

Kurzstudie zur Effizienten Balance zwischen Dämmung und Solarthermie



Anlass der Studie

- Neue EU-Gebäuderichtlinie fordert „Nahezu Null Energiegebäude“ unter Beachtung der Gesamteffizienz der Gebäude
- Bisher besteht keine Definition auf nationaler Ebene, ist in Bearbeitung
- Trend im Gebäudebereich geht im Moment in Richtung „Mehr Dämmung“, z.B. in Richtung Passivhaus
- Neue EU-Gebäuderichtlinie fordert Gesamteffizienz der Gebäude, d.h. der sog. Primärenergiebedarf von Gebäuden rückt stärker in den Vordergrund
- Die Solarthermie schneidet bei der Berechnung des Primärenergiebedarfes sehr gut ab (Stichwort „Primärenergiefaktor 0“)
- Damit könnte die neue EU-Gebäuderichtlinie entscheidend dazu beitragen, den Einsatz der Solarthermie und damit den Solarthermiemarkt deutlich zu beleben

Anlass der Studie

- Möglichkeiten die gleiche oder höhere Gebäudeeffizienz im Sinne der EU-Richtlinie durch Anlagentechnik, insbesondere der Solarthermie zu erzielen, sind bisher nicht ausreichend untersucht, einzelne Praxisbeispiele liegen aber vor
- Um politische Vorgaben „Ziel Anteil EE-Wärme bis 2020 auf 14 % steigern“, ist der Einsatz der Solarthermie deutlich zu erhöhen, insbesondere auch im Bereich von hohen solarthermischen Deckungsgraden (siehe auch Erfahrungsbericht zum MAP Dez. 2010)
- Die Studie wurde erstellt durch das Sonnenhaus-Institut e.V. in Kooperation mit dem Büro Econsult

Eingangsthese: zwei Strategien führen zu KfW-Effizienzhaus-Standards

4



1. Vergrößerung der Solaranlage zur Erhöhung des solaren Deckungsanteils bei vorgegebener Gebäudehülle (Transmissionswärmeverlust) („**Mehr Solartechnik**“), oder
2. Verbesserung der thermischen Qualität der Gebäudehülle auf Passivhausniveau und zurückfahren der Anlagentechnik („**Mehr Dämmung**“)

27 Fälle decken wesentliche Gebäudetypen & -standards sowie Anlagen ab.

5



- Untersucht wurden drei Gebäudetypen im Wohnungsbau an realen Projekten: Einfamilienhaus, Doppelhaushälfte, Mehrfamilienhaus
 - Projekte wurden so gewählt, dass Standardfälle der EnEV-Berechnung berücksichtigt sind und die Fördersystematik der KfW-Effizienzhäuser enthalten ist, d.h. es wurden drei Gebäudestandards gewählt: KfW-Effizienzhaus 70, KfW-Effizienzhaus 55, Passivhaus
 - Vier Anlagentechniken berücksichtigt:
 - Fußbodenheizung mit Gas-Brennwert,
 - Solaranlage Standard-Deckungsanteil mit Pelletheizung,
 - Solaranlage 60% Deckungsanteil mit Pelletofen,
 - Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung im Passivhaus
- ➔ Hieraus resultieren 27 Simulationsvarianten für Gebäude und Anlagentechnik

Berechnungen ermöglichen ein Ranking der verschiedenen KfW-Maßnahmen

6



Annahmen:

- Energiekosten heute und in 20 Jahren bei Preissteigerung 4 u. 8%,
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nach VDI 2067, Förderstandard

Darstellung der Ergebnisse gemäß ökologischer und wirtschaftlicher Wertigkeit der Maßnahmen in folgenden Dimensionen:

- **spez. Transmissionswärmeverlust**, Bezeichnung für die Qualität der thermischen Hülle eines Gebäudes
- **Jahres-Heizwärmebedarf**, Energiemenge, die einem Gebäude zugeführt werden muss, um eine gewünschte Innenraumtemperatur zu erreichen
- **Jahres-Endenergiebedarf**, Energiemenge, die unter gemittelten Klimaverhältnissen zur Deckung des Heizwärmebedarfs und des Trinkwasserwärmebedarfs einschl. Verluste der Anlagentechnik benötigt wird
- **Jahres-Primärenergiebedarf**, berücksichtigt neben dem Endenergiebedarf auch die Effizienz der Anlagentechnik und die Verluste außerhalb des Gebäudes, die von der Gewinnung des Energieträgers, der Aufbereitung und der Verteilung bis zum Gebäude entstehen; Grundlage zur Berechnung der CO₂-Emissionen, Primärenergiefaktoren: Gas, Heizöl 1,1; Strom 2,6; Holz 0,2; Solar 0,0
- **CO₂-Ausstoß/CO₂-Vermeidung**

Untersuchte Effizienzhäuser sind reale Projekte

			
<i>Gebäudetyp</i>	Einfamilienhaus (EFH)	Doppelhaushälfte (DHH)	Mehrfamilienhaus (MFH) (12 Wohneinheiten)
<i>Standort</i>	Niederbergkirchen	Denkendorf	Laufen
<i>Nutz- / Wohnfläche</i>	ca. 210 m ² / 135 m ²	ca. 240 m ²	ca. 1.500 m ² / 1.400 m ²
<i>Baujahr</i>	2007	2011	2010

