

Kosten und Wirtschaftlichkeit energiesparender Maßnahmen im Bestand

Eberhard Hinz

Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt

Problem: Der Klimawandel ist da



Institut
Wohnen und
Umwelt GmbH

- 4. Bericht des IPCC (Februar 2007)
 - Aufgabe „Weltklimarat“: Risiken der globalen Erwärmung zu beurteilen und Vermeidungsstrategien zu entwickeln (Friedensnobelpreis 2007)
 - Die Erwärmung des Klimasystems ist „ohne jeden Zweifel vorhanden“ und es ist „sehr wahrscheinlich“, dass der Mensch der Verursacher ist“
- Prognosen bis 2100:
 - Erderwärmung zwischen 1,1 °C bis 6,4 °C
 - Anstieg des Meeresspiegels (18-59 cm)
 - Veränderung der Niederschlagsmengen
 - Kriege ums Wasser
 - ...

... und kostet Geld!

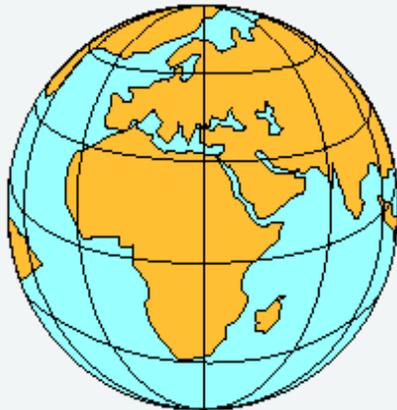
- „Stern Report“ 2006
 - ehemaliger Weltbank Chefökonom
 - Leiter des volkswirtschaftlichen Dienstes der britischen Regierung
- Bericht über die wirtschaftlichen Folgen der globalen Erwärmung

Kosten des Klimawandels

- wenn nicht gehandelt wird ...
 - Verlust von wenigstens 5 % des globalen Bruttoinlandsprodukts
 - bei konservativen Berechnungen
- .. und zusätzliche Risiken berücksichtigt werden
 - Schäden von 20 % oder mehr des erwarteten globalen Bruttoinlandsprodukts
- Die Verlierer sind:
 - Entwicklungs- und Schwellenländer,
 - die die ökonomischen Folgen des Klimawandels überdurchschnittlich stark zu spüren bekommen.

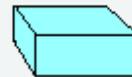
Unser Auftrag!

Aufnahmefähigkeit
10 Milliarden t CO₂/a



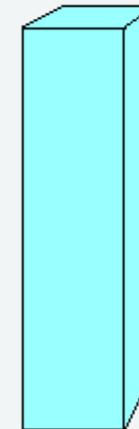
Im Jahr 2050
10 Milliarden Menschen

1 t CO₂/a
pro Person



SOLL

10 t CO₂/a
pro Person



Deutschland

IST



Faktor 10



Beispiel PKW – CO₂ Ausstoß

- aktuell in Deutschland:
 - durchschnittlich 160 g CO₂/km
 - Smart: 116 g CO₂/km
 - Opel/VW: 160 g CO₂/km
 - BMW: 192 g CO₂/km
 - Porsche: 297 g CO₂/km
- EU bis 2012:
 - max. 120 g CO₂/km
- Ausstoß
 - durchschnittlich: 160 g CO₂/km * 25.000 km/a = 4,0 t CO₂/a
 - Zielwert: 120 g CO₂/km * 25.000 km/a = 3,0 t CO₂/a

Beispiel PKW – CO₂ Ausstoß



– durchschnittlich
140 CO₂

Abstand:



- EU bis
– max. 1



CO₂/km * 2
25.000 k



Beispiel PKW – CO₂ Ausstoß



– durchschnittlich 1

200 t CO₂/km * 2

Abstand:



100 Sack

- EU bis
– max. 1



-



CO₂/km * 2
25.000 km



Beispiel EFH – CO₂ Ausstoß

- Verbrauch

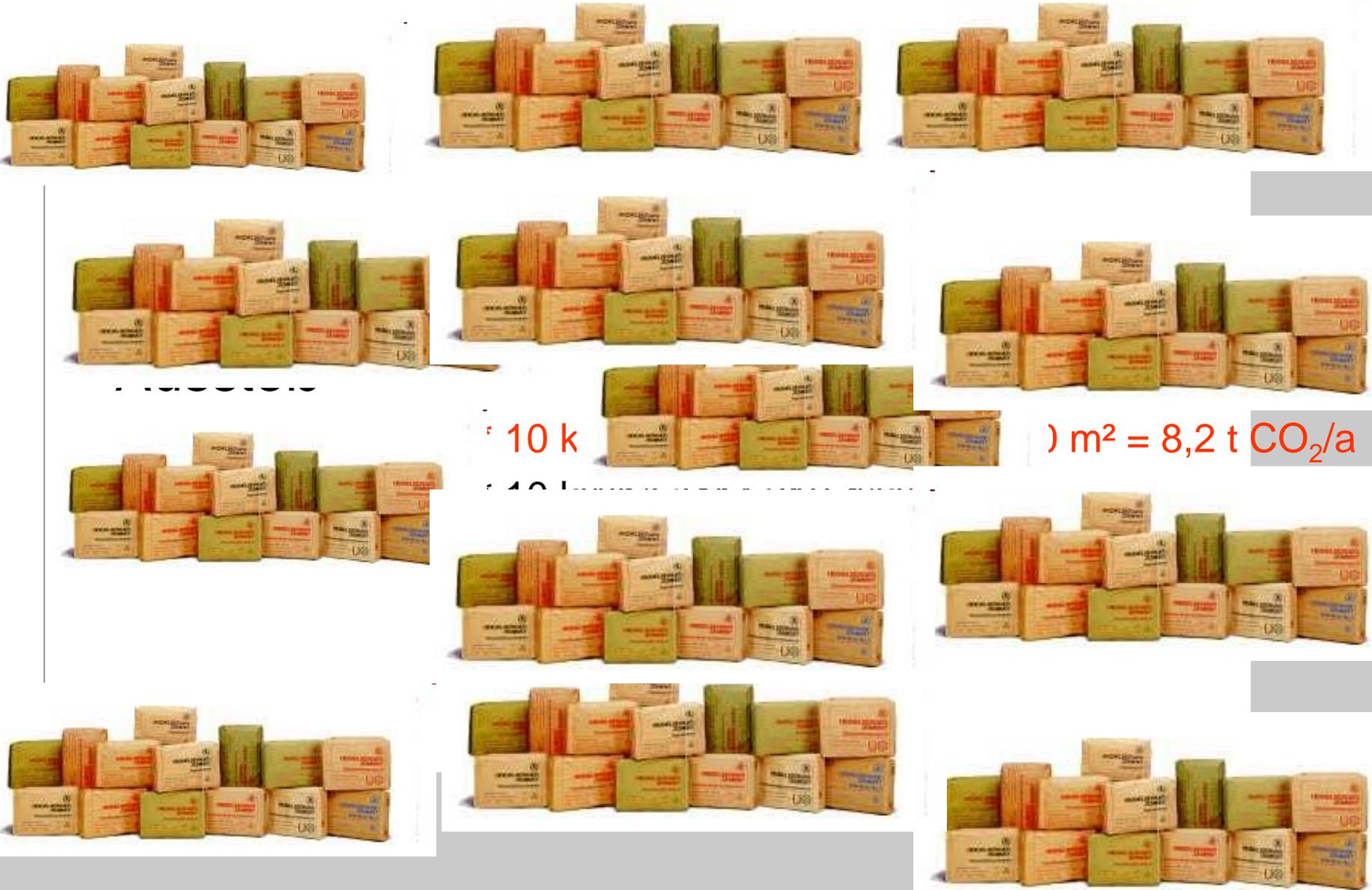
- unsanierter Altbau: 22 Liter Öl/(m²a)
- Neubau: 10 Liter Öl/(m²a)
- Passivhaus: 2 Liter Öl/(m²a)

