



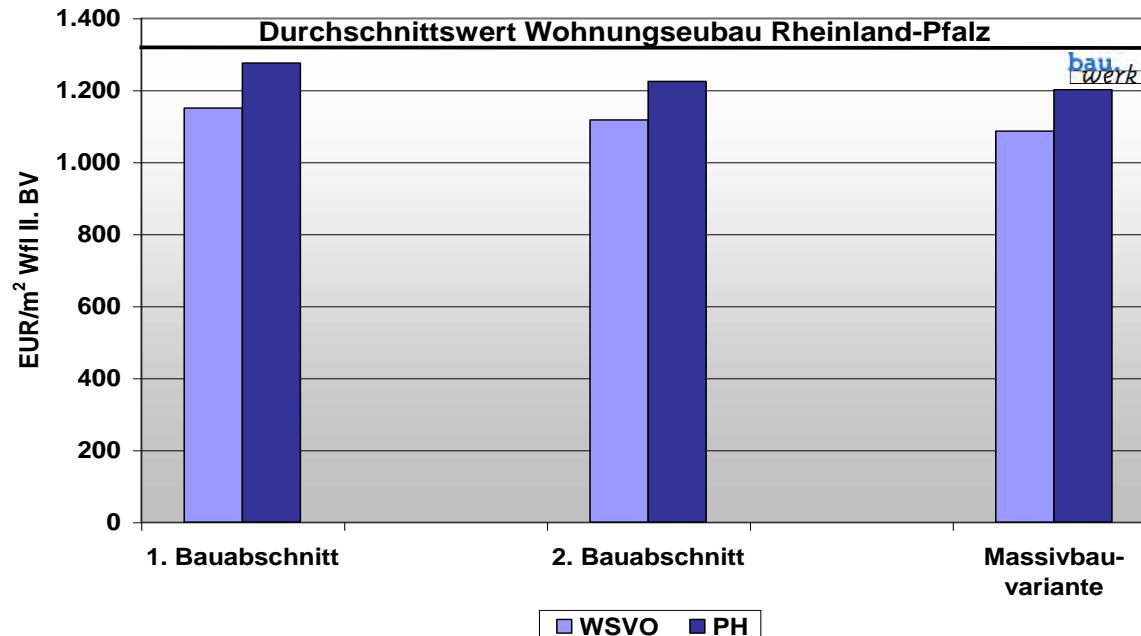
Kostenoptimalität von Gebäuden – ausgewählte Analysen

Architekt DI Martin Ploß
Energieinstitut Vorarlberg



Wirtschaftlichkeit hocheffizienter Gebäude

Mehrkosten PH gegen gesetzlichen Mindeststandard
am Beispiel einer Reihenhaus-Wohnanlage
Preisstand 1999 bis 2001, Region: Südwestdeutschland



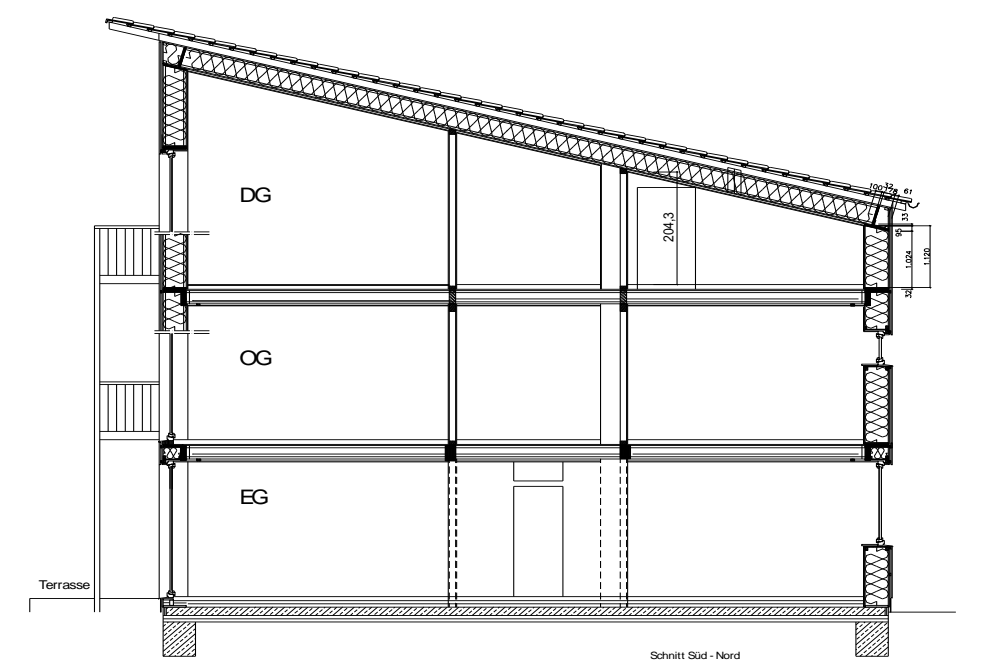
M. Ploss: Modellvorhaben kostengünstige Passivhäuser Kaiserslautern – Forschungsbericht Dezember 2001

Beispielhafte Analyse der Mehrkosten

Außenwand:	32 EUR/m ² WNF
Fenster:	27 EUR/m ² WNF
Dach:	7 EUR/m ² WNF
Bodenplatte:	9 EUR/m ² WNF
<u>Luftdichtheit:</u>	<u>4 EUR/m² WNF</u>
Hülle gesamt:	79 EUR/m² WNF
Abluft:	- 15 EUR/m ² WNI
WRG:	45 EUR/m ² WNF
EWT:	15 EUR/m ² WNF
Wärmeverteilung:	- 17 EUR/m ² WNF
Wärmerzeugung:	0 EUR/m ² WNF
<u>Solar:</u>	<u>0 EUR/m² WNF</u>
Haustechnik gesamt:	28 EUR/m² WNF
∑ Bauwerkskosten:	107 EUR/m² WNF
Planungskosten	11 EUR/m² WNF
<u>Elektrogeräte A⁺⁺</u>	<u>7 EUR/m² WNF</u>
Mehrkosten gesamt	125 EUR/m² WNF

alle Angaben inkl. MwSt.

M. Ploss: Modellvorhaben kostengünstige Passivhäuser Kaiserslautern – Forschungsbericht Dezember 2001



Auswertung der abgerechneten Energiekosten

Gemessener Gasverbrauch Forschungsprojekt kostengünstige Passivhäuser Kaiserslautern , Jakob Blenk-Strasse 29 - 33

Jahr	Verbrauch lt. Zähler		Gas gesamt (Hausnummern 29 bis 33)			Erläuterungen
	m ³ /a	kWh/a	Gesamtkosten EUR/a (brutto)	Anteil Grundgebühr EUR/a	Arbeitspreis ct/kWh	
1999	432	4.513	194,27	60,92	2,61 bis 2,91	8.9.99 bis 12.1.00
2000	977	10.299	638,87	306,81	2,91 bis 4,12	13.1.00 bis 5.1.01
2001	1.104	11.637	689,28	209,36	3,65 bis 4,12	6.1.01 bis 7.1.02
2002	1.124	11.848	592,39	157,54	3,65 bis 3,91	8.1.02 bis 10.1.03
2003	808	8.517	480,31	147,37	3,91 bis 4,29	10.1.03 bis 12.12.03
2004	1.412	14.884	768,29	168,85	3,91 bis 4,29	
2005	1.545	16.286	906,22	165,35	4,29 bis 5,37	
2006	1.060	11.173	772,65	150,43	5,51 bis 6,09	
2007	963	10.151	738,96	107,24	6,09 bis 6,58	22.12.06 bis 12.12.07
2008	1.111	11.586	939,54	143,98	4,87 bis 6,86	13.12.07 bis 15.12.08
Durchschnitt 2000 bis 2008		11.820	725,17	172,99		
spezifischer Endenergieverbrauch Gas Heizung, WW, Kochen (in 1 WE)		33,1	kWh/m²_{EBF}a			

Inhalt

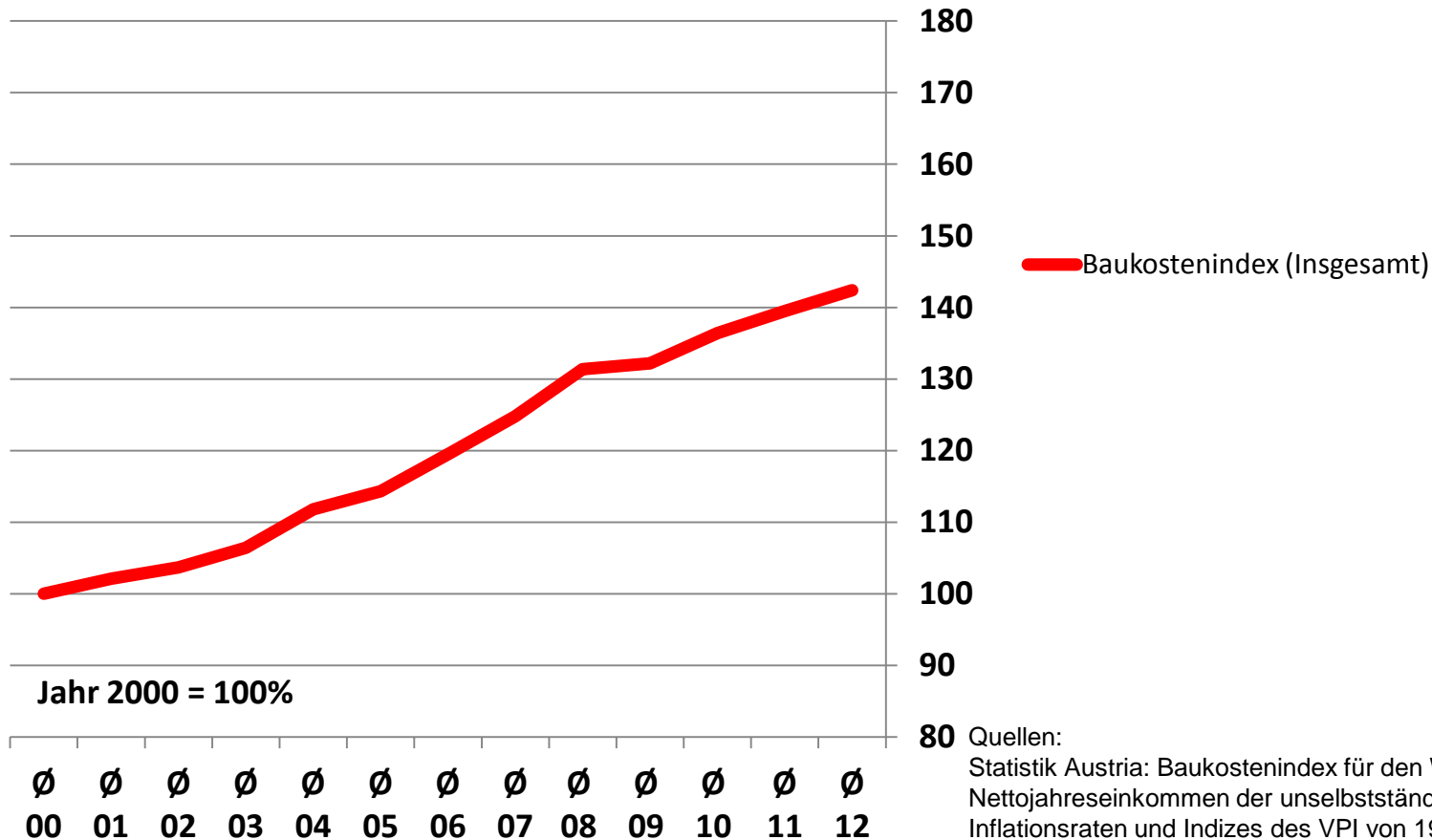
- Prolog
- **Kostenoptimalitätsstudie Energieinstitut Vorarlberg mit e7 Energie Markt Analyse**
- Ist Energieeffizienz planbar?

Prolog

- Wann ist Wohnen leistbar?
- Was wollen wir uns leisten, was können wir uns leisten?

Wann ist Wohnen leistbar?

