

# Der lange Weg zur Wirtschaftlichkeit

oder

## Rechnet sich der ganze Aufwand?



### 7. ENERGIEFORUM

zum Thema: „Wärmewende – einen schlafenden Riesen wecken“

**9. NOVEMBER 2016**, 13.00 bis 18.00 Uhr, **HÄNDEL HALLE**  
(06108 Halle/Saale, Salzgrafenplatz 1)

Eberhard Hinz

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt

# Institut Wohnen und Umwelt

- **Forschungseinrichtung**
  - der Stadt Darmstadt und
  - des Landes Hessen
  - gemeinnützig
- **Forschungsbereiche**
  - Wohnen
  - Energie
- **Ansatz**
  - interdisziplinärer
  - anwendungsbezogen
- **Politikberatung**



# unser Auftrag

Aufnahmefähigkeit  
10 Milliarden t CO<sub>2</sub>/a



Im Jahr 2050  
10 Milliarden Menschen



1 t CO<sub>2</sub>/a  
pro Person



SOLL

10 t CO<sub>2</sub>/a  
pro Person



Deutschland

IST

Faktor 10

# Beispiel EFH – CO<sub>2</sub> Ausstoß



100 Sack CO<sub>2</sub>-Äquivalent



100 Sack



100 Sack



100 Sack



/a

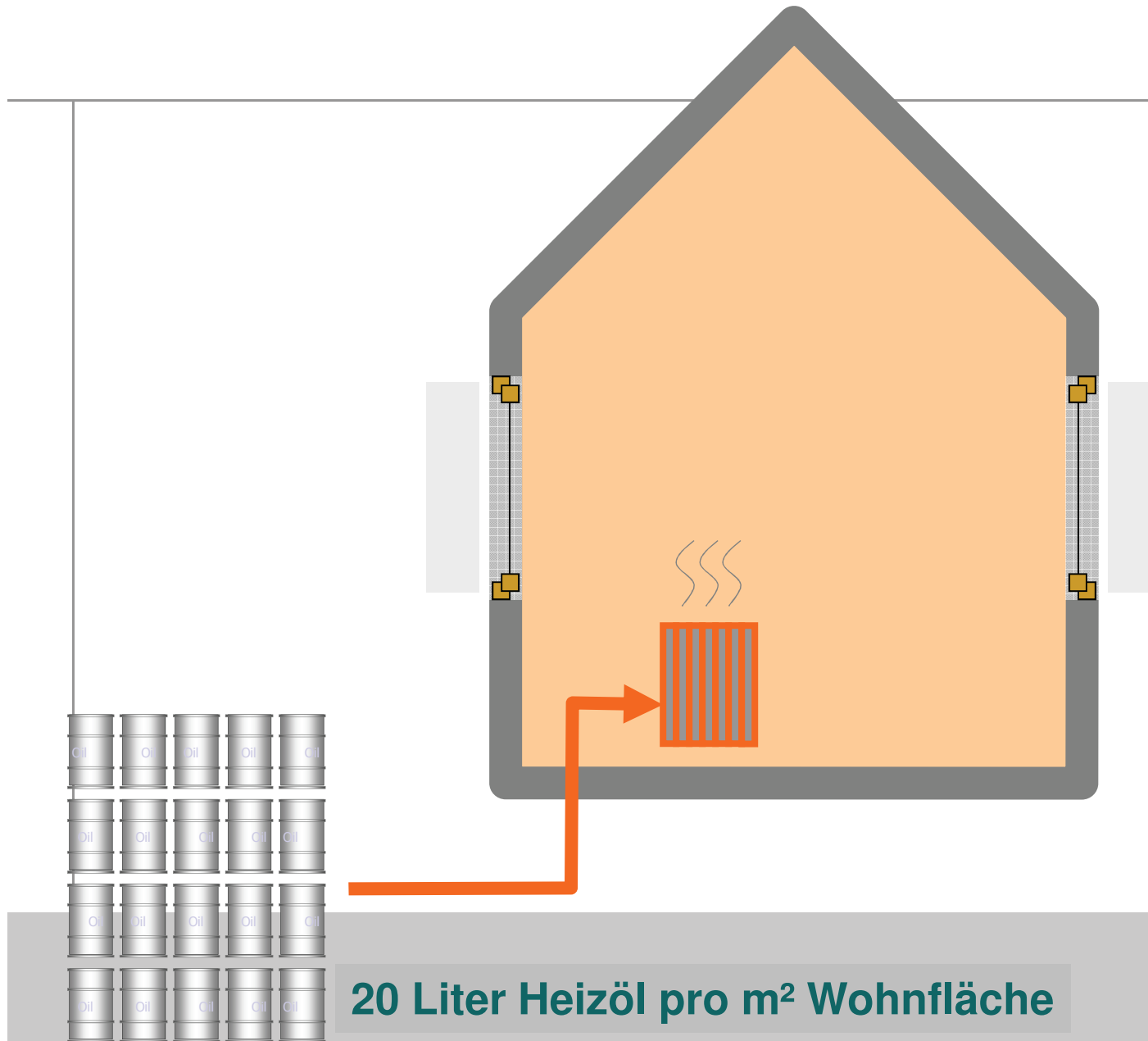
3.7 t CO<sub>2</sub>/a



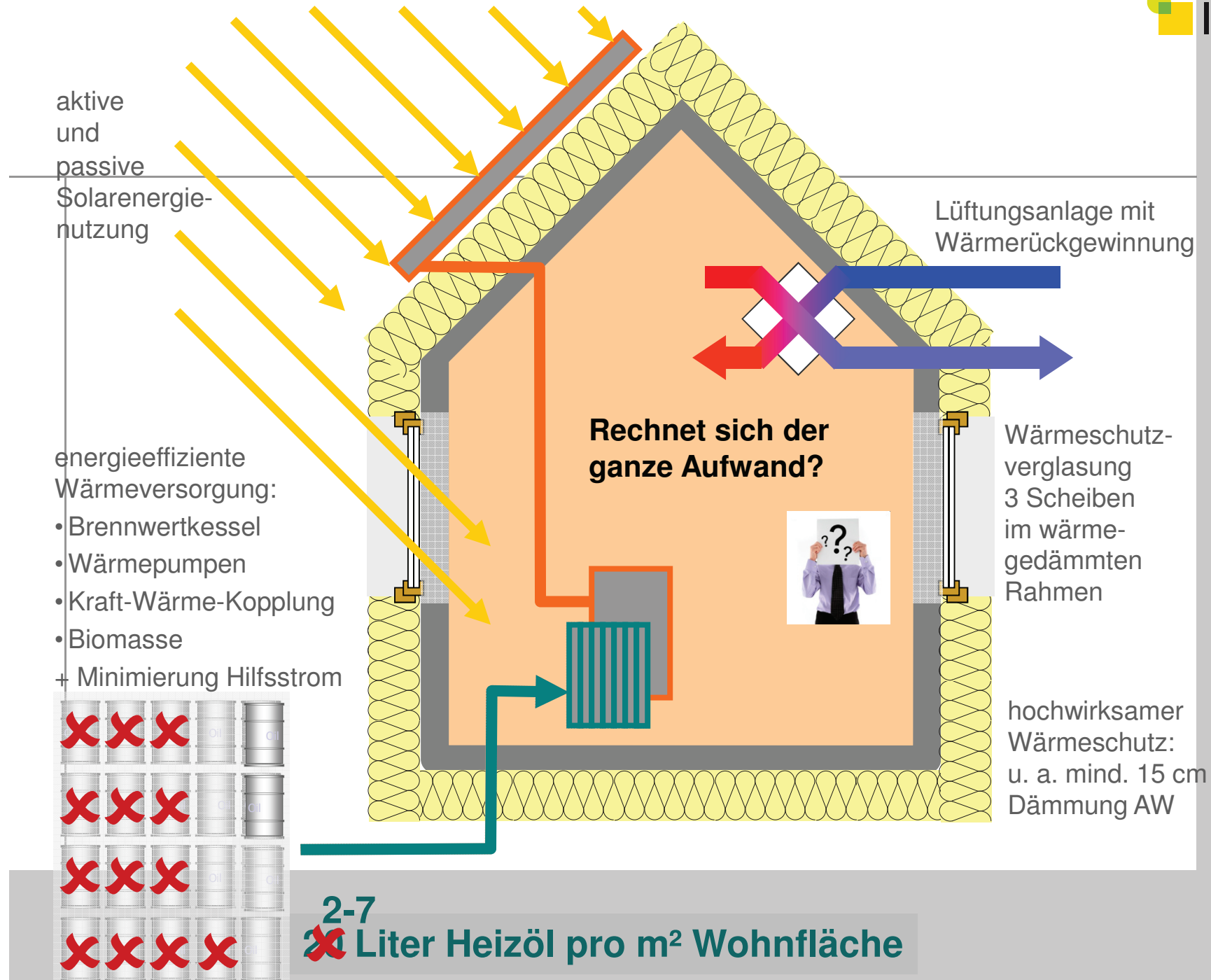
200 Sack CO<sub>2</sub>/Jahr



# Vom Altbau über das Jetzt in die Zukunft



**20 Liter Heizöl pro m<sup>2</sup> Wohnfläche**

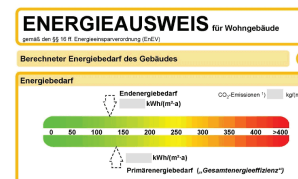
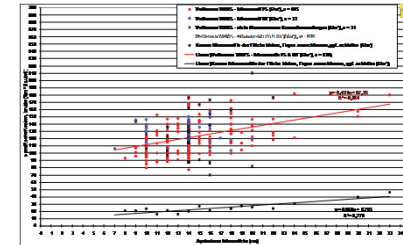


# Rechnet sich der ganze Aufwand?

- Passivhaus-Institut
  - „Energieeffizienz ist [...] heute eine der rentabelsten „Energiequellen“ überhaupt, die untersuchten Energiespar-Maßnahmen sind regelmäßig deutlich günstiger in den Gestehungskosten als der Einkauf herkömmlicher Brennstoffe.“ (PHI, 2008)
- empirica
  - „[...] allerdings lohnen sich viele Sanierungsmaßnahmen, insbesondere Außenwanddämmung und Fenster, nicht. Etwas besser sieht es bei Heizkesseln aus.“ (empirica, 2010)
- Was denn nun???

