



AUSTRIAN ENERGY AGENCY

# Austrian Energy Agency

Kostenoptimale Mindestanforderungen an die  
Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

Dr. Günter Simader  
Oskar Mair am Tinkhof, MSc  
Manuel Mitterndorfer, MSc  
Mag. Christina Spitzbart

# Einleitung – Vorgaben der Gebäude RL

---

- Artikel 4 – Festlegung von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz
  - Sicherstellung, dass im Hinblick auf die Erreichung kostenoptimaler Niveaus Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden oder Gebäudeteilen festgelegt werden (die Teil der Gebäudehülle sind und sich erheblich auf die Gesamtenergieeffizienz auswirken).
  - Unterscheidung zwischen neuen und bestehenden Gebäuden bzw. unterschiedlicher Gebäudekategorien (WG & NWG)
  - Verpflichtung gilt nicht für Mindestanforderungen, die über die geschätzte wirtschaftliche Lebensdauer hinausgehen und nicht kosteneffizient sind.
  - Weitere Bestimmungen und eine Reihe von Ausnahmen (Kirchen, Gebäude aufgrund ihres besonderen architektonischen oder historischen Werts, etc.)
- Artikel 5 – Berechnung der kostenoptimalen Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz
- Anhang III – Rahmen für eine Vergleichsmethode zur Berechnung kostenoptimaler Niveaus

# Vergleichsmethode - Referenzgebäude

---

- Minimum: Jeweils ein Referenzgebäude für neue Gebäude und zwei Referenzgebäude für bestehende Gebäude:
  - **Einfamilienhäuser (AEA: Fokus)**
  - Mehrfamilienhäuser
  - Bürogebäude (repräsentativ für NWG)
- Voluntary: Andere Nichtwohngebäude
  - Schulen
  - Spitäler
  - Hotels und Restaurants
  - Sportstätten
  - Groß- und Einzelhandel
  - Andere Gebäude
  - Gebäude mit typisch gemischter Nutzung
- Minimumanforderungen: 9 Referenzgebäude

# Definition Referenzgebäude

- Fokus der Berechnungen liegt in einem ersten Schritt auf möglichst repräsentativen Einfamilienhäusern (EFH) und Mehrgeschossiger Wohnbau (MWB).
- Auswahl und Festlegung der Referenzgebäude basiert auf Datensätzen der Statistik Austria zu Baualtersklassen und Energieträgern, österreichischen Regelwerken (OIB, ÖNORMEN) und Studien der österreichischen Energieagentur (TABULA).

<u>REFERENZGEBÄUDE</u>	Neubau		Altbau	
	EFH	MWB	EFH	MWB
<b>BGF [m<sup>2</sup>]</b>	192	1344	146	1306
<b>V [m<sup>3</sup>]</b>	576	4032	424	3786
<b>Lc [m]</b>	1,66	2,47	1,08	2,03
<b>AV [1/m]</b>	0,75	0,4	0,93	0,49
<b>HWB [kWh/m<sup>2</sup>a]</b>	52	35	263	130
<b>Energieträger</b>	Erdgas	Erdgas	Heizöl	Erdgas
<b>Wandaufbau</b>	Ziegelmassiv	Ziegelmassiv	Ziegelmassiv	Ziegelmassiv
	Holzleichtbau	Holzleichtbau	-	-
	-	Holzmassivbau	-	-

## Rechtlicher Rahmen, Berechnungsmethodik & Tool

---

- Entwicklung eines Berechnungstools basierend auf der Kapitalwertmethode entsprechend den Vorgaben in
  - der Gebäude RL (Art. 2, 4, 5 & Annex III)
  - der Delegierten-VO (EU) Nr. 244/2012,
  - den Leitlinien zur Delegierten-VO (EU) Nr. 244/2012, und
  - der ÖNORM EN 15459 „EE von Gebäuden – Wirtschaftlichkeitsberechnungen für Energieanlagen in Gebäuden“.
- Berücksichtigung von Investitionskosten, Energiekosten, betriebsgebundene Kosten, etc., die einen Einfluss auf die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes haben.
- Die Kostensätze für die verschiedenen Varianten (Aufbauten der verschiedenen Bauweisen bzw. energietechnischen Systemen) basieren auf Angaben der Industrie/Industrieverbände (basierend auf einem Fragenkatalog) bzw. aktuellen Studien und Erhebungen der Österreichischen Energieagentur.
- Förderungen, Subventionen etc. wurden in den Berechnungen nicht berücksichtigt; die Umsatzsteuer wurde gemäß Delegierten-VO in den Berechnungen aus finanzieller Perspektive (Endkundensicht) inkludiert; nicht jedoch in den makroökonomischen Berechnungen.
- Die Primär- und CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren beruhen auf österreichischen Regelwerken (OIB RL 6 – Primärenergiefaktoren nicht erneuerbar!).

