

EINFLUSSPARAMETER ZUR WIRTSCHAFTLICHKEIT DER ENERGETISCHEN SANIERUNG DER AUSSENWAND

GLIEDERUNG

- GRUNDLAGEN DER UNTERSUCHUNG
- BERECHNUNGSMETHODE
- EINFLUSSPARAMETER
- ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNG
- AUSWIRKUNGEN DER PARAMETER
- SCHLUSSFOLGERUNG

DÄMMVARIANTEN UND DÄMMSTOFFE



WDVS

AUSSENDÄMMUNG

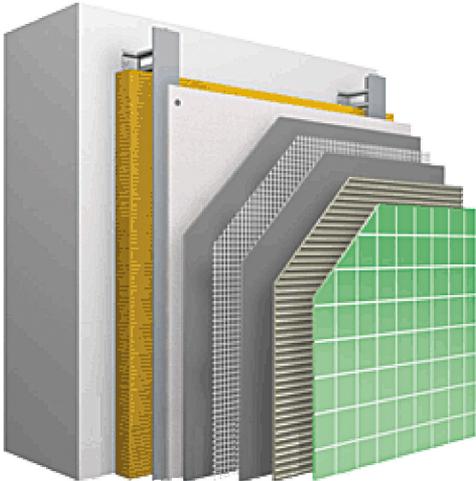
- Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS)
EPS, PF-Hartschaum, Steinwolle, Holzfaser, Schilfrohr, Vakuumpaneel
- hinterlüftete Vorhangfassade (VHF)
Steinwolle, Flachs, Hanf, Zellulose

INNENDÄMMUNG (ID)

Mineralschaum, Lehm, Holzfaser, Aerogel

KERNDÄMMUNG (KD)

EPS, Polyurethan, Silikatleichtschaum, Aerogel



VHF

DÄMMVARIANTEN UND DÄMMSTOFFE



WDVS

AUSSENDÄMMUNG

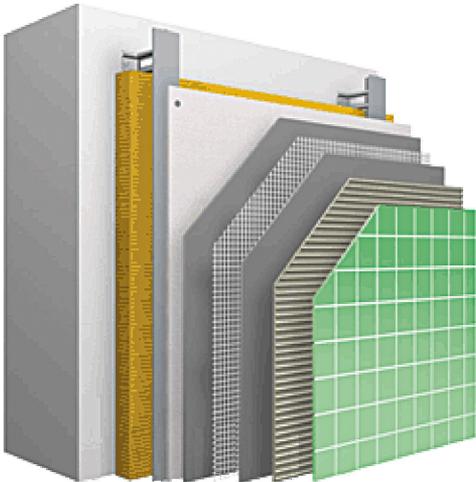
- Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS)
 - EPS, PF-Hartschaum, Steinwolle, Holzfaser, Schilfrohr, Vakuumpaneel
- hinterlüftete Vorhangfassade (VHF)
 - Steinwolle, Flachs, Hanf, Zellulose

INNENDÄMMUNG (ID)

Mineralschaum, Lehm, Holzfaser, Aerogel

KERNDÄMMUNG (KD)

EPS, Polyurethan, Silikatleichtschaum, Aerogel



VHF

BEISPIELGEBÄUDE

		Baualtersklassen										Summe	Anteil
		bis 1860	1861 - 1918	1919 - 1948	1949 - 1957	1958 - 1968	1969 - 1978	1979 - 1983	2002 - 2009				
		A**	B**	C	D	E	F	G	J				
Gebäudetypen*	EFH												
	Wohnfläche in Mio. m²	51	155	173	127	221	213	1	114	1.465	43%		
	Anzahl Wohnungen in Tsd.	510	1.370	1.720	1.240	2.150	1.930	9	880	13.220	34%		
	Anzahl Wohngebäude in Tsd.	370	1.040	1.280	920	1.580	1.470	7	790	10.320	57%		
						221			2.150				
						1.580			578				
									17%				
									7.170				
									18%				
									2.860				
									16%				
									578	192	3		
	Anteil	2%	9%	12%	10%	17%	15%	8%	6%	14.0	3%		
										1.700			
	Anteil	2%	9%	12%	11%	18%	17%	7%	4%	11.6	14%		
									7.170				
Anteil	2%	10%	14%	10%	16%	14%	7%	6%	11.6	14%			

GEBÄUDEBESTAND DEUTSCHLAND
 > Einfamilienwohnhaus von 1958-68
 mit Gas-Niedertemperaturkessel für
 Energiebereitstellung



Beispielgebäude, Ansicht Nordost

Datenbank IWU (Stand Ende 2009)

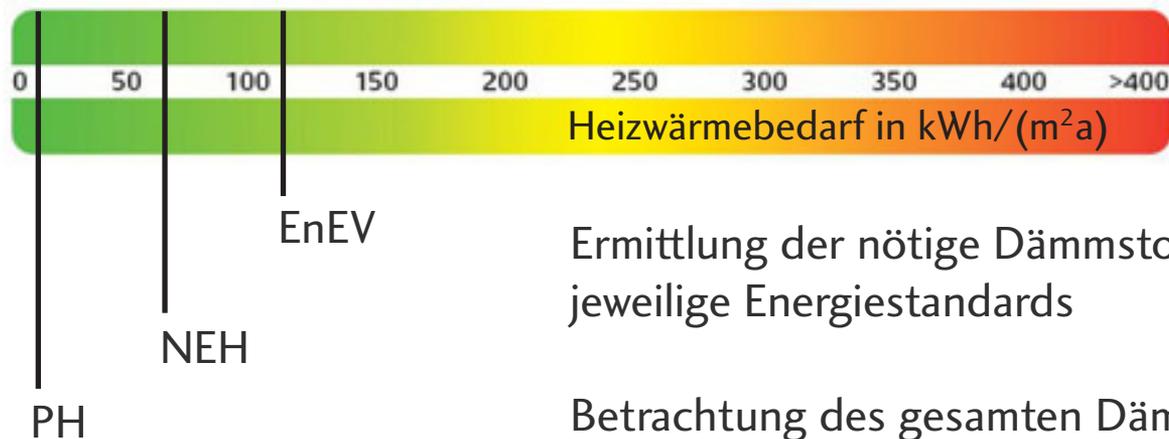
*) EFH = Einfamilienhaus, RH = Reihenhäuser, MFH = Mehrfamilienhaus, GMH = großes Mehrfamilienhaus
 **) Baualtersklasse A + B: Vorkommen nur als Summenwert bekannt, Zuordnung vereinfacht nach Konstruktionsprinzip (Fachwerk)
 ***) GMH ab Baualtersklasse I: Häufigkeiten in MFH enthalten, da Differenzierung zu ungenau

