

Vergleich von Systemen zur Heizung und Warmwasserbereitung

JAHRESTAG „ENERGIEBERATUNG 2019“



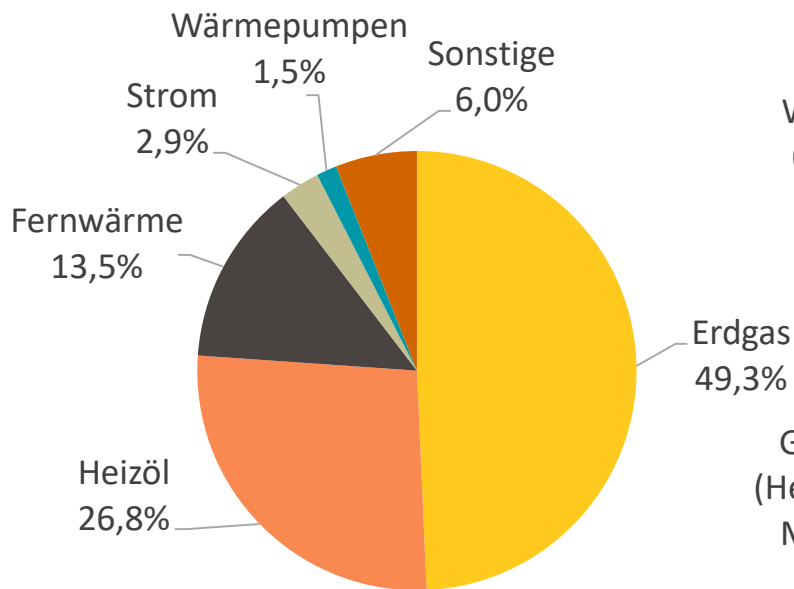
Prof. Bert Oschatz
Jena, den 27.06.2019

Anteile der genutzten Energieträger und Wärmeerzeuger im Bestand

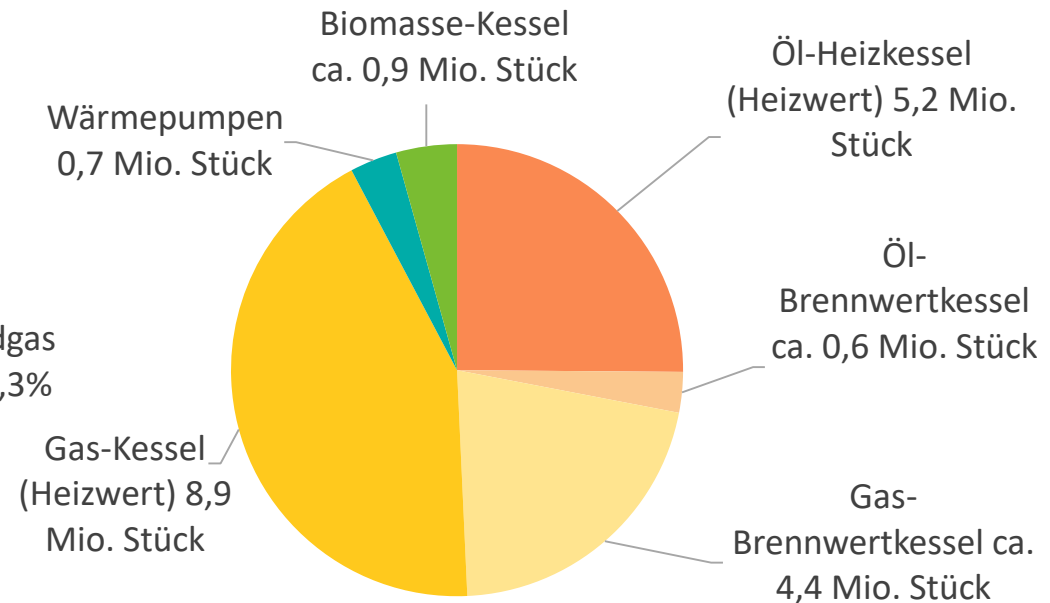
→ Derzeit rund 41 Mio. Wohnungen in Ein- und Mehrfamilienhäusern mit ca. 21 Mio. Wärmeerzeugern im Bestand dazu:

- 363.000 Fernwärmeanschlüsse für ca. 5,5 Mio. WE
- ca. 1,2 Mio. Nachtspeicherheizungsanlagen und
- 2,0 Mio. thermische Solaranlagen mit 18,4 Mio. m² Fläche

Energieträger



Wärmeerzeuger



Anlagensysteme im Neubau (BDEW-HKV Neubau 2016)

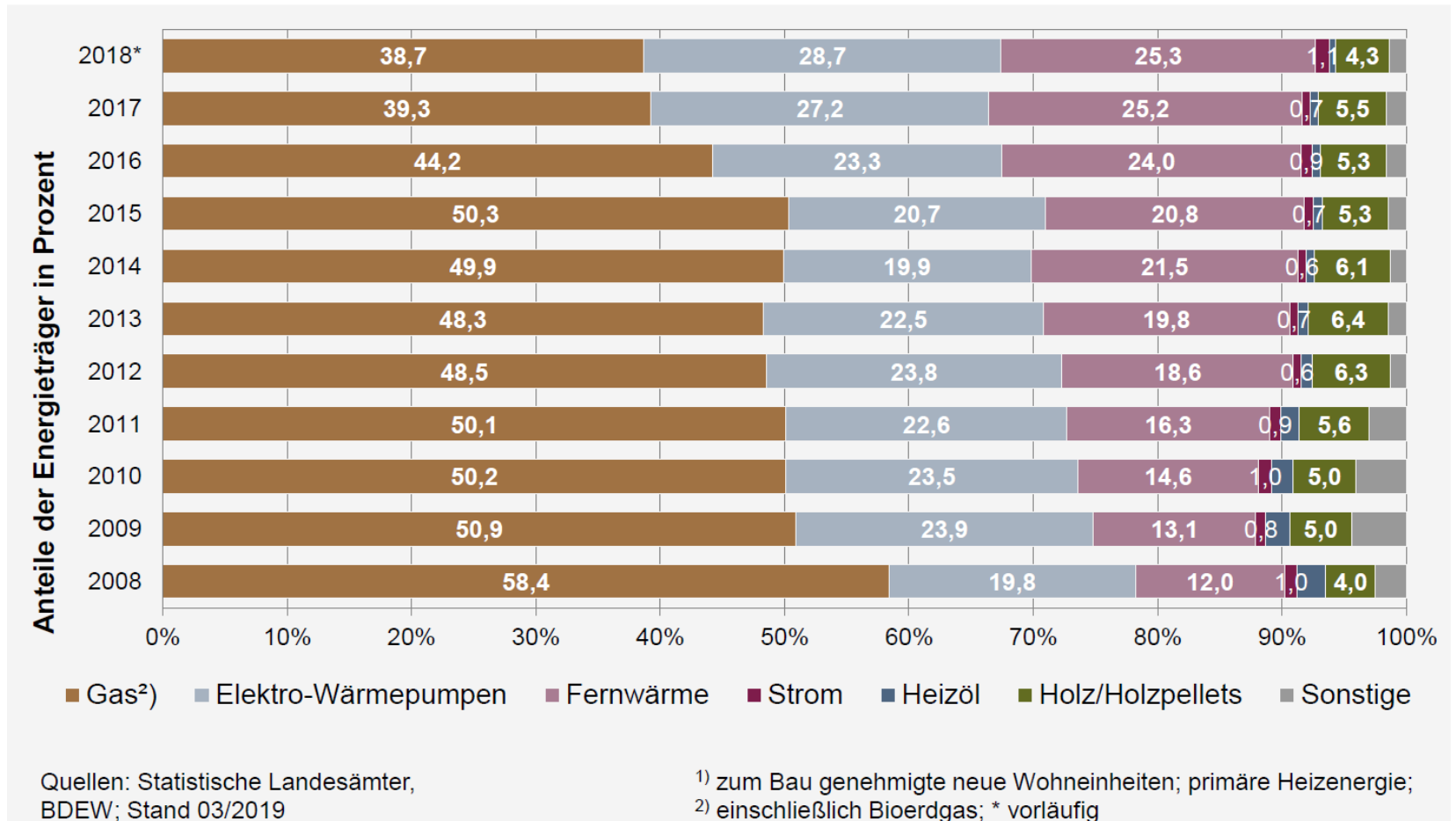
Anlagensysteme im Neubau Gebäude und Wärmeschutzniveaus