# Festlegung der EE-Maßnahmen bzw. -Bündel/Varianten

■ **Neubau:**

Berechnete Varianten Neubau					
EFH			MWB		
HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	Anforderung	Linie	HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	Anforderung	Linie
52	OIB	16	35	OIB	16
35	WBF	11	25	WBF	11
15	"PH"	5	15	"PH"	7

■ **Altbau:**

Berechnete Varianten Altbau					
EFH			MWB		
HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	Anforderung	Linie	HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	Anforderung	Linie
263	Standard	79	130	Standard	58
218	OD = 0,2 W/m <sup>2</sup> a	66	108	OD = 0,2 W/m <sup>2</sup> a	48
157	AW = 0,35 W/m <sup>2</sup> a	47	79	AW = 0,35 W/m <sup>2</sup> a	35
83	OIB	25	55	OIB/WBF	25
75	WBF	23	40	18er Linie	18
50	15er Linie	15	25	11er Linie	11
27	8er Linie	8	15	"PH"	7
15	"PH"	5			

# Zugrunde liegende Berechnungsparameter: Auswahl

- Energiepreise:

Energieträger	Brennstoffkosten [Cent/kWh] (Brutto!)	Quelle	Bemerkung	Datum
Heizöl	10,45	IWO Austria	Bezogen auf 1.000 Liter	Aug.12
Pellets - Sack	5,01	proPellets	Eigene Anlieferung	Sep.12
Fernwärme	7,88	Eigene Recherche	*	Sep.12
Strom	19,20	E-Control	Österreichischer Durchschnitt	Sep.12
Erdgas	7,49	E-Control	Österreichischer Durchschnitt	Sep.12
*Durchschnittswert von EKG Energie Klagenfurt, Energie Graz, Fernwärme Wien, Linz AG, Salzburg AG				

- Energiepreissteigerung: 3%
- Zinssatz: 4%
- Solaranlage: EFH: 6m<sup>2</sup>; MWB: 24m<sup>2</sup>
- Kompaktlüftungsgeräte: dezentrale Systeme

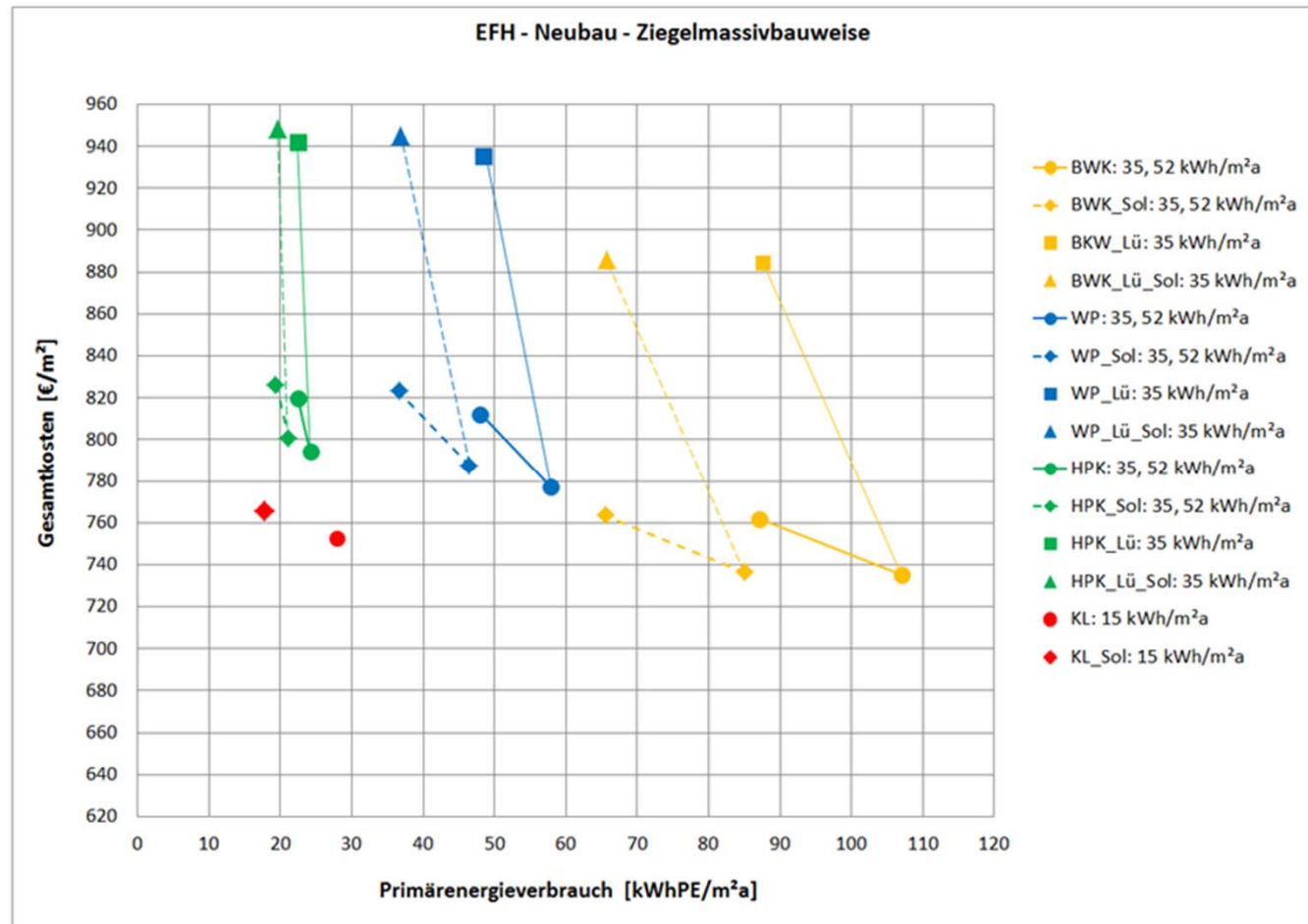
# Berechnungsvarianten: Einfamilienhaus (EFH) – Neubau