ENERG. BILANZIERUNG

Bilanzierung mit Software „Energieberater 18599“

Außenwanddämmung nach typischen U-Werten für

- EnEV 2009 (EnEV)
- Niedrigenergiehaus (NEH)
- Passivhaus (PH)



Ermittlung der nötigen Dämmstoffdicken für jeweilige Energiestandards

Betrachtung des gesamten Dämmsystems:
d.h. Dämmstoff + Unterkonstruktion, Putz, Verkleidung, etc.

BERECHNUNGSMETHODE

dynamisches Verfahren(\neq statisches Verfahren):
Berücksichtigung der Zeitpräferenz

KAPITALWERTMETHODE

(Abzinsung aller Gewinne/Ausgaben über
den Betrachtungszeitraum auf den momentanen Zeitpunkt)

Kapitalwert ≤ 0	unwirtschaftliche Investition; höhere Ausgaben als Einnahmen über die Nutzungsdauer
Kapitalwert = 0	wirtschaftliche Investition
Kapitalwert ≥ 0	wirtschaftliche Investition und Gewinnerträge über die Nutzungsdauer

EINFLUSSPARAMETER

$$K_o = -I + e * q * \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

$$q = \frac{(1 + t)}{(1 + i)}$$

EINFLUSSPARAMETER

Investitionskosten

$$K_o = \underbrace{I}_{\text{Investitionskosten}} + e * q * \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

$$q = \frac{(1 + t)}{(1 + i)}$$

EINFLUSSPARAMETER

Investitionskosten

$$K_o = (I + e)q^n * \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

Brennstoffeinsparungen

$$q = \frac{(1 + t)}{(1 + i)}$$

EINFLUSSPARAMETER

Investitionskosten

Betrachtungszeitraum

$$K_o = (I + e)q^n * \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

Brennstoffeinsparungen

$$q = \frac{(1 + t)}{(1 + i)}$$

EINFLUSSPARAMETER

Investitionskosten

Betrachtungszeitraum

$$K_o = I + e \cdot q * \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

Brennstoffeinsparungen

$$q = \frac{(1+t)}{(1+i)}$$

Energiepreisanstieg

EINFLUSSPARAMETER

Investitionskosten

Nutzungsdauer

$$K_o = I + e * q * \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

Brennstoffeinsparungen

$$q = \frac{(1+t)}{(1+i)}$$

Energiepreisanstieg

Kalkulationszins:

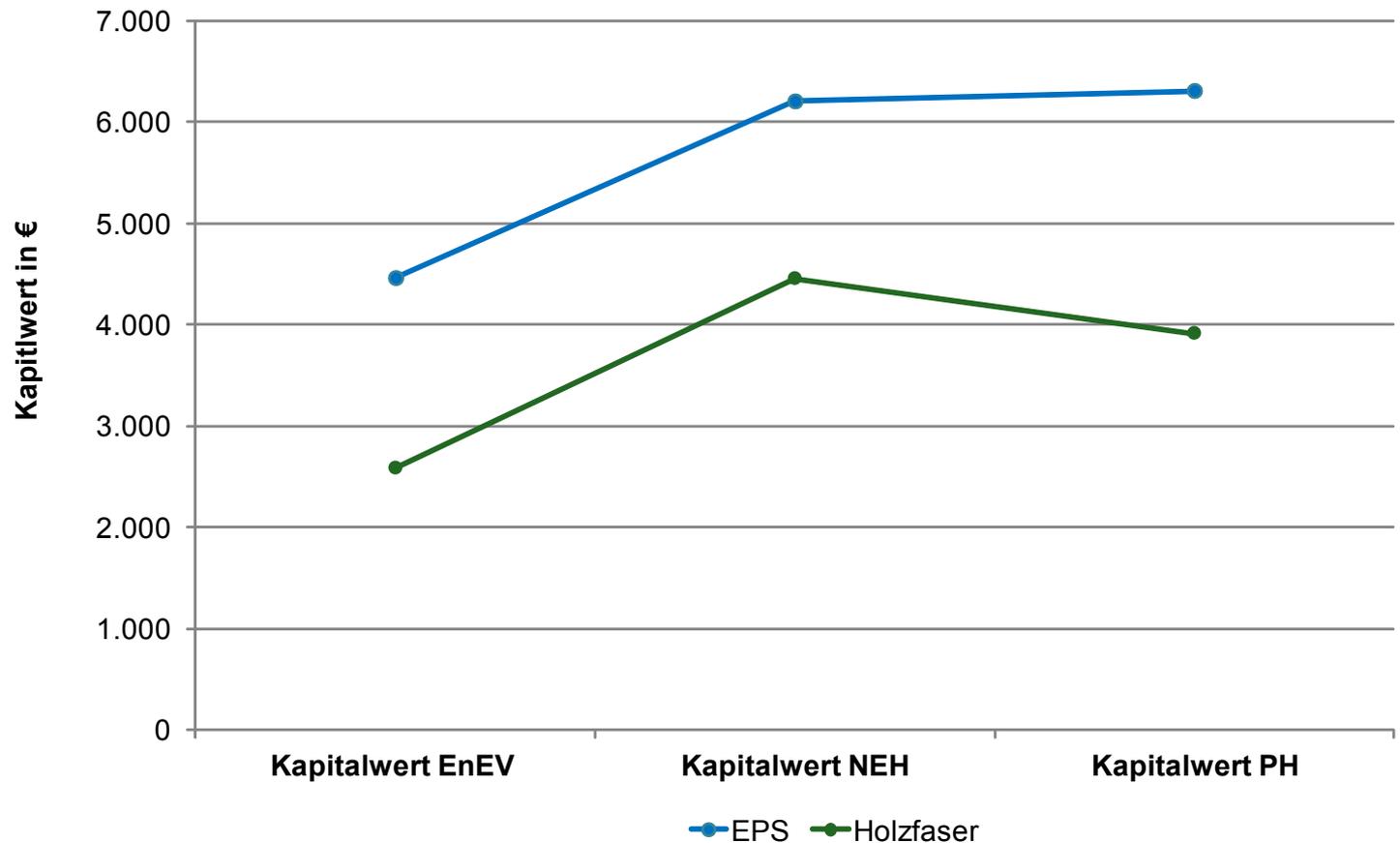
- Eigenkapitalanteil und entgangene Zinsen
- Fremdkapitalanteil und Tilgungszins
- Kreditlaufzeit

