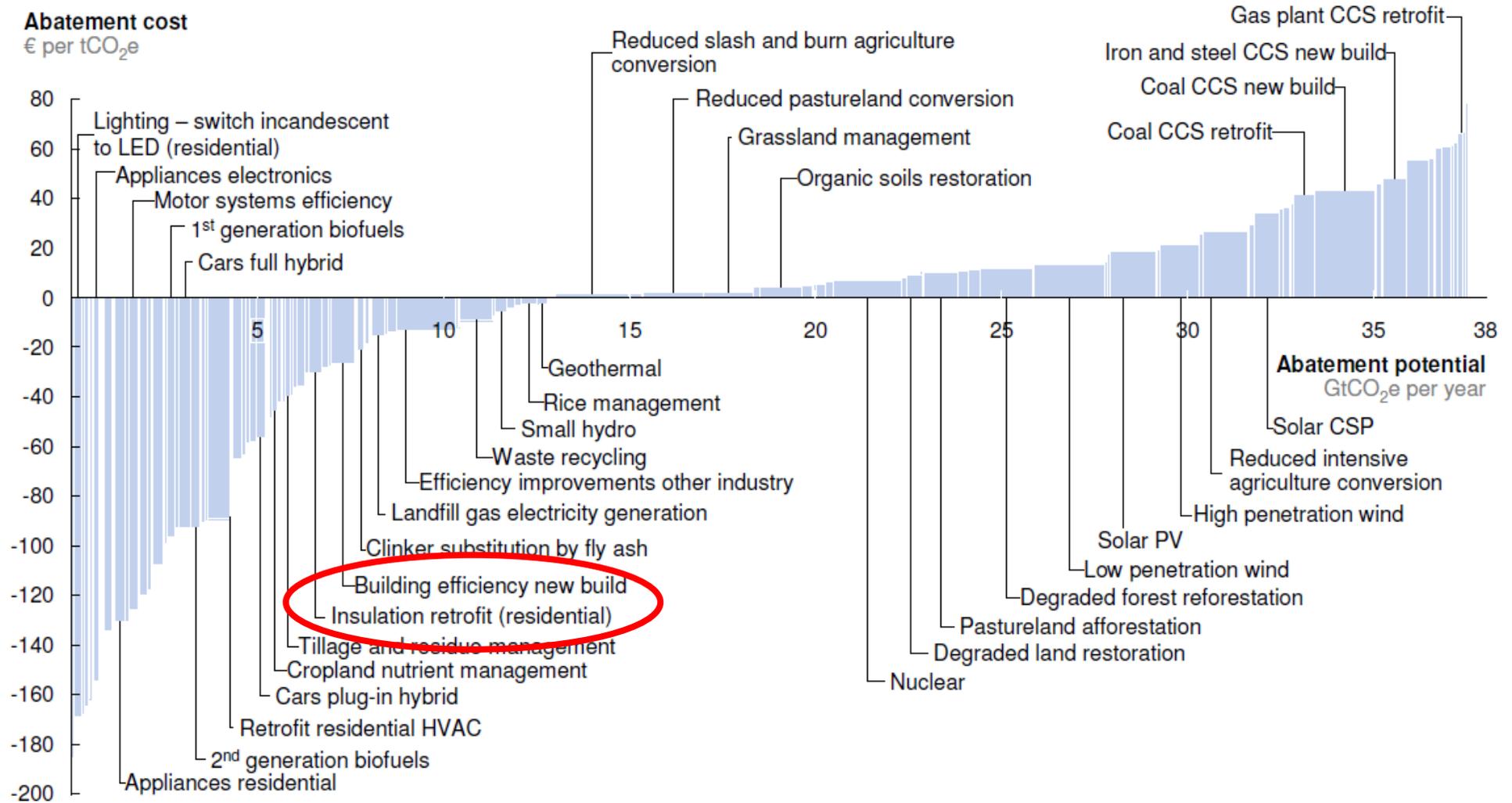


# ENERGY SAVING COST CURVES FOR THE CASE OF THE GERMAN BUILDING STOCK

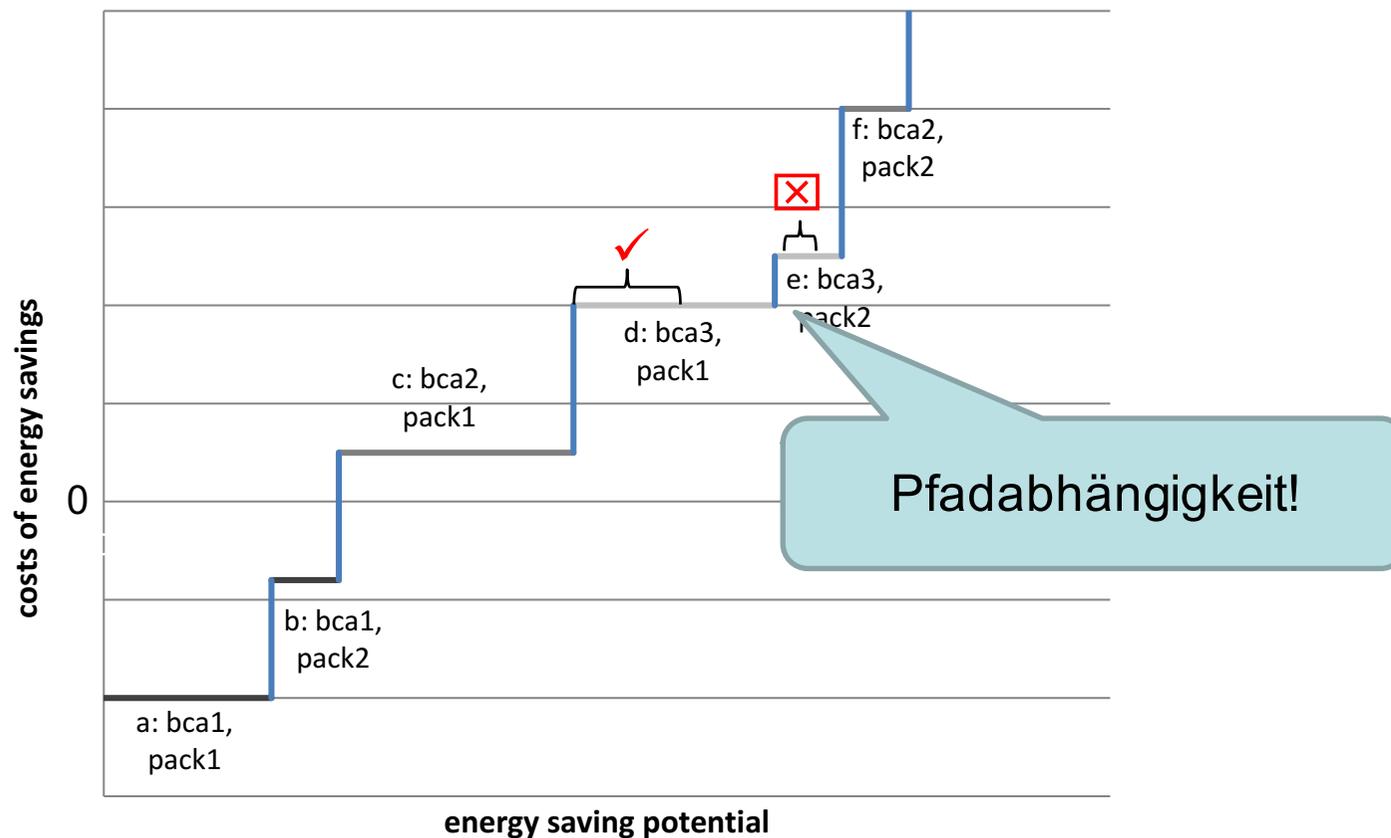
Lukas Kranzl

TU-Wien

EnInnov, Februar 2016



- Zwei wesentliche mögliche Komponenten der Disaggregation von Kosten-Kurven im Gebäudebestand
  - Gebäudekategorien
  - Auswahl und Zusammensetzung von Sanierungsmaßnahmen



