

■ Innovation und Dezentralisierung: Fallbeispiel Mikro-KWK

Dr. Martin Pehnt

Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg

martin.pehnt@ifeu.de www.ifeu.de

Martin Cames, Lambert Schneider, Jan-Peter Voß, Öko-Institut

Corinna Fischer, FU Berlin

Barbara Praetorius, Katja Schumacher, DIW

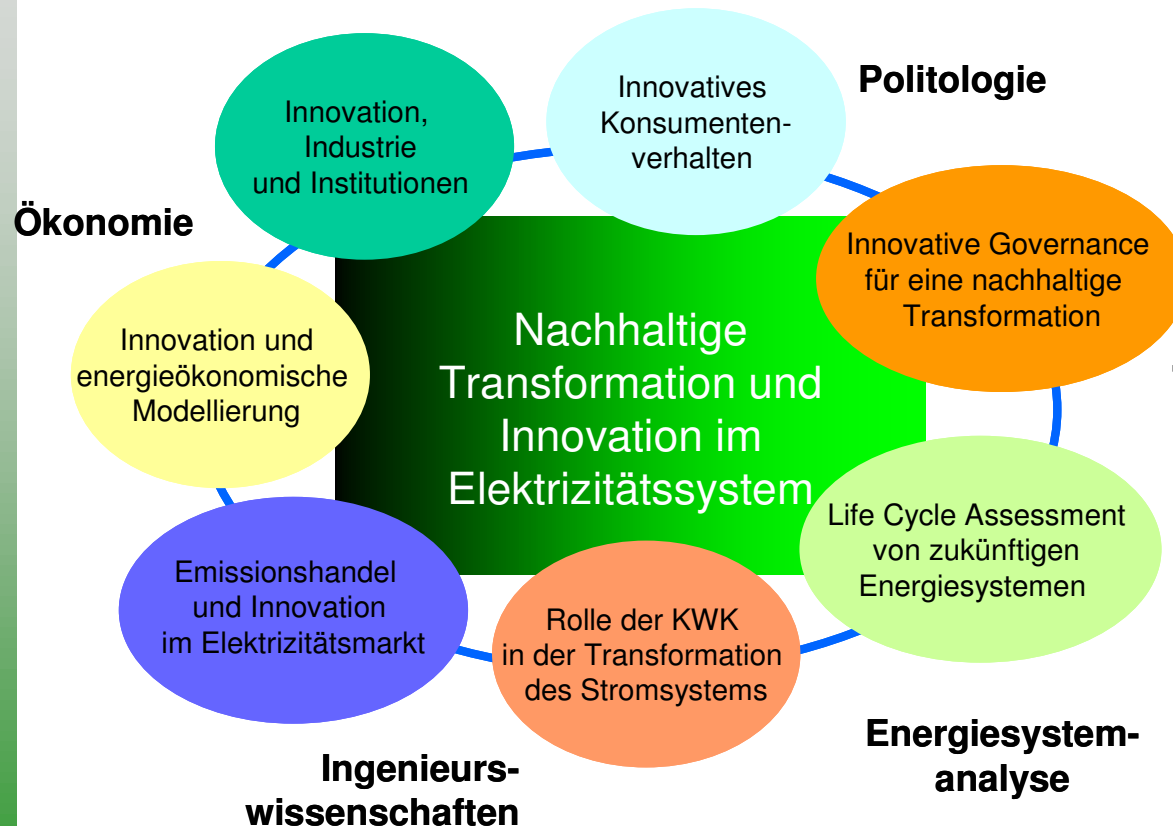
imagine getting electricity from gas ... heat from gas ... refrigeration from gas ... and light from gas ...

RWE

HOME POWER STATION
Produces Electricity, Heat, Water
FUEL CELL

Electricity. Gas. Water. Recycling. Services. **RWE** One Group. Multi Utilities.

WIKI WIKI 1.0 (standard)	IFEU www.ifeu.de (university)	ifw 7113 Institut für Wirtschaftsinformatik	ÖKÖ Ökonomie Ökologie Ökonomie (university - gas research)	WZL WZL 1.0 (university)	WZL WZL 1.0 (university)
---------------------------------------	--	--	---	---------------------------------------	---------------------------------------



Fragestellung:

Rolle von (technischen, sozialen und politischen) Innovationen für nachhaltige Transformation

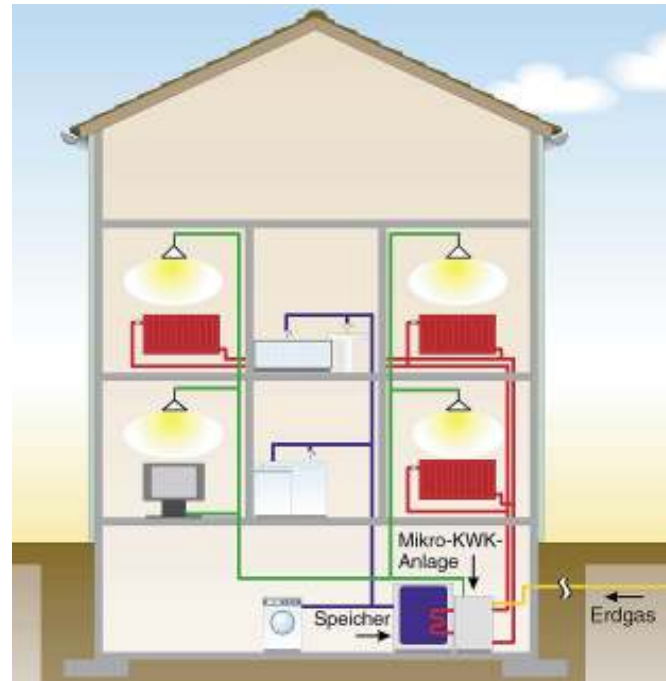
7 stärker disziplinär orientierte Teilprojekte