EINFLUSSPARAMETER

- nur Mehrkosten angerechnet, wenn bei Sanierung zusätzlich gedämmt wird
- Einbeziehung von KfW-Fördermitteln (Förderprogramm 430: Zuschuss von 10% der Investitionskosten)
- Annahmen:
 - Brennstoffkostensteigerung 2 %
 - Betrachtungszeitraum 40 Jahre (= Nutzungsdauer)
 - Eigenkapital 50% (3% Verzinsung)
 - Fremdkapital 50% (5% Verzinsung)
 - Gaspreis von 0,065 €/kWh

WIRTSCHAFTLICHKEIT

AUSSENDÄMMUNG - WDVS



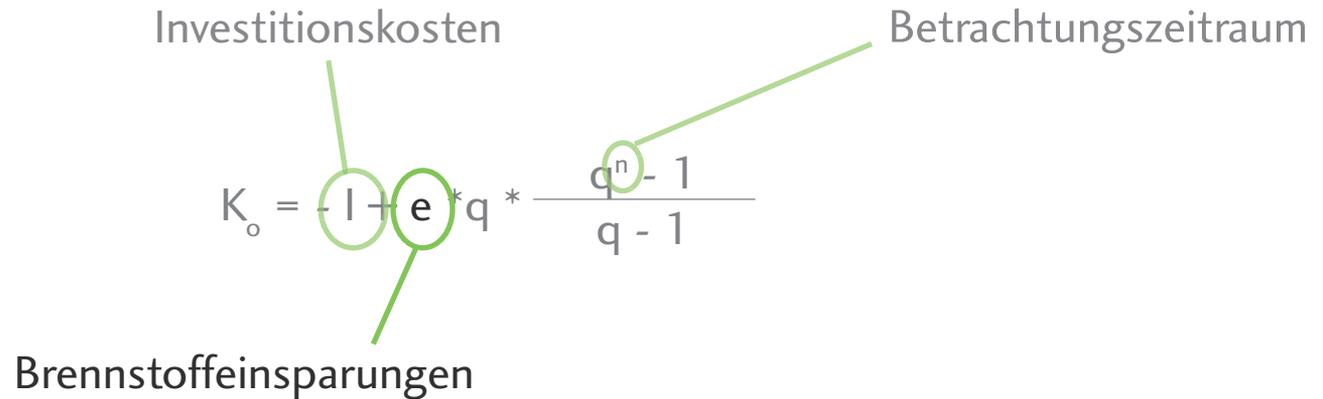
EINFLUSSPARAMETER

Investitionskosten

Betrachtungszeitraum

$$K_o = I + e * q * \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

Brennstoffeinsparungen



$$q = \frac{(1+t)}{(1+i)}$$

Energiepreisanstieg

Kalkulationszins:

- Eigenkapitalanteil und entgangene Zinsen
- Fremdkapitalanteil und Tilgungszins
- Kreditlaufzeit

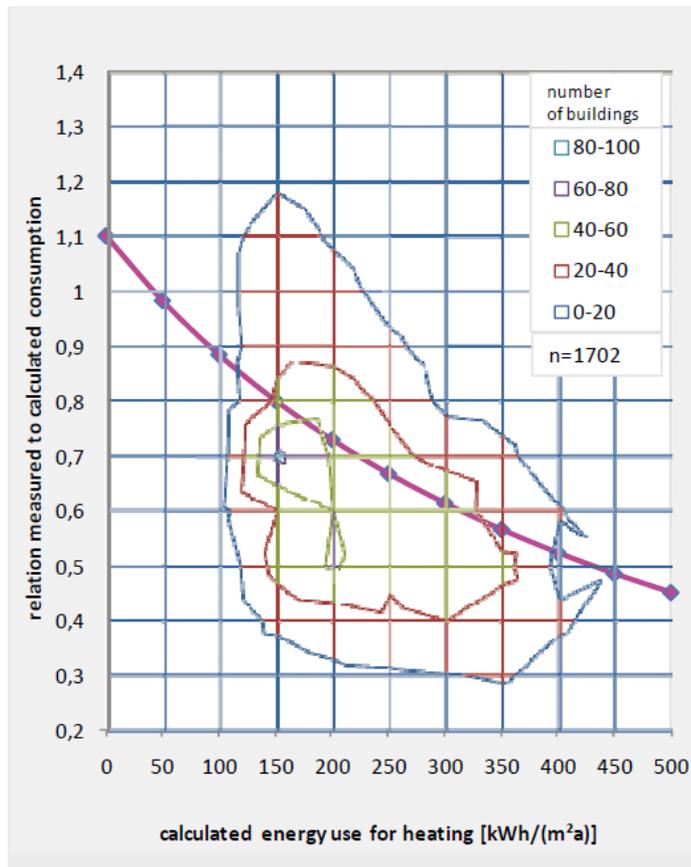
BRENNSTOFFEINSPARUNG

Gleichung für den Anpassungsfaktor:

$$f_{\text{adapt}} = 0,2 + 1,3 / (1 + q_{\text{del,h,c}} / 500)$$

→ im Beispielgebäude $f_{\text{adapt}} = 0,58$

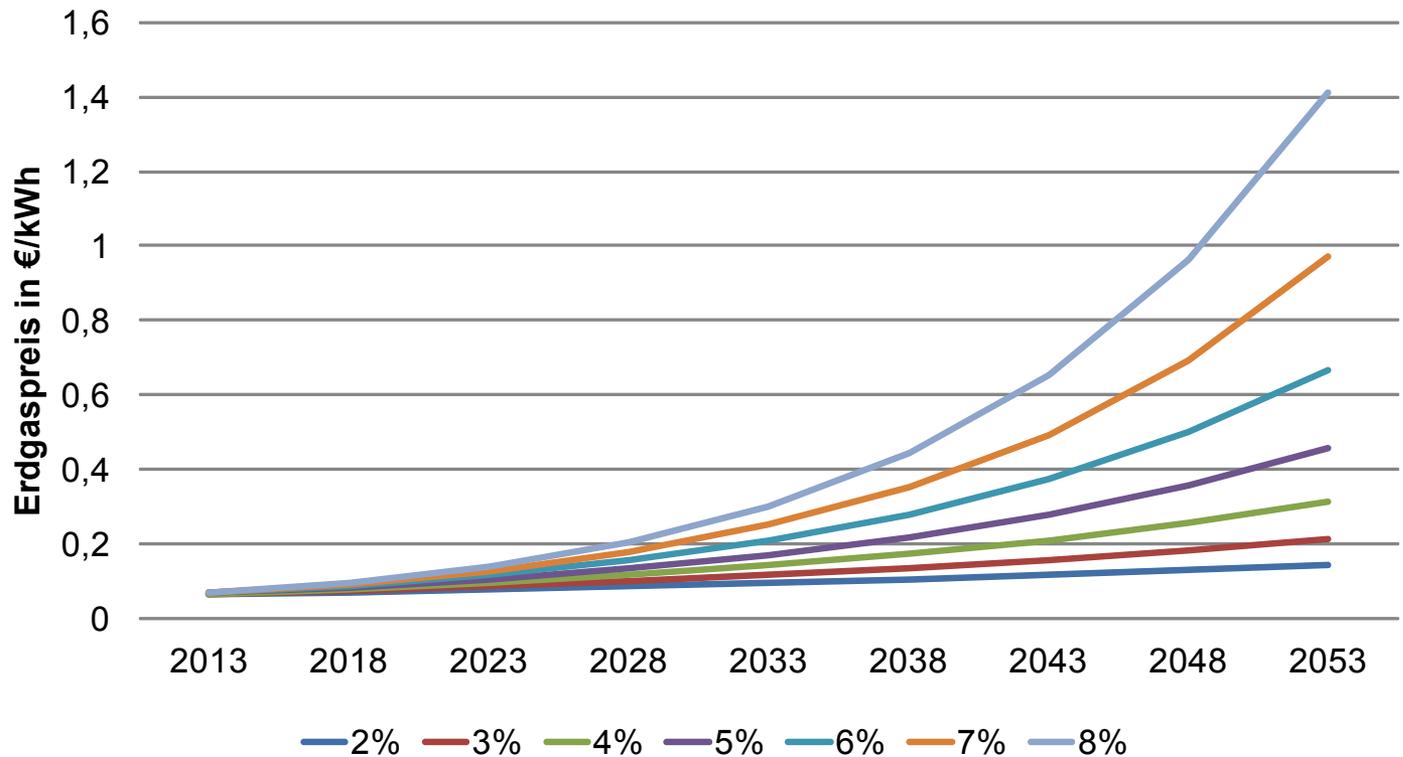
Die tatsächlichen Verbrauchswerte betragen nur ca. die Hälfte des berechneten Bedarfs.



Diagrammkurve aus (Loga et al. 2001)

ERDGASPREISANSTIEG

Preisentwicklung von Erdgas über 40 Jahre



EINFLUSSPARAMETER

Berechnungsmethode

Investitionskosten

Betrachtungszeitraum

$$K_0 = I + e \cdot q * \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

Brennstoffeinsparungen

$$q = \frac{(1+t)}{(1+i)}$$

Energiepreisanstieg

Kalkulationszins:

- Eigenkapitalanteil und entgangene Zinsen
- Fremdkapitalanteil und Tilgungszins
- Kreditlaufzeit

FALLBEISPIEL 1

Energiestandard	NEH (heutiger Standard)
Brennstoffpreissteigerung	2 - 8%
Betrachtungszeitraum	40 Jahre (= Nutzungsdauer)
Kreditlaufzeit	10 Jahre