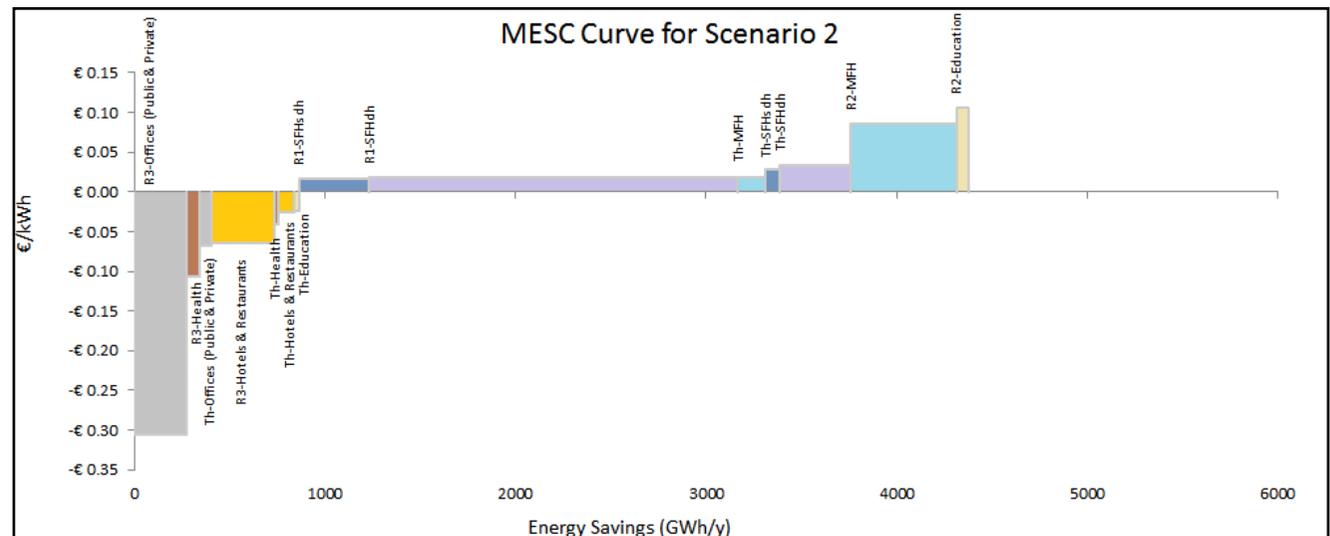
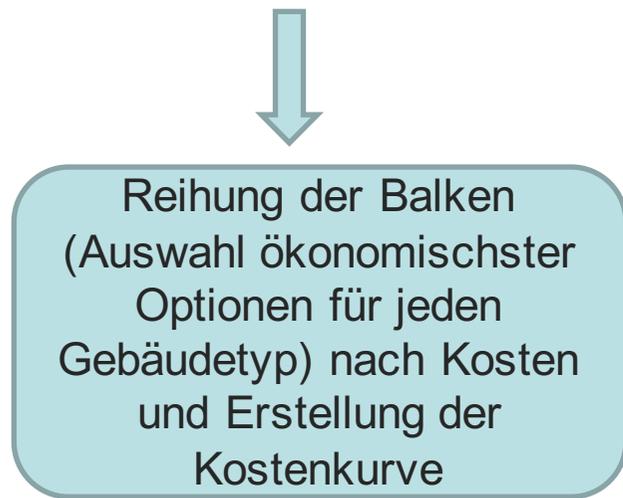
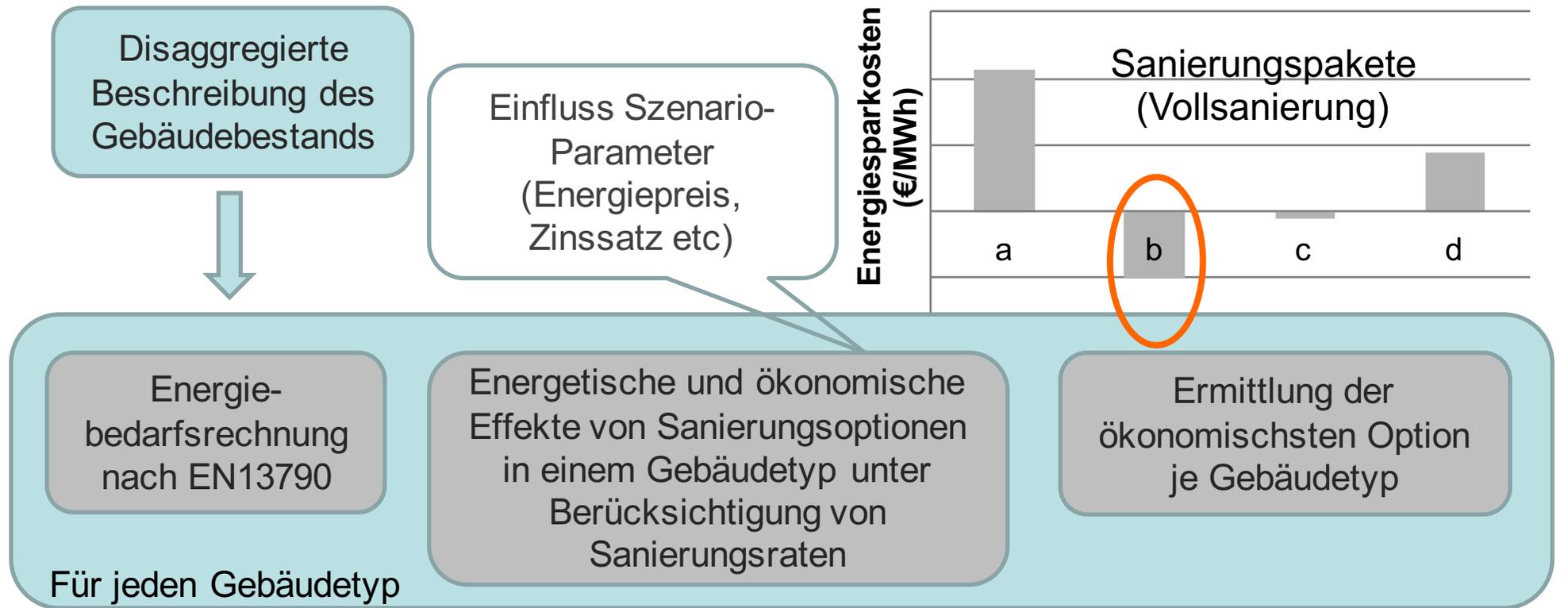
## Fragestellung

- Wie hoch sind Energie-Einsparpotenziale und entsprechende Kosten (aus Investorensicht) im deutschen Gebäudebestand bis zum Jahr 2030?
- Was ist der Einfluss unterschiedlicher Rahmenbedingungen wie Energiepreise, Förderungen, Technologieentwicklung, Transaktionskosten, Zinssatz etc auf die Ergebnisse?
- Welche methodischen Aspekte und Grundannahmen prägen die Ergebnisse? Was ist bei der Erstellung von Energieeinspar-Kosten-Kurven zu beachten?

