

# **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

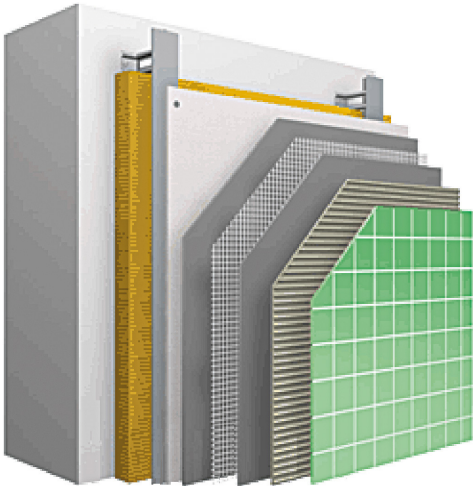
- Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS)  
EPS, PF-Hartschaum, Steinwolle, Holzfaser, Schilfrohr, Vakuumpaneel
- hinterlüftete Vorhangfassade (VHF)  
Steinwolle, Flachs, Hanf, Zellulose

## INNENDÄMMUNG (ID)

Mineralschaum, Lehm, Holzfaser, Aerogel

## KERNDÄMMUNG (KD)

EPS, Polyurethan, Silikatleichtschaum, Aerogel



VHF

# DÄMMVARIANTEN UND DÄMMSTOFFE



WDVS

## AUSSENDÄMMUNG

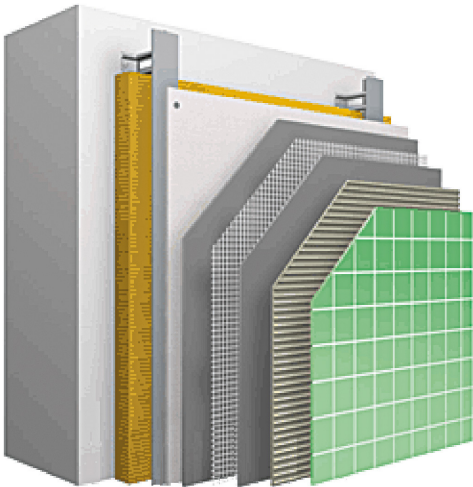
- Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS)
  - EPS, PF-Hartschaum, Steinwolle, Holzfaser, Schilfrohr, Vakuumpaneel
- hinterlüftete Vorhangfassade (VHF)
  - Steinwolle, Flachs, Hanf, Zellulose

## 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*	<b>EFH</b>												
	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%		
													
	<b>RH</b>												
	Wohnfläche in Mio. m²		43	91	57	76	78		37	557	16%		
	Anzahl Wohnungen in Tsd.		470	960	570	770	760		310	5.370	14%		
	Anzahl Wohngebäude in Tsd.		350	800	480	670	650		300	4.670	26%		
													
	<b>MFH</b>												
	Wohnfläche in Mio. m²	13	112	134	131	197	109		41	1.0			
	Anzahl Wohnungen in Tsd.	170	1.490	1.920	2.000	2.800	1.500		510	14.0			
	Anzahl Wohngebäude in Tsd.	50	380	460	390	550	320		200	70	2.7		
													
<b>GMH***</b>													
Wohnfläche in Mio. m²		10	17	31	84	127		84	3				
Anzahl Wohnungen in Tsd.		180	260	570	1.450	2.480		570	1.290	6.8			
Anzahl Wohngebäude in Tsd.		10	10	30	60	80		30	40	2			
													
Wohnfläche in Mio. m²	64	320	415	340	578	527		200	192	3			
Anteil	2%	9%	12%	10%	17%	15%		8%	6%				
Anzahl Wohnungen in Tsd.	680	3.510	4.860	4.380	7.170	6.670		2.900	1.700	31%			
Anteil	2%	9%	12%	11%	18%	17%		7%	4%				
Anzahl Wohngebäude in Tsd.	420	1.780	2.550	1.820	2.860	2.520		1.320	1.160	11%			
Anteil	2%	10%	14%	10%	16%	14%		7%	6%	11%			
*) 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													

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



Beispielgebäude, Ansicht Nordost

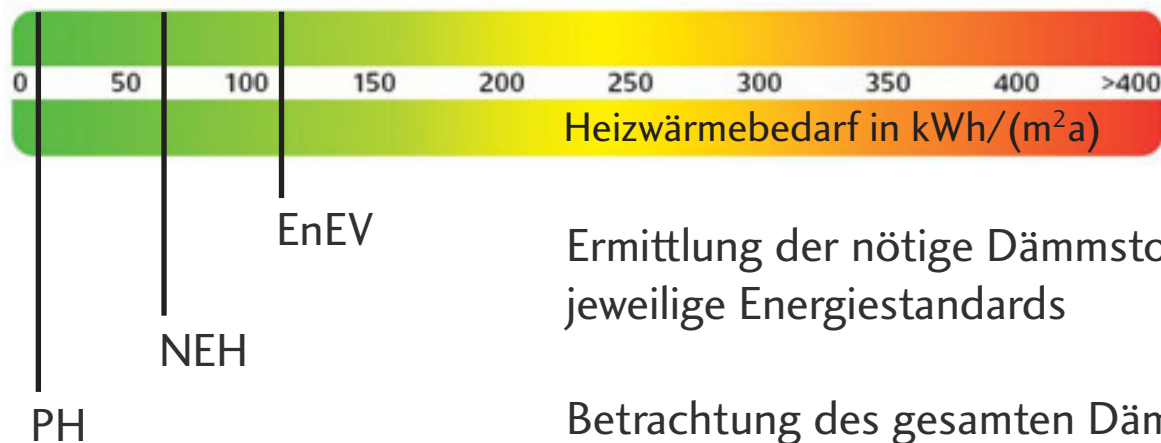
Datenbank IWU (Stand Ende 2009)