➤ Einfamilienhaus und 6-Familienhaus

Wärmeschutzniveau	Ausführung	
EnEV-Mindestwärmeschutz	Gebäudereferenzausführung	$H'_{T,Referenzgebäude}$
Typischer baulicher Wärmeschutz	verbessert	$85 \% \times H'_{T,Referenzgebäude}$
KfW Effizienzhaus 55 (nur EFH)	Anforderungen KfW-EH 55	$70 \% \times H'_{T,Referenzgebäude}$

- Jeweils einheitlicher baulicher Wärmeschutz bei allen Anlagenvarianten
- Keine Betrachtung baulicher Kosten zur Erreichung des jeweiligen Wärmeschutzniveaus
- Einhaltung der Anforderungen der EnEV an Bauvorhaben ab 01.01.2016 bzw. der Anforderungen an ein KfW-Effizienzhaus 55 sowie der Anforderungen des EEWärmeG

Beheizung Wohnungsneubau in Deutschland



Quelle: BDEW Bundesverband der Energie und Wasserwirtschaft e.V.

Anlagensysteme im Neubau Randbedingungen

Kostenvergleich: Jahresgesamtkosten

- Verbrauchsgebundene Kosten
- Kapitalgebundene Kosten (einschließlich Instandsetzung)
 - Keine Berücksichtigung von Förderungen
- Betriebsgebundene Kosten

Energiekennwerte

- Energiebedarfsberechnung nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10
- Zugrundelegung technischer Mindestanforderungen (z.B. EEWärmeG)

CO₂-Emissionen

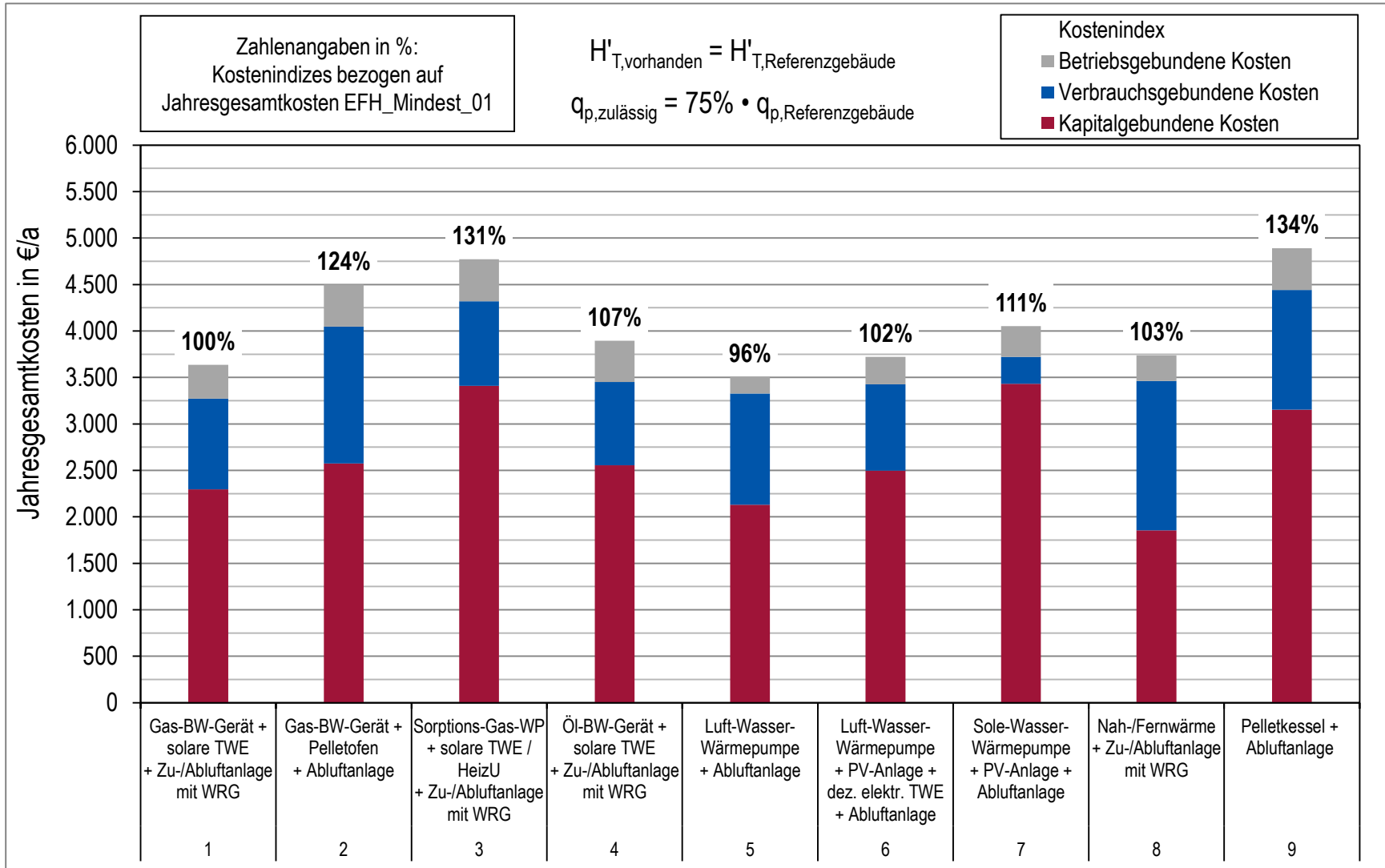
- Ökologische Bewertung der Heizungsvarianten

Systembeschreibungen

EFH mit EnEV-Mindestwärmeschutz

Variante	
1	Gas-BW-Gerät + solare TWE + Zu-/Abluftanlage mit WRG
2	Gas-BW-Gerät + Pelletofen + Abluftanlage
3	Sorptions-Gas-WP + solare TWE / HeizU + Zu-/Abluftanlage mit WRG
4	Öl-BW-Gerät + solare TWE + Zu-/Abluftanlage mit WRG
5	Luft-Wasser-Wärmepumpe + Abluftanlage
6	Luft-Wasser-Wärmepumpe + PV-Anlage + dez. elektr. TWE + Abluftanlage
7	Sole-Wasser-Wärmepumpe + PV-Anlage + Abluftanlage
8	Nah-/Fernwärme + Zu-/Abluftanlage mit WRG
9	Pelletkessel + Abluftanlage