---

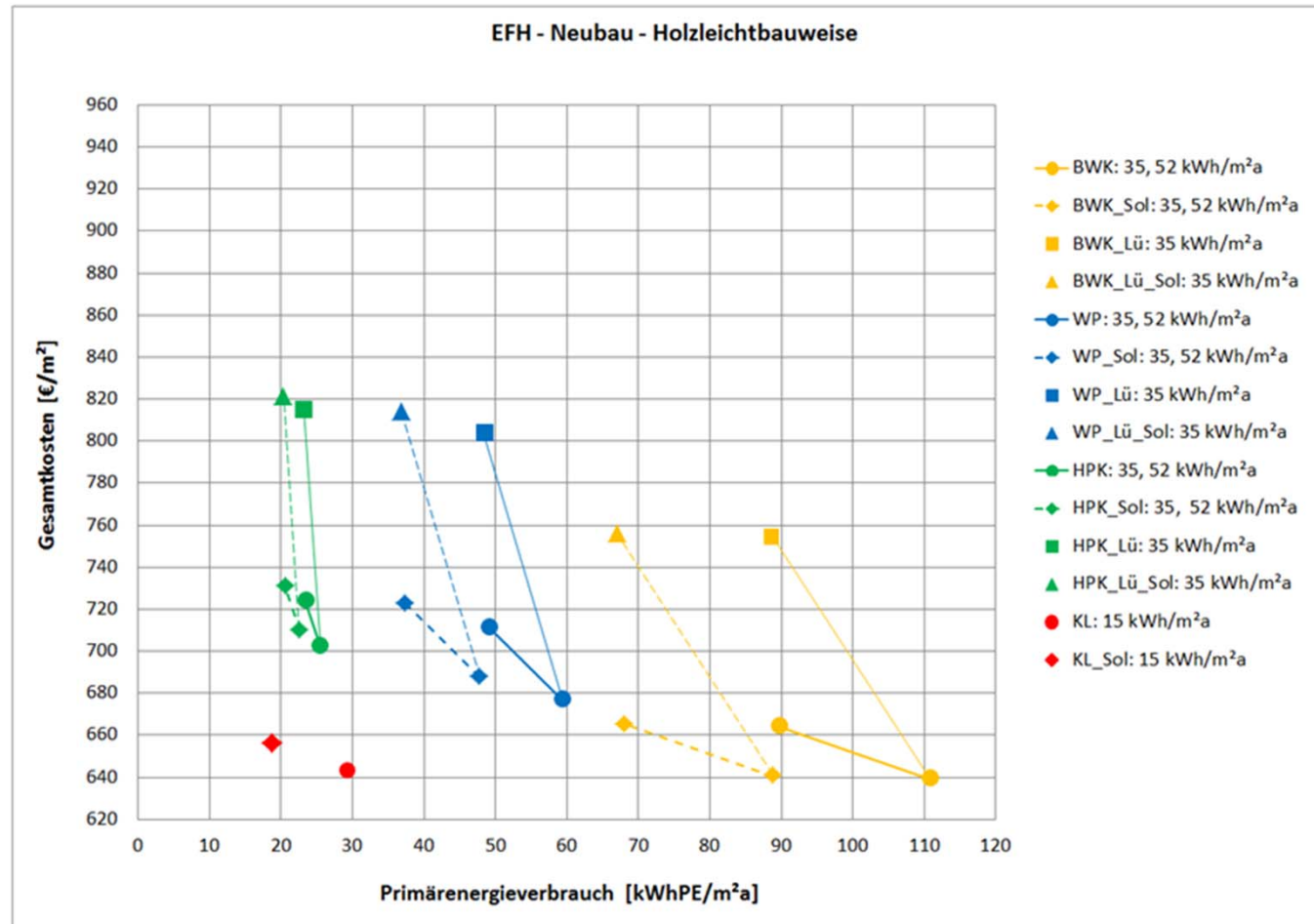
- Ausgehend vom Referenzgebäude (EFH: Ziegelmassiv- und Holzleichtbauweise) wurden folgende Varianten analysiert:
  - Erhöhung der HWB-Anforderungen von 52 kWh/m<sup>2</sup>a auf 35 bzw. 15 kWh/m<sup>2</sup>a.
  - Tausch des energietechnischen Systems (Gas-Brennwertsystem) zu Holz-Pelletsessel und Wärmepumpe (Erdreich/Wasser)
  - Die energietechnischen Systeme werden jeweils mit und ohne Solaranlage ausgestattet und gerechnet.
  - Die Varianten 35 kWh/m<sup>2</sup>a und 15 kWh/m<sup>2</sup>a sind weiters mit Lüftungs- bzw. Kompaktlüftungsgeräten ausgestattet; bei letzterer Variante wurde kein konventionelles Heizungssystem mehr vorgesehen.
  - Insgesamt wurden 40 Varianten gerechnet (jeweils mit und ohne Berücksichtigung der externen Kosten für CO<sub>2</sub>eq).