# 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 $\leq 0$	unwirtschaftliche Investition; höhere Ausgaben als Einnahmen über die Nutzungsdauer
Kapitalwert = 0	wirtschaftliche Investition
Kapitalwert $\geq 0$	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

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

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:

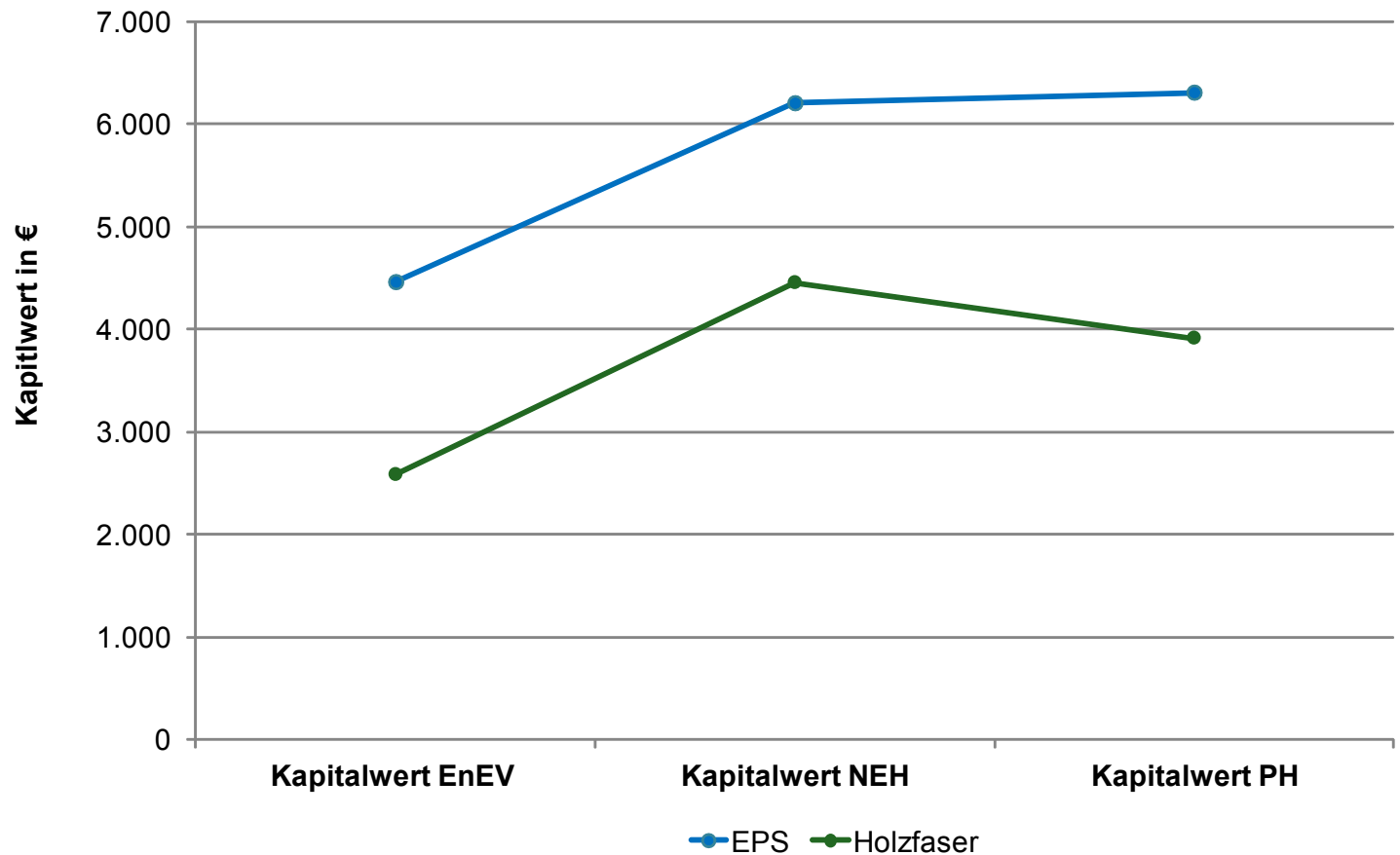
- Eigenkapitalanteil und entgangene Zinsen
- Fremdkapitalanteil und Tilgungszins
- Kreditlaufzeit

