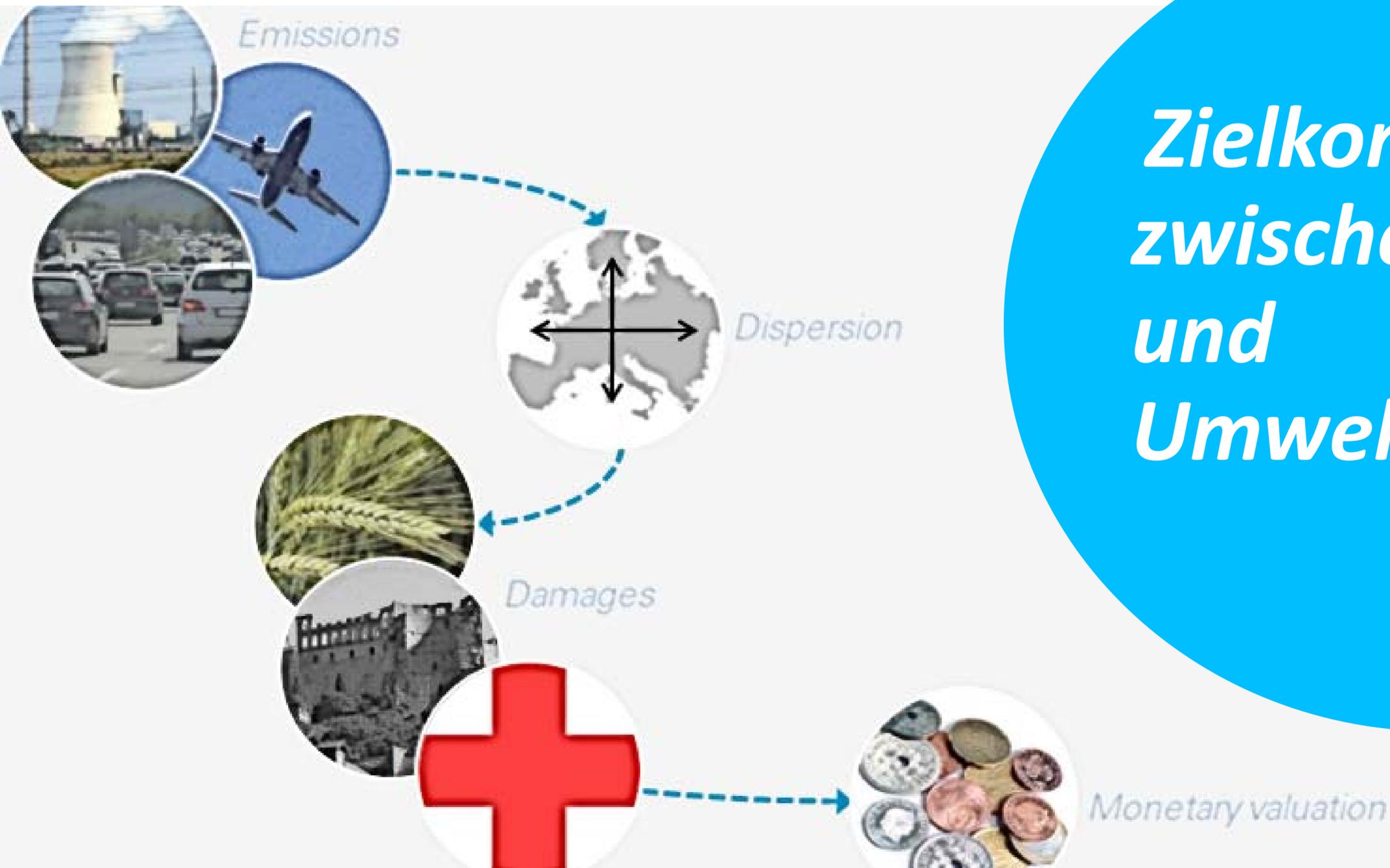


**University of Stuttgart**

**IER** Institute of Energy Economics  
and Rational Energy Use



# *Zielkonflikte zwischen Klima- und Umweltschutz*

**Rainer  
Friedrich**

# Ziel der Umweltschutzpolitik

- **Vermeidung von nicht akzeptablen hohen Risiken für Gesundheit, Umwelt, Gesellschaft**
- **Maximierung der Wohlfahrt (Zufriedenheit, Glück) - > Nettonutzen (= Nutzen minus Kosten) maximal**
- **Nutzen: vermiedene Gesundheitsschäden; aber auch vermiedene Biodiversitätsverluste und Materialschäden, ggf vermiedene Schäden durch Klimawandel, Zeit- und Komfortgewinne usw.**
- **Kosten: gesellschaftliche Kosten, Nutzenverluste, Zeitverluste, höhere Gesundheits- oder Klimaschäden usw.**
- **Erfordert Quantifizierung von Nutzen/Vorteilen und Kosten/Nachteilen und Umrechnung in eine gemeinsame Maßeinheit (Wichtung)**

# Keine Gewichtung bei nicht tolerierbaren Risiken

Individualrisiken:

Nicht akzeptable  
Risiken

$10^{-5}$  /a (HSE UK);  
 $10^{-4}$  /a (AGS)  
 $10^{-5/-6}$  /a (Netherlands)

Abwägung,  
Nutzen-Kosten  
Analyse

$10^{-12}$  /a ?

Vernachlässigbare Risiken

AGS = Ausschuss für  
Gefahrstoffe,  
HSE = Health and  
Safety Executive

**Schritt 1: Nicht akzeptable Risiken müssen unabhängig von den Kosten vermieden werden.**

**Schritt 2: Andere Risiken werden toleriert, wenn der dadurch erreichbare Nutzen größer ist**

- **Maßnahmen zur Luftreinhaltung beeinflussen den Klimawandel, Maßnahmen zum Klimaschutz beeinflussen die Luftqualität.**
- **Daraus folgt:**
- **Die Bewertung von Klimaschutzmaßnahmen muss auch Nutzen oder Kosten der Änderung von Risiken durch Umweltverschmutzung umfassen und umgekehrt.**
- **Getrennte Klimaschutz- und Luftreinhaltepläne führen zu nicht optimalen Strategien und damit zu Wohlfahrtsverlusten**

**Im folgenden: Bewertung von Umwelt- und Klimaschutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der Ziele**

- **Umwelt- und Gesundheitsschutz**
- **Klimaschutz**
- **Kosten**

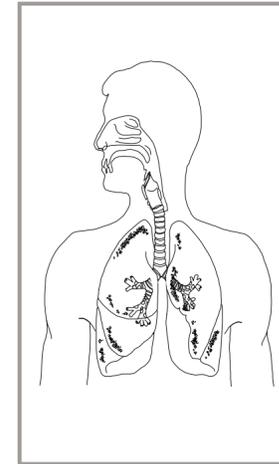
# Wirkungspfadanalyse zur Bewertung von Schäden/Risiken durch Luftverschmutzung- Kurzübersicht