## Projekthintergrund

- Renovierung des deutschen Gebäudebestandes – eine ökonomische Bewertung aus Investorensicht  
Projekt in Zusammenarbeit von BPIE, Fraunhofer-ISI und TU-Wien  
([www.bpie.eu](http://www.bpie.eu))
- Entwicklung und Anwendung der Methode von Energieeinsparkosten-Kurven im Gebäudebestand in Projekten für die Weltbank
- progRESsHEAT: Supporting the progress of renewable energies for heating and cooling in the EU on a local level  
H2020-Projekt, [www.progressheat.eu](http://www.progressheat.eu)

# Methodik



## Berücksichtigte Technologien

➤ Drei Maßnahmenpakete bzgl. der Gebäudehülle:

- Fenstertausch
- Wärmedämmung Fassade
- Wärmedämmung Dach
- Wärmedämmung Kellerdecke

in unterschiedlichen Sanierungstiefen

Referenz:  
Gebäudeinstandhaltung  
ohne thermische  
Sanierung

➤ Effiziente bzw. erneuerbare Heiz- und Warmwassersysteme:

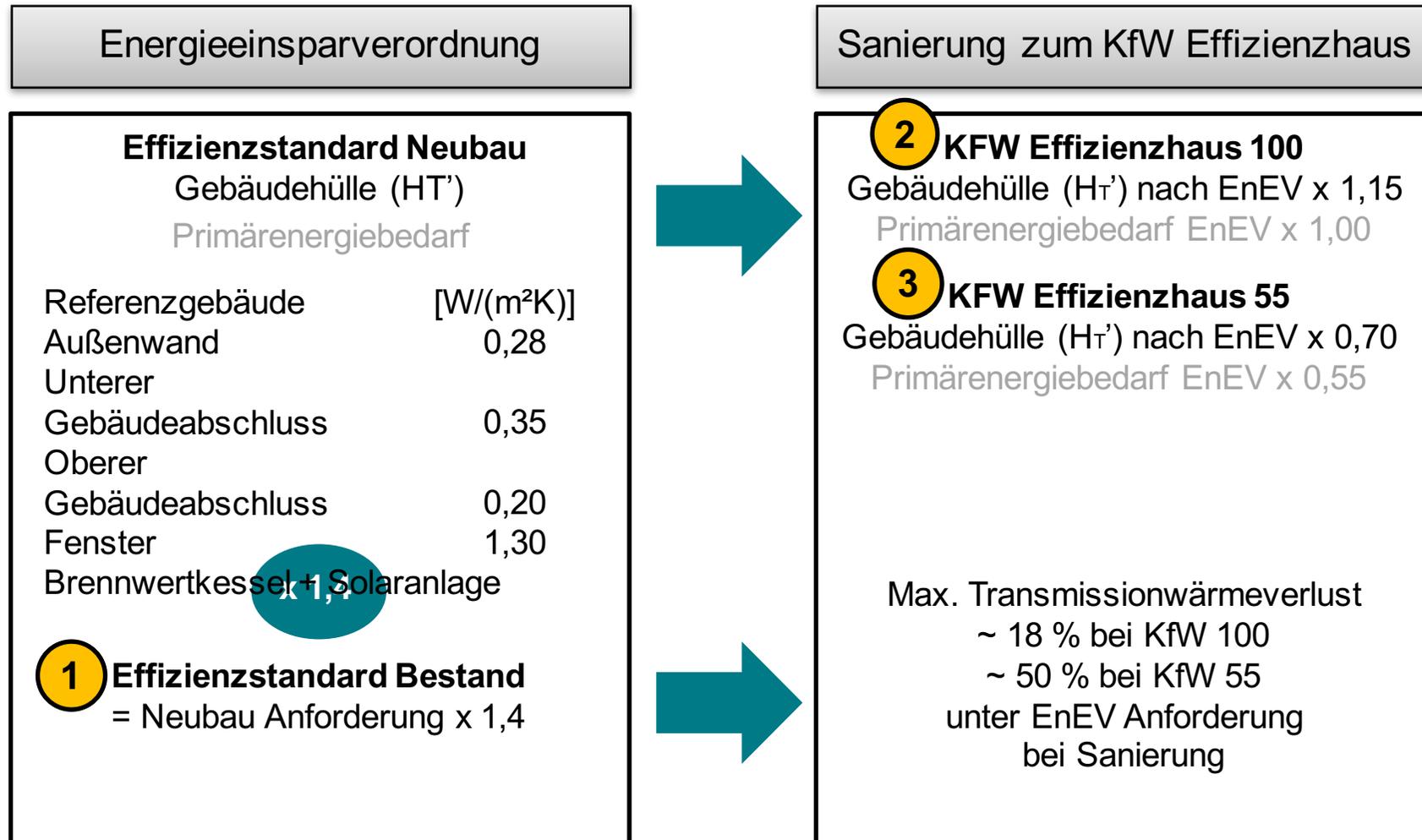
- Gas-Brennwertkessel
- Wärmepumpen (verschiedene Wärmequellen),
- Solarthermie

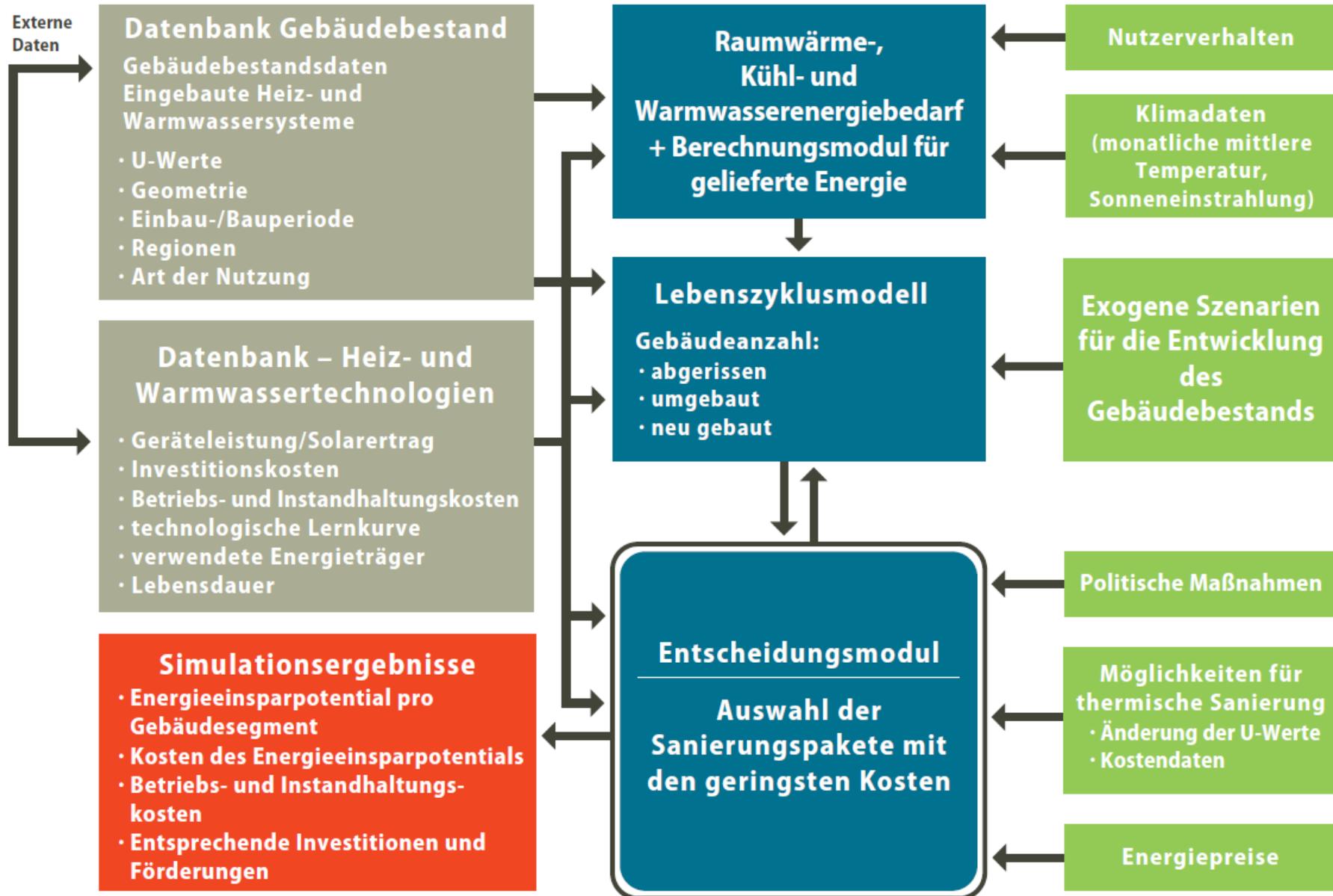
Referenz: Gas-  
Brennwertkessel ohne  
Solarthermie

