

# Fachkonferenz Energietechnologien 2050 – Energieeffizienz in Gebäuden

Dr. Hans-Martin Henning,  
Sebastian Herkel  
Fraunhofer Institut für  
Solare Energiesysteme

Berlin, 26. Mai 2009

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

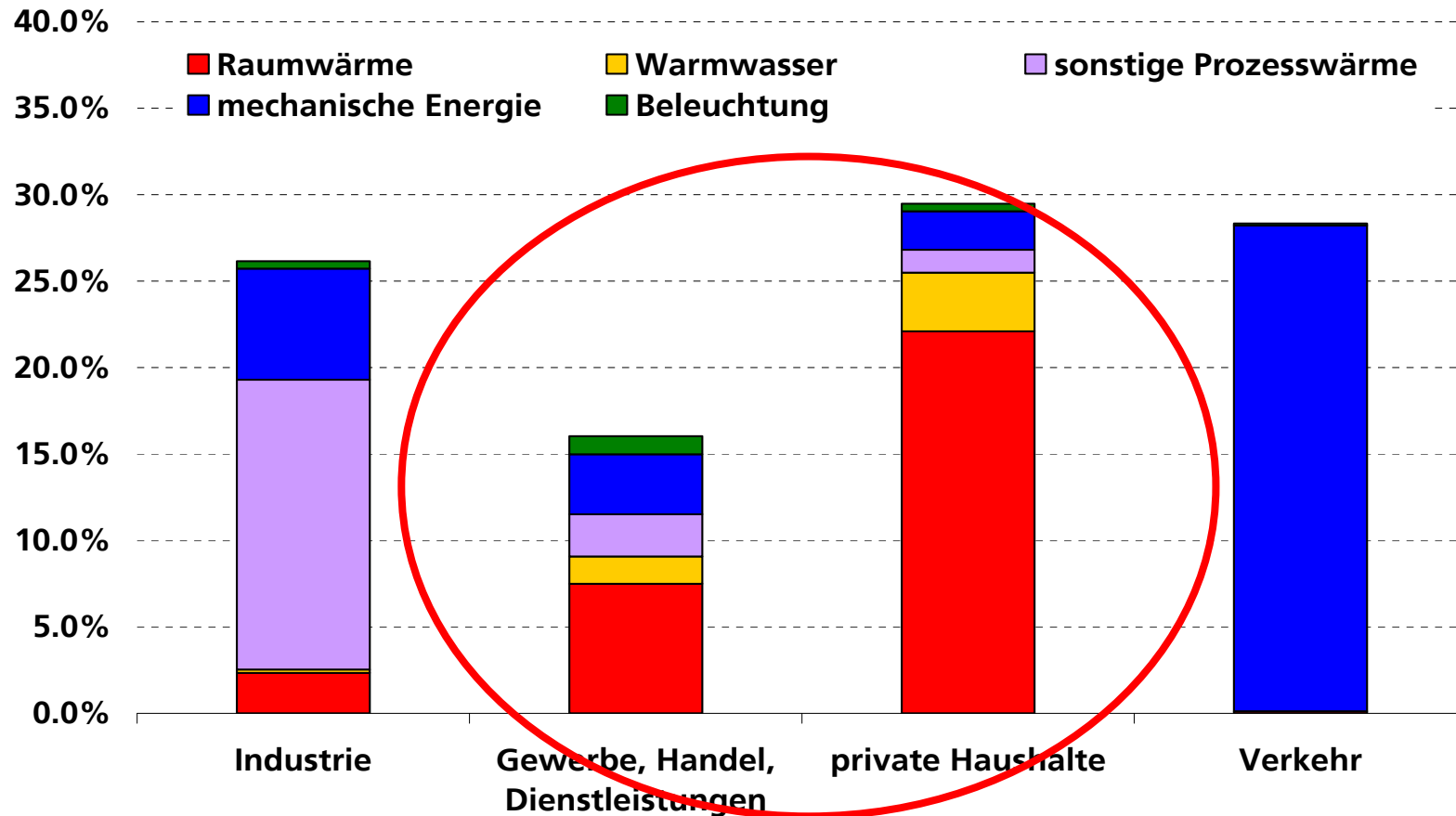
- Einordnung
- Trends
- Technologien für Energieeffizienz
- Beispiele
- FuE Bedarf: Beispiel Wärme- und Kälteversorgung
- Fazit

# Endenergieverbrauch Deutschland 2005

■ Beitrag des Gebäude-sektors rund 42 %

■ Davon

- 75 % für Heizung
- 12 % für Warmwasser



Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Verband der Elektrizitätswirtschaft - Projektgruppe Nutzenergiebilanzen