Integrierte Fallstudien in den Bereichen

- Mikro KWK
- Kohle
- Stromnachfrage

www.tips-project.de

Definition Mikro-KWK = stromerzeugende Heizung



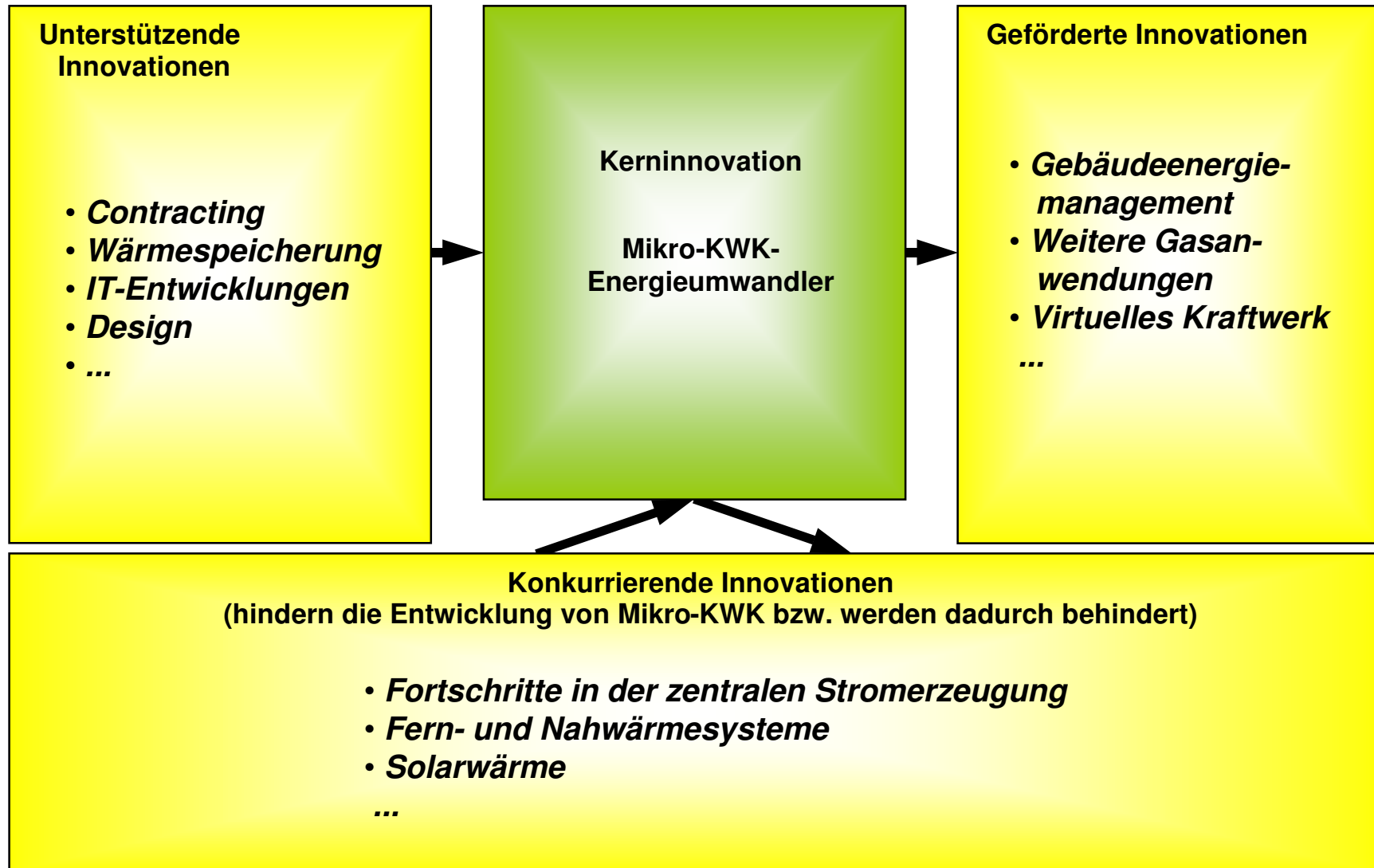
Definition

Mikro-KWK ist die gekoppelte Strom- und Wärme-erzeugung in einem einzelnen Versorgungsobjekt auf Basis einer kleinen Energieumwandlungseinheit.

Hier: $< 15 \text{ kW}_{el}$

Mikro-KWK heute

- Ca. 60 Megawatt in Deutschland
- Ca. 0,04 % der deutschen Stromproduktion





▪ Ottomotor

- Marktreif
- Robust, guter elektr. und Gesamtwirkungsgrad, NO_x

▪ Stirlingmotor

- An der Schwelle der Markteinführung
- Hohe Brennstoff-Flexibilität
- Massive Markteinführung in UK geplant

▪ Brennstoffzelle

- Hohe elektr. Effizienz, niedrigster Schadstoffausstoß
- Entwicklungs- und Testphase