Variante 1

- Eigenkapital 50%	} 2,1%
- Fremdkapital 50%	

Variante 2

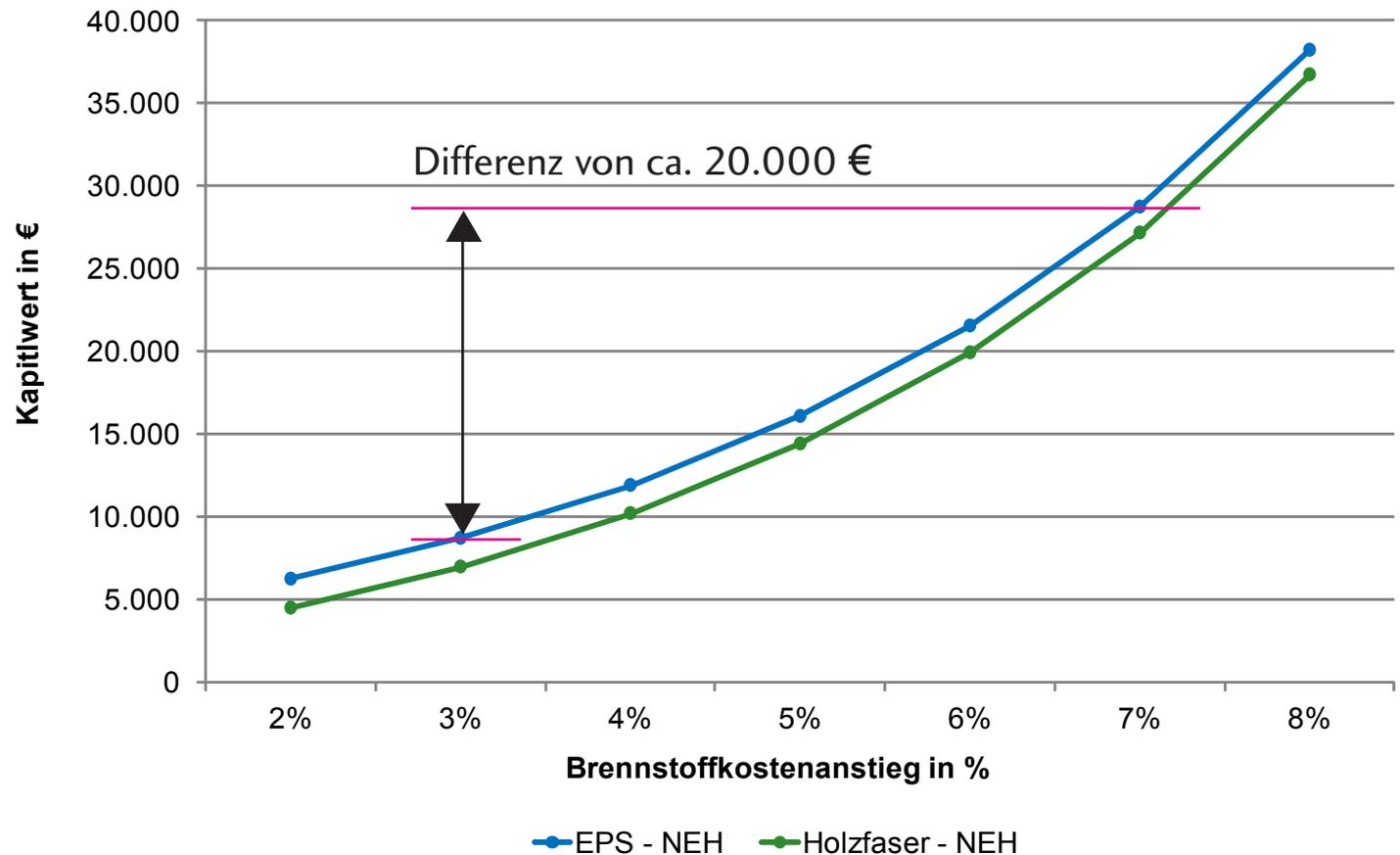
- Eigenkapital 0%	} 2,5%
- Fremdkapital 100%	

Variante 3

- Eigenkapital 100%	} 3,0%
- Fremdkapital 0%	

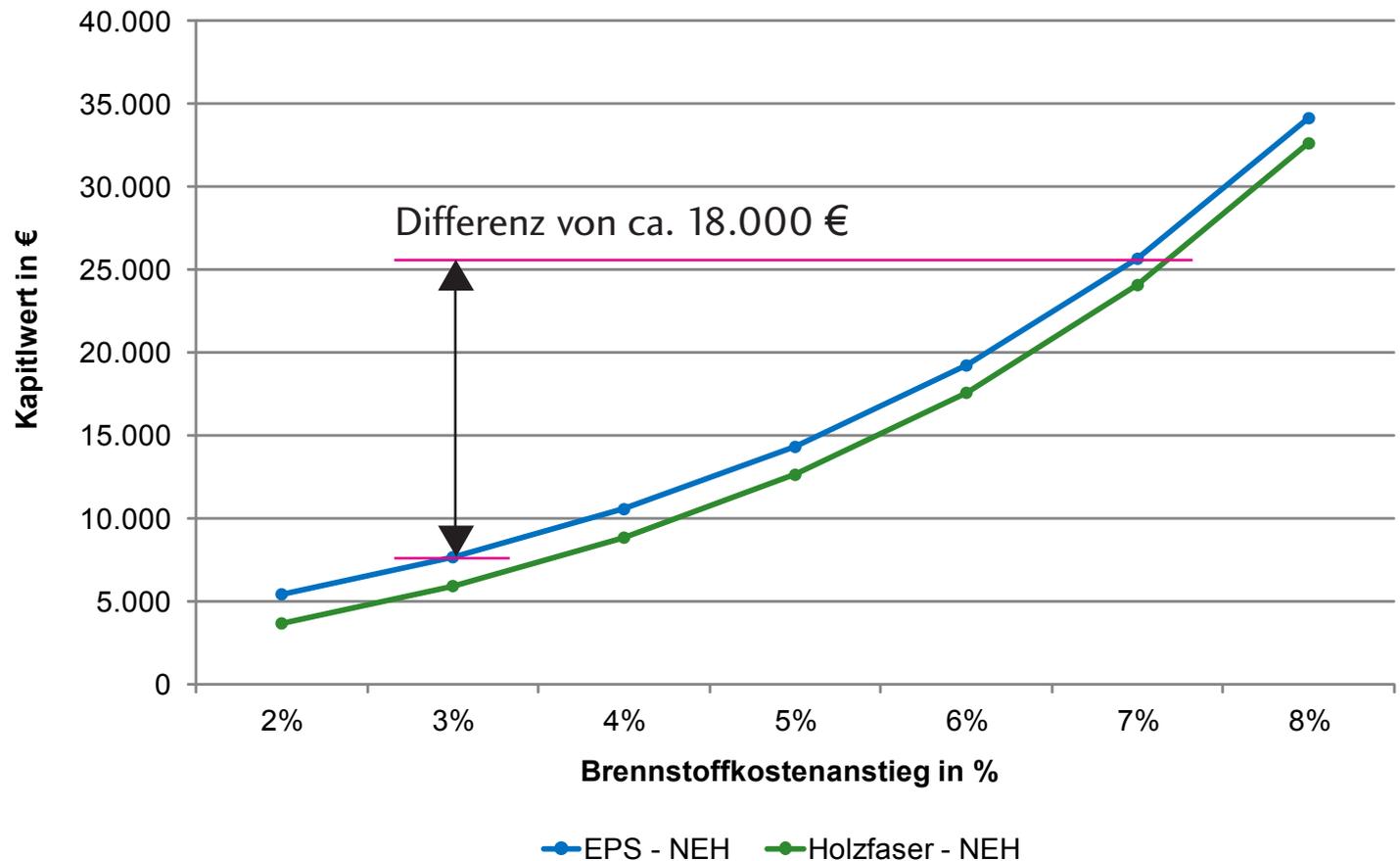
VARIANTE 1 (WDVS-NEH)