- Ausstoß

- 22 Liter Öl/(m²a) * 10 kWh/Liter * 310 g/kWh * 120 m² = 8,2 t CO₂/a
- 10 Liter Öl/(m²a) * 10 kWh/Liter * 310 g/kWh * 120 m² = 3,7 t CO₂/a
- 2 Liter Öl/(m²a) * 10 kWh/Liter * 310 g/kWh * 120 m² = 0,7 t CO₂/a

© Muhs/Elsen

Beispiel EFH – CO₂ Ausstoß



10 k

10 m² = 8,2 t CO₂/a

Beispiel EFH – CO₂ Ausstoß

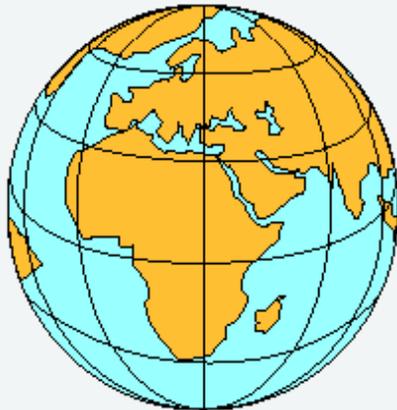


200 Sack

CO₂/a

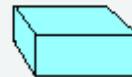
Unser Auftrag!