➤ PV

Referenz: keine PV

# Untersuchte Effizienzstandards und Sanierungspakete





# Abbildung des Gebäudebestandes in der Modellberechnung

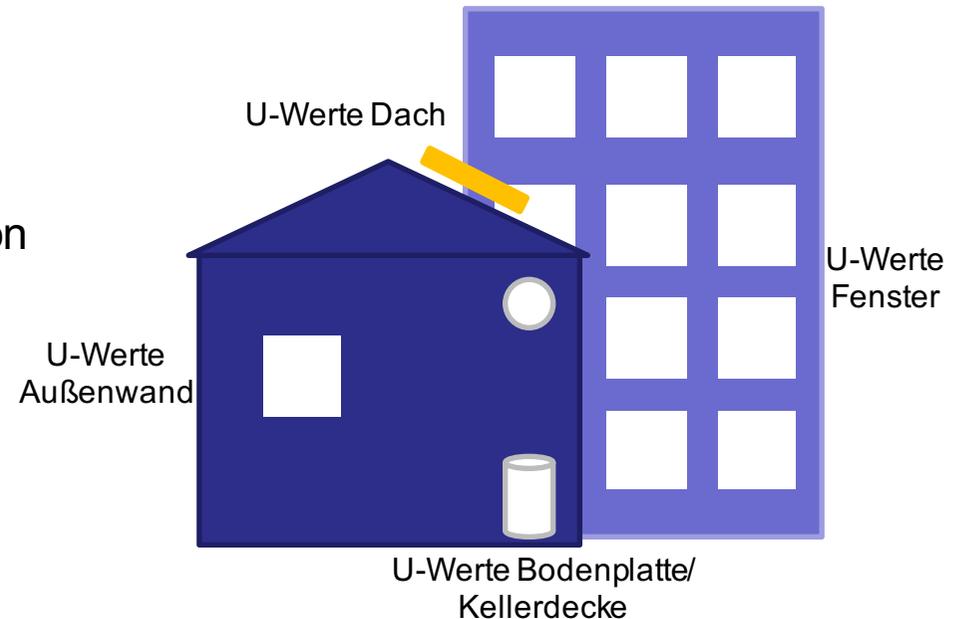
- Grundlage der Analyse ist die Abbildung des Gebäudebestandes über Referenzgebäude



- I. Unterscheidung nach Gebäudetyp
- II. Bauperiode → Typische Baukonstruktion
- III. Nachträgliche Sanierungsmaßnahmen
- IV. Anlagentechnik

Datenquellen

- IWU Datenbasis Gebäudebestand
- IWU Deutsche Gebäudetypologie
- FhG-ISI Energieverbrauch GHD
- BBSR Typologie und Bestand Nichtwohngebäude



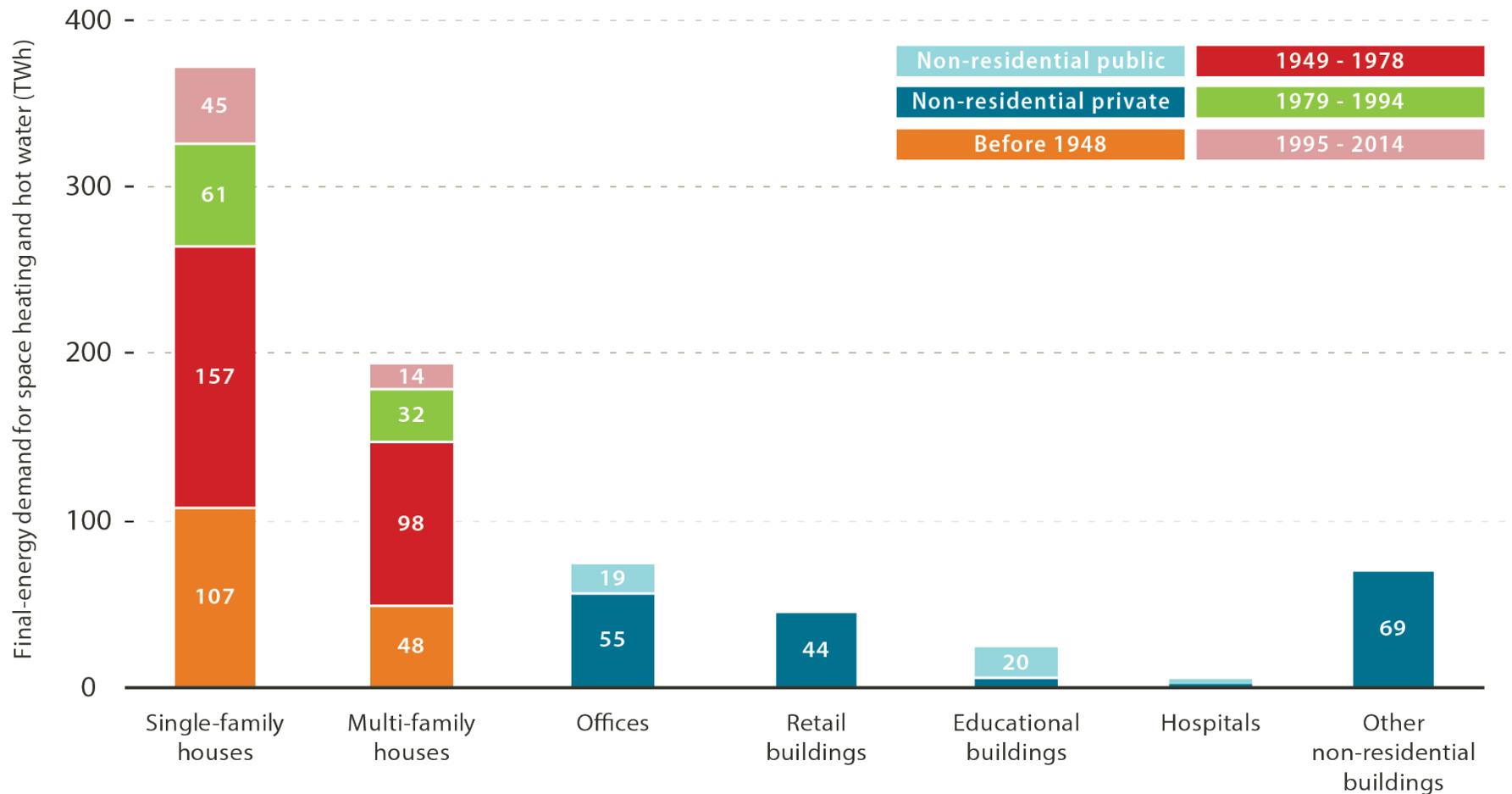
# Gebäudetypologie für Deutschland

Anwendung in  
vorherigen Projekten:  
“Erarbeitung einer integrierten  
Wärm- und Kältestrategie”, BMUB;  
IEE Projekt “ENTRANZE”