- Eigenkapital 50%
- Fremdkapital 50%
- Kalkulationszins=2,1%



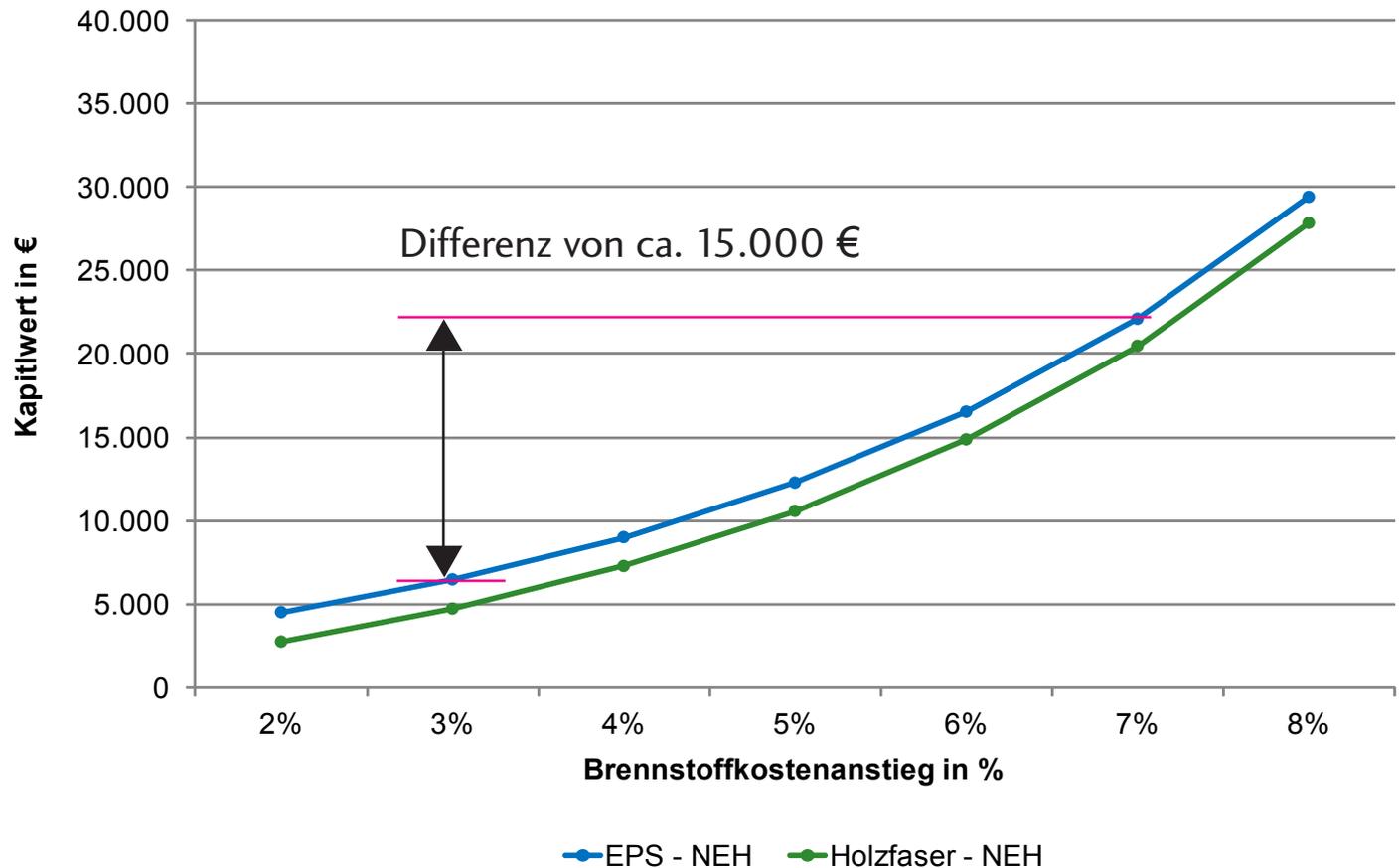
VARIANTE 2 (WDVS - NEH)

- Eigenkapital 0%
- Fremdkapital 100%
- Kalkulationszins=2,5%



VARIANTE 3 (WDVS - NEH)

- Eigenkapital 100%
- Fremdkapital 0%
- Kalkulationszins=3,0%



FALLBEISPIEL 2

Energiestandard	NEH (heutiger Standard)
Brennstoffpreissteigerung	2 - 8%
Betrachtungszeitraum	20 Jahre
Kreditlaufzeit	10 Jahre