# 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



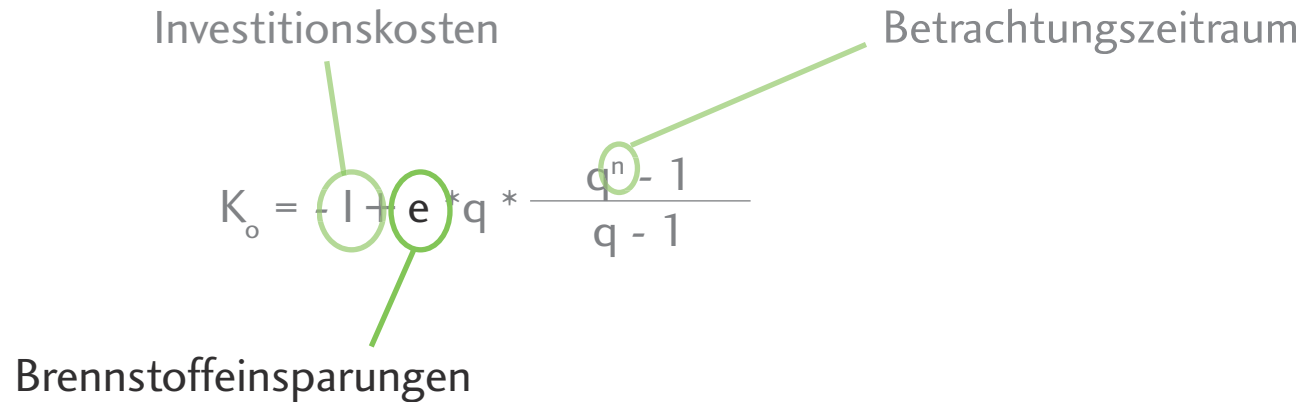
# EINFLUSSPARAMETER

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



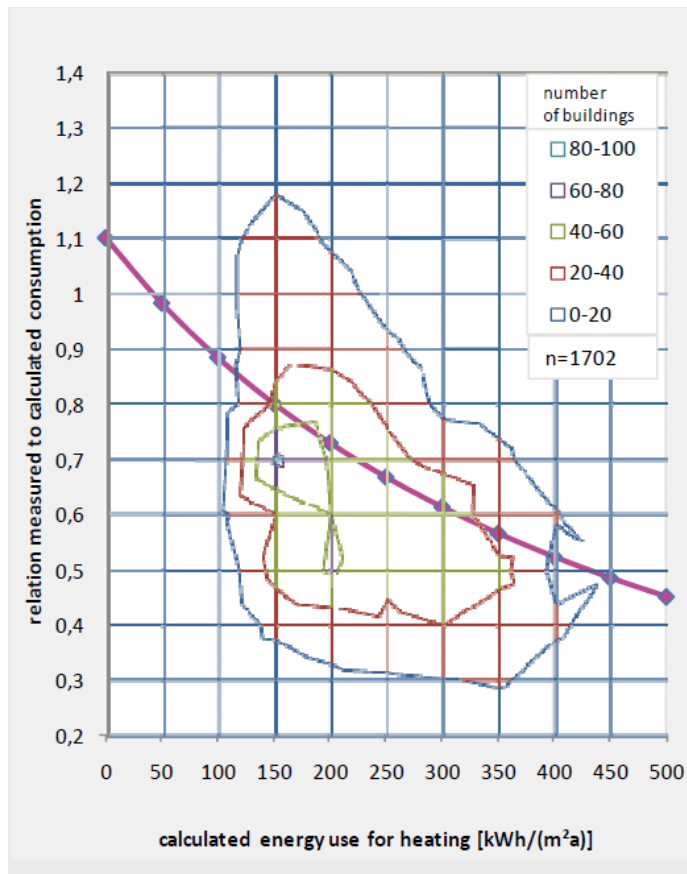
# BRENNSTOFFEINSPARUNG

Gleichung für den Anpassungsfaktor:

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

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

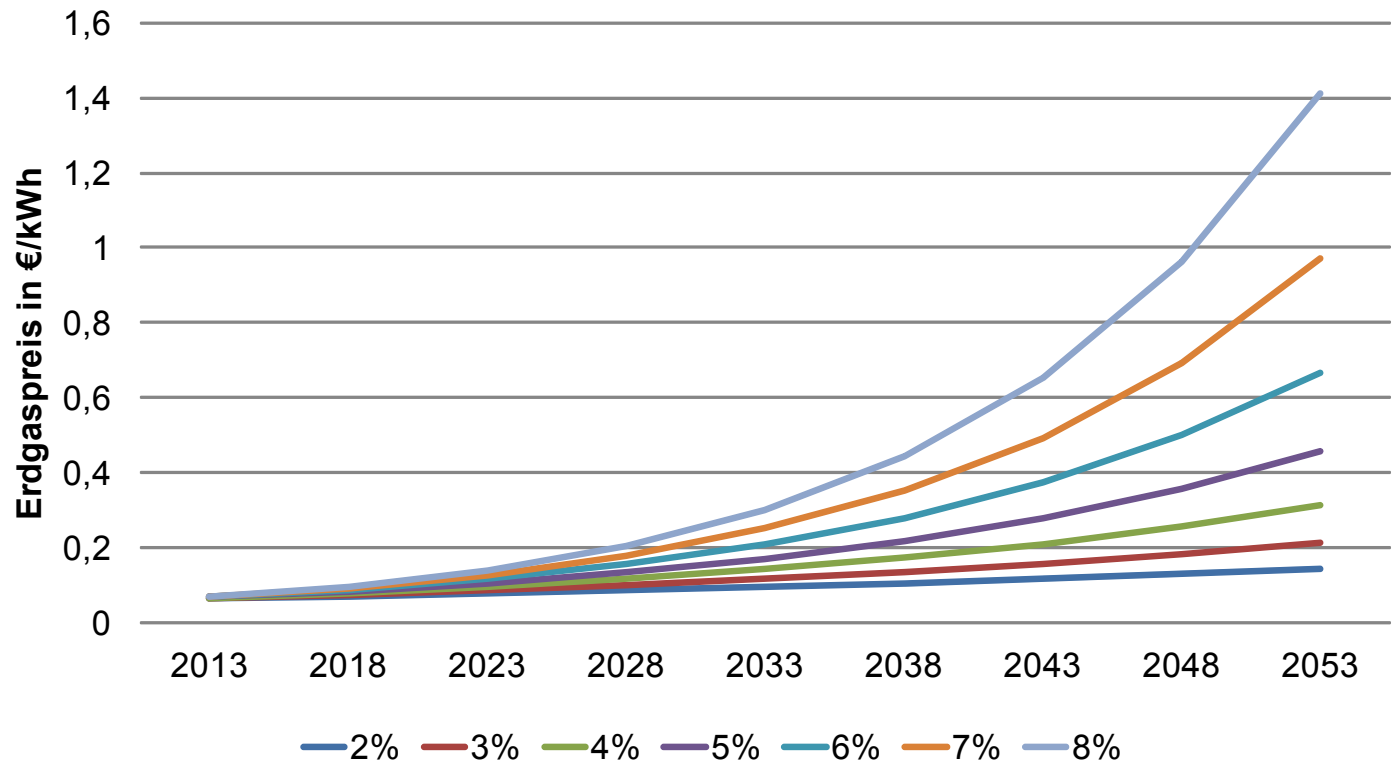
Die tatsächlichen Verbrauchswerte betragen nur ca. die Hälfte des berechneten Bedarfs.



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

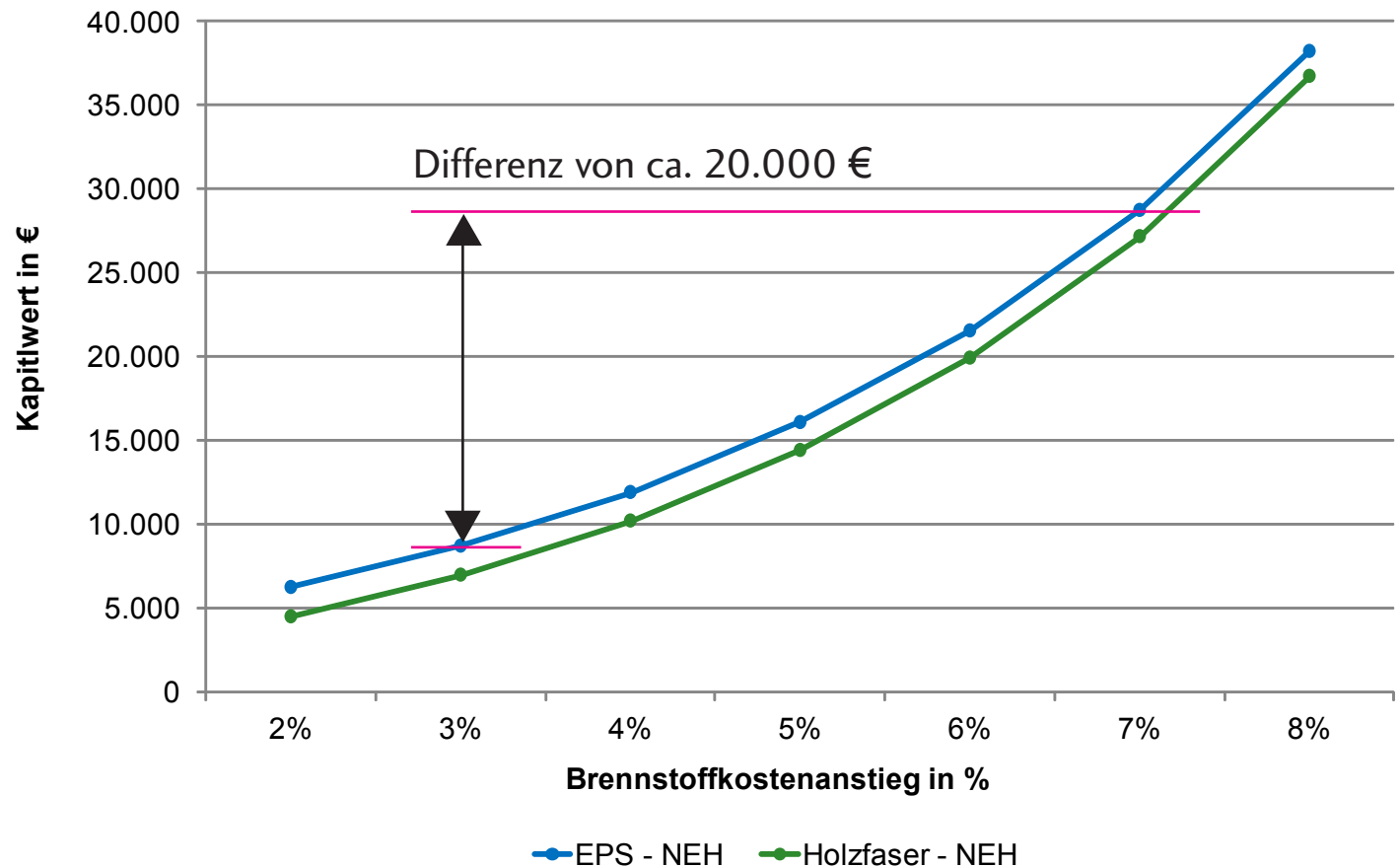
- Eigenkapital 0%	} 2,5%
- Fremdkapital 100%	