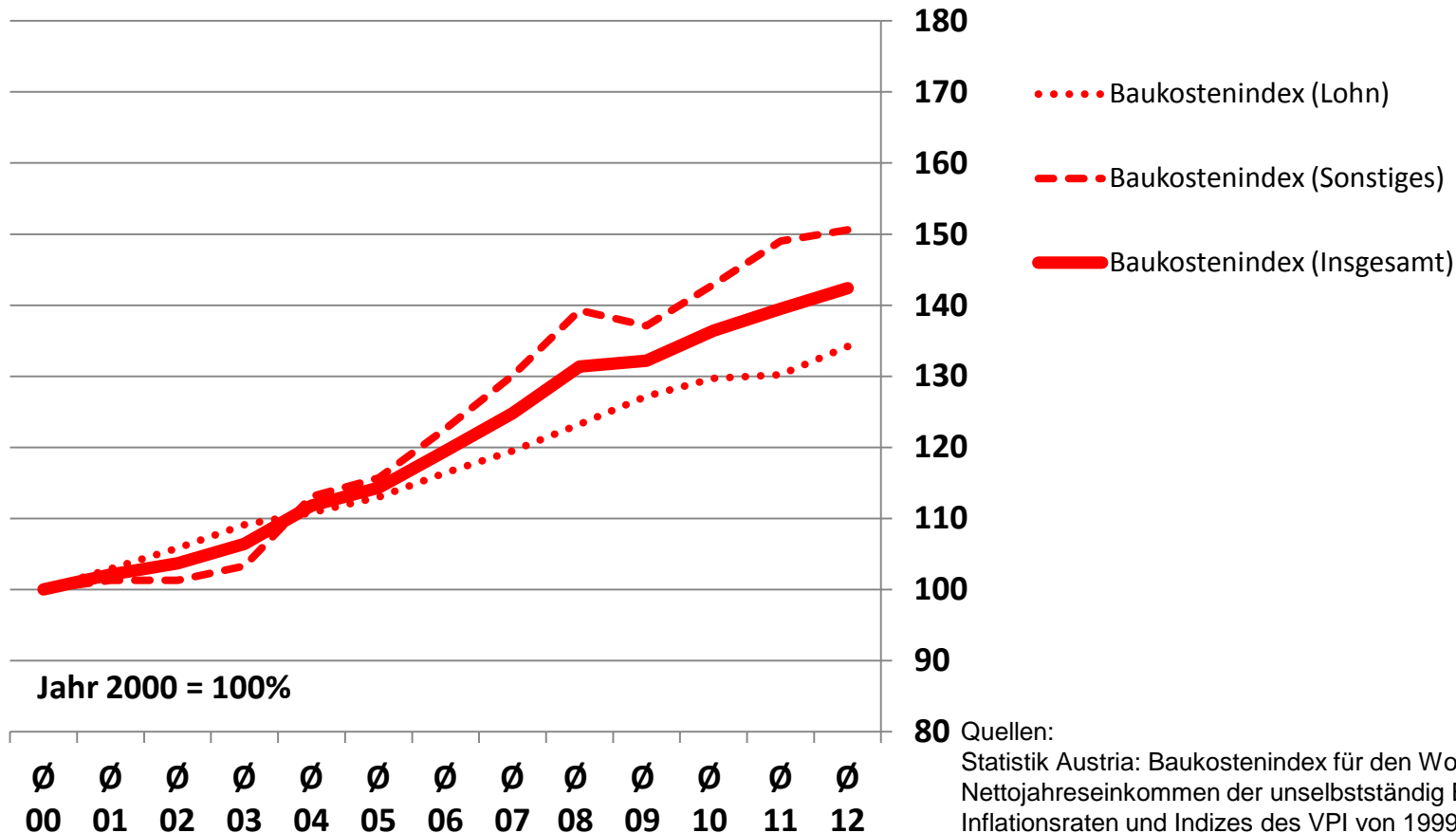
Vergleich verschiedener Preisindizes mit der Entwicklung des Nettojahreseinkommens



Quellen:
 Statistik Austria: Baukostenindex für den Wohnhaus- und Siedlungsbau,
 Nettojahreseinkommen der unselbstständig Erwerbstätigen 1997 bis 2012,
 Inflationsraten und Indizes des VPI von 1999 bis 2012
 AEA: Energiepreisindex (EPI) für private Haushalte 2000 bis 2012

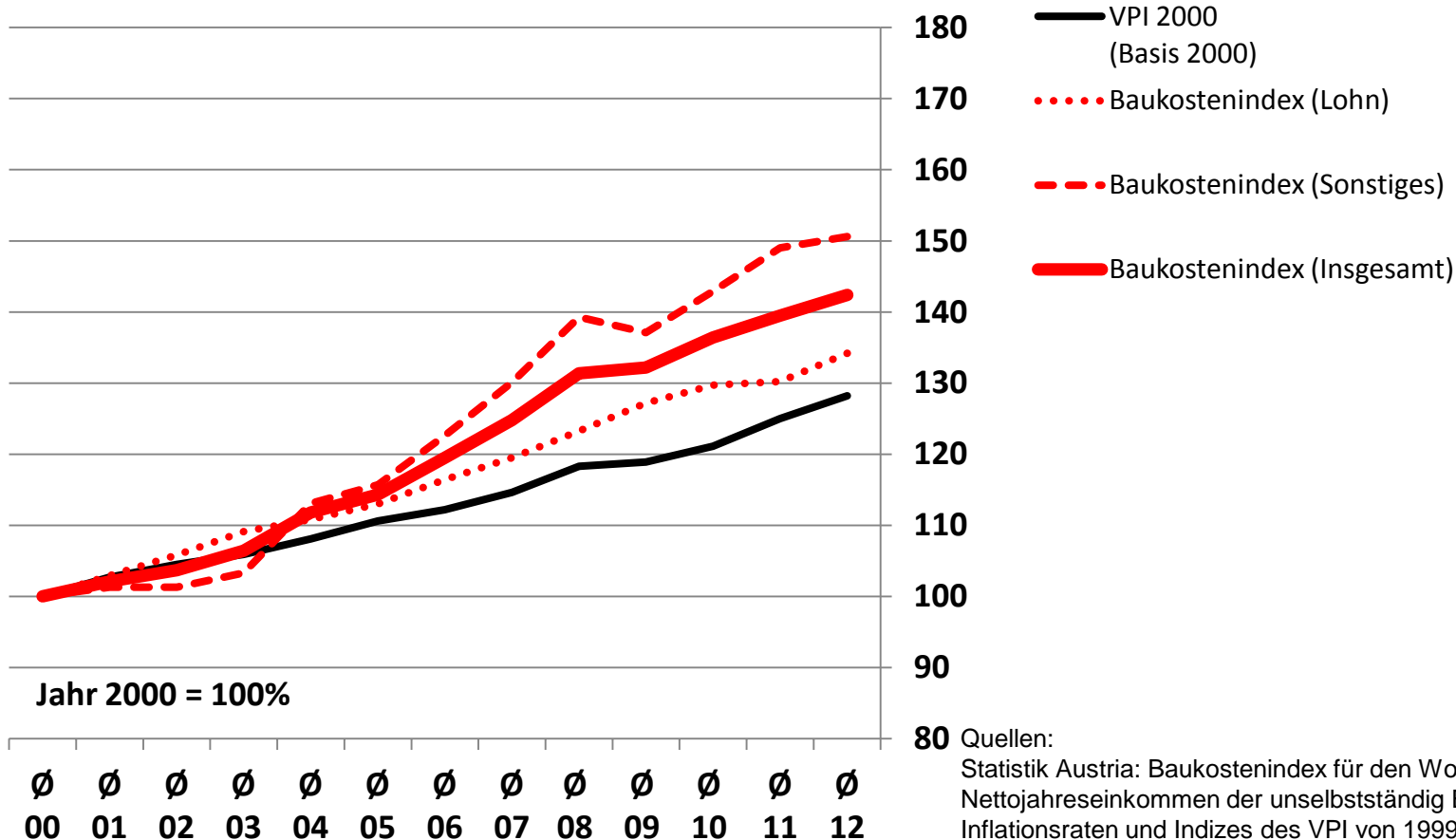
Wann ist Wohnen leistbar?

Vergleich verschiedener Preisindizes mit der Entwicklung des Nettojahreseinkommens



Wann ist Wohnen leistbar?

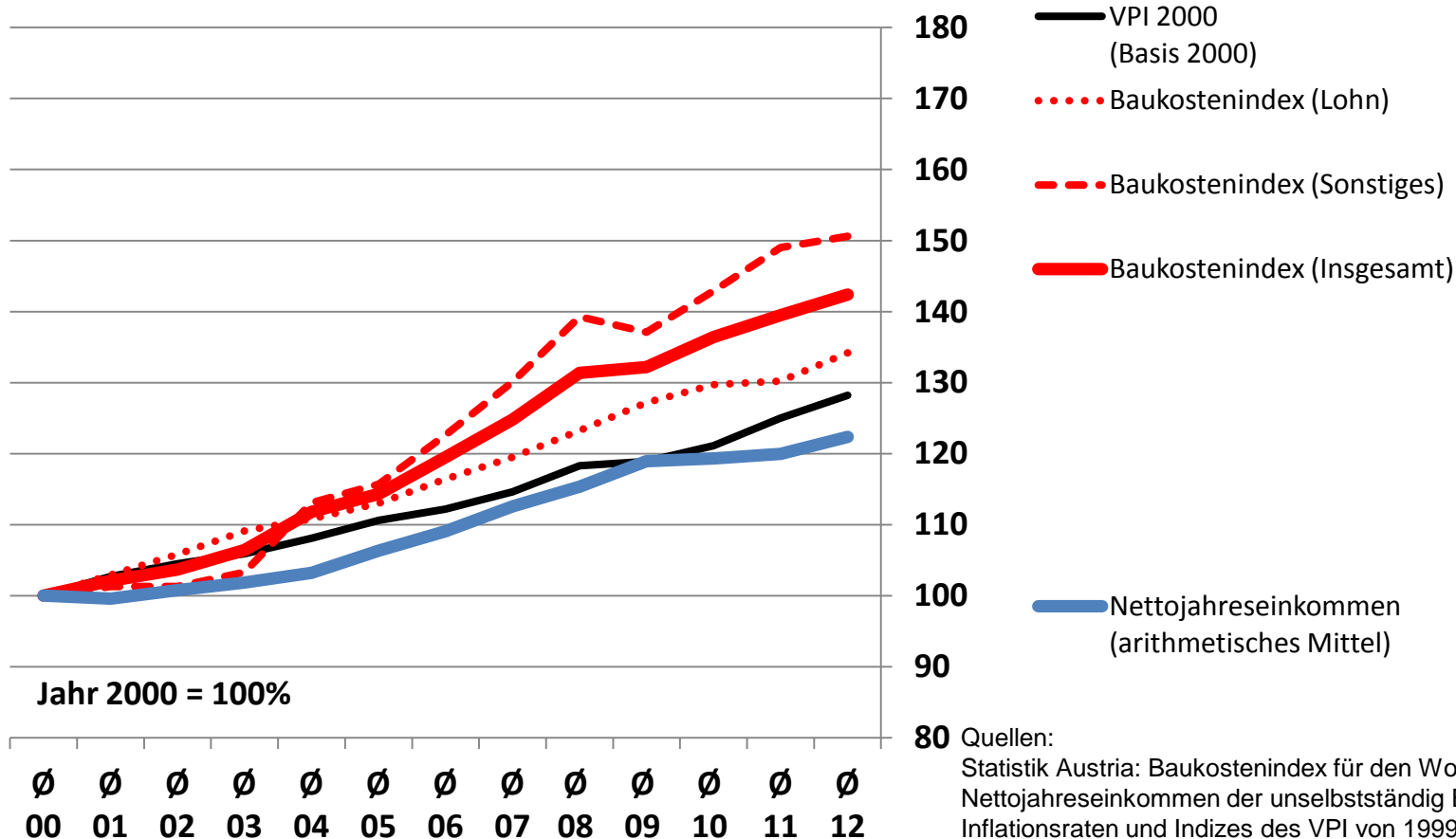
Vergleich verschiedener Preisindizes mit der Entwicklung des Nettojahreseinkommens



80 Quellen:
 Statistik Austria: Baukostenindex für den Wohnhaus- und Siedlungsbau,
 Nettojahreseinkommen der unselbstständig Erwerbstätigen 1997 bis 2012,
 Inflationsraten und Indizes des VPI von 1999 bis 2012
 AEA: Energiepreisindex (EPI) für private Haushalte 2000 bis 2012

Wann ist Wohnen leistbar?

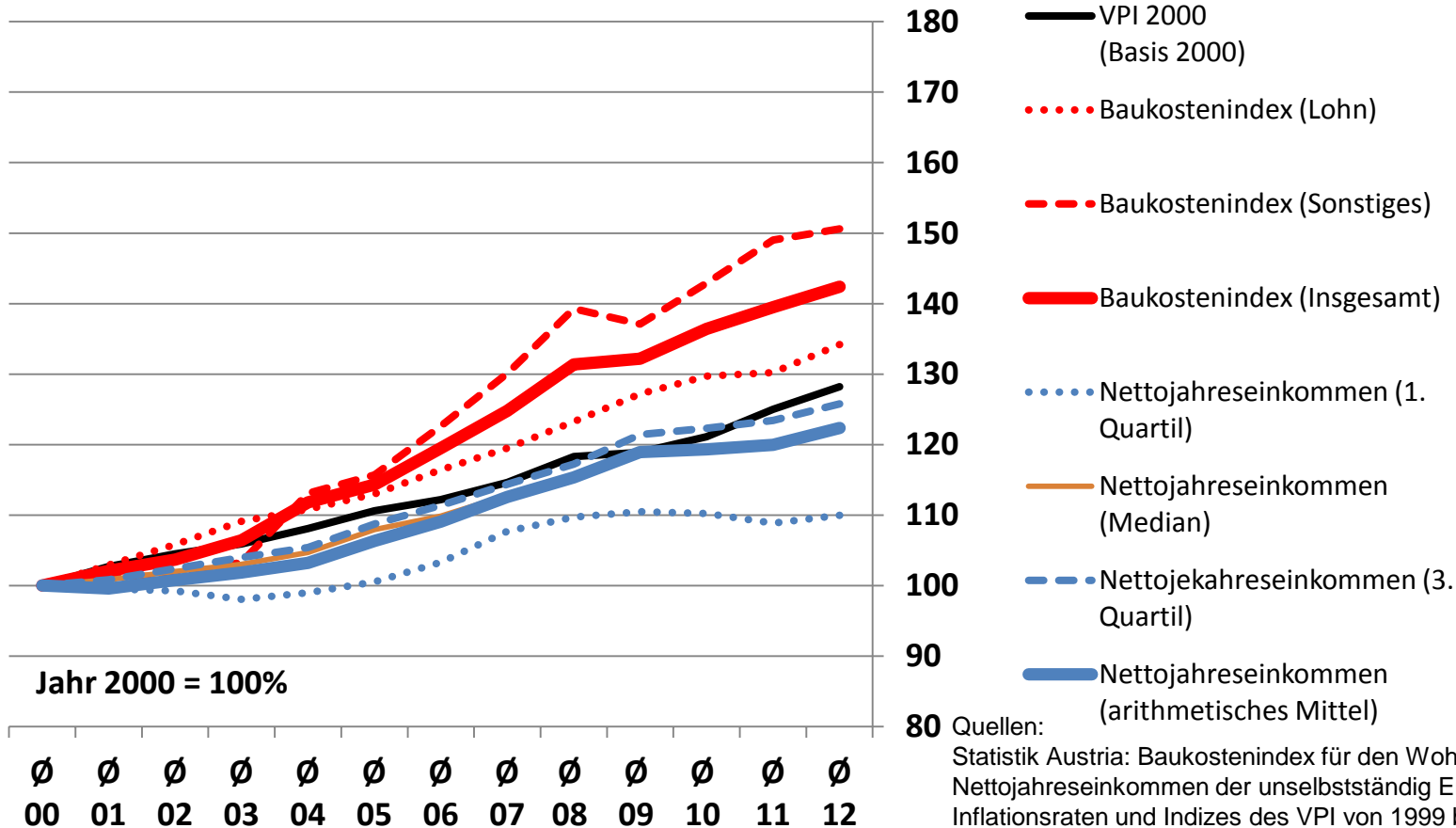
Vergleich verschiedener Preisindizes mit der Entwicklung des Nettojahreseinkommens



80 Quellen:
 Statistik Austria: Baukostenindex für den Wohnhaus- und Siedlungsbau, Nettojahreseinkommen der unselbstständig Erwerbstätigen 1997 bis 2012, Inflationsraten und Indizes des VPI von 1999 bis 2012
 AEA: Energiepreisindex (EPI) für private Haushalte 2000 bis 2012

Wann ist Wohnen leistbar?