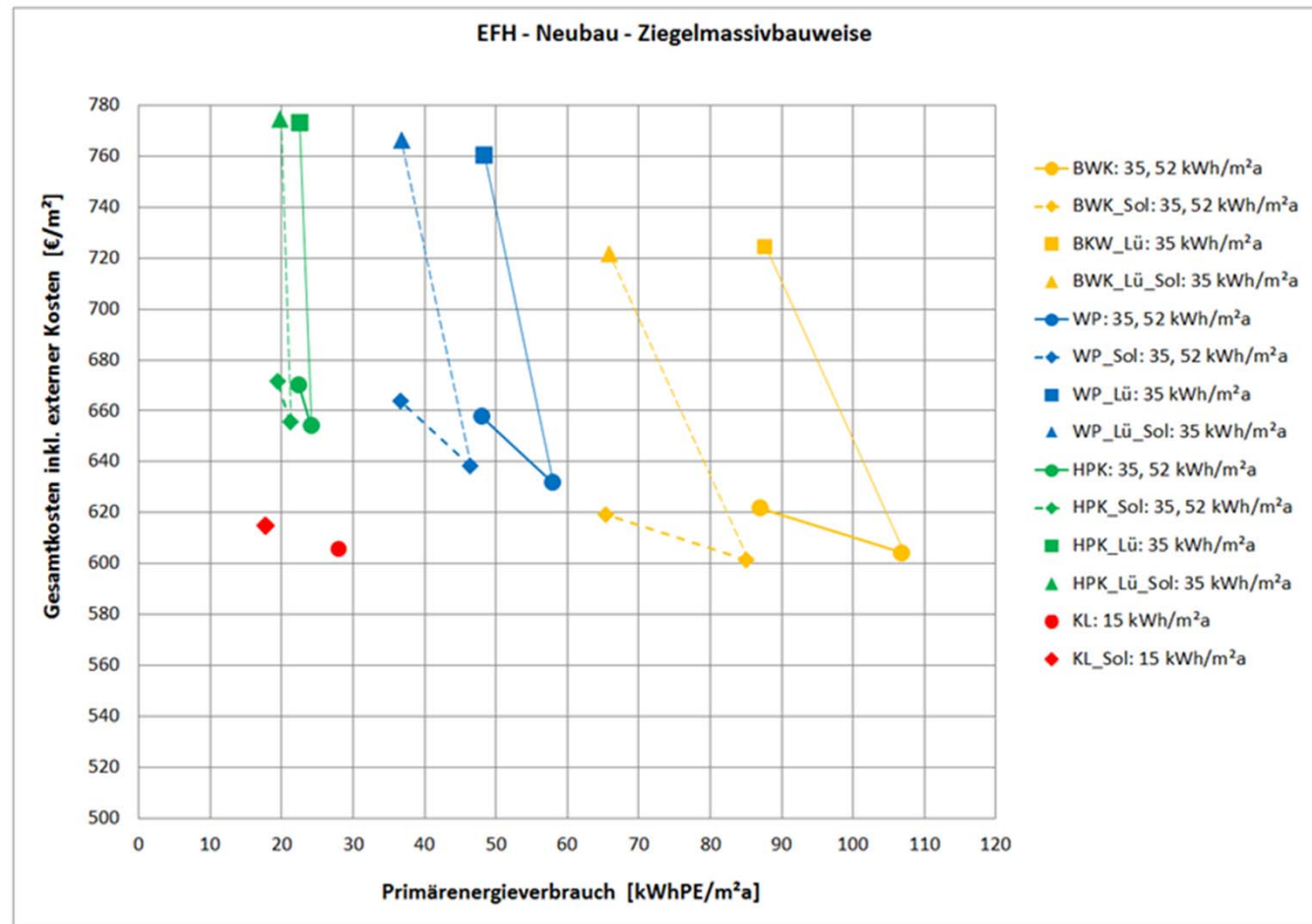
# Ergebnisse für EFH – Neubau: Ziegelmassivbauweise