EFH - EnEV-Mindestwärmeschutz

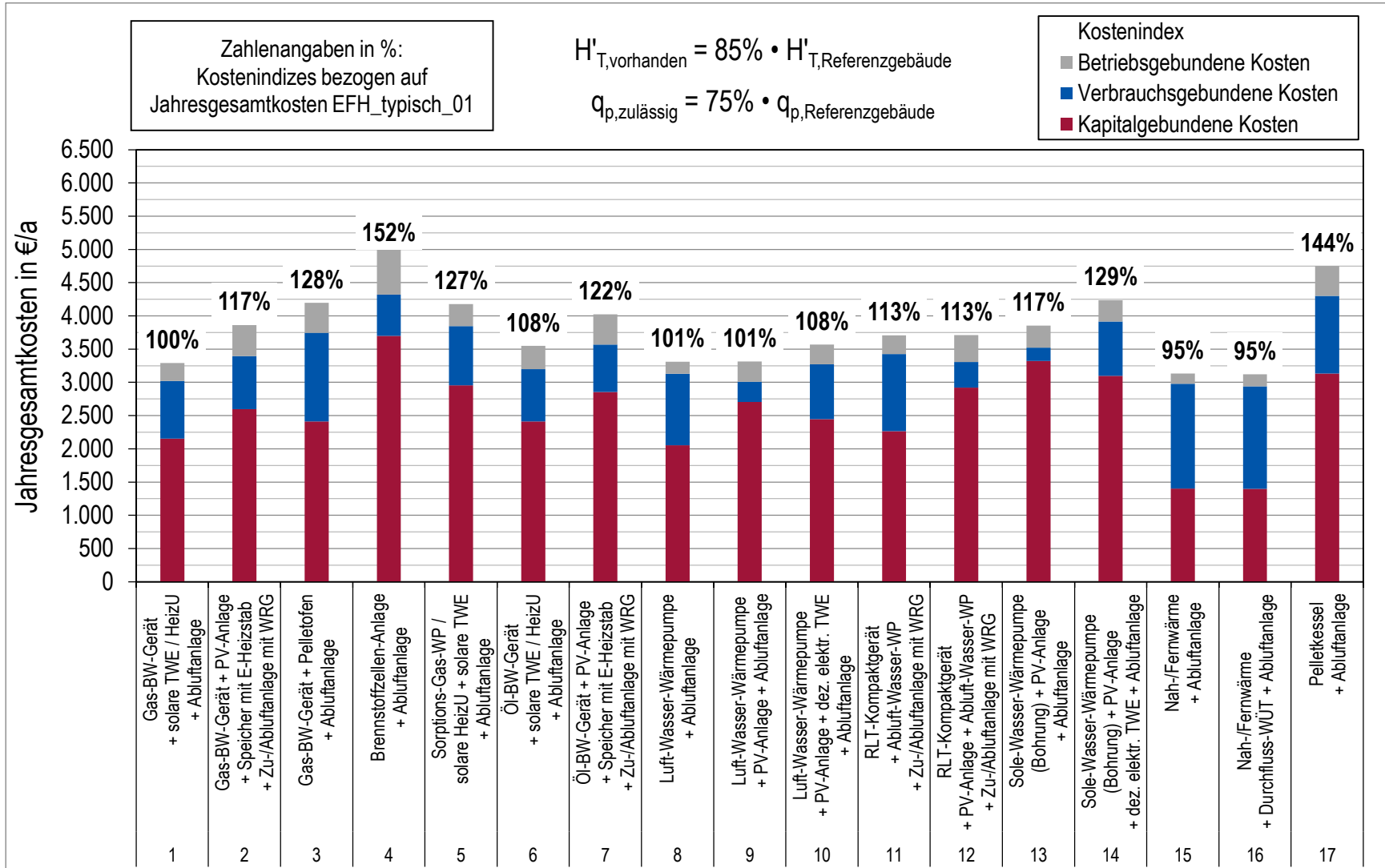


Systembeschreibungen

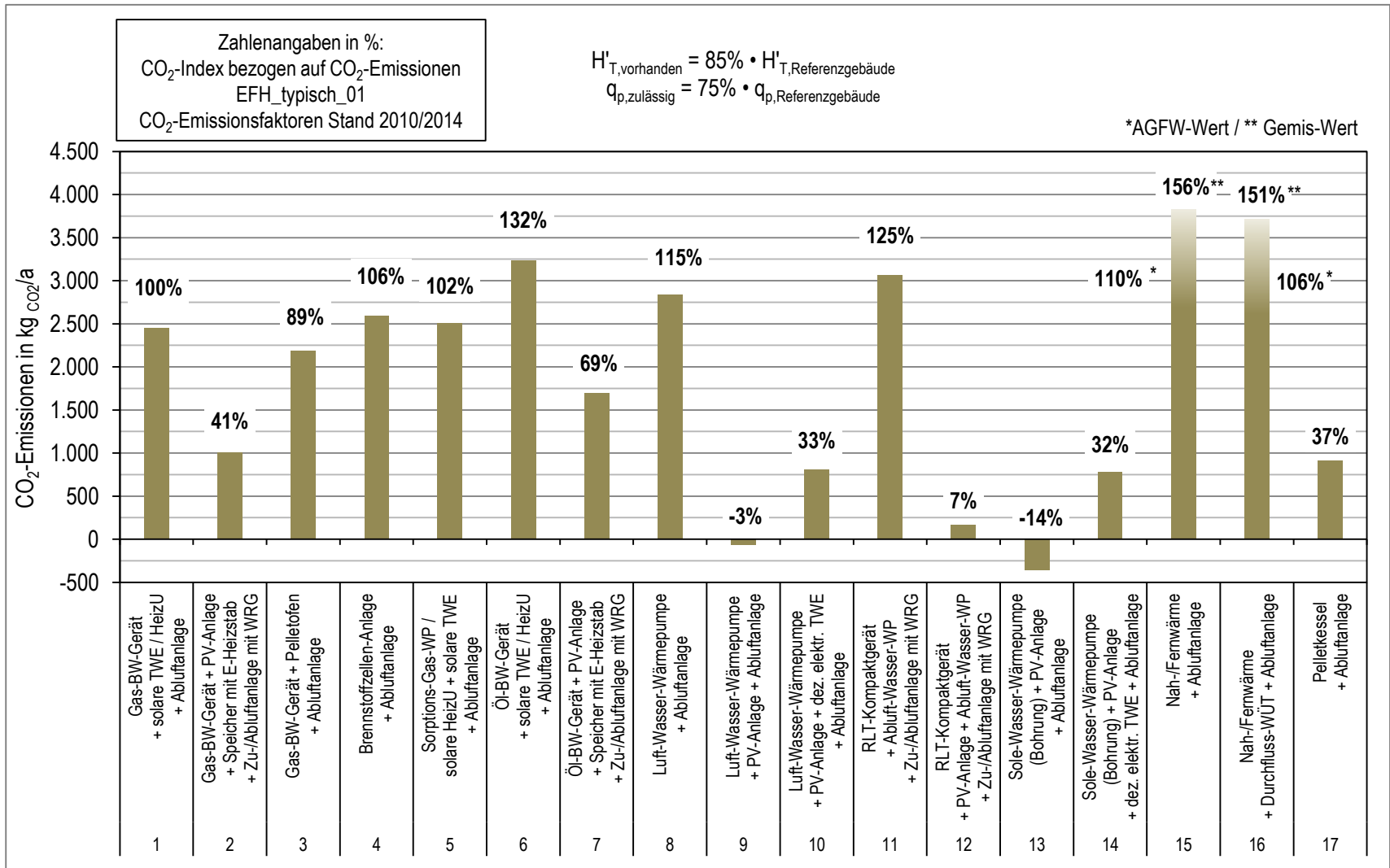
EFH - typischer baulicher Wärmeschutz

Variante	
1	Gas-BW-Gerät + solare TWE / HeizU + Abluftanlage
2	Gas-BW-Gerät + PV-Anlage + Speicher mit E-Heizstab + Zu-/Abluftanlage WRG
3	Gas-BW-Gerät + Pelletofen + Abluftanlage
4	Brennstoffzellen-Anlage + Abluftanlage
5	Sorptions-Gas-WP / solare HeizU + solare TWE + Abluftanlage
6	Öl-BW-Gerät + solare TWE / HeizU + Abluftanlage
7	Öl-BW-Gerät + PV-Anlage + Speicher mit E-Heizstab + Zu-/Abluftanlage WRG
8	Luft-Wasser-Wärmepumpe + Abluftanlage
9	Luft-Wasser-Wärmepumpe + PV-Anlage + Abluftanlage
10	Luft-Wasser-Wärmepumpe + PV-Anlage + dez. elektr. TWE + Abluftanlage
11	RLT-Kompaktgerät + Abluft-Wasser-WP + Zu-/Abluftanlage mit WRG
12	RLT-Kompaktgerät + PV-Anlage + Abluft-Wasser-WP + Zu-/Abluftanlage WRG