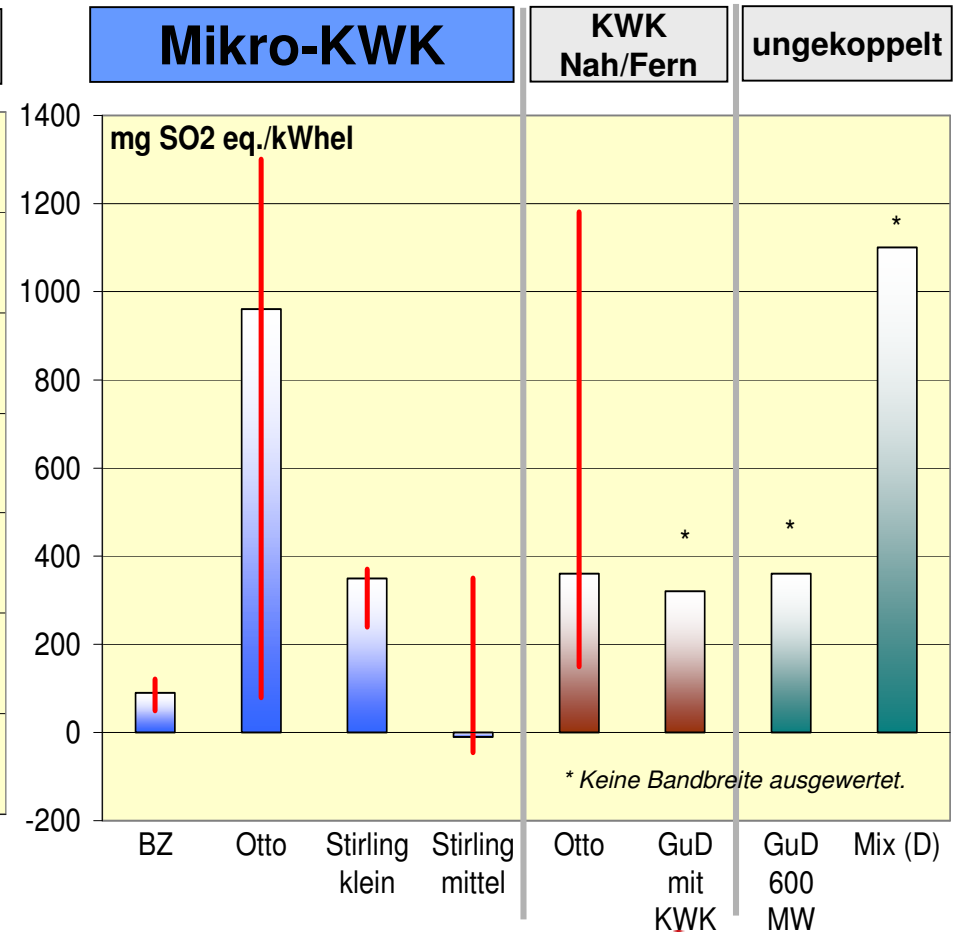
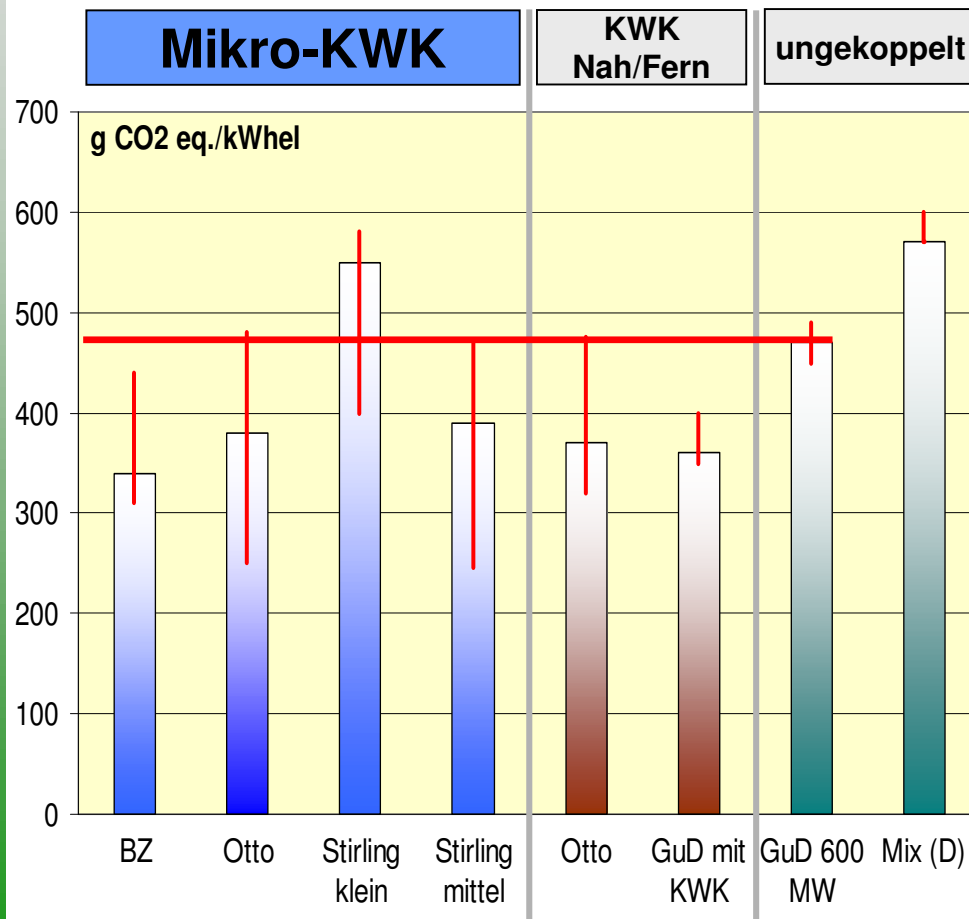
▪ Weitere