Emission von Stoffen, Energie

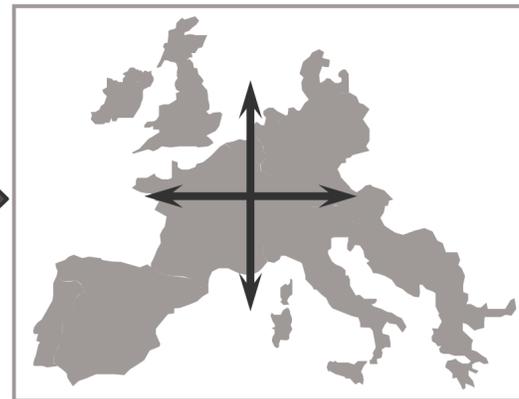


Differenz der Schäden

Transport und chemische Umwandlung



Monetäre Bewertung



Berechnung zweimal:

Mit und ohne Maßnahme(n)



# „Integrierte“ Bewertung (integrated assessment)

## Wesentliche Merkmale

1) Berücksichtigung aller relevanten Schadstoffe und Treibhausgase:

Mindestens PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>; CO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>

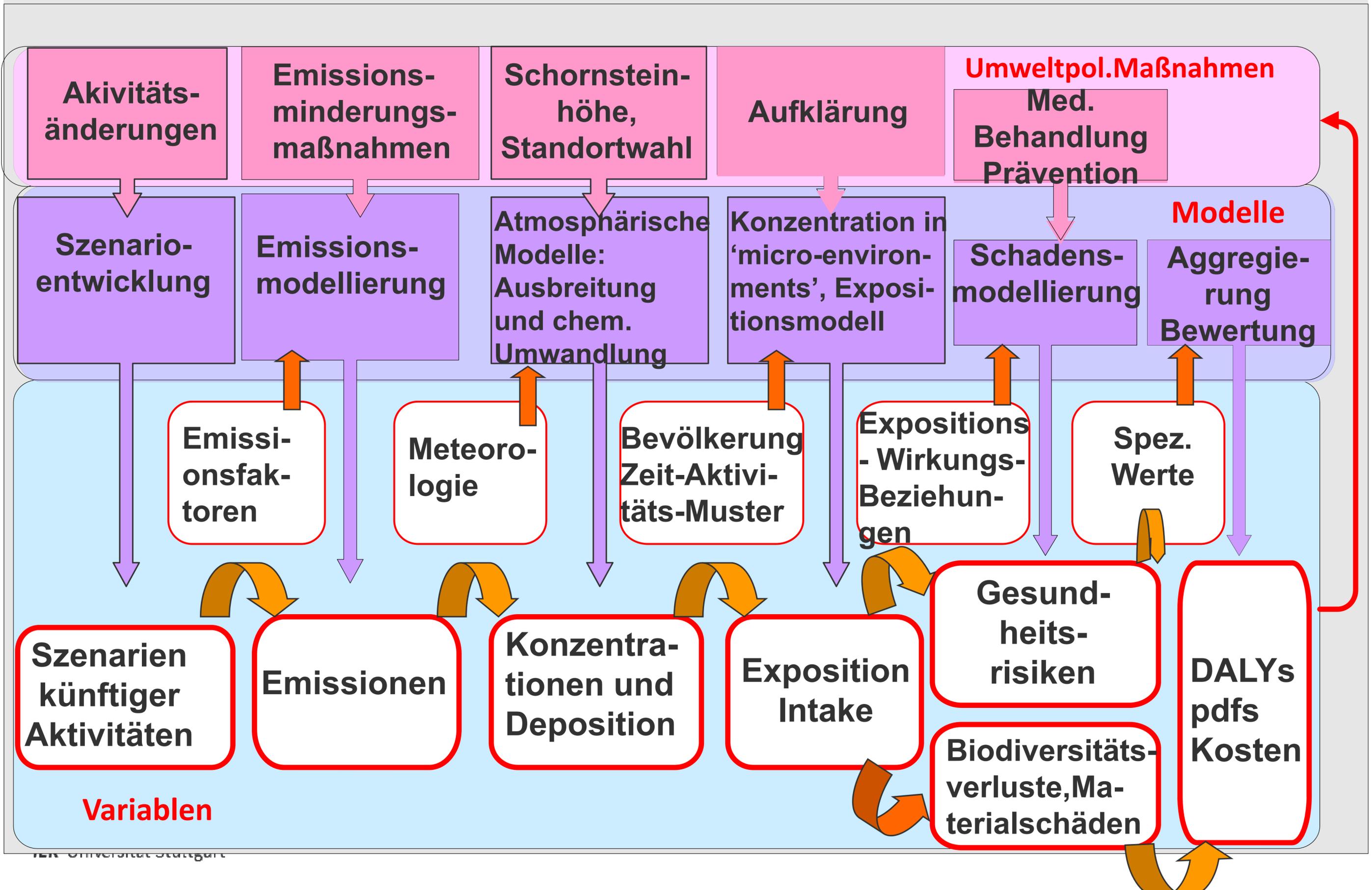
Die wichtigsten Dosis-Wirkungs-Beziehungen	Relative Risk (95% C.I.) alle natürlichen Todesfälle >30 Jahre
Schadstoff:	
PM <sub>2.5</sub> (pro 10 µg/m <sup>3</sup> )	1.062 (1.04-1.083)
NO <sub>2</sub> (pro 10 µg/m <sup>3</sup> ) über 20 µg/m <sup>3</sup>	1,055 (1,03-1,080) bis zu 33% Überlappung

Quelle: WHO 2013: Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project: Recommendations for concentration-response functions for cost-benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide

2) Berücksichtigung von nicht-technischen Maßnahmen

3) Auch die Exposition in Innenräumen ist zu erfassen

# Die Wirkungspfadanalyse – ausführliche Darstellung



# Bewertung von Treibhausgasemissionen?

- **Mit marginalen Schadenskosten? Große Unsicherheiten durch**
  - **Abschätzung der Schäden durch Treibhausgasemissionen**
  - **Ökonomische Bewertung der Schäden: Diskontsatz, ‘equity weighting’,**
  - **Unbekannte Risiken oder nicht quantifizierbare Risiken (Vorsorgeprinzip).**
  
- **Stattdessen: Verwendung des ‘Standard-Price-Approach’: marginale Vermeidungskosten zur Erreichung eines akzeptierten Ziels**

## Standard-Price Approach

**Ziel: 2° Ziel: Beschränkung des Temperaturanstiegs der Erdoberfläche um weniger als 2°, möglichst 1,5° verglichen mit vorindustrieller Zeit (entspricht weniger als ca. 450 ppm CO<sub>2</sub>-eq.)**

## Marginale Vermeidungskosten:

**Quelle: Metaanalyse von Kuik, O., Brander, L. und Tol, R.S. (2009), Marginal abatement costs of greenhouse gas emissions: A meta-analysis, in: Energy Policy, 37, 4, S. 1395–1403**