## Variante 3

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

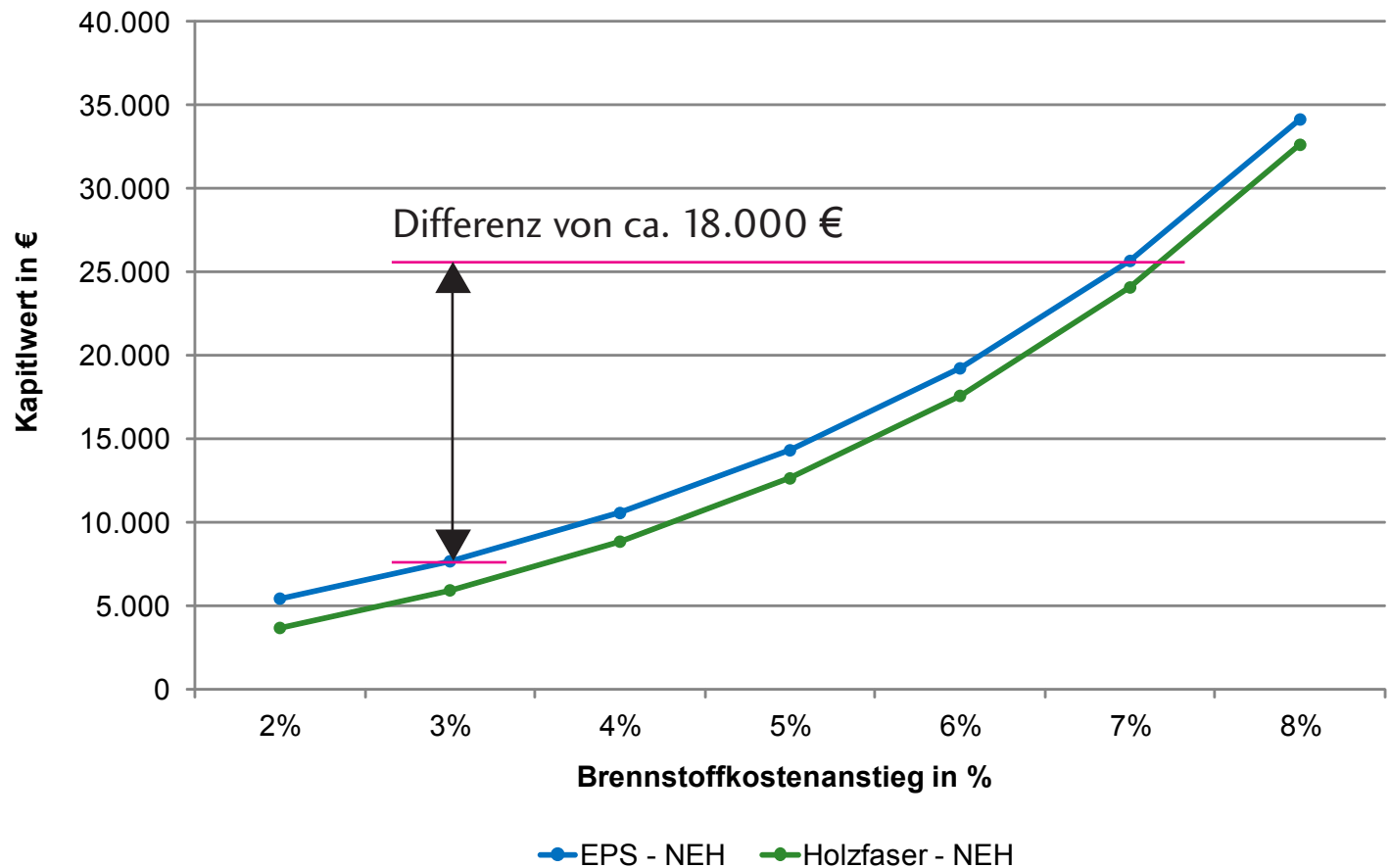
# VARIANTE 1 (WDVS-NEH)