▪ Trend:

- Kleine Systeme für EFH (1 kW_{el})

Treibhauseffekt

(Brennstoff Erdgas; Wärmegutschrift mit Gaskessel, Technologiestand 2010)



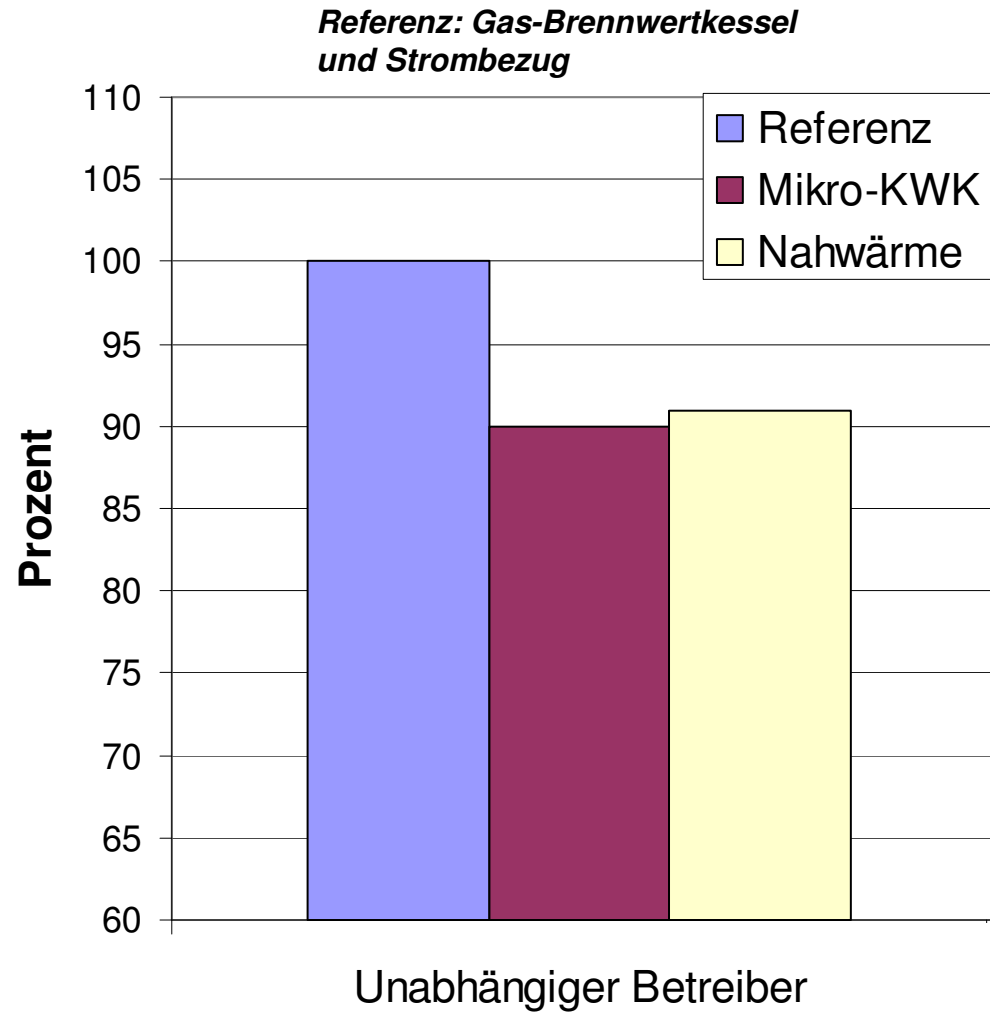
Andere Brennstoffe für Mikro-KWK



..... möglich, aber noch nicht Stand der Technik.

