

# **Ökoenthusiasmus oder lukrativer Nebenverdienst?**

## **Wirtschaftlichkeit der Mikro-KWK**

**Berliner Energietage, 17. Mai 2004**

**Lambert Schneider**

## Modell zum Vergleich der Wirtschaftlichkeit

- Vergleichende Analyse der Wirtschaftlichkeit für
  - **Erdgaskessel** und Strombezug (Referenzfall)
  - **Mikro-KWK** für die Versorgung eines Objekts
  - **BHKW** mit dezentralem Nahwärmenetz (keine Straßenquerungen)
- Betrachtung von **acht** Technologien
  - 3 Stirling-Motoren
  - 5 Kolben-Motoren (mit/ohne Low-NOx und Brennwertnutzung)
- Betrachtung von **fünf** verschiedenen **Versorgungsobjekten**
  - 2 EFH (durchschn. Energieverbrauch, Niedrigenergie)
  - 2 MFH (durchschn. Energieverbrauch, Niedrigenergie)
  - 1 Hotel

=> 38 Versorgungsfälle berechnet

## Modell zum Vergleich der Wirtschaftlichkeit (2)

- Betriebswirtschaftliche Perspektive eines kommerziellen Betreibers (z.B. Contractor)
- Abbildung von mengenabhängigen Erdgas- und Strompreisen
- Berücksichtigung der aktuellen Gesetzgebung (Änderung des KWKG im April 2004)
- Simulation von Vollaststunden und Stromeinspeisung mit BHKW-Plan (wärmegeführte Fahrweise)

## Versorgungsobjekte

- Auswahl von repräsentativen Objekten für Mikro-KWK
- Einfamilienhaus und Mehrfamilienhaus mit
  - durchschnittlichem Energieverbrauch
  - Niedrigenergie-Standard
- Hotel

		One-family houses		Apartment buildings		Hotel
		Low heat demand	Av. Heat demand	Low heat demand	Av. Heat demand	
<b>Heating surface</b>	m <sup>2</sup>	131	112	457	913	1.263
<b>Maximum heat demand</b>	kW	7	11	23	67	75
<b>Annual heat demand</b>	MWh/a	12	18	41	127	122
<b>Annual electricity demand</b>	MWh/a	3	4	22	29	24
Share of consumers selecting the operator of the Micro CHP plant as their electricity provider		100%	100%	80%	80%	100%