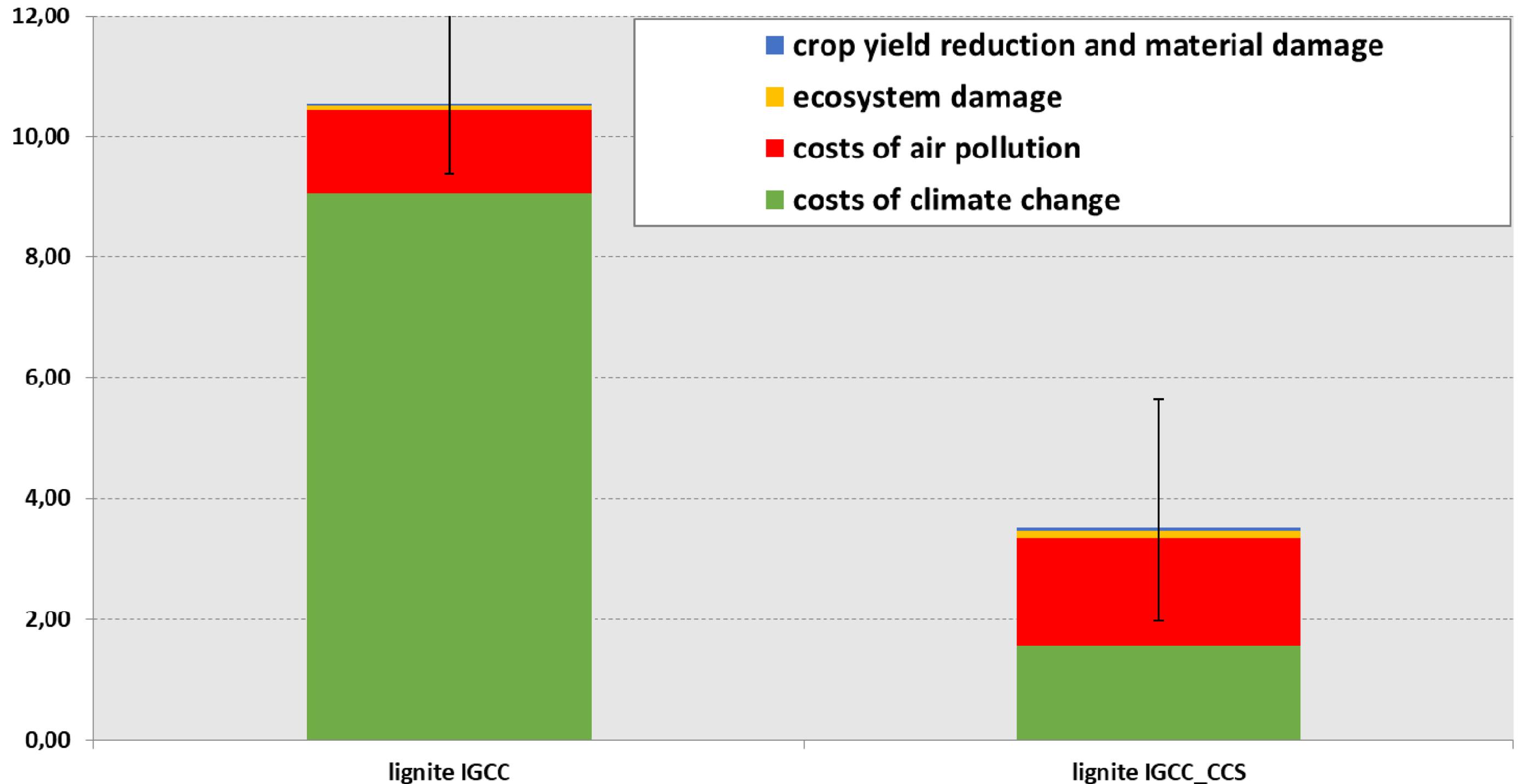
€ <sub>2010</sub> /t CO <sub>2</sub> eq.	2010	2020	2030	2040	2050
Lower value 5%/a	20	33	54	88	143
Average value 5%/a	36	58	95	155	252
Upper value 5%/a	63	103	167	272	443

**Levelized costs pro t CO<sub>2</sub> 2025 bis 2050: 128 (73-225) €/t CO<sub>2</sub>**

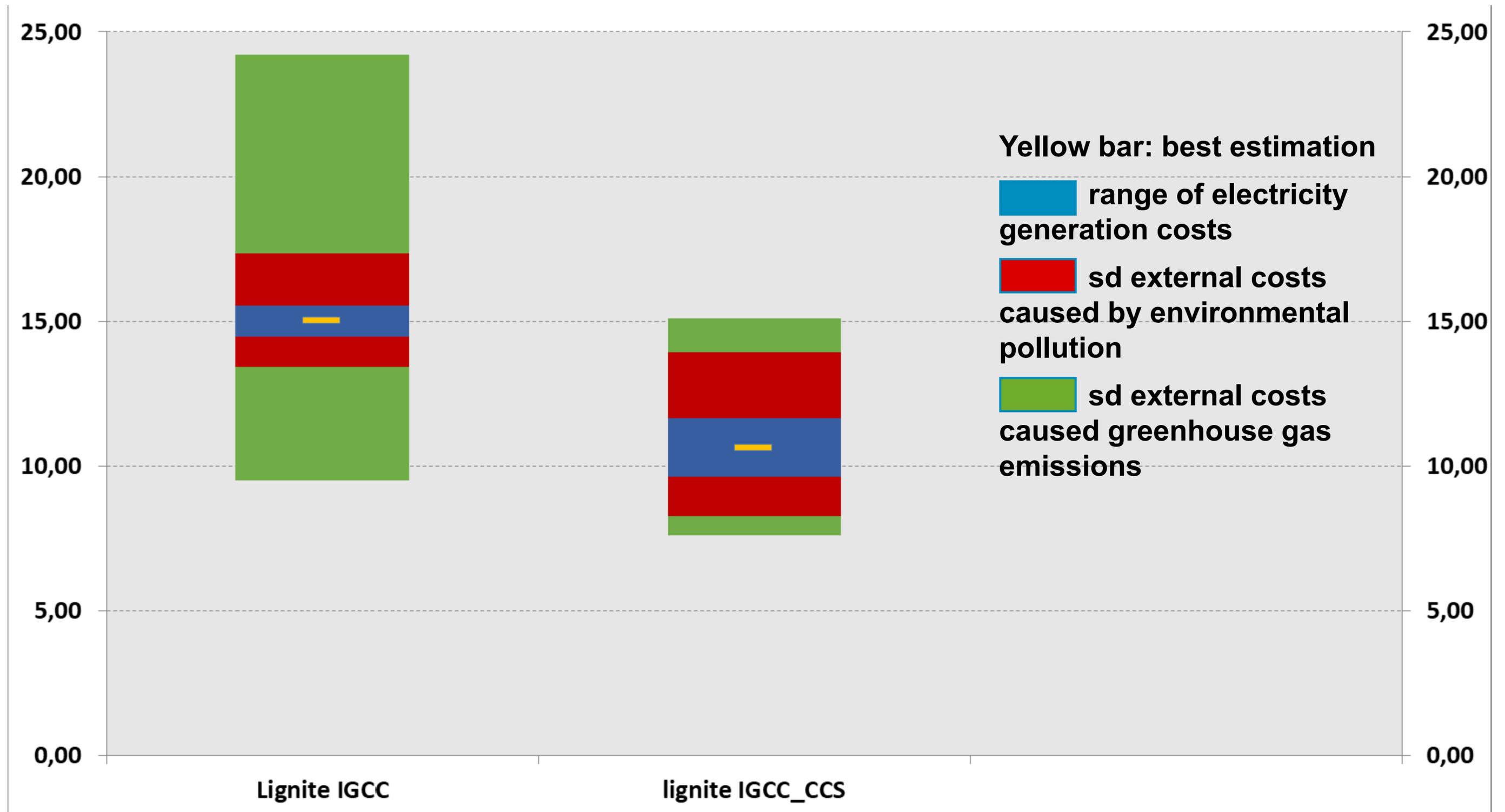
**Probleme: Innovationen ausreichend berücksichtigt ?**