# Ergebnisse für EFH – Neubau: Holzleichtbauweise



# Ergebnisse für EFH – Neubau: Ziegelmassivbauweise (inkl. ext. Kosten für CO<sub>2</sub>-eq)



# Einfamilienhäuser (EFH) – Neubau: Fazit

---

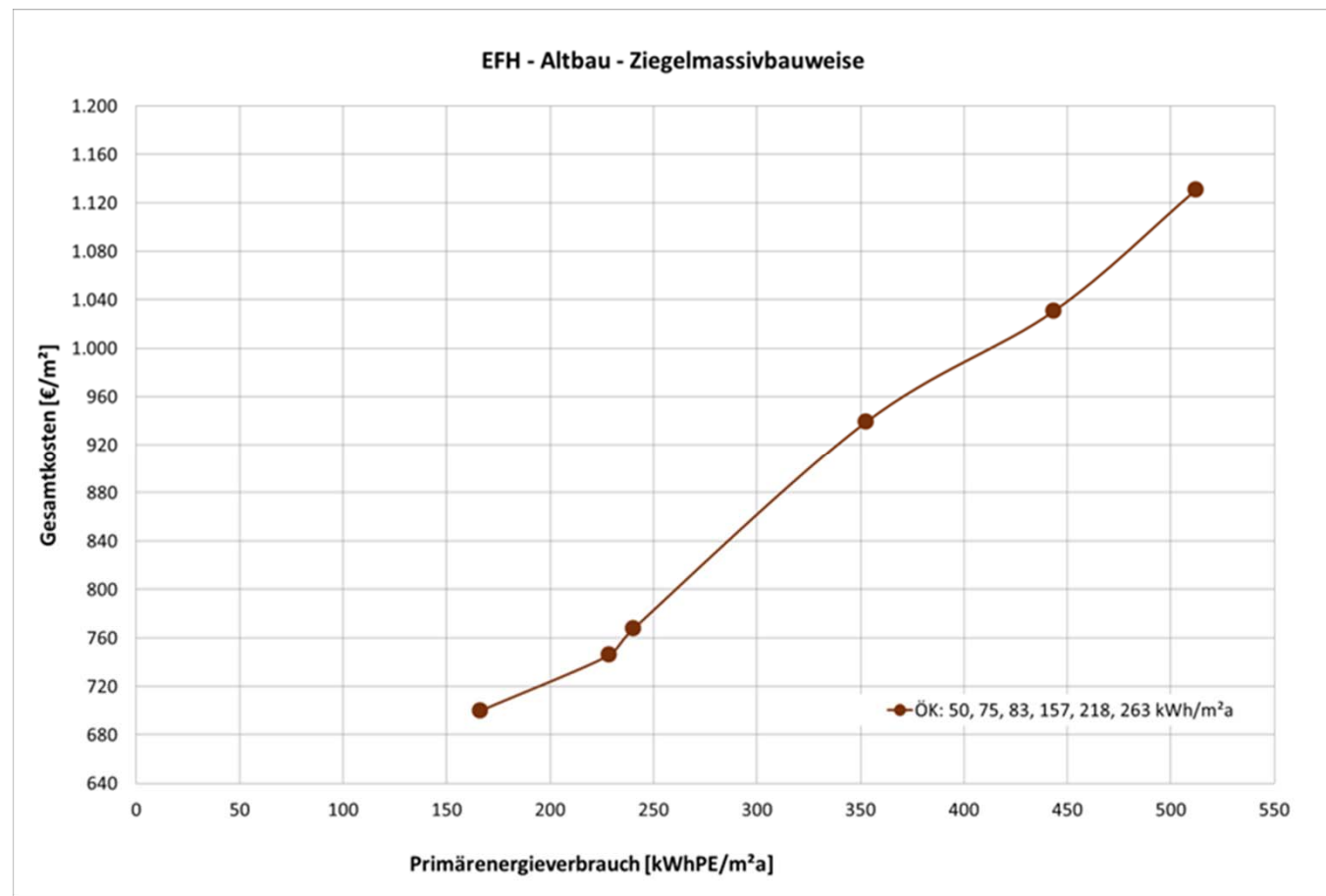
- Starke Abhängigkeit der Kosten von der Bauweise; Leichtbauweisen sind deutlich kosteneffizienter als Massivbauten.
- Starke Abhängigkeit von den eingebauten energietechnischen Systemen: Kompaktlüftungsgeräte weisen bei 15 kWh/m<sup>2</sup>a das beste Verhältnis zwischen Gesamtkosten und Primärenergie auf.
- Die weitere Erhöhung – das Kostenoptimum liegt bei 52 kWh/m<sup>2</sup>a – der bestehenden Mindestanforderungen (OIB RL 6) führt zwar zu einer Verminderung des Primärenergieverbrauchs, allerdings auch zu einer Erhöhung der Gesamtkosten.
- Der Einsatz von thermischen Solaranlagen führt kaum zu höheren Gesamtkosten; allerdings zu erheblichen Primärenergieeinsparungen. Bei Berücksichtigung von externen Kosten ist die Solar-Gas-Brennwertsystem die kostengünstigste Variante.
- Bei den Varianten mit 35 kWh/m<sup>2</sup>a führen Lüftungsanlagen naturgemäß zu erhöhten Gesamtkosten; erhöhen allerdings auch den Komfort der Gebäude (Vergleichbarkeit?).