> 4400 Referenzgebäude für Deutschland

# Energiebedarf für Raumwärme und Warmwasser im Basisjahr 2014 (ca. 750 TWh)



# Szenarien

## Szenarien: Zielsetzungen und Motivation

- Ergebnis (Energieeffizienz-Kostenkurven) ist geprägt durch
  - Gebäudebestand
  - Technologiedaten
  - Technologisches Lernen und Kostenentwicklung
  - Politische Rahmenbedingungen (z.B. Förderungen, CO2-Steuer)
  - Entscheidungskalküle der Investoren (z.B. Zinssätze, Abschreibedauern ...)
  - Barrieren und Transaktionskosten
  - Energiepreis-Entwicklung
  - Sonstige Nutzeffekte (Komfortgewinn etc)

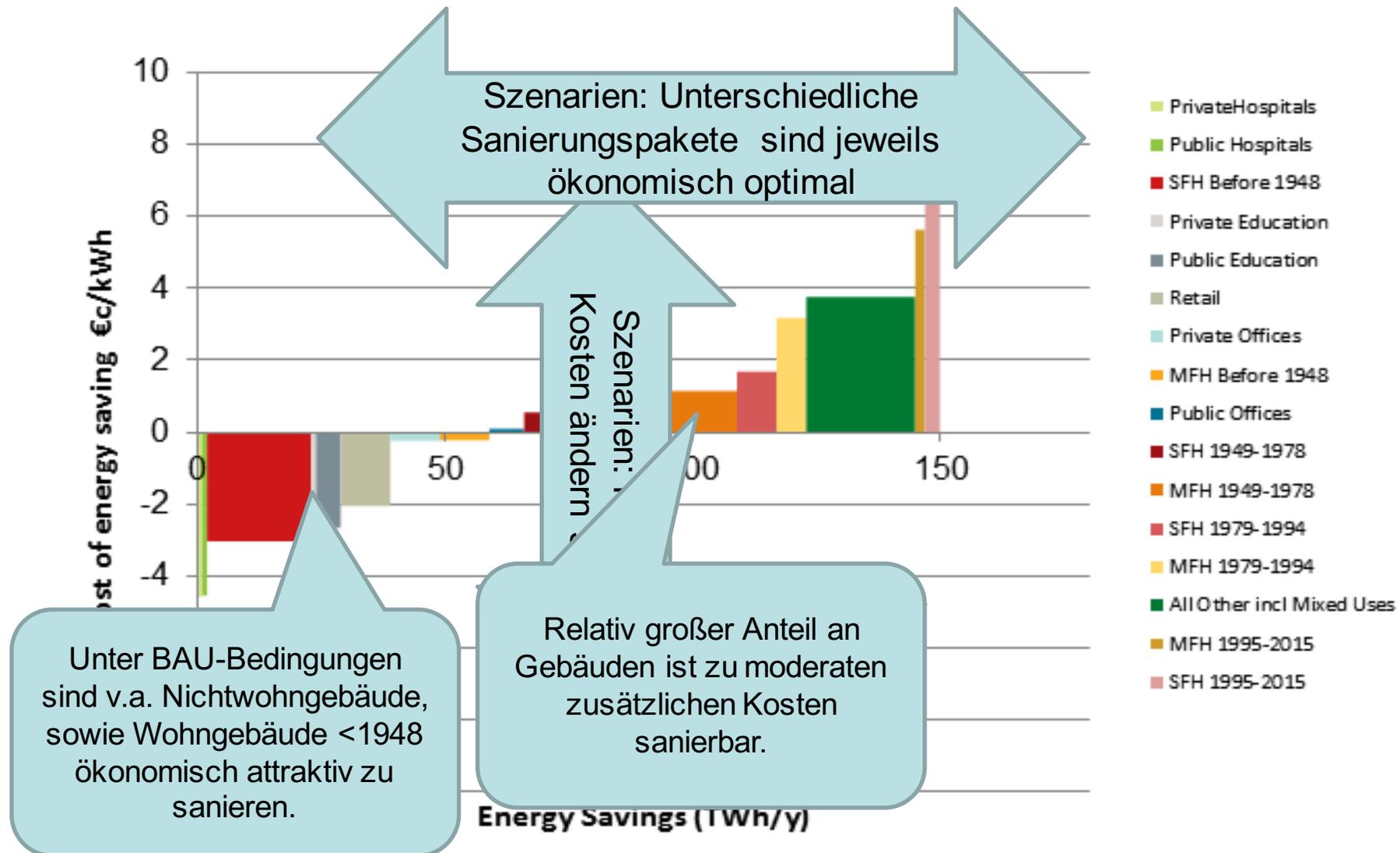
Item	Description	Scenario variables		
<b>Subsidy level for building envelope measures</b>	Grants, implicit value of loan, or other external financial support as a % of total capital investment	low	0%	
		central	10-25%	
		high	20%-35%	
<b>Subsidy level for heating and hot water system measures</b>		low	0%	
		central	10-20%	
		high	25%-40%	
<b>Transaction costs</b>		Costs associated with preparatory work, planning costs, approvals, etc., including staff time, expressed as a % of total capital investment	central	5%
<b>Discount rate</b>		Cost of borrowing to finance energy saving investment	low	2%
	central		4%	
<b>Learning and cost reduction until 2030</b>	The impact of future price reductions resulting from factors such as increased sales volumes, more efficient installation procedures, improved productivity or R&D resulting in new and better ways of saving energy	central	6-25%	
<b>Energy price increase until 2030</b>	Increase in the real retail price of energy from 2015 to 2030	central	1.1% /year	

## Ausgewählte Szenarien

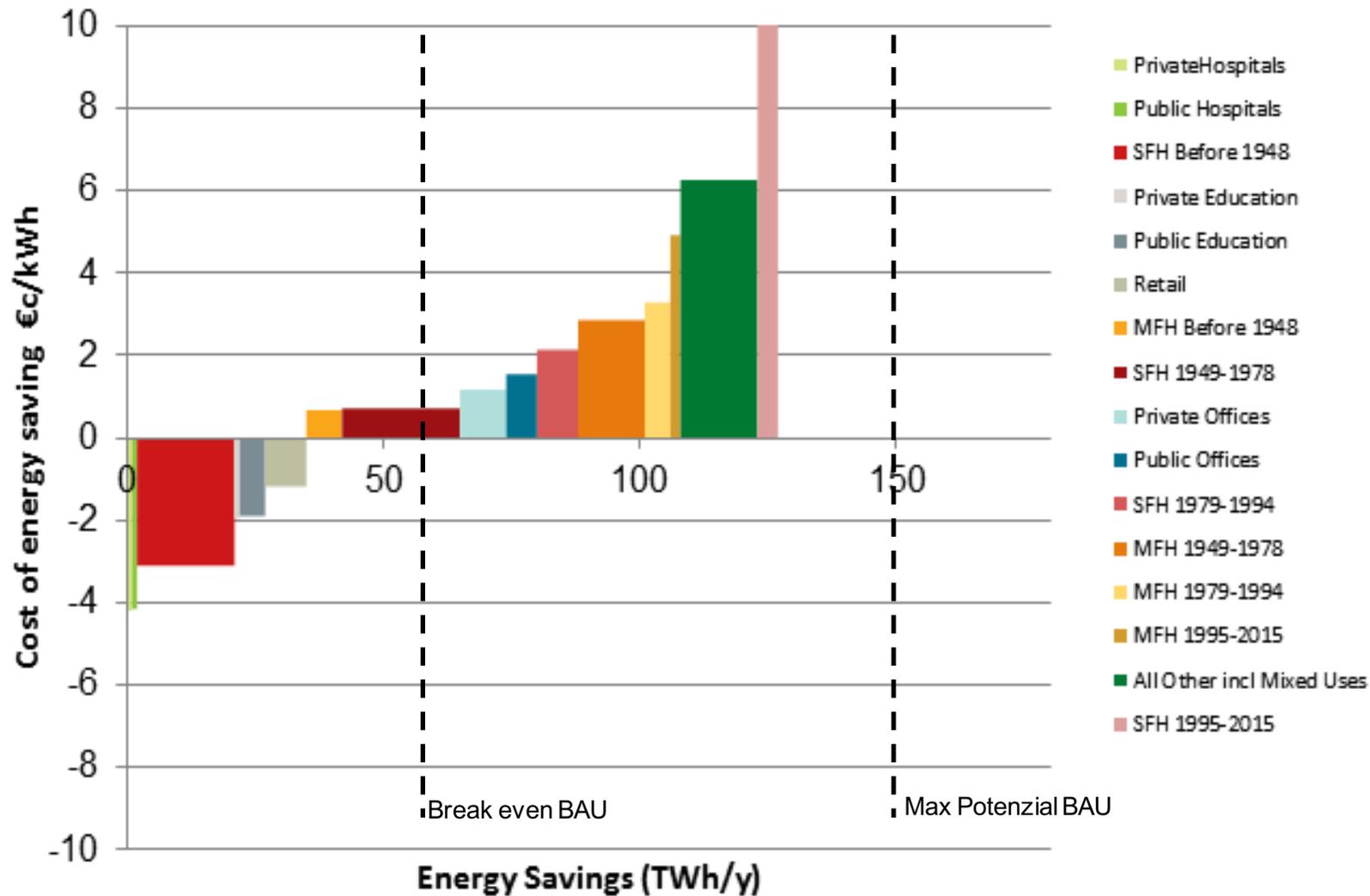
Scenario	Subsidies	Transaction costs	Discount rate	Cost decrease to 2030	Energy price increase to 2030
<b>Business as usual</b>	10-25%	5%	4%	6-25%	1.1% /year
<b>Low subsidies</b>	<b>0%</b>	5%	4%	6-25%	1.1% /year
<b>High subsidies</b>	<b>20-40%</b>	5%	4%	6-25%	1.1% /year
<b>Low interest rate</b>	10-25%	5%	<b>2%</b>	6-25%	1.1% /year