- kontinuierlicher Anstieg des pro-Kopf-Flächenbedarfs (21% im Zeitraum 1990-2004)  
→ spezifische Verbrauchsreduktion überkompensiert durch Flächenzunahme
- lange Erneuerungszyklen (derzeit 1,7% pro Jahr, allerdings nur 0,75% wenn nur die energetisch relevanten Modernisierungen betrachtet werden)
- Austausch Wärmeversorgungsanlagen 4%/a
- CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten im Gebäudebereich variieren zwischen
  - -225 EUR/to CO<sub>2,eq</sub> (effiziente Kühlung im Einzelhandel) und
  - 150 EUR/toCO<sub>2,eq</sub> (Sanierung auf Passivhausstandard)

## ■ Komplexität

- Viele diverse Technologien und Technologiefelder
- Akteure: Hersteller – Systemanbieter – Planer/Installateur - Betrieb

## ■ Mechanismen Reduktion Energiebedarf

- Verbesserung Komponenten und Systeme
- Reduktion Kosten → Erhöhung Marktdurchdringung

### Systemtechnik (Hydraulik, Regelung, Betriebsführung)

Gebäudehülle

Reduktion Verbrauch

Energie-  
technische  
Anlagen

Effizienz Wandlung,  
Einsatz EE

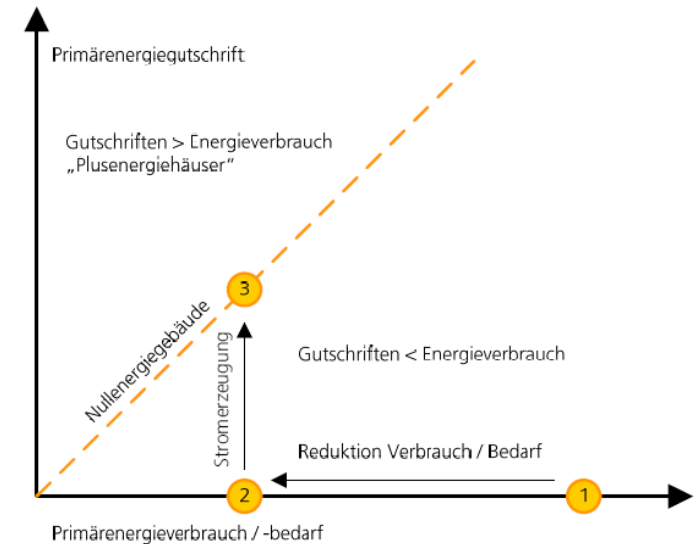
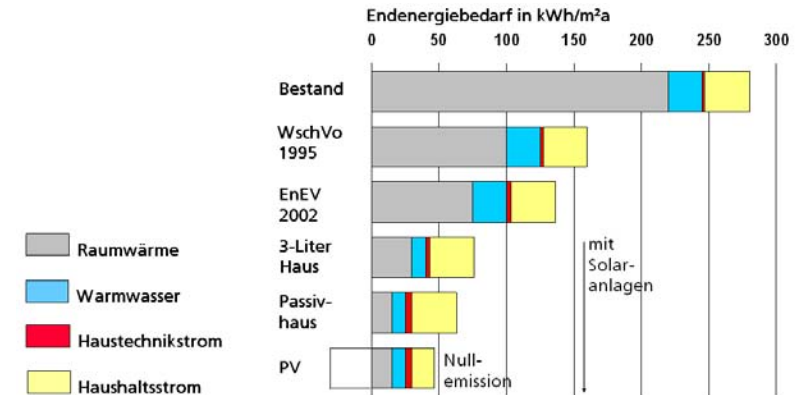
Versorgungs-  
struktur

Effizienz Wandlung,  
Einsatz EE

# Trends – Energieverbrauch Gebäude

energietechnologien  
2050

- Netto-Nullenergiegebäude mit heutigen Technologien realisierbar
- Stetige Zunahme des energetischen Standards von Gebäuden (bei Altbauten zunehmend ähnlicher Standard wie bei Neubauten)
- Bei neuen und geeigneten Bestandsgebäuden zunehmend multi-funktionale Fassadensysteme
  - hoher Wärmeschutz
  - energetische Versorgungsfunktionen (z.B. Lüftung, ggf. auch Heizung/ Kühlung)
  - Energiegewinnung
- Deutliche Verbesserung von Qualitätssicherung und Optimierung von Planungsprozessen und Gebäudebetrieb durch Einsatz von IuK- Technologien