**Akzeptanz ?**

# Beispiel 1: Externe Kosten der Stromproduktion in einem IGCC Kohlekraftwerk mit und ohne ‚carbon capture and storage‘, Inbetriebnahme 2025



# Soziale Kosten (interne Kosten plus Kosten des Klimawandels plus Kosten der Luftverschmutzung) der Stromproduktion (€-Cent/kWh) in einem IGCC Kohlekraftwerk mit und ohne ‚carbon capture and storage‘, Inbetriebnahme 2025



## Beispiel 2: Bewertung von Holzheizungen

### Untersuchte Gebäudetypen:

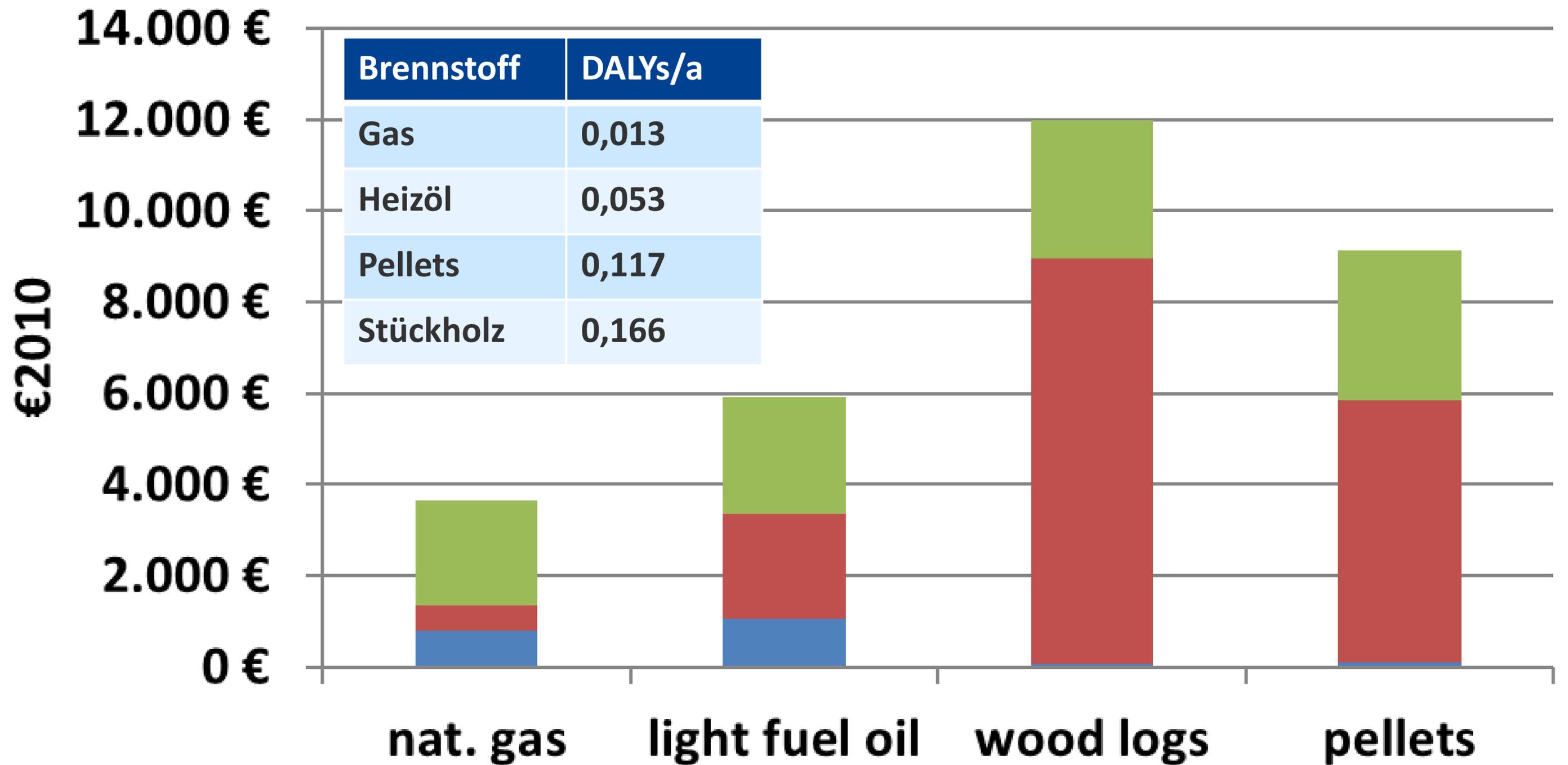
	Mehrfamilienhaus	Einfamilienhaus
<b>Baujahr</b>	<b>1949-1957</b>	<b>1969-1978</b>
<b>Vollgeschosse</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
<b>Wohneinheiten</b>	<b>9</b>	<b>1</b>
<b>Nutzfläche m<sup>2</sup></b>	<b>593</b>	<b>158</b>
<b>Standorte</b>	<b>Stuttgart, Hechingen- Bechtoldsweiler</b>	<b>Stuttgart, Hechingen- Bechtoldsweiler</b>

[Quelle:

IWU 2003: Deutsche Gebäudetypologie: Systematik und Datensätze, Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, 2003