# Ergebnisse

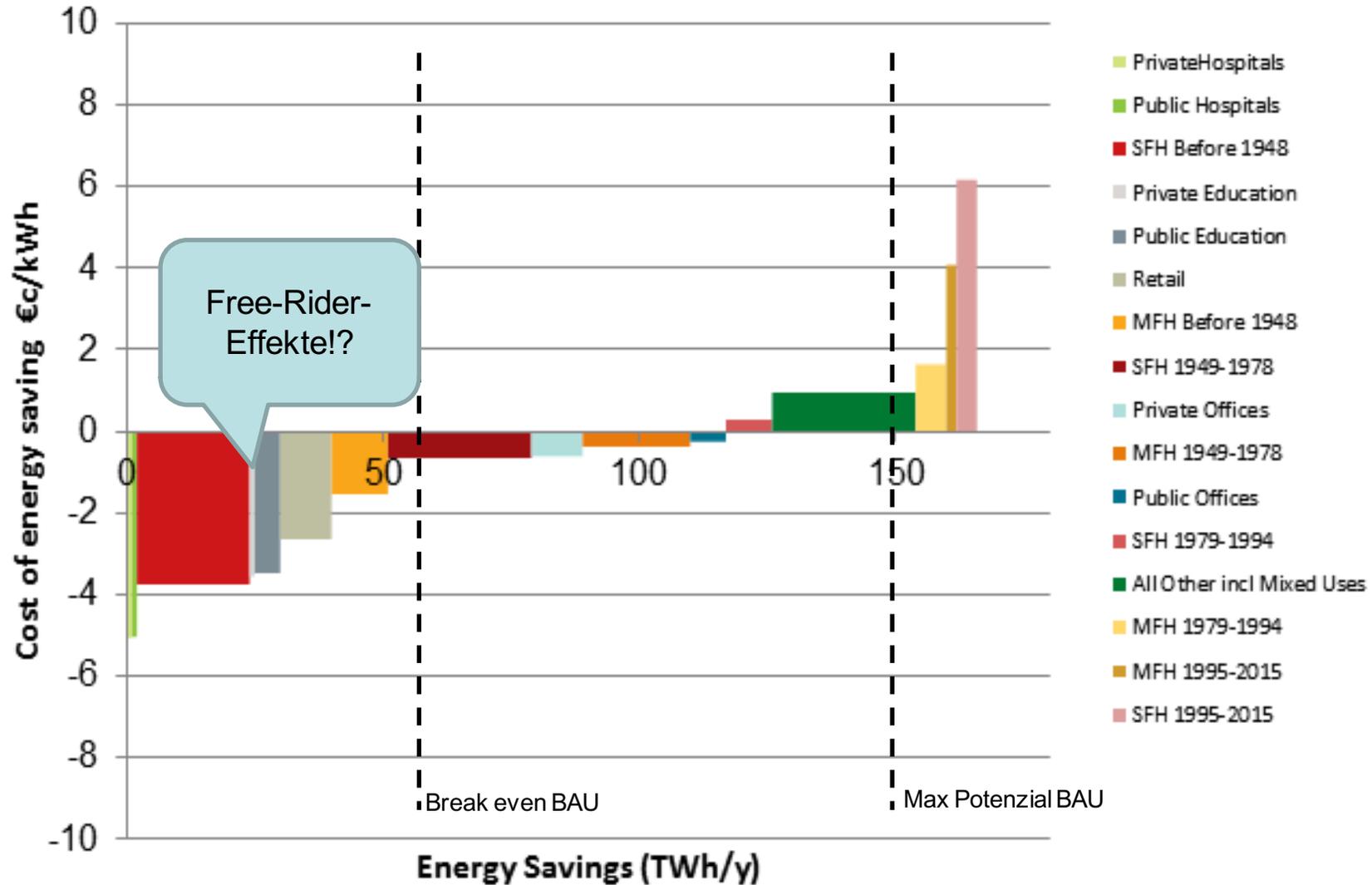
# Szenario Business-as-usual



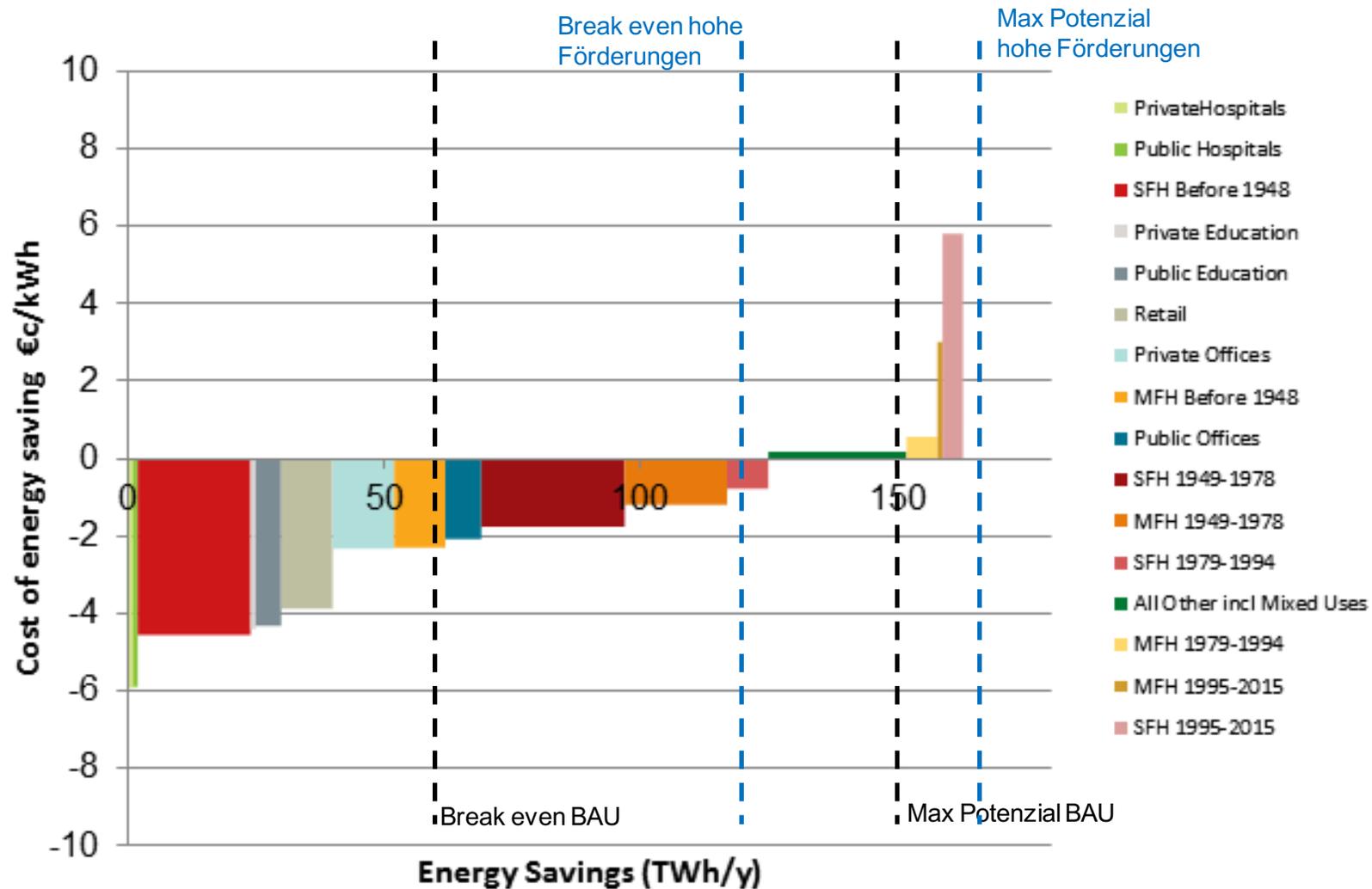
# Szenario keine Förderungen



# Szenario hohe Förderungen



# Szenario niedriger Zinssatz



# Schlussfolgerungen

## Schlussfolgerungen

- Ohne Förderung oder andere Anreize ist unter BAU-Annahmen **nur ein relativ kleiner Anteil der Gebäudesanierungen ökonomisch attraktiv.**
- Angesichts der bestehenden **Klimaziele** stellt sich immer weniger die Frage, ob Gebäudesanierung ökonomisch Sinn macht, sondern wie Anreize geschaffen werden können (und wo im Zielzustand 2050 ein Optimum an erzielter Gebäudeeffizienz vs. Nutzung erneuerbarer liegt).
- Förderungen haben nicht nur den Sinn (und Effekt), Sanierungen zu triggern sondern auch die **Sanierungstiefe** zu erhöhen und somit **lock-in-effekte zu reduzieren.**

## Schlussfolgerungen

- Die Absenkung des **Zinssatzes** hat ähnliche Wirkung auf die Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen wie eine deutliche Erhöhung der Förderungen. => Pensionsfonds o.ä.?