## Technologien

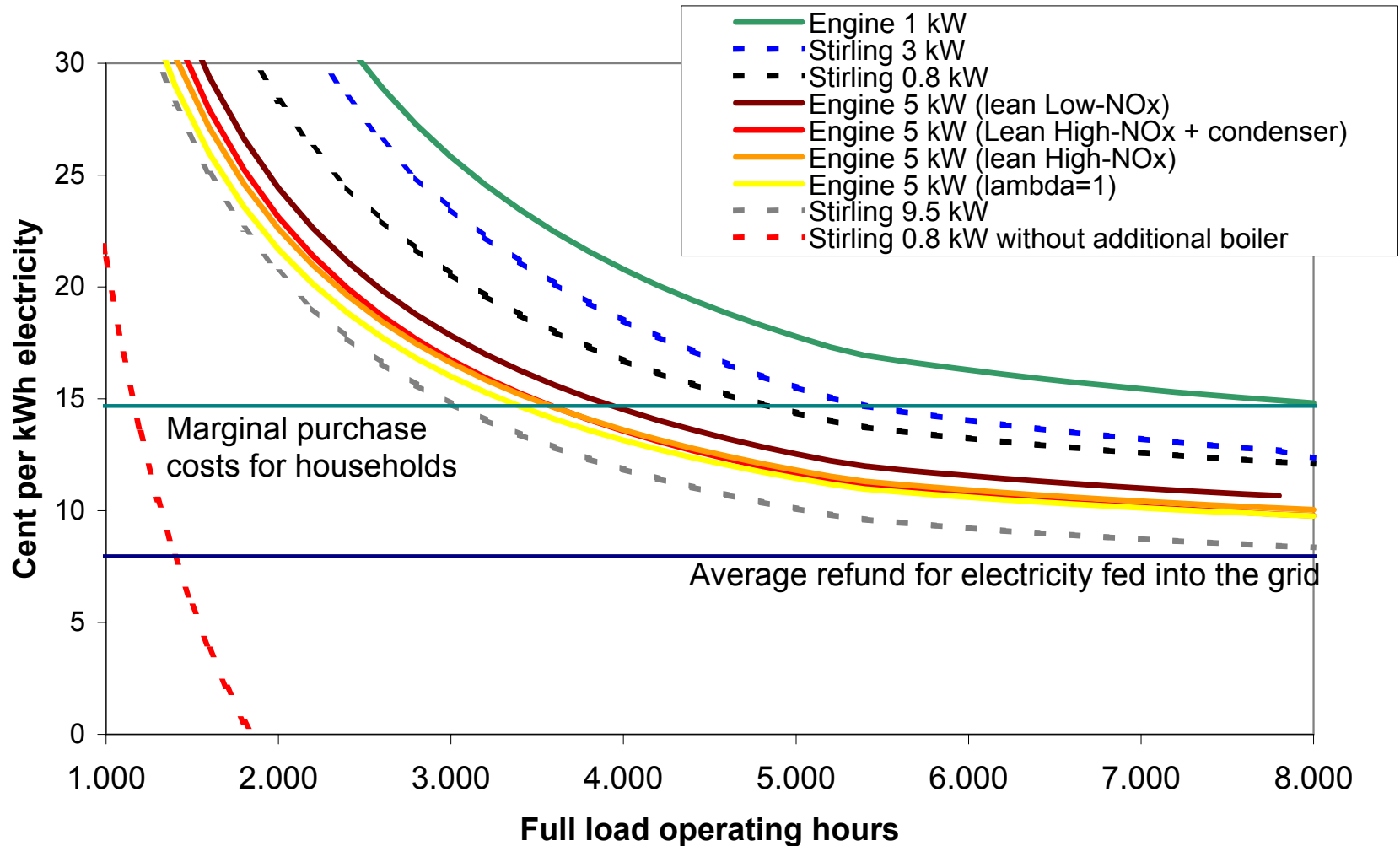
Reference number		Reciprocating engines					Stirling engines		
		1	2	3	4	5	6	7	8
		Engine 1kW	Engine 5 kW ( $\lambda=1$ )	Engine 5 kW (lean HighNOX)	Engine 5 kW (lean HighNOX cond)	Engine 5 kW (lean LowNOX)	Stirling 0,8 kW	Stirling 3 KW	Stirling 9,5 kW
<b>Capacity (Default)</b>									
Electric	kW <sub>el</sub>	1,0	4,7	5,5	5,5	5,0	0,8	3,0	9,5
Thermal	kW	3,25	12,5	13,9	14,9	12,6	6,0	15,0	26,0
<b>Efficiency (Default)</b>									
Electric	-	20%	25%	25%	25%	25%	10%	15%	24%
Thermal	-	65%	63%	63%	68%	63%	75%	75%	72%
<b>Investment costs</b> (module + installation)	EUR/kW <sub>el</sub>	5.148	2.914	3.070	3.264	3.380	3.967	5.097	3.004
<b>Operation and maintenance costs</b>	Cent/kWh <sub>el</sub>	2,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,5	1,5
<b>Economic Lifetime</b>		80,000 hours or 15 years, whatever is lower							
All efficiencies are seasonal efficiencies.									