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



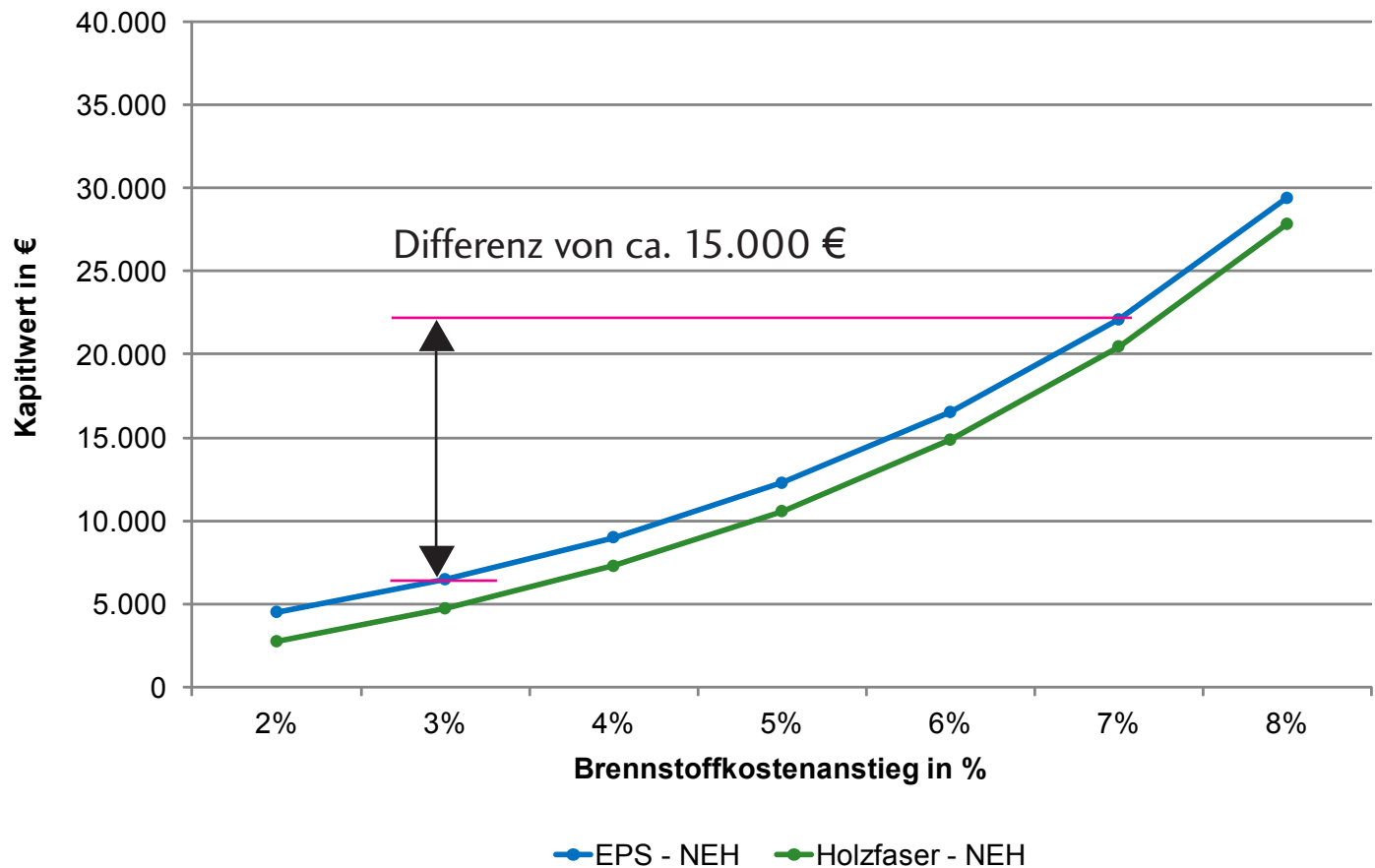
# VARIANTE 2 (WDVS - NEH)

