



AUSTRIAN ENERGY AGENCY

Austrian Energy Agency

Kostenoptimale Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

Dr. Günter Simader
Manuel Mitterndorfer, MSc

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 eines Gebäudes 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 (AEA Fokus)**
 - 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 Wohnbauten (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).

Referenzgebäude	Neubau		Altbau	
	EFH	MWB	EFH	MWB
BGF [m ²]	192	1.344	146	1.306
V [m ³]	576	4.032	424	3.786
Lc [m]	1,33	2,47	1,08	2,03
HWB [kWh/m ² a]	52	35	263	130
Energieträger	Erdgas	Erdgas	Heizöl	Erdgas
Bauweise	-Holzleichtbau -Ziegelmassiv	-Holzleichtbau -Ziegelmassiv -Holzmassiv	-Ziegelmassiv	-Ziegelmassiv

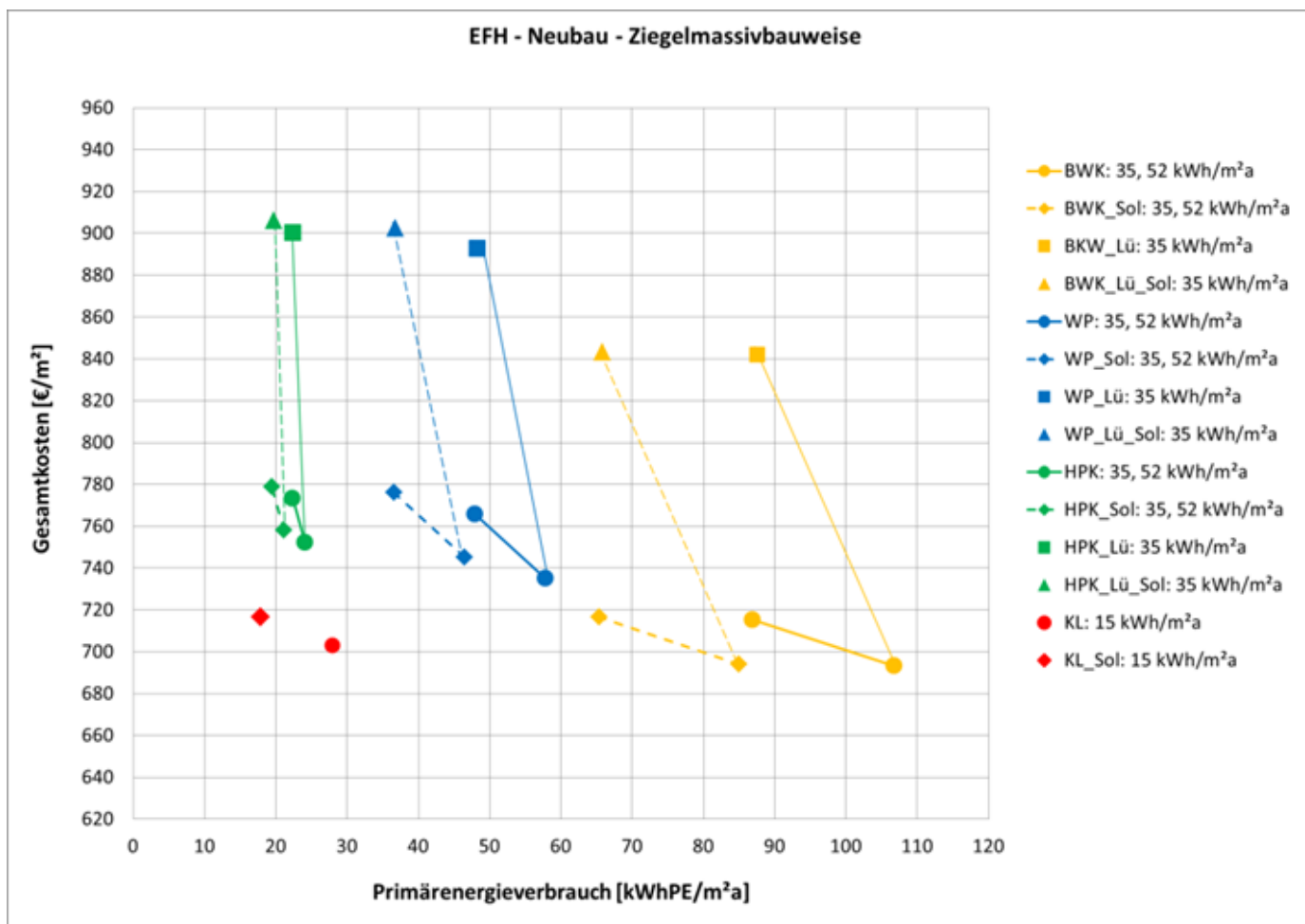
Rechtlicher Rahmen, Berechnungsmethodik & Tool

- 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 Systeme) 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 CO₂-Emissionsfaktoren beruhen auf österreichischen Regelwerken (OIB RL 6 – Primärenergiefaktoren nicht erneuerbar!).