# Soziale Kosten der Heizung eines Einfamilienhauses in Stuttgart

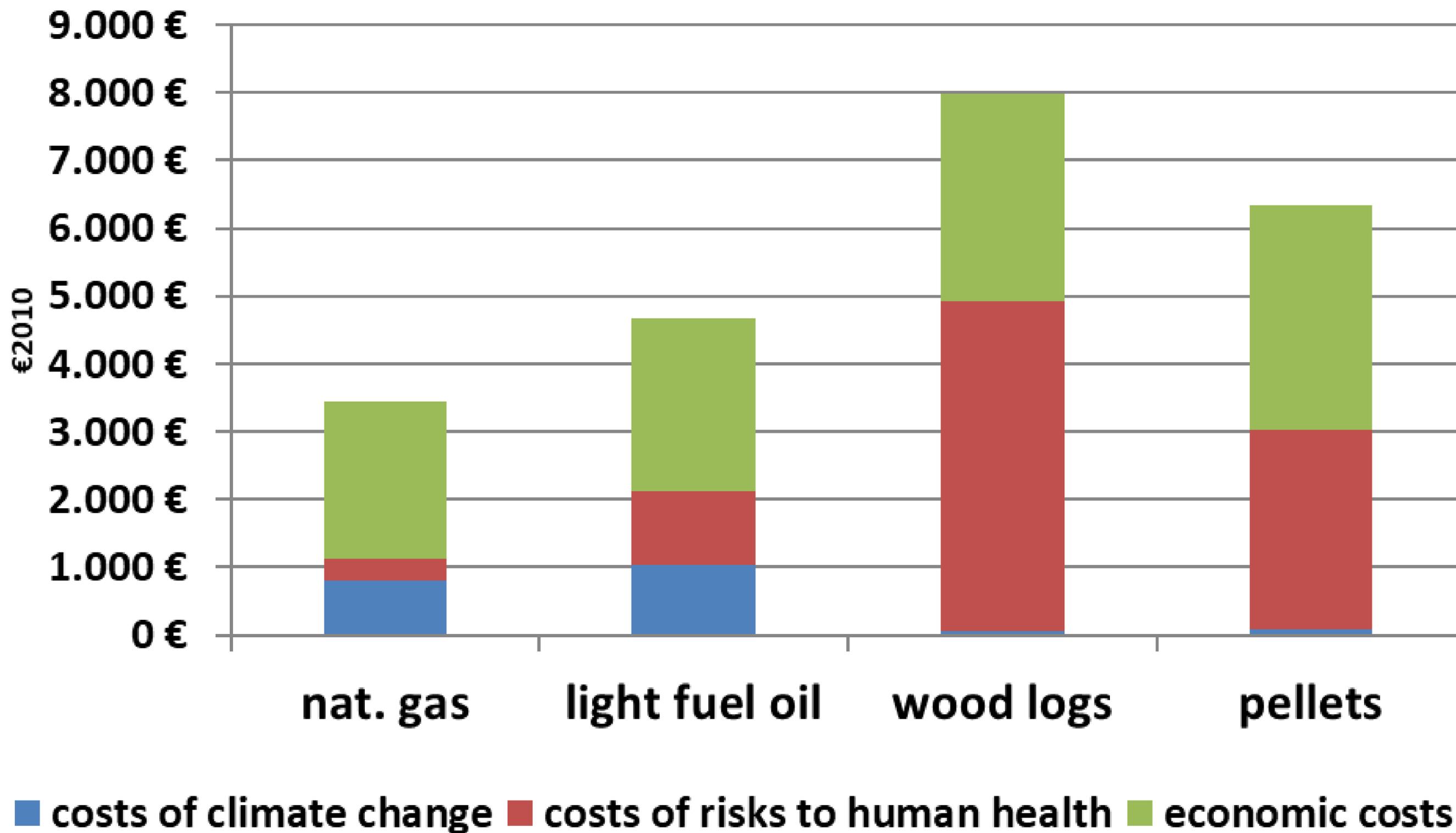
(DALYs = disability adjusted life years, Fasst Krankheiten und vorzeitige Todesfälle zusammen)



■ costs of climate change ■ costs of risks to human health ■ economic costs

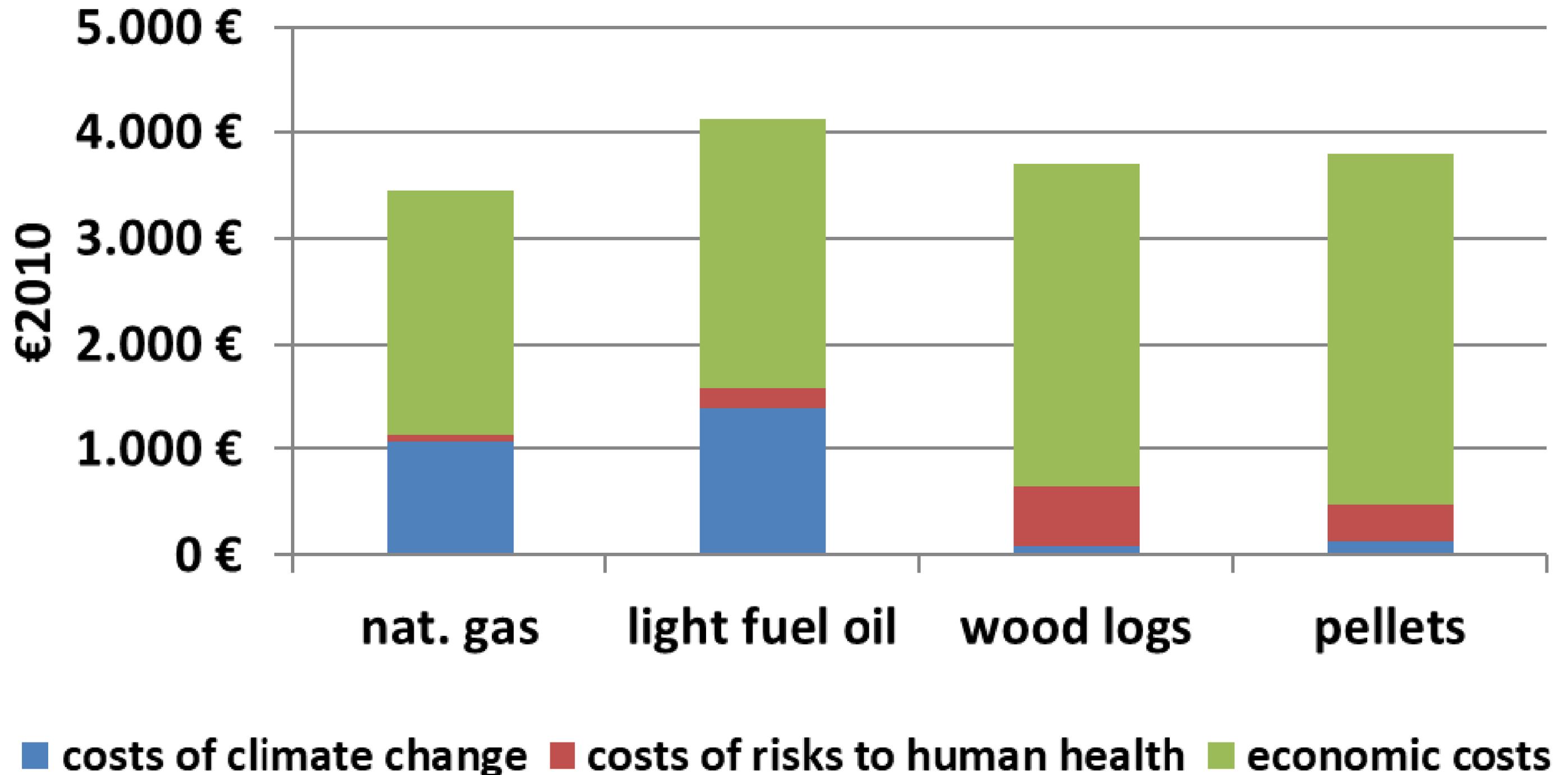
source: [http://www.zfes.uni-stuttgart.de/deutsch/projekte/p\\_0030.html](http://www.zfes.uni-stuttgart.de/deutsch/projekte/p_0030.html)

## Soziale Kosten mit der besten zukünftigen Emissionsminderungstechnologie (z. B. Elektrofilter): hohe Schäden durch NO<sub>x</sub>-Emissionen verbleiben!