## Strom- und Erdgaspreise

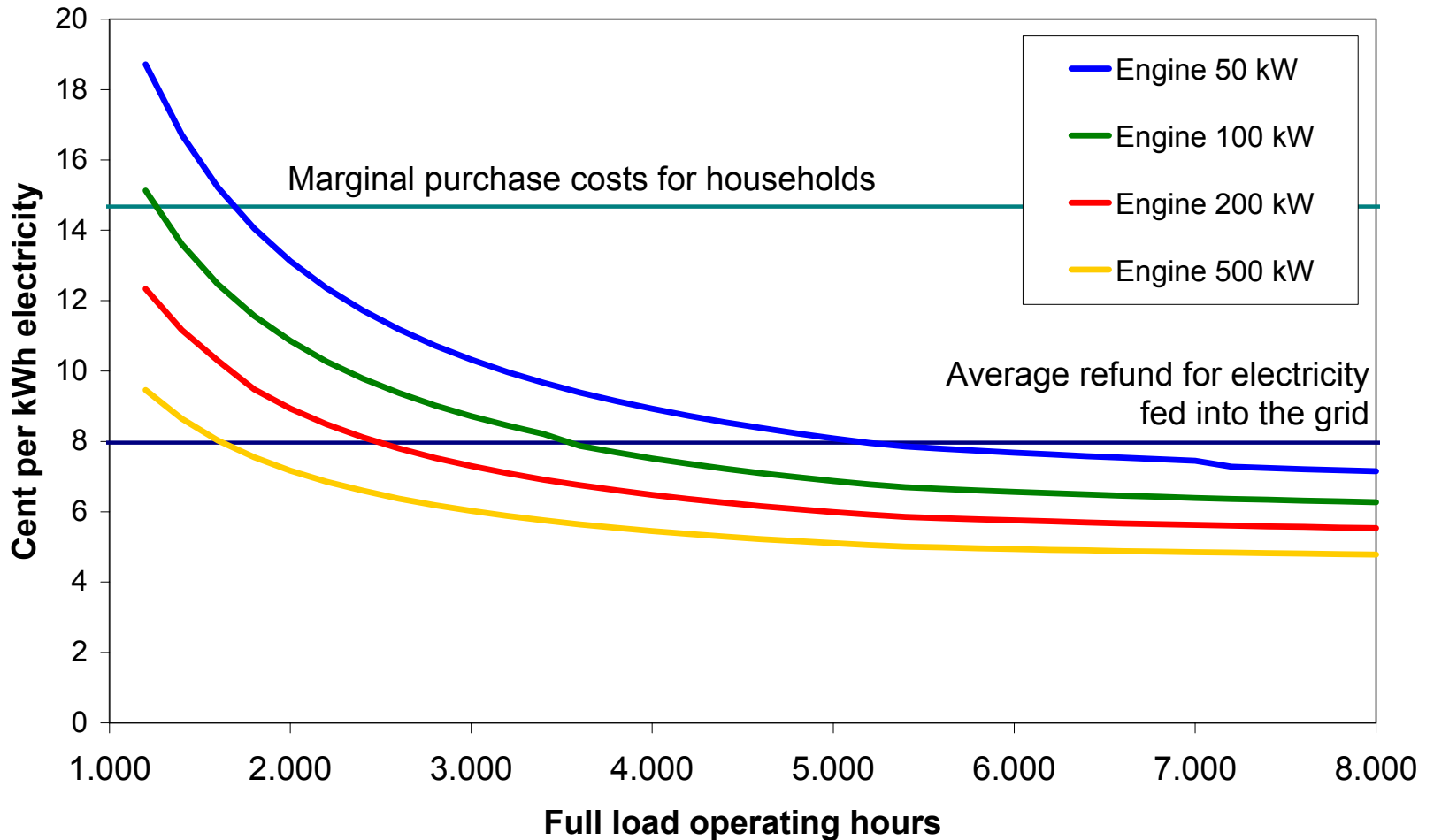
(Nominelle Preise ohne Stromsteuer, Erdgassteuer und MWSt)

