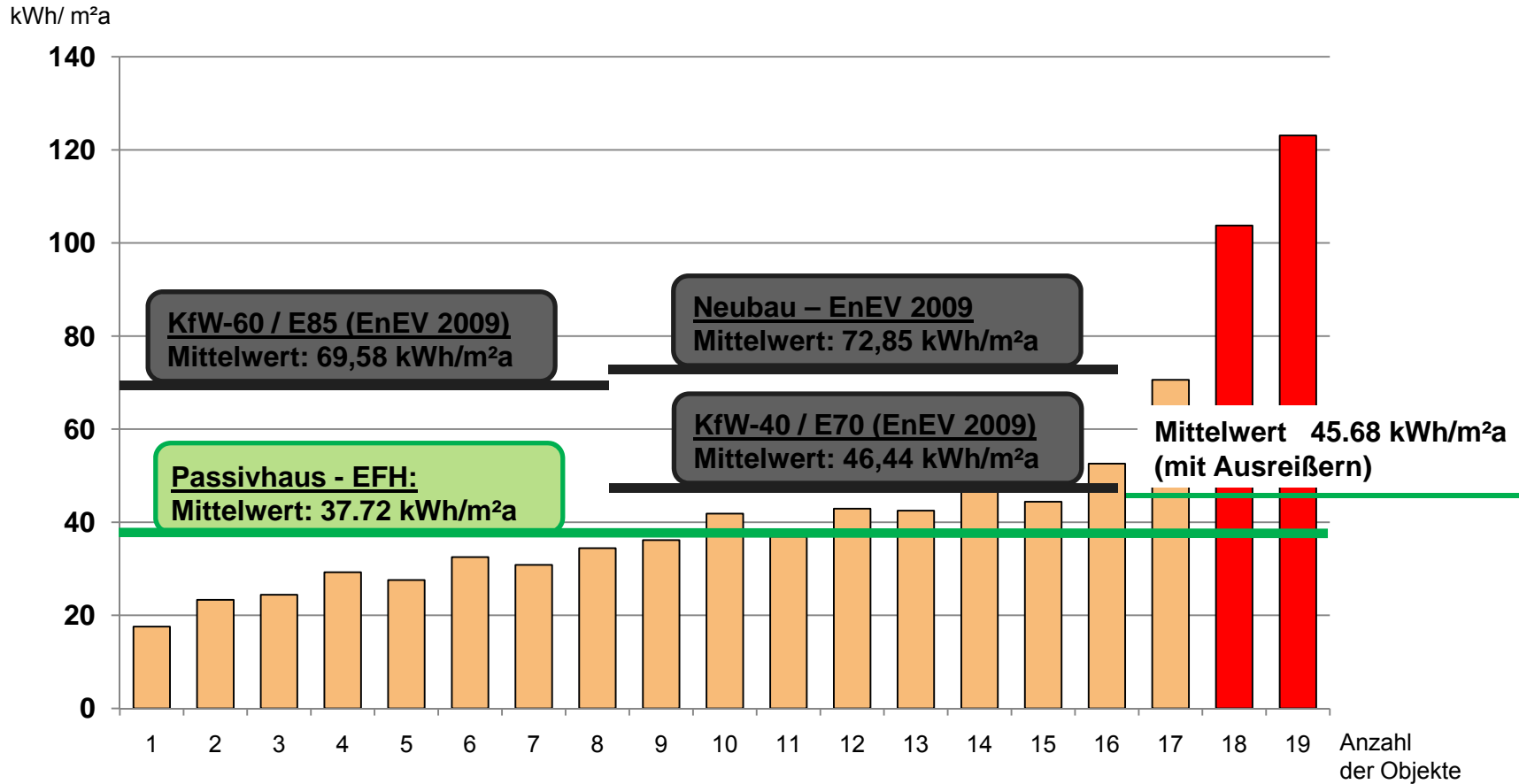
Mittelwert spez. "Endenergieverbrauch", Bezug: A_N
=> ohne Ausreißer (mit WW, mit Witterungsbereinigung)