Aufnahmefähigkeit
10 Milliarden t CO₂/a



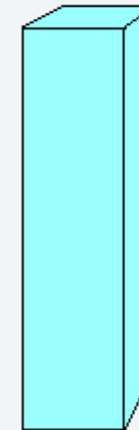
Im Jahr 2050
10 Milliarden Menschen

1 t CO₂/a
pro Person



SOLL

10 t CO₂/a
pro Person



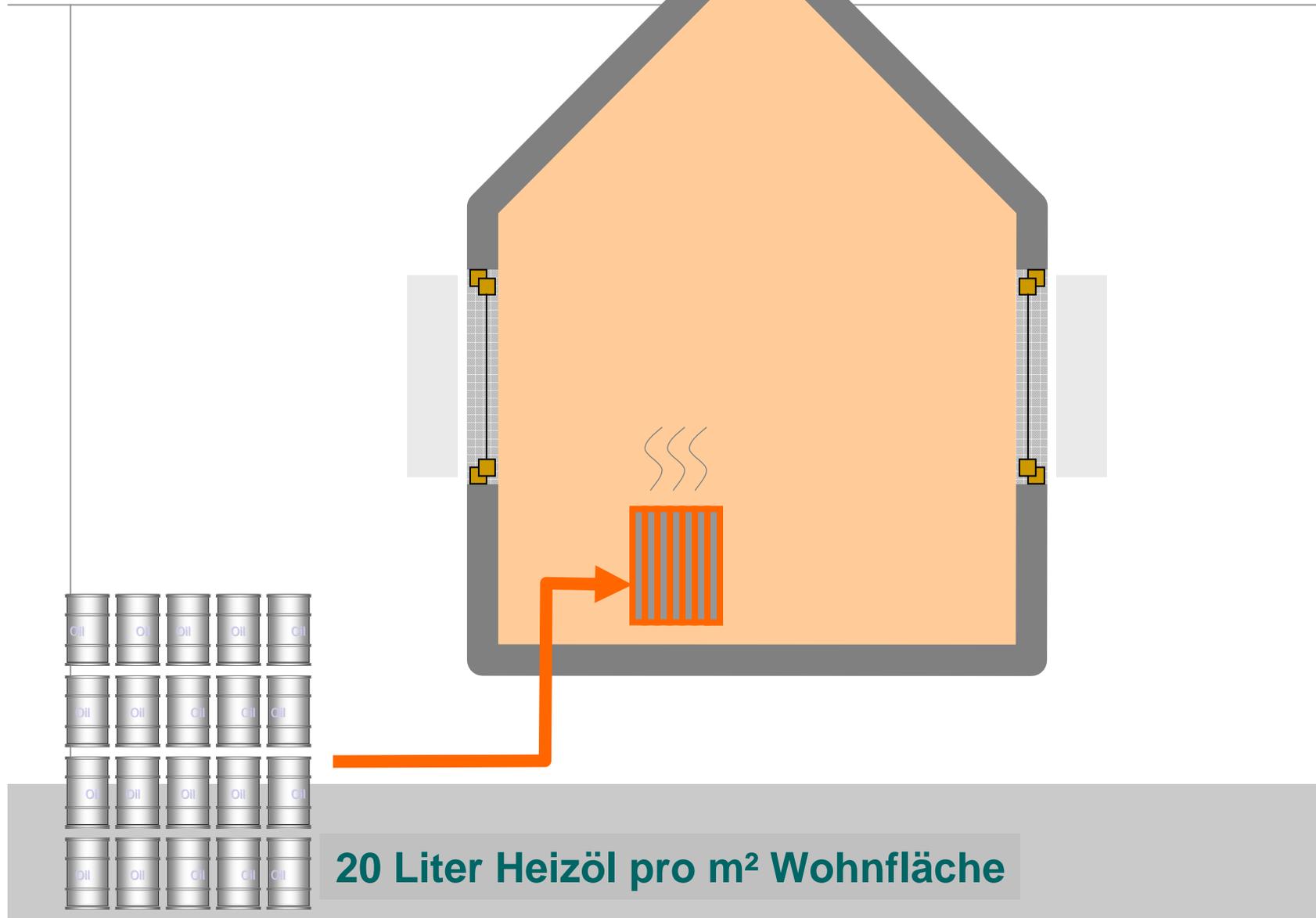
Deutschland

IST

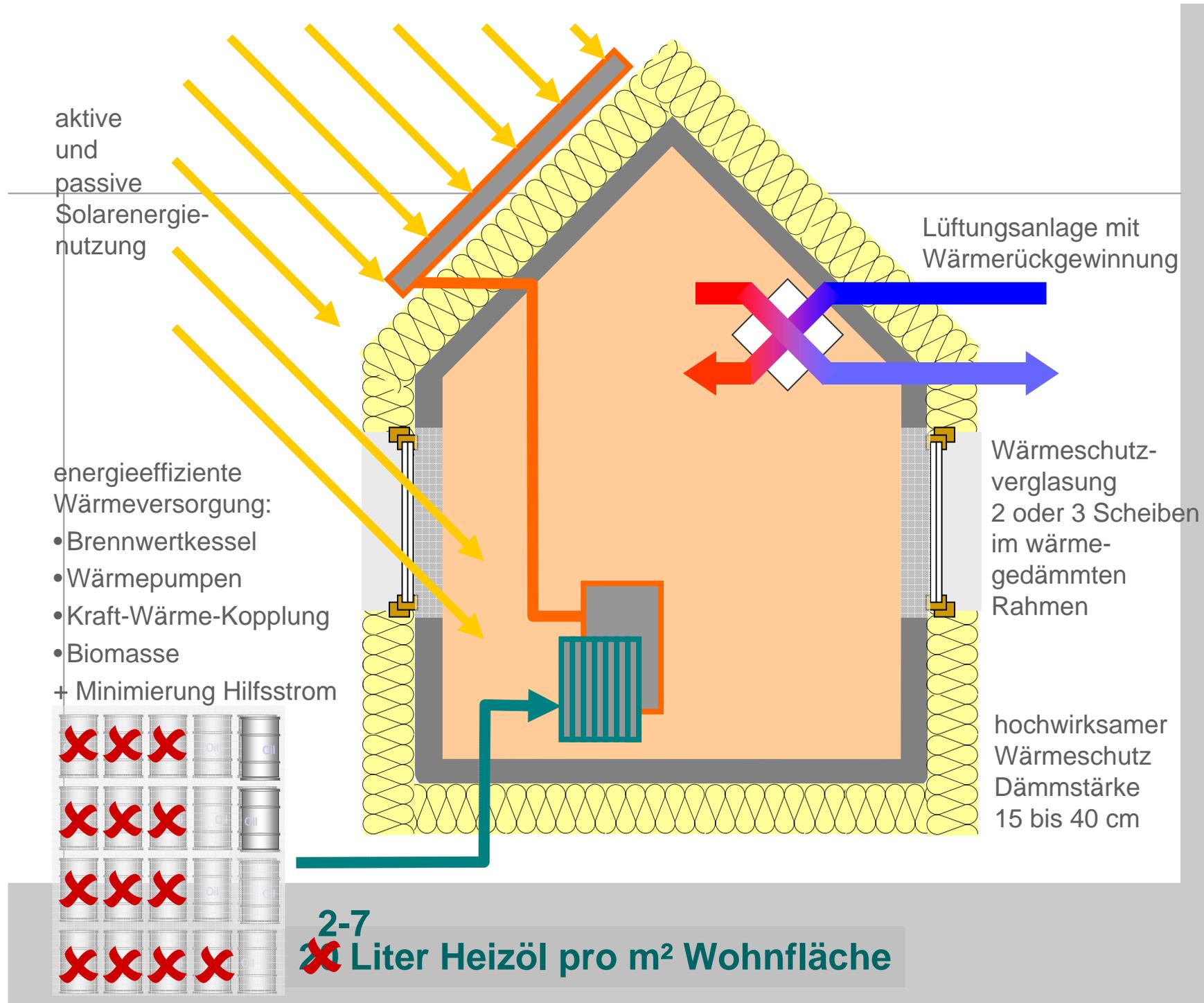


Faktor 10

Bestandsgebäude



20 Liter Heizöl pro m² Wohnfläche



Wirtschaftlichkeit?

- **Unterscheidung in Nutzung**
 - selbstgenutzte Gebäude
 - Heizkosteneinsparungen kommen dem Investor zu Gute
 - Refinanzierung über Energiekosteneinsparung
 - vermietete Objekte
 - Heizkosteneinsparungen kommen dem Nutzer zu Gute
 - Refinanzierung über erhöhte Mieterträge, vermiedene Leerstände (jeweils objektbezogen, Basis BGB)
- **Unterscheidung in Marktsegmente**
 - dynamisch / konsolidiert / strukturschwach

Welches Verfahren für wen?

- **Kosten der eingesparten kWh**
 - für Selbstnutzer geeignet (40 % des Wohnungsbestandes)
 - energiebedingte Mehrkosten <-> Energiekosteneinsparung
- **Kapitalwertbetrachtung**
 - für Vermieter geeignet (60 % des Wohnungsbestandes)
 - energiebedingte Mehrkosten <-> Mieterhöhungen im Rahmen bestehender Mietverhältnisse

Kopplungsprinzip!

- „Wenn schon – denn schon“
 - Kopplung der Maßnahmen an ohnehin fällige Instandsetzungs-, Erneuerungs- und Sanierungsarbeiten
 - vorzeitige energietechnische Sanierung nur, falls keine nennenswerten zusätzlichen Mehrkosten entstehen
 - konsequente Umsetzung der energetischen Sanierung ("lost opportunity,,)
 - bauphysikalische Erfordernisse berücksichtigen
 - Instandsetzungsanteil der Maßnahmen explizit ausgewiesen
- **Auswirkung auf die Wirtschaftlichkeit**
 - kein Vollkostenansatz
 - geringe energiebedingte Mehrkosten

Kosten je eingesparter kWh End.

- **Kosten vor Sanierung** $K_0 = P * E_{\text{vor}}$
 - P mittlerer Preis für die Endeneergieeinheit (z. B. kWh Gas)
 - E_{vor} jährlicher Endenergieverbrauch vor Sanierung

- **Kosten nach Sanierung** $K_s = P * E_{\text{nach}} + a * I$
 - P mittlerer Preis für die Endeneergieeinheit (z. B. kWh Gas)
 - E_{nach} jährlicher Endenergieverbrauch nach Sanierung
 - a Annuität
 - I zusätzliche Investitionskosten (z. B. Wärmedämmung)

Kosten je eingesparter kWh End.

- Wirtschaftlichkeitskriterium

$$K_{\text{ein}} < (a * I + Z) / (E_0 - E_s) < P$$

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

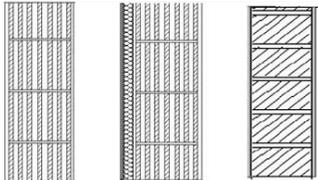
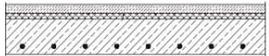
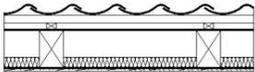
- Vorteile

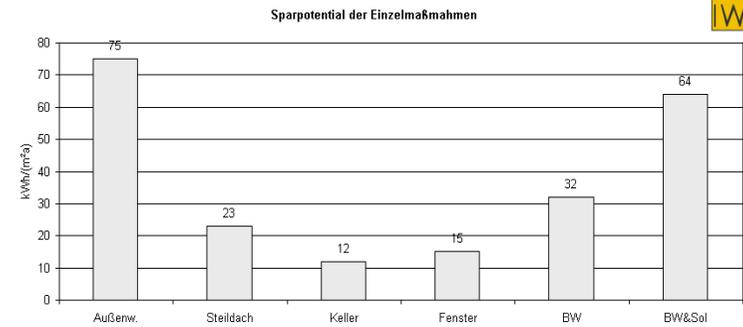
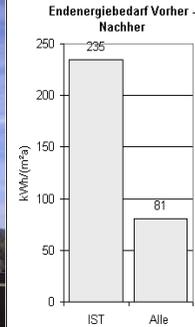
- unmittelbare Vergleichbarkeit mit Energiepreis
- unsichere zukünftige Energiepreisentwicklung beeinflusst ausschließlich die Vergleichsgröße K