Variante 1

- Eigenkapital 50%	} 2,1%
- Fremdkapital 50%	

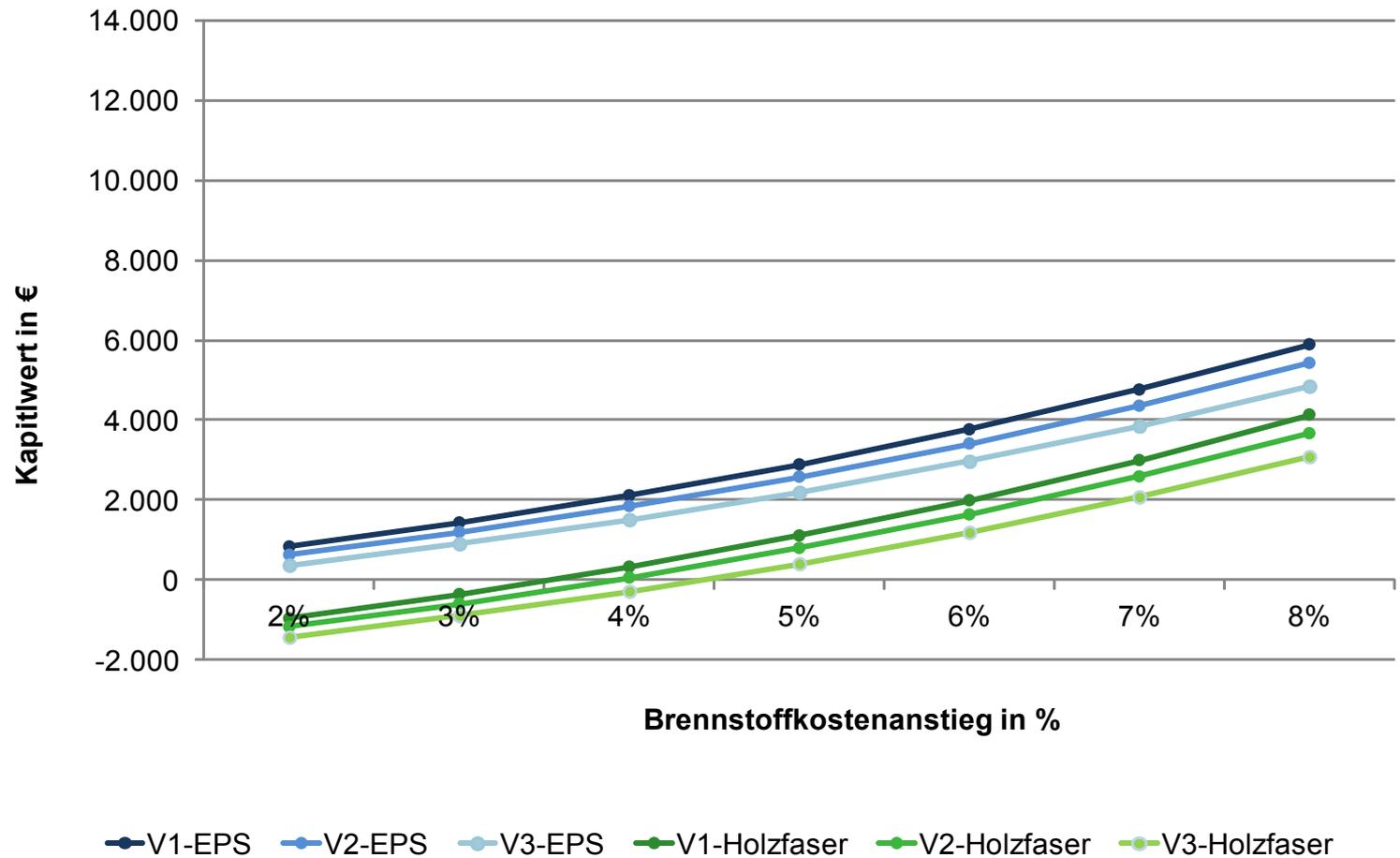
Variante 2

- Eigenkapital 0%	} 2,5%
- Fremdkapital 100%	

Variante 3

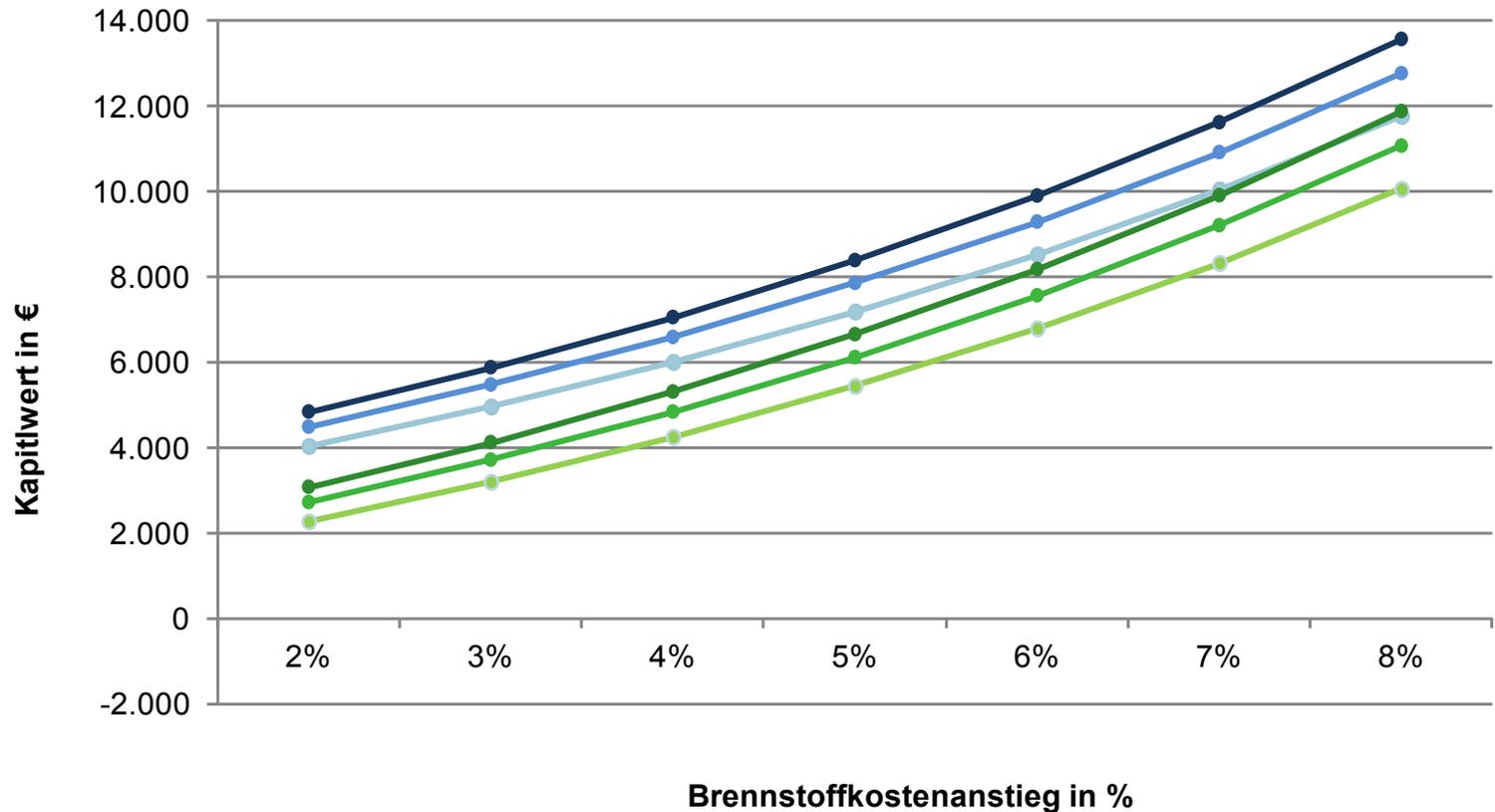
- Eigenkapital 100%	} 3,0%
- Fremdkapital 0%	