# Der lange Weg zur Wirtschaftlichkeit

- Investitionskosten
- Verbrauch vor Modernisierung
- Energiebilanzen
- Energiekosteneinsparung
- Wirtschaftlichkeit



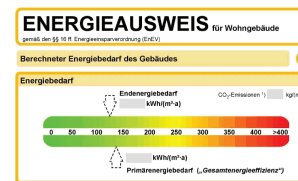
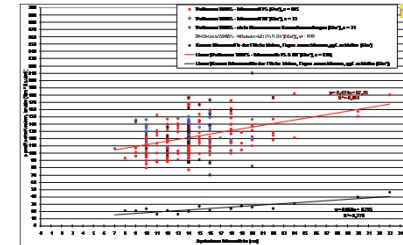
Quelle: Raubröder.de



Quelle: dpa

# Der lange Weg zur Wirtschaftlichkeit

- Investitionskosten
- Verbrauch vor Modernisierung
- Energiebilanzen
- Energiekosteneinsparung
- Wirtschaftlichkeit



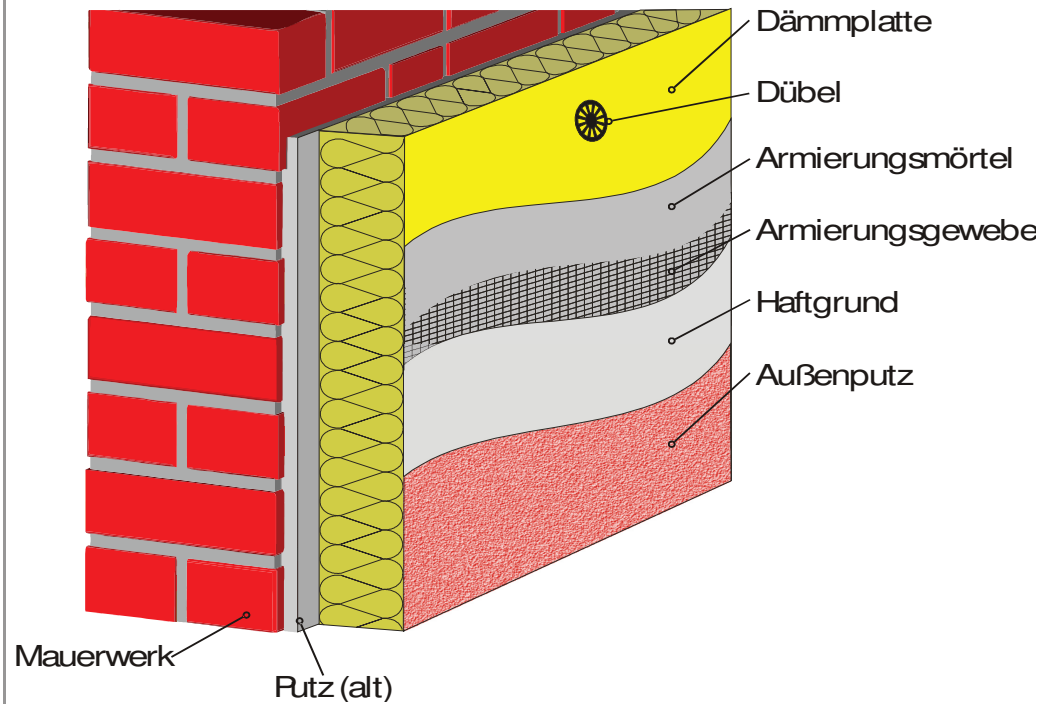
Quelle: Raumb Brüder.de



Quelle: dpa



# Bauteil Außenwand



- so einfach ist es leider nicht...

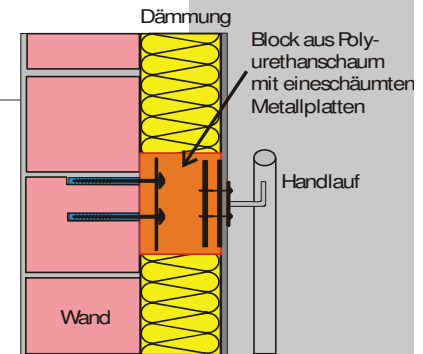
# Bauteil Außenwand - WDVS

- Berücksichtige Kostenelemente
  - Baustelleneinrichtung
  - alle Systemkomponenten WDVS
  - Sockelabdichtungen & Sockelputz
  - Dämmung von Loggien, Fensterleibungen, Perimeter
  - systemgerechte Außenfensterbänke
  - Versetzen/Erneuern von Fall- & Standrohren
  - Verlängerung von Dachüberständen
  - Anstriche von Dachüberständen & Gesimsen
  - Demontage/Montage Fenstergitter & Markisen
  - alle Elektroinstallationen an der Fassade

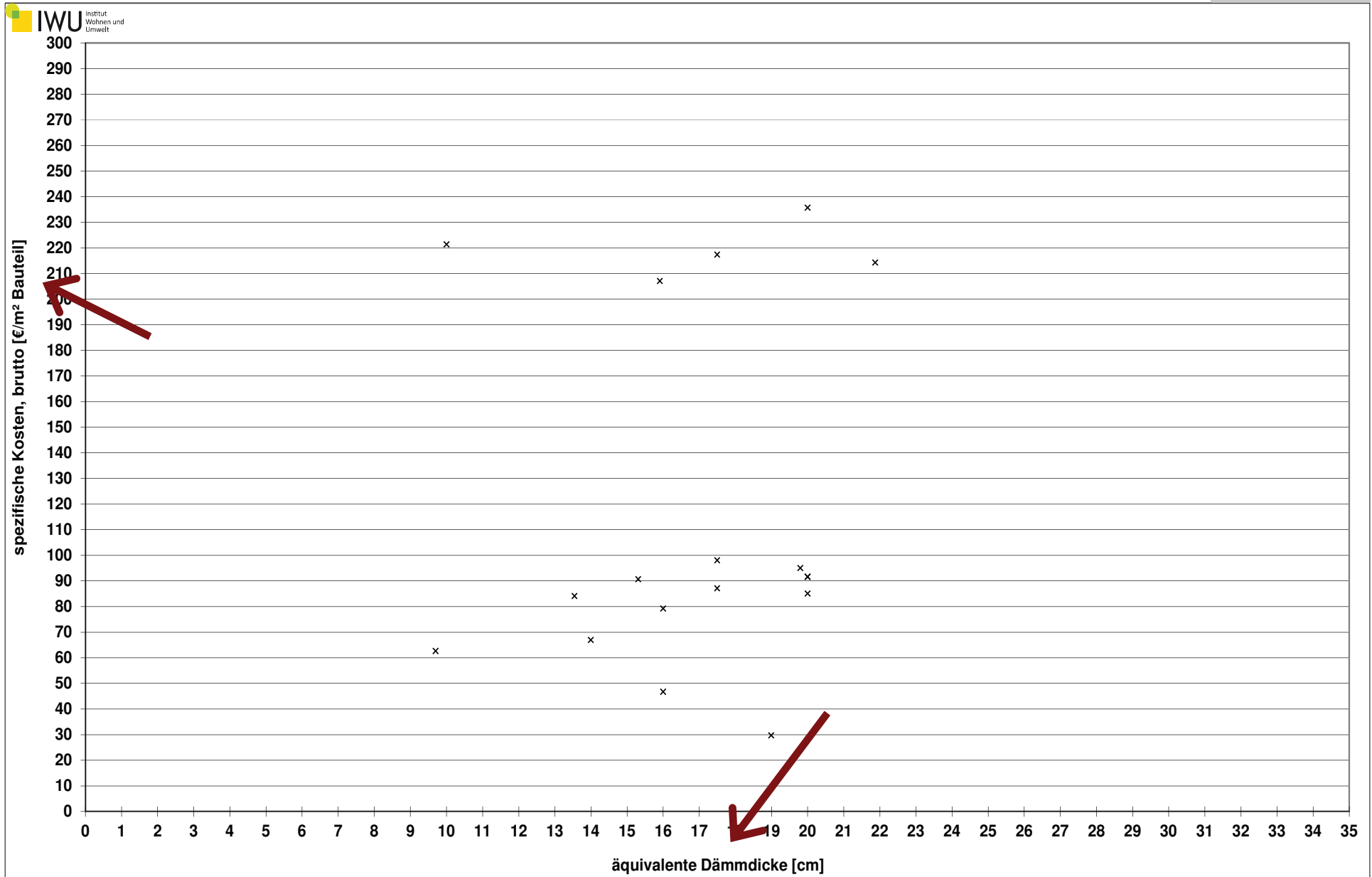


# Bauteil Außenwand

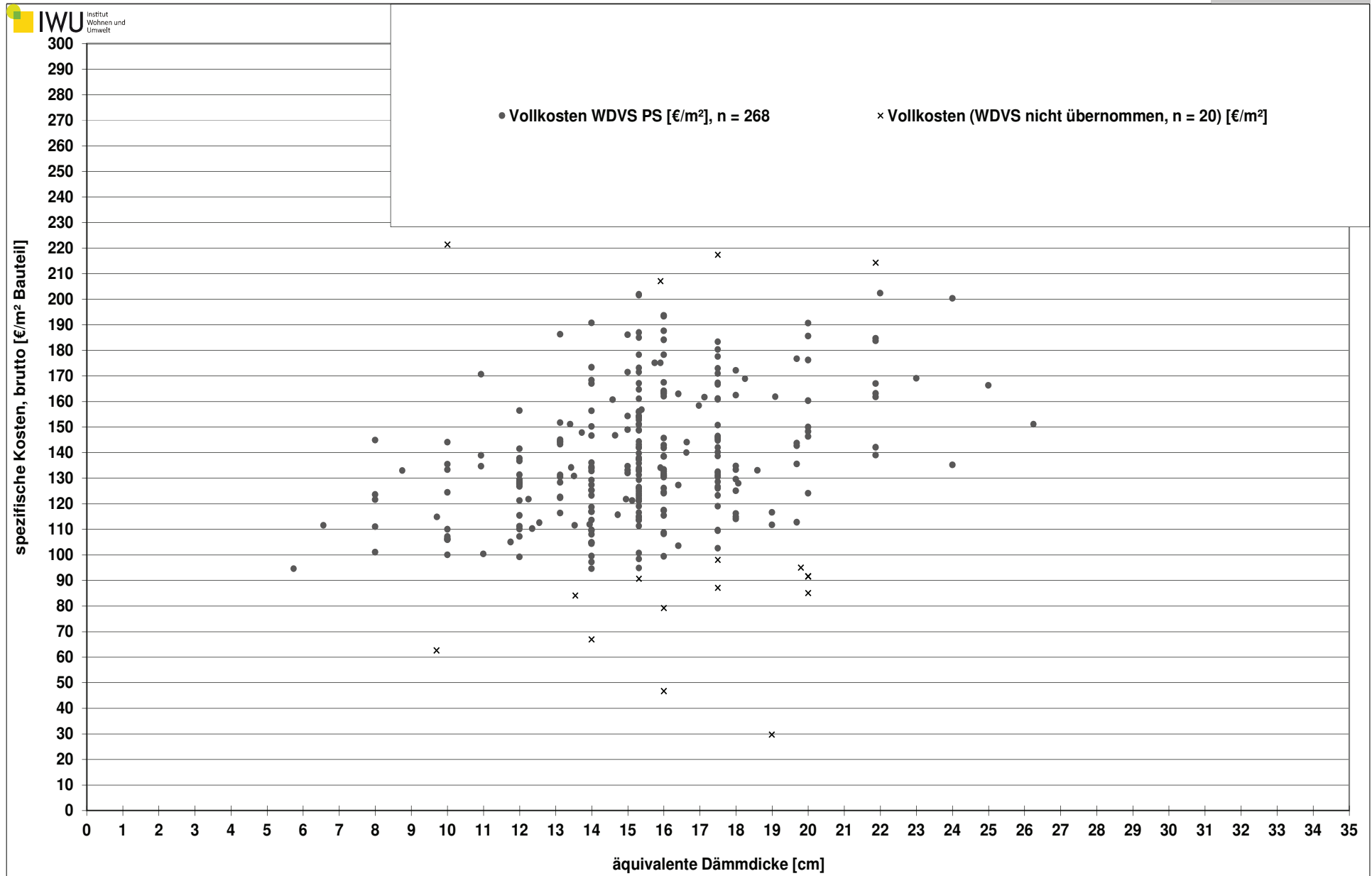
- Maßnahmen zur Vermeidung von Wärmebrücken
  - Dämmung von Fensterbänken & Leibungen
  - systemgerechte Montagezylinder
- Abbruch von Gartenmauern
  - Herausbrechen von Fensteranschlügen
  - Absägen von Betonüberständen
  - Abstemmen und Ersetzen von Vordächern
  - Anpassen bzw. Ersetzen von Balkongeländern
  - Versetzen von Hoftoren
- nicht enthalten sind
  - Kosten für Gerüste (getrennt ausgewiesen)