- Nachteil

- nur relevant für „Selbstnutzer“



Bauteilskizze	Beschreibung	U-Wert
		[W/(m²K)]
Außenwand 	24 cm oder 30 cm Hochlochziegel, beidseitig verputzt 24 cm oder 30 cm Hochlochziegel mit 2 bis 4cm Dämmung, beidseitig verputzt 30cm oder 36 cm Porotonziegel- oder Gasbetonmauerwerk, beidseitig verputzt	1,1 bis 1,3 0,6 bis 0,9 0,6 bis 0,7
Kellerdecke 	15 cm Stahlbetondecke mit schwimm. Estrich auf 2 bis 4 cm Polystyrol- oder Mineralfaserdämmung	0,8 bis 1,1
Steildach 	Gipskartonplatten oder Profildreher, 4 bis 6 cm Mineralfaserdämmung zwischen den Sparren	0,9 bis 1,1
Fenster 	2-Scheiben-Isolierverglasung, Holzrahmen	2,8
Heizungstechnik		
Heizsystem	Niedertemperatur - Ölkessel außerhalb der therm. Hülle Baualtersklasse 1978 bis 1986 twischer Betrieb	
Warmwasserbereitung	Warmwasserbereitung über den Heizkessel mit beigestelltem Speicher außerhalb der thermischen Hülle	



Bauteilskizze	Beschreibung	U-Wert [W/(m ² K)]	Dämmkonstruktion	Beschreibung	U-Wert neu [W/(m ² K)]	Vollkosten		energiebedingte Mehrkosten [€/m ² Bt]	Kosten der eingesparten kWh [Cent/kWh]
						[€]	[€/m ² Bt]		
Außenwand	<p>24 cm oder 30 cm Hochlochziegel, beidseitig verputzt</p> <p>24 cm oder 30 cm Hochlochziegel mit 2 bis 4cm Dämmung, beidseitig verputzt</p> <p>30cm oder 36 cm Porotonziegel- oder Gasbetonmauerwerk, beidseitig verputzt</p>	1,1 bis 1,3 0,6 bis 0,9 0,6 bis 0,7	Außenwand	<p>16 cm Wärmedämmverbundsystem (0,035 W/(mK)) auf Altputz, gewebearmierter Neuputz</p>	0,19	32.091	114	57	6,6
Kellerdecke	<p>15 cm Stahlbetondecke mit schwimm. Estrich auf 2 bis 4 cm Polystyrol- oder Mineralfaserdämmung</p>	0,8 bis 1,1	Kellerdecke	<p>8 cm Dämmung (0,035 W/(mK)), unterseitig, geklebt oder gedübelt</p>	0,29	3.715	32	32	9,6
Steildach	<p>Gipskartonplatten oder Profilbretter, 4 bis 6 cm Mineralfaserdämmung zwischen den Sparren</p>	0,9 bis 1,1	Steildach	<p>24 cm Zwischen- und Aufsparrendämmung bei Neueindeckung des Daches</p>	0,15	17.802	136	34	6,0
Fenster	<p>2-Scheiben-Isolierverglasung, Holzrahmen</p>	2,8	Fenster	<p>2-Scheiben-Wärmeschutzglasung, Holzrahmen</p>	1,30	16.800	350	35	3,5
Heizungstechnik	Modernisierung der Heizungstechnik und der Warmwasserbereitung								
Heizsystem	Niedertemperatur - Ölkessel außerhalb der therm. Hülle Baualtersklasse 1978 bis 1986 twischer Betrieb		Heizsystem	Einbau eines neuen Öl-Brennwertkessels inkl. Schornsteinsanierung und neuem biv. Speicher		5.604		1.681	3,1
Warmwasserbereitung	Warmwasserbereitung über den Heizkessel mit beigestelltem Speicher außerhalb der thermischen Hülle		Warmwasserbereitung	Solarthermische Anlage zur Unterstützung der Warmwasserbereitung		4.400		4.400	
Alle Maßnahmen							80.412	31.973	6,4

ausgehend von 8,5 Cent/kWh beträgt der mittlere Energiepreis bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum und:

2,0 % Energiepreissteigerung:	10,5
3,0 % Energiepreissteigerung:	11,8
4,0 % Energiepreissteigerung:	13,2

Die Maßnahmen sind rentabel, wenn die Kosten der eingesparten kWh kleiner sind als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum!