	2005	2010	2015	2020
	- Cent / kWh -			
<b>Strombezug</b> (Niederspannung)				
Jahresverbrauch: 3 MWh	17,7	18,7	20,4	22,5
Jahresverbrauch: 10 MWh	16,2	17,2	18,7	20,5
Jahresverbrauch: 70 MWh	13,1	13,7	14,8	16,3
<b>Stromeinspeisevergütung</b> (ohne KWK-Bonus, Niederspannung)	3,7	4,3	4,9	5,7
<b>Erdgaspreise</b>				
Jahresverbrauch: 8 MWh	4,6	5,2	5,9	6,6
Jahresverbrauch: 50 MWh	3,1	3,6	4,0	4,5
Jahresverbrauch: 300 MWh	2,8	3,2	3,6	4,0
Jahresverbrauch: 1,200 MWh	2,7	3,1	3,4	3,9

# Stromgestehungskosten (2000er Preise)



# Stromgestehungskosten: Größere BHKW (2000er Preise)

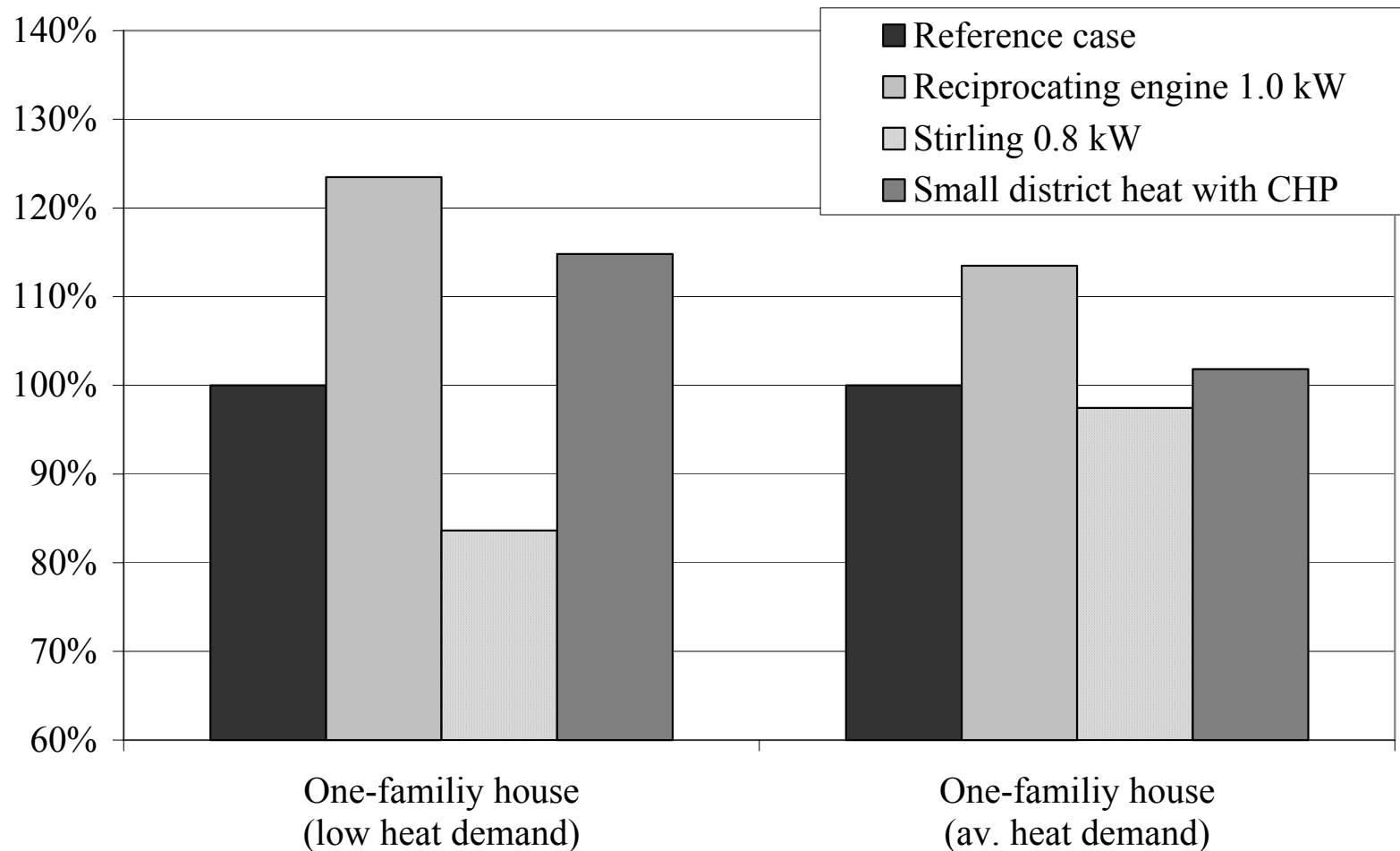