Ergebnisse EFH

Gebäudehülle und Größe Solartechnik

8

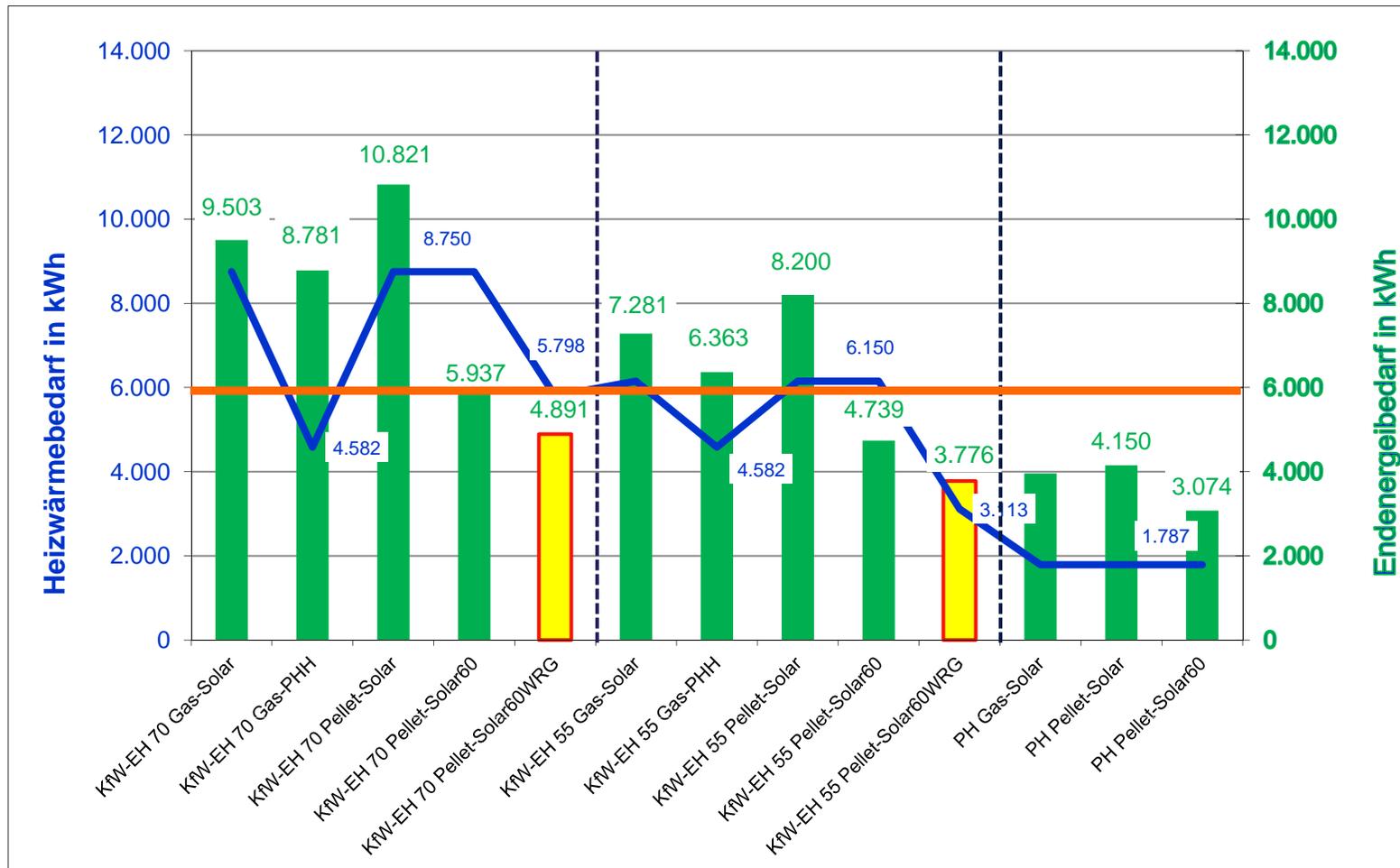


EFH-Typ der „Sonnenhäuser“	Größe Kollektor	Größe Speicher
EH 70 Pellet-Solar 60	36 qm	7,3 cbm
EH 70 Pellet-Solar 60WRG*	28 qm	5,3 cbm
EH 55 Pellet-Solar 60	27 qm	5,3 cbm
EH 55 Pellet-Solar 60WRG*	18 qm	3,1 cbm
PH Pellet-Solar 60	16 qm	1,5 cbm

* WRG = Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Ergebnisse EFH mit Lüftungsanlage

Heizwärmebedarf, Endenergiebedarf



Erläuterung:

KfW-EH = KfW-Effizienzhaus, PH = Passivhaus, PHH = Passivhaushülle

Orange Linie: Endenergiebedarf des KfW-Effizienzhaus 70 Pellet Solar60

Ergebnisse

Heizwärmebedarf, Endenergiebedarf

11

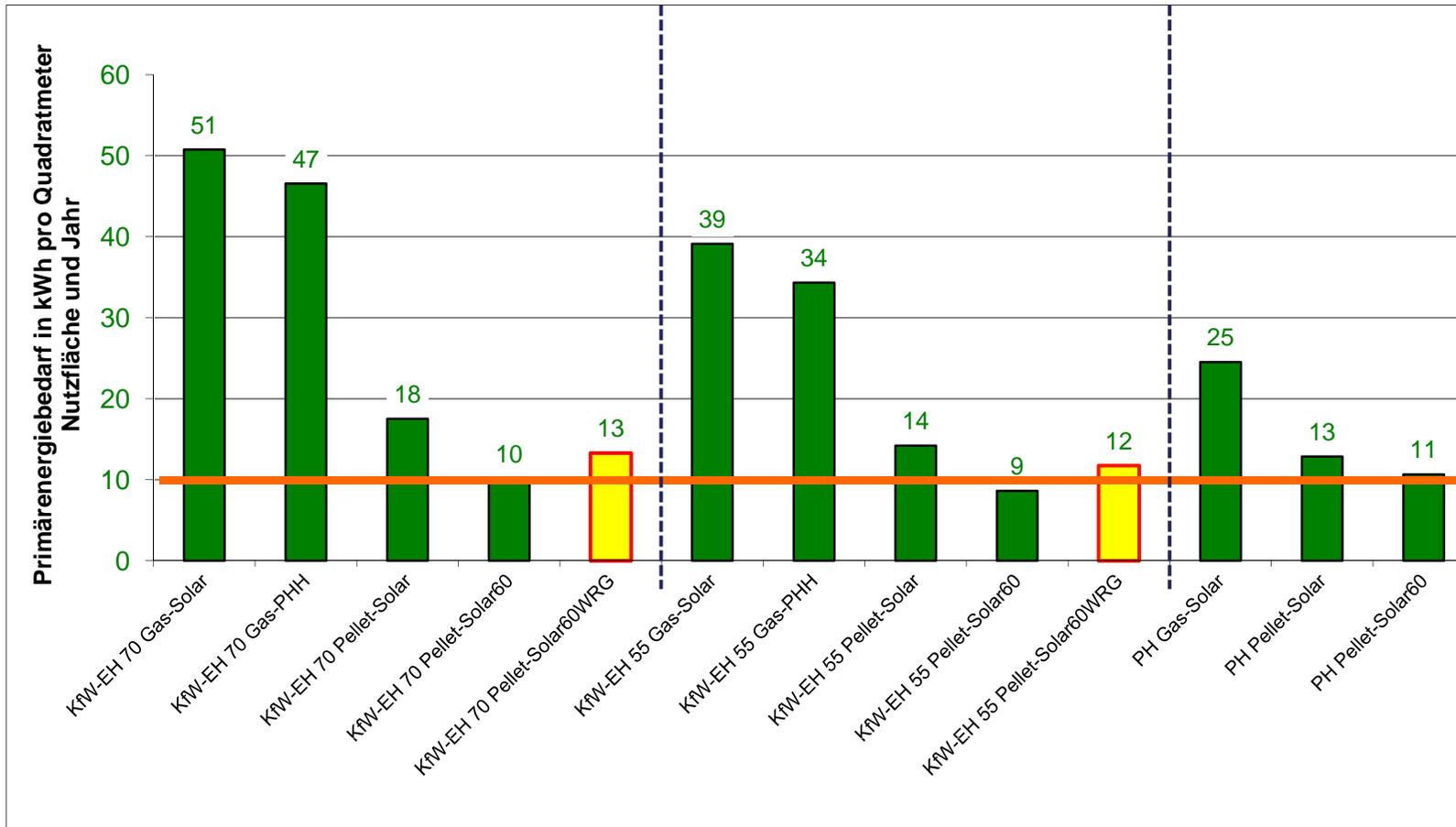


- Den geringsten Heizwärme- sowie Endenergiebedarf weisen Passivhäuser auf, gefolgt von den beiden auf Passivhaus-Hülle verbesserten Effizienzhaustypen (KfW-Effizienzhaus 55 und 70)
 - Den geringsten absoluten Endenergiebedarf weist das Passivhaus kombiniert mit einer Pelletheizung und einer Solaranlage mit 60 % solarthermischer Deckung auf
 - Innerhalb der einzelnen Effizienzhaustypen weisen die Gebäude mit einer Solaranlage mit 60 % solarthermischer Deckung den jeweils geringsten Endenergiebedarf auf, auch im Vergleich zu den verbesserten Gebäudehüllen („Solarthermie ist effizienter als nur Dämmung“)
 - Die Variante KfW-Effizienzhaus 70 Pellet Solar60 weist zudem einen geringeren Endenergiebedarf auf, als die Gebäudevarianten KfW-Effizienzhaus 70 Gas-Passivhaushülle und KfW-Effizienzhaus 55 Gas-Passivhaushülle („Solarthermie ist effizienter als nur Dämmung“)
- ➔ **Fazit:** Effizienzhäuser (EH70, EH55, PH) mit hohem solaren Deckungsgrad weisen einen geringeren Endenergiebedarf auf, als Gebäude, die verstärkt auf die Gebäudehülle und weniger Anlagentechnik setzen, d.h. sie sind sparsamer

Ergebnisse EFH mit Lüftungsanlage

Primärenergiebedarf

13



Erläuterung:

KfW-EH = KfW-Effizienzhaus, PH = Passivhaus, PHH = Passivhaushülle

Passivhaus-Varianten mit Lüftungsanlage

Orange Linie: Primärenergiebedarf des KfW-Effizienzhaus 70 Pellet Solar 60

Ergebnisse

Primärenergiebedarf

14



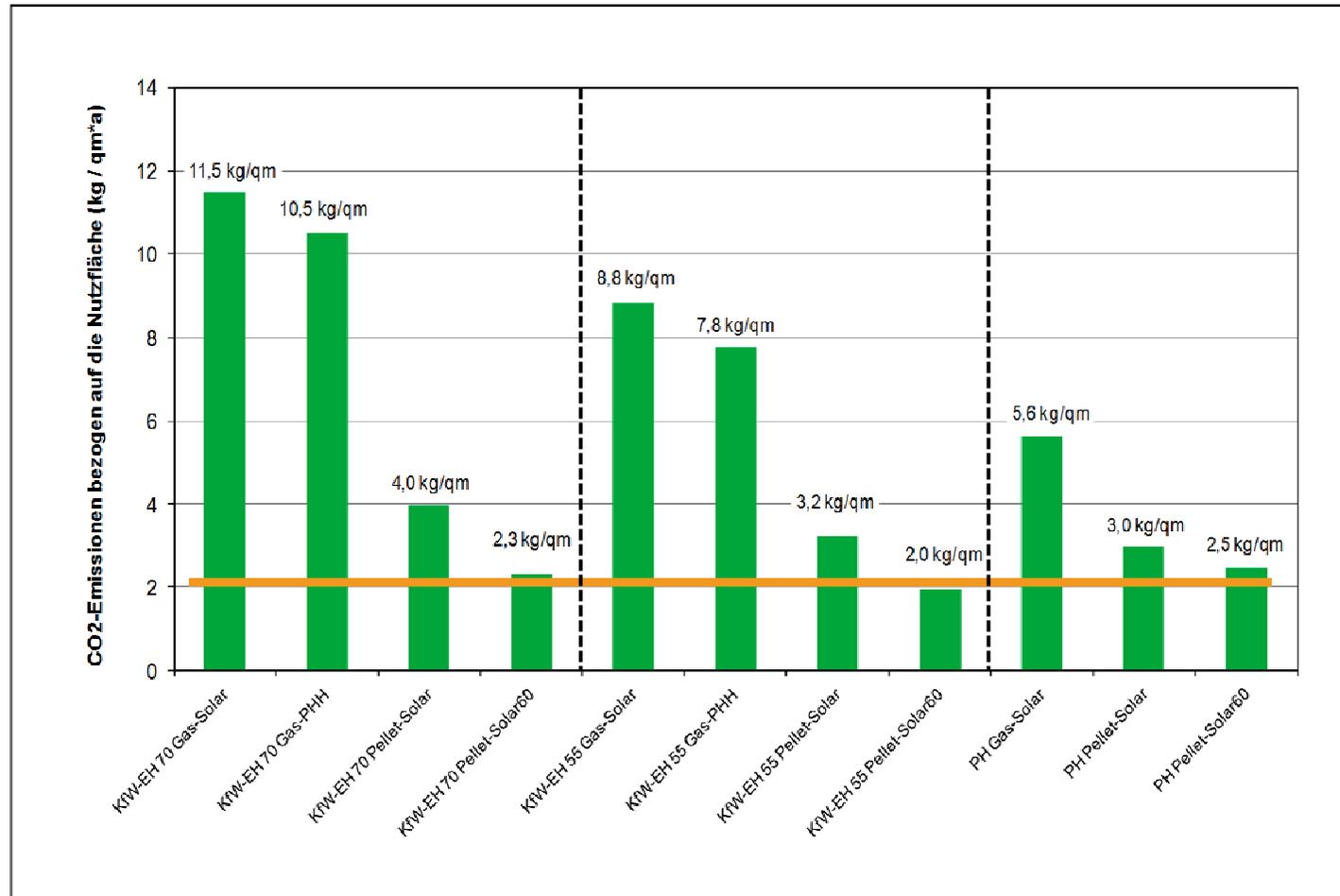
- Effizienzhäuser mit hohem solarthermischen Deckungsgrad (SD 60%) weisen den geringsten Primärenergiebedarf auf
- Effizienzhäuser mit hohem solarthermischen Deckungsgrad (SD 60%) erfordern im Vergleich mit den Varianten PelletSolar den geringeren Einsatz des Rohstoffes Pellets (Nachhaltigkeit), deshalb schneiden sie mit einem geringeren Primärenergiebedarf ab
- Das KfW-Effizienzhaus-70 mit 60% solarthermischer Deckung weist einen deutlich geringeren Primärenergiebedarf auf, als ein Passivhaus mit der Heizungsvariante Gas-Solar und ein Passivhaus mit der Heizungsvariante Pellet-Solar („Solarthermie ist ökologischer als nur Dämmung mit wenig Anlagentechnik“)
- Das KfW-Effizienzhaus-70 mit 60% solarer Deckung weist den gleichen Primärenergiebedarf auf, wie ein Passivhaus mit 60% solarer Deckung („Solarthermie ist ökologischer als nur Dämmung“) - (Passivhaus mit Lüftungsanlage)