Vergleich verschiedener Preisindizes mit der Entwicklung des Nettojahreseinkommens

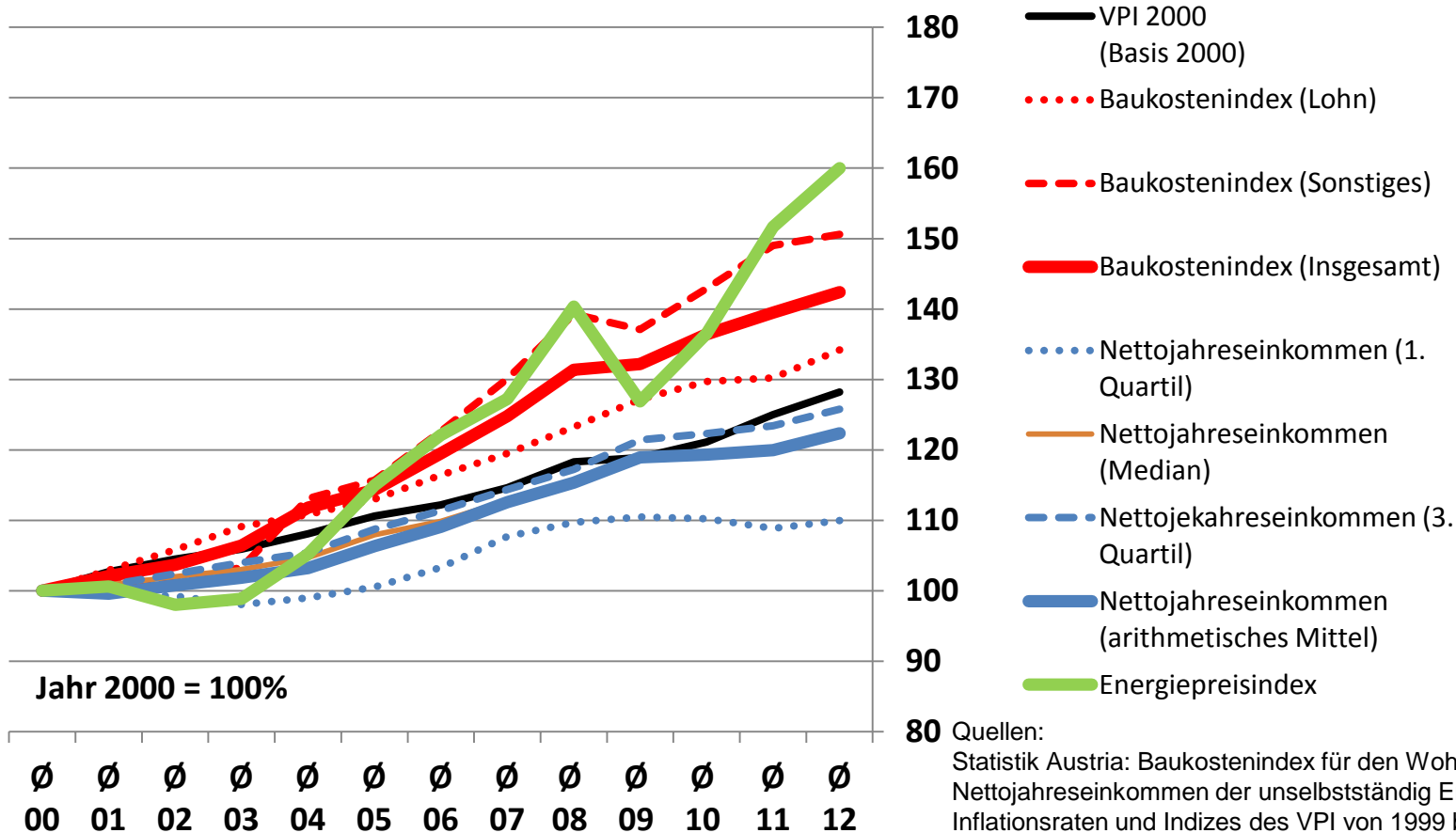


80 Quellen:

Statistik Austria: Baukostenindex für den Wohnhaus- und Siedlungsbau, Nettojahreseinkommen der unselbstständig Erwerbstätigen 1997 bis 2012, Inflationsraten und Indizes des VPI von 1999 bis 2012
 AEA: Energiepreisindex (EPI) für private Haushalte 2000 bis 2012

Wann ist Wohnen leistbar?

Vergleich verschiedener Preisindizes mit der Entwicklung des Nettojahreseinkommens



80 Quellen:
 Statistik Austria: Baukostenindex für den Wohnhaus- und Siedlungsbau, Nettojahreseinkommen der unselbstständig Erwerbstätigen 1997 bis 2012, Inflationsraten und Indizes des VPI von 1999 bis 2012
 AEA: Energiepreisindex (EPI) für private Haushalte 2000 bis 2012

Was wollen wir uns leisten?

- **Kind oder Auto?**

Ein Tiefgaragenstellplatz kosten so viel wie ein Kinderzimmer: ca. 18.000 EUR

- **Voller Durchblick**

Die Erhöhung des Fensterflächenanteils von den Mindestanforderungen der OIB RL 3 zum heute üblichen Maß kostet ca. 78 - 126 EUR/m²_{WFL}. [1]

Dies entspricht etwa 5 bis 8% der Bauwerkskosten.

Die Erhöhung des Fensterflächenanteils erhöht den Heizwärmebedarf und die Anzahl der Überhitzungsstunden.

- **Man gönnt sich ja sonst nichts...**

Die durchschnittliche pro Kopf Wohnfläche ist von 28 m² im Jahr 1991 auf 43,7m² im Jahr 2011 gestiegen [2]. Der Trend hält aufgrund der demographischen Entwicklung und der Tendenz zu 1- oder 2 Personen-Haushalten an.

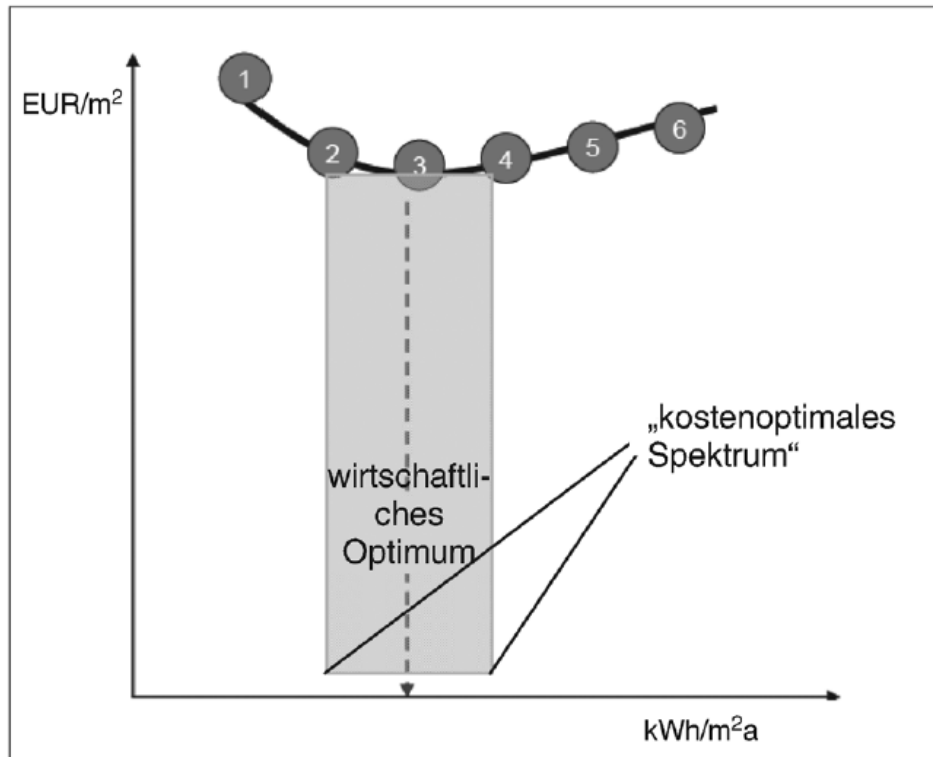
[1] Energieinstitut Vorarlberg: Ergebnisse dynamische Gebäudesimulation und Kostenschätzung für Forschungsprojekt KliNaWo

[2] Statistik Austria: Wohnen – Ergebnisse der Wohnungserhebung im Mikrozensus – Jahresdurchschnitt 2011, Wien, 2012

Was kostet Energieeffizienz

- Studie EIV mit e7 Energie Markt Analyse zum kostenoptimalen Energieniveau für den Wohnungsneubau in Vorarlberg

Rechtliche Grundlagen und Bewertungsmethode



- Sind die nationalen Mindestanforderungen an die Effizienz mehr als 15% schlechter als das berechnete Kostenoptimum, so muss der Mitgliedsstaat dies rechtfertigen und darlegen, wie die Differenz bis zur nächsten Überprüfung wesentlich verringert werden soll [1], [2], [3].

Quellen:

[1] Richtlinie 2010/31/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung)

[2] Delegierte Verordnung (EU) Nr. 244/2012 der Kommission vom 16. Januar 2012 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden durch die Schaffung eines Rahmens für eine Vergleichsmethode zur Berechnung kostenoptimaler Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und Gebäudekomponenten, ABI L 81/18.

[3] Leitlinien zur delegierten Verordnung (EU) Nr. 244/2012 (2012/C 115/01), Seite C 115/25

Vorgehensweise

1. Festlegung Annahmen und Randbedingungen für Wirtschaftlichkeitsberechnungen
2. Auswahl von drei Beispielgebäuden
3. Festlegung einer Matrix der zu untersuchenden Varianten
4. Festlegung Schichtaufbauten und U-Wert-Ensembles + techn. Daten Haustechnik
6. Energiebedarfsberechnungen OIB RL 6(2011). Justierung PH-Varianten mit PHPP
7. Kostenerhebung bei Bauträgern, Architekten und Haustechnikplanern in VlbG.
8. Wirtschaftlichkeitsberechnungen und Sensitivitätsanalysen (e7)
9. Vergleich mit den Ergebnissen ähnlicher Studien
10. Zusammenstellung der wichtigsten Erkenntnisse

Schritt 1: Annahmen und Randbedingungen II

In den Wirtschaftlichkeitsberechnungen sind nach den Vorgaben der EU die folgenden Kostenarten zu berücksichtigen [2, Anhang 4.1]

- **Anfangsinvestitionskosten**
- **Laufende Kosten (Kosten für regelmäßiges Ersetzen von Komponenten, Wartung, Instandhaltung)**
- **Energiekosten**
- **ggf. Entsorgungskosten**
- **Kosten von Treibhausgasemissionen (für makroökonomische Betrachtung)**

In der gegenständlichen Studie werden – wie in den anderen Kostenoptimalitätsstudien in Österreich die Entsorgungskosten nicht berücksichtigt, da eine derart langfristige Prognose mit großen Unsicherheiten behaftet wäre.