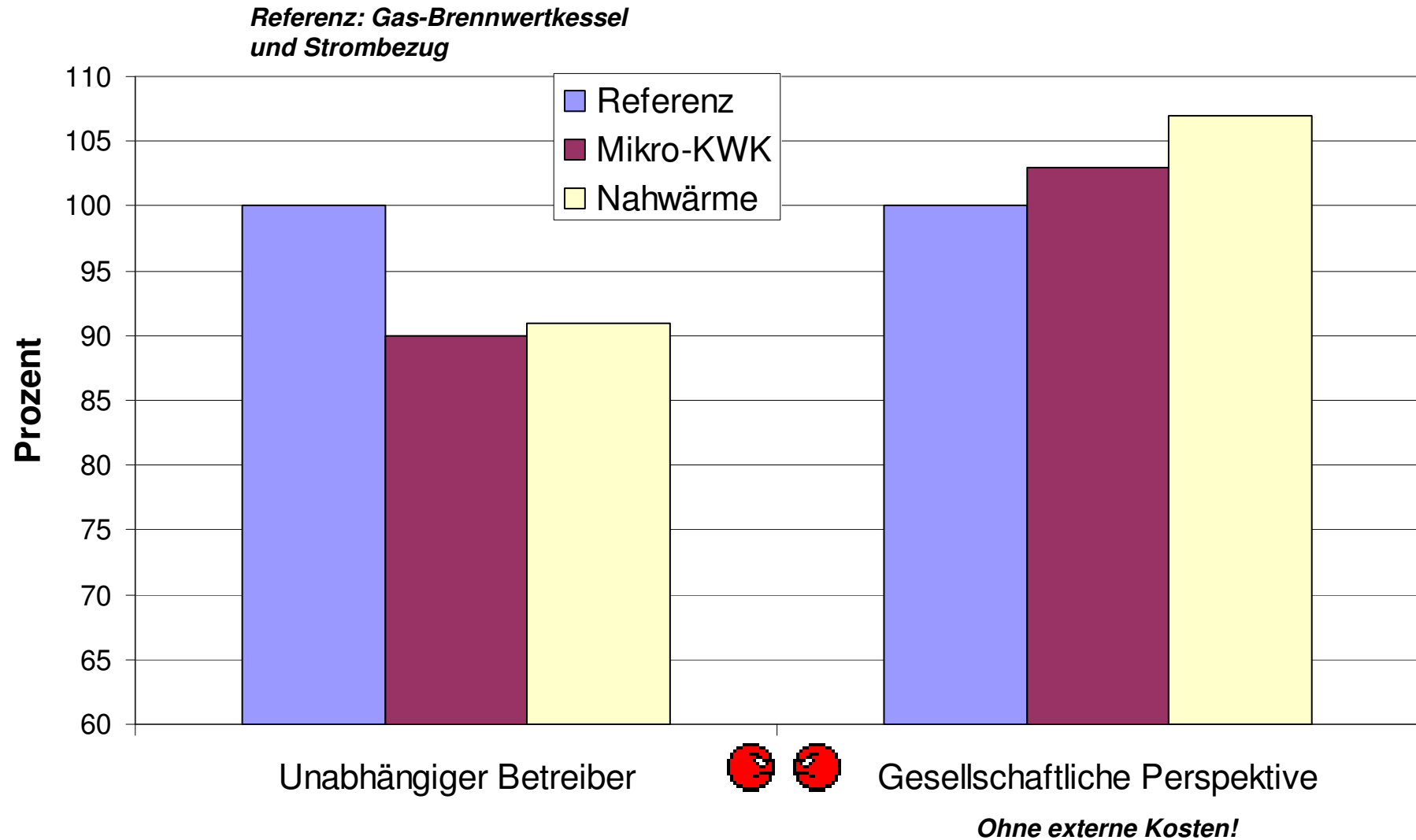
- + **KWK-Bonus**
- + **Erstattung der Mineralölsteuer für hocheffiziente KWK**
- + **Einspeisevergütung**
- + **vermiedene Netznutzung**

Jährliche Energiekosten im Vergleich



Basis: Mehrfamilienhaus. Quelle: Schneider 2005.

Jährliche Energiekosten im Vergleich



Basis: Mehrfamilienhaus. Quelle: Schneider 2005.

- **Technologieanbieter: Marktwachstum, Technikentwicklung**
- **Boiler-Hersteller: Einführung innovativer Produkte**
- **Gasversorger: Umsatzsteigerung und Kundenbindung vs. Eigentumsstrukturen, andere Prioritäten**
- **Überregionale EVU: Keine Anreize, hohe Transaktionskosten im Vgl. zu zentraler Erzeugung**
- **Stadtwerke: Andere Prioritäten, relativ wenig Engagement**
- **Netzbetreiber: Netzentlastung, aber mind. kurzfristig Absatzrückgang**
- **Handwerker: Gewerketrennung, Neuorientierung?**
- **Kunden und Betreiber: geringer Informationsstand, Transaktionskosten/Bürokratie, Pioniere**

▪ **Feldstudie mit Brennstoffzellen-MikroKWK**

- ▶ EnBW-Pionierversuch, Gruppendiskussionen mit Anwendern und Interessenten; Fragebogenstudie mit Interessenten (n=462)

▪ **Die Brennstoffzellen-Pioniere sind**

- ▶ ländlicher und kleinstädtischer Mittelstand
- ▶ gut situierte, technisch interessierte ältere Männer
- ▶ überdurchschnittlich informiert und haben sich bereits vorher mit „Türöffner“-Technologien beschäftigt
- ▶ umweltbewusst, aber zuversichtlich

▪ **Erwartungen an Hausenergieversorgung**

- ▶ Zuverlässigkeit und „Praxistauglichkeit“
- ▶ Wirtschaftlichkeit
- ▶ Umweltschutz

▪ **Erwartungen an Akteure**

- ▶ Vertrauenswürdiger Energieversorger mit vertrauenswürdigen Informationen
- ▶ Kein „Versuchskaninchen“ sein
- ▶ Leasing-Modell für Testphase gut

Vor allem wärmeseitig:

- Deutlich sinkender Raumwärmebedarf
- Andere Versorgungstechnologien und -energieträger
 - ▶ Sonnenkollektoren
 - ▶ Biomasse
- Andere Versorgungsstrukturen
 - ▶ Nah-, Fernwärme

Dennoch:

Im „Nachhaltigkeitsszenario“ des BMU (DLR, IFEU, WI) werden trotz erhöhter Anstrengungen bei Effizienz und Erneuerbaren bis 2050 über 3 GW Mikro-KWK realisiert (3 % der Stromerzeugung).