Einfamilienhäuser

Mittelwert spez. “Endenergieverbrauch“, Bezug: A_N

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



Auswertungsübersicht

Passivhaus

	Endenergieverbrauch je m ² Wohnfläche bzw. EBF *1		Endenergieverbrauch je m ² Gebäudenutzfläche A _N *1	
	MFH	EFH	MFH	EFH
	[kWh/m ² a]	[kWh/m ² a]	[kWh/m ² a]	[kWh/m ² a]
Bestand (ARGE)	173,81	217,96	144,84	172,30
Bestand ₂₀₀₈ (VNW)	151,00			
EnEV ₂₀₀₉	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
PH	62,66	45,26	48,45	37,72

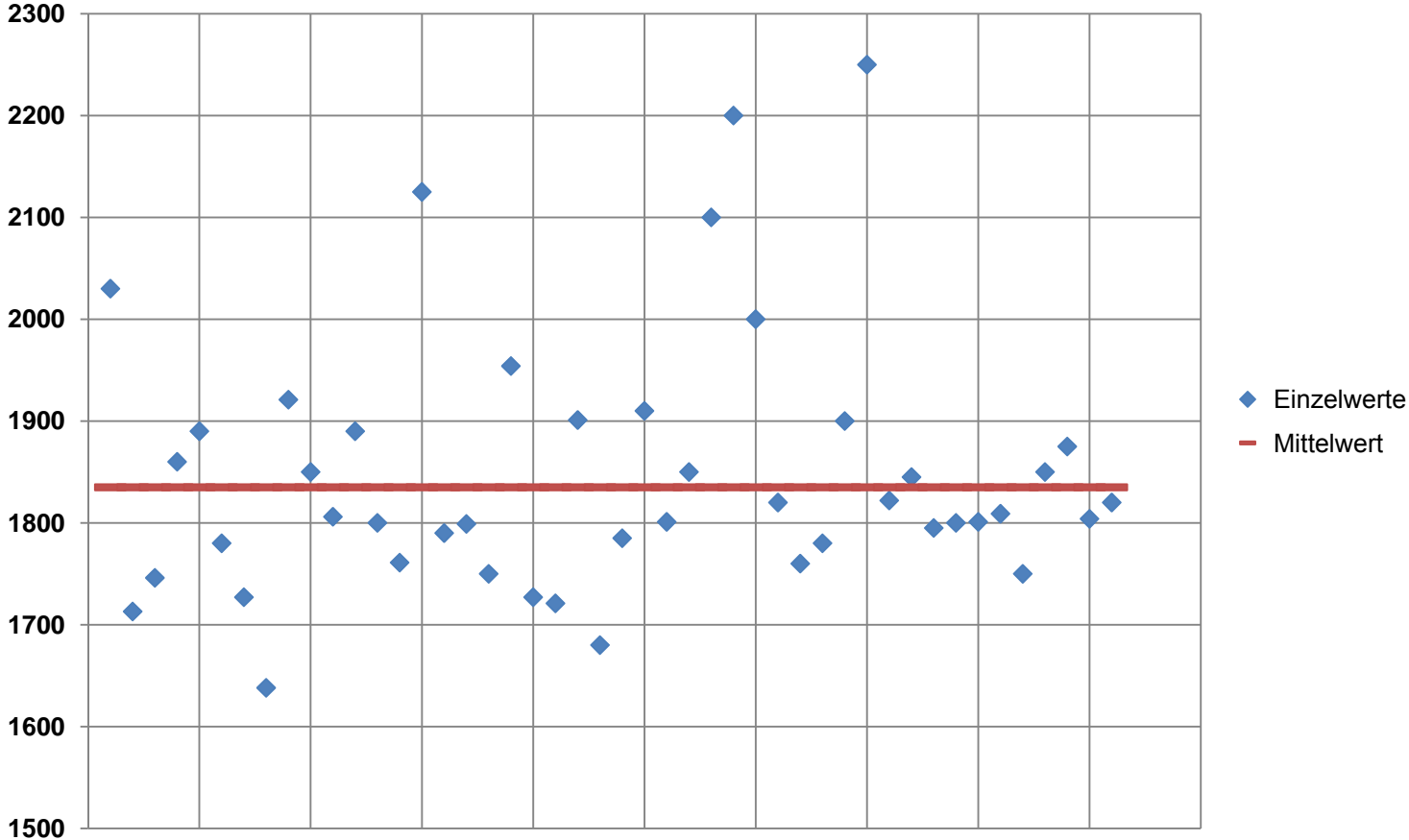
*1 witterungsbereinigt, inkl. Warmwasser und Berücksichtigung Solar