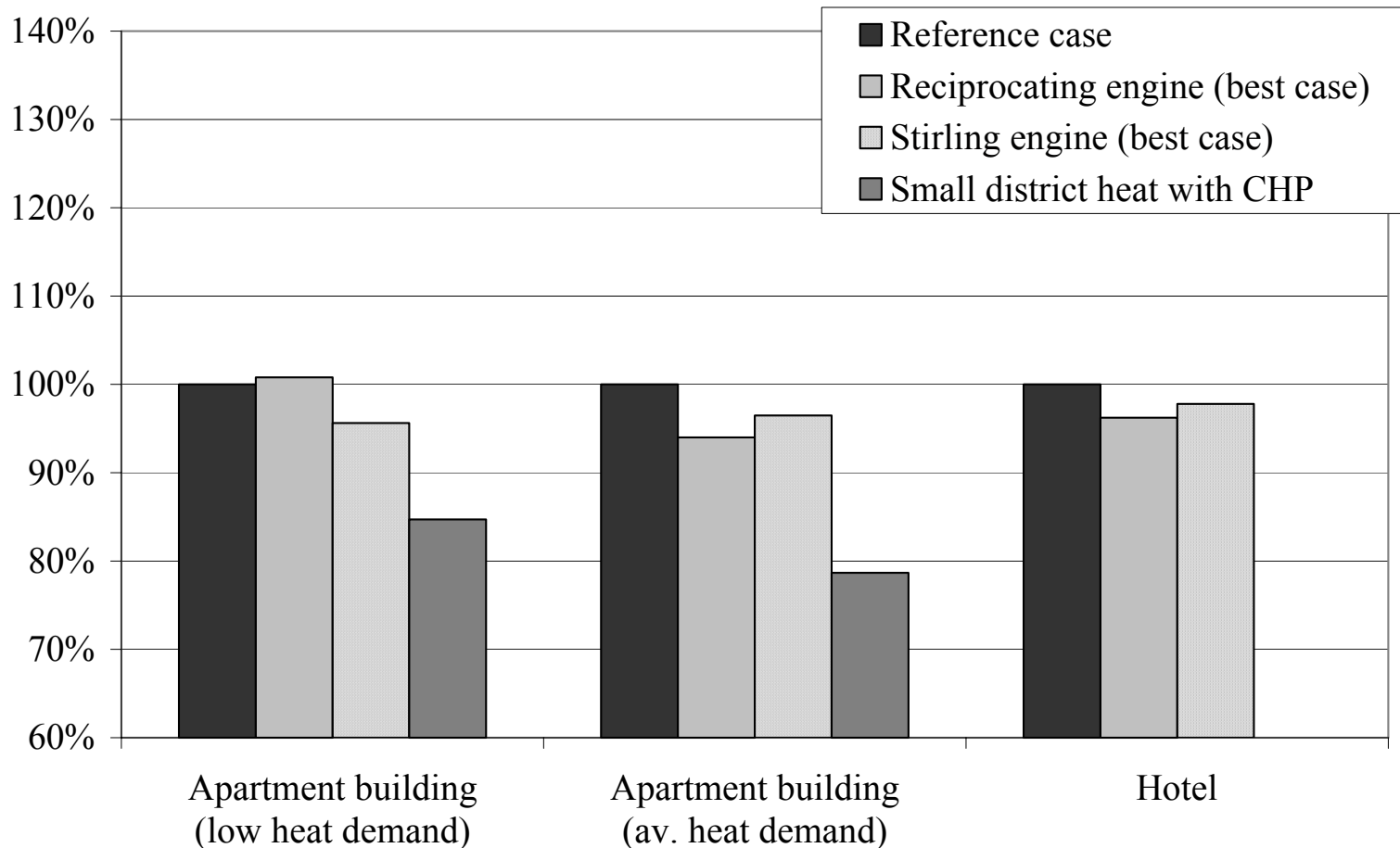
## Stromgestehungskosten

- Hohe **Kostendegression** bei größeren Anlagen
- Stirling-Maschinen wettbewerbsfähig mit anderen BHKW
- Wirtschaftlicher Betrieb von Mikro KWK ab 3.000 – 5.000 Vollaststunden für den Eigenbedarf möglich
- **Ausschließliche Stromeinspeisung** ist trotz Novellierung des KWKG **nicht wirtschaftlich**
  - ⇒ Wärmepotenziale ohne Stromabnahme vor Ort können durch Mikro-KWK-Anlagen nicht erschlossen werden
  - ⇒ Aber: Wärmegeführte Fahrweise wirtschaftlich
  - ⇒ Aber: Ausschließliche Stromeinspeisung ist mit BHKW ab ca. 100 kW<sub>el</sub> wirtschaftlich darstellbar
- Kleine Mikro-KWK-Anlagen sind ohne Zusatzkessel ökonomisch besonders interessant

## Kosten der Strom- und Wärmeversorgung Einfamilienhäuser



## Kosten der Strom- und Wärmeversorgung Mehrfamilienhäuser und Hotel



## Wirtschaftlichkeit in den Versorgungsobjekten

### EFH

- Kleiner Stirling-Motor ohne Zusatzkessel sehr attraktiv  
⇒ Geringer elektrischer Wirkungsgrad (10%) kein Nachteil
- Dezentrales Nahwärmenetz aufgrund der geringen Wärmestromdichte nicht sinnvoll