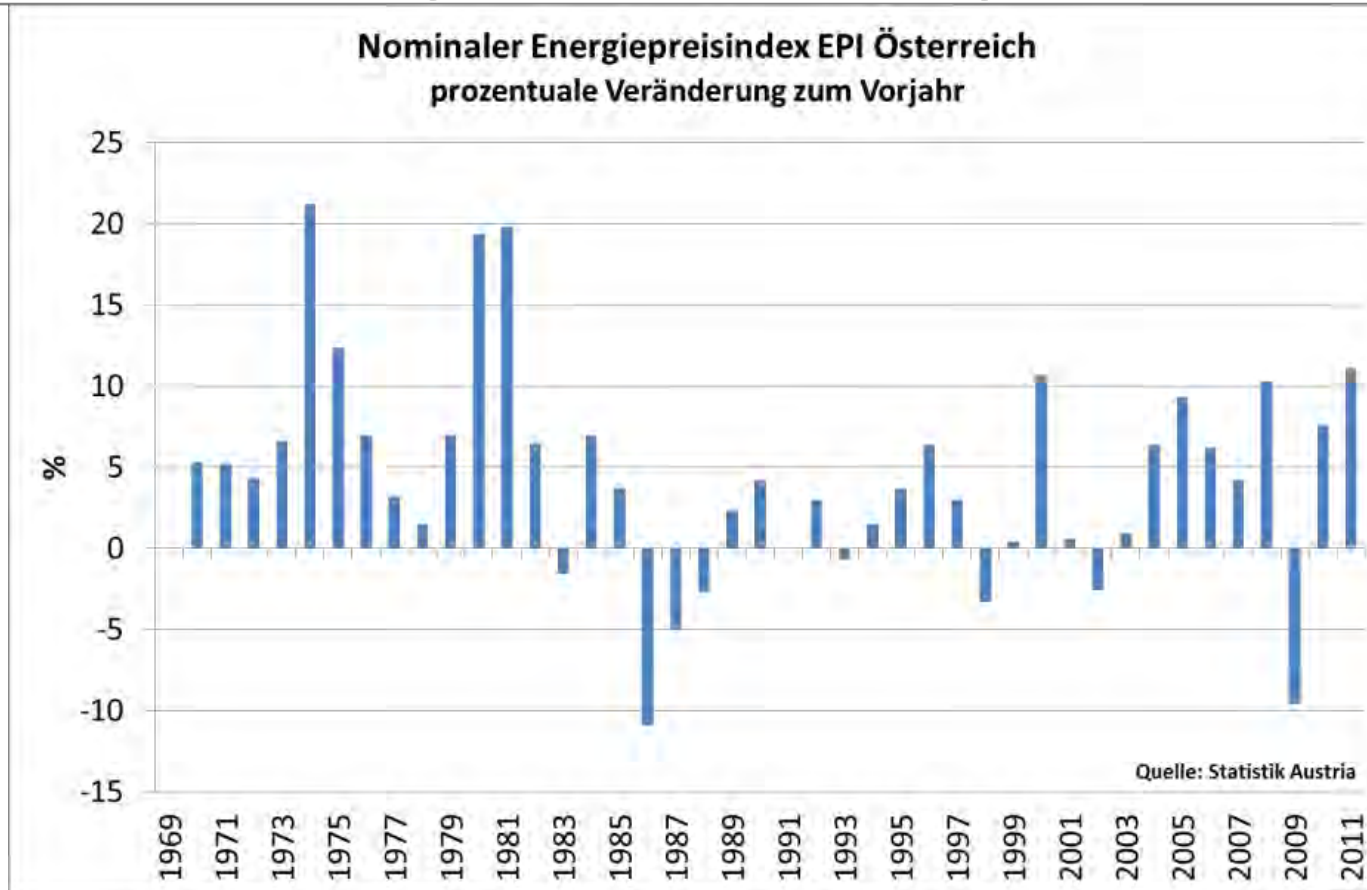
- Zur Vereinfachung der Kostenermittlung werden in Übereinstimmung mit den Regelungen der delegierten Verordnung [2], Anhang I, 4.2.4, die folgenden Kosten nicht detailliert erhoben und berücksichtigt:
 - Kosten, die für alle untersuchten Maßnahmen gleich sind
 - Kosten, die keinen Einfluss auf die Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes haben

Schritt 1: Annahmen und Randbedingungen III

Annahmen zur mittleren **Energiepreissteigerung** im Vergleich mit anderen österreichischen Studien

			OIB	e7	e7	AEA	EU	EIV/e7	EIV/e7	EIV/e7	EIV/e7	EIV/e7
			[7]	[5]	[6]	[4]		Grundvar.	Sensi- 1	Sensi 2	Sensi 3	Sensi 4
Preissteigerung Haushaltsstrom	real	%	1,5	4,0		3,0	2,8	1,5	0,5	2,5	1,5	1,5
Preissteigerung WP-Strom	real	%						3,0	2,0	4,0	3,0	3,0
Preissteigerung Gas	real	%	4,5	4,0		3,0	k.A.	3,0	2,0	4,0	3,0	3,0
Preissteigerung Pellets	real	%	3,8	4,0	2,8	3,0	k.A.	3,0	2,0	4,0	3,0	3,0
Preissteigerung Baukosten Wartung Instandhaltung	real	%		0,0	0,0		k.A.	0,5	0,0	1,0	0,5	0,5
Abzinsungssatz/ Diskontrate	real	%	2,82	2,0 (3,0)	3,0	3,0 (4,0)	k.A.	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0
Kosten CO ₂ bis 2020/2035/2050		EUR/to						0	0	0	0	20/35/50

Energiepreisentwicklung nominal



■ Mittelwert 1970 bis 2011: 4,2% nom.

■ Mittelwert 2001 bis 2011: 4,1% nom.

Energiepreisentwicklung nominal

	Öl	Gas	Strom	Fernwärme	Pellet	Brennholz
2006	12,5	6,1	3,5	5,8		6,8
2007	-1,2	8,3	9,2	3,0		6,4
2008	26,1	2,9	1,7	2,6		-1,1
2009	-28,8	6,7	4,1	2,0		3,2
2010	22,5	-4,5	1,0	1,0		0,4
2011	21,4	8,7	0,1	4,3	0,8	2,8
2012	8,4	5,0	0,9	8,3	1,0	1,5
Mittel	8,7	4,7	2,9	3,9		2,9

Quelle: Österreichische Energieagentur; Energiepreise für private Haushalte - Jahresrückblicke 2006 bis 2012
http://www.energyagency.at/fileadmin/dam/pdf/energie_in_zahlen/

Schritt 2: Auswahl der Beispielgebäude

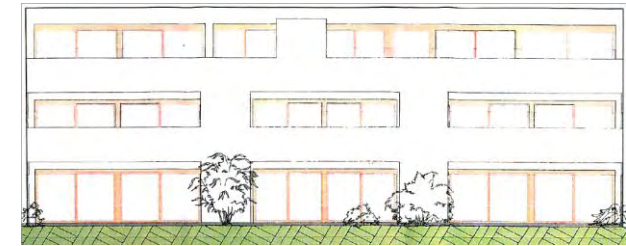
Einfamilienhaus	(EBF 155 m ²)
Mehrfamilienhaus	(EBF 706 m ²)
Mehrfamilienhaus groß	(EBF 1.534 m ²)

Bauweisen

Massivbauweise (alle drei Gebäude)

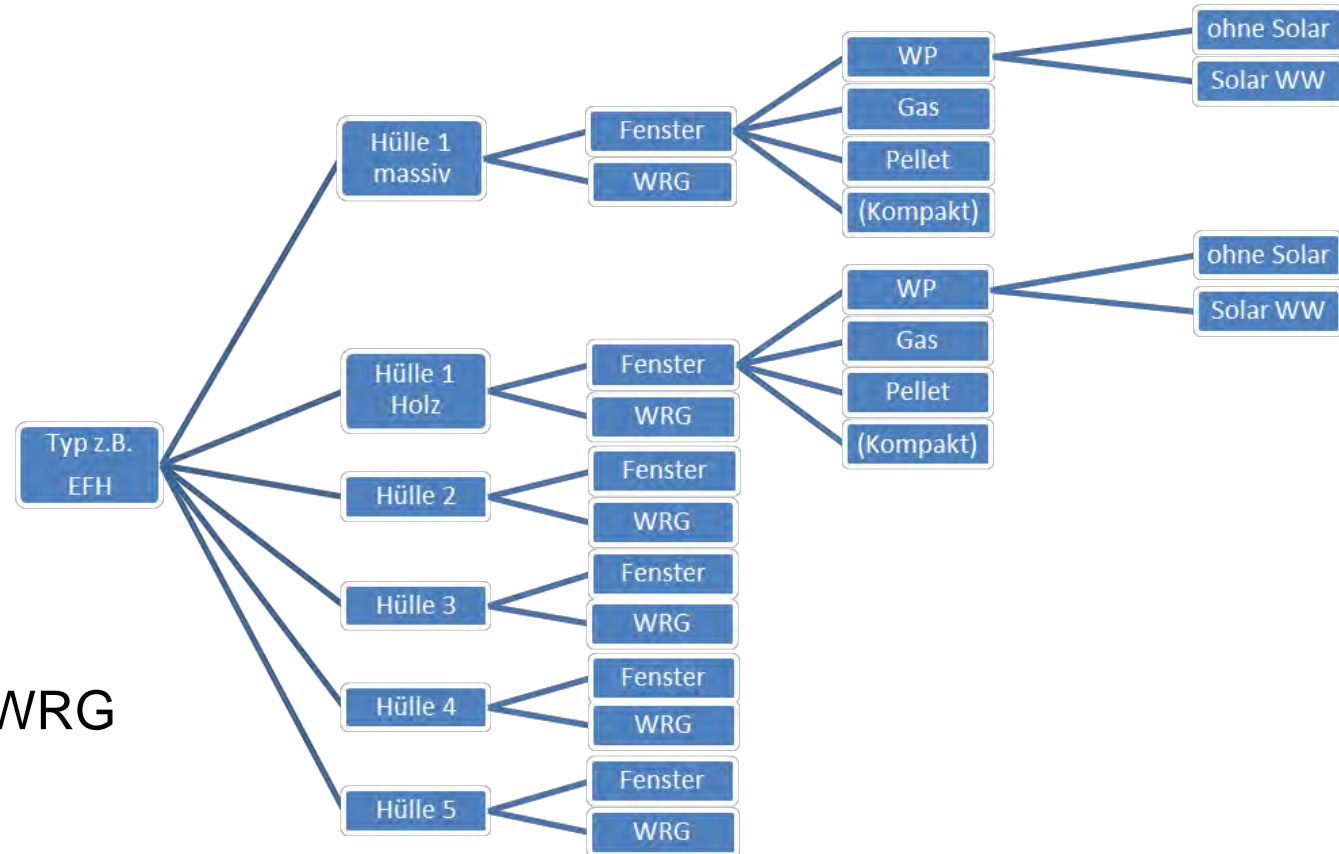
Holzständerbauweise (EFH, MFH)

→ Jeweils in 5 verschiedenen
Hüllqualitäten



Schritt 3: zu untersuchende Varianten

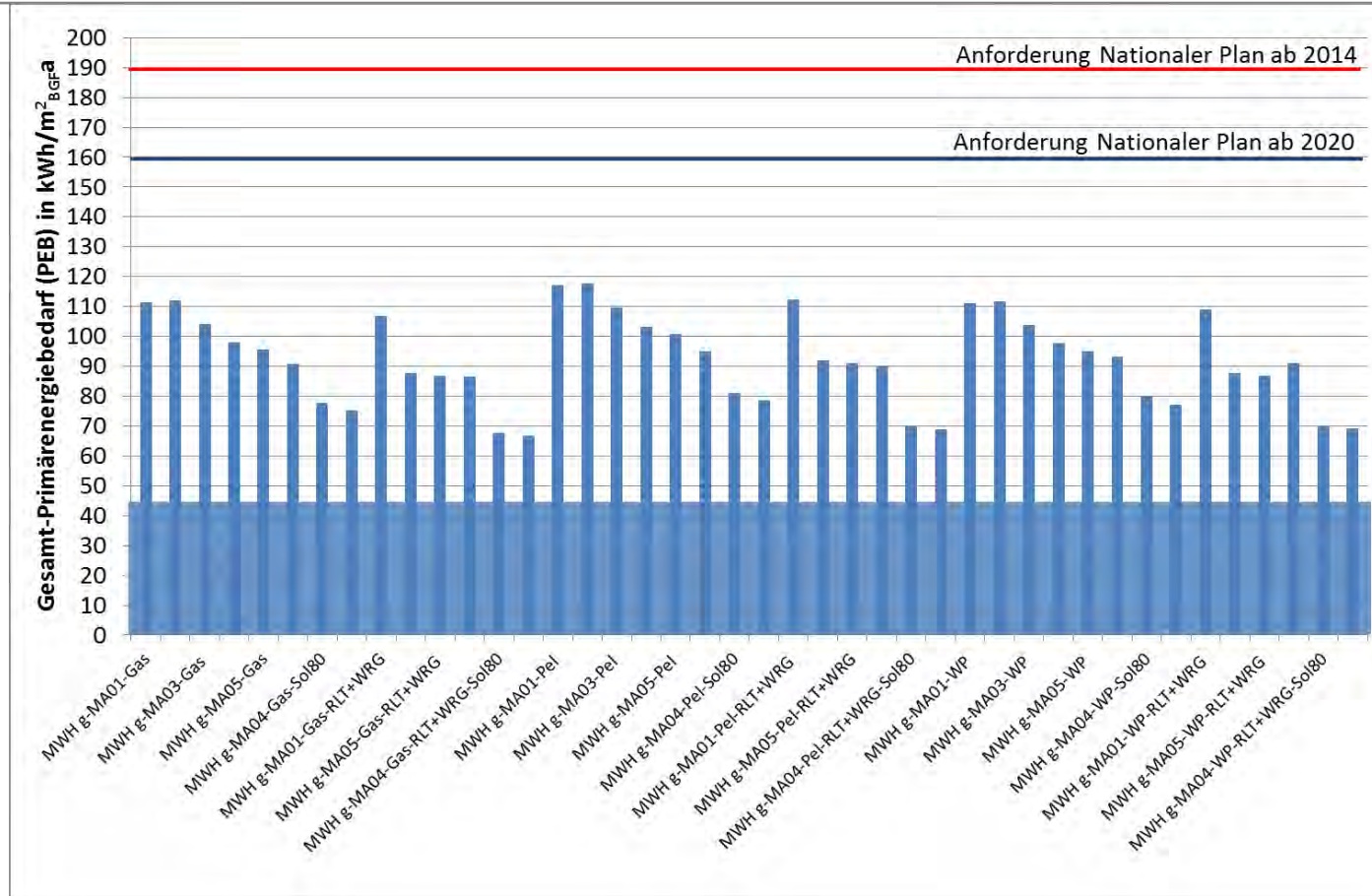
- 3 Gebäudetypen
- 2 Bauweisen
- 5 Hüllqualitäten
- 3 Energieträger
- Solaranlage WW
- Komfortlüftung mit WRG



Schritt 4: Festlegung der Hüllqualitäten

- ☞ nach OIB-RL6 (2011)⁵ für Wohnungsneubauten
 - nach BTV 2012⁶ für Wohnungsneubauten
 - nach 13er Linie: $\text{HWB}_{\text{max}} = 13 * (1 + 2,5 * A/V)$ ($\text{HWB}_{\text{max}} = 39 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$)
 - nach 10er Linie: $\text{HWB}_{\text{max}} = 10 * (1 + 2,5 * A/V)$ ($\text{HWB}_{\text{max}} = 30 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$)
 - U-Werte mit welchen das Gebäude ein Passivhaus nach PHPP⁷ ist
- Festlegung der U-Wert-Ensembles für OIB bis 10er Linie durch Berechnungen nach OIB RL 6 (2011)
- Festlegung des U-Wert-Ensembles für PH mit PHPP, so dass Energiekennwert Heizwärme_{PHPP} = $15 \text{ kWh}/\text{m}^2_{\text{EBF}}\text{a}$, danach Berechnung mit OIB mit identischen Eingaben
- Verschattung einheitlich mit Verschattungswinkel von 20° für EFH, 25° für MFH (deutlich strenger als OIB-Default-Wert)

Schritt 6: Primärenergiebedarf großes MFH



blau hinterlegter Bereich:
Anteil des Haushaltsstroms
(Default-Wert OIB RL 6)

PEB im großen MFH zwischen 66,7 und 117,7 kWh/m²_{BGFa}

Energiebedarfsberechnungen: M. Brunn, Energieinstitut Vorarlberg

Schritt 7: Kostenerhebung

Die Kosten der Bauteile und Haustechnikkomponenten in verschiedenen Ausführungsqualitäten wurden im **Mai 2013** bei regionalen Bauträgern, Architekten, Haustechnikplanern und Fensterbauern erhoben. Für die Hülle wurden die Kosten in den 5 energetisch unterschiedlichen Niveaus erhoben.