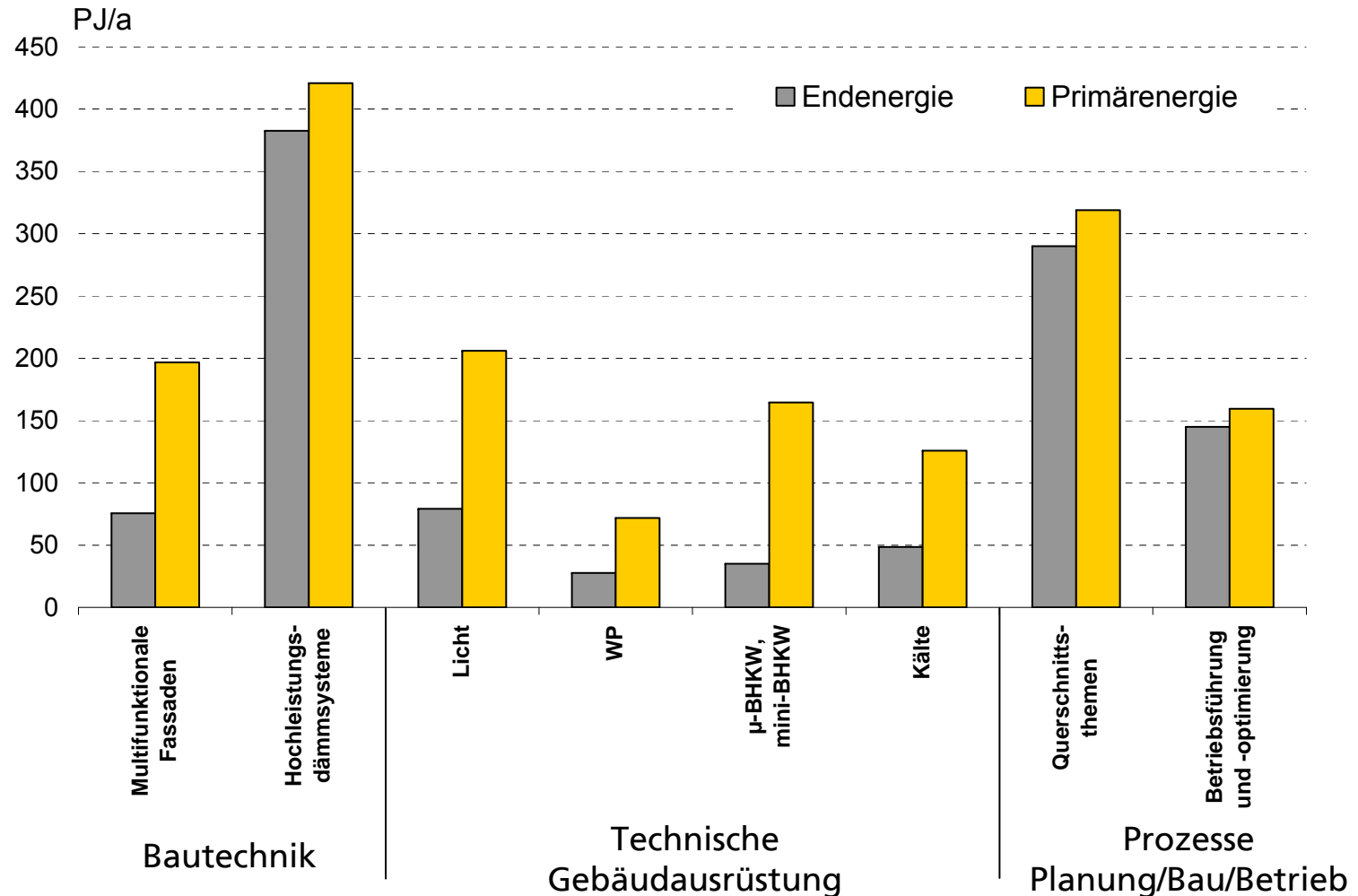


- Wesentliche Trends bei Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden
  - zunehmender Einsatz lokal verfügbarer erneuerbaren Energien (insbesondere Solarenergie)
  - kontinuierliche Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Effizienz von Netzstrom
- Wärmeversorgung mittelfristig durch drei Technologien (jeweils ggf. in Kombination mit Solarthermie)
  - elektrische Wärmepumpen
  - Gaswärmepumpen (bzw. thermisch angetriebene Wärmepumpen)
  - BHKW (Einzelgebäude, Nahwärme)
- Wesentliche Erhöhung der Effizienz der thermodynamischen Kreislaufprozesse bei der Kälte- und Wärmeerzeugung durch niedrige Temperaturdifferenzen zum Raum (LowEx)
- Steigende Bedeutung von Netz-gebundenen Lösungen der Wärme- (und teilweise Kälte-) Versorgung (Nah-/Fern-Wärme-/Kälte) in verdichteten Gebieten

# Potential Energieeinsparung

energietechnologien  
2050

- Endenergie:  
1083 PJ/a
- Primärenergie:  
1664 PJ/a
- 37% des aktuellen  
Endenergiever-  
brauchs
- Nur Potenziale  
technischer Ver-  
besserungen (ohne  
Erhöhung Markt-  
durchdringung durch  
Kostenreduktion)