Fazit

Primärenergiebedarf

- Fazit: Die KfW-Effizienzhäuser-70+55 mit hohem solaren Deckungsgrad weisen einen wesentlich geringeren Primärenergiebedarf auf, als Gebäude, die verstärkt auf die Gebäudehülle und weniger Anlagentechnik setzen
- Die KfW-Effizienzhaus-Förderung wird dieser Tatsache nicht gerecht (Koppelung mit hohem Standard Gebäudehülle über Transmissionswärmeverlust sollte überarbeitet werden)

Ergebnisse EFH CO2-Emissionen



Erläuterung:

KfW-EH = KfW-Effizienzhaus, PH = Passivhaus, PHH = Passivhaushülle
Passivhaus-Varianten mit Lüftungsanlage

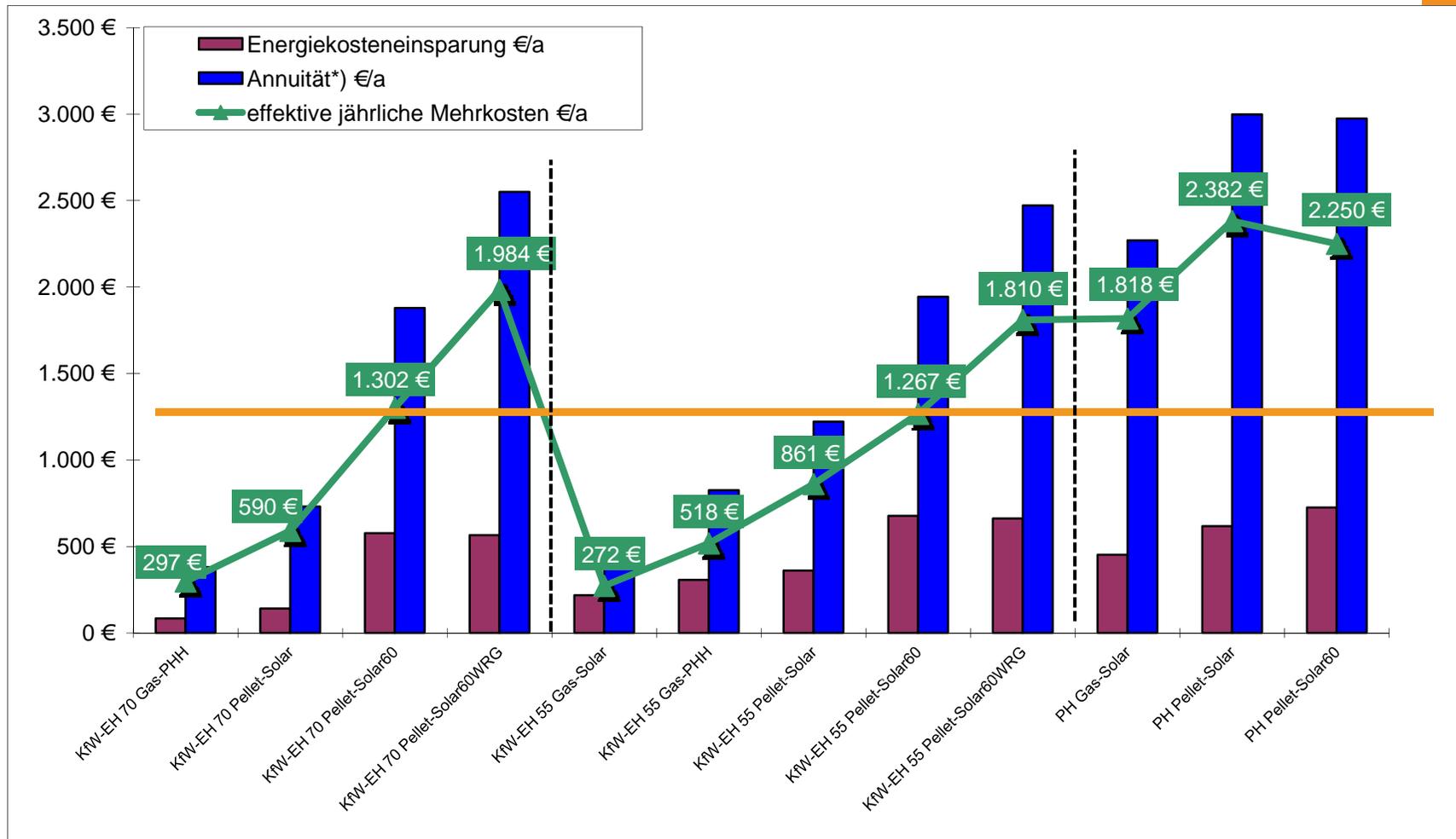
Orange Linie: CO2-Emissionen des KfW-Effizienzhaus 70 Pellet Solar60

Ergebnisse

CO2-Emissionen

- Die KfW-Effizienzhäuser 70 + 55 und das Passivhaus kombiniert mit einer Heizung mit 60% solarthermischer Deckung weisen den geringsten CO2-Ausstoß auf (< 3 kg CO2 pro Jahr pro qm Nutzfläche)
- Der Gebäudetyp KfW-Effizienzhäuser 70 mit einer Heizung mit 60% solarthermischer Deckung weist einen um den Faktor 2,4 geringeren CO2-Ausstoß auf, als ein Passivhaus mit einer Heizung Gas-Solar
- ➔ Fazit: Effizienzhäuser kombiniert mit einer Heizung mit hohem solaren Deckungsgrad weisen einen deutlich geringeren CO2-Ausstoß auf, als Gebäude, die verstärkt auf die Gebäudehülle und weniger erneuerbare Anlagentechnik setzen
- ➔ „Mehr Solartechnik“ bringt höhere CO2-Einsparung als „Mehr Dämmung“

Ergebnisse Wirtschaftlichkeit – Mehrinvestition und Einsparung von Energiekosten



Erläuterung: Vergleichsbasis KfW-Effizienzhaus 70 Gas-Solar – Preissteigerung 4 %
 KfW-EH = KfW-Effizienzhaus, PH = Passivhaus, PHH = Passivhaushülle
 Passivhaus-Varianten mit Lüftungsanlage
 Orange Linie: effektive jährliche Mehrkosten des KfW-Effizienzhaus 70 Pellet-Solar60