13	Sole-Wasser-Wärmepumpe (Bohrung) + PV-Anlage + Abluftanlage
14	Sole-Wasser-Wärmepumpe (Bohrung) + PV-Anlage + dez. elektr. TWE + Abluftanlage
15	Nah-/Fernwärme + Abluftanlage
16	Nah-/Fernwärme + Durchfluss-WÜT + Abluftanlage
17	Pelletkessel + Abluftanlage

EFH – typischer baulicher Wärmeschutz



CO₂-Emissionen EFH - typischer baulicher Wärmeschutz



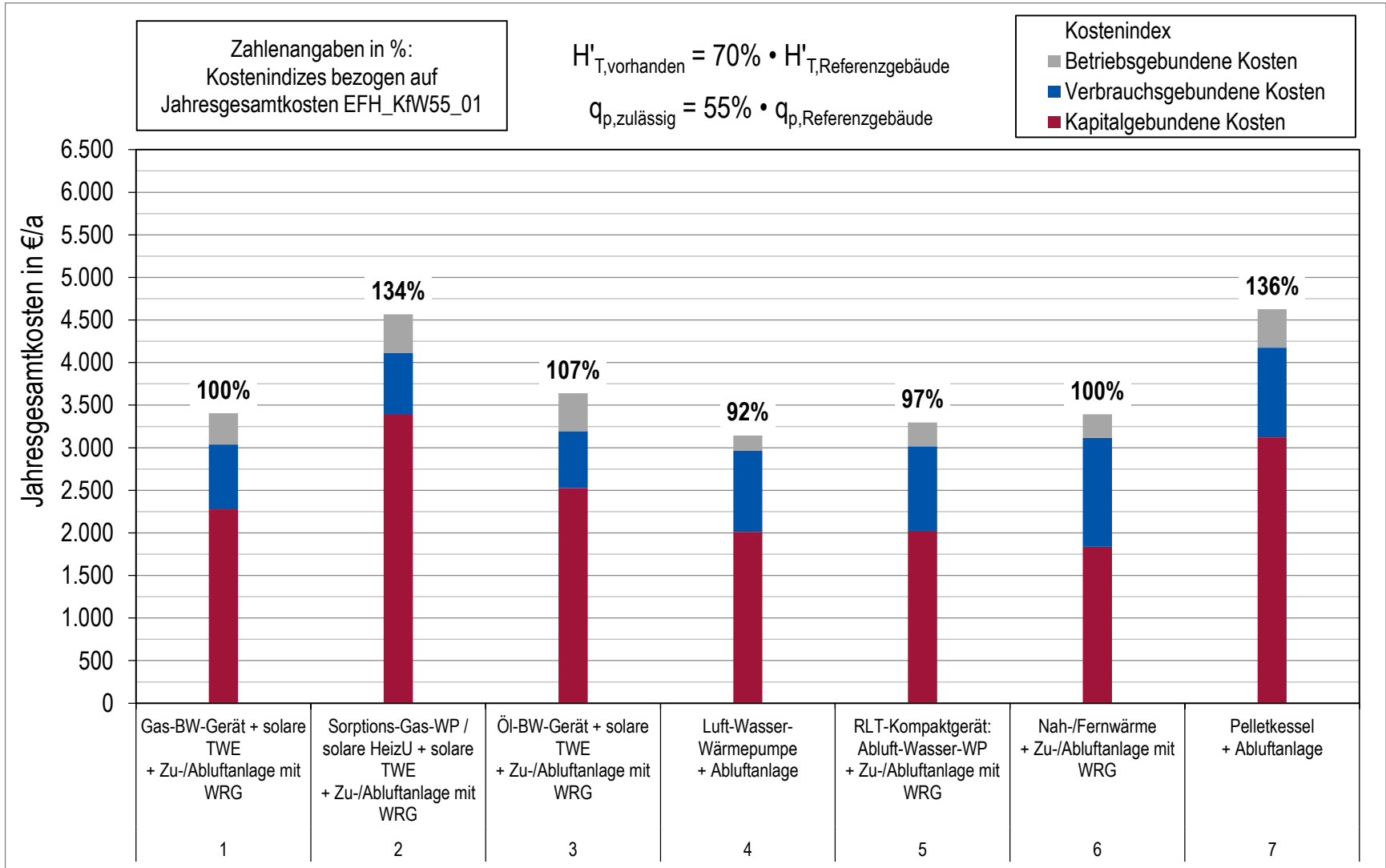
Systembeschreibungen

EFH - KfW Effizienzhaus 55

Variante

- | | |
|---|---|
| 1 | Gas-BW-Gerät + solare TWE + Zu-/Abluftanlage mit WRG |
| 2 | Sorptions-Gas-WP / solare HeizU + solare TWE + Zu-/Abluftanlage mit WRG |
| 3 | Öl-BW-Gerät + solare TWE + Zu-/Abluftanlage mit WRG |
| 4 | Luft-Wasser-Wärmepumpe + Abluftanlage |
| 5 | RLT-Kompaktgerät: Abluft-Wasser-WP + Zu-/Abluftanlage mit WRG |
| 6 | Nah-/Fernwärme + Zu-/Abluftanlage mit WRG |
| 7 | Pelletkessel + Abluftanlage |