## ■ Bautechnik

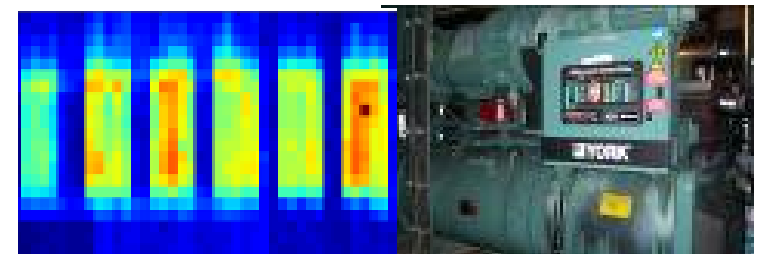
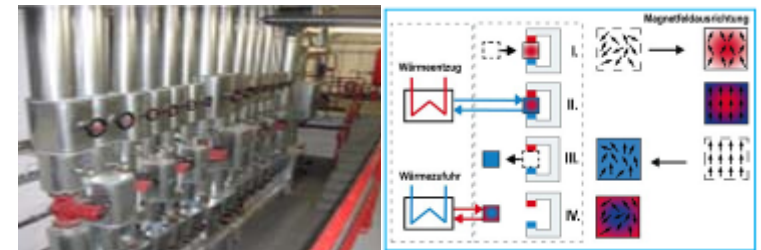
- Multifunktionsfassaden: Adaptiver Sonnenschutz, Tageslichtnutzung, Energieversorgung, Energiegewinnung
- Hochleistungsdämmsysteme

## ■ Technische Gebäudeausrüstung

- Lichttechnik
- Querschnittsthemen: z.B. Effizienzsteigerung System, Low-Ex-Systeme (Nutzung von Umweltwärme/-kälte)
- Wärmeversorgung (Wärmepumpen,  $\mu$ -BHKW, mini-BHKW)
- Kältetechnik

## ■ Prozesse in Planung, Bau und Betrieb

- Energiemanagement im Gebäude (Gebäudeautomation, CAFM, modellbasierte Fehlererkennung, prädiktive/ adaptive Regler)
- QM im Bauprozess: konsistente Datenmodelle (Planung → Betrieb) / Digitale Baumaple



# Beispiel: Heizen + Kühlen mit Umweltwärme (LowEx)

## BOB Aachen, HEIZFALL

Energieeffizienz System:

Jahresarbeitszahl

JAZ [ $\text{kWh}_{\text{therm}}/\text{kWh}_{\text{end}}$ ]:

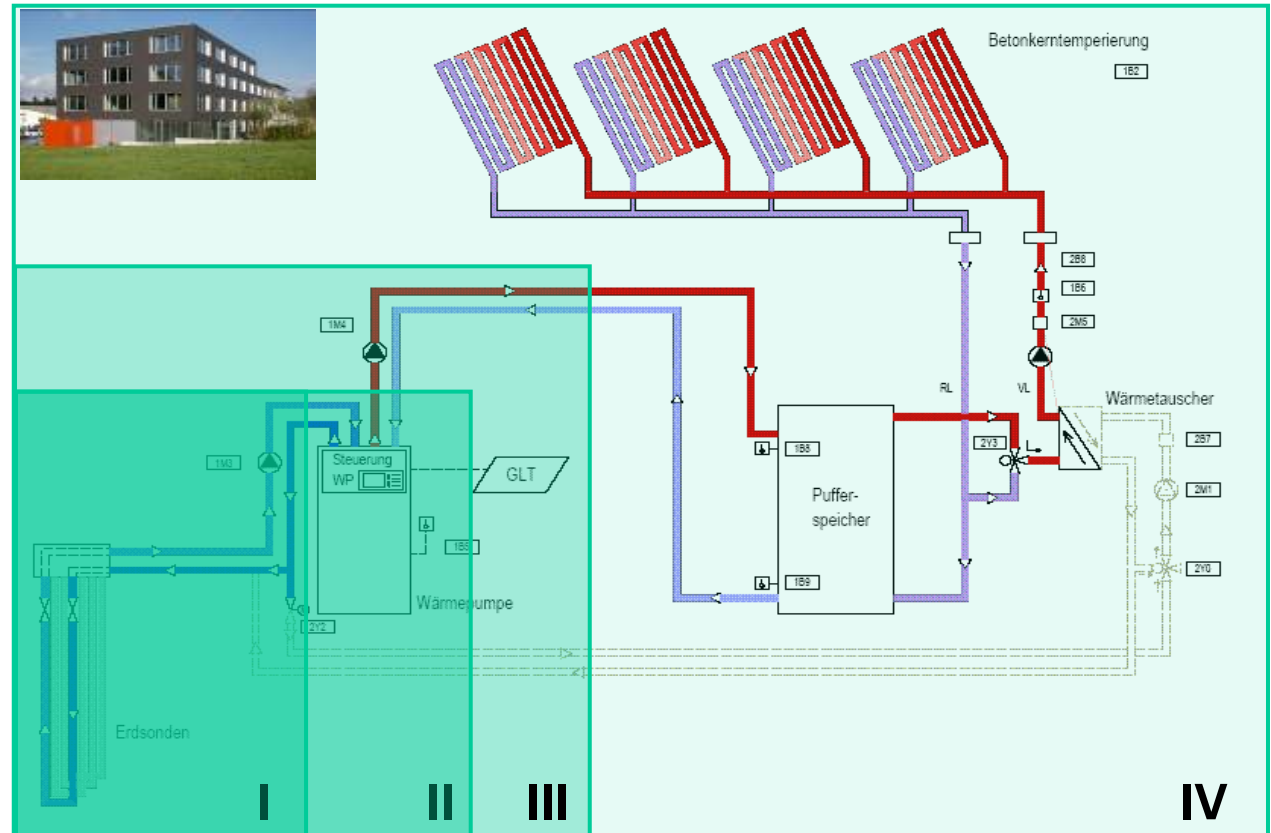
I JAZ = 12.8

II JAZ = 3.5

III JAZ = 3.4

IV JAZ = 2.6

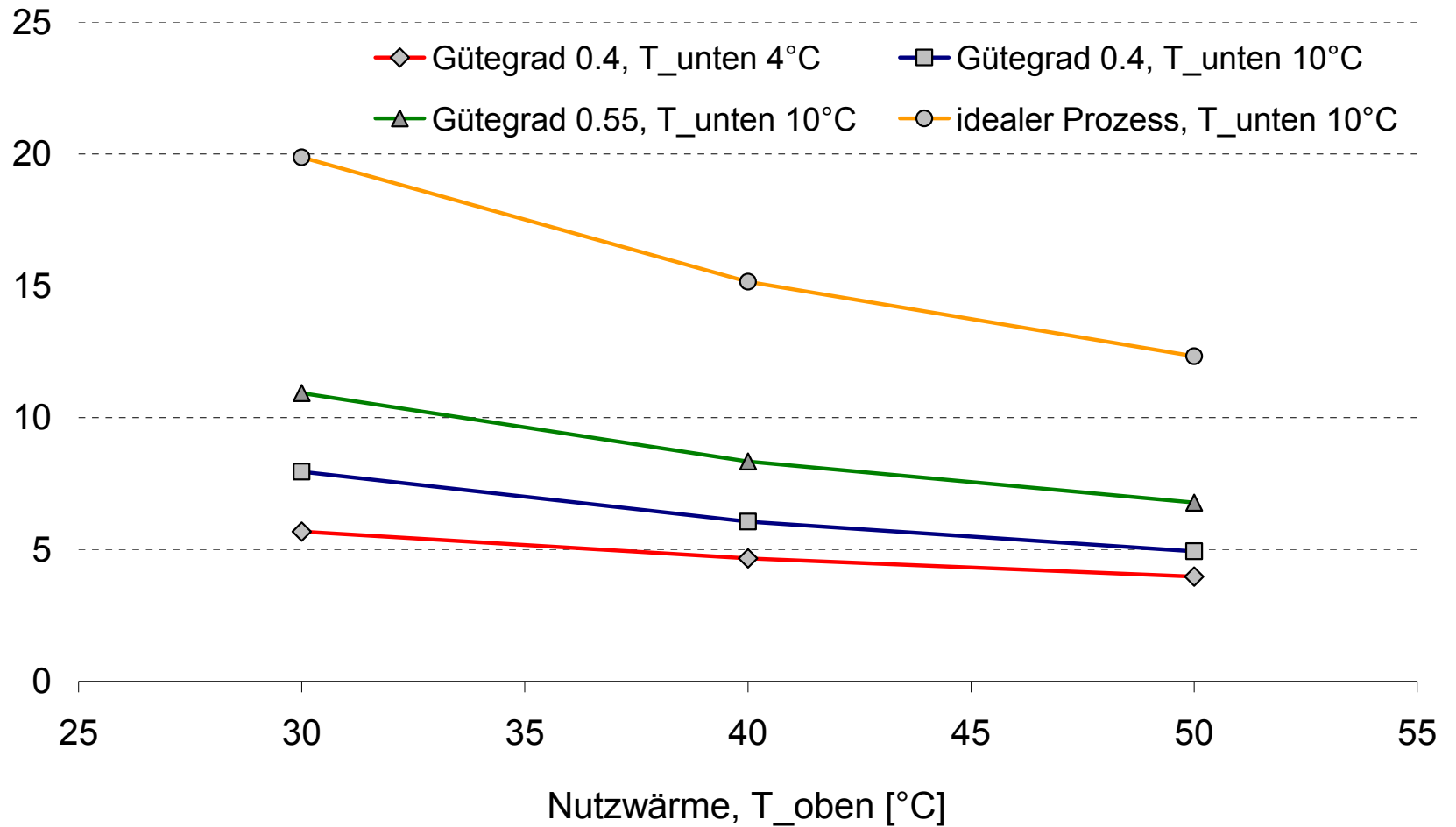
COP(WP) = 4.8