# Bauteil Außenwand

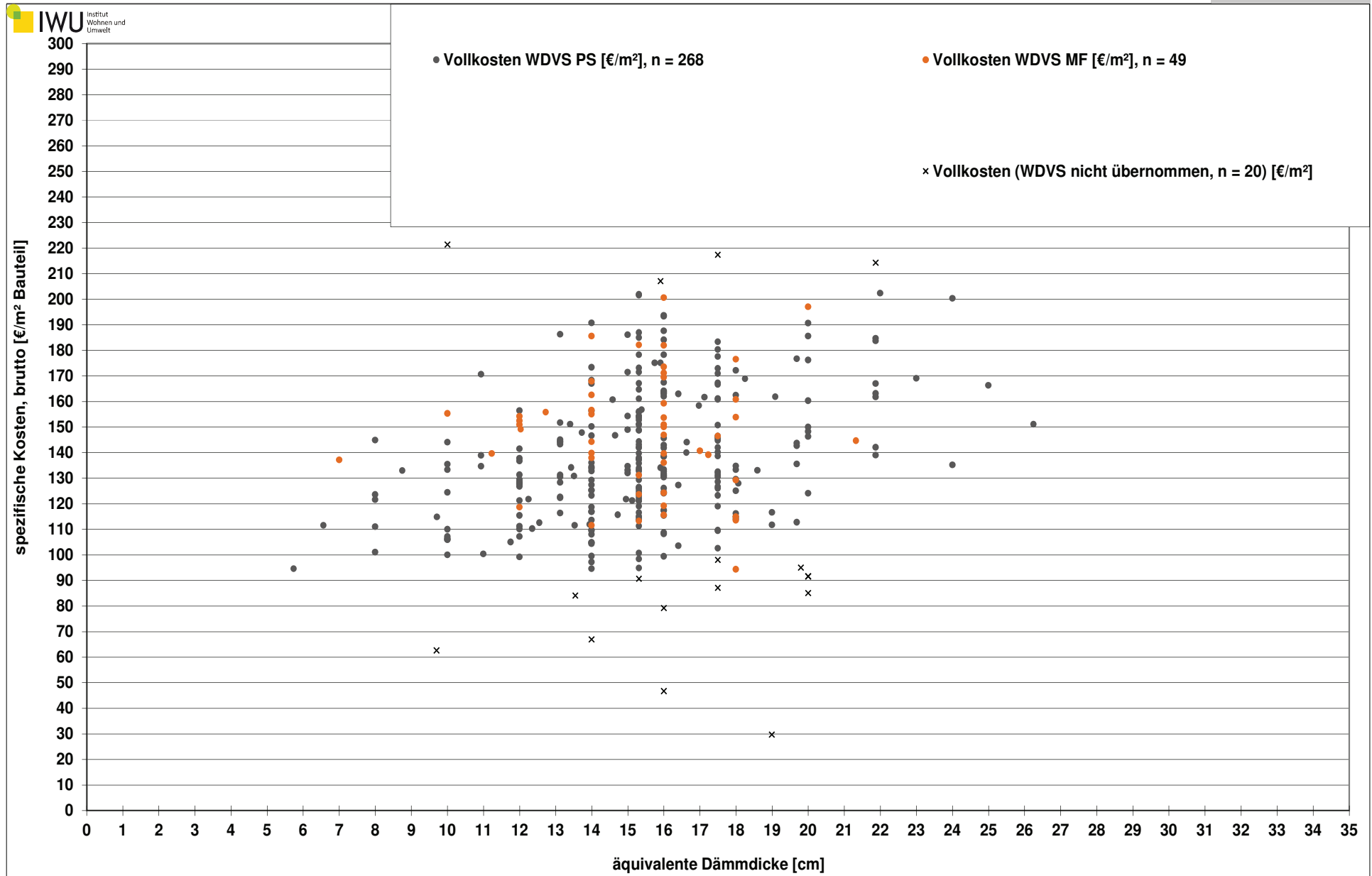


# Bauteil Außenwand

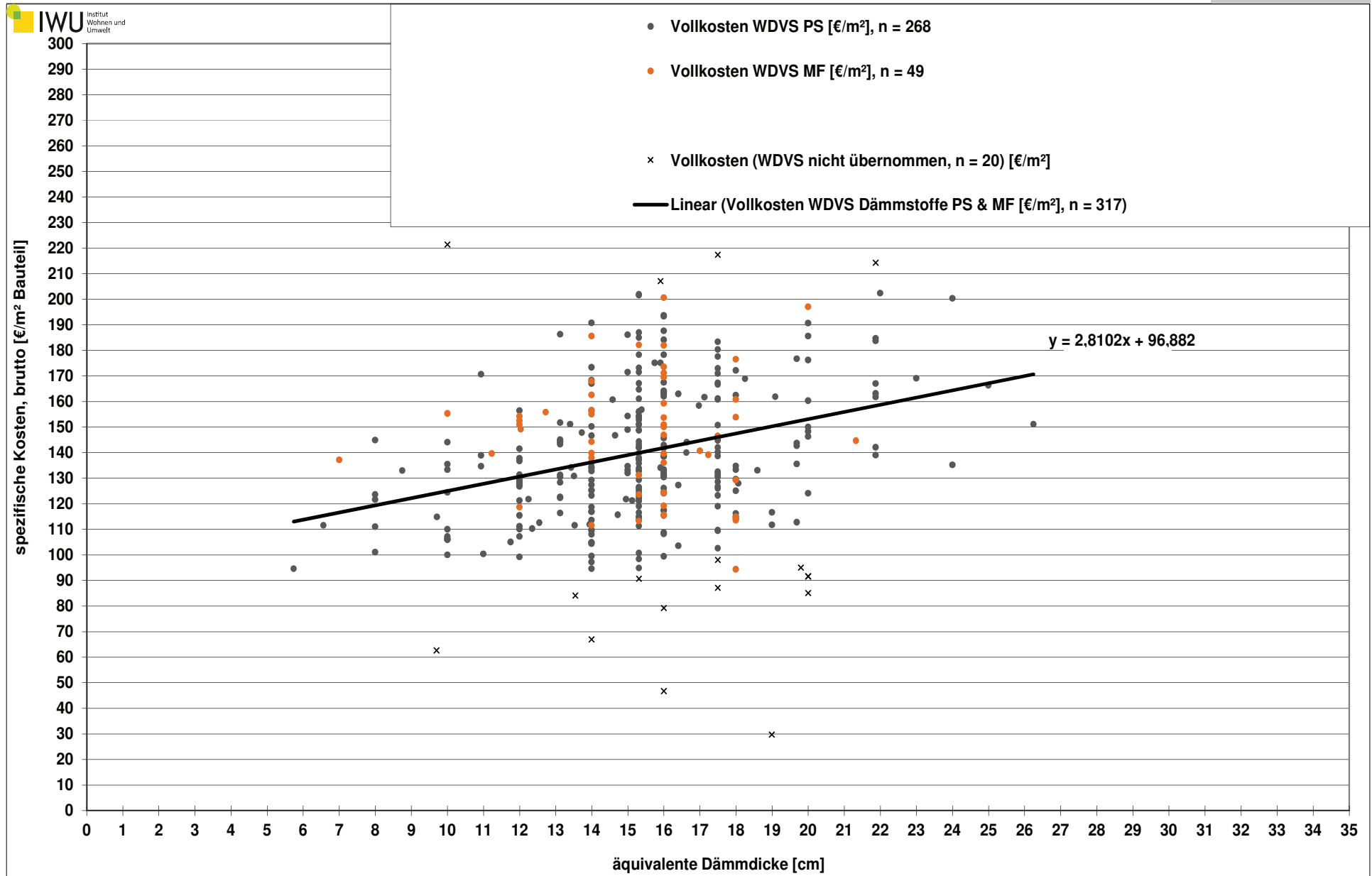




# Bauteil Außenwand

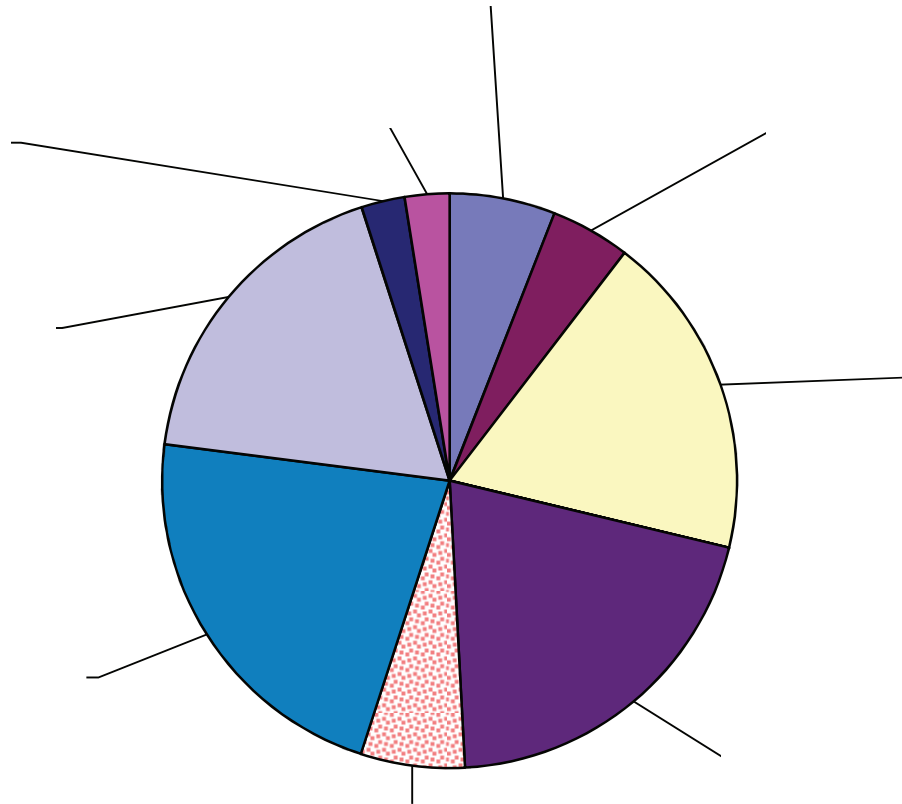


# Bauteil Außenwand



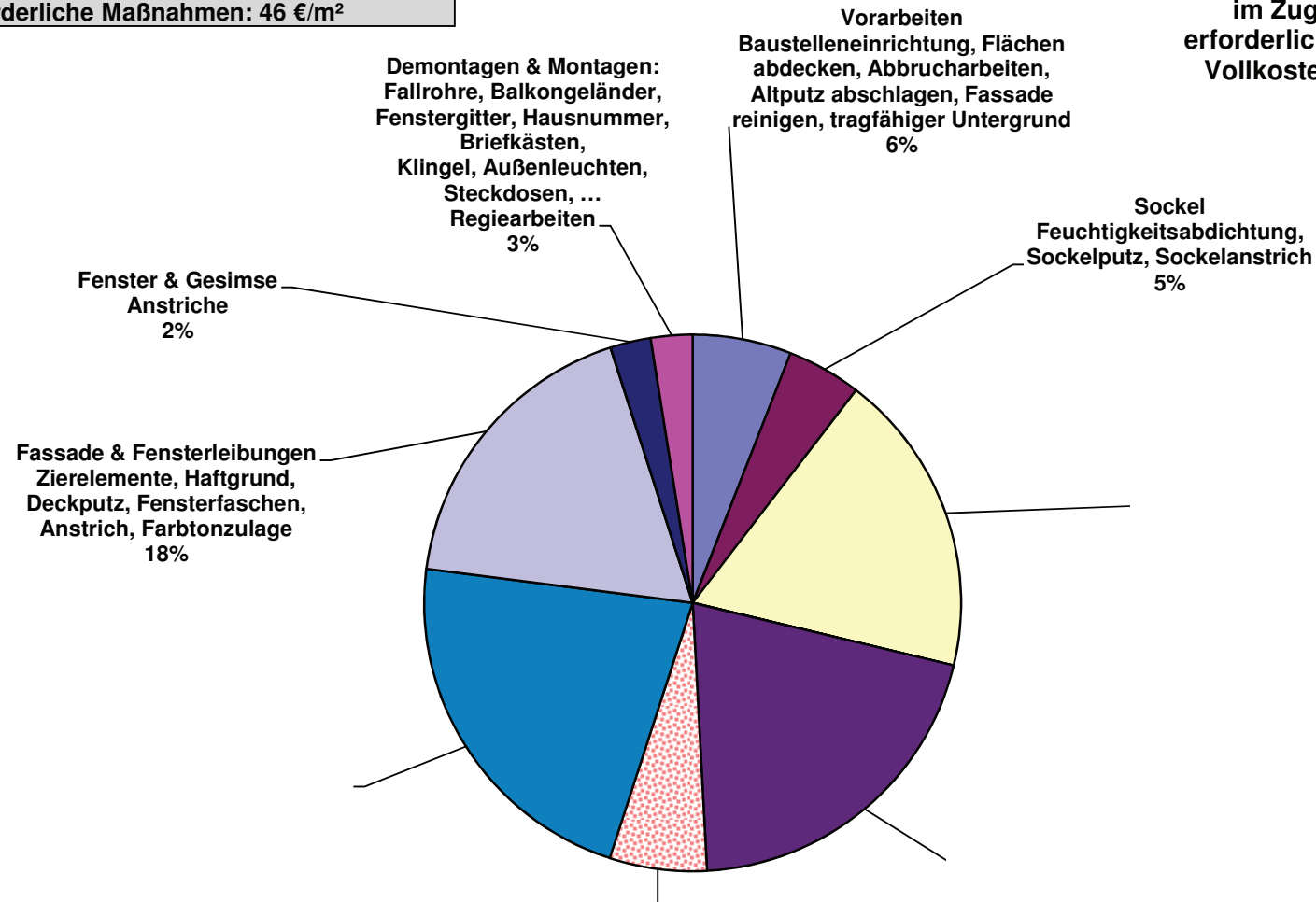
# Bauteil Außenwand

**Kostenstruktur**  
**15 cm Wärmedämmverbundsystem**  
**im Zuge einer ohnehin**  
**erforderlichen Instandsetzung**  
**Vollkosten: 139 €/m<sup>2</sup> brutto**