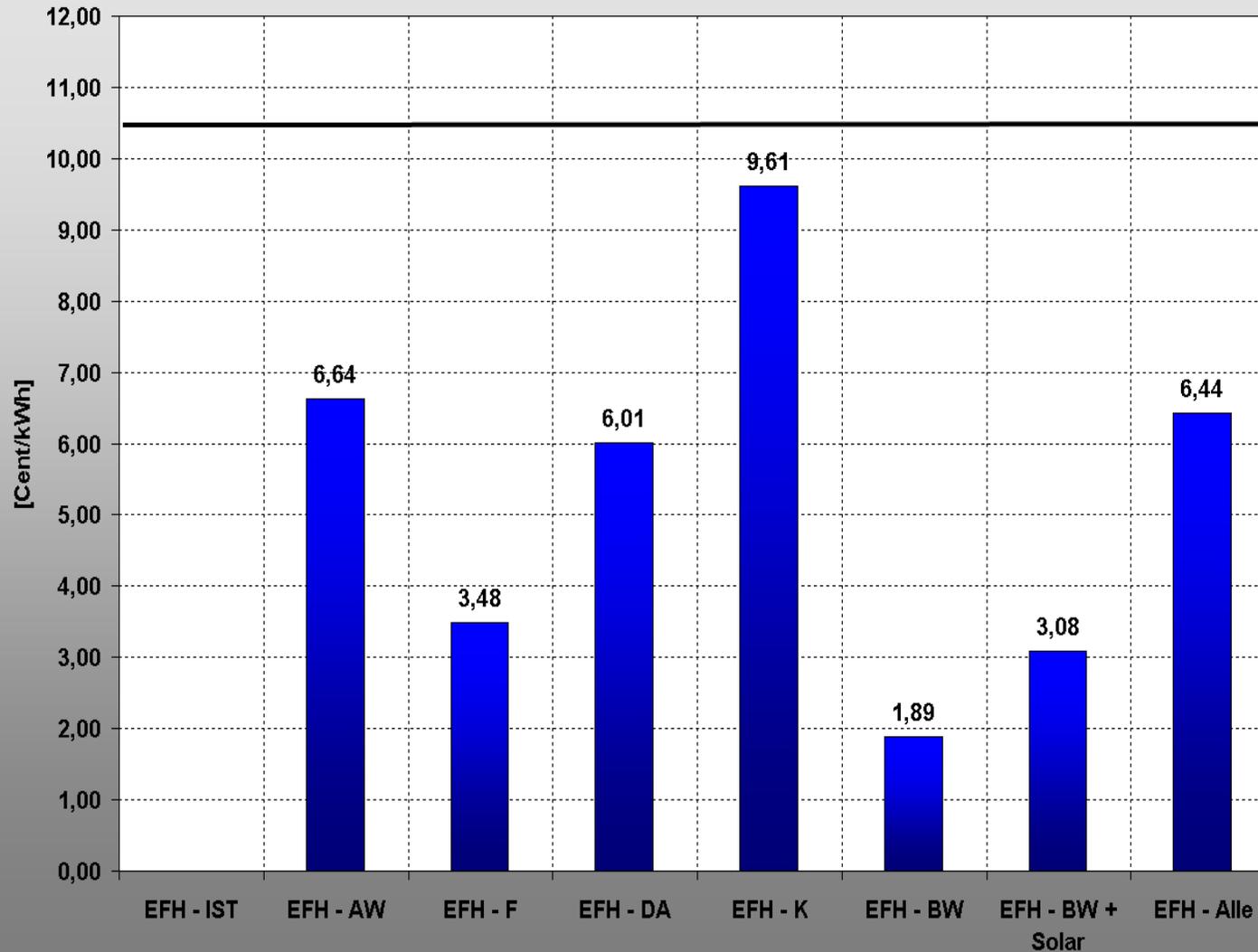
Kosten der eingesparten kWh



Institut
Wohnen und
Umwelt GmbH



Kosten der eingesparten kWh Endenergie



Projekt: Wirtschaftlichkeit EnEV
Einfamilienhaus EFH

Betrachtungszeitraum 25 a
Kalkulationszins 5,5 %/a

aktueller Energiepreis: 8,5 Cent/kWh
Teuerung Energie (nominal): 2 %/a

Wirtschaftlichkeitskriterium
mittl. zukünftiger Energiepreis:
10,52 Cent/kWh

Heizölpreis



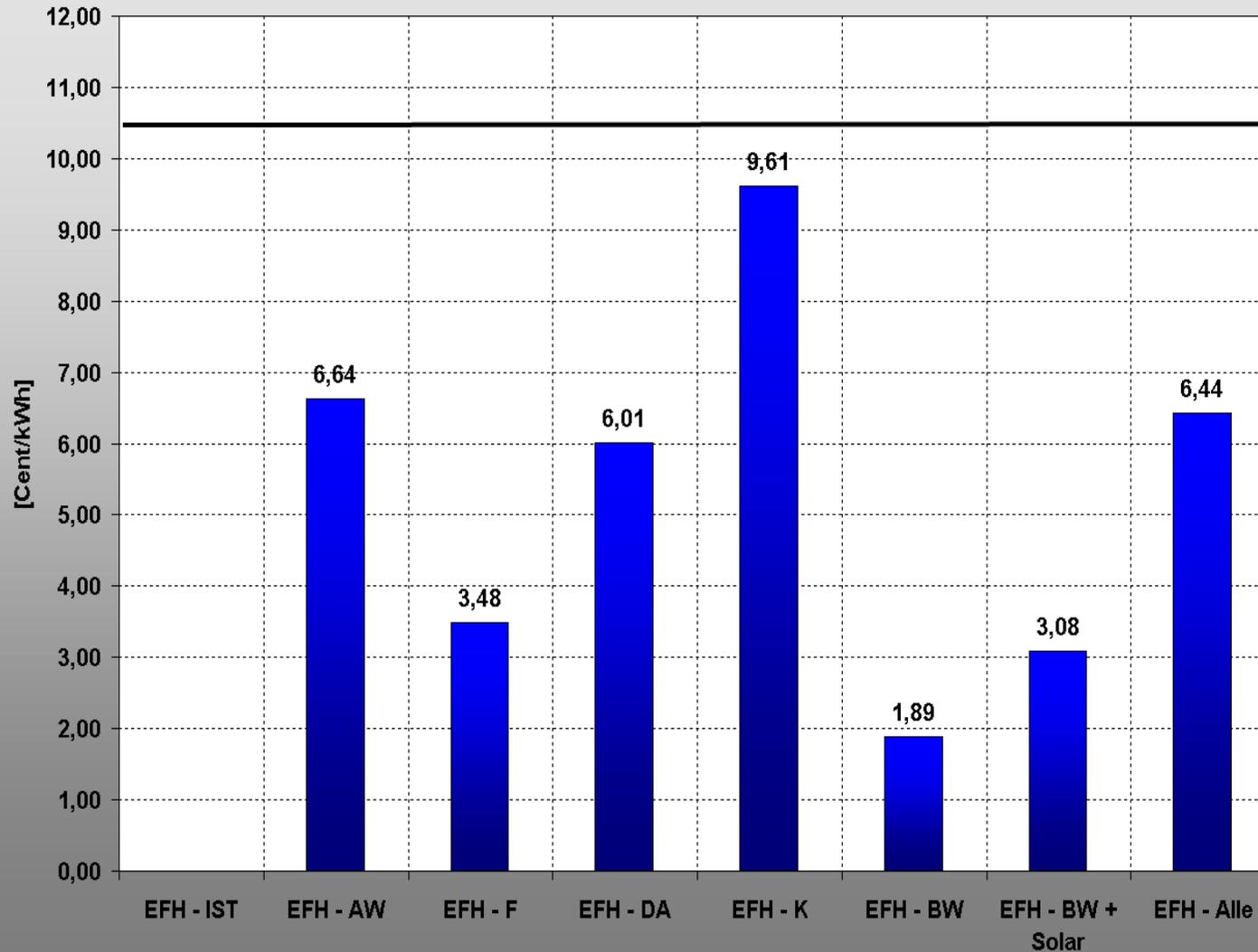
Kosten der eingesparten kWh



Institut
Wohnen und
Umwelt GmbH



Kosten der eingesparten kWh Endenergie



Projekt: Wirtschaftlichkeit EnEV
Einfamilienhaus EFH

Betrachtungszeitraum 25 a
Kalkulationszins 5,5 %/a

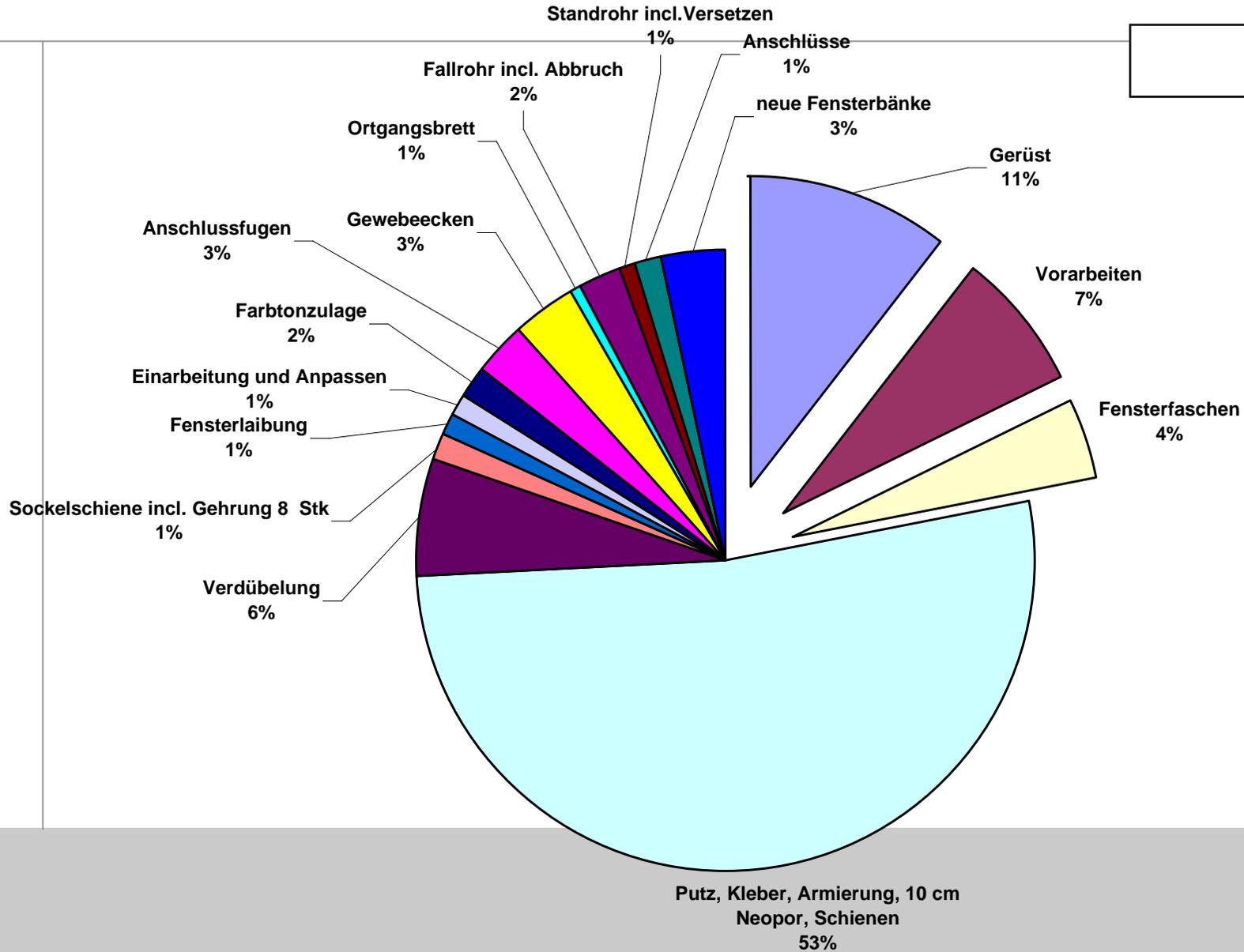
aktueller Energiepreis: 8,5 Cent/kWh
Teuerung Energie (nominal): 2 %/a

Wirtschaftlichkeitskriterium
mittl. zukünftiger Energiepreis:
10,52 Cent/kWh

Fazit Selbstnutzer

- **Kosten der eingesparten kWh Endenergie**
 - Für das gesamte Maßnahmenpaket über dem Niveau des heutigen Energiepreises (Jan. 2009) mit ca. 5,5 Cent/kWh
- **Kosten im 1. Jahr**
 - Zins/Tilgung für energiebedingte Mehrkosten: 9,9 €/m²a
 - Energiekosteneinsparung: 8,5 €/m²a bei heute: 5,5 Cent/kWh
 - Maßnahmen rechnen sich im 1. Jahr noch nicht
- **Wirtschaftlichkeit?**
 - stark abhängig vom Ausgangszustand (tatsächlicher Verbrauch)
 - stark abhängig von den Energiekosten
 - Weniger von den energiebedingten Mehrkosten