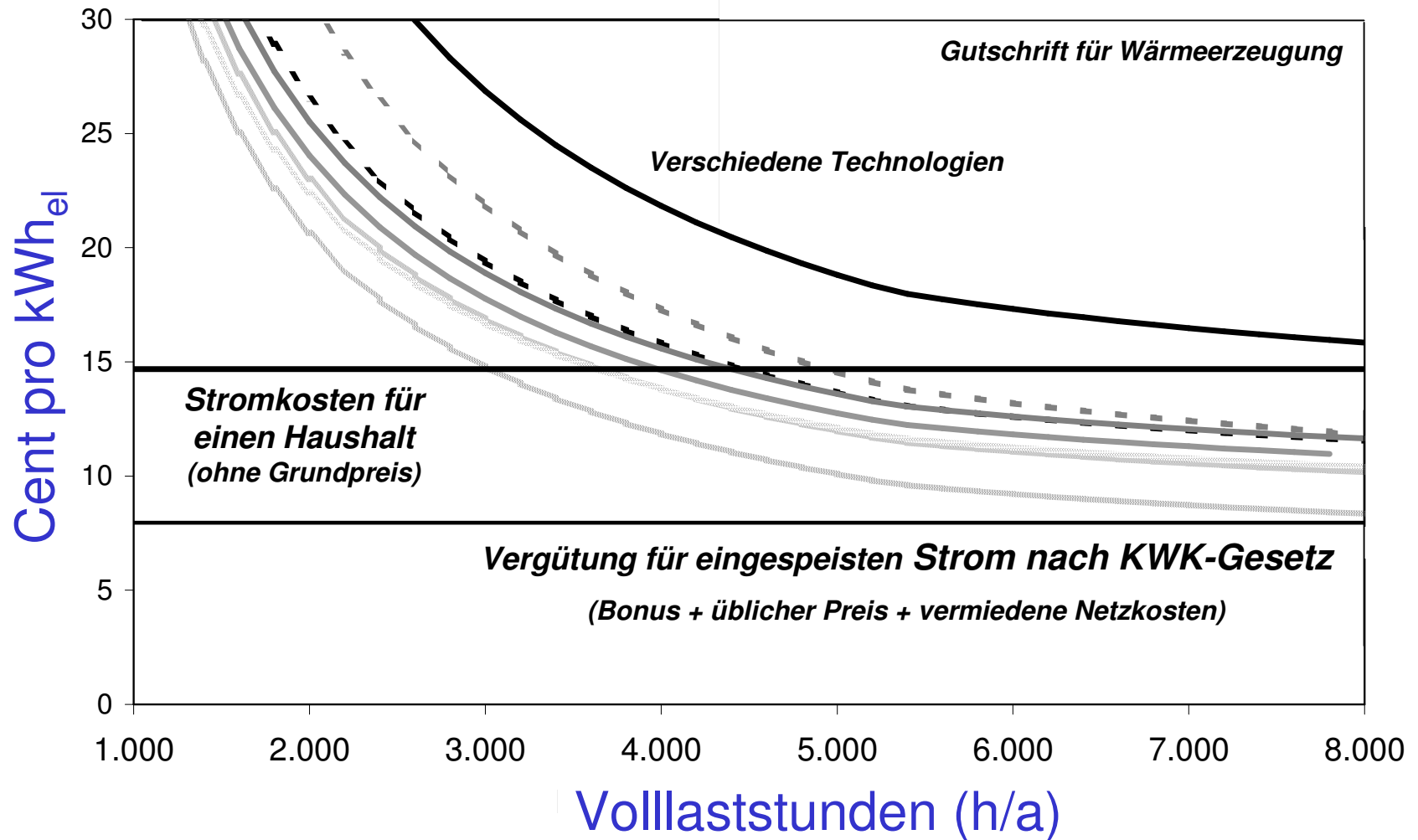
- **... mit einer stärker dezentralen Akteursstruktur, aber nicht zwangsläufig in dezentralem Besitz oder Betrieb**
- **Technische Eigenschaften**
 - ▶ Vor- und Nachteile durch Dezentralität (z. B. Wirkungsgrade, Verlustmechanismen)
 - ▶ Kontextabhängigkeit (z. B. thermische Einbindung)
- **Kontextabhängigkeit der Akteursmotivation (z. B. regionale Netzgegebenheiten, Personalverfügbarkeit, schrumpfende Stadt)**
- **Lokalisierung der Umweltwirkungen**
- **Größenabhängigkeit der Kosten → muss durch Vorteile der Dezentralität aufgefangen werden**
- **Kontinuierlicher Implementationsprozess möglich, aber bei kritischer Masse Infrastrukturadaptionen notwendig**
- **Möglichkeit der Vernetzung gegeben, aber entsprechend aufwändiger**
- **Überproportionale Transaktionskosten und bürokratische Hemmnisse**
- **Dezentralität erlaubt Nutzung von Kuppelprodukten. Dadurch Verknüpfung von Teilmärkten (Strom, Wärme, Gas)**

Autorenteam: **Micro cogeneration.**
Towards decentralized energy systems.
Springer-Verlag, 2005