MFHgroß Massiv

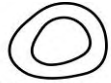
1a) Außenwand Stahlbeton – Passivhausstandard

Schicht	Beschreibung Material	Lambda [W/mK]	Dicke [m]	Kosten [€/m ²]
Schicht 1	Kalkzementputz	1,000	0,015	19,-
Schicht 2	Stahlbeton	2,500	0,180	80,-
Schicht 3	Knauf Fassadendämmplatte Mineralfaserplatte	0,035	0,240	79,-
Schicht 4	Silikatputz armiert (z.B. Röfix Silikatputz)	0,700	0,010	16,-
	U-Wert [W/m²K]	0,140	0,445	194,-

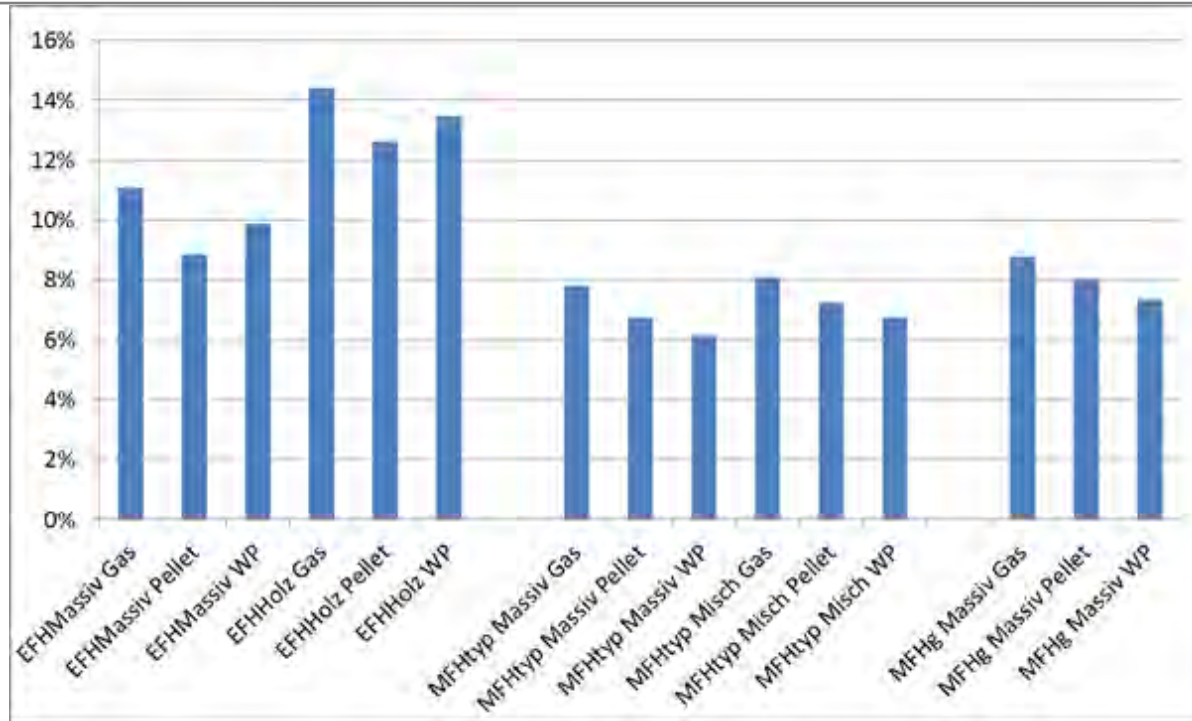
1b) Außenwand Stahlbeton – 10er Linie

Aufbau wie 1a aber

Schicht 3	Knauf Fassadendämmplatte Mineralfaserplatte	0,035	0,200	71,-
	U-Wert [W/m²K]	0,167	0,405	



Schritt 7: prozentuelle Bauwerks-Mehrkosten



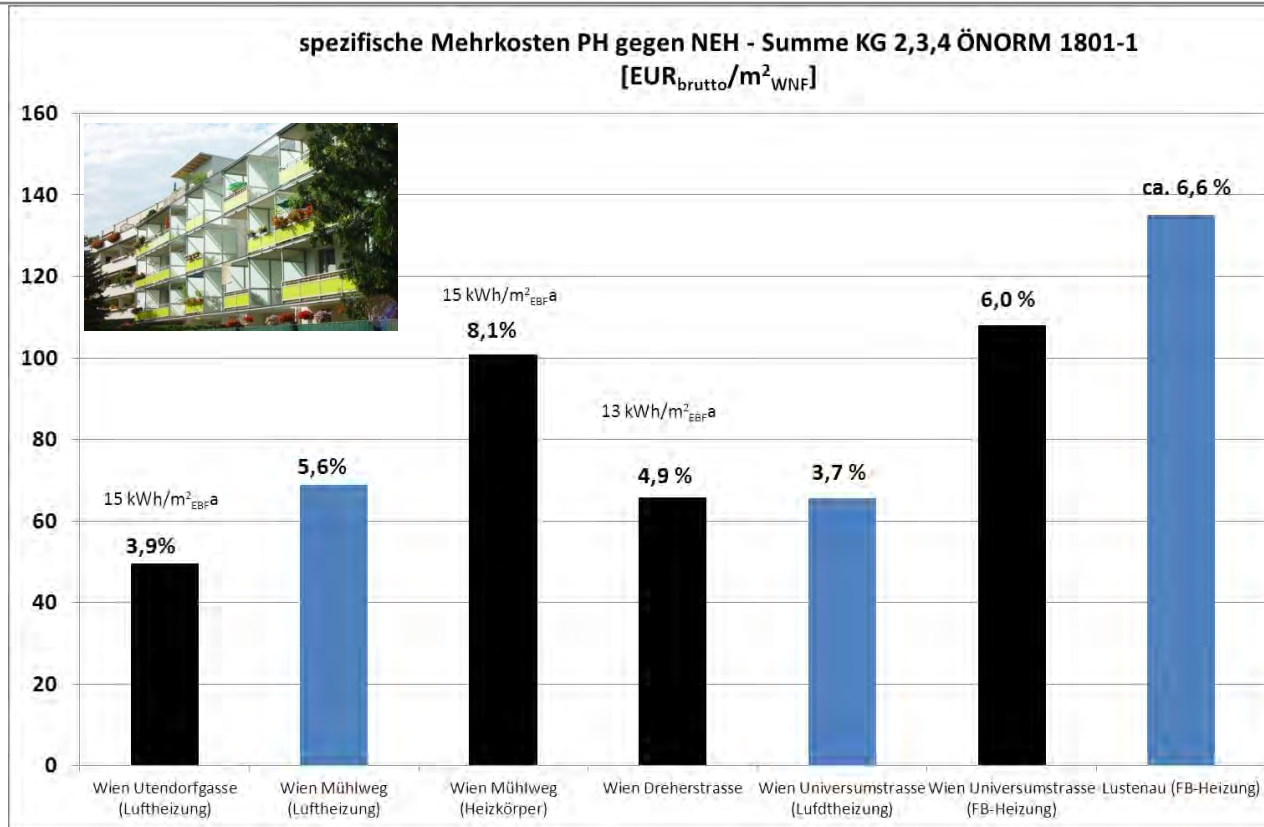
Prozentuale Brutto-Mehrkosten KG 2, 3 und 4 (ÖNORM 1801-1)

Im EFH zwischen 8,8 und 14,4%

Im MFH zwischen 6,2 und 8,8%

Vergleichswert Studie gbv: 6,73% Mehrkosten für MFH mit $HWB < 12 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$ gegenüber MFH mit $HWB 31- 40 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$

Vergleich mit abgerechneten Mehrkosten von MFH im PH-Niveau



Mehrkosten PH gegen NEH gemäß Studien zu österr. Modellprojekten (KG 2, 3 und 4, d.h. ohne Planungsmehrkosten)

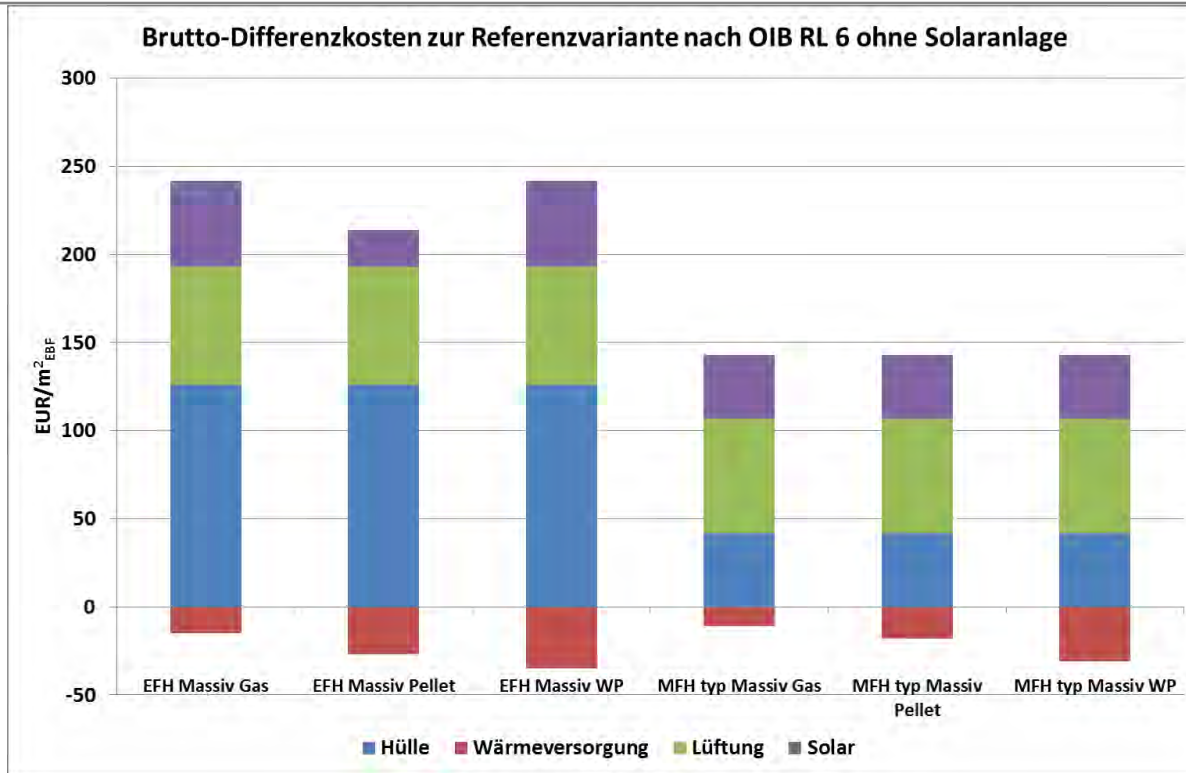
Unterschiedliche Regionen, unterschiedliche Preisstände (2006 bis 2010), daher Angabe der prozentualen Mehrkosten (3,7 bis 8,1%) aussagekräftiger

Gemessener Heizwärmeverbrauch von 3 Anlagen:
13 bis 15 kWh/m²_{EBF a}

Quelle 1:
Ermittlung und Evaluierung der baulichen Mehrkosten von Passivhausprojekten
H. Schöberl, C. Lang, S. Handler
BMVIT (Herausgeber), Wien, 2011

Quelle 2:
Die Metamorphose vom Niedrigenergie- zum Passivhaus
Ökonomischer Vergleich als Entscheidungshilfe für Bauträger
R. Warger, Masterthese Donau Uni Krems, 2009