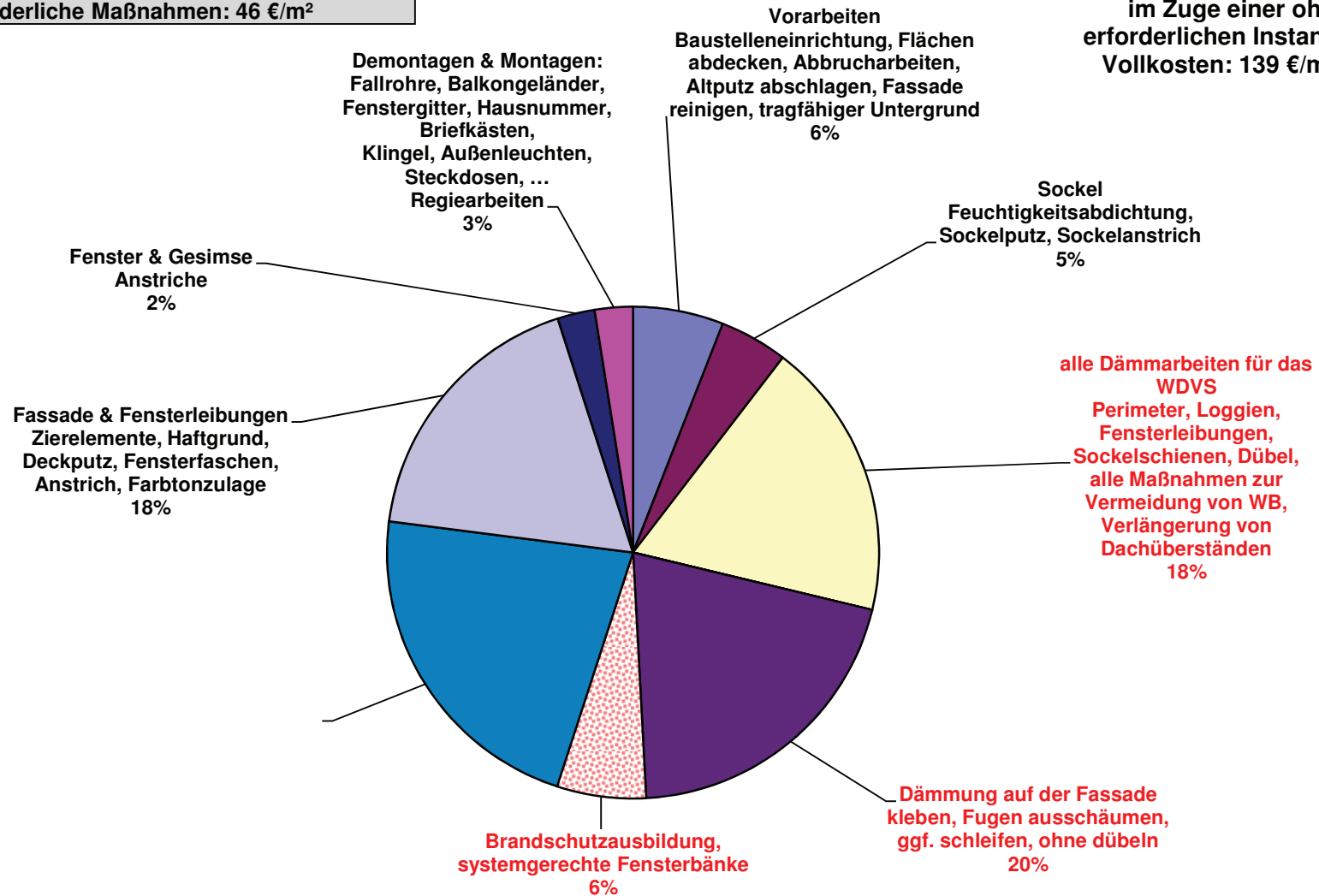
# Bauteil Außenwand

ohnehin erforderliche Maßnahmen: 46 €/m<sup>2</sup>



# Bauteil Außenwand

ohnehin erforderliche Maßnahmen: 46 €/m<sup>2</sup>

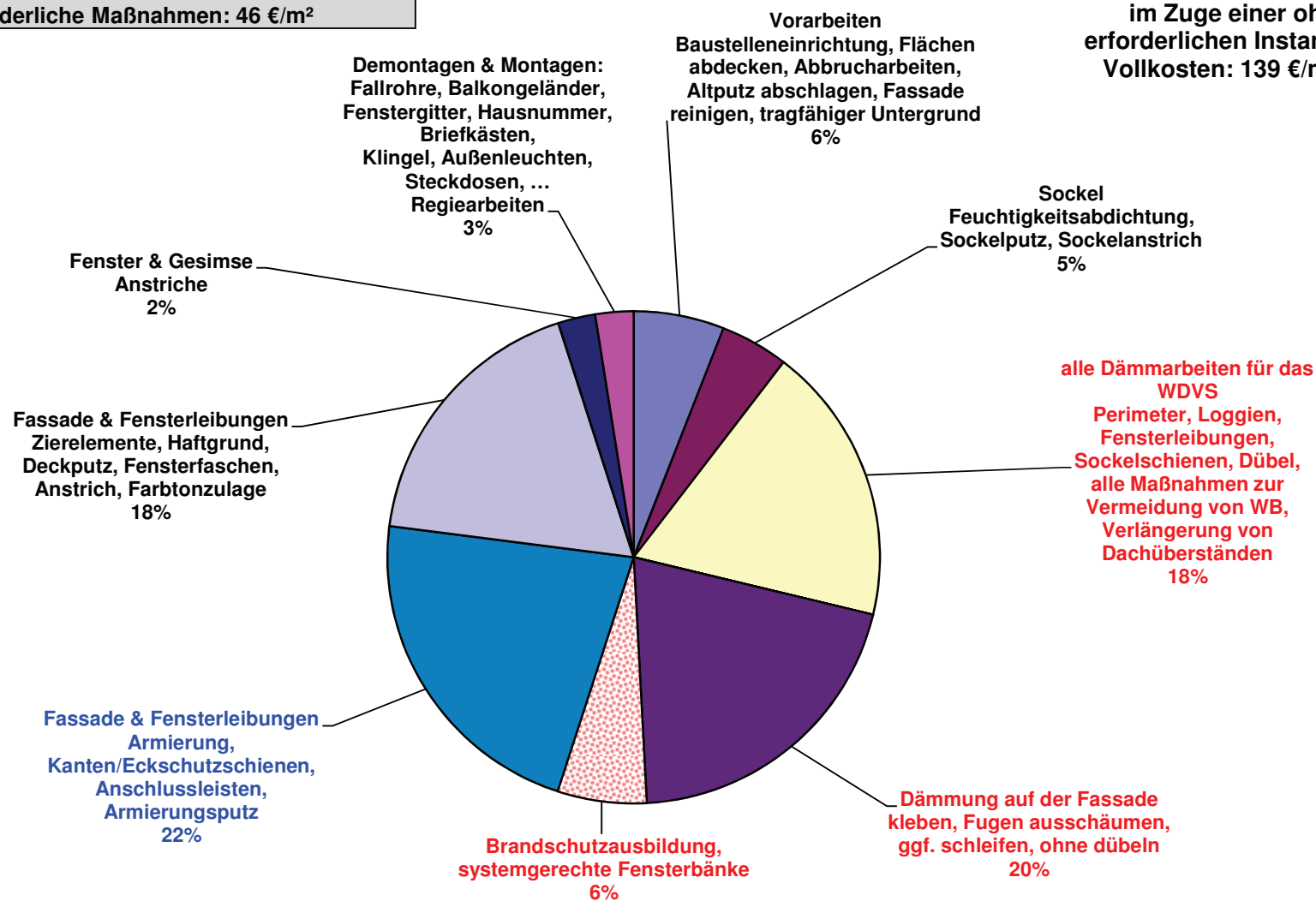


zusätzliche Maßnahmen WDVS: 62 €/m<sup>2</sup>



# Bauteil Außenwand

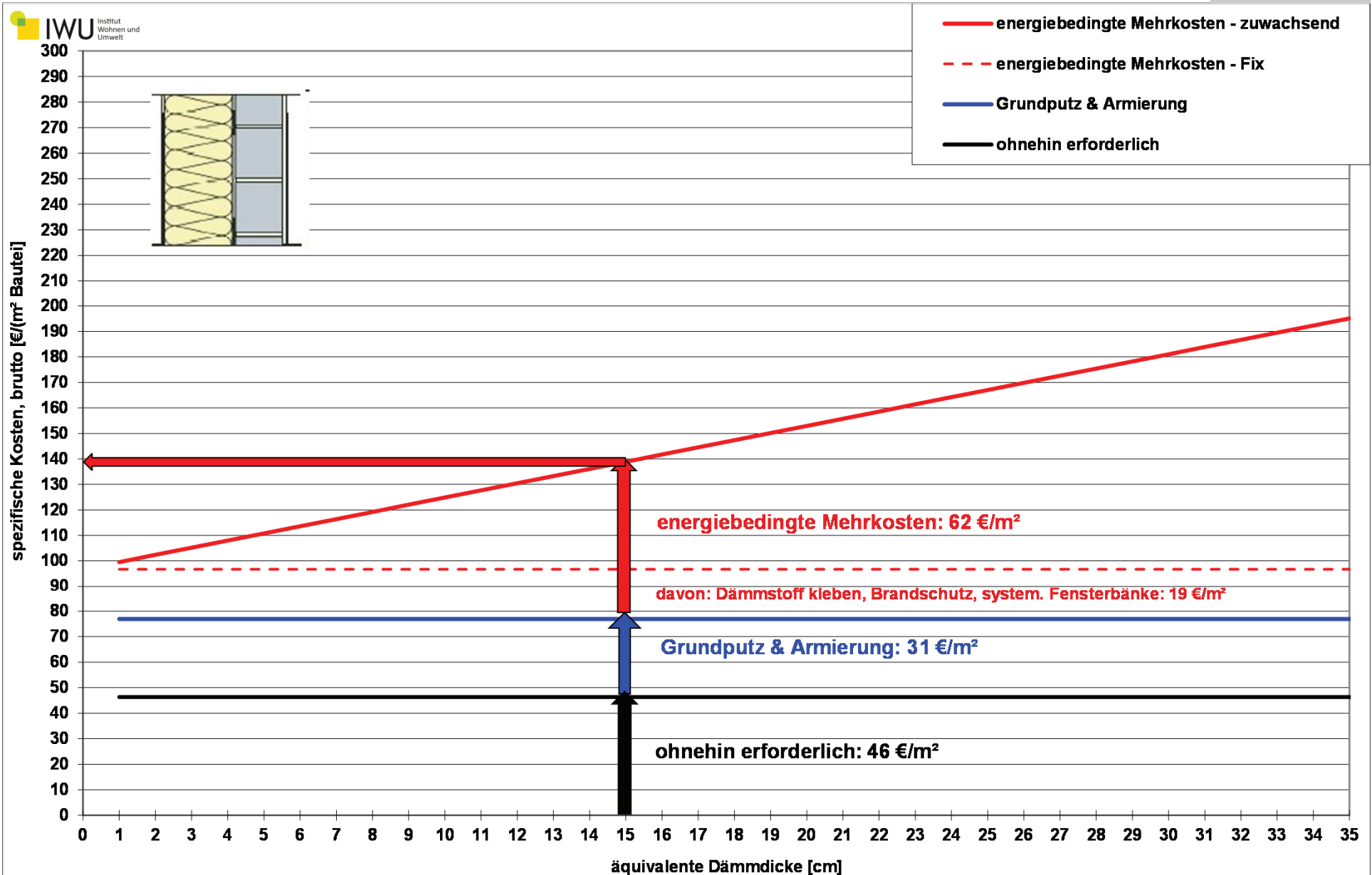
ohnehin erforderliche Maßnahmen: 46 €/m<sup>2</sup>



Grundputz & Armierung: 31 €/m<sup>2</sup>

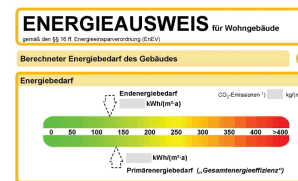
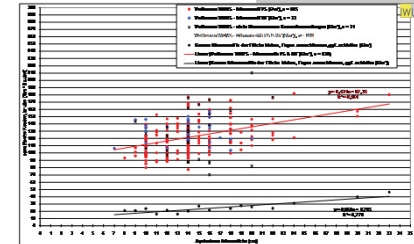
zusätzliche Maßnahmen WDVS: 62 €/m<sup>2</sup>

# Bauteil Außenwand



# Der lange Weg zur Wirtschaftlichkeit

- **Investitionskosten ...**
  - Kostenstudie: kostenfreier Download
- Verbrauch vor Modernisierung
- Energiebilanzen
- Energiekosteneinsparung
- Wirtschaftlichkeit



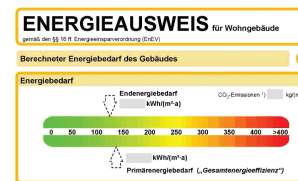
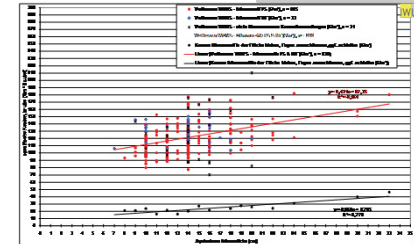
Quelle: Raumbüder.de



Quelle: dpa

# Der lange Weg zur Wirtschaftlichkeit

- Investitionskosten ...
  - Kostenstudie: kostenfreier Download
- Verbrauch vor Modernisierung
- Energiebilanzen
- Energiekosteneinsparung
- Wirtschaftlichkeit
  - Rahmenbedingungen



Quelle: Raumb Brüder.de



Quelle: dpa

# Rahmenbedingungen

- selbstgenutzte Gebäude
  - Heizkosteneinsparungen kommen dem Investor zu Gute
  - Refinanzierung über Energiekosteneinsparung
  - Verfahren: Kosten der eingesparten kWh Endenergie
    - energiebedingte Mehrkosten <-> Energiekosteneinsparung

# Wirtschaftlichkeit Rahmenbedingungen

## ENGABEPARAMETER - BERECHNUNG

mit Restwert / Ersatzinvest