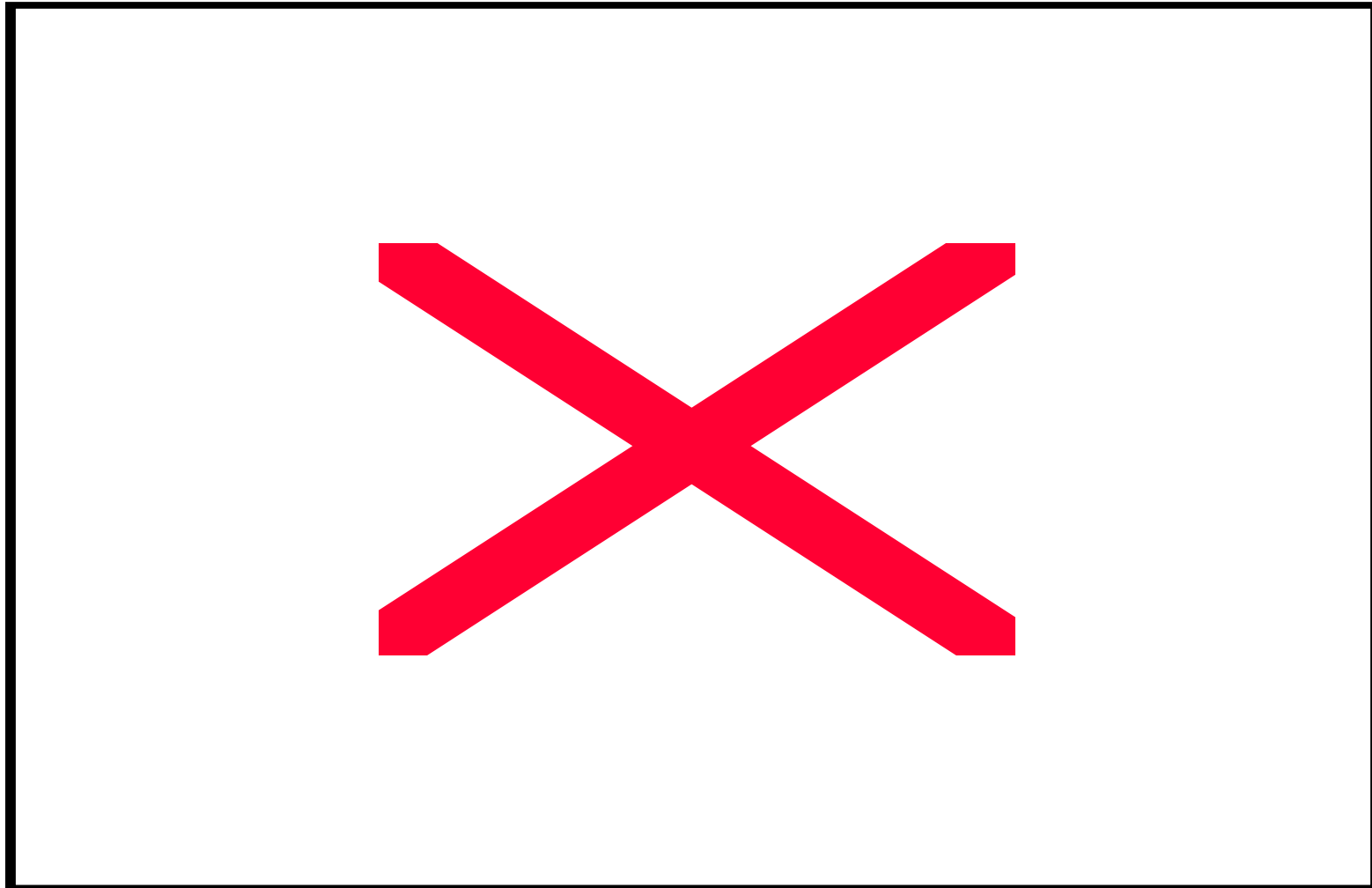
www.tips-project.de

Anhang

Wirtschaftlichkeit: Stromgestehungskosten (2000er Preise)



Beispiel für Vernetzung



- **Problem: kleine Anlagen**
- **Wärmenachfrage begrenzt Potenzial der zusätzlichen, zeitlich flexiblen Stromerzeugung**
 - ▶ Vor allem in Übergangszeit
 - ▶ Im Winter Stromnetzentlastung
 - ▶ Im Sommer kaum Potenzial (Wärmespeicher!)
- **Anreiz zum Peak shaving besteht auch ohne Vernetzung**
 - ▶ Substitution von Eigenstrombedarf ist lukrativer als Einspeisung
 - ▶ differenzierte Tarifstruktur könnte zusätzliche Anreize bieten
- **Eigenstromerzeugung heute lukrativer als Börse, Regelenergie etc.**
- **Zahlreiche institutionelle Hemmnisse**

	Forecasting	Technology foresight	Policy scenarios	Explorative scenarios
Studies included	Prognos 2000, Pfaffenberger and Hille 2004	Larsen and Sønderberg Petersen 2002 (Risø), Nakicenovic and Riahi 2002 (IIASA), EurEnDel (2004)	Fischedick et al. 1999/2001 (Wuppertal Institut), Matthes and Cames 2001 (Öko-Institut), UBA 2002, DIW et al. 2003, DLR et al. 2004	Shell International 2001, IEA 2003, Patterson 1999, Jäger et al. 2004 (IMV)
Purpose	Prediction of energy consumption and fuel mix	Anticipation of technological developments	Construction of desirable target states for energy system	Exploration of the breadth of possible energy system developments
Method	Quantitative (economic) modelling	Delphi, Expert study	Quantitative (economic) modelling	Identification of key factors, cross-impact analysis, narrative storylines
Target group	Energy Policy	Technology Policy	Environmental Policy	Diverse (Governance)
Role of Micro CHP	No major role, back-up for premium security of supply	Possible application for fuel cells as breakthrough technology	Plays a part in making use of full CHP potential for climate protection	River and effect of broader developments towards decentralisation

- **„wenn immer möglich, sollte auch eine dezentralisierte [Energie-] Versorgung aufgebaut werden.“**

Club of Rome 2002

- **“Im neuen Zeitalter der ‚dezentralen Energiegewinnung‘ könnte jeder Mensch seine eigene Energie erzeugen und verbrauchen, (...) so dass hier erstmals ein wahrhaft demokratisches Energieregime entstünde.“**

J. Rifkin, Die H2-Revolution

- **„A steadily increasing share of distributed electricity generation is considered very likely ... and highly beneficial...“**