MFH *2
Heizwärmeverbrauch
21,03 kWh/m²a
bzw.
23,53 kWh/m²a
(witterungsbereinigt)

EFH *2
Heizenergieverbrauch
30,22 kWh/m²a
bzw.
33,53 kWh/m²a
(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 ²]	[€/m ²]	im Jahr [€/m ²]	im Monat [€/m ²]	im Jahr [€/m ²]	im Monat [€/m ²]	im Jahr [€/m ²]	im Monat [€/m ²]	Energie- preisstei- gerung p.a. [%]
EnEV 2009	1325								
E85	1390	65	4,61	0,38	0,50	0,04	- 4,11	- 0,34	18,5
E70	1460	135	9,58	0,80	4,88	0,41	- 4,70	- 0,39	8,5
PH	1821	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/m²a

Mehrkosten: 65 €/m² Wohnfläche
(Bezug: EnEV)

Großer energetischer Sprung vom Standard E85 auf E70

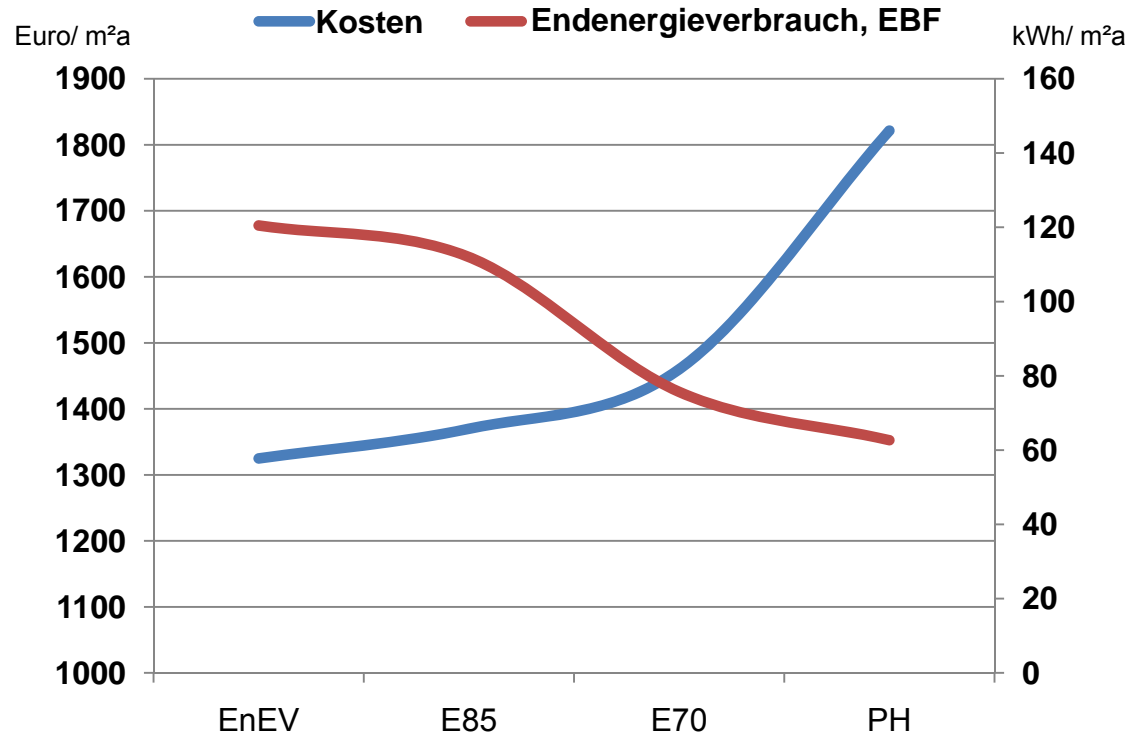
Energie: 115,87 auf 75,68 kWh/m²a

Mehrkosten: 70 €/m² Wohnfläche
(Bezug: E85)

Geringe energetische Veränderungen vom Standard E70 auf PH

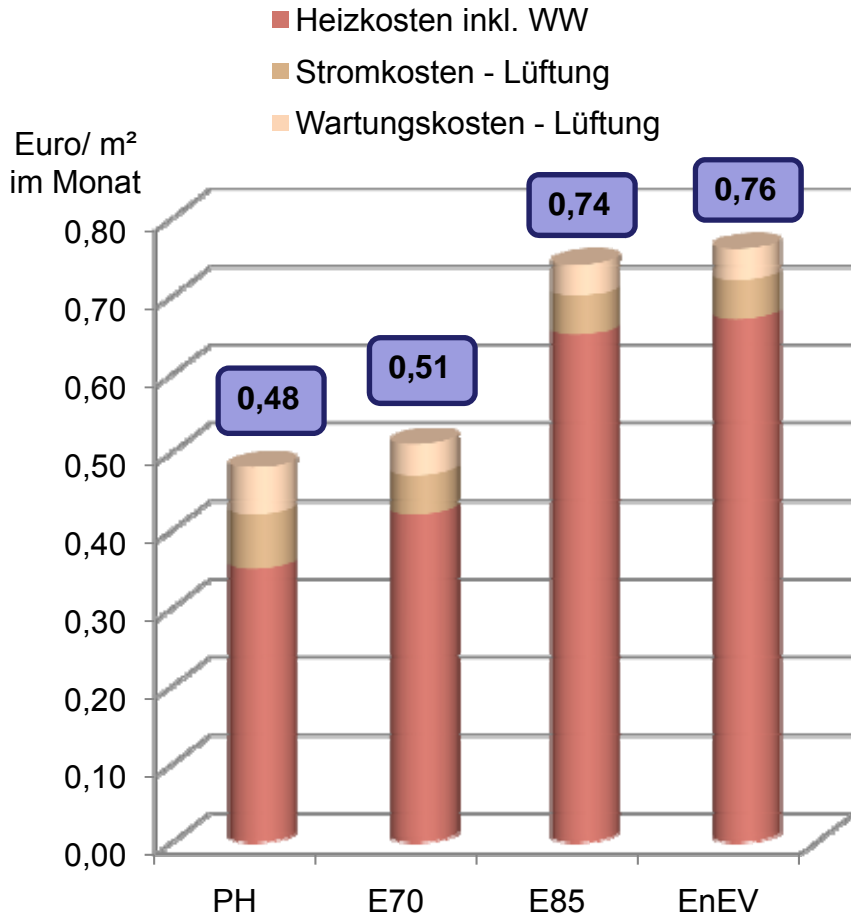
Energie: 75,68 auf 62,66 kWh/m²a

Mehrkosten: 361 €/m² Wohnfläche
(Bezug E70)