EFH – KfW Effizienzhaus 55



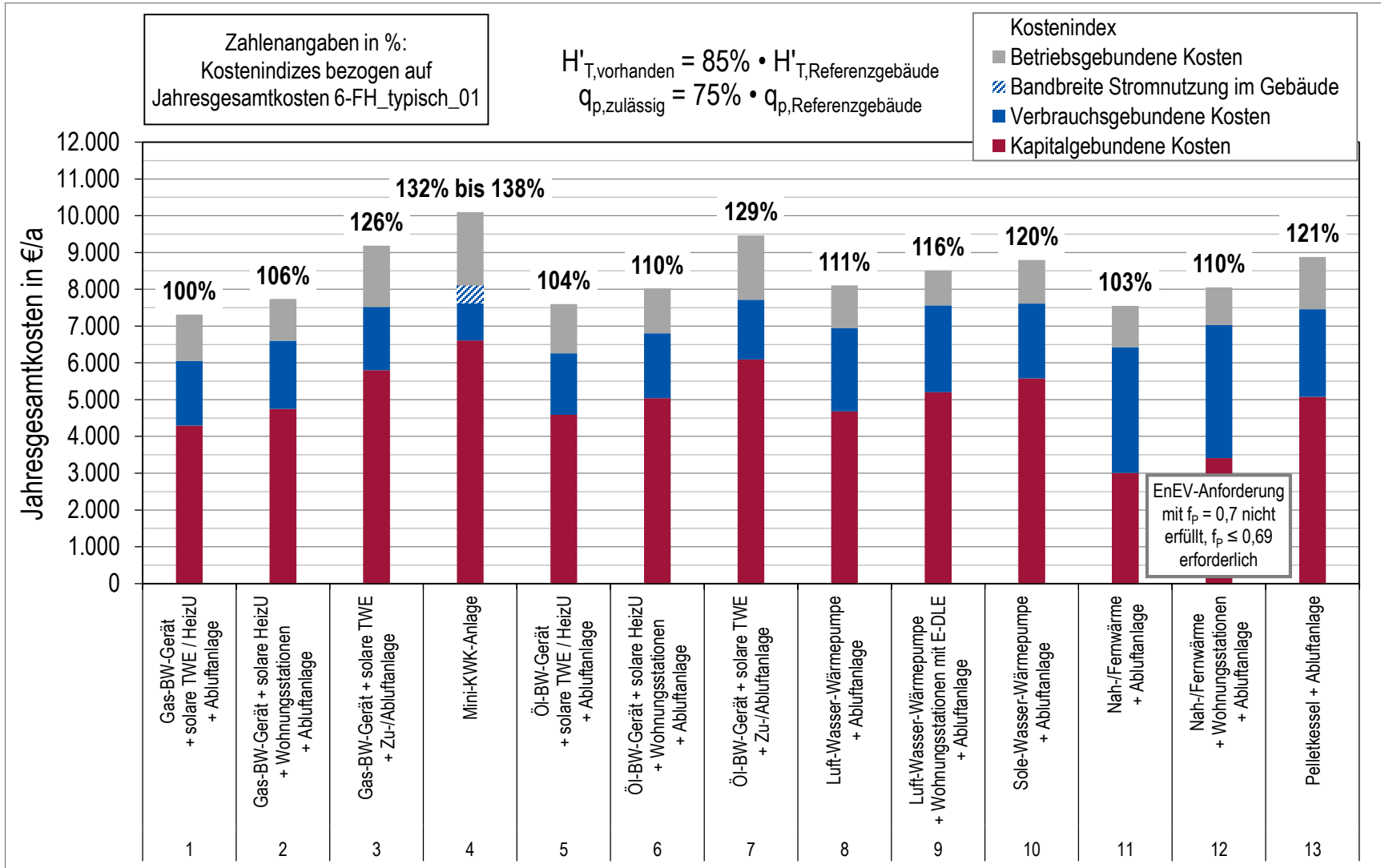
Systembeschreibungen

6-FH - typischer baulicher Wärmeschutz

Variante

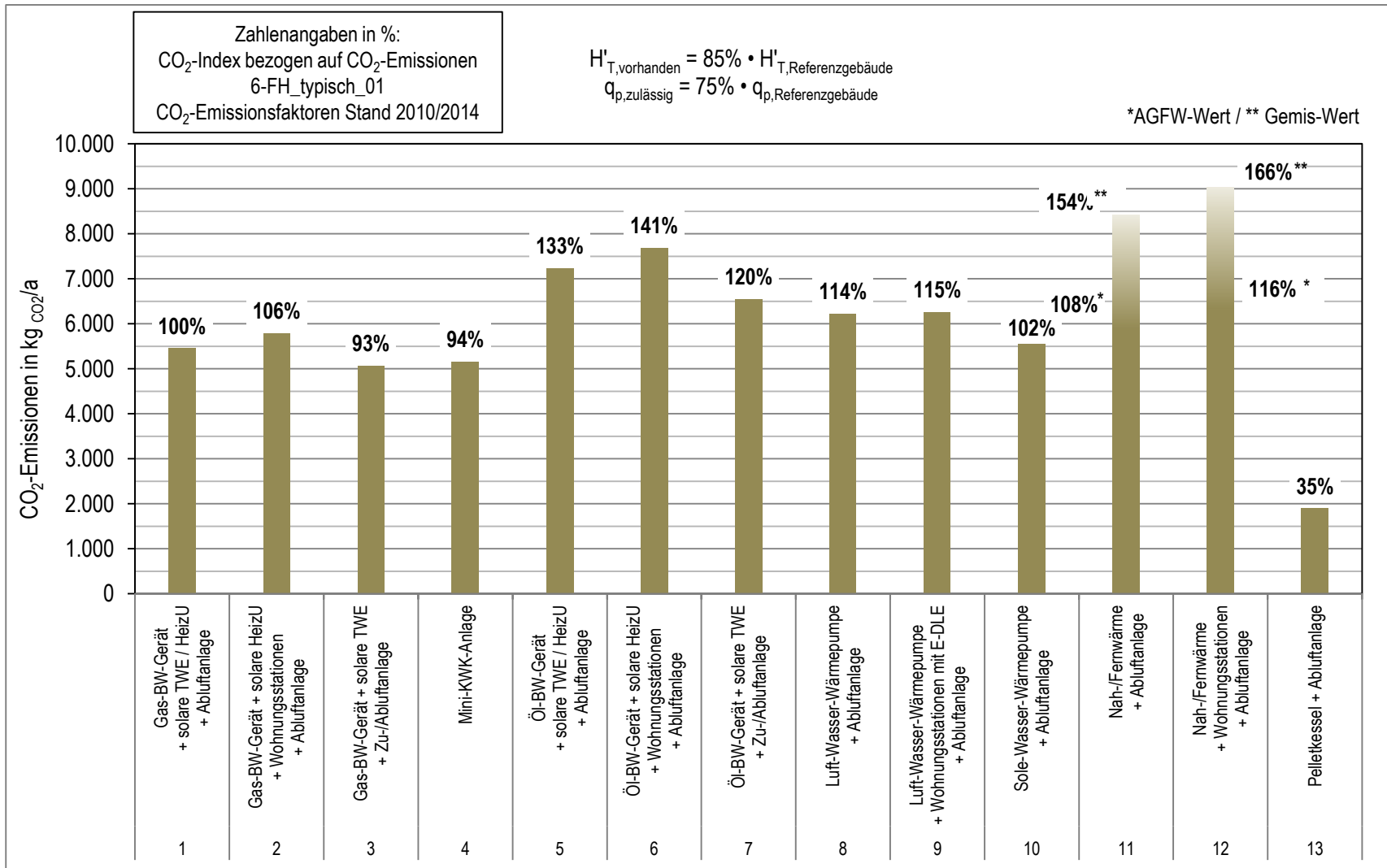
- | | |
|----|---|
| 1 | Gas-BW-Gerät + solare TWE / HeizU + Abluftanlage |
| 2 | Gas-BW-Gerät + solare HeizU + Wohnungsstationen + Abluftanlage |
| 3 | Gas-BW-Gerät + solare TWE + Zu-/Abluftanlage mit WRG |
| 4 | Mini-KWK-Anlage |
| 5 | Öl-BW-Gerät + solare TWE / HeizU + Abluftanlage |
| 6 | Öl-BW-Gerät + solare HeizU + Wohnungsstationen + Abluftanlage |
| 7 | Öl-BW-Gerät + solare TWE + Zu-/Abluftanlage mit WRG |
| 8 | Luft-Wasser-Wärmepumpe + Abluftanlage |
| 9 | Luft-Wasser-Wärmepumpe + Wohnungsstationen mit E-DLE + Abluftanlage |
| 10 | Sole-Wasser-Wärmepumpe + Abluftanlage |
| 11 | Nah-/Fernwärme + Abluftanlage |
| 12 | Nah-/Fernwärme + Wohnungsstationen + Abluftanlage |
| 13 | Pelletkessel + Abluftanlage |