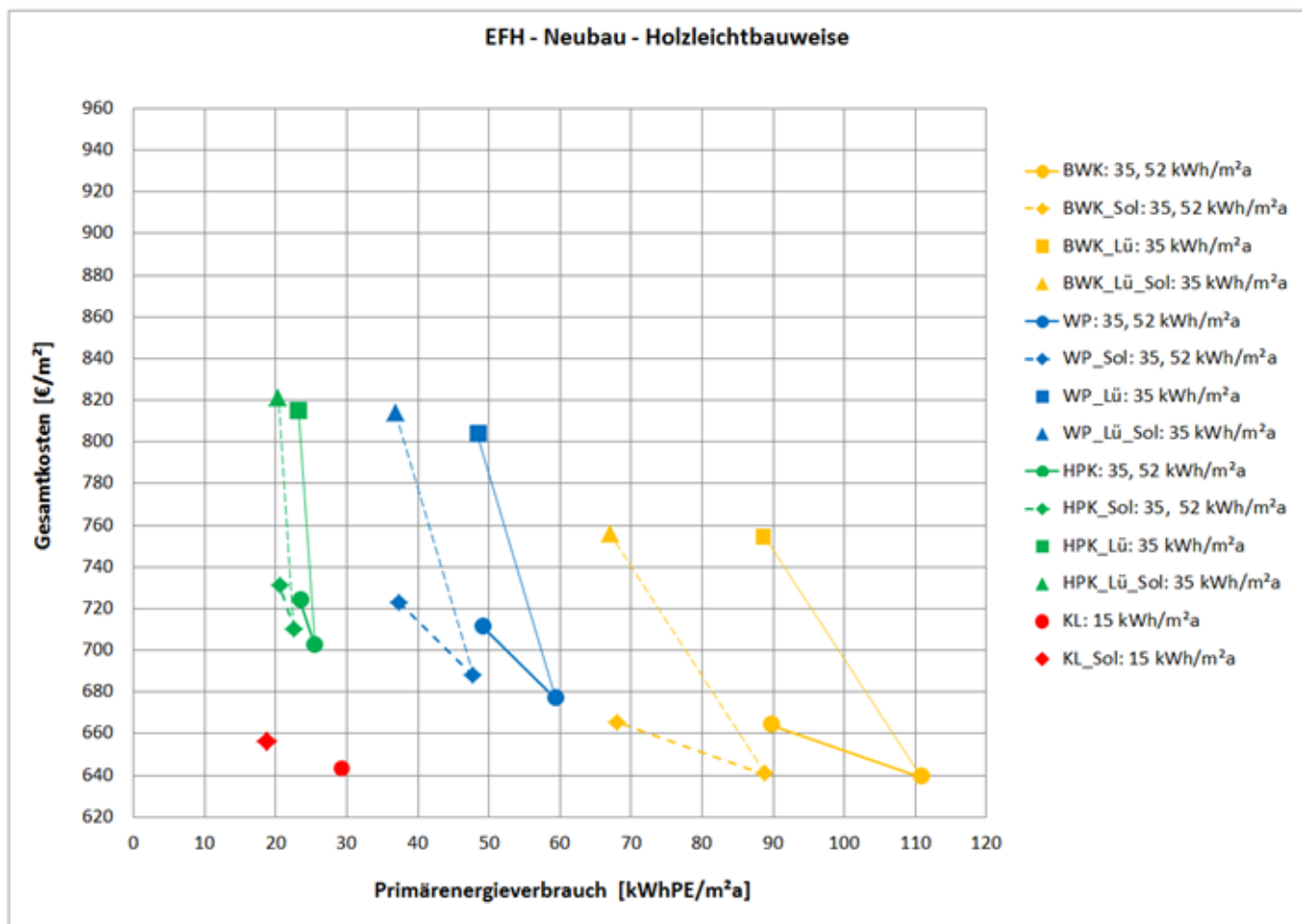
Berechnungsvarianten: Einfamilienhaus (EFH) – Neubau

- Betrachtung unterschiedlicher Bauweisen:
 - Ziegelmassivbauweise
 - Holzleichtbauweise
- Betrachtung unterschiedlicher thermischer Gebäudestandards:
 - OIB RL 6 Anforderung: „16 er Linie“ entspricht 52 kWh/m²a
 - 35 kWh/m²a
 - 15 kWh/m²a
- Betrachtung unterschiedlicher energietechnischer Systeme:
 - Gasbrennwertsystem
 - Holzpelletssystem
 - Wärmepumpensystem (Erdreich/Wasser)
 - Mit/ohne Solaranlage
 - Mit/ohne Komfortlüftung (Variante HWB 35 kWh/m²a)
 - Kompaktlüftungsgerät (Variante HWB 15 kWh/m²a)