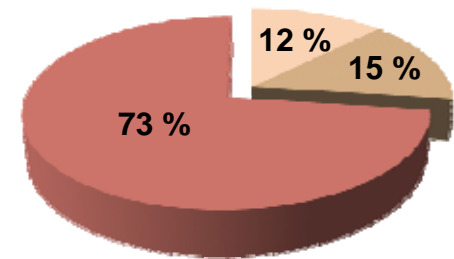


Die **Kosten** und der **Nutzen** driften in den höheren energetischen Standards zunehmend auseinander

Warme Betriebskosten



Passivhaus



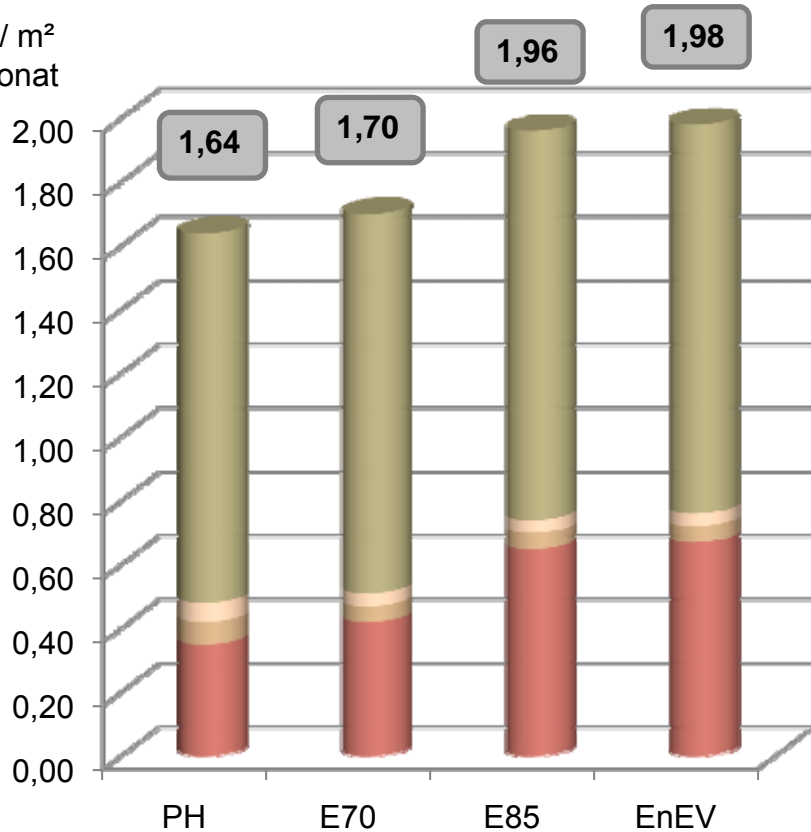
Warme Betriebskosten				
	Heiz- kosten	Strom Lüftung	Wartung Lüftung	Gesamt
			im Monat [€/m ²]	im Monat [€/m ²]
EnEV 2009	0,67	0,05 *1	0,04 *1	0,76
E85	0,65	0,05 *1	0,04 *1	0,74
E70	0,42	0,05 *1	0,04 *1	0,51
PH	0,35	0,07	0,06	0,48

*1 Entscheidungshilfe 21 "Lüftungsanlagen im Wohnungsbau, VNW"

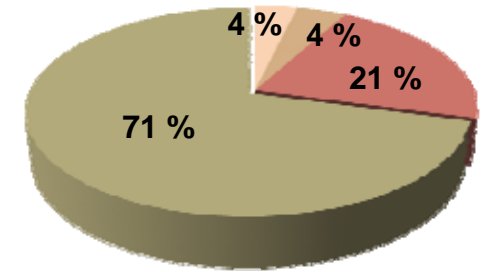
Betriebskosten

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

Euro/ m²
im Monat



Passivhaus



	Betriebskosten			
	Warme	Kalte *1	Gesamt	Ein- sparung
			im Monat [€/m ²]	im Monat [€/m ²]
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
PH	0,48	1,16	1,64	0,34

*1 Betriebskosten-Benchmarking 2006-2007, GdW

**Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit !**

www.arge-sh.de