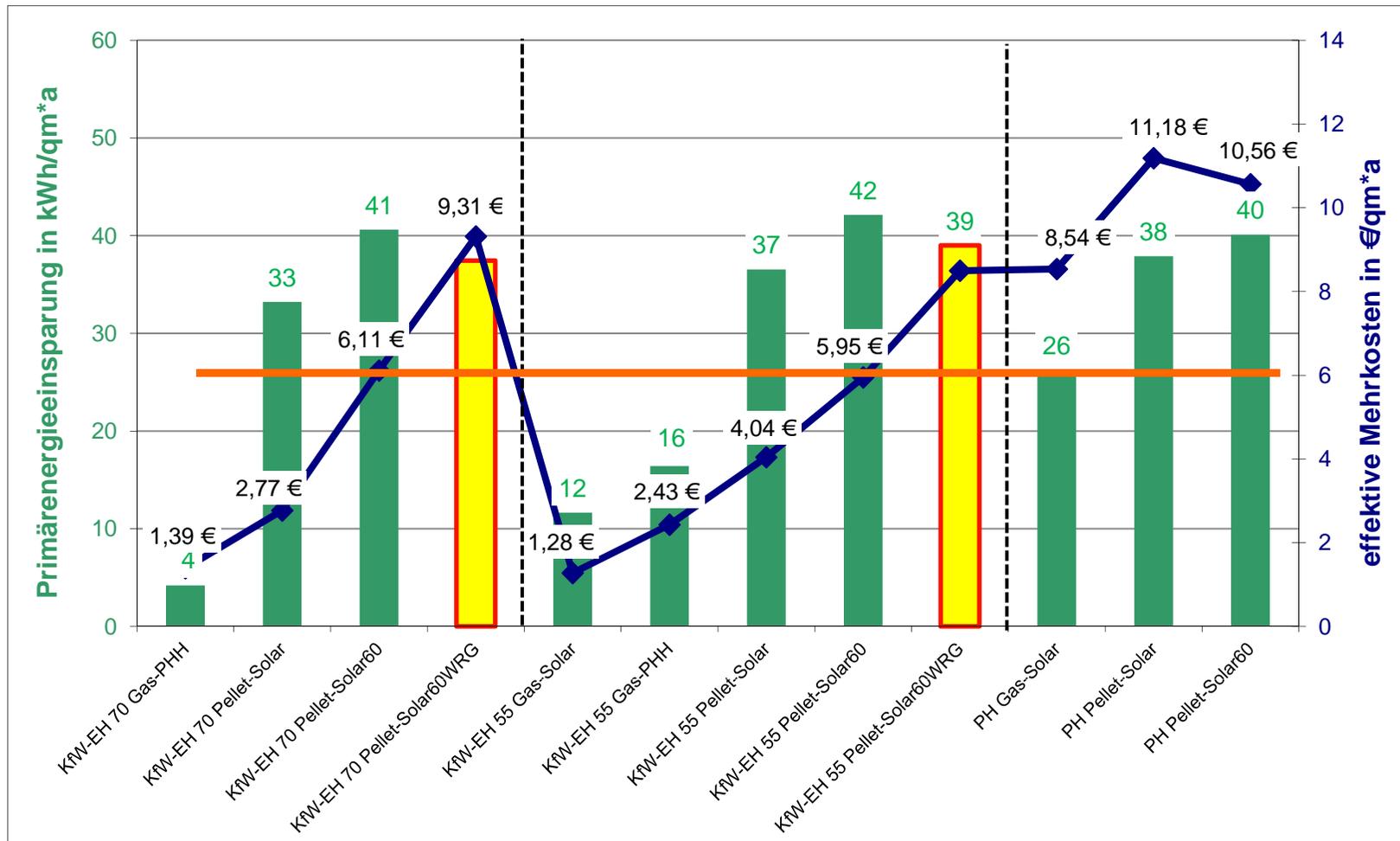
Wirtschaftlichkeit – Mehrkosten und Einsparung von Energiekosten

23



- Annuitätenberechnung Kreditlaufzeit 20 Jahre, Kollektoranlage Lebensdauer > 30 Jahre
 - Die Mehrkosten übersteigen bei allen Varianten die jährliche Einsparung an Energiekosten, keine Variante ist „wirtschaftlich“
 - Effizienzhäuser KfW-EH 70 + 55 mit einer Heizung mit hohem solaren Deckungsgrad (SD 60%) weisen deutlich geringere effektive jährliche Mehrkosten auf, als die Gebäudevarianten mit sehr weit optimierter Gebäudehülle (Passivhausvarianten)
- **Fazit:** „Mehr Solar“ ist günstiger als „Mehr Dämmung“

Ergebnisse EFH mit Lüftungsanlage Primärenergieeinsparung und Mehrkosten



Erläuterung: Vergleichsbasis KfW-Effizienzhaus 70 Gas-Solar – Preissteigerung 4 %
 KfW-EH = KfW-Effizienzhaus, PH = Passivhaus, PHH = Passivhaushülle
 Passivhaus-Varianten mit Lüftungsanlage
 Orange Linie: effektive jährliche Mehrkosten des KfW-Effizienzhaus 70 Pellet-Solar60