Ergebnisse EFH – Neubau: Ziegelmassivbauweise



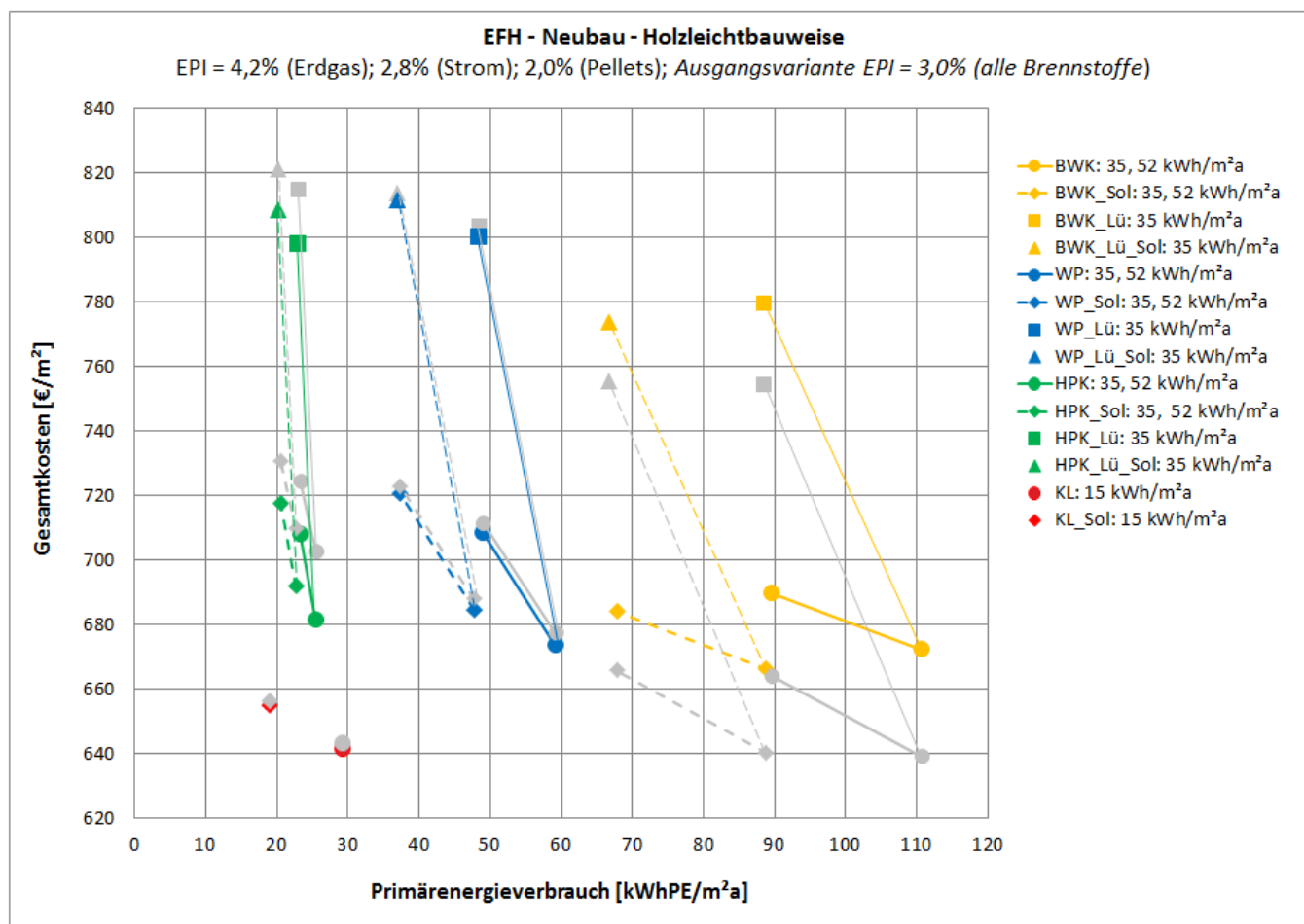
Ergebnisse EFH – Neubau: Holzleichtbauweise



EFH – Neubau: Fazit

- Hinsichtlich Kostenoptimalität gibt es keine Abhängigkeit von den unterschiedlichen Bauweisen, jedoch ergeben sich unterschiedliche Kostenniveaus
- Das Kostenoptimum liegt bei einem HWB von 52 kWh/m²a („16er Linie“)
- Starke Abhängigkeit von den eingebauten energietechnischen Systemen: Kompaktlüftungsgeräte weisen bei 15 kWh/m²a das beste Verhältnis zwischen Gesamtkosten und Primärenergie auf.
- Eine weitere Erhöhung 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 das System „**Solar-Gas-Brennwert**“ die kostengünstigste Variante.
- Bei den Varianten mit 35 kWh/m²a führen Lüftungsanlagen naturgemäß zu erhöhten Gesamtkosten; erhöhen allerdings auch den Komfort der Gebäude (Vergleichbarkeit?).