Schritt 7: Brutto-Differenzkosten nach Grobelementen



Im EFH sind die Mehrkosten der Hülle dominant

Im MFH: WRG größte Einzelposition, Mehrkosten ca. 65 EUR/m²_{EBF} gegen Abluft

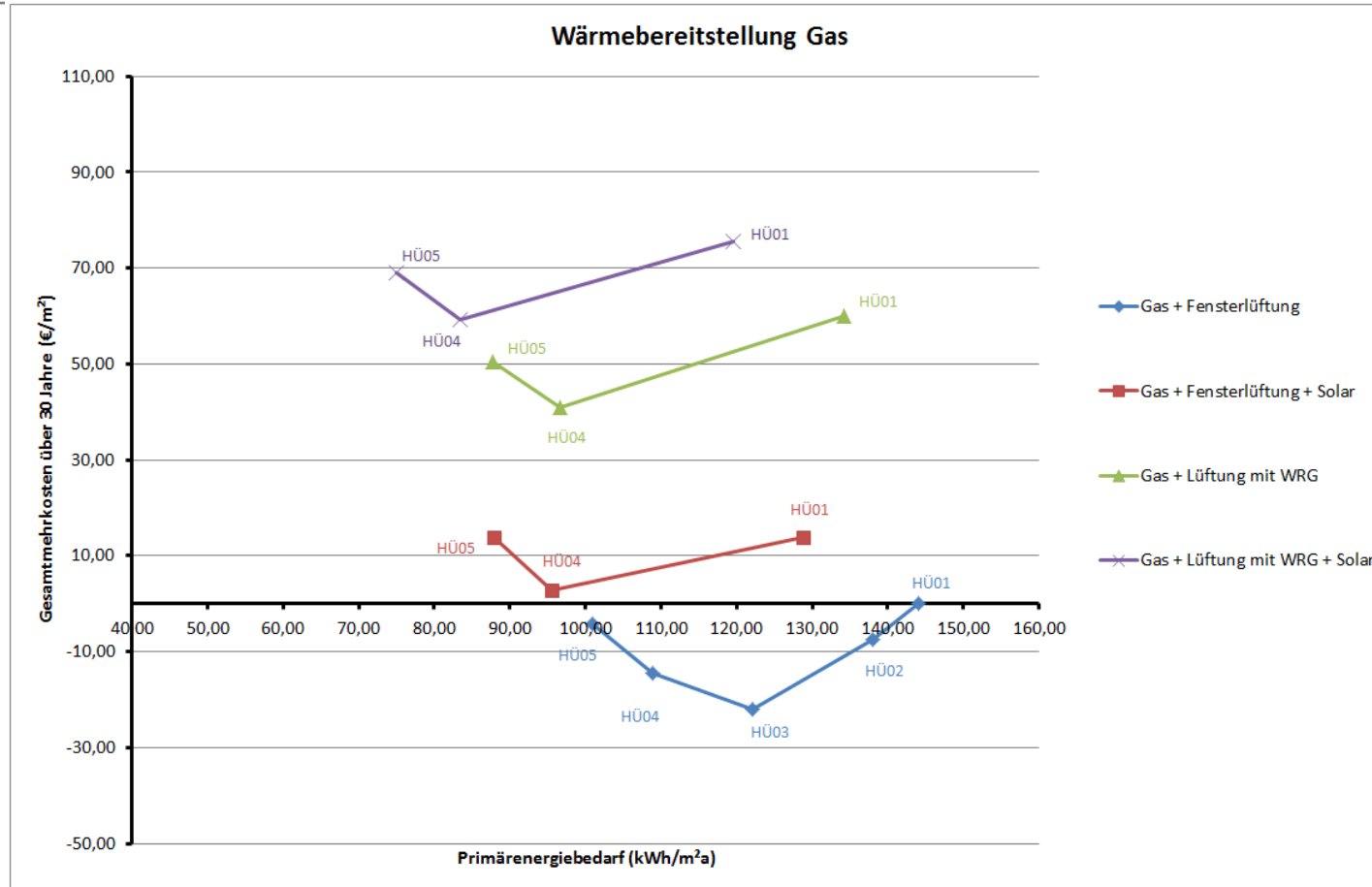
Minderkosten Wärmeversorgung bis 35 EUR/m²_{EBF}

Mehrkosten Solarthermie zwischen 21 und 49 EUR/m²_{EBF}

Schritt 7: Kosten Instandhaltung und Wartung

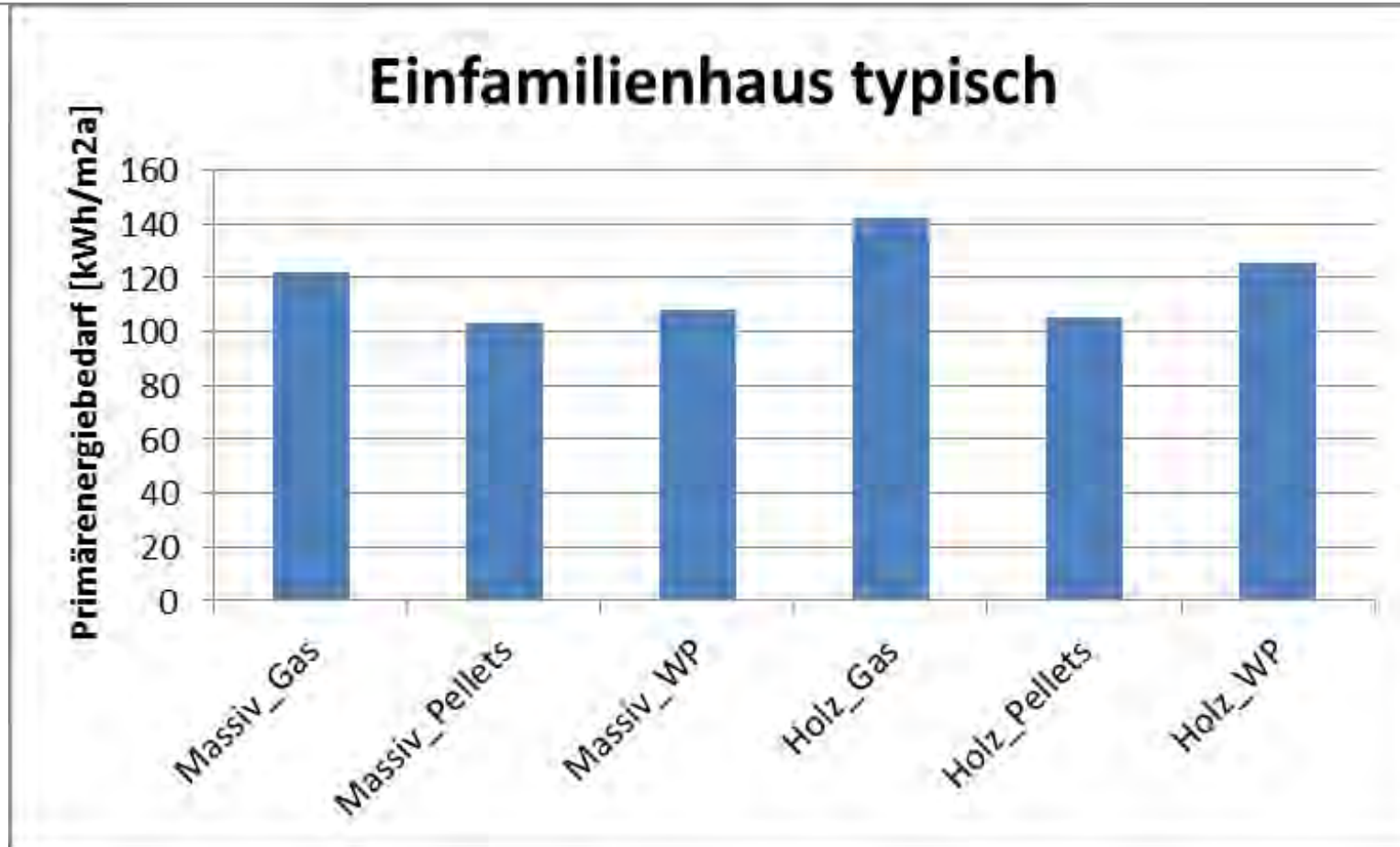
		VDI 2067 [15]	Bericht e7 [5] (inkl. USt)	Studien Schöberl [13,14] (exkl. USt)	Studie Warger [10] (MFH, inkl. USt)
Lüftungszentrale	Wartung	k. A.	MFH gr: 0,5 €/m ² _{BGFa} EFH: 96 €/a	MFH: 0,42-0,50 €/m²_{WNF a} EFH: 0,80 €/m²_{WNF a}	270 €/a
	Instandhaltung	k. A.	MFH gr: 0,2 €/m ² _{BGF} EFH: 60 bzw. 134,4€/a (Kompaktgerät)		k. A.
Lüftungskanäle	Wartung	2%	k. A.	k. A.	k. A.
	Instandhaltung	0%	k. A.	k. A.	k. A.
	Reinigung	k. A.	k. A.	k. A.	261,25 €/a
Filterwechsel		k. A.	k. A.	MFH: 0,34 €/m²_{WNF a} EFH: ca. 80 €/a	729 €/a
Abluftanlage	Wartung	k.A.	k.A.	0,30 €/m²_{WNF a}	283 €/a

Ergebnisse EFH typisch – Massivbauweise, Gas



Basisvariante EFH
 Gas-Brennwertkessel
 Massivbauweise
 EBF 155 m²

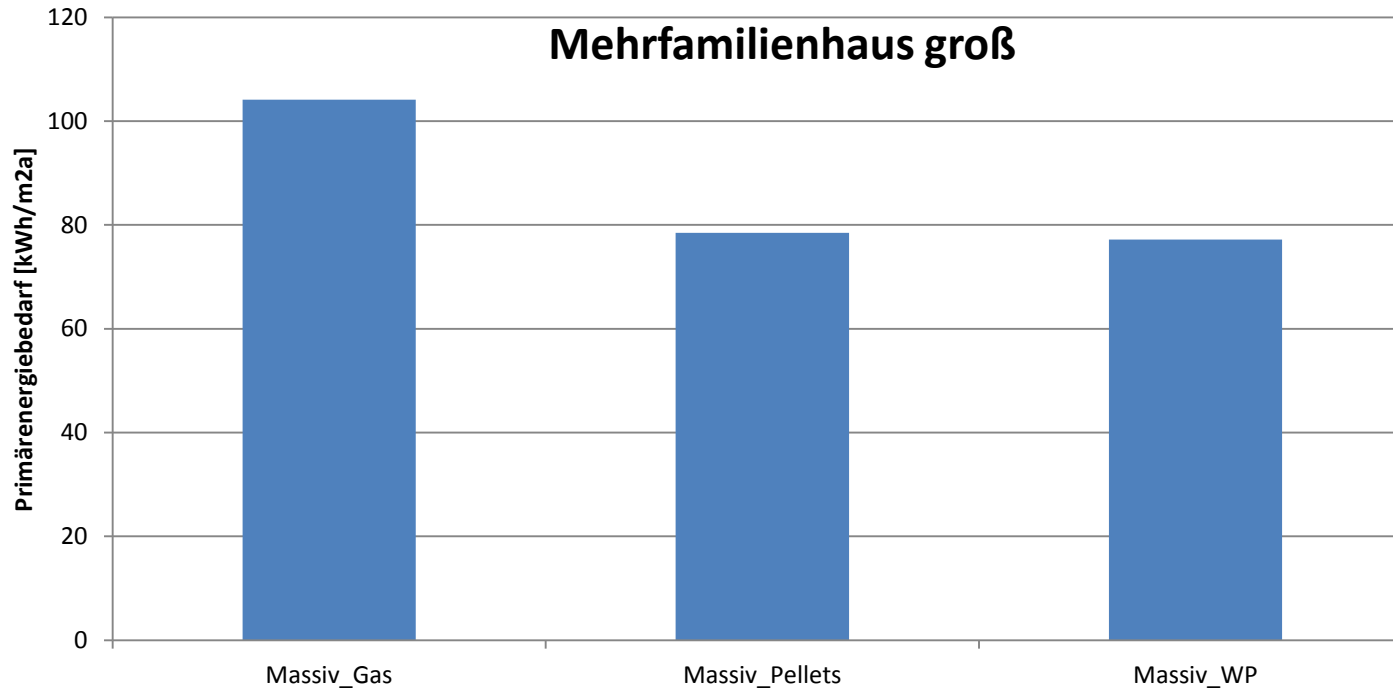
Vergleich des Kostenoptimums – EFH typisch