Ergebnisse

Primärenergieeinsparung und Mehrkosten

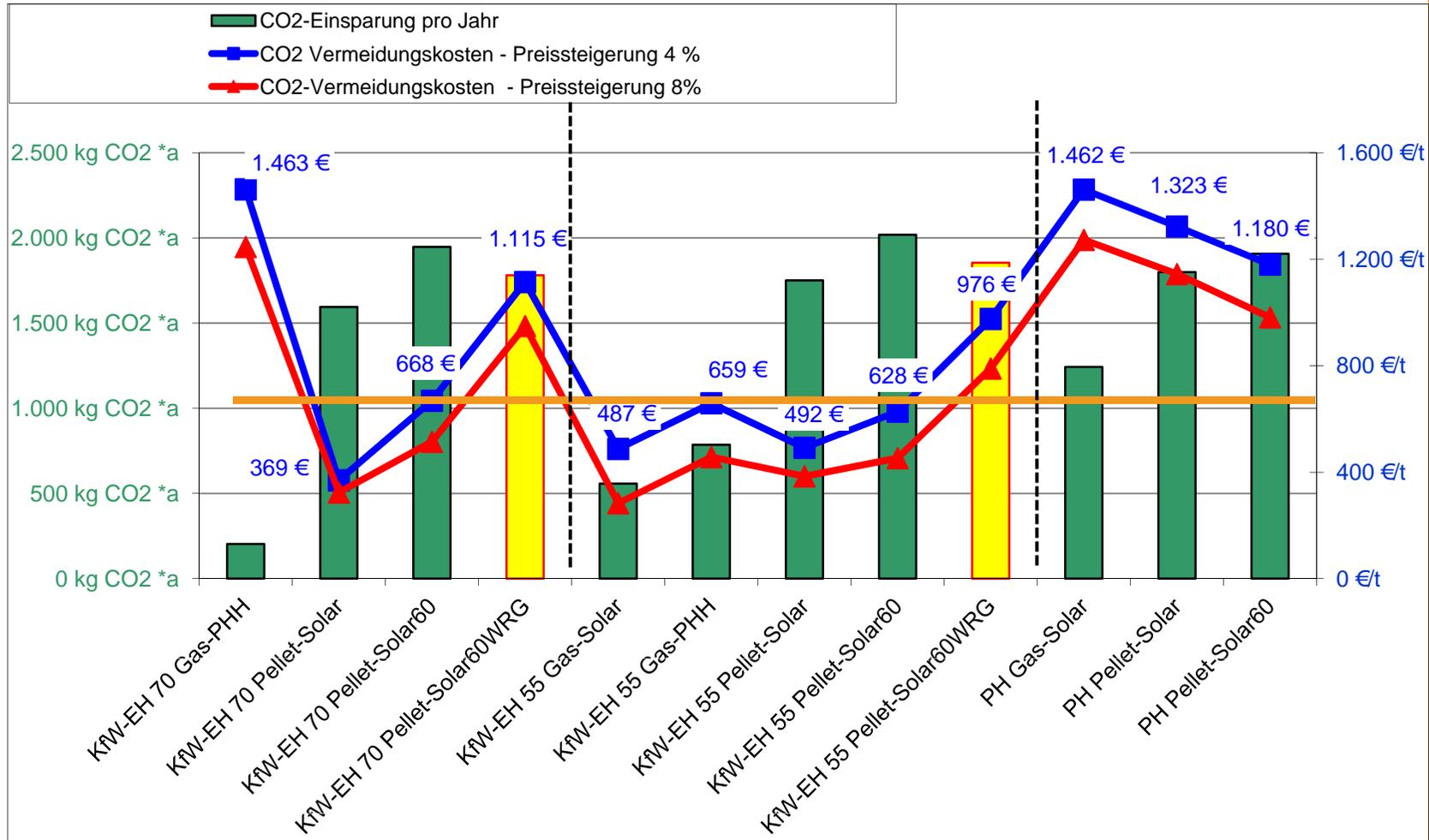
26



- Die höchste Primärenergieeinsparung weisen Effizienzgebäude auf, die über eine Heizung mit hohem solarem Deckungsgrad verfügen.
 - Die höchsten effektiven Mehrkosten (bezogen auf die Nutzfläche,) liegen bei den Gebäudevariante mit sehr weit optimierter Gebäudehülle (Passivhaus+GasSolar, Passivhaus+PelletSolar und Passivhaus+PelletSolar60); die Ursache liegt in den hohen Kosten der weiteren Optimierung der Gebäudehülle (abnehmender Grenzwertnutzen), bei gleichzeitig geringerer Primärenergieeinsparung im Vergleich zu Effizienzgebäuden, die über eine Heizung mit hohem solarem Deckungsgrad verfügen
 - Die Effizienzhäuser 70+55 mit hohem solaren Deckungsgrad schneiden mit deutlich höherer Primärenergieeinsparung ab, als die Gebäudevarianten mit sehr weit optimierter Gebäudehülle und verursachen im Vergleich geringere Mehrkosten; „Mehr Solarthermie“ ist günstiger als „Mehr Dämmung“
 - Das KfW-Effizienzhaus70 mit der Heizungsvariante Pellet+Solar60 besitzt Mehrkosten von rund 6,10 € pro Quadratmeter Nutzfläche. Dieses Gebäude weist **um den Faktor 1,8 niedrigere Mehrkosten** auf, als die Gebäudevariante Passivhaus mit Heizung Pellet-Solar bei gleichzeitig höherer Primärenergie-Einsparung
- Fazit: Effizienzhäuser, die eine Heizung mit hohem solarem Deckungsgrad besitzen, weisen wesentlich geringere Mehrkosten auf, als Gebäude mit sehr gut optimierter Gebäudehülle (Passivhausvarianten) und erzielen gleichzeitig eine höhere Primärenergieeinsparung

Ergebnisse

CO2-Vermeidungskosten – Preissteigerung 4 % und 8%



Erläuterung: Vergleichsbasis KfW-Effizienzhaus 70 Gas-Solar – Preissteigerung 4 % und 8%
 KfW-EH = KfW-Effizienzhaus, PH = Passivhaus, PHH = Passivhaushülle
 Passivhaus-Varianten mit Lüftungsanlage