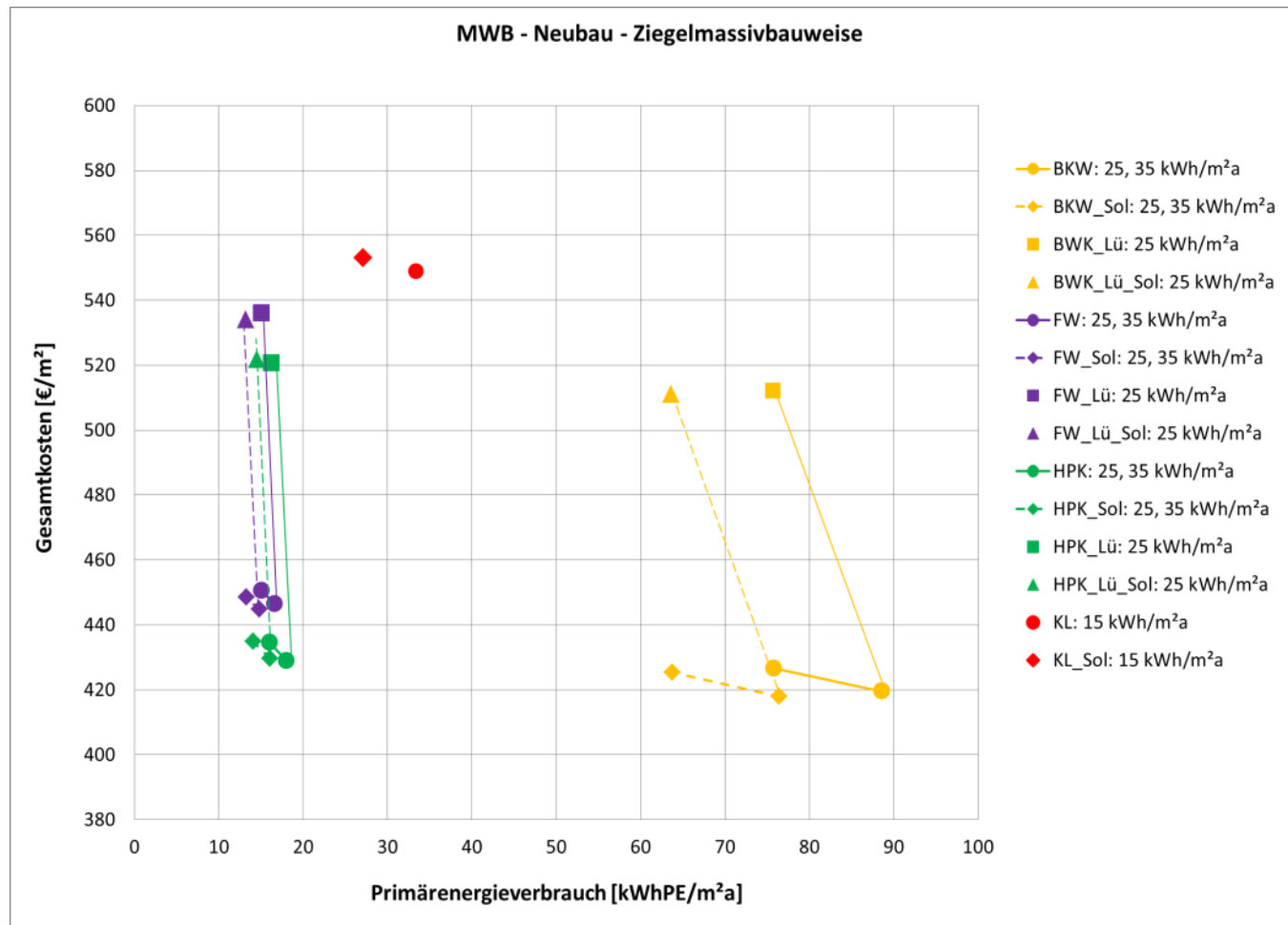
Sensitivitätsanalyse: Energiepreissteigerungsrate EFH - Neubau



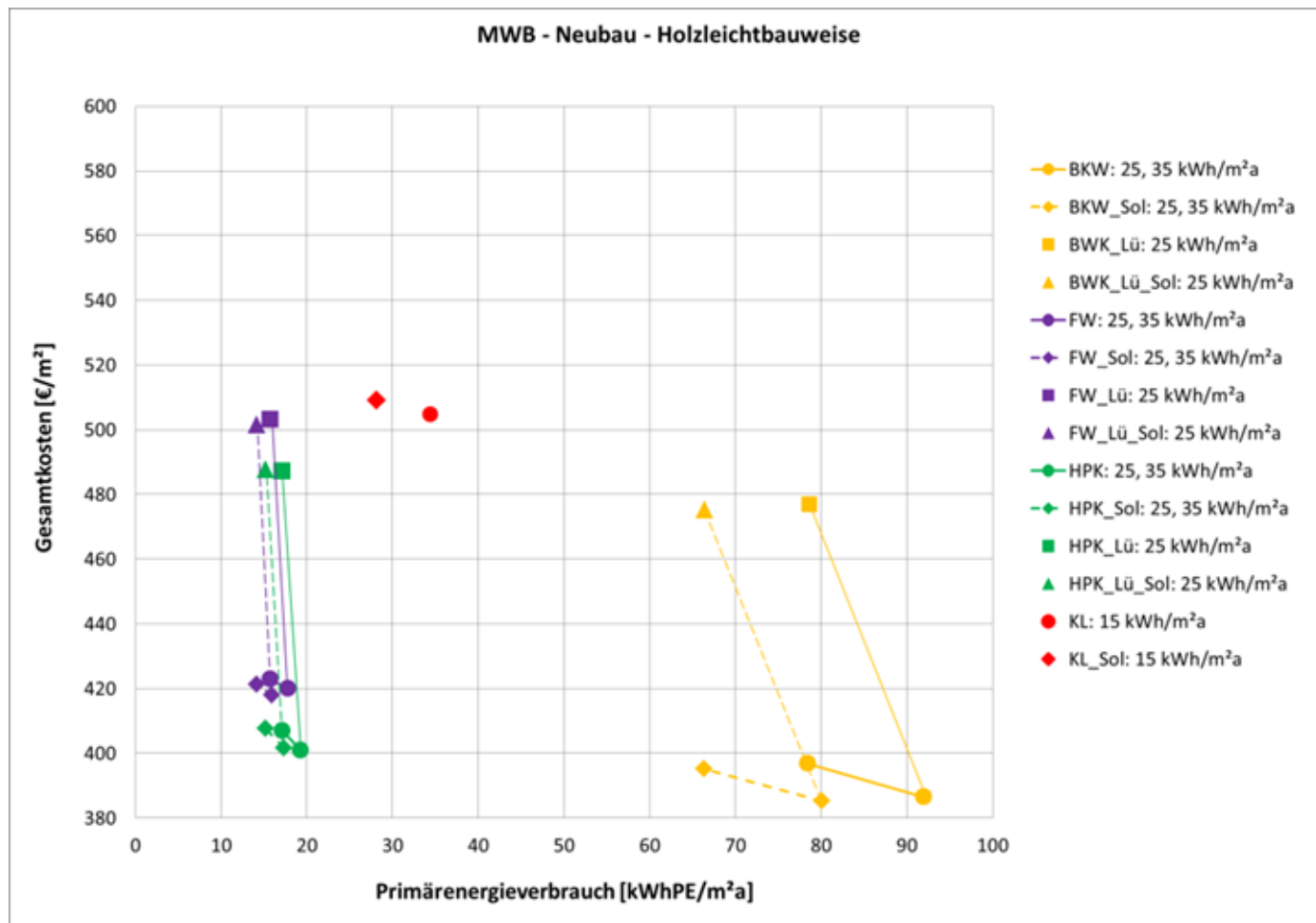
Berechnungsvarianten: Mehrgeschossiger Wohnbau (MWB) – Neubau