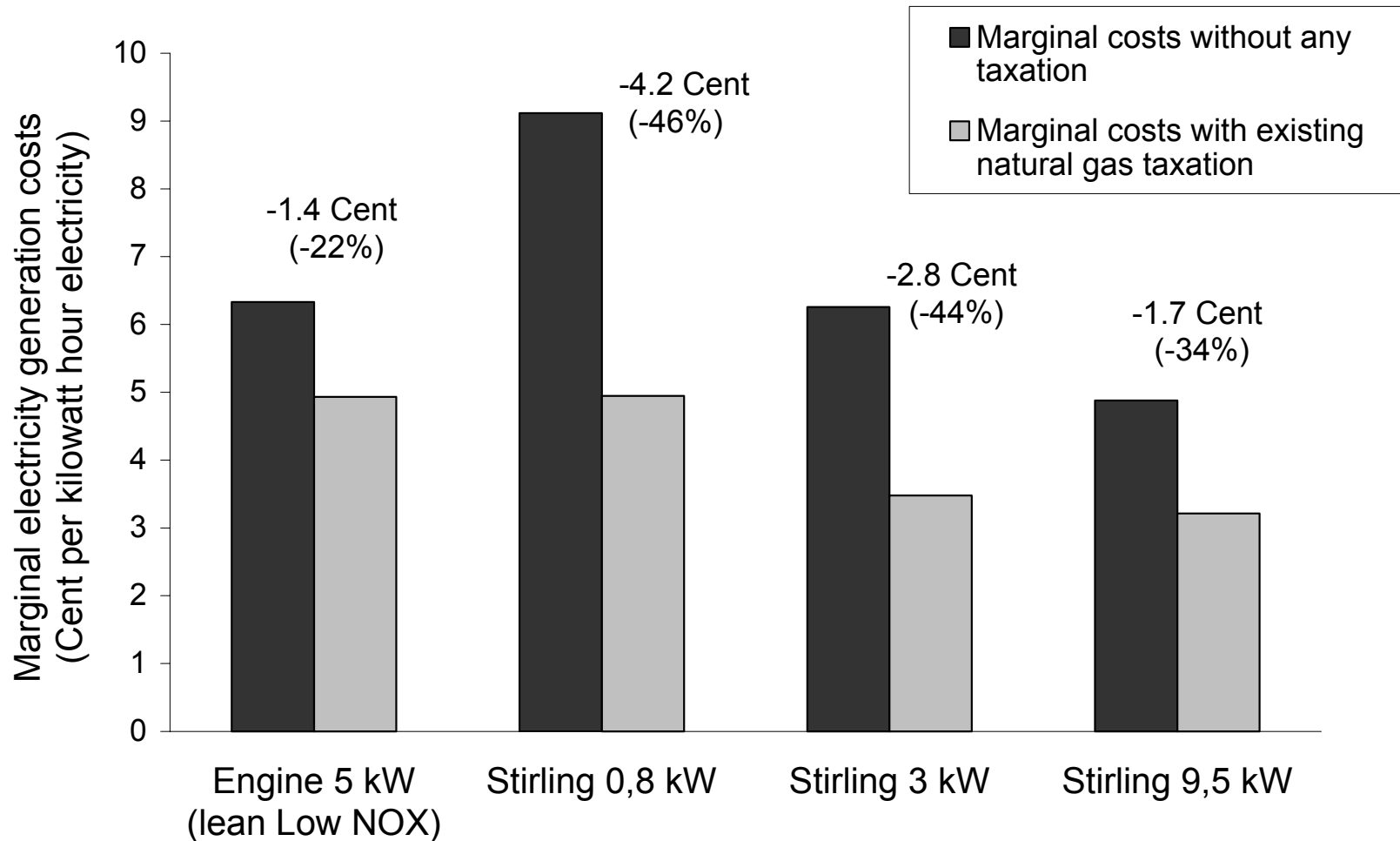
### MFH

- BHKW (Motoren und Stirling) wirtschaftlich darstellbar
- Aber: Kleine Nahwärmenetze mit BHKW noch deutlich günstiger