Eurendel-Delphi-Studie 2004

Beispiele für Innovationen im Energiesektor

Technik

**Sozial/
Institutionell**

**Brennstoffe,
Ressourcen**

- Holzpellets
- Biogas
- Offshore-Wind
- Geothermie

Umwandlung

- Brennstoffzelle
- Stirling-Motor
- Boa
- CO₂-Entsorgung

Distribution

- Micro Grids
- Speicher, z. B. Schwungrad
- Virtuelles KW, DEMS

**Vertrieb,
Marketing**

- Smart Metering

**Energiedienst-
leistung, Endkunde**

- Smart Home
- Contracting
- Energieeinspar-
Verordnung
- Energietische

- Erneuerbares
Energengesetz
- Regeneratives
Wärmegesetz

KWK-Gesetz

- Regulierungs-
behörde
- Durchleitungs-
prognose

- Grüner Strom
- Strombörse

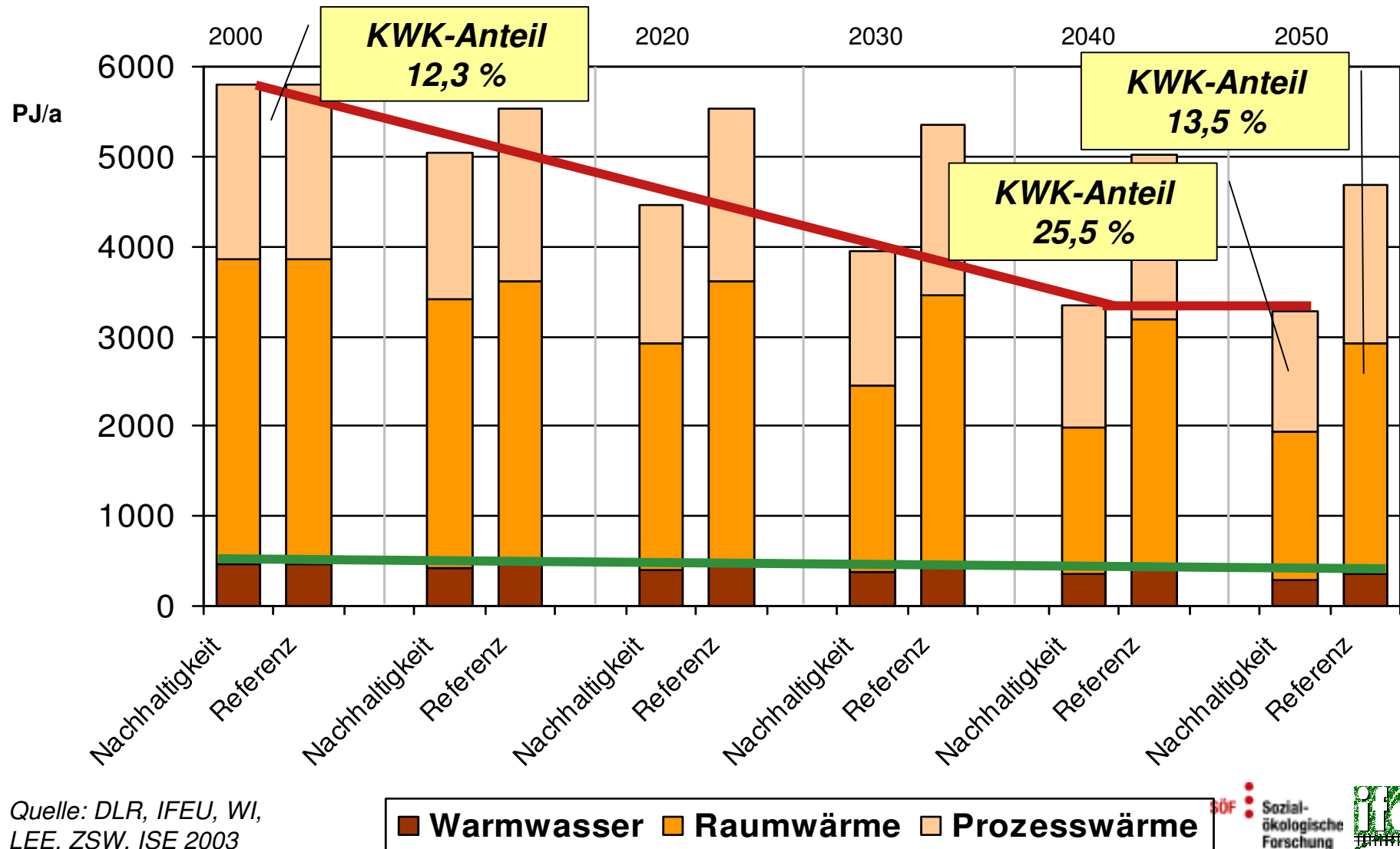
----- Emissionshandel -----

**Dezentra-
lisierung**

**Liberali-
sierung**

Konkurrenz (1): Entwicklung Raumwärmebedarf

Referenzszenario gemäß Enquete-Kommission
Nachhaltigkeitsszenario gemäß BMU-UBA-Szenario (- 80 % CO₂-Emissionen bis 2050)



- **Fachbuch gemeinsam mit 5 internationalen Autoren**
Autorenteam: **Micro cogeneration.**
Towards decentralized energy systems.
Springer-Verlag, 2005
- **Organisation Konferenz auf Berliner Energietagen**
- **Mikro-KWK-Arbeitsgruppe**
- **Zusammenarbeit mit Energieversorgern, Herstellern und Verbänden**
- **Vorstellung Ergebnisse sowohl übergreifend als auch auf disziplinär orientierten Tagungen**

www.tips-project.de