EFH
EBF 155 m²

Berechnung: e7 Energie Markt Analyse GmbH, Grafik: Energieinstitut Vorarlberg

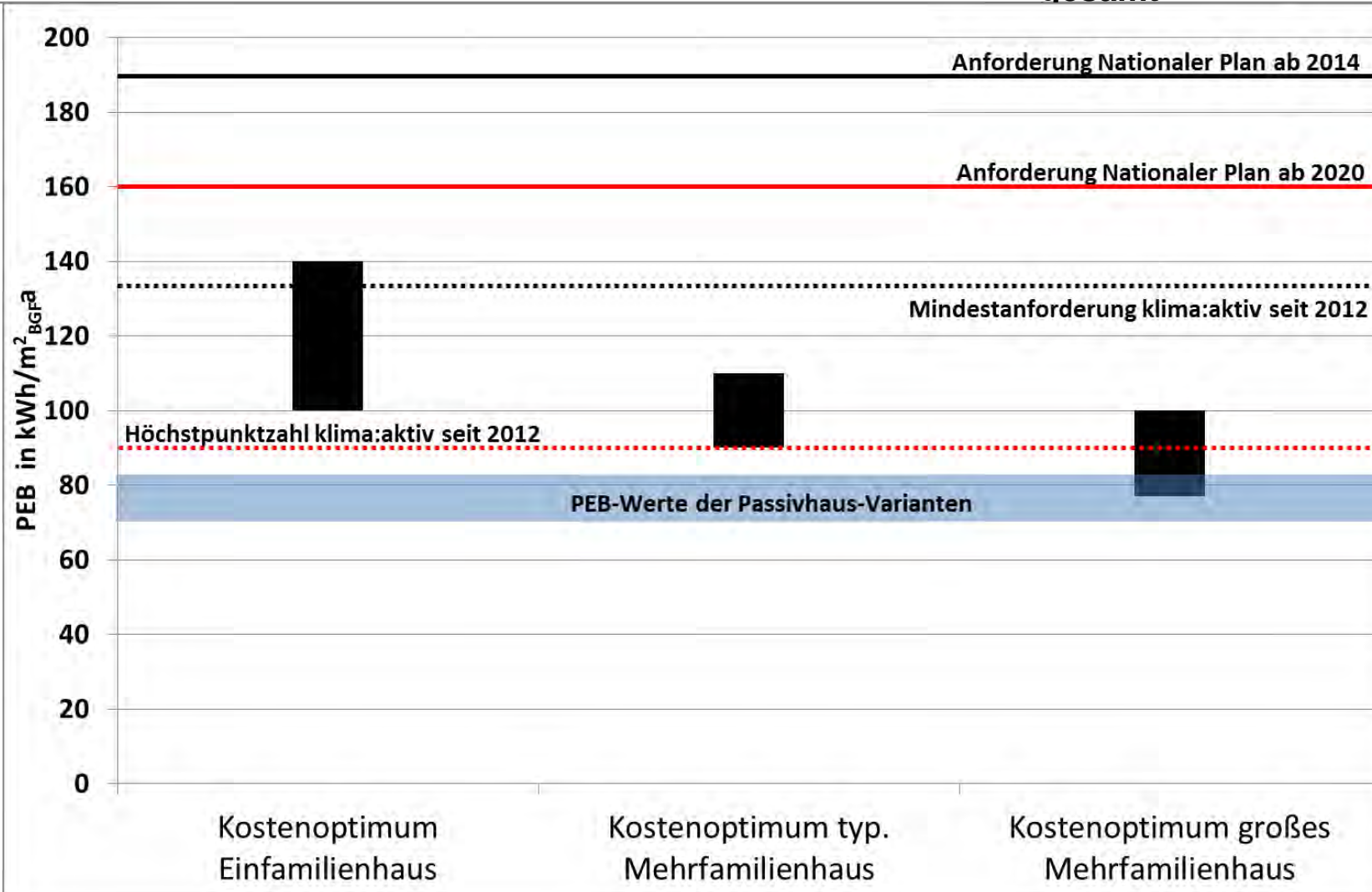
Vergleich des Kostenoptimums – MFH groß



MFH groß
EBF 1.534 m²

Berechnung: e7 Energie Markt Analyse GmbH, Grafik: Energieinstitut Vorarlberg

Kostenoptima bezüglich des PEB_{gesamt}





Zusammenfassung Studie EIV/e7

- Der Primärenergiebedarf_{gesamt} der untersuchten Varianten liegt weit niedriger, als der Grenzwert des Nationalen Plans für 2021 von 160 kWh/m²_{BGF}a. Nur eine Variante des EFH (HWB = 54 kWh/m²_{BGF}a, Pellets, Fensterlüftung, ohne Solaranlage) verfehlt den Grenzwert mit 162 kWh/m²_{BGF}a knapp.
- Die energetisch besten Varianten haben überschaubare Investitions-Mehrkosten. Für Mehrfamilienhäuser liegen sie bei 6,2 bis 8,8% der Bauwerkskosten.
- Das kostenoptimale Energieniveau für Mehrfamilienhäuser liegt auch ohne Förderung nahe am Passivhausniveau.
- Weitere Verbesserungen gegenüber dem Kostenoptimum sind zu geringen Mehrkosten möglich – die Kostenoptima verlaufen sehr flach
- Veränderte Annahmen haben einen geringen Einfluss auf die Ergebnisse.
- Die Studie zeigt gute Übereinstimmung mit ähnlichen Studien für Gesamt-Österreich.
- Voraussetzung für valide Wirtschaftlichkeitsberechnungen sind Energiebedarfsberechnungen mit validierten Programmen und realistischen Randbedingungen. Derartige Programme sind seit Jahren verfügbar.

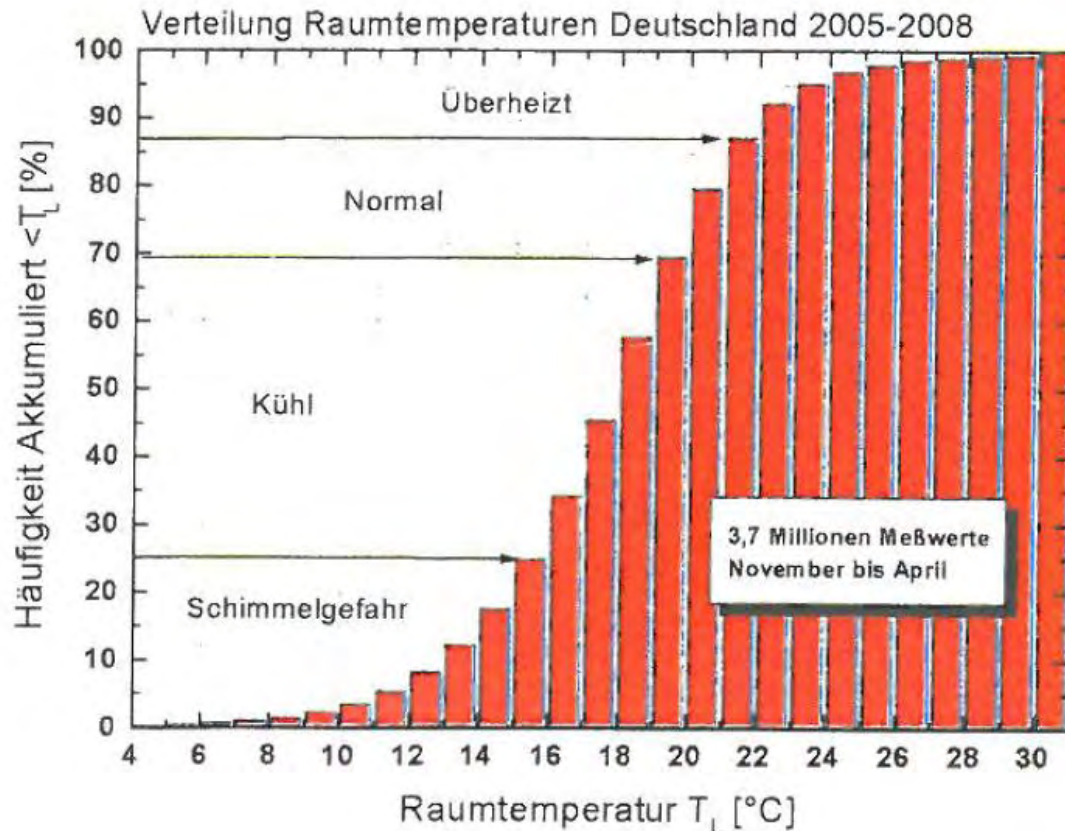
Ist Energieeffizienz planbar?

Kernaussagen der Studie des gbv

- 1. Die Mehrkosten von Gebäuden mit $\text{HWB} < 12 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF}}\text{a}$ gegen Gebäude mit $\text{HWB} 30 - 40 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF}}\text{a}$ betragen im Mittel 6,73%**
2. Während die berechneten Heizwärmebedarfe sich um den Faktor 10 unterscheiden (15 zu $150 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF}}\text{a}$) unterscheiden, liegt der Unterschied der gemessenen Verbräuche bei $1:3,3$ (30 zu $100 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF}}\text{a}$).
- 3. Hauptgrund ist die Unterschreitung der Berechnungsergebnisse bei den alten, ineffizienteren Gebäuden**
- 4. Grund 2 ist die Überschreitung der berechneten Werte bei den effizienten Gebäuden**

Warum ist der Verbrauch in Altbauten oft niedriger als der Bedarf?

Messwerte Raumtemperaturen in Mietwohnungen in Deutschland



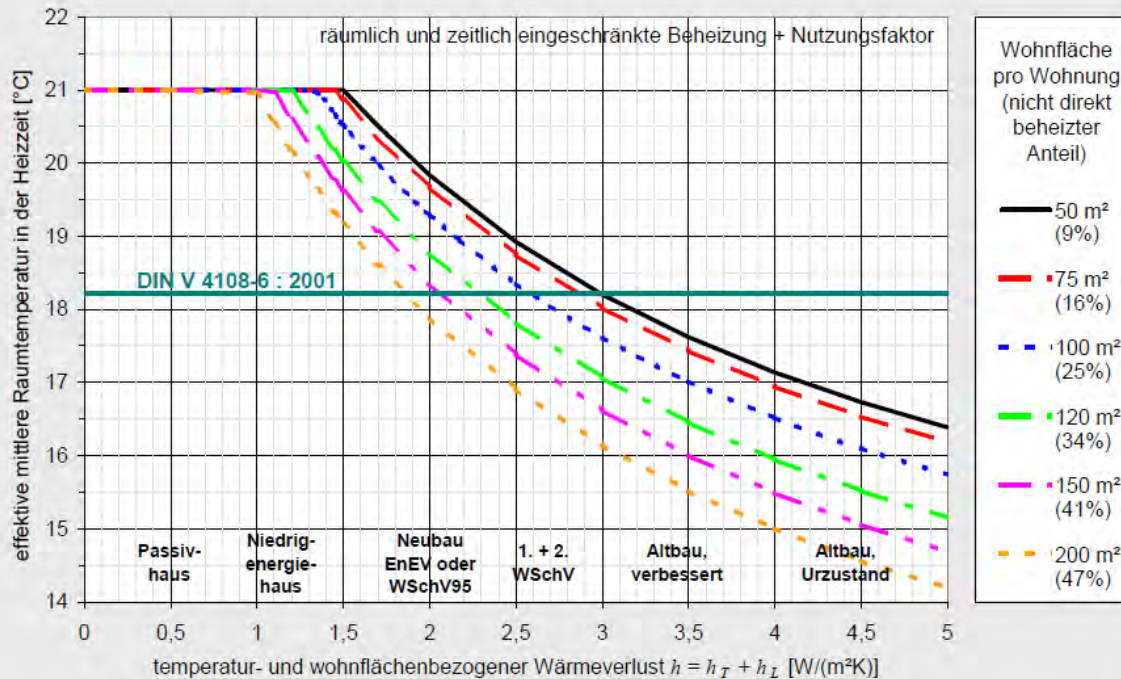
- Messungen November bis April
- alle Messungen tagsüber
- 3,7 Mio Meßwerte
- 1,3 Mio Meßstellen

- 70% aller Wohnräume auf unter 20°C
- ca. ¼ aller Wohnräume auf unter 16°C temperiert
- 8% unter 12,6°C temperiert

F. Schröder et al: Reale Raumtemperaturen in Mehrfamilienhäusern und Implikationen für die Einschätzung des Heizwärmebedarfs, in: EnEV aktuell, Nr. 1/2010

Wie kann man den Verbrauch von Altbauten rechnerisch vorhersagen?

Bild 4: Effektive mittlere Raumtemperatur – Auswirkung der Nachtabsenkung, der räumlichen Teilbeheizung und des Nutzungsfaktors



Mittlere Innentemperatur abhängig von folgenden Größen [5]:

- Raumsolltemperatur
- Reduktionsfaktor zeitlich eingeschränkte Beheizung
- Reduktionsfaktor räumlich eingeschränkte Beheizung
- „Nutzungsfaktor“

Weitere Einflussgröße:
Luftwechselrate – geringerer winterlicher Luftwechsel in Gebäuden ohne Komfortlüftung, z.B. 0,19 LW/h in Sanierungsprojekt Ludwigshafen [6] ohne WRG, 0,35 - 0,47 LW/h mit WRG

[5] Tobias Loga et al.: Der Einfluss des Gebäudestandards und des Nutzereinflusses auf die Heizkosten – Konsequenzen für die verbrauchsabhängige Abrechnung; Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, 2003

[6] Sören Peper et al.: Gebäudesanierung „Passivhaus im Bestand“ in Ludwigshafen/Mundenheim – Messung und Beurteilung der energetischen Sanierungserfolge; PHI, Darmstadt, 2008

Folgen zu niedriger Raumlufttemperaturen und geringen Luftwechsels

- Deutsche Studie mit 5.530 Wohnungen: 21,9% mit Feuchteschäden, davon 9,3% mit Schimmelschaden [1]
- „Von Feuchtigkeitsproblemen betroffen sind nicht nur wenige, sondern in der Schweiz und in anderen europäischen Ländern jede vierte bis fünfte Wohnung“ [2]



Foto: Belfor (Suisse) AG

[1] Brasche S, Heinz E, Hartmann T. et al.

Vorkommen, Ursachen und gesundheitliche Aspekte von Feuchteschäden in Wohnungen

Ergebnisse einer repräsentativen Wohnungsstudie in Deutschland Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 2003; 46 (8) 683-693

[2] Vorsicht Schimmel

Eine Wegleitung zu Feuchtigkeitsproblemen und Schimmel in Wohnräumen

Eidgenössisches Departement des Inneren
Bundesamt für Gesundheit BAG

Schimmel in Wohnungen – ein Randthema?