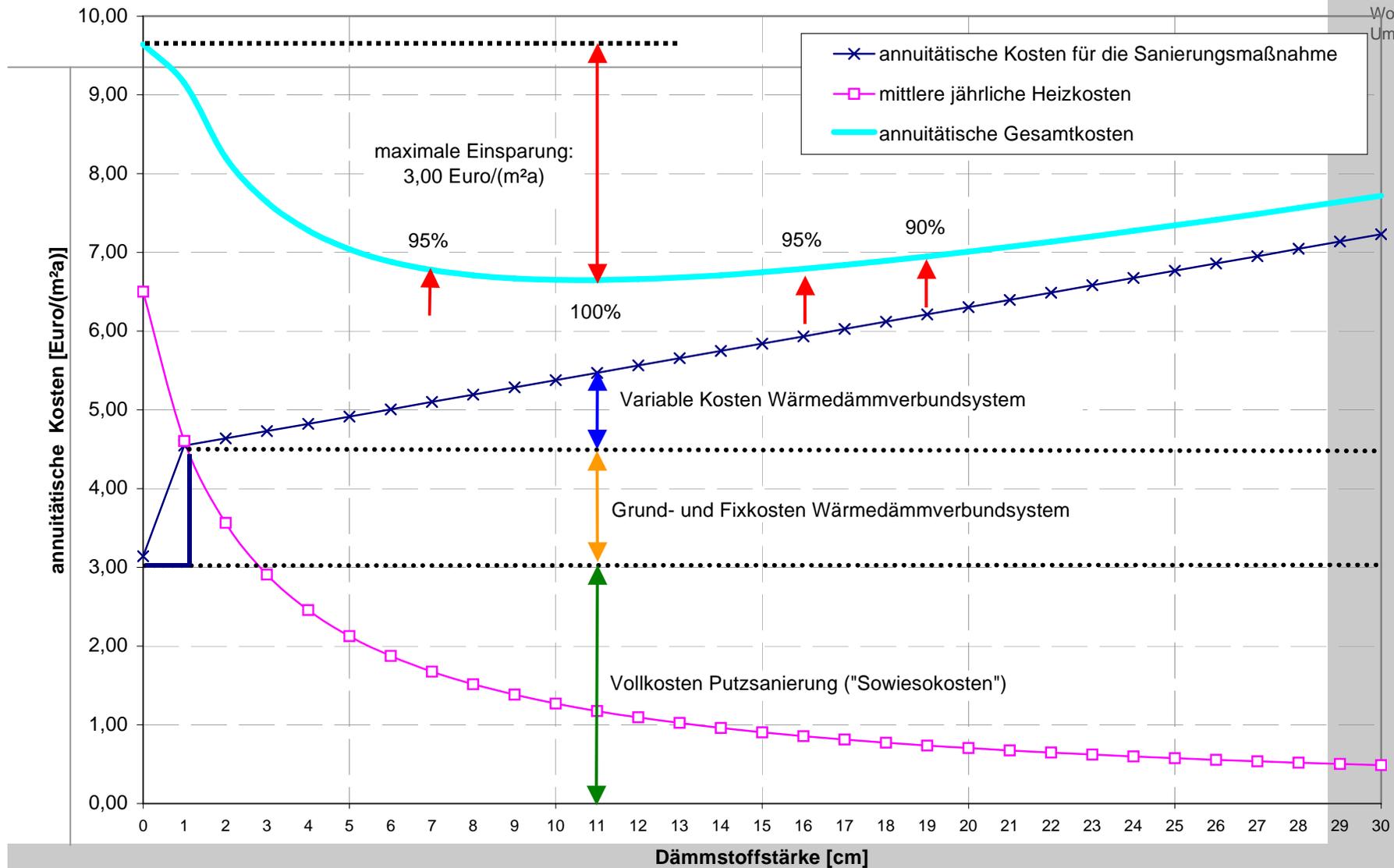
Kostenstruktur WDVS



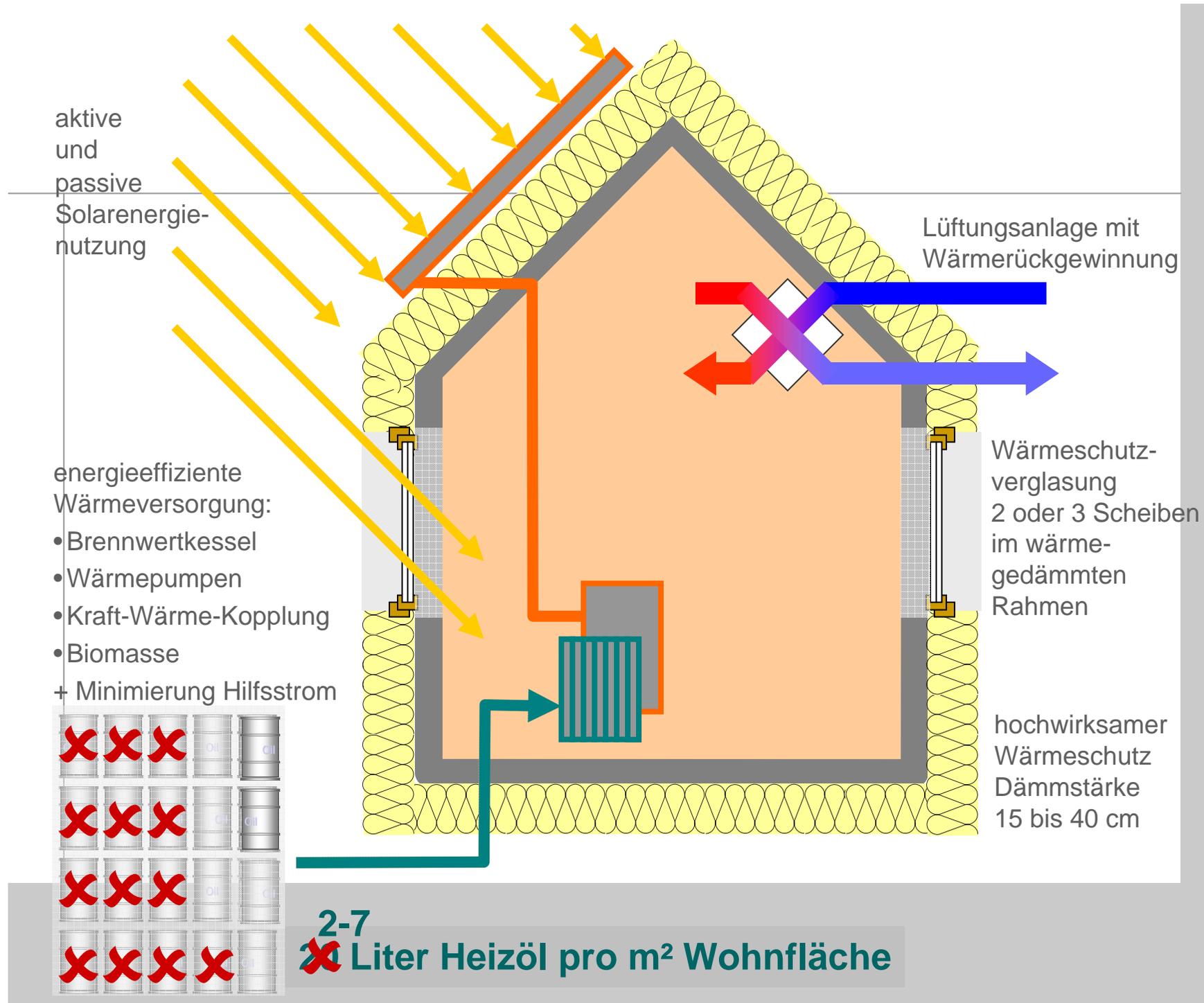
Kostenstruktur, Bsp.: Außenwand

- **Grundkosten**
 - unabhängig von der Dämmstoffdicke,
 - WDVS: Montage Dämmplatten, Herstellung von Anschlüssen, Zuschnitte, Gewebeecken, Versetzen von Fallrohren, Farbzulagen, ..
- **variable Kosten**
 - von der Dämmstoffdicke abhängige Materialkosten
 - WDVS: Kosten für Dämmstoff, Dübel, Fensterbänke, Sockelschienen
- **Kostensprünge**
 - Mehraufwendungen ab bestimmten Dämmstoffdicken
 - WDVS: nicht brennbarer Fenstersturz
- **Kostenfunktion**
 - $y = \text{Grundkosten} + \text{Dämmdicke} * \text{variable Kosten} + \text{Kostensprung}$

optimale Dämmdicke – ökonom.



- Die optimale Dämmdicke liegt bei 11 cm, sehr flaches Optimum



systematische Untersuchung: nicht direkt quantifiziert werden...

- **Komforterhöhungen**
 - angenehmeres Raumklima, bequemere Bedienung
- **Sicherheitsgesichtspunkte**
 - höhere Versorgungssicherheit durch geringeren Energiebedarf
- **Umweltkriterien**
 - geringere Emission, Schutz der Gesundheit und der Ökosysteme
- **Wertsteigerungen**
 - Erhalt von Bausubstanz, architektonische Gestaltung
- **Soziale Kriterien**
 - Verbesserung des Wohnumfeldes