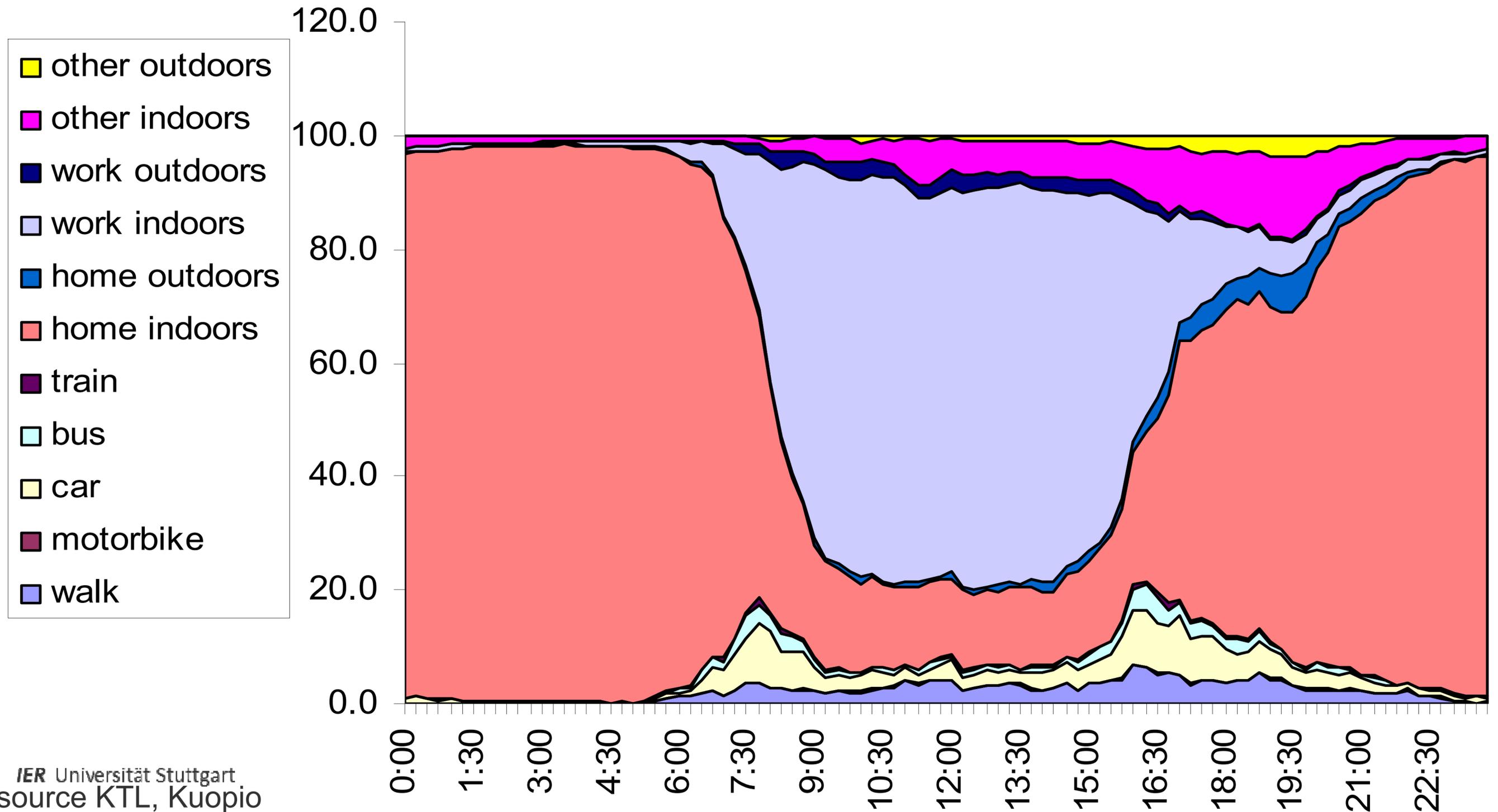
# Soziale Kosten der Heizung eines Einfamilienhauses in einer ländlichen Gegend

source: [http://www.zfes.uni-stuttgart.de/deutsch/projekte/p\\_0030.html](http://www.zfes.uni-stuttgart.de/deutsch/projekte/p_0030.html)



# Berechnung der Exposition: Eingangsdaten u.a. 'time-activity patterns', hier für die Bevölkerung in Helsinki

## Helsinki: All people



# Durchschnittliche Exposition der erwachsenen Bevölkerung in Deutschland mit PM2.5 pro Kopf (insgesamt 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