➔ Relevanz Systemtechnik: Betriebsführung, Optimierung Hydraulik, Qualitätssicherungsmaßnahmen

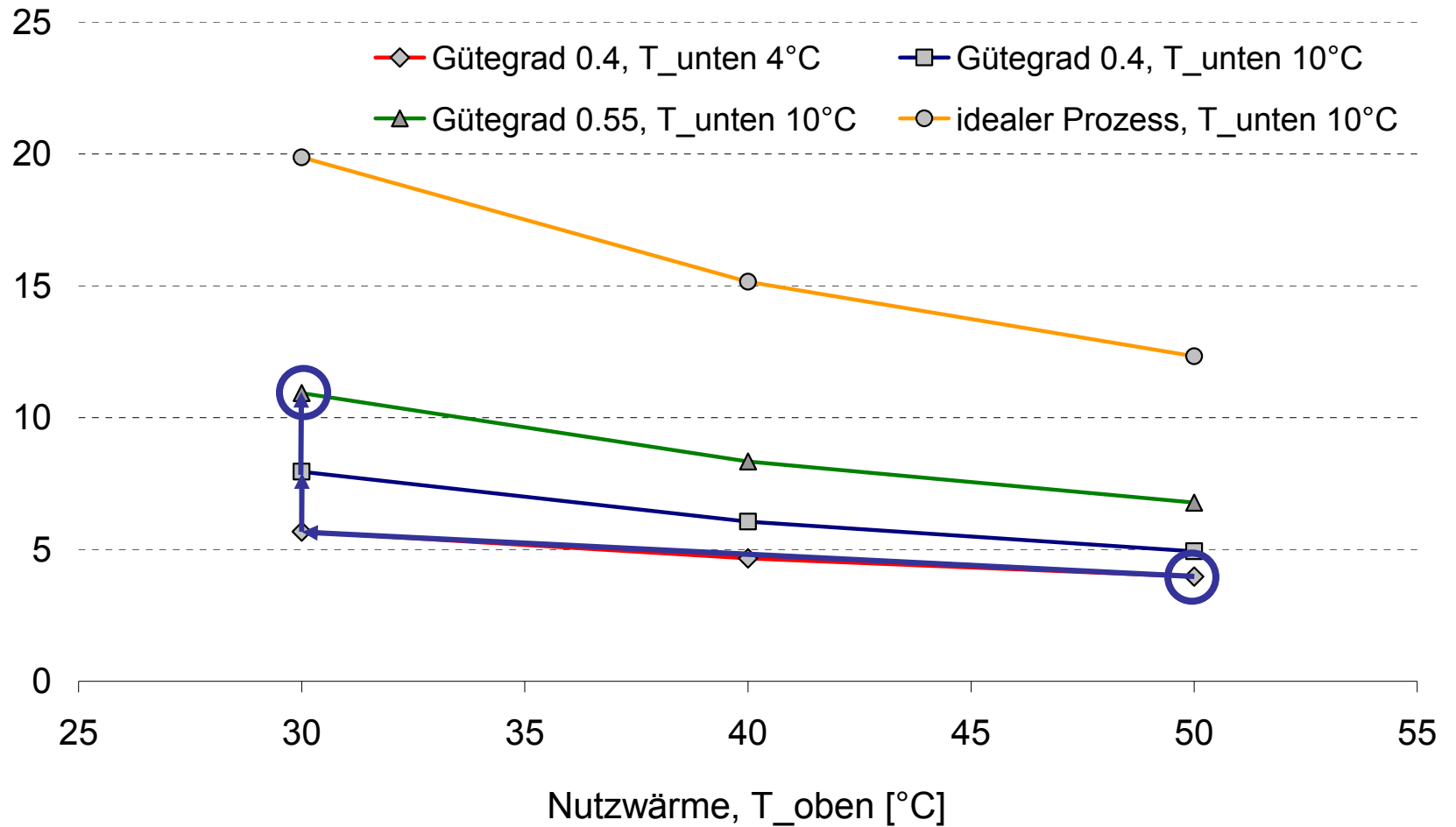
# Beispiel: Verbesserungs-Potenzial Wärmepumpe