- Betrachtung unterschiedlicher Bauweisen:
 - Ziegelmassivbauweise
 - Holzleichtbauweise
 - Holzmassivbauweise
- Betrachtung unterschiedlicher thermischer Gebäudestandards:
 - OIB RL 6 Anforderung: „16 er Linie“ entspricht 35 kWh/m²a
 - 25 kWh/m²a
 - 15 kWh/m²a
- Betrachtung unterschiedlicher energietechnischer Systeme:
 - Gasbrennwertsystem
 - Holzpelletssystem
 - Fernwärmesystem
 - Mit/ohne Solaranlage
 - Mit/ohne Komfortlüftung (dezentral, Variante HWB 25 kWh/m²a)
 - Kompaktlüftungsgerät (dezentral, Variante HWB 15 kWh/m²a)

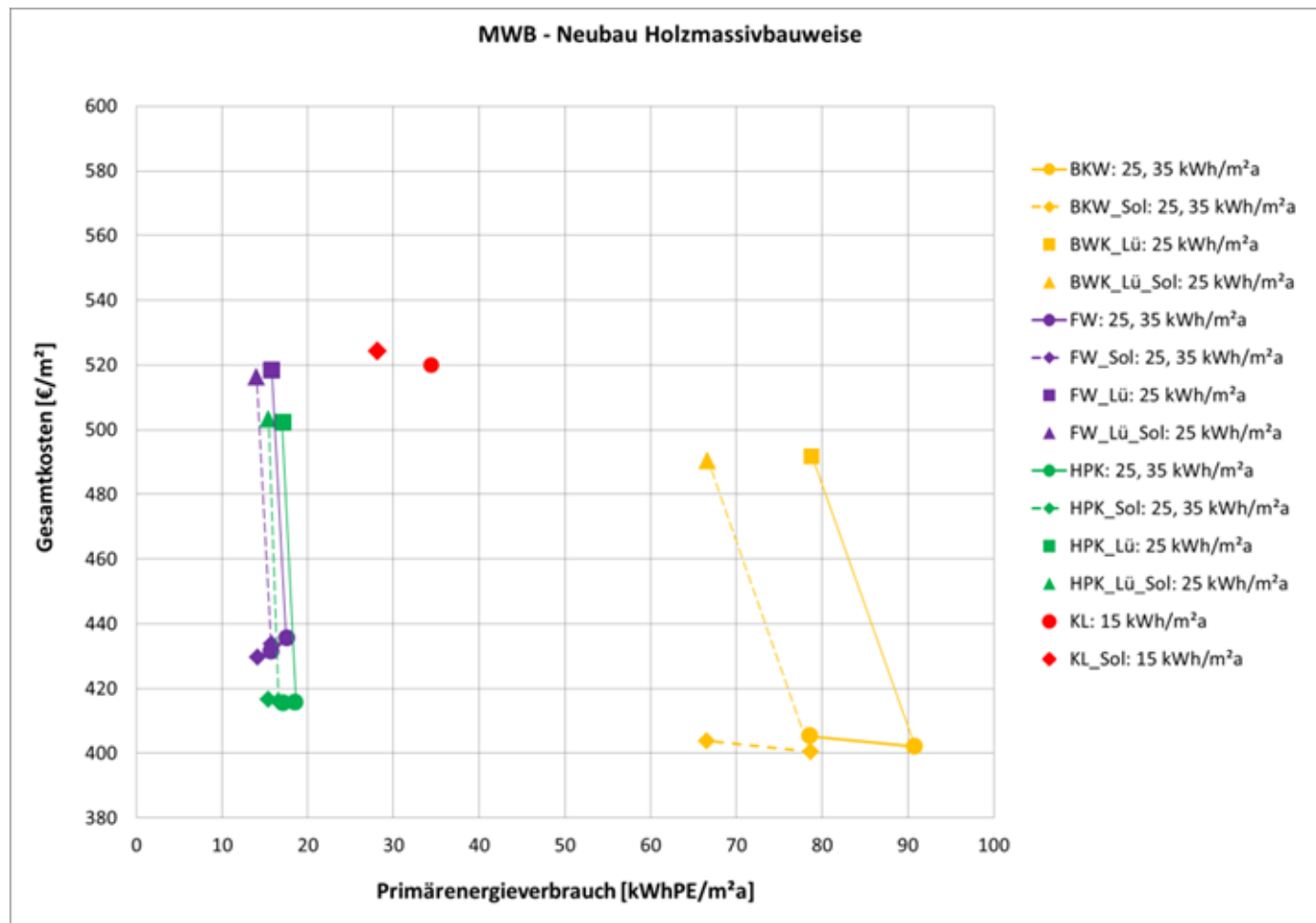
Ergebnisse MWB – Neubau: Ziegelmassivbauweise