mit vorzeitiger Sanierung Außenwand

mit vorzeitiger Sanierung Fenster

Baupreisindex \* Regionalfaktor

Energieeinsparung %

Betrachtungszeitraum a

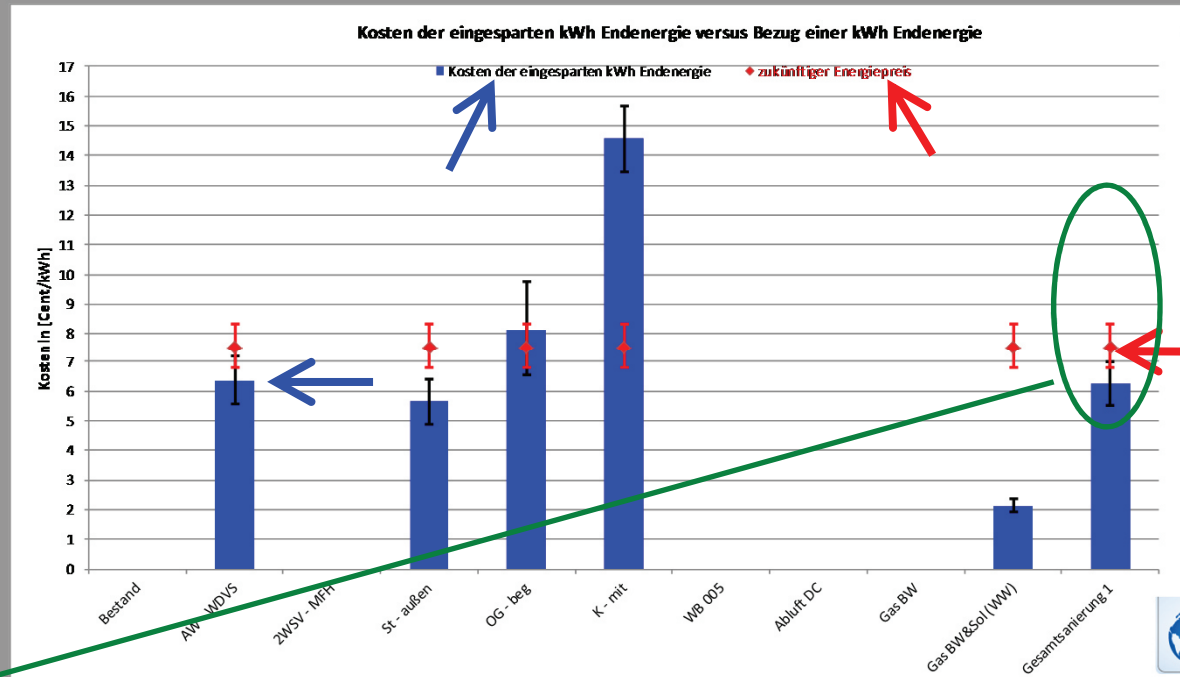
Kalkulationszins (real) %/a

Energiepreissteigerung (real)

minimal	%/a	<input type="text" value="0,5"/>
mittel (Rechenwert)	%/a	<input type="text" value="1,5"/>
maximal	%/a	<input type="text" value="2,5"/>

aktueller Energiepreis

Energieträger System	Grundpreis €/a bzw. €/kW	Arbeitspreis Cent/kWh
Energieträger System 1 Erdgas	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="6,5"/>
Energieträger System 2 -	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Energieträger System 3 -	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>



# Wirtschaftlichkeit Rahmenbedingungen

## ENGABEPARAMETER - BERECHNUNG

mit Restwert / Ersatzinvest

mit vorzeitiger Sanierung Außenwand

mit vorzeitiger Sanierung Fenster

Baupreisindex \* Regionalfaktor

Energieeinsparung %

Betrachtungszeitraum a

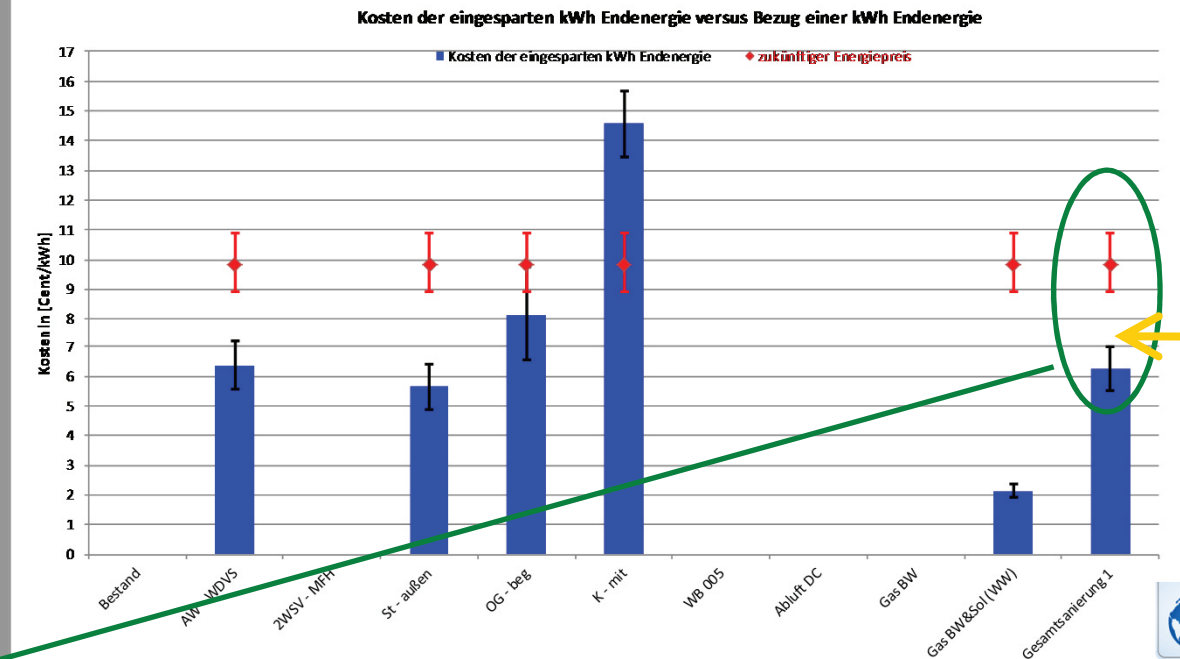
Kalkulationszins (real) %/a

Energiepreissteigerung (real)

minimal	%/a	<input type="text" value="0,5"/>
mittel (Rechenwert)	%/a	<input type="text" value="1,5"/>
maximal	%/a	<input type="text" value="2,5"/>

aktueller Energiepreis

Energieträger System	Grundpreis €/a bzw. €/kW	Arbeitspreis Cent/kWh
Energieträger System 1 Erdgas	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="8,5"/>
Energieträger System 2 -	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Energieträger System 3 -	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>