Ergebnisse

CO2-Vermeidungskosten

28



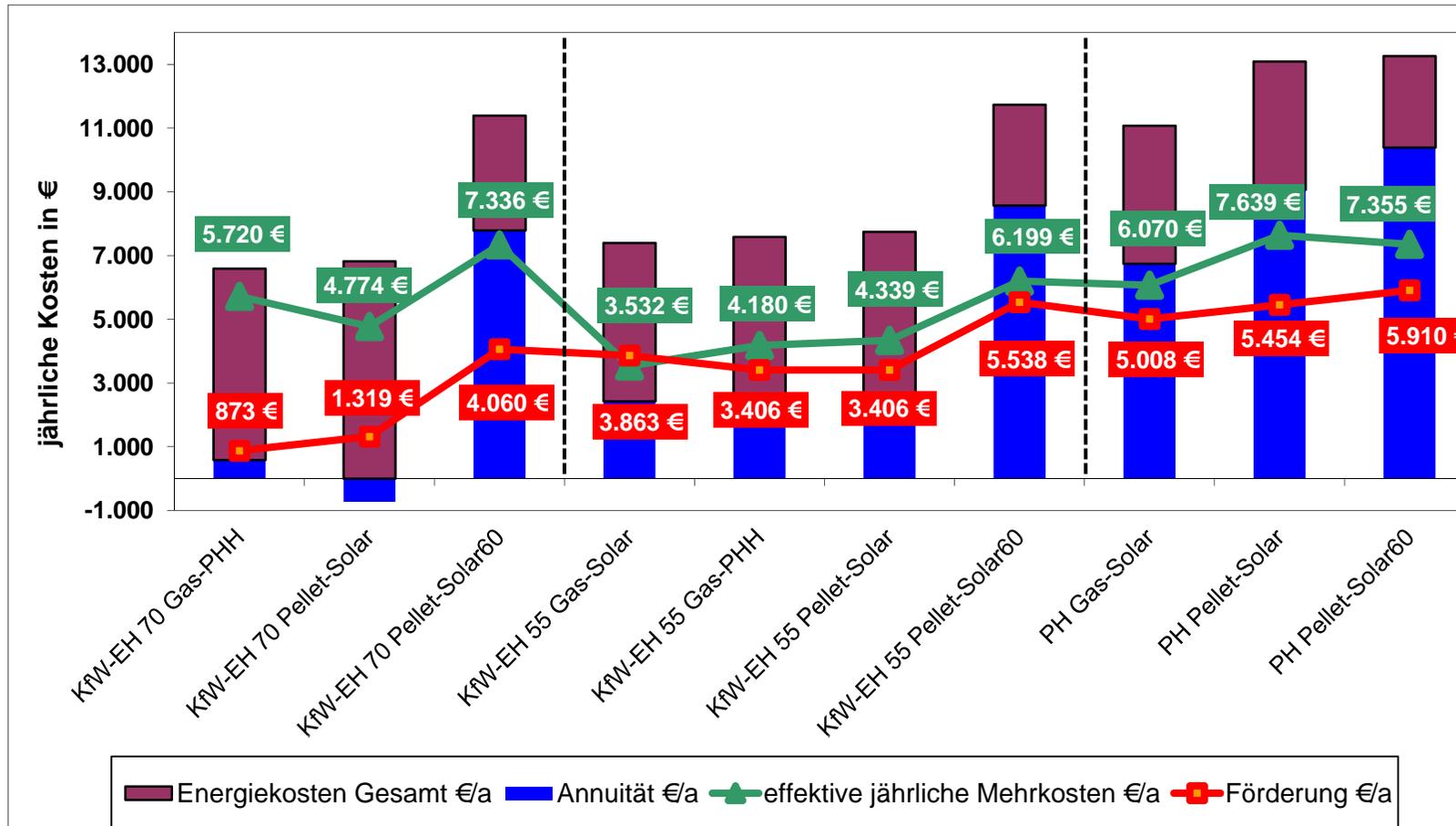
- Die höchste CO2-Vermeidung weisen Effizienzgebäude auf, die über eine Heizung mit hohem solarem Deckungsgrad verfügen
 - Die höchsten CO2-Vermeidungskosten liegen bei der Gebäudevariante Effizienzhaus70 mit optimierter Gebäudehülle+Gasheizung und dem Passivhaus mit der Heizungsvariante Gas+Solar
 - Die Effizienzhäuser 70+55 mit hohem solarem Deckungsgrad schneiden mit deutlich geringeren CO2-Vermeidungskosten ab, als Gebäudevariante mit sehr weit optimierter Gebäudehülle (Passivhaus+GasSolar, Passivhaus+PelletSolar und Passivhaus+PelletSolar60); die Ursache liegt in den hohen Kosten der weiteren Optimierung der Gebäudehülle (abnehmender Grenzwertnutzen) „Mehr Solarthermie“ ist günstiger als „Mehr Dämmung“
 - Das KfW-Effizienzhaus70 mit der Heizungsvariante Pellet+Solar60 besitzt CO2-Vermeidungskosten von 668 € pro t CO2. Dieses Gebäude weist **um den Faktor 1,9 niedrigere Vermeidungskosten** auf, als die Gebäudevariante Passivhaus mit Heizung Pellet-Solar bei einer höheren CO2-Einsparung
- ➔ Fazit: Effizienzhäuser, die eine Heizung mit hohem solarem Deckungsgrad besitzen, weisen wesentlich geringere CO2-Vermeidungskosten auf, als Gebäude mit sehr gut optimierter Gebäudehülle (Passivhausvarianten)

Förderung am Beispiel Mehrfamilienhaus



Ergebnisse Mehrkosten bei Mehrfamilienhäuser mit Förderung

30



Erläuterung: Vergleichsbasis KfW-Effizienzhaus 70 Gas-Solar – Energiepreissteigerung 4 %, Kredite (Laufzeit 10 Jahre): „Energieeffizient Bauen“ und „Erneuerbare Energien Premium“

KfW-EH = KfW-Effizienzhaus, PH = Passivhaus, PHH = Passivhaushülle
Passivhaus-Varianten mit Lüftungsanlage

Orange Linie: Effektive jährliche Mehrkosten des KfW-Effizienzhaus 70 Pellet-Solar60