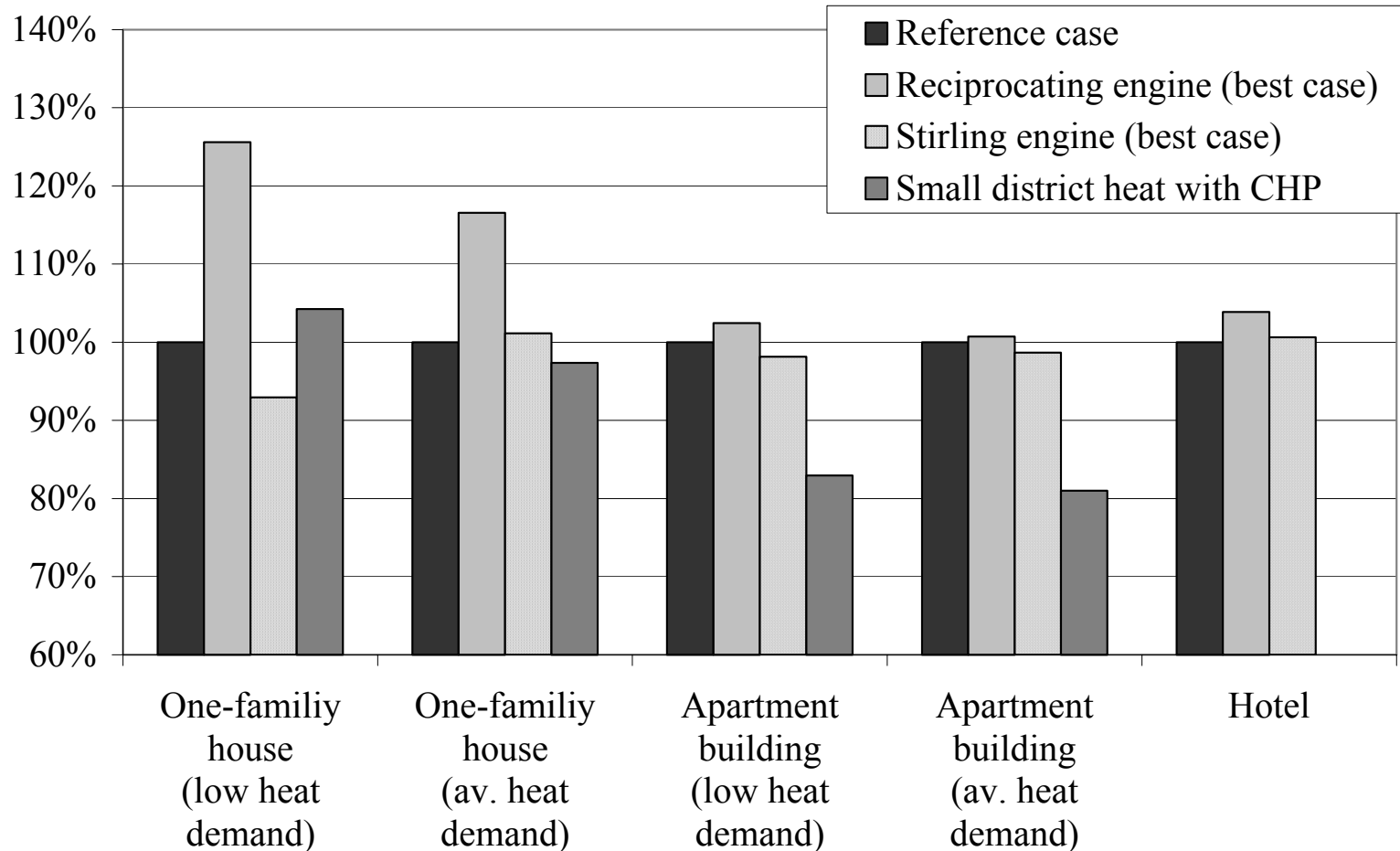
### Hotel

- BHKW darstellbar, aber nicht signifikant günstiger

## Einfluss der Erdgassteuer



## Gesetzgebung und Zinssatz (Ohne StromSt, MinÖlSt und KWKG, Zinssatz 5%)



## Schlussfolgerungen

1. Erdgassteuerbefreiung ist für Anlagen mit niedrigem elektrischen Wirkungsgrad durch hohe Wärmegutschrift besonders günstig  
 ⇒ **Erdgassteuer hat in diesem Segment umweltpolitisch ungünstige Anreizwirkung**
2. Sehr kleine Mikro-KWK-Anlagen sind ökonomisch gut darstellbar, wenn Zusatzkessel nicht erforderlich ist  
 ⇒ **Zuverlässigkeit und ausreichende thermische Spitzenleistung sind wichtige Entwicklungskriterien**
3. Die marginalen Erzeugungskosten sind deutlich unter der Vergütung für Stromeinspeisung  
 ⇒ **Wärmegeführte Fahrweise mit Stromeinspeisung ist möglich**

## Schlussfolgerungen (2)

4. Errichtung von Mikro-KWK zur ausschließlichen Stromeinspeisung ist wirtschaftlich nicht darstellbar  
⇒ **Aber: Ausschließliche Stromeinspeisung ist mit größeren BHKW möglich**
5. Bei ausreichender Wärmestromdichte sind dezentrale BHKW mit kleinen Nahwärmenetzen deutlich günstiger als Mikro-KWK-Anlagen



**Vielen Dank!**

Kontakt:

Lambert Schneider

Öko-Institut e.V.

Novalisstr. 10

10115 Berlin

Tel.: 030 – 280 486 – 74

[l.schneider@oeko.de](mailto:l.schneider@oeko.de)

[www.oeko.de](http://www.oeko.de)

[www.tips-project.de](http://www.tips-project.de)