6-FH – typischer baulicher Wärmeschutz



CO₂-Emissionen

6-FH - KfW Effizienzhaus 55



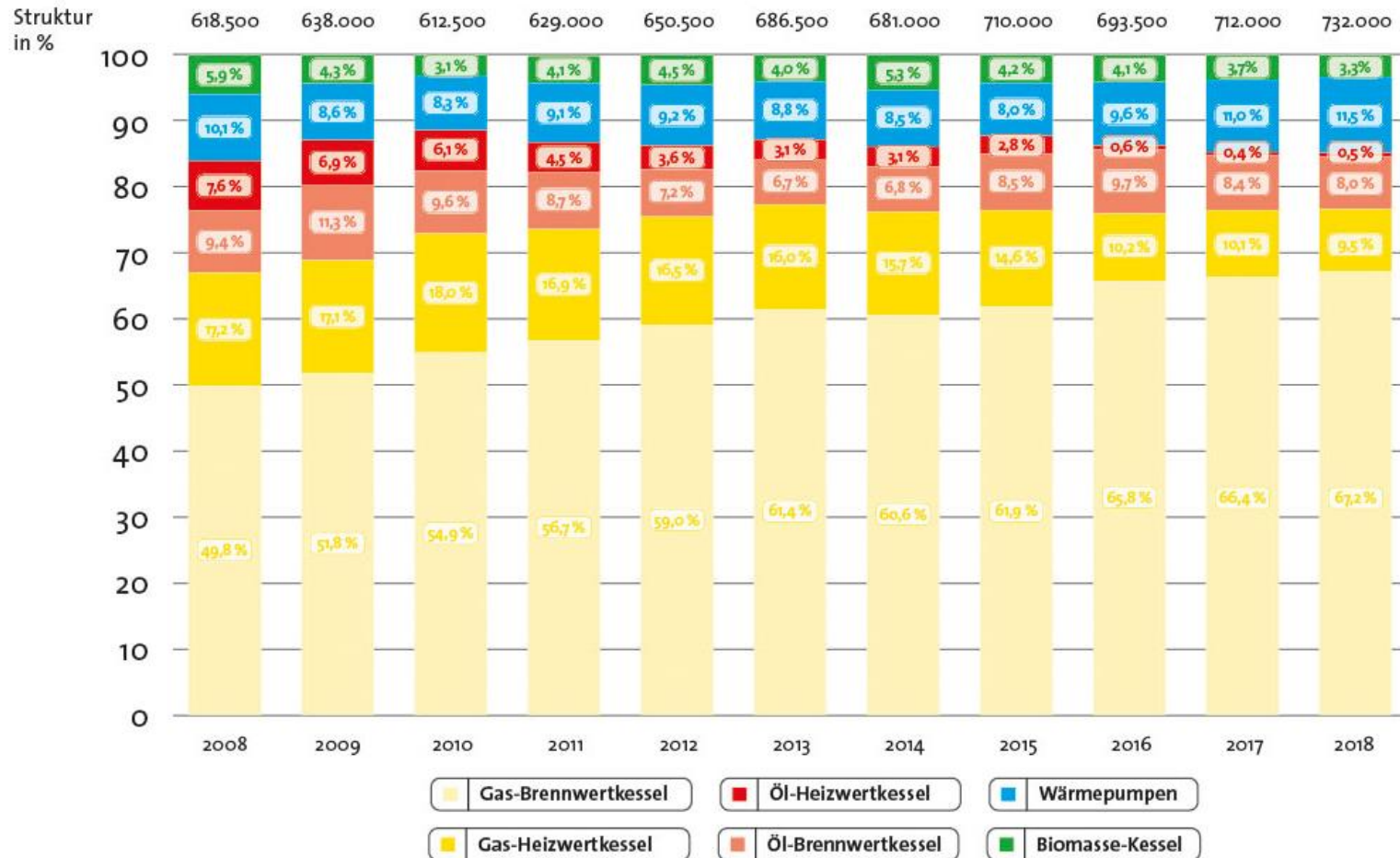
Anlagensysteme im Neubau

Zusammenfassung

- Komplexität an Heizungs-, Lüftungs- und Warmwassersystemen nimmt zu, durch sinkenden Energiebedarf steigt der Einfluss der Investitionskosten
- Erdgas-Brennwerttechnik, elektrischen Wärmepumpen und Fernwärme können die Vorgaben von EnEV und EEWärmeG von Mindestwärmeschutz bis zum KfW EH 55 bei vergleichbaren Jahresgesamtkosten einhalten
- Erdgastechnologien: Erfüllung der EnEV-Anforderungen mit verschiedenen Varianten möglich, Jahresgesamtkosten innovativer Technologien wie Brennstoffzelle (noch) hoch (keine Berücksichtigung von Förderungen)
- Elektrische Wärmepumpen: Vorteile bei hohem Wärmeschutzstandard durch sinkende Investitionskosten, zudem leichtere Erfüllung der Vorgaben durch abgesenkten Primärenergiefaktor für Strom
- Fernwärmesysteme mit KWK-Nutzung ($f_p = 0,7$) erfüllen die Anforderungen und sind wirtschaftlich konkurrenzfähig
- PV-Anlagen annähernd kostenneutral: sinkende Energiekosten, aber höhere Investitionen – deutlich positiver Effekt für CO₂

Anlagensysteme im Bestand (Modernisierungskompass 2019)

Marktentwicklung Wärmeerzeuger in Deutschland (Bestand + Neubau)



* Eine Erweiterung des Meldekreises in der Produktstatistik „Biomassekessel“ im Jahr 2014 führte zu höheren Stückzahlen im Vergleich zum Vorjahr, Die prozentuale Entwicklung zum Vorjahr ist aber negativ,