- 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

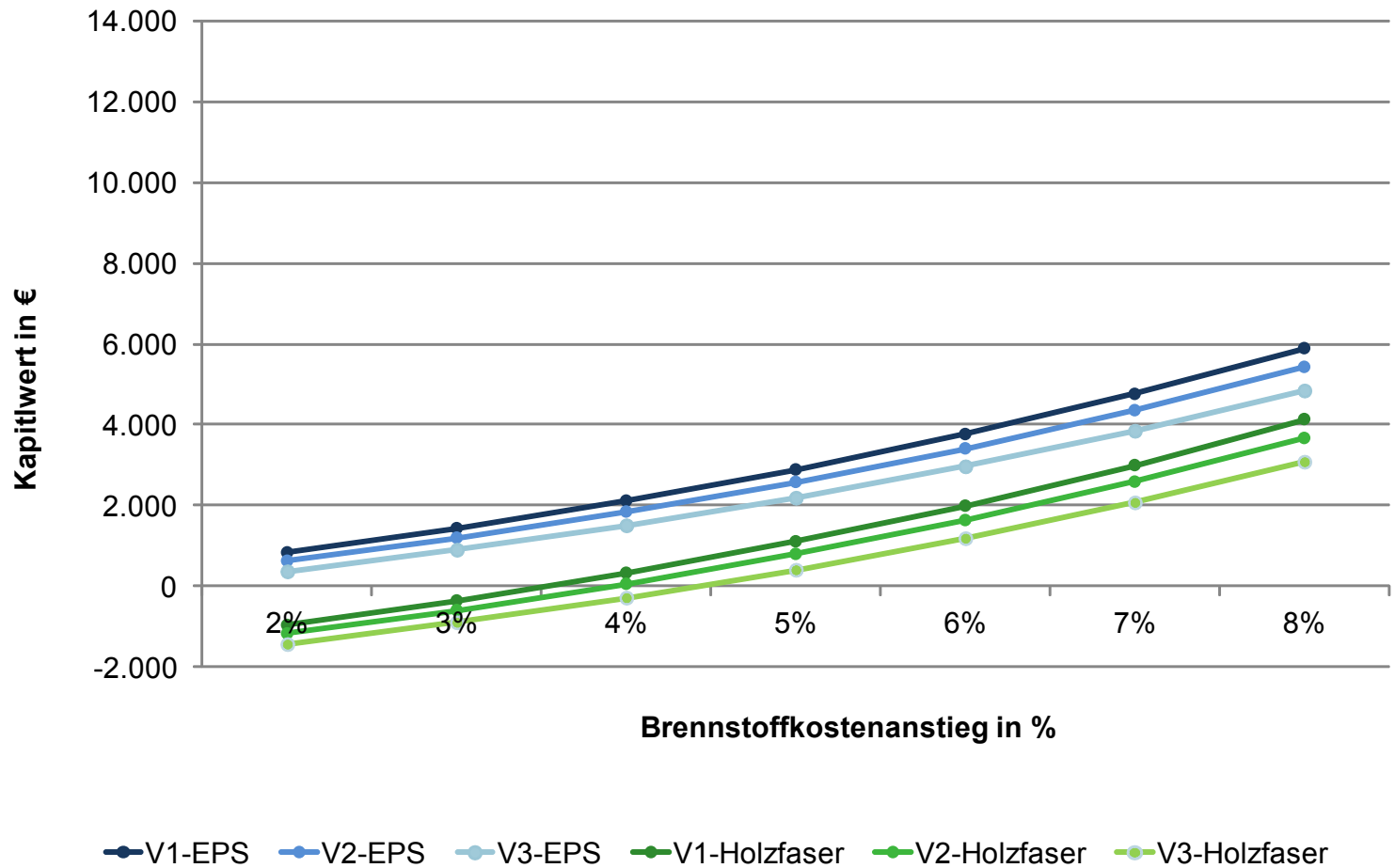
- Eigenkapital 0%	} 2,5%
- Fremdkapital 100%	