COP Wärmepumpenprozess



# Beispiel: Verbesserungs-Potenzial Wärmepumpe

COP Wärmepumpenprozess



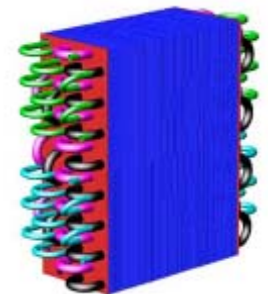
## Wärmepumpen (Strom, Gas bzw. thermisch)

### ■ FuE-Themen

- Optimierung der Effizienz (JAZ): Verdichter, Kältekreis
  - Elektrische WP: Wärmequelle Luft von heute 3.0 → 4.0
  - Gas: von heute 1.2 → > 2.0
- Kostensenkung
- Kombination mit Erneuerbaren Energien
  - Solarthermie
  - PV (z.B. Nutzung als Niedertemperatur-Quelle für WP)
- Systemtechnik (z.B. Low-Ex-Konzepte)
- Neue Kältemittel (kein oder sehr niedriges GWP)
- Thermische und Gas-WP: Sorptionssysteme, Materialien

### ■ Bedarf öffentliche Förderung

- Qualitätssicherung in der Breite (Systemtechnik, Betrieb)
- Grundlagen wie z.B. neue Kältemittel, neue Sorptionsmaterialien
- Systemtechnik, neue Systemlösungen (z.B. Kombination mit EE)



## μ-BHKW, mini-BHKW

### ■ FuE-Themen

- Optimierung der Stromkennzahl: 10-30 % → > 40 %
- Teillastfähigkeit
- Kostensenkung
- Regelungstechnik, Steuerung Betrieb: Einbindung in virtuelles Kraftwerk
- Betrieb mit Biomasse
- Kombination mit Kältenutzung

### ■ Bedarf öffentliche Förderung

- Übergreifende Themen (z.B. Netzeinbindung, Systemtechnik virtuelles Kraftwerk)
- Unterstützung von Entwicklungen mit hohem Risiko (z.B. Biomasse-Nutzung im kleinen Leistungsbereich, hohe Stromkennzahl)
- Systemtechnik-Themen



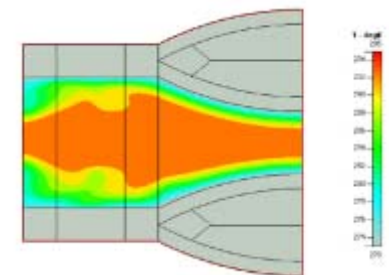
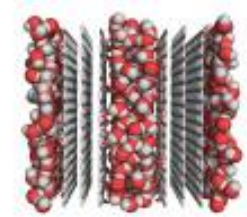
## Kältetechnik

### ■ FuE-Themen

- Materialien und Grundlagen insbesondere bei thermisch angetriebenen Verfahren, z.B.
  - Sorptionstechnik (neue Materialien, Wärmetauscherkonzepte)
  - Magneto-kalorische Verfahren
- Teillastfähigkeit mit hoher Effizienz
- Moderne Fluidikkonzepte (Mikro-Fluidik, mini-channels usw.)
- Hohe Temperatur-Elastizität (variable Temperaturen auf Kälte- und Rückkühlseite)
- Kraft-Wärme-Kälte-Verbundlösungen
- Effiziente Kältespeichertechniken
- Kältemittel mit keinem oder sehr niedrigem GWP