# Berechnungsvarianten: Einfamilienhaus (EFH) – Altbau

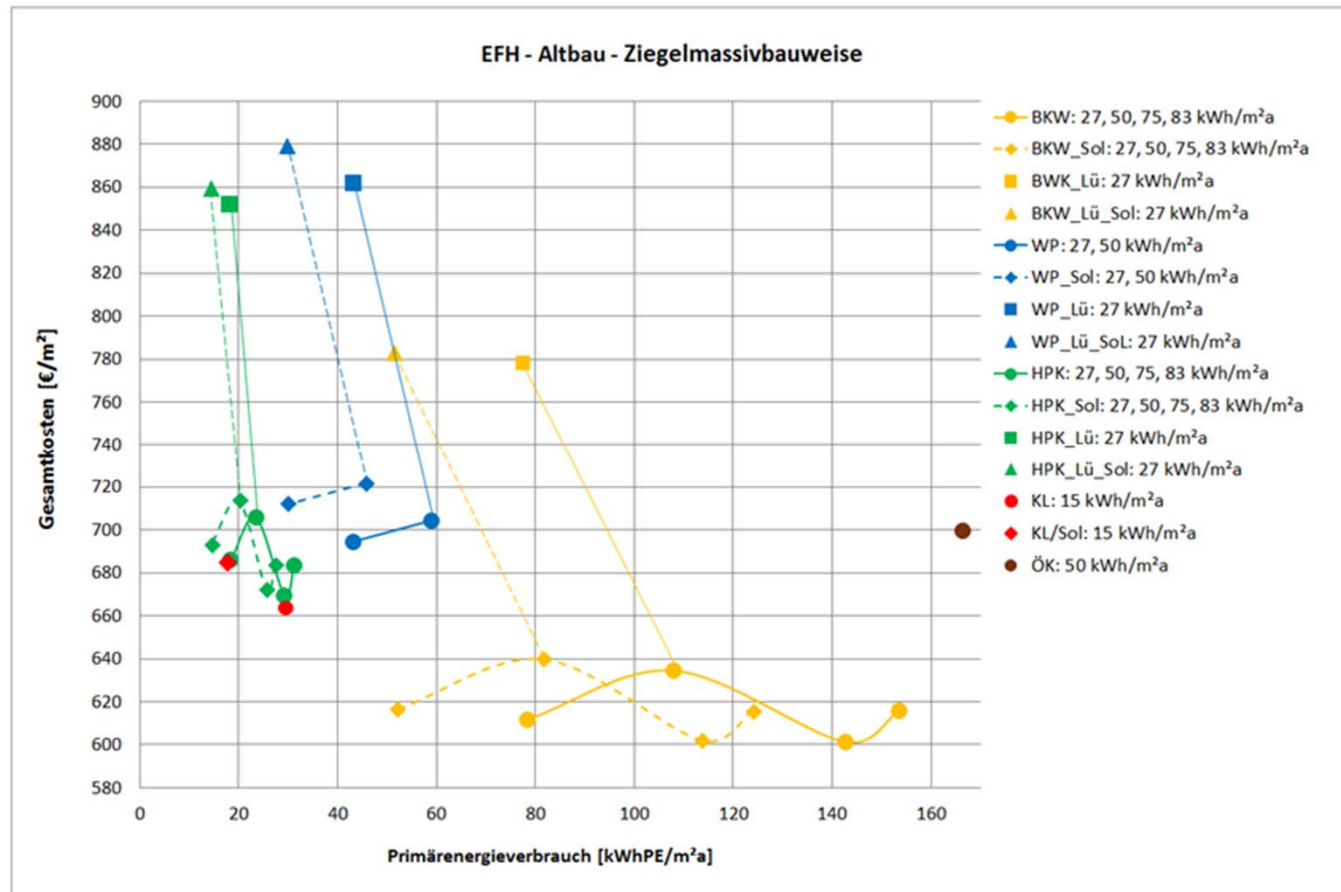
---

- Ausgehend vom Referenzgebäude (Altbau) wurden folgende Varianten analysiert:
  - Sukzessive Verbesserung des HWBs von 263 kWh/m<sup>2</sup>a auf 218 bzw. 157 und 83 kWh/m<sup>2</sup>a durch Sanierung der obersten Geschoßdecke, der Außenwand, Fenster- und Türentausch und Dämmung der Kellerdecke **ohne(!)** Änderung des energietechnischen Systems.
  - Verbesserung des HWBs auf 83, 75, 50, 27 kWh/m<sup>2</sup>a **und(!)