Quelle: BDH Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie

Anlagensysteme im Bestand

Modernisierungskompass

- Vergleich von **anlagen- und gebäudeseitigen** Sanierungsmaßnahmen hinsichtlich des Einsparpotenzials an End- und Primärenergie, CO₂-Emissionen sowie der Kosten
- Betrachtung von 3 Gebäuden
 - Einfamilienhaus klein
 - Einfamilienhaus groß
 - 6-Familienhaus
- Mittlerer baulicher Wärmeschutz im Ausgangszustand
- 2 verschiedene anlagenseitige Ausgangszustände
 - Öl-Altessel
 - Gas-Altessel
- Anlagensanierungen auch mit Wechsel des Energieträgers

Anlagensysteme im Bestand

Modernisierungskompass

➤ Ermittlung verschiedener Kostenkennwerte

- End- und Primärenergie-Minderungsinvestitionen

$$\text{Energie – Minderungsinvestitionen} \left[\frac{\text{€}_{Invest}}{\text{kWh}_{\Delta\text{Energie}/a}} \right] = \frac{\text{Investitionskosten}[\text{€}]}{\text{jährliche Energieeinsparung}[\text{kWh}/a]}$$

- Statische Amortisationszeit: Bewertung der Wirtschaftlichkeit

$$\text{Statische Amortisationszeit} [a] = \frac{\text{Investitionskosten} [\text{€}]}{\text{jährliche Energiekosteneinsparung} [\text{€}/a]}$$

- CO₂-Minderungsinvestitionen: ökonomische Bewertung der ökologischen Verbesserung hinsichtlich des jährlichen CO₂-Ausstoßes

$$\text{Minderungsinvestitionen CO}_2 \left[\frac{\text{€}_{Invest}}{\text{kg}_{\Delta\text{CO}_2}/a} \right] = \frac{\text{Investitionskosten}[\text{€}]}{\text{jährliche Einsparung CO}_2[\text{kg}/a]}$$

➤ Berücksichtigung von Förderungen

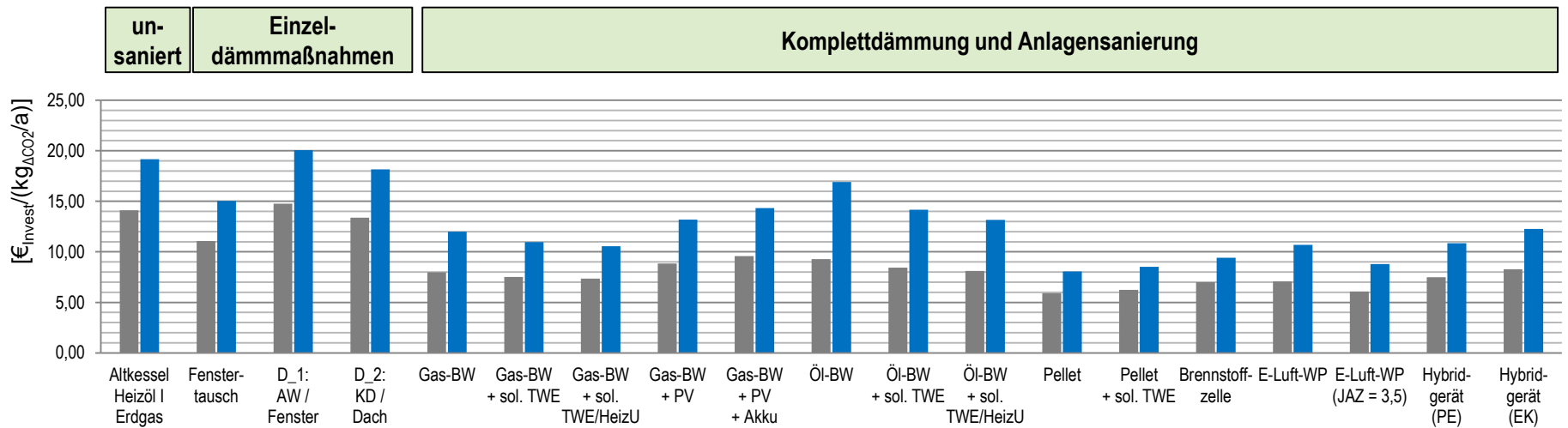
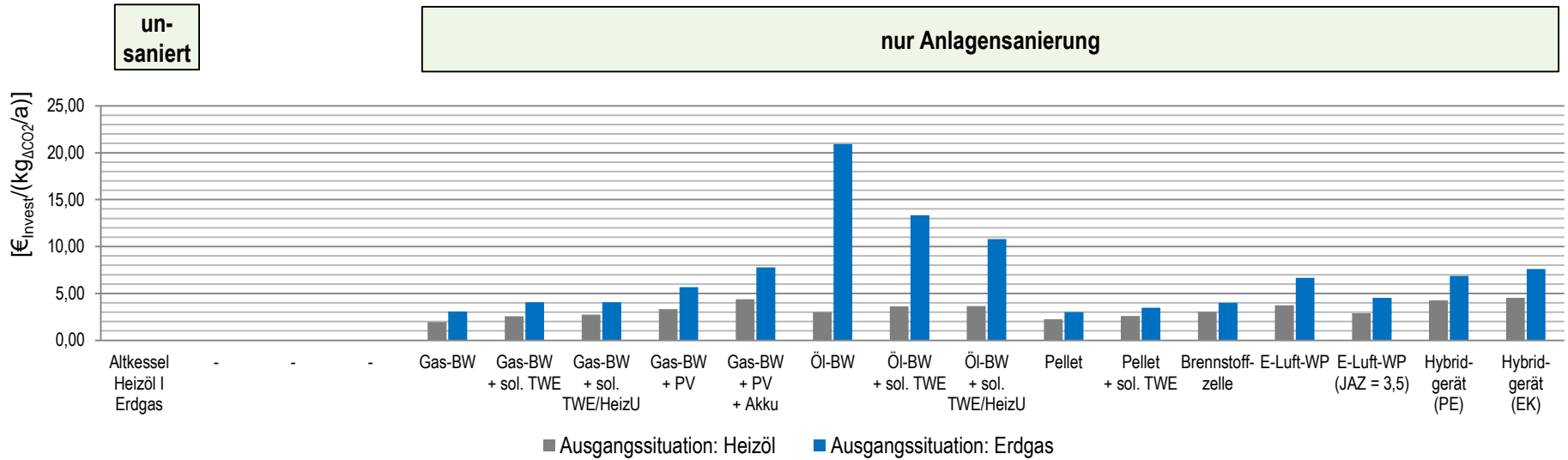
Kostenvergleich Dämmung und Anlagensanierung

Ausgangszustand Alt 1: Öl-Altessel	EFH klein
Anlagensanierungen üblichen Ausmaßes	nur Anlagensanierung
	Gas-BW
	9.605 €
Teuerste betrachtete Anlagensanierung	Gas-BW + sol. TWE
	13.685 €
- Dämmung WSV 1984 → EnEV 2014 (bei EFH etwas verbessert entsprechend KfW-Anforderungen)	Hybridgerät: Gas-BW + Luft-WP (PE)
	25.155 €
Einzel-Dämmmaßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen	Dämmung komplett (ohne Anlagensanierung)
	46.110 €
	Fenstertausch
	13.050 €
	Dämmung_1: Fenster + Außenwand
35.010 €	
	Dämmung_2: Kellerdecke + Dach bzw. oberste Geschossdecke
	11.100 €