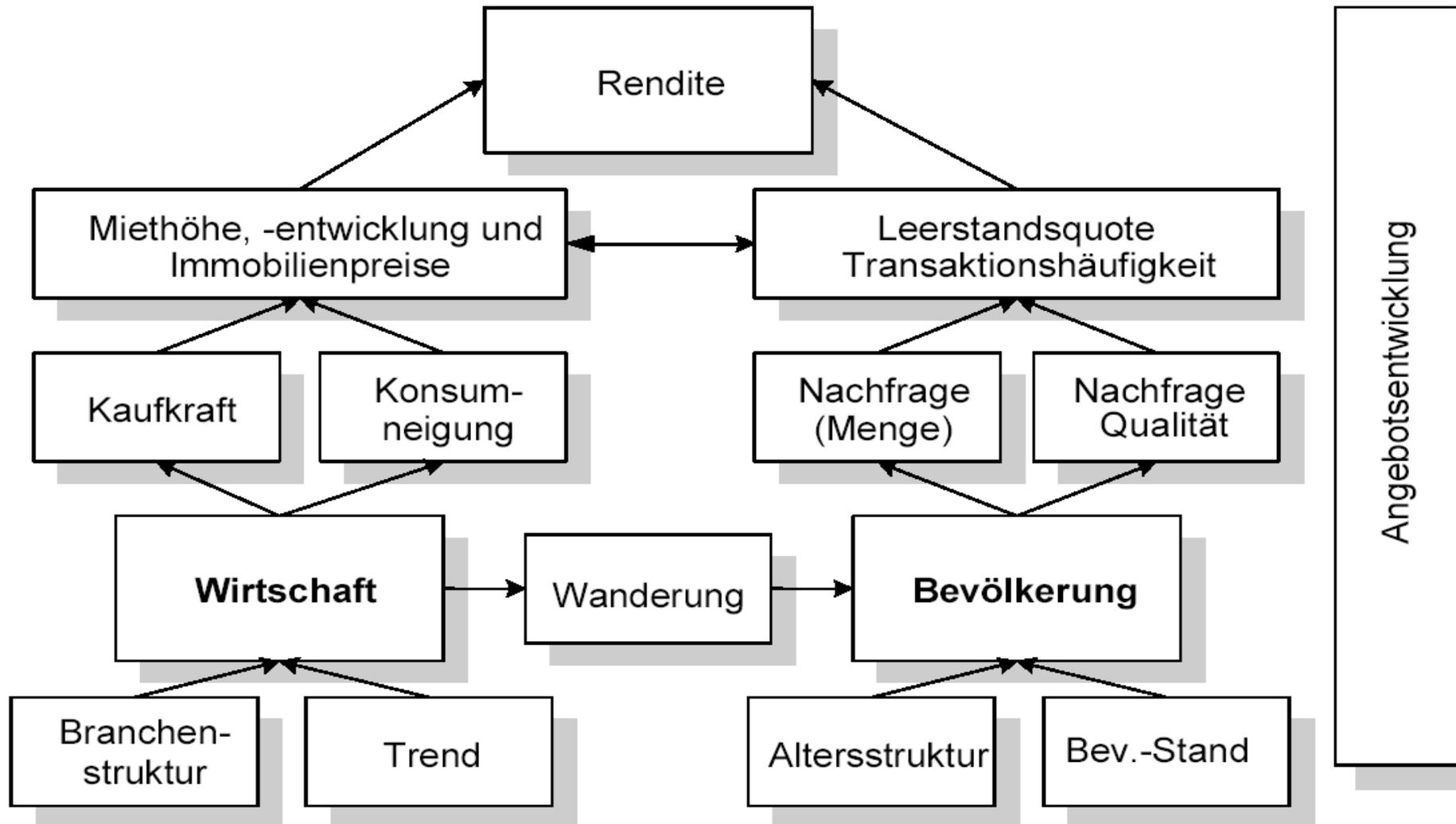
Wohnungswirtschaft



Wohnungswirtschaft

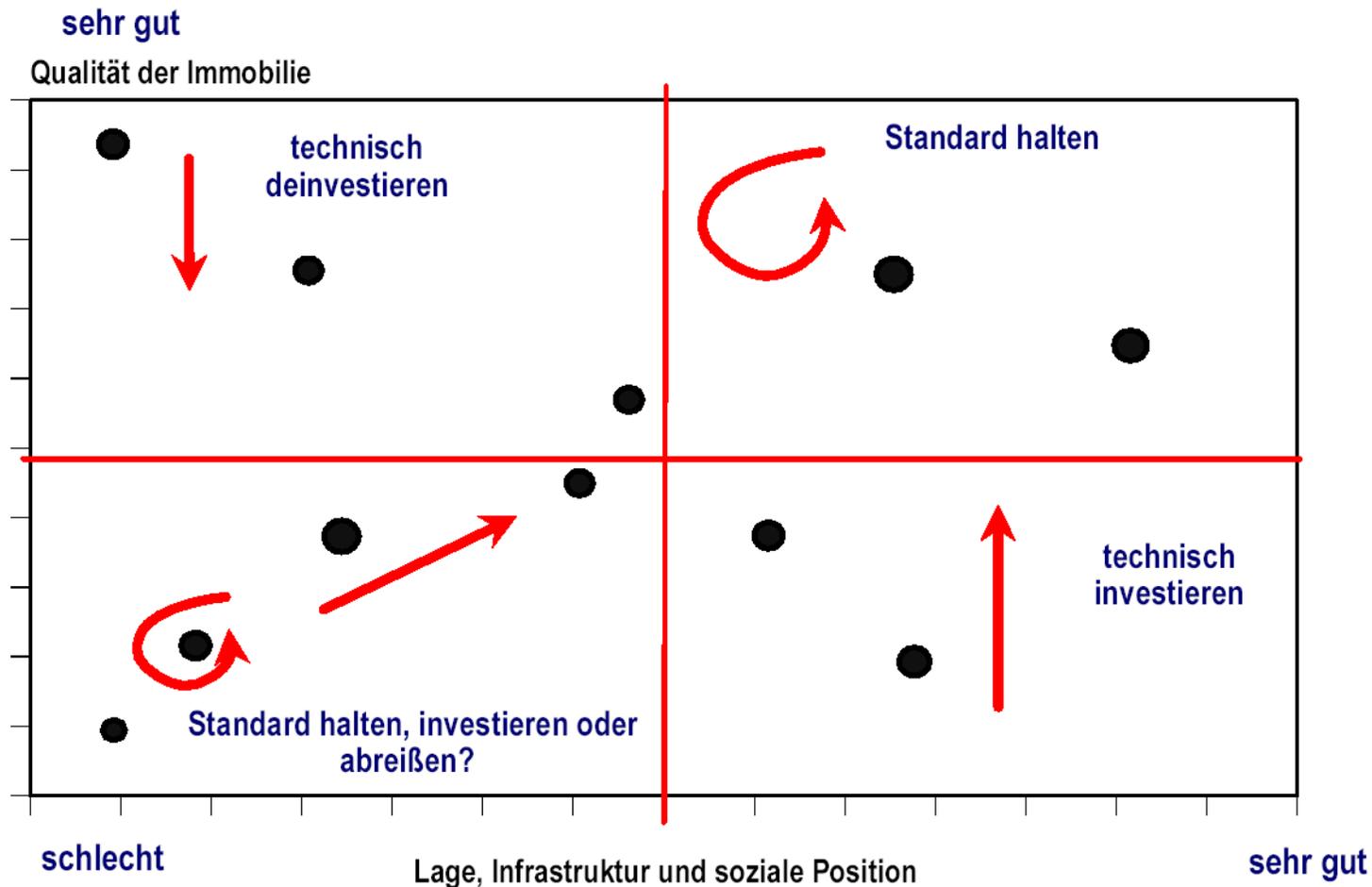
- **Ziel: Nachhaltige Entwicklung des Unternehmens?**
 - Wertschöpfung aus der Summe der Investitionen
 - ökologisch vertretbar
 - sozial
- **Konsequenz: Gesamtoptimierung des Bestandes**
 - Portfolioanalyse anstelle objektbezogener Bewertung
 - Integration energierelevanter Aspekte
- **Voraussetzung**
 - Markttransparenz gegeben <-> Wettbewerbsvorteil erzielbar

Zusammenfassung - Einflussfaktoren auf die Rendite



Portfolio-Management in der Wohnungswirtschaft

Objektfaktoren:
unmittelbar vom Unternehmen zu beeinflussen



Standortfaktoren:
nur bedingt vom Unternehmen zu beeinflussen

Zusammenfassung

- **Klimawandel**
 - Keine Frage des „ob“, sondern des „wie“
- **Selbstnutzer**
 - Energiesparende Maßnahmen erscheinen wirtschaftlich
 - häufig sehr flaches Optimum („lost opportunities“ vermeiden!)
- **Vermieter**
 - differenziertes Bild bzgl. der Wirtschaftlichkeit
 - u. U. typisches „Investor-Nutzer-Dilemma“
- **Wohnungswirtschaft**
 - objektbezogener Ansatz (Wirtschaftlichkeit) zu eng
 - Energetisches Portfolio-Management

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit



Institut
Wohnen und
Umwelt GmbH

Mehr Informationen unter:

http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/werkzeuge/Wirtschaftlichkeit_EnEV_Bestand.pdf