FALLBEISPIEL 2



FALLBEISPIEL 2

ohne Anpassung der Bedarfs- an die Verbrauchswert
-> größere Energieeinsparungen



—●— V1-EPS —●— V2-EPS —●— V3-EPS —●— V1-Holzfaser —●— V2-Holzfaser —●— V3-Holzfaser

SCHLUSSFOLGERUNG

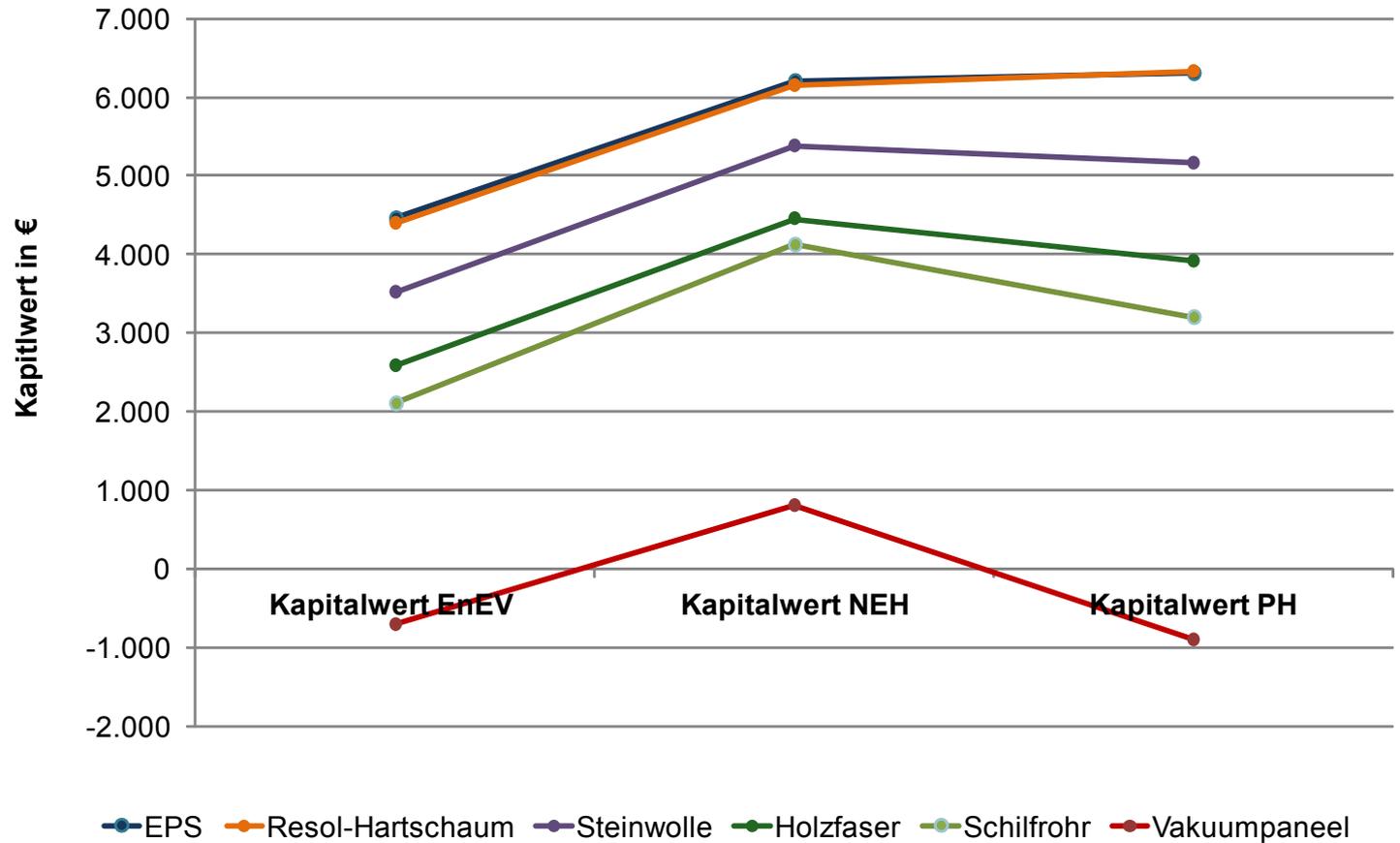
- kleine Veränderung gewisser Parameter verursachen große Auswirkungen
- unterschiedliche Auslegung der Parameter lenkt das Ergebnis entscheidend in eine Richtung (Schönrechnen möglich)
- Unabhängigkeit des Energieberaters
- Einflussparametern müssen Bauherren offen gelegt werden und kritisch hinterfragt werden; am besten Variantenvergleich anstellen
- subjektive Kriterien wie Behaglichkeit, Umweltaspekte, Wertsteigerung, Unabhängigkeit vom Energiepreis kann nicht als Kostenfaktor dargelegt werden

VIELEN DANK

**EINFLUSSPARAMETER ZUR
WIRTSCHAFTLICHKEIT DER
ENERGETISCHEN SANIERUNG
DER AUSSENWAND**

WIRTSCHAFTLICHKEIT

AUSSENDÄMMUNG - WDVS



WIRTSCHAFTLICHKEIT

AUSSENDÄMMUNG - VHF