# Wirtschaftlichkeit Rahmenbedingungen

## ENGABEPARAMETER - BERECHNUNG

mit Restwert / Ersatzinvest

mit vorzeitiger Sanierung Außenwand

mit vorzeitiger Sanierung Fenster

Baupreisindex \* Regionalfaktor

Energieeinsparung %

Betrachtungszeitraum a

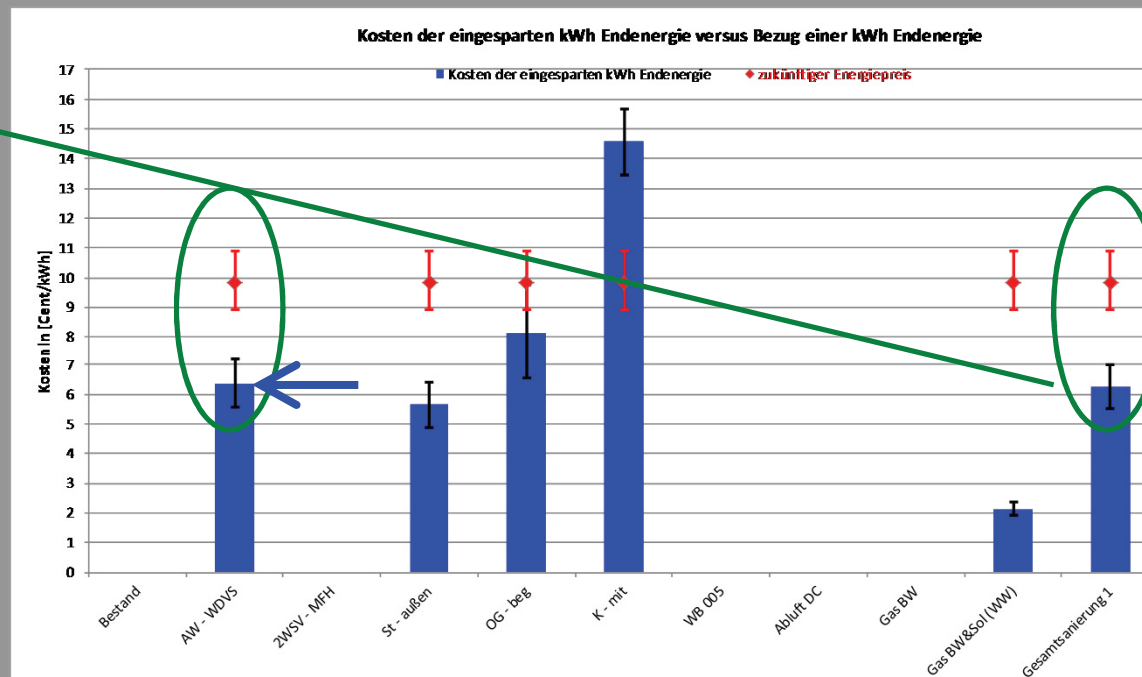
Kalkulationszins (real) %/a

Energiepreissteigerung (real)

minimal	%/a	<input type="text" value="0,5"/>
mittel (Rechenwert)	%/a	<input type="text" value="1,5"/>
maximal	%/a	<input type="text" value="2,5"/>

aktueller Energiepreis

Energieträger System	Erdgas	Grundpreis €/a bzw. €/kW	Arbeitspreis Cent/kWh
Energieträger System 1	Erdgas	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="8,5"/>
Energieträger System 2	-	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Energieträger System 3	-	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>





# Wirtschaftlichkeit Rahmenbedingungen

## ENGABEPARAMETER - BERECHNUNG

mit Restwert / Ersatzinvest

mit vorzeitiger Sanierung Außenwand

mit vorzeitiger Sanierung Fenster

Baupreisindex \* Regionalfaktor

Energieeinsparung %

Betrachtungszeitraum a

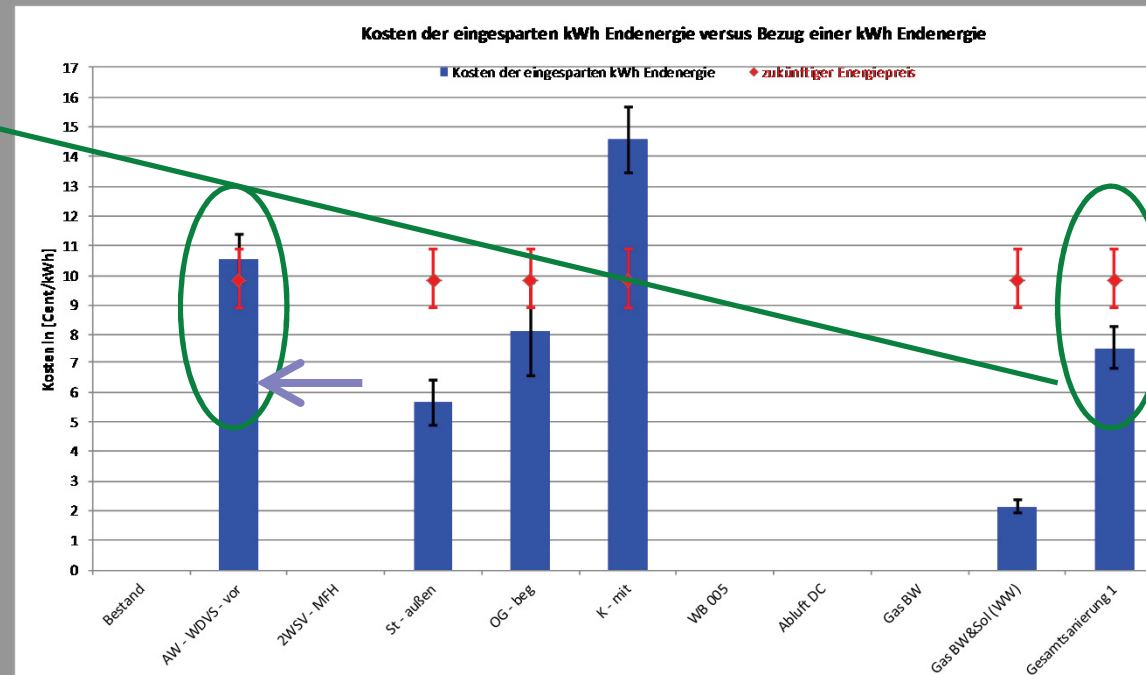
Kalkulationszins (real) %/a

Energiepreissteigerung (real)

minimal	%/a	<input type="text" value="0,5"/>
mittel (Rechenwert)	%/a	<input type="text" value="1,5"/>
maximal	%/a	<input type="text" value="2,5"/>

aktueller Energiepreis

	Grundpreis €/a bzw. €/kW	Arbeitspreis Cent/kWh
Energieträger System 1 Erdgas	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="8,5"/>
Energieträger System 2 -	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Energieträger System 3 -	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>



# Wirtschaftlichkeit Rahmenbedingungen

## ENGABEPARAMETER - BERECHNUNG

mit Restwert / Ersatzinvest

mit vorzeitiger Sanierung Außenwand

mit vorzeitiger Sanierung Fenster

Baupreisindex \* Regionalfaktor

Energieeinsparung %

Betrachtungszeitraum a

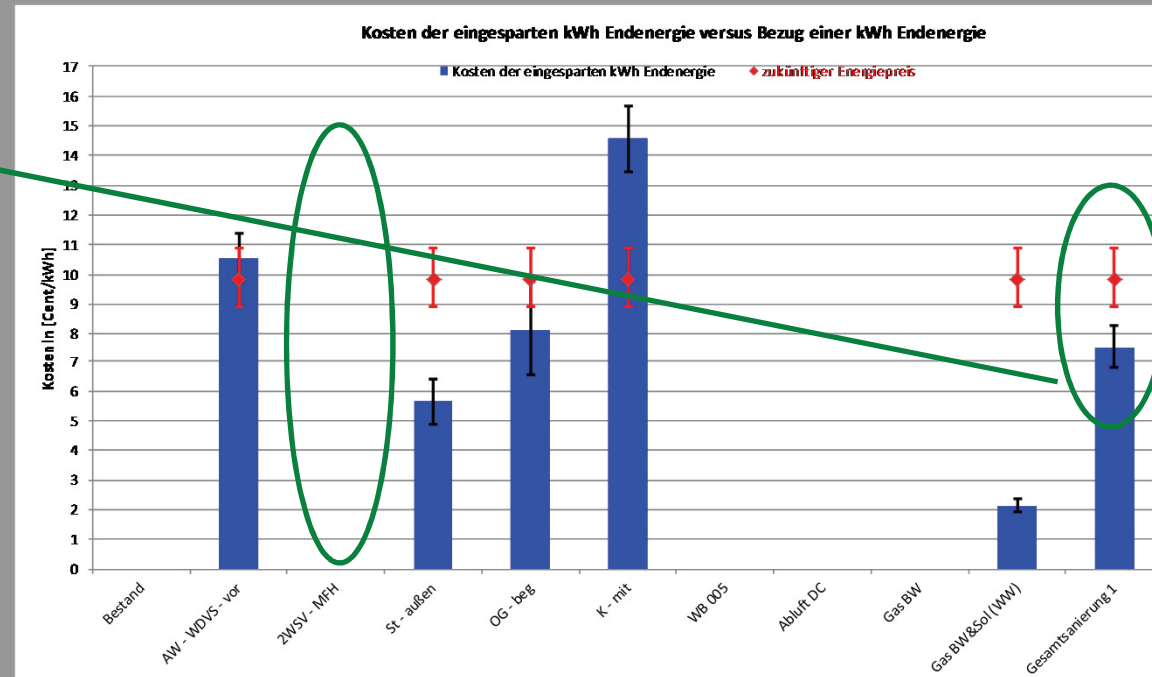
Kalkulationszins (real) %/a

Energiepreissteigerung (real)

minimal	%/a	<input type="text" value="0,5"/>
mittel (Rechenwert)	%/a	<input type="text" value="1,5"/>
maximal	%/a	<input type="text" value="2,5"/>

aktueller Energiepreis

	Grundpreis €/a bzw. €/kW	Arbeitspreis Cent/kWh
Energieträger System 1 Erdgas	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="8,5"/>
Energieträger System 2 -	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Energieträger System 3 -	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>