Einsparungen an CO₂-Emissionen

Einfamilienhaus klein	Relative Einsparung CO ₂ -Emissionen			
	nur Anlagensanierung		Dämmung und Anlagensanierung	
	Heizöl	Erdgas	Heizöl	Erdgas
Bestandsanlage unsaniert bzw. gedämmt	0%	0%	33%	33%
Fenstertausch	-	-	12%	12%
Dämmung_1: Außenwand/Fenster	-	-	24%	24%
Dämmung_2: Kellerdecke/Dach	-	-	8%	8%
Gas-BW	50%	32%	71%	61%
Gas-BW + sol. TWE	54%	38%	75%	67%
Gas-BW + sol. TWE/HeizU	58%	43%	78%	71%
Gas-BW + Photovoltaik	52%	35%	73%	63%
Gas-BW + Photovoltaik + Stromspeicher	52%	35%	73%	63%
Öl-BW	32%	8%	61%	47%
Öl-BW + sol. TWE	38%	16%	67%	56%
Öl-BW + sol. TWE/HeizU	43%	23%	71%	61%
Pellet	92%	89%	95%	93%
Pellet + sol. TWE	92%	90%	95%	93%
Brennstoffzelle	77%	69%	92%	89%
E-Luft-WP	56%	41%	75%	66%
E-Luft-WP (JAZ = 3,5)	66%	55%	82%	75%
Hybridgerät: Gas-BW + Luft-WP (PE)	59%	45%	77%	69%
Hybridgerät: Gas-BW + Luft-WP (EK)	56%	41%	74%	64%

CO₂-Minderungsinvestition: EFH klein

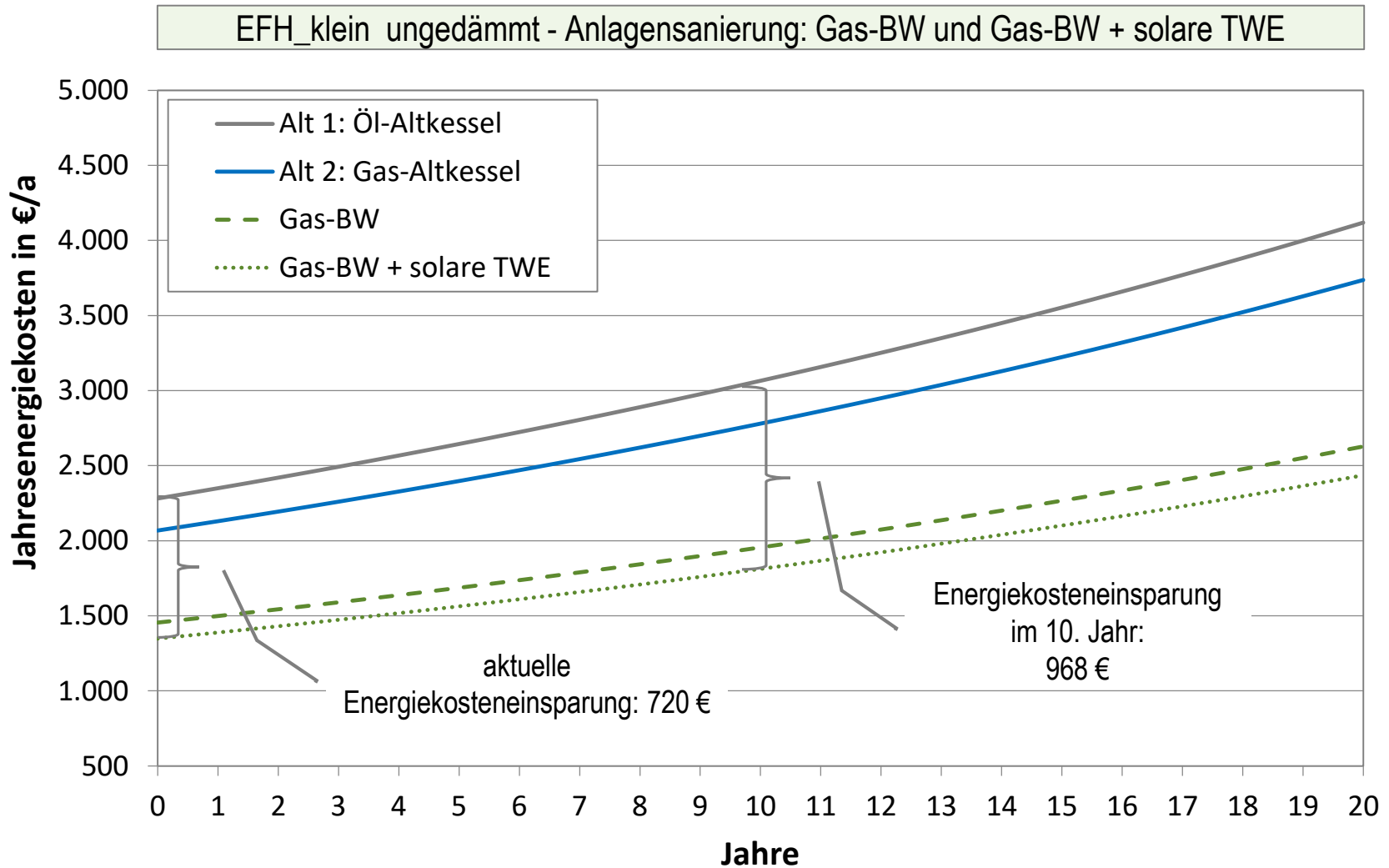


Statische Amortisationszeit

EFH klein	Statische Amortisationszeit [a]			
	nur Anlagensanierung		Dämmung und Anlagensanierung	
Ausgangszustand	Heizöl	Erdgas	Heizöl	Erdgas
Gas-BW	11,6 a	11,6 a	40,7 a	45,8 a
Gas-BW + sol. TWE	14,7 a	15,6 a	37,7 a	42,0 a
Gas-BW + sol. TWE/HeizU	15,2 a	15,6 a	36,5 a	40,5 a
Öl-BW	13,3 a	24,8 a	41,2 a	51,2 a
Öl-BW + sol. TWE	16,6 a	26,2 a	38,7 a	46,7 a
Öl-BW + sol. TWE/HeizU	16,6 a	25,2 a	37,0 a	44,0 a

- Anlagensanierung auch bei kleinem Gebäude wirtschaftlich
- Dämmung + Anlagentechnik deutlich wirtschaftlicher, wenn Gebäudehülle ohnehin sanierungsbedürftig
- Niedrigere Amortisationszeiten bei Umstellung von Öl auf Gas

Energiekostenentwicklung bei Preissteigerung um 3% pro Jahr



Anlagensysteme im Bestand

Zusammenfassung

- Erhebliches Energie- und CO₂-Einsparpotenzial, auch bei Sanierung mit „fossiler“ Brennwerttechnik
- Erschließung des Einsparpotenzials im Gebäudebestand erfordert erhebliche Investitionen
- Wirtschaftlichkeit nur für ausgewählte reine Energiesparmaßnahmen gegeben, mit Vorteilen im Anlagenbereich
- Ohnehin erforderliche Sanierungsmaßnahmen verbessern Wirtschaftlichkeit gravierend

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

iTG

Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden

Forschung und Anwendung GmbH

Tiergartenstr. 54, 01219 Dresden

Tel.: + 49 351 4692 54-70

Fax: + 49 351 4692 54-79

E-mail: info@itg-dresden.de

Internet: <http://www.itg-dresden.de>