- Reduktion von „cherry picking“ und free-rider-Effekten durch **öffentliche Ausschreibung von Sanierungsaktivitäten in Gebäudebündeln?**

## Schlussfolgerungen

- **Kostenkurve**  $\neq$  **Kostenkurve**: Wahl der Methodik je nach Fragestellung!
- **Clusterung** von Gebäudetypen in der Kostenkurve führt zu unterschiedlichen Ergebnissen
- Nutzung von Einspar-Kostenkurven in **Optimierungsmodellen** ([www.progresheat.eu](http://www.progresheat.eu))

## *Weitere Informationen:*

Lukas Kranzl

TU-Wien, Energy Economics Group

email: [lukas.kranzl@tuwien.ac.at](mailto:lukas.kranzl@tuwien.ac.at)

tel: +43 1 58801 370351

web: [www.eeg.tuwien.ac.at](http://www.eeg.tuwien.ac.at)

[www.eeg.tuwien.ac.at](http://www.eeg.tuwien.ac.at)

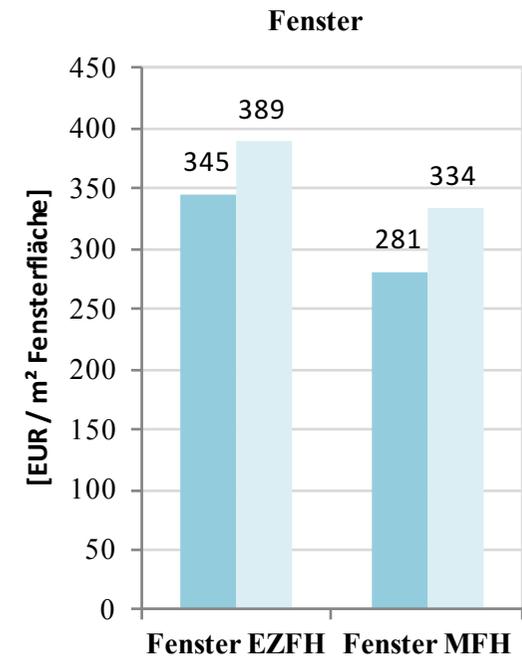
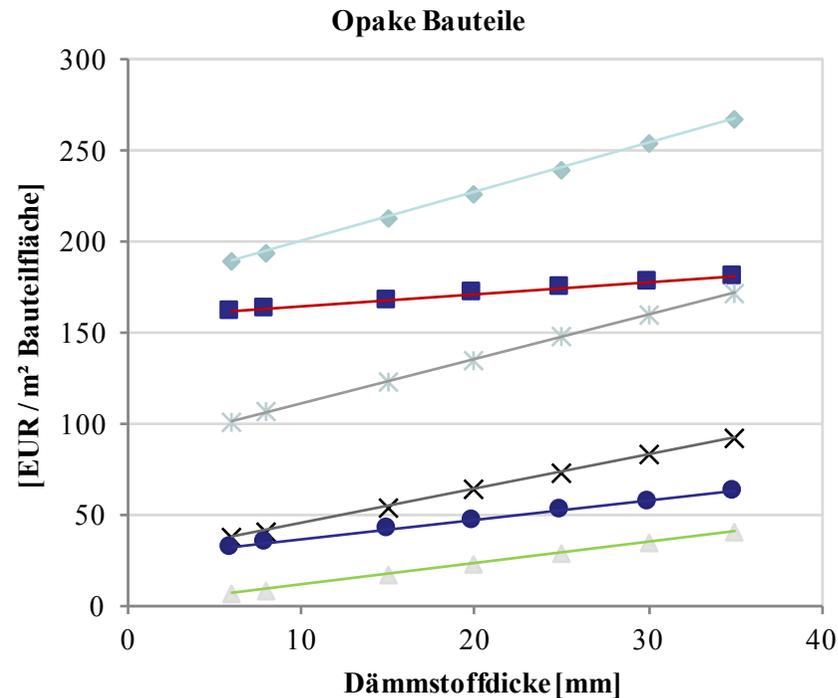
[www.e-think.ac.at](http://www.e-think.ac.at)

[www.invert.at](http://www.invert.at)

[www.progressheat.eu](http://www.progressheat.eu)