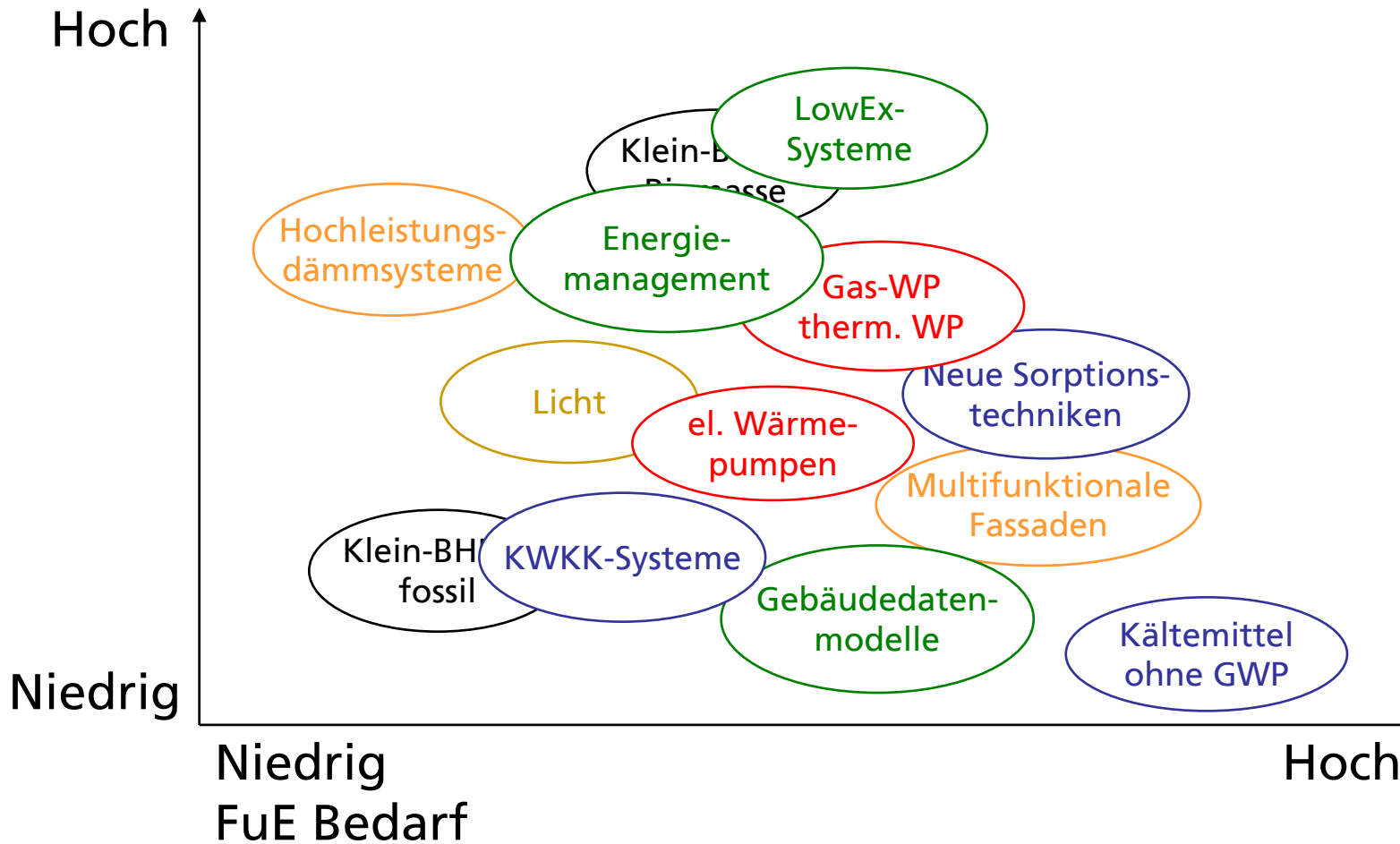
### ■ Bedarf öffentliche Förderung

- Grundlagen-orientierte Themen
- Systemtechnik (z.B. KWKK)



# FuE Bedarf vs. Potenzial

## Energieeinsparpotenzial



Nur Potenziale technischer Verbesserungen (ohne Erhöhung Marktdurchdringung durch Kostenreduktion)



- Das Energieeffizienzpotential im Gebäudebereich ist sehr hoch: TGA, Bautechnik, Betrieb
- Etliche gut eingeführte, reife Technologien
- Kostenreduktionspotenziale vorhanden
- Systemtechnik zentral
- Öffentliche FuE
  - Systemtechnik: hohe Relevanz, geringe industrielle „Lobby“
  - Themen mit hohem Risiko bzw. hohem Vorlauf
    - Materialien
    - Grundlagen
    - Komplexe Systemansätze z.B. im Bereich multi-funktionale Fassaden
  - Übergreifende Themen → erfolgreiche Markterschließung
    - Regelung, Betriebsführung
    - Qualitätssicherung: z.B. Planungshilfsmittel, Bewertungsverfahren (z.B. Exergie)
    - Demonstration, Monitoring: best-practice-Beispiele zur Markterschließung
- Komponentenentwicklung unter Federführung Industrie

- Das Energieeffizienzpotential im Gebäudebereich ist sehr hoch: TGA, Bautechnik, Betrieb
  - Etliche gut eingeführte, reife Technologien
  - Kostenreduktionspotenziale vorhanden
  - Systemtechnik zentral
  - Öffnen
    - Sy
    - Th
- ... herzlichen Dank für  
Ihre Aufmerksamkeit!
- Übergreifende Themen → erfolgreiche Markterschließung
    - Regelung, Betriebsführung
    - Qualitätssicherung: z.B. Planungshilfsmittel, Bewertungsverfahren (z.B. Exergie)
    - Demonstration, Monitoring: best-practice-Beispiele zur Markterschließung
  - Komponentenentwicklung unter Federführung Industrie