** Tausch des energietechnischen Systems zu Gas-Brennwert, Holzpelletskessel und Wärmepumpe (Sole/Wasser) mit und ohne Solaranlage.
  - Die Varianten mit HWBs von 27 und 15 kWh/m<sup>2</sup>a inkludieren ein Lüftungs- bzw. ein Kompaktlüftungsgerät (technische Realisierbarkeit bei nachträglichem Einbau?).
  - Insgesamt wurden 34 Varianten gerechnet (jeweils mit und ohne Berücksichtigung der externen Kosten für CO<sub>2</sub>eq).

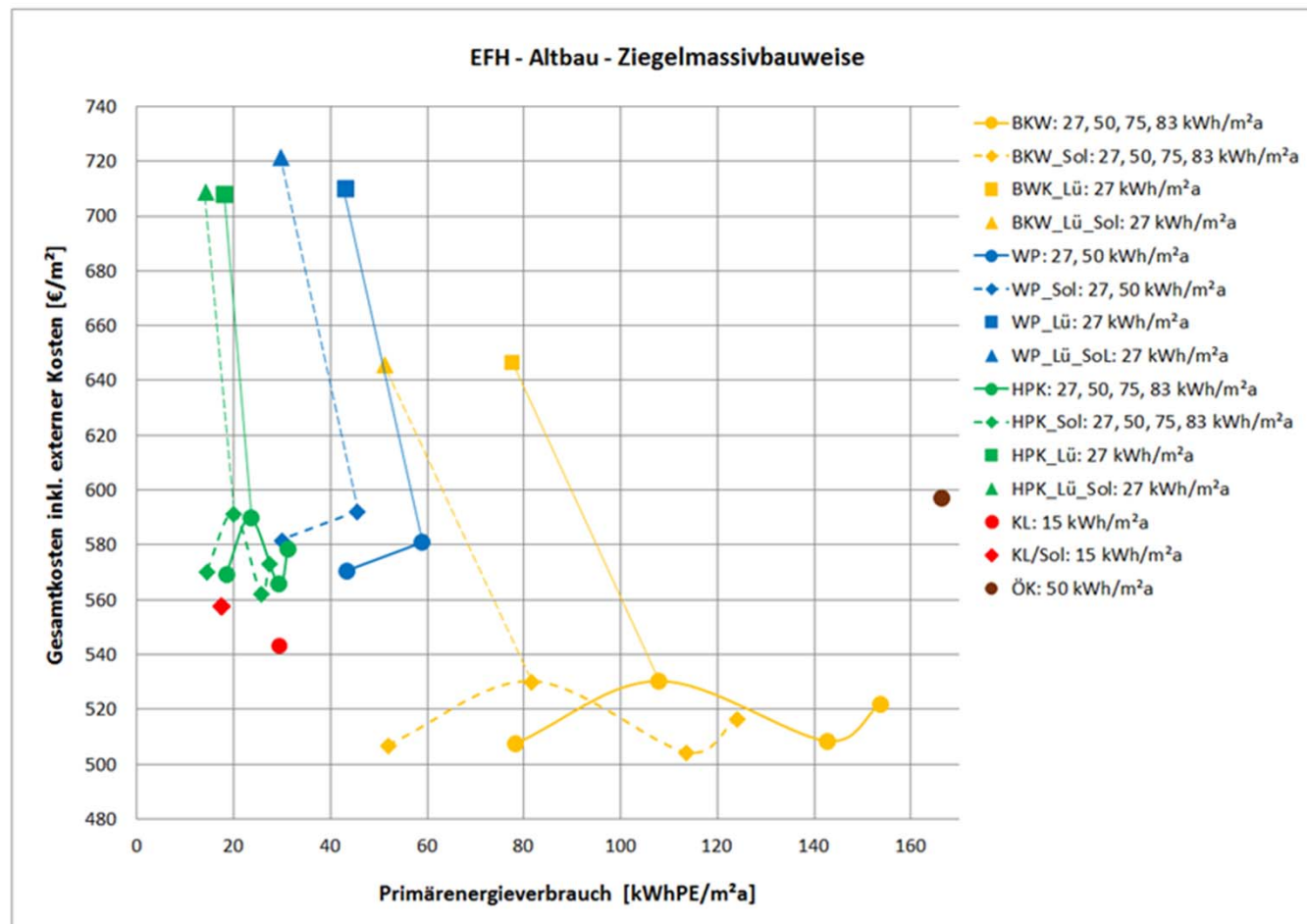
# Ergebnisse für EFH – Altbau: Keine Änderung des energie-technischen Systems (Öl-Heizung)