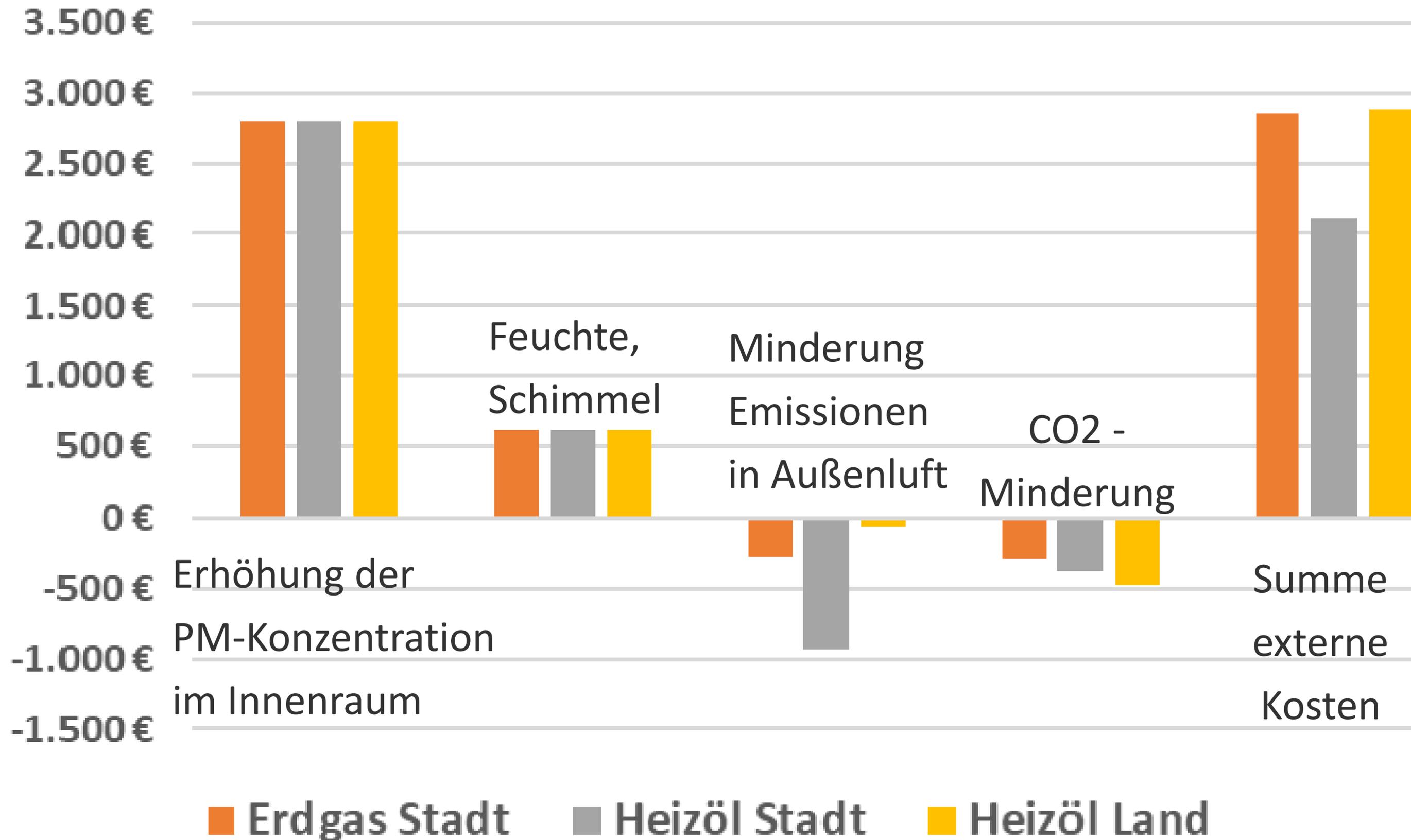
## Exposure to PM2.5



- Exposure from outdoor sources
- Exposure from smoking
- Exposure from cooking
- Exposure from wood burning
- Exposure from candles
- Exposure from dust und Sonstiges

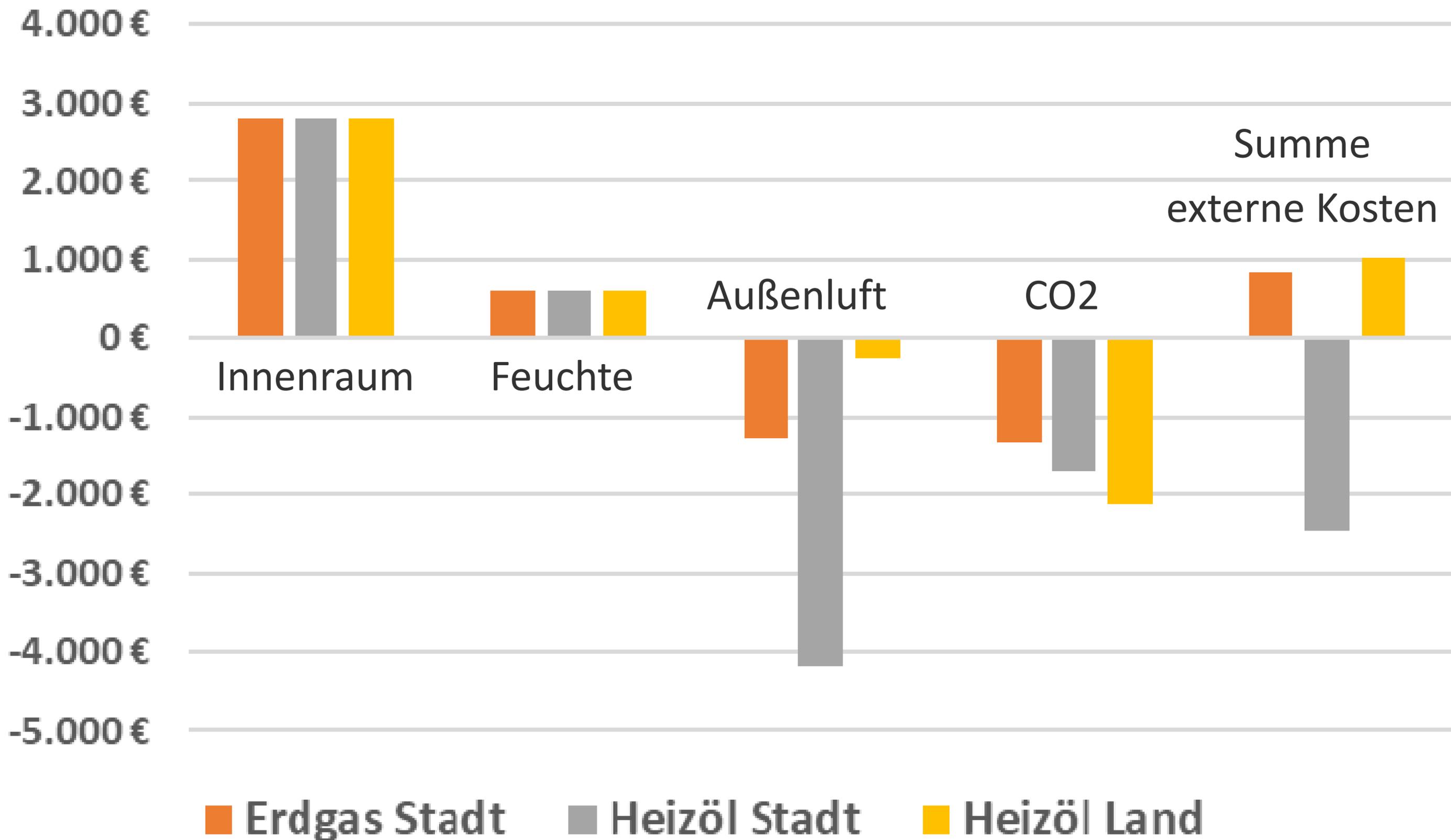
### Beispiel 3: Externe Kosten für den Einbau neuer Fenster in ein Mehrfamilienhaus

Luftaustauschrate 0,83 -> 0,6, U-Wert 2,8 W/(m<sup>2</sup>K) -> 1,3 W/(m<sup>2</sup>K), Einsparung -11%