Ergebnisse MWB – Neubau: Holzleichtbauweise



Ergebnisse MWB – Neubau: Holzmassivbauweise



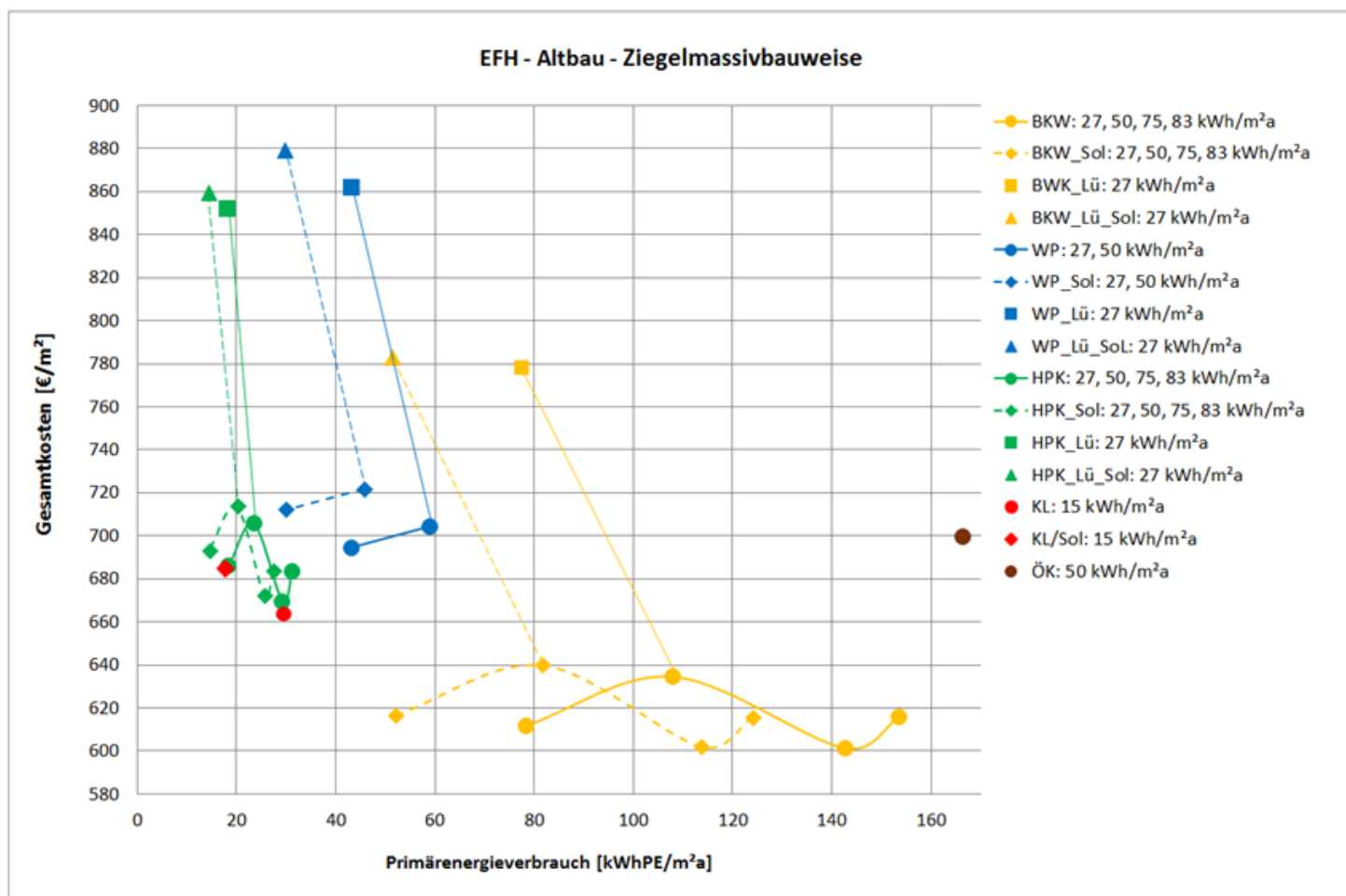
MWB – Neubau: Fazit

- Kostenoptimum bei einem HWB von 35 kWh/m²a („16er Linie“)
- Hinsichtlich Kostenoptimalität gibt es keine Abhängigkeit zu den unterschiedlichen Bauweisen, jedoch ergeben sich unterschiedliche Kostenniveaus
- Eine weitere Erhöhung 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 zu ähnlichen bzw. sogar geringeren Gesamtkosten wie die Grundsysteme → erhebliche Primärenergieeinsparungen.
- Bei den Varianten mit 25 kWh/m²a führen Lüftungsanlagen naturgemäß zu erhöhten Gesamtkosten; erhöhen allerdings auch den Komfort der Gebäude (Vergleichbarkeit?).

Berechnungsvarianten: EFH – Altbau

- Betrachtung unterschiedlicher Sanierungsvarianten:
 - Thermische Gebäudesanierung MIT / OHNE Modernisierung des energietechnischen Systems
- Betrachtung unterschiedlicher thermischer Gebäudestandards:
 - 218 kWh/m²a (Dämmung OG)
 - 157 kWh/m²a (Dämmung AW, AF- u. AT-Tausch)
 - Umfassende Sanierung lt. OIB RL 6: 83 kWh/m²a
 - Wohnbauförderung gemäß Art. 15a: 75 kWh/m²a
 - 50, 27 und 15 kWh/m²a
- Betrachtung unterschiedlicher energietechnischer Systeme:
 - Gasbrennwertsystem
 - Holzpelletssystem
 - Fernwärmesystem
 - Mit/ohne Solaranlage
 - Mit/ohne Komfortlüftung (Variante HWB 27 kWh/m²a)
 - Kompaktlüftungsgerät (Variante HWB 15 kWh/m²a)