## Variante 3

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

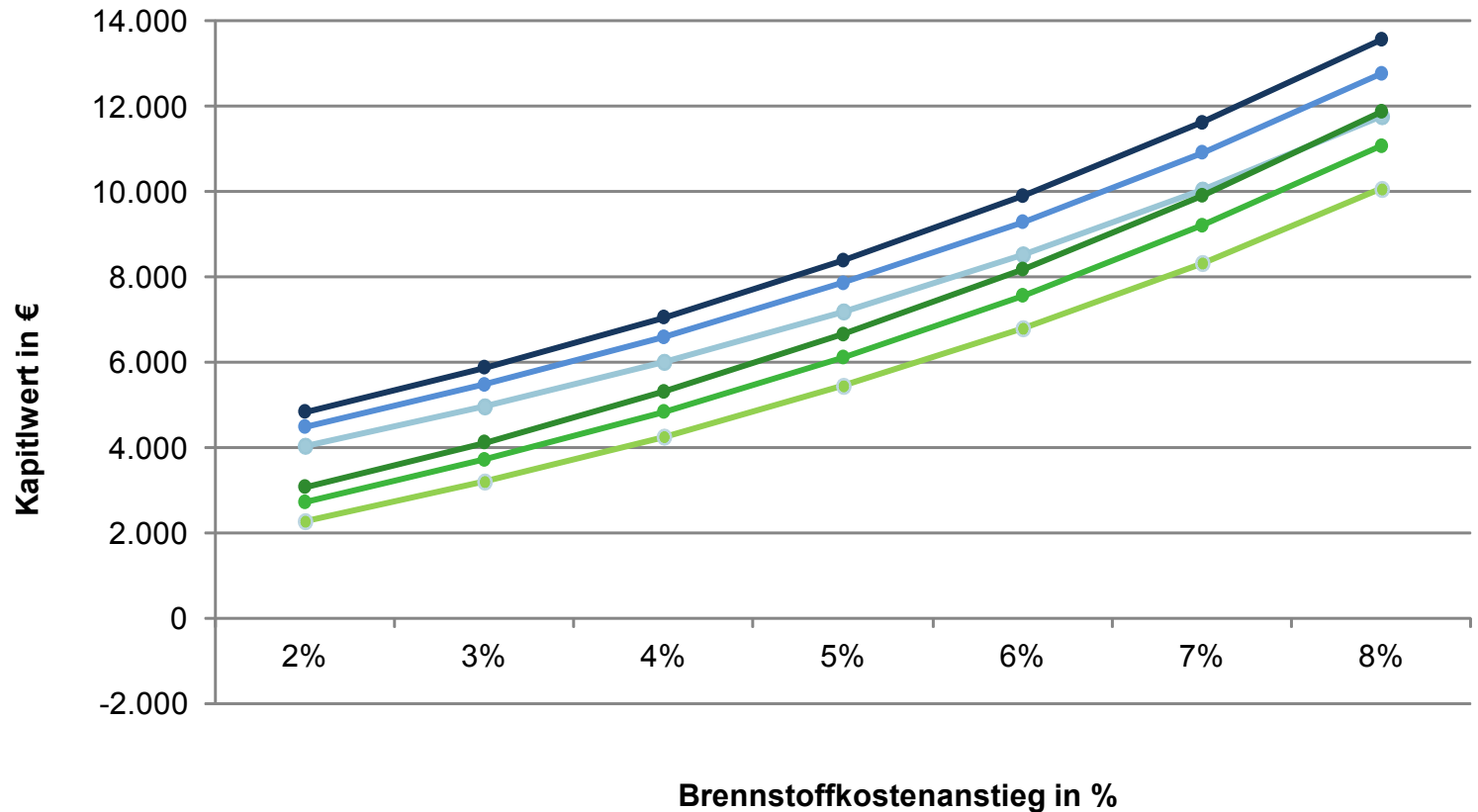


# FALLBEISPIEL 2



# FALLBEISPIEL 2

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



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

# SCHLUSSFOLGERUNG

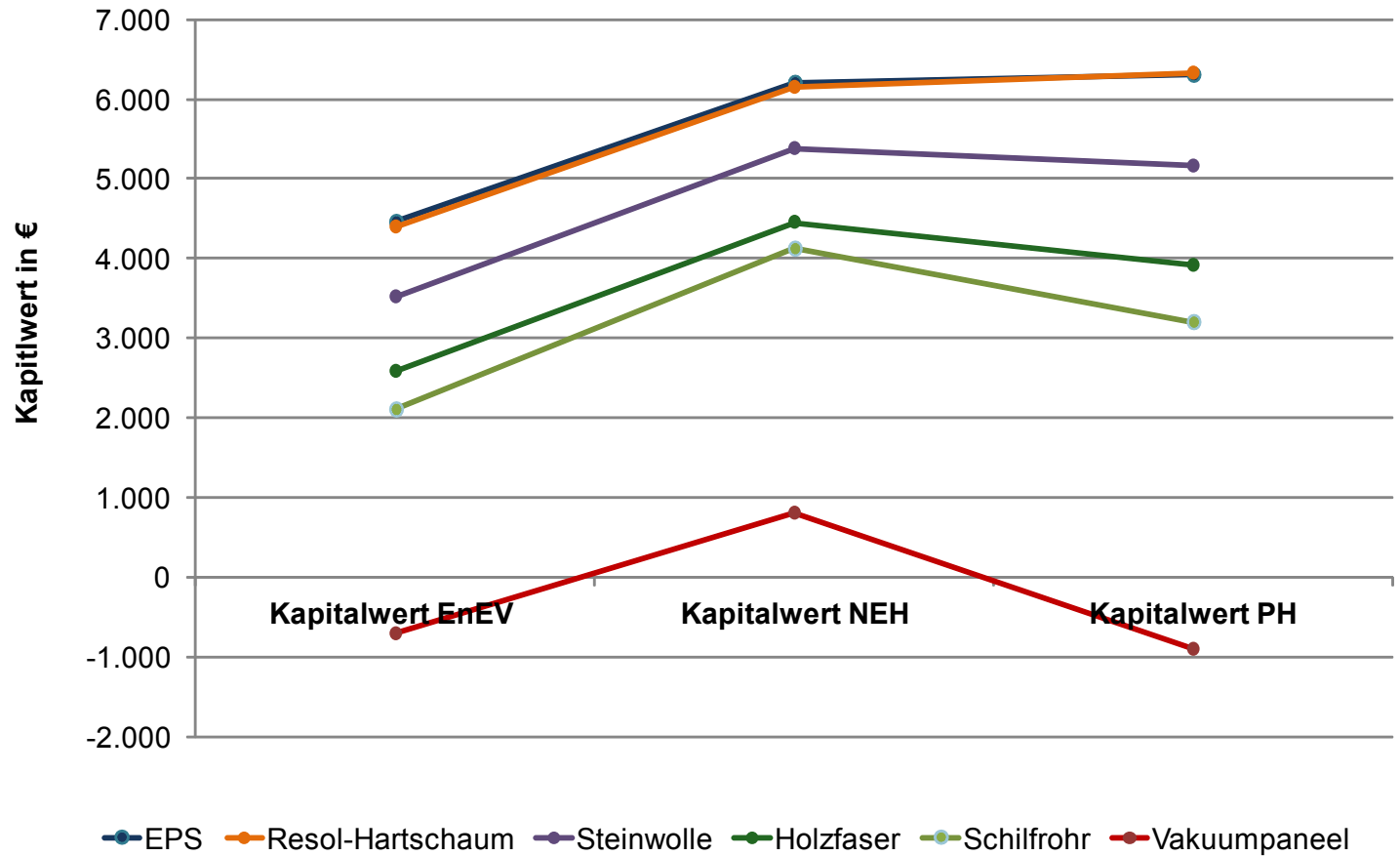
- kleine Veränderung gewisser Parameter verursachen große Auswirkungen
- unterschiedliche Auslegung der Parameter lenkt das Ergebnis entscheidend in eine Richtung (Schönrechnen möglich)
- Unabhängigkeit des Energieberaters
- Einflussparametern müssen Bauherren offen gelegt werden und kritisch hinterfragt 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