Anteil der Personen mit wohnungsbezogenen Gesundheitsbelastungen (Feuchtigkeit und Schimmel) [2]

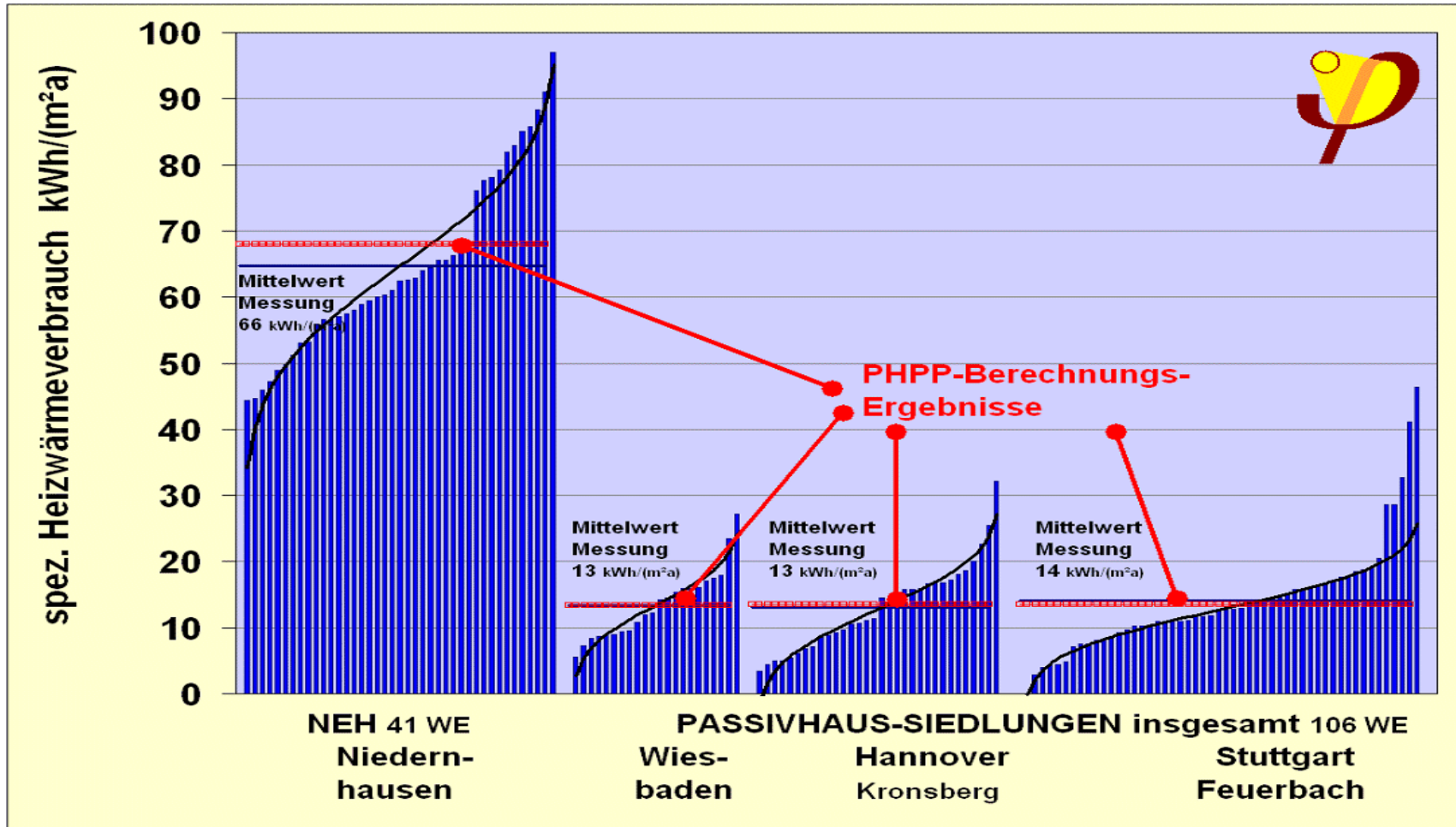
2008	Feuchtigkeit und Schimmel		Gesamt in 1.000
	in 1.000	n %	
Gemeindewohnung	110	18%	597
GBV-Mietwohnung	161	15%	1.054
Private Hauptmiete / Untermiete	252	18%	1.374
Hauseigentum	465	12%	3.944
Eigentumswohnung	85	11%	809
Mietfreie Wohnung / Haus	48	10%	462

[2] Peter Biwald et.al.:

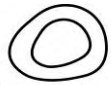
Schaffung von Public Value - Zentrale Aspekte und strategische Konsequenzen am Beispiel der gemeinnützigen Wohnungswirtschaft

Im Auftrag des Österreichischen Verbandes gemeinnütziger Bauvereinigungen – Revisionsverband und der Wohnbauförderungsabteilungen der Bundesländer
KDZ Zentrum für Verwaltungsforschung

Ist Energieeffizienz planbar?



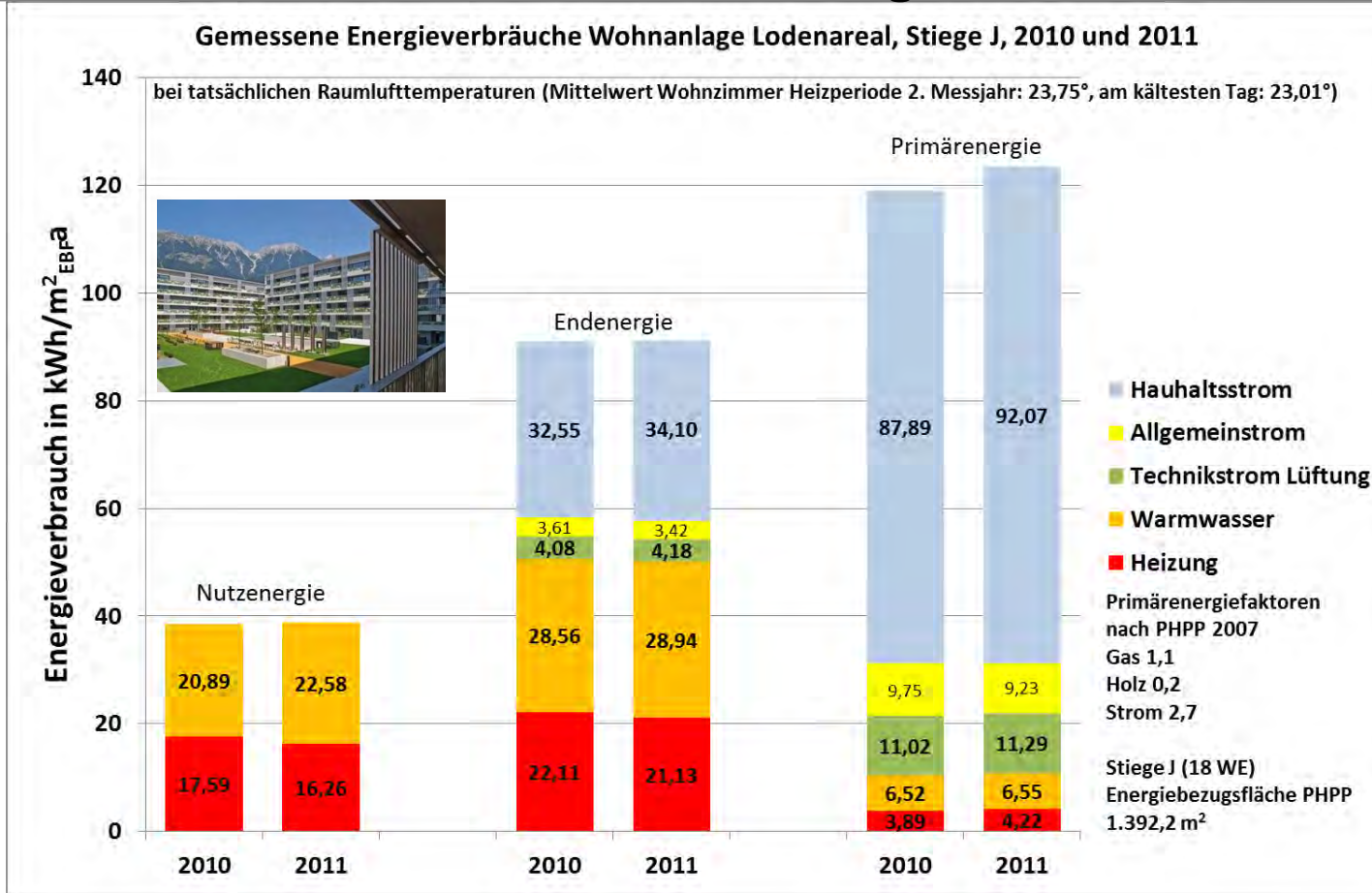
Quelle: Passivhaus Institut, Darmstadt



Energieinstitut Vorarlberg

Ist Energieeffizienz planbar?

Messwerte PH-Wohnanlage Lodenareal Innsbruck



Durchschnittlicher Endenergieverbrauch der Gesamt-Wohnanlage (354 Wohneinheiten)
 ca. 26.000 m²_{EBF}a
 ca. 33.600 m²_{BGF}a

für Heizung und Warmwasser

2010 bis 2013:

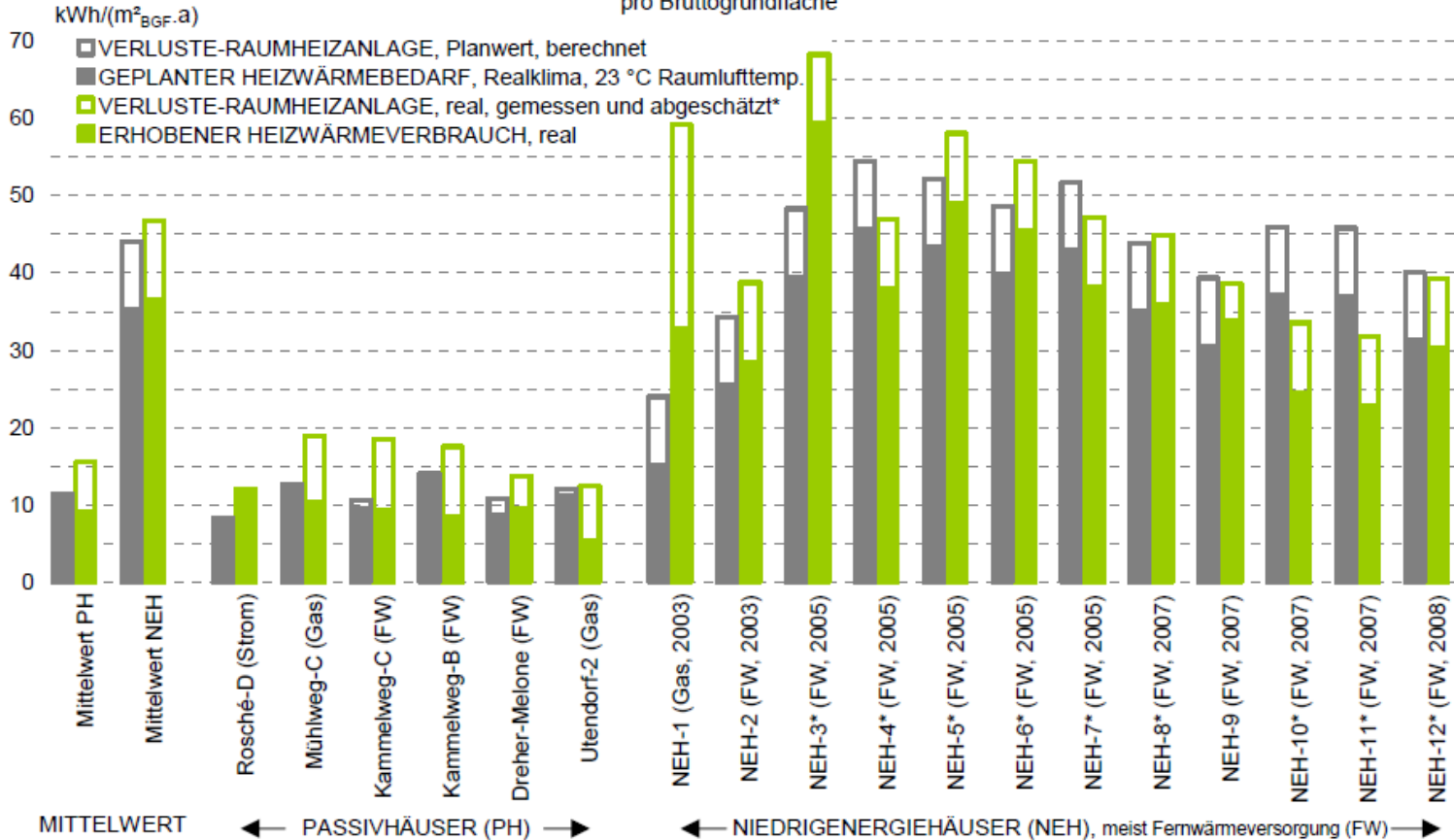
46 und 56 kWh/m²_{EBF}a
 35 bis 43 kWh/m²_{BGF}a

Ist Energieeffizienz planbar?

Messwerte PH-Wohnanlage Lodenaereal Innsbruck

SOLL-IST-VERGLEICH RAUMWÄRME

Gelieferte Endenergie und Nutzenergie an Heizwärme (ausgefüllter Säulenteil)
pro Bruttogrundfläche



Quelle: M. Treberspurg et al.: Nachhaltigkeits-Monitoring ausgewählter Passivhaus-Wohnanlagen in Wien

- Die Mehrkosten hocheffizienter Mehrfamilienhäuser liegen bei etwa 6 bis 9% - in Gebäuden, die planungsbegleitend energetisch-wirtschaftlich optimiert wurden auch darunter.
- Energieausweisberechnungen dienen nicht der Prognose des realen Energieverbrauchs und sind nicht zur energetisch-wirtschaftlichen Optimierung geeignet.
- Der vorausberechnete Energiebedarf hocheffizienter Gebäude entspricht bei Nutzung evaluierter Berechnungsverfahren mit realistischen Annahmen und Randbedingungen den tatsächlichen Verbrauchswerten.
- Die Energieverbräuche von Altbauten liegen unter den berechneten Werten, da die mittleren Raumlufthtemperaturen deutlich von der Norm-Innentemperatur abweichen und die Luftwechselrate im Winter oft deutlich reduziert wird.
- Folge reduzierter Raumlufthtemperaturen und geringen Luftwechsels sind häufig Schimmelschäden.
- Hauptaufgabe der nächsten Jahre ist es, die positiven Erfahrungen der Vorreiterprojekte auf möglichst viele Nachfolgeprojekte zu übertragen.