# Ergebnisse für EFH - Altbau: Erhöhte Anforderungen an den HWB und (!) Tausch des energietechnischen Systems



# Ergebnisse für EFH - Altbau: Erhöhte Anforderungen an den HWB und Tausch des energietechn. Systems (inkl. ext. Kosten)





# Einfamilienhäuser (EFH) – Altbau: Fazit

---

- Die Erhöhung der Mindestanforderungen (ohne Änderung des energietechnischen Systems = Ölheizung) führen zu keinem expliziten Minimum; aus Kostensicht sollte somit das technisch Machbare realisiert werden (umfassende thermische Sanierungen).
- Die Gesamtkosten der Varianten, die auch den Tausch des energietechnischen Systems vorsehen, sind in den meisten Fällen geringer als jene Varianten, die nur thermische Sanierungsmaßnahmen inkludieren.
- Werden sowohl das energietechnische System geändert als auch die HWB-Anforderungen erhöht, findet sich ein wirtschaftliches Optimum bei 75 kWh/m<sup>2</sup>a bei den verschiedenen Energieträgern / Energiesystemen.
- Der Einsatz von Solaranlagen weist ähnliches bzw. sogar geringere Kosten bei deutlich höheren Primärenergieeinsparungen auf; der derzeitige Ansatz für externe Kosten reicht nicht aus, um Vorteile für biogene Systeme zu erzielen.
- Die weitere Erhöhung der HWB-Anforderungen führt bei den Varianten mit 35 kWh/m<sup>2</sup>a zwar zu einem weiteren Minimum (ohne Lüftungsanlage, aber nicht mit Lüftungsanlage). In diesen Varianten ist die technische Machbarkeit bzw. Realisierbarkeit generell zu hinterfragen.

# Zusammenfassung, next steps

- Basierend auf den jetzigen Ergebnissen ergeben sich im Neubau sowohl für EFH und MWB Kostenoptima bei den derzeit feststehenden Mindestanforderungen (52 bzw. 35 kWh/m<sup>2</sup>a; 16er Linie).
- Im Neubau weisen jedoch die EFH-Varianten bei 15 kWh/m<sup>2</sup>a das beste Verhältnis zwischen Gesamtkosten und Primärenergie auf; dies gilt nicht für die MWB-Varianten.
- Bei größeren Renovierungen im Altbau ergeben sich Kostenoptima bei EFH bei 75 kWh/m<sup>2</sup>a (23er Linie); bei MWBs liegt das Kostenoptimum bei 55 bzw. 40 kWh/m<sup>2</sup>a (!) (18er Linie).
- Für die Erzielung von weiteren Energieeinsparungen im Gebäudesektor aufgrund bestehender und zukünftiger energie- und umweltpolitischer Strategien und Zielsetzungen sollten möglichst ambitionierte Mindestanforderungen gewählt werden.
- Die weiteren Schritte des AEA Projekts (EPBD, Kostenoptimalität) inkludieren:
  - Teilnahme an den von der EUK empfohlenen Informationsveranstaltungen und Inanspruchnahme verschiedener Unterstützungsleistungen (Workshop, Veranstaltung in AT, etc.)
  - Variation der Energiepreise:
    - Variante 1: Durchschnittliche Energiepreissteigerung 3 % (entsprechen den derzeitigen Berechnungsergebnisse)
    - Variante 2: Energiepreissteigerungen entsprechend AEA Energiepreisindex (Öl: 6,1 %, Gas: 4,2 %, Fernwärme: 3 %, Pellets: 2 %, Strom: 2,8 %)
  - Durchführung von Sensitivitätsanalysen
    - Variante 1: Zinssatz 4 % (entsprechen den derzeitigen Berechnungsergebnisse)
    - Variante 2: Zinssatz 3 % (Vorgabe EU)
  - Anfertigung des Endberichts; Dissemination der Projektergebnisse

# Kontakt Daten für weitere Informationen

---

## Kontakt

DI Dr. Günter Simader  
Österreichische Energieagentur  
Mariahilfer Straße 136  
1150 Wien  
Tel: 01/586 15 24 – 124

E-Mail: [guenter.simader@energyagency.at](mailto:guenter.simader@energyagency.at)