Ergebnisse EFH – Altbau: Inkl. Tausch des energietechnischen Systems



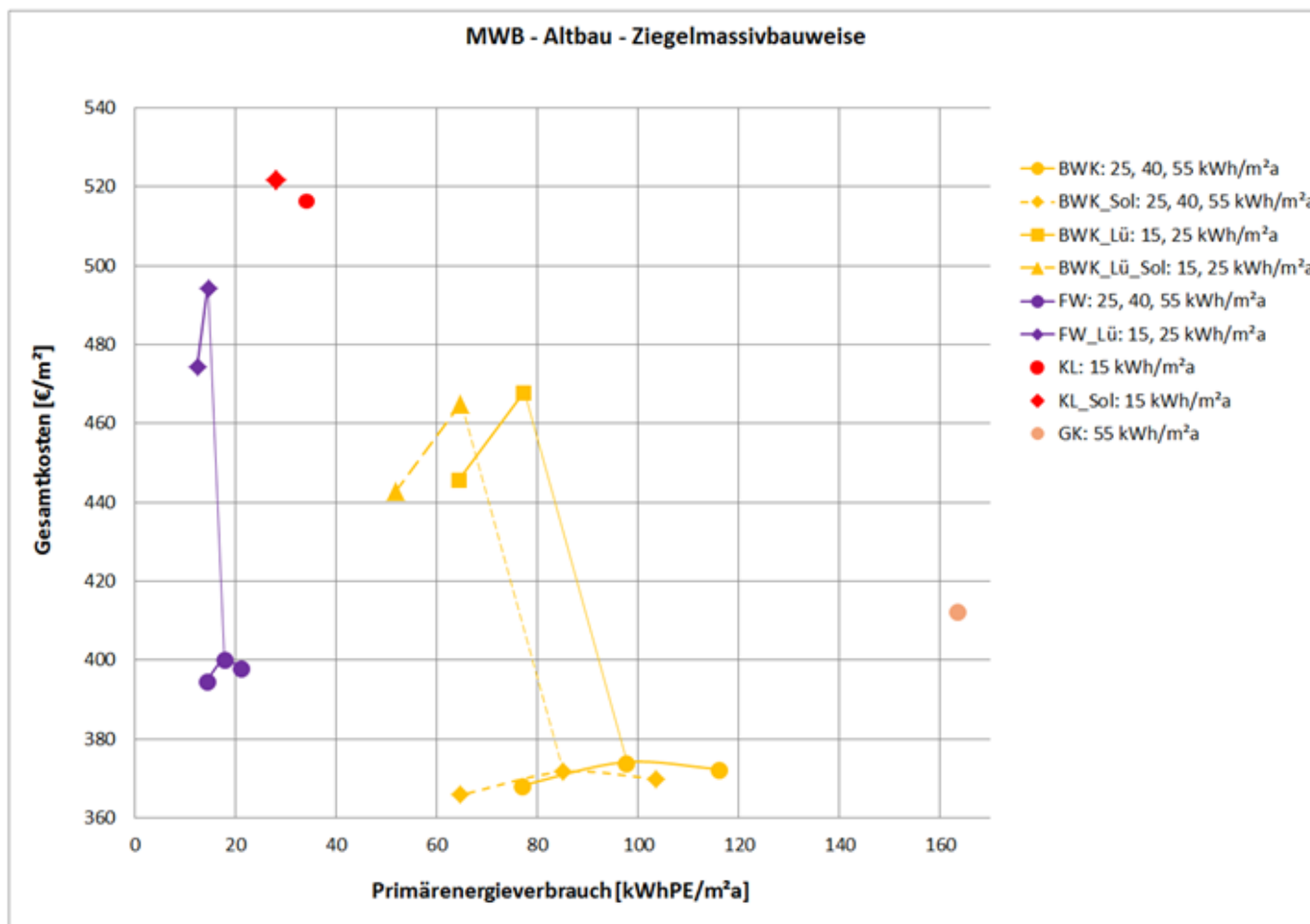
EFH – Altbau: Fazit

- Die unterschiedlichen Sanierungsvarianten (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 $75 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (entspricht „23er Linie“) bei den verschiedenen Energieträgern/Energiesystemen.
- Der Einsatz von Solaranlagen weist ähnliche 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 $27 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ zwar zu einem weiteren Minimum (ohne Lüftungsanlage, aber nicht mit Lüftungsanlage). In diesen Varianten ist die technische Machbarkeit bzw. Realisierbarkeit generell zu hinterfragen.

Berechnungsvarianten: MWB - Altbau

- Betrachtung unterschiedlicher Sanierungsvarianten:
 - Thermische Gebäudesanierung MIT / OHNE Modernisierung des energietechnischen Systems
- Betrachtung unterschiedlicher thermischer Gebäudestandards:
 - 108 kWh/m²a (Dämmung OG)
 - 79 kWh/m²a (Dämmung AW, AF- u. AT-Tausch)
 - Umfassende Sanierung lt. OIB RL 6: 55 kWh/m²a
 - 40, 25 und 15 kWh/m²a
- Betrachtung unterschiedlicher energietechnischer Systeme:
 - Gasbrennwertsystem
 - Holzpelletssystem
 - Fernwärmesystem
 - Mit/ohne Solaranlage
 - Mit/ohne Komfortlüftung (Variante HWB 25 kWh/m²a)
 - Kompaktlüftungsgerät (Variante HWB 15 kWh/m²a)

Ergebnisse MWB – Altbau: Inkl. Tausch des energietechnischen Systems



MWB – Altbau: Fazit

- Die unterschiedlichen Sanierungsvarianten (ohne Änderung des energietechnischen Systems = Gasheizung) führen zu einem expliziten Minimum bei einem HWB von 55 kWh/m²a (umfassende Sanierung entsprechend aktueller OIB RL 6)