# Backup

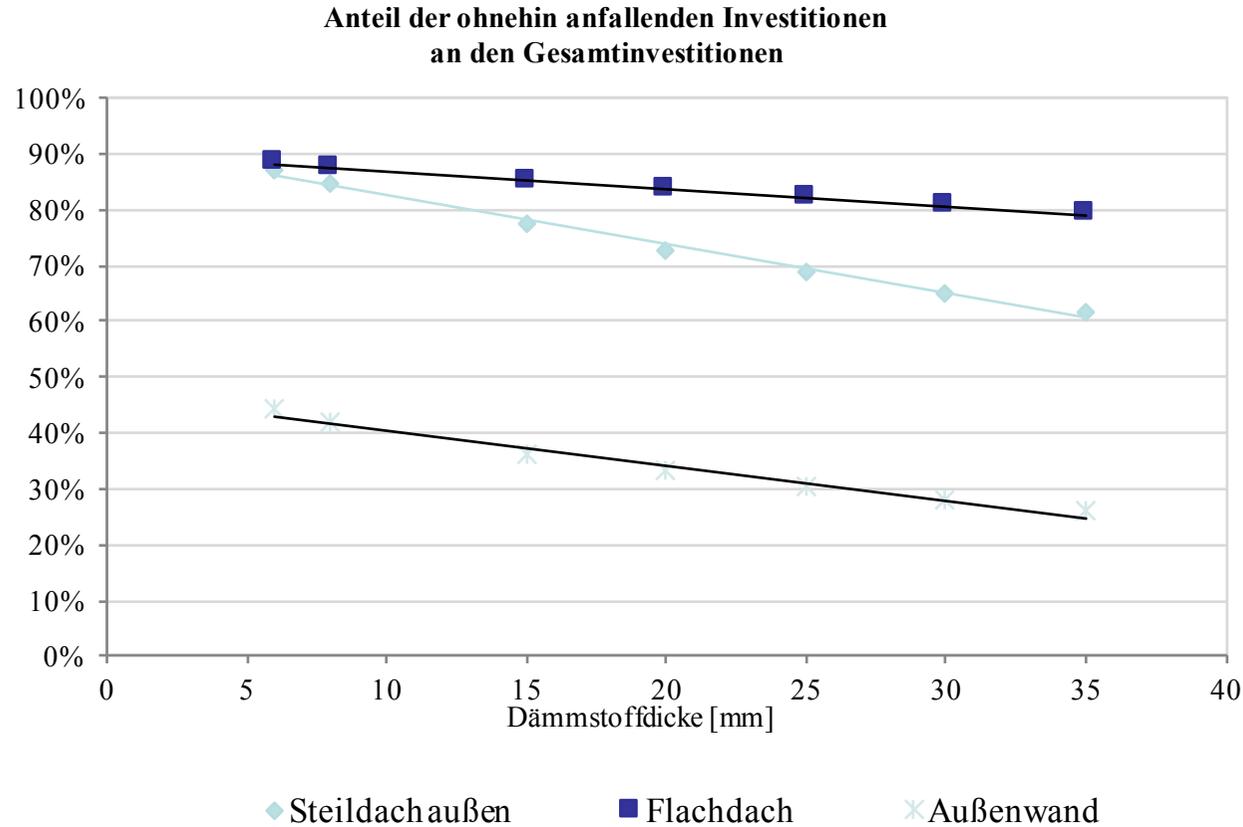
# Spezifische Investitionen der einzelnen Bauteile



- ◆ Steildach außen
- ▲ Ob. Geschossdecke
- \* Außenwand
- Flachdach
- × Ob. Geschossdecke (begehrbar)
- Kellerdecke
- 2-Scheibenschutzverglasung  $U_w = 1,3$
- 3-Scheibenschutzverglasung  $U_w = 0,9$

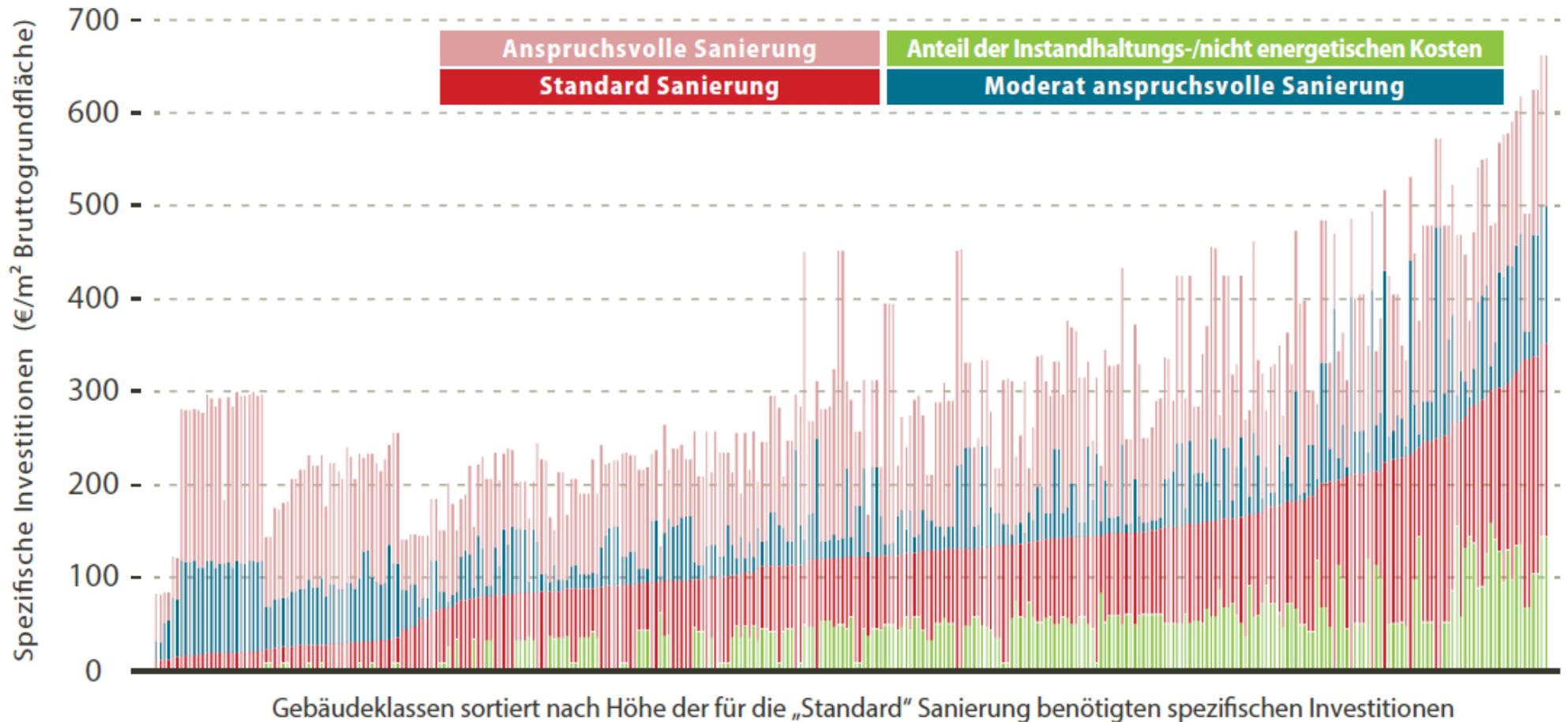
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Hinz (2011): *Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Altbauten*. Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) im Auftrag (BBSR)

# Zurechnung der ohnehin anfallenden Investitionen



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Hinz (2011): *Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Altbauten*. Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) im Auftrag (BBSR)

# Resultierende spezifische Investitionen der Referenzgebäudeklassen (285 WG+70 NWG)



## Ergebnis Zusammenfassung Investitionen

- Bei **Standard** Sanierung beträgt der Anteil der ohnehin anfallenden Maßnahmen  $\varnothing$  32 %
- Gesamtinvestitionen für **Moderat Ambitioniertes** Sanierungspaket  $\varnothing$  30 % höher als **Standard** Sanierung
- Gesamtinvestitionen des Sanierungspakets **Ambitioniert** im Durchschnitt mehr als doppelt so hoch wie **Standard** Sanierung

	Gesamt- investitionen [EUR/ m <sup>2</sup> BGF]	Energ. Mehr- investitionen [EUR/ m <sup>2</sup> BGF]
Standard	165	113
Moderat Ambitioniert	217	169
Ambitioniert	343	291