# Wirtschaftlichkeit Rahmenbedingungen

## ENGABEPARAMETER - BERECHNUNG

mit Restwert / Ersatzinvest

mit vorzeitiger Sanierung Außenwand

mit vorzeitiger Sanierung Fenster

Baupreisindex \* Regionalfaktor

Energieeinsparung %

Betrachtungszeitraum a

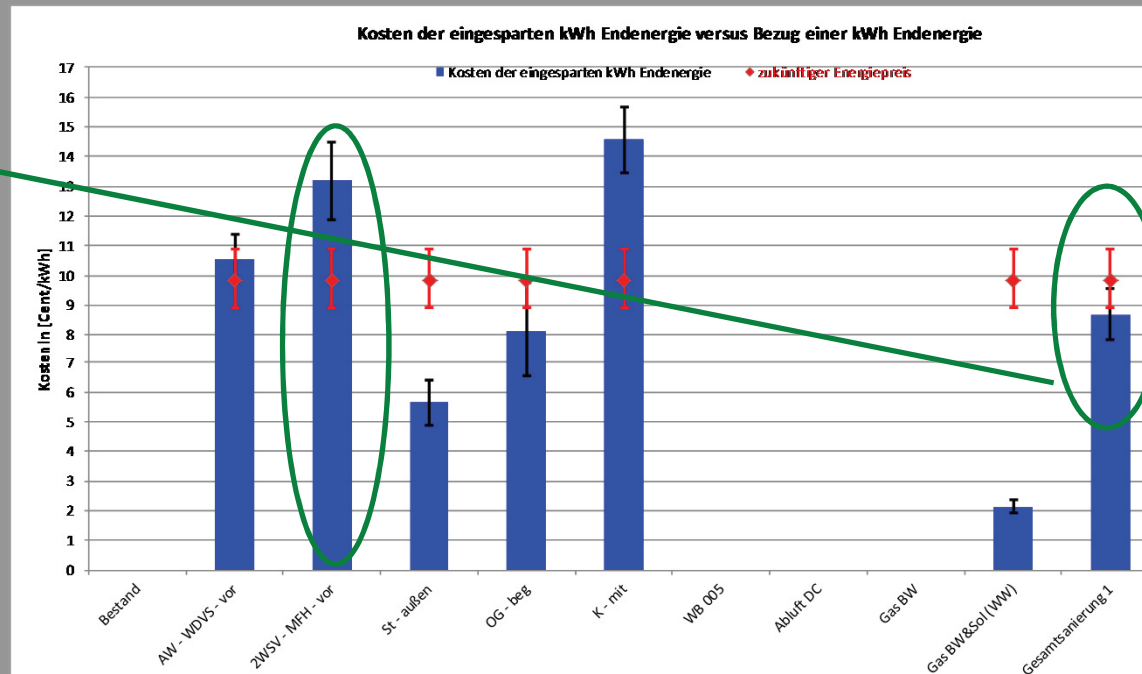
Kalkulationszins (real) %/a

Energiepreissteigerung (real)

minimal	%/a	<input type="text" value="0,5"/>
mittel (Rechenwert)	%/a	<input type="text" value="1,5"/>
maximal	%/a	<input type="text" value="2,5"/>

aktueller Energiepreis

	Grundpreis €/a bzw. €/kW	Arbeitspreis Cent/kWh
Energieträger System 1 Erdgas	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="8,5"/>
Energieträger System 2 -	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Energieträger System 3 -	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>



# Wirtschaftlichkeit Rahmenbedingungen

## ENGABEPARAMETER - BERECHNUNG

mit Restwert / Ersatzinvest

mit vorzeitiger Sanierung Außenwand

mit vorzeitiger Sanierung Fenster

Baupreisindex \* Regionalfaktor

Energieeinsparung %

Betrachtungszeitraum a

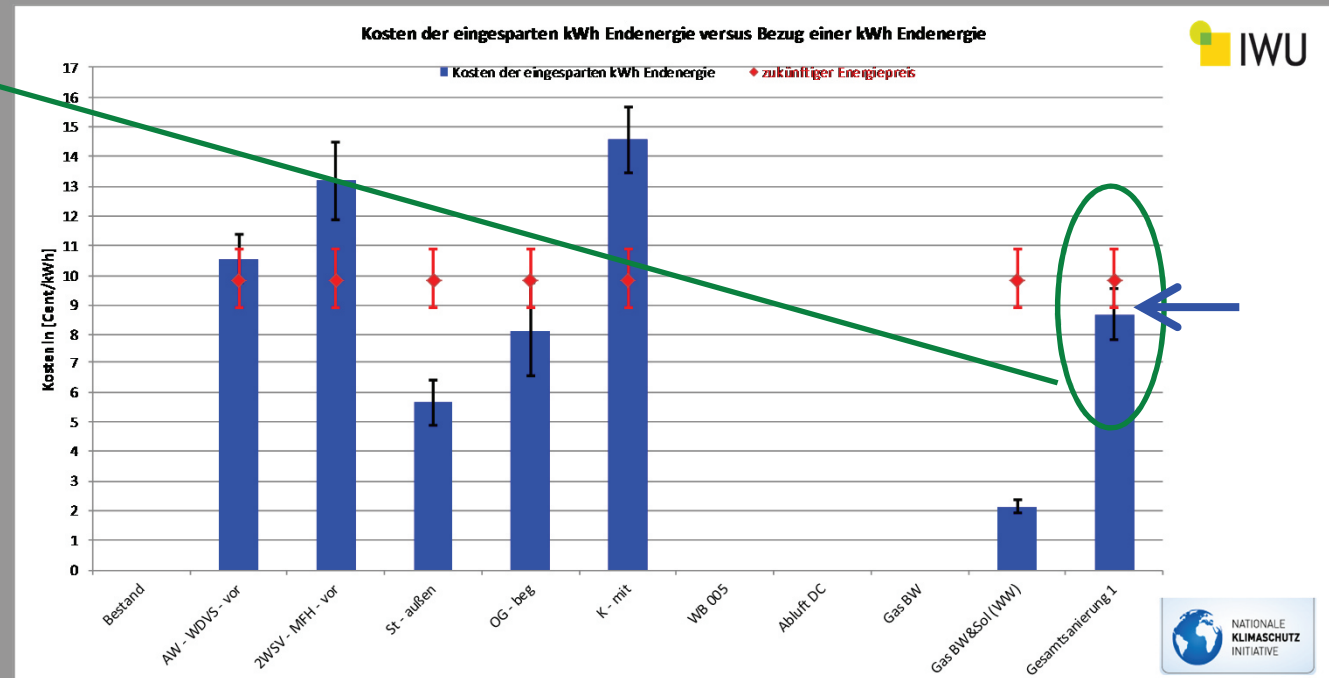
Kalkulationszins (real) %/a

Energiepreissteigerung (real)

minimal	%/a	<input type="text" value="0,5"/>
mittel (Rechenwert)	%/a	<input type="text" value="1,5"/>
maximal	%/a	<input type="text" value="2,5"/>

aktueller Energiepreis

	Grundpreis €/a bzw. €/kW	Arbeitspreis Cent/kWh
Energieträger System 1 Erdgas	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="8,5"/>
Energieträger System 2 -	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Energieträger System 3 -	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>



# Wirtschaftlichkeit Rahmenbedingungen

## ENGABEPARAMETER - BERECHNUNG

mit Restwert / Ersatzinvest

mit vorzeitiger Sanierung Außenwand

mit vorzeitiger Sanierung Fenster

Baupreisindex \* Regionalfaktor

Energieeinsparung %

Betrachtungszeitraum a

Kalkulationszins (real) %/a

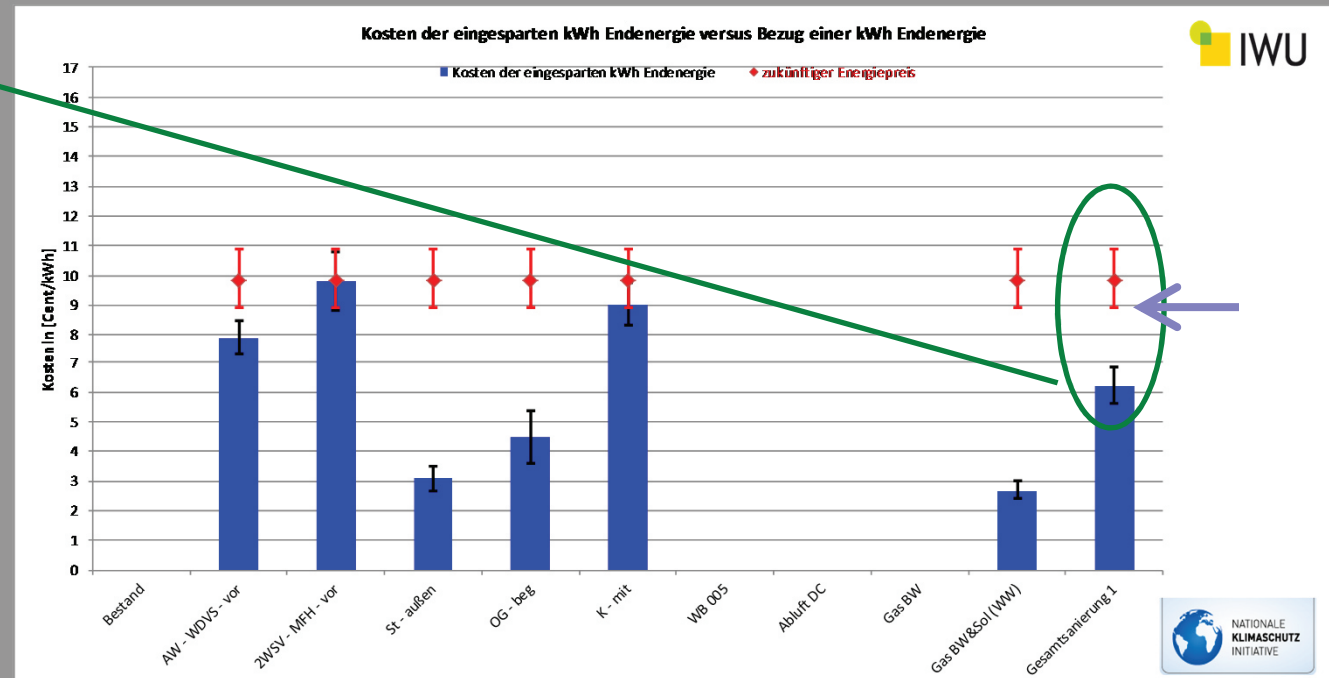
Energiepreissteigerung (real)

minimal	%/a	<input type="text" value="0,5"/>
mittel (Rechenwert)	%/a	<input type="text" value="1,5"/>
maximal	%/a	<input type="text" value="2,5"/>