- 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 getauscht als auch die HWB-Anforderungen erhöht, findet sich bei den gewählten Varianten (zwischen 25 und 55 kWh/m²a) ein Bereich mit einem sehr ähnlichen Kostenniveau. Grundsätzlich liegt das errechnete wirtschaftliche Optimum bei 25 kWh/m²a (entspricht „11er Linie“) (Realisierbarkeit/Praxistauglichkeit ohne Belüftung ist zu hinterfragen?); die Bandbreite der Ergebnisse reicht bis zur Variante mit einem HWB von 55 kWh/m²a (entspricht „25er Linie“).
- Der Einsatz von Solaranlagen weist bei diesem Maßnahmenbündeln geringere(!) Kosten bei deutlich höheren Primärenergieeinsparungen auf

Zusammenfassung

- Für die Erzielung von weiteren Energieeinsparungen im Gebäudesektor aufgrund bestehender und zukünftiger energie- und umweltpolitischer Strategien und Zielsetzungen war es für die Österreichische Energieagentur von besonderem Interesse, welche weiteren Potenziale sich durch die Umsetzung der Gebäude-RL (Art. 5, Art. 9) erschließen lassen.
- Basierend auf den derzeitigen Berechnungen ergeben sich im Neubau sowohl für EFH und MWB Kostenoptima bei den derzeit gültigen Mindestanforderungen (52 bzw. 35 kWh/m²a; „16er Linie“).
- Im Neubau weisen jedoch die EFH-Varianten bei 15 kWh/m²a das beste Verhältnis zwischen Gesamtkosten und Primärenergie auf. Dies gilt nicht für die gewählten Ansätze in den MWB-Varianten (Potenzial für weitere Analysen).
- Bei größeren Renovierungen im Altbau ergeben sich Kostenoptima bei EFHs bei 75 kWh/m²a (23er Linie); bei MWBs liegt das Kostenoptimum in einem Bereich zwischen 25 kWh/m²a („11er Linie“) und 55 kWh/m²a („25 er Linie“).

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:

Österreichische Energieagentur

DI Dr. Günter R. Simader

+43(0)1 5861524-124

+43(0)664 8107853

guenter.simader@energyagency.at

Manuel Mitterndorfer, MSc

+43(0)1 5861524-157

manuel.mitterndorfer@energyagency.at