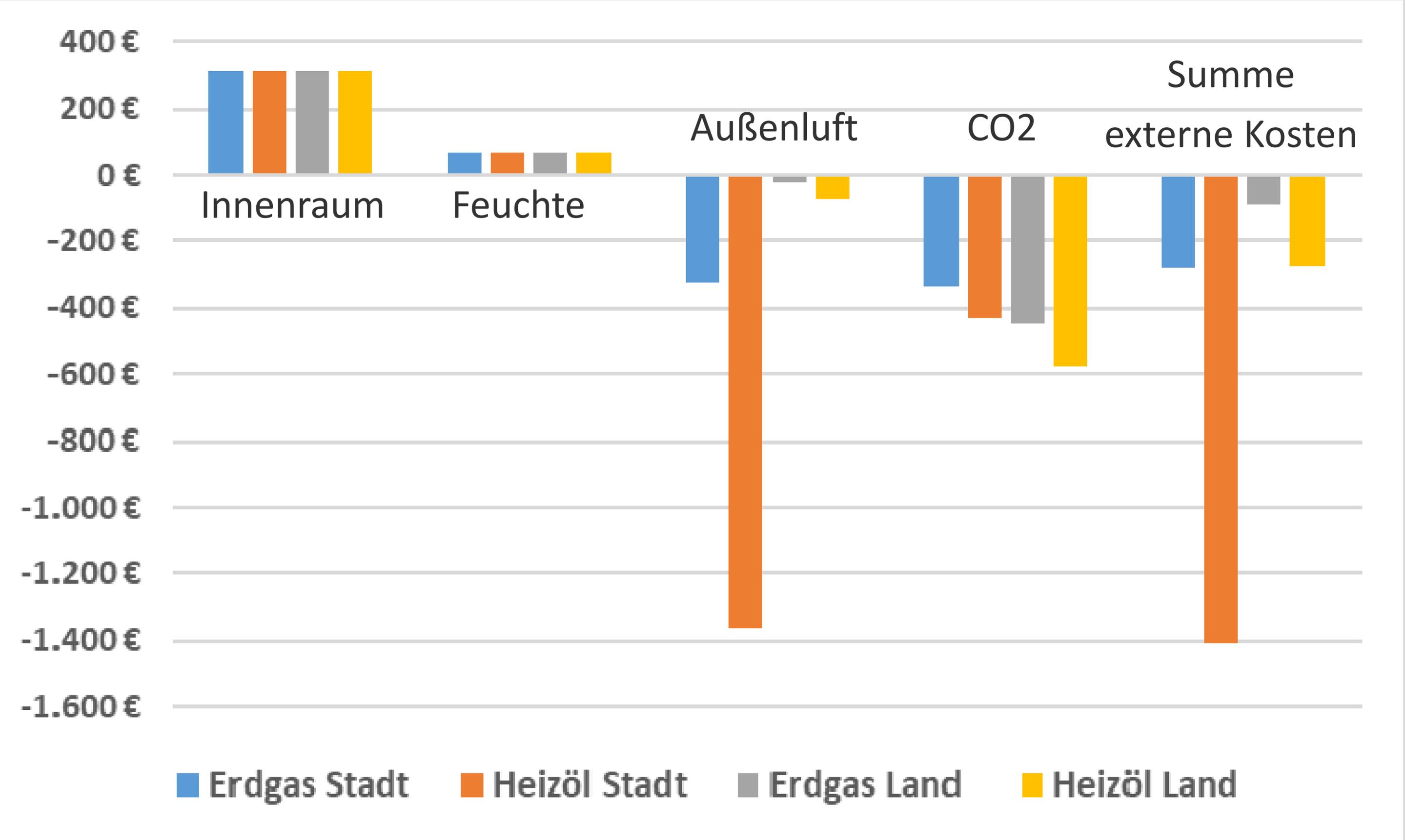


# Externe Kosten bei kompletter Wärmedämmung in einem Mehrfamilienhaus

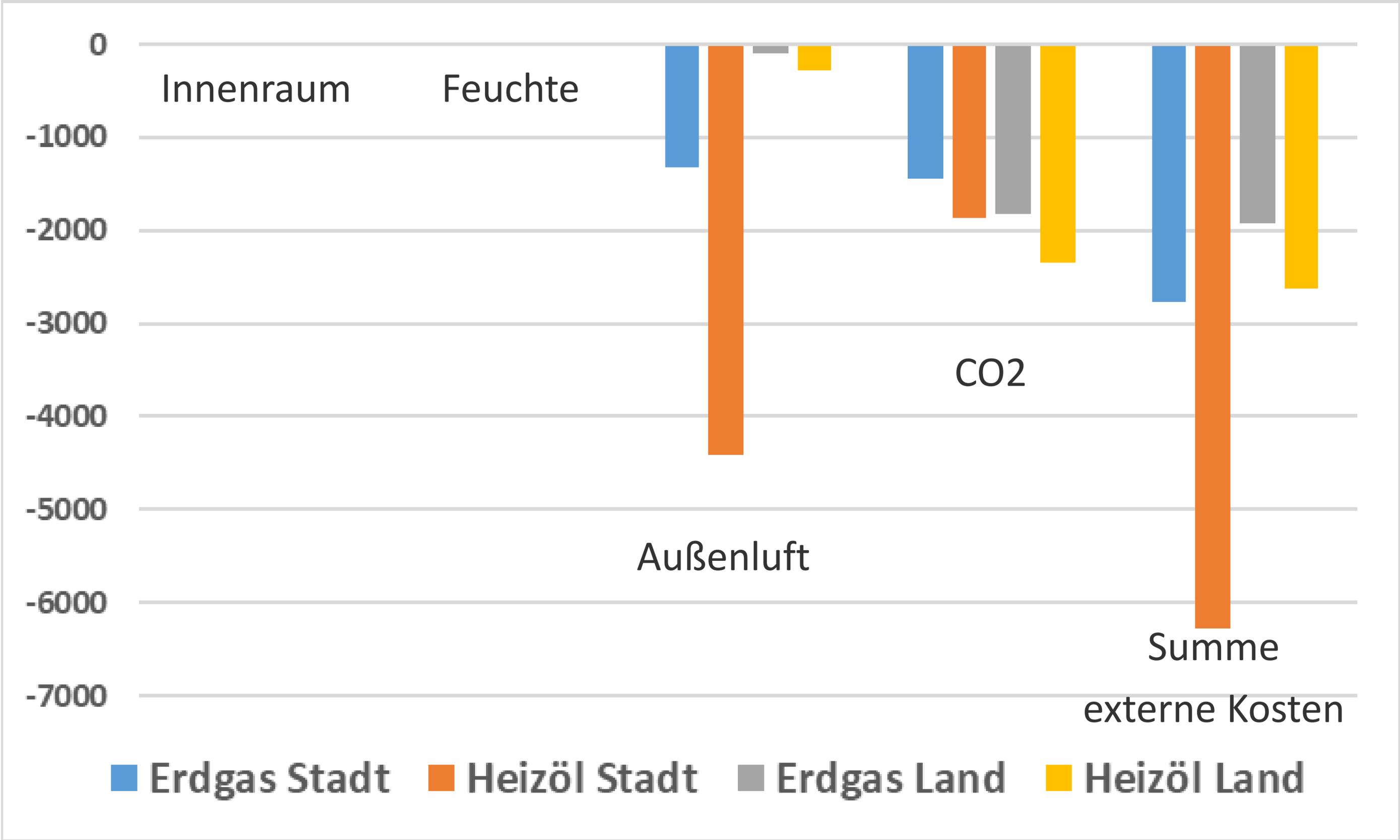
Einsparung -49,5%, U Wert Wand 1,2 W/(m<sup>2</sup> K) -> 0,23 W/(m<sup>2</sup> K)



# Externe Kosten bei kompletter Wärmedämmung in einem Einfamilienhaus



# Externe Kosten bei kompletter Wärmedämmung mit Lüftung mit Wärmerückgewinnung einem Mehrfamilienhaus



# Schlußfolgerungen

- **Im Rahmen einer ganzheitlichen Bewertung (integrated assessment) von Umwelt-, Gesundheits- und Klimaschutzmaßnahmen sollten Auswirkungen durch Umweltschadstoffe und klimawirksame Stoffe simultan berücksichtigt werden.**  
**besser: Aufstellung eines integrierten Umweltschutzplans, der Folgen von Schadstoffbelastung, Klimawandel und Lärm verringern soll**
- **Verbot der Verwendung kleiner Holz- und Pelletfeuerungen in dicht besiedelten Gebieten**
- **Beim Ersatz von Fenstern durch neue Wärmeschutzfenster sollten – soweit baulich möglich - Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung eingesetzt werden.**