Ergebnisse Mehrkosten bei Mehrfamilienhäuser mit Förderung

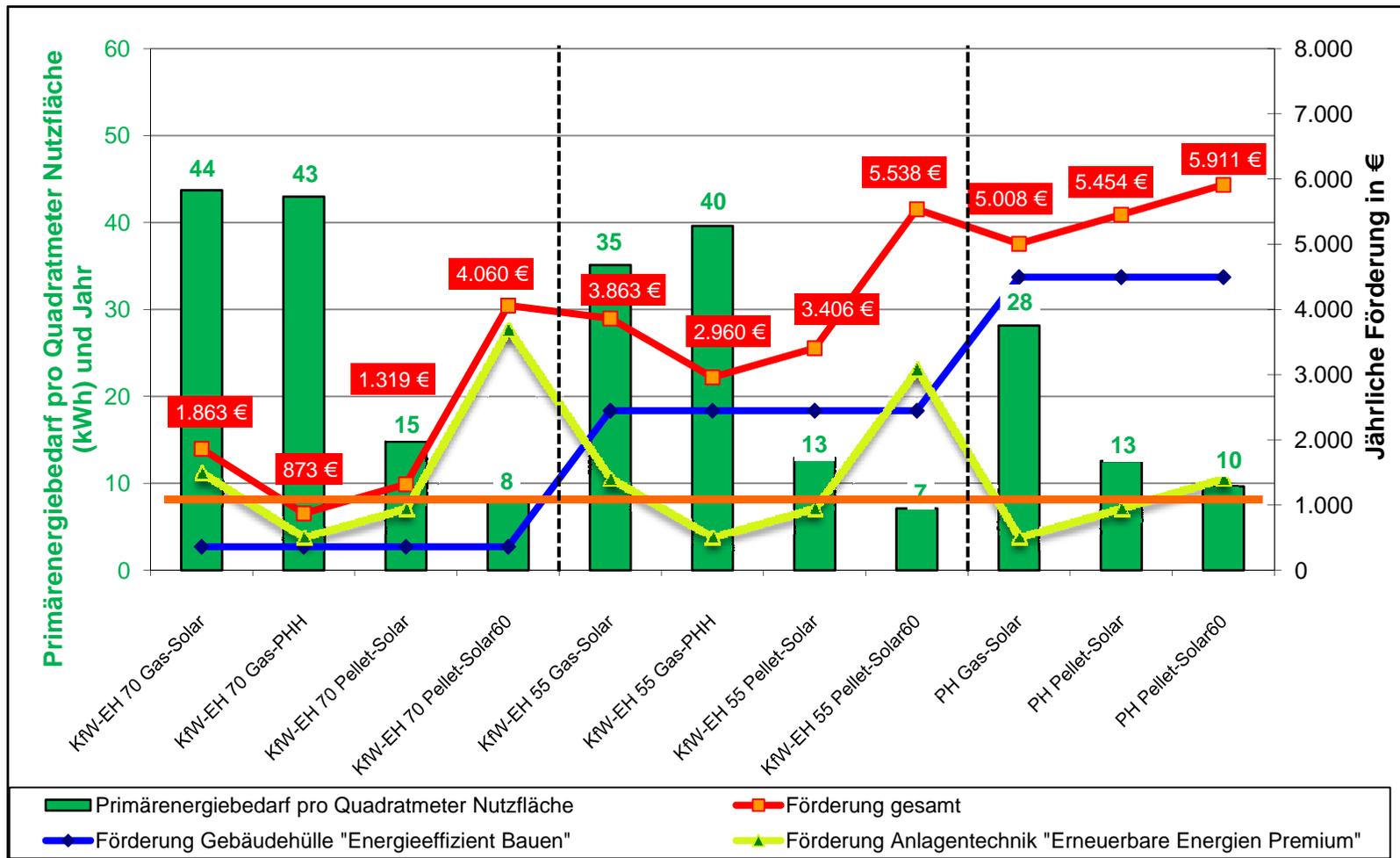
31



- Im Gegensatz zu Ein- und Zweifamilienhäusern besteht bei Mehrfamilienhäusern aktuell neben der Förderung der Gebäudehülle auch eine Förderung der Kollektoranlagen
- Die Effizienzhausvarianten EH70 Pellet Solar60, PH Pellet-Solar und PH Pellet-Solar60 weisen die höchsten effektiven Mehrkosten auf
- Das Effizienzhaus EH55 Pellet-Solar60 weist vergleichbare Mehrkosten auf, wie das Passivhaus mit Heizung Gas-Solar

Ergebnisse MFH

Primärenergiebedarf und Fördereffizienz



Erläuterung:

KfW-EH = KfW-Effizienzhaus, PH = Passivhaus, PHH = Passivhaushülle

Passivhaus-Varianten mit Lüftungsanlage

Orange Linie: Primärenergiebedarf des KfW-Effizienzhaus 70 Pellet-Solar60

Ergebnisse

Primärenergiebedarf und Fördereffizienz

33



- Das Effizienzhaus 70 mit verbesserter Gebäudehülle und Gasheizung (EH 70 Gas-PHH) besitzt den höchsten Primärenergiebedarf und erhält die niedrigste Förderung ⇒ **stimmige Fördereffizienz**
 - Die Effizienzhäuser 70+55 mit der Heizungsvariante Pellet-Solar60 besitzen geringsten Primärenergiebedarf und erhalten aber nicht die höchste Förderung ⇒ **nicht stimmige Fördereffizienz**
- **Fazit:** Die Förderung von Gebäudehülle und erneuerbarer Anlagentechnik, insbesondere der Solarthermie mit hohen Deckungsgraden, sollte auch auf Ein- und Zweifamilienhäuser übertragen werden
- **Fazit:** Die Förderung sollte eine ausgewogene Balance zwischen Dämmung und hohen solaren Deckungsgraden berücksichtigen. Maßstab der Fördereffizienz sollte der Primärenergiebedarf sein, bei einer systemoffenen Betrachtung der Wege „Dämmung“ oder „Solarthermie“

Zusammenfassung

- Effizienzhäuser (EH70, EH55, PH) mit hohem solaren Deckungsgrad weisen einen geringeren Endenergiebedarf auf, als Gebäude, die verstärkt auf die Gebäudehülle und weniger Anlagentechnik setzen,
d.h. „Mehr Solar“ ist sparsamer als „Mehr Dämmung“
- Effizienzhäuser mit hohem solaren Deckungsgrad weisen einen deutlich geringeren Primärenergiebedarf auf, als Gebäude, die verstärkt auf die Gebäudehülle und weniger erneuerbare Anlagentechnik setzen und führen zu den höchsten Einsparungen an Energiekosten,
d.h. „Mehr Solar“ ist ökologischer und wirtschaftlicher als „Mehr Dämmung“
- Effizienzhäuser mit hohem solaren Deckungsgrad weisen eine deutlich höhere Primärenergieeinsparung auf und führen zu geringeren Mehrkosten, als Gebäude, die verstärkt auf die Gebäudehülle und weniger erneuerbare Anlagentechnik setzen,
d.h. „Mehr Solar“ ist ökologischer und wirtschaftlicher als „Mehr Dämmung“
- Effizienzhäuser mit hohem solaren Deckungsgrad weisen einen deutlich geringeren CO₂-Ausstoß auf, als Gebäude, die verstärkt auf die Gebäudehülle und weniger erneuerbare Anlagentechnik setzen
- Effizienzhäuser mit hohem solaren Deckungsgrad weisen wesentlich geringere CO₂-Vermeidungskosten auf, als Gebäude mit sehr gut optimierter Gebäudehülle

Zusammenfassung

- Fazit „Mehr Solartechnik“ bringt höhere CO₂-Einsparung als „Mehr Dämmung“
- Fazit „Mehr Solartechnik“ weist höhere Primärenergieeinsparung und geringere Mehrkosten auf als „Mehr Dämmung“
- Fazit „Mehr Solartechnik“ weist geringere CO₂-Vermeidungskosten auf als „Mehr Dämmung“
- Fazit „Mehr Solartechnik“ ist wirtschaftlicher als „Mehr Dämmung“
- Im Neubau von Ein- und Zweifamilienhäusern werden die KfW-Effizienzhaus-Förderung und das Marktanreizprogramm dieser Tatsache nicht gerecht
- Im Bereich Mehrfamilienhäuser werden die KfW-Effizienzhaus-Förderung und das Programm Erneuerbare Energien Premium dieser Tatsache teilweise gerecht; eine Optimierung der Fördereffizienz im Hinblick auf Primärenergie- oder CO₂-Einsparung ist zu prüfen

Konsequenzen für die Solarthermieförderung

36



Marktanreizprogramm - MAP:

- Aufnahme der Neubauförderung bei Ein- und Zweifamilienhäusern für Kollektoren in Gebäuden mit hohem solaren Deckungsgrad

Ergänzungen/Optimierung der KfW-Effizienzhaus-Förderung:

- Systemoffene Rahmenbedingungen durch Koppelung der Förderstufen ab dem KfW-Effizienzhaus 70 nur an den Primärenergiebedarf/CO₂-Vermeidung

Umsetzung der **EU-Gebäuderichtlinie** in nationales Recht (ENEV 2012?):

- Verankerung von Gebäuden mit hohem solaren Deckungsgrad, Umsetzung der EU-Richtlinie darf sich nicht in Richtung Gebäudehülle verschieben („Dämmung“)

EnEV-Berechnung

- Definition der Schnittstelle zwischen EnEV-Nachweis u. Solarsimulation
- Vereinheitlichung des Berechnungsverfahrens im Rahmen der Solarsimulation

Wirtschaftlichkeitsberechnung nach VDI 2067

- Überprüfung der Standardwerte der DIN: z.B. Wartungskosten für Solaranlagen Grundeinstellung 3%,
- Wahrscheinlichkeit der Brennstoffkostenentwicklung als „Sicherheitsfaktor“