aktueller Energiepreis

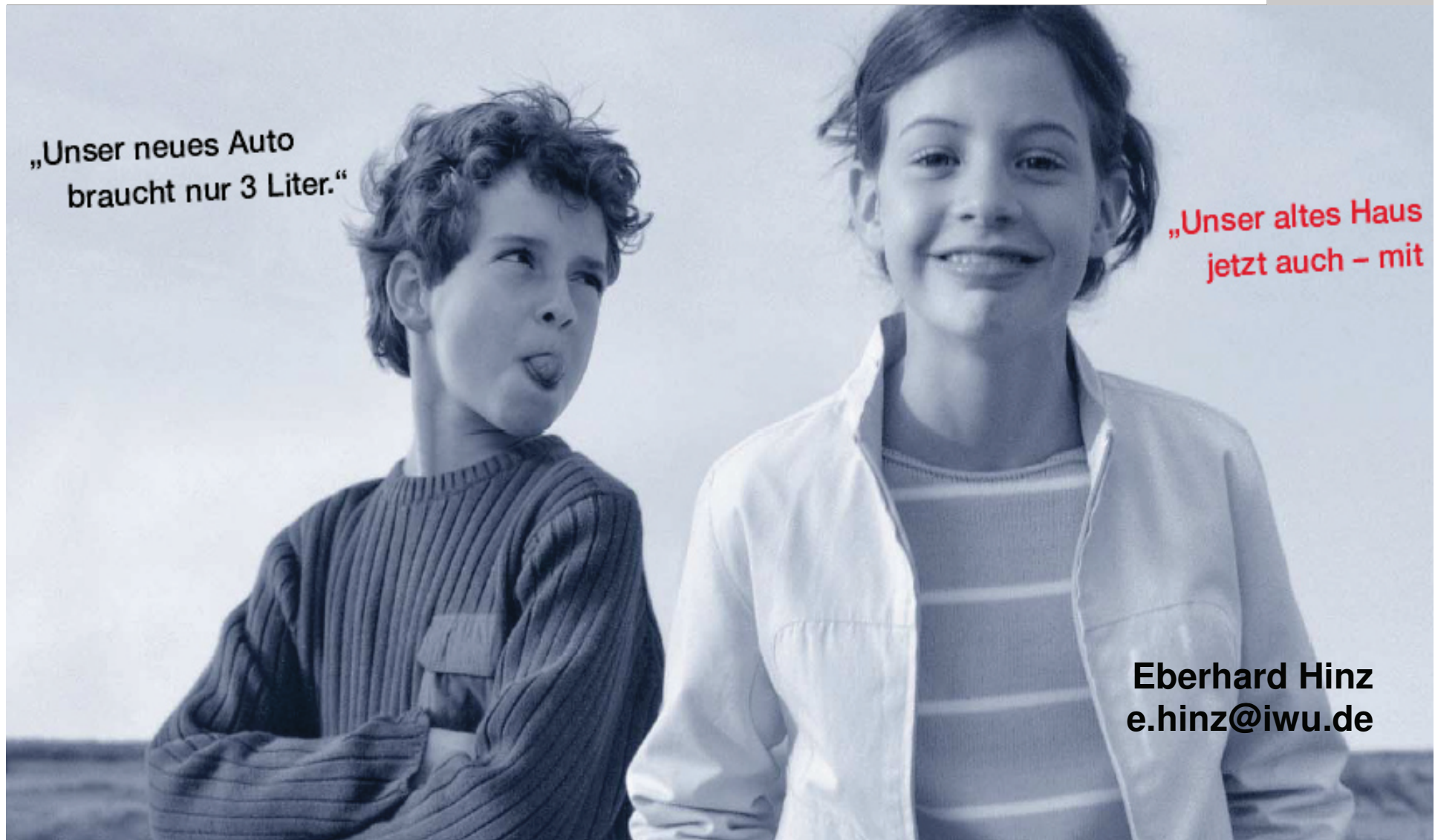
Energieträger System	Erdgas	Grundpreis €/a bzw. €/kW	Arbeitspreis Cent/kWh
Energieträger System 1	Erdgas	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="8,5"/>
Energieträger System 2	-	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Energieträger System 3	-	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>



# Rechnet sich der ganze Aufwand?

- Passivhaus-Institut
  - „Energieeffizienz ist [...] heute eine der rentabelsten „Energiequellen“ überhaupt, die untersuchten Energiespar-Maßnahmen sind regelmäßig deutlich günstiger in den Gestehungskosten als der Einkauf herkömmlicher Brennstoffe.“
- empirica
  - „[...] allerdings lohnen sich viele Sanierungsmaßnahmen, insbesondere Außenwanddämmung und Fenster, nicht. Etwas besser sieht es bei Heizkesseln aus.“
- Die Moral aus der Geschicht´
  - zu Risiken und Nebenwirkungen: Lesen die das Kleingedruckte....
  - ... und informieren Sie sich:  
 LENA, GIH e.V., DEN e.V., Ingenieurkammer / Verbraucherzentrale Sachsen-Anhalt, Energieberater im Handwerk, ...

# Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit



- Download Kostenstudie über [IWU.de](http://iwu.de)



# Kosten der eingesparten kWh End.

- Kosten vor Sanierung  **$K_0 = P \cdot E_0$** 
  - $P$  mittlerer Preis für die Endenergieeinheit [Cent/kWh]
  - $E_0$  jährlicher Endenergieverbrauch vor Sanierung [kWh/a]
  
- Kosten nach Sanierung  **$K_s = P \cdot E_s + a \cdot I$** 
  - $P$  mittlerer Preis für die Endenergieeinheit [Cent/kWh]
  - $E_s$  jährlicher Endenergieverbrauch nach Sanierung [kWh/a]
  - $a$  Annuität [%/a] („jährliche gleichmäßige regelmäßige Zahlung“)
  - $I$  (energiebedingte Mehr-)Investitionskosten [€]
  
- Wirtschaftlichkeitskriterium
  - $K_s < K_0$



# Kosten der eingesparten kWh End.

- Wirtschaftlichkeitskriterium

$$K_{\text{ein}} = (a \cdot I) / (E_0 - E_s) < P \quad [\text{Cent/kWh}]$$

- $K_{\text{ein}}$  Kosten je eingesparter kWh Endenergie
- $P$  mittlerer Preis für die bezogene kWh Endenergie

aus:  
Kostenfunktionen  
Kostenstudie

aus:  
Energiebilanz

- Vorteile

- unmittelbare Vergleichbarkeit mit Energiepreis
- unsichere zukünftige Energiepreisentwicklung beeinflusst ausschließlich die Vergleichsgröße  $K$

- Nachteil

- nur relevant für „Selbstnutzer“

# Kosten der eingesparten kWh End.

- Wirtschaftlichkeitskriterium

$$K_{\text{ein}} = (a \cdot I) / (E_0 - E_s) < P \quad [\text{Cent/kWh}]$$

- $K_{\text{ein}}$  Kosten je eingesparter kWh Endenergie
- $P$  mittlerer Preis für die bezogene kWh Endenergie

aus:  
Kostenfunktionen  
Kostenstudie

aus:  
Energiebilanz

- Vorteile

- unmittelbare Vergleichbarkeit mit Energiepreis
- unsichere zukünftige **Energiepreisentwicklung** beeinflusst ausschließlich die Vergleichsgröße  $K$

- Nachteil

- nur relevant für „Selbstnutzer“

# Energiepreisentwicklung



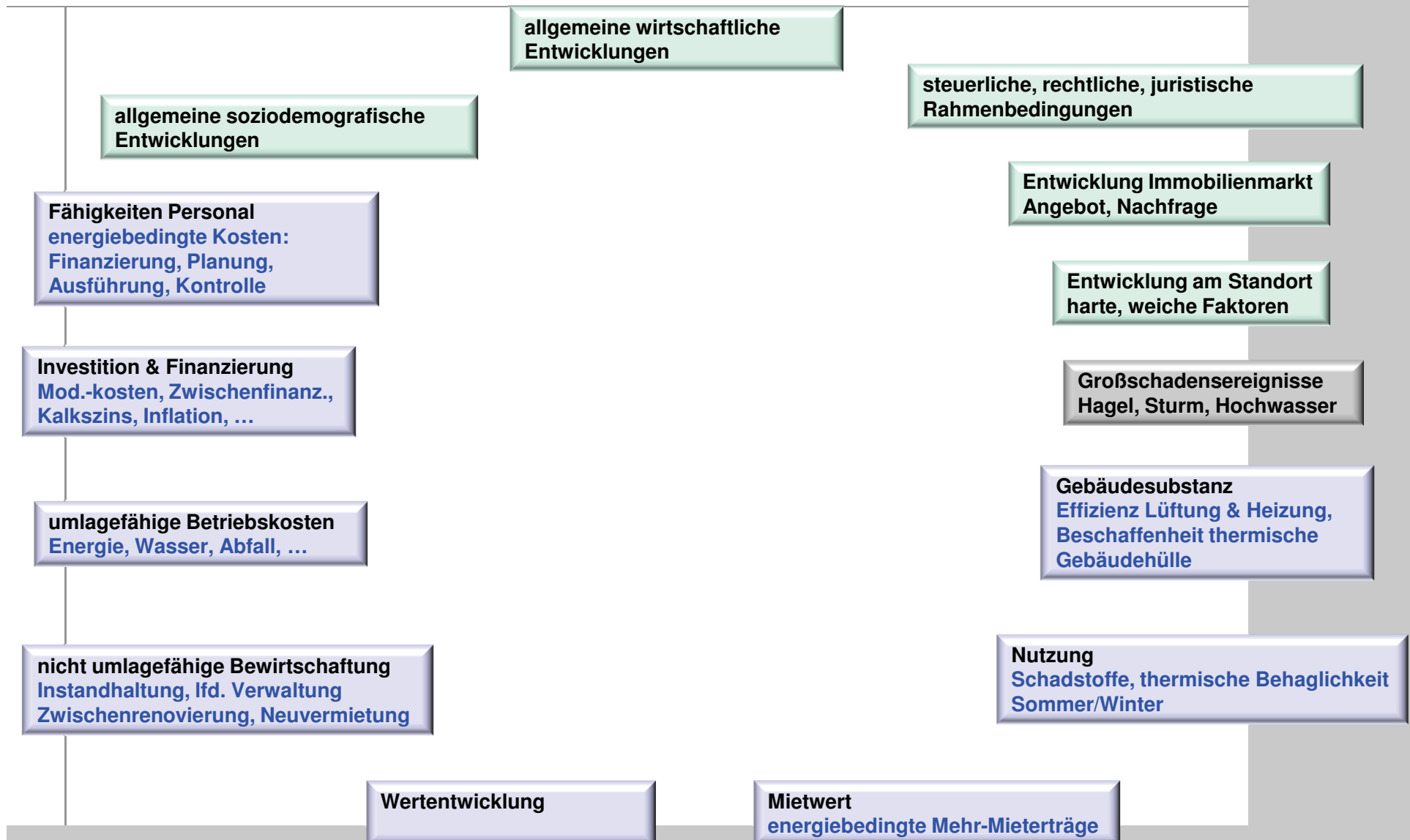
**Prognosen sind  
schwierig,  
insbesondere wenn  
sie die Zukunft  
betreffen**

Karl Valentin, Mark Twain, Niels Bohr,  
Winston Churchill, ...

Aktuelle Heizölpreis-Tendenz: Deutschlandweite Durchschnittspreise pro 100 Liter inkl. MwSt. bei 3.000 Liter

Quelle: <https://www.esyoil.com>

# zum Kleingedruckten immobilienwirtschaftliche Risiken



# zum Kleingedruckten immobilienwirtschaftliche Risiken

