

Die Rolle der Energieeffizienz – aus technischer, ökologischer und ökonomischer Sicht

26. FfE/IfE-Fachtagung Perspektiven für ein effizienteres Energiesystem

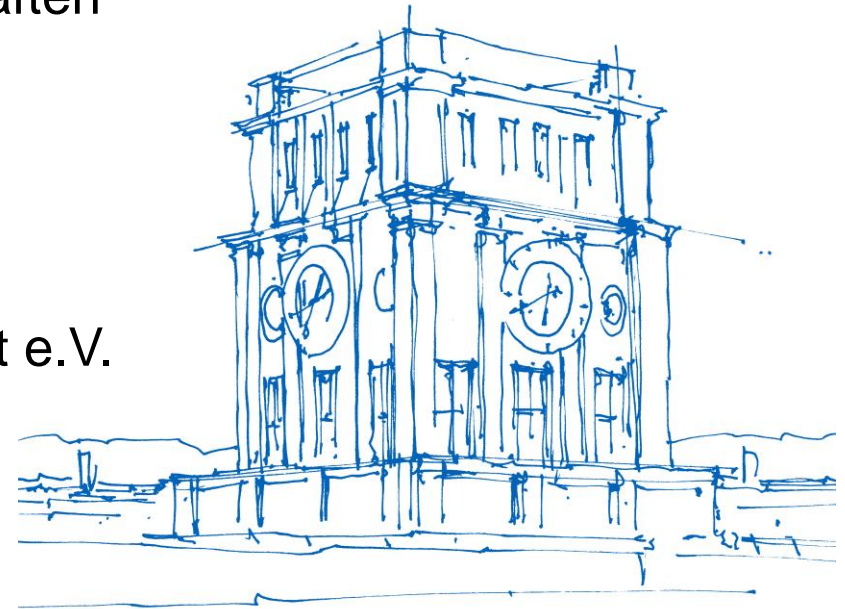
Bayerische Akademie der Wissenschaften

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Wagner

Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik, TUM

Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.

München, 06. April 2017



Uhrenturm der TUM

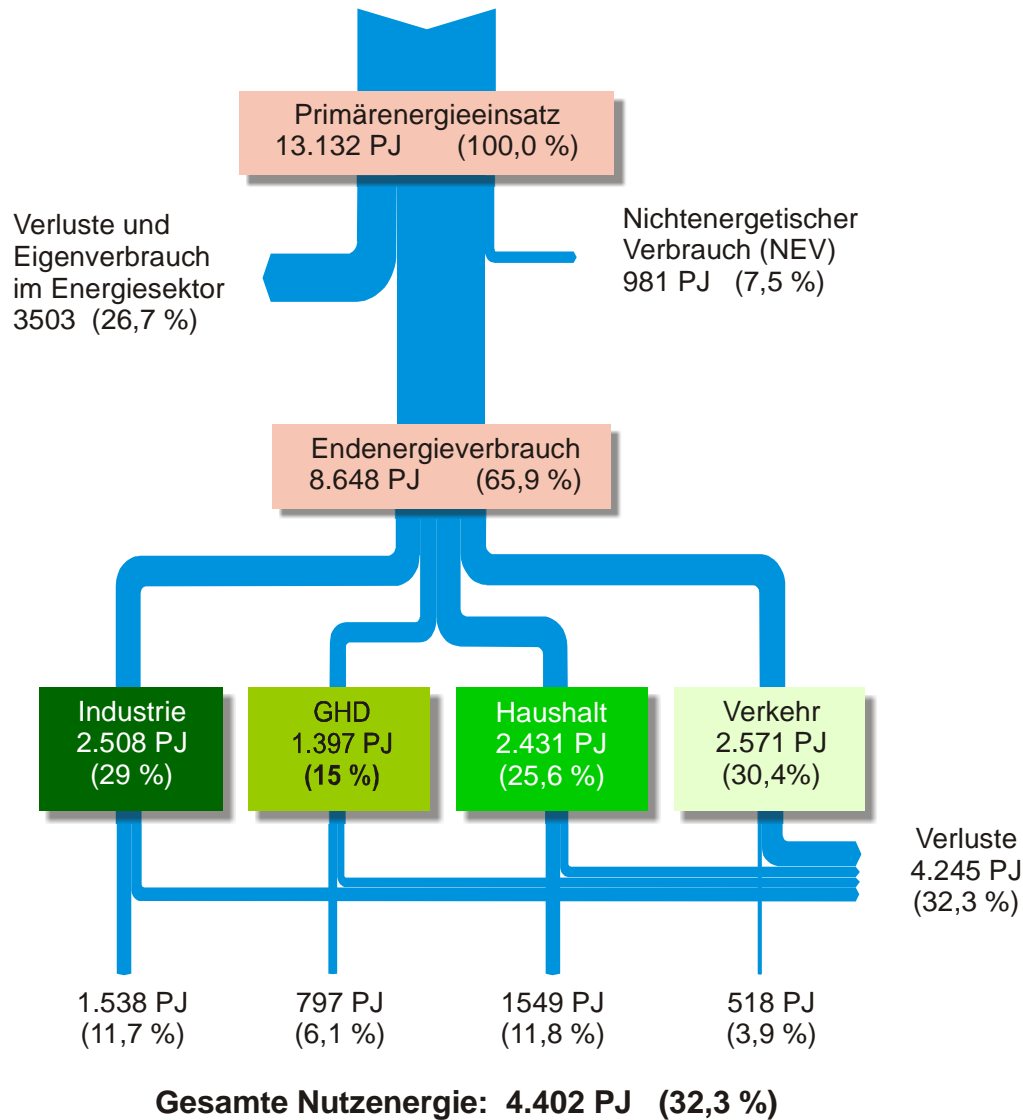
Inhalt

- Einführung und energiewirtschaftliche Ausgangssituation
- Effizienzbegriff
- Neue betriebliche Rahmenbedingungen
- Beispiele:
 - Energetischer Wirkungsgrad
 - CO₂-Vermeidungskosten
 - Kumulierter Energieaufwand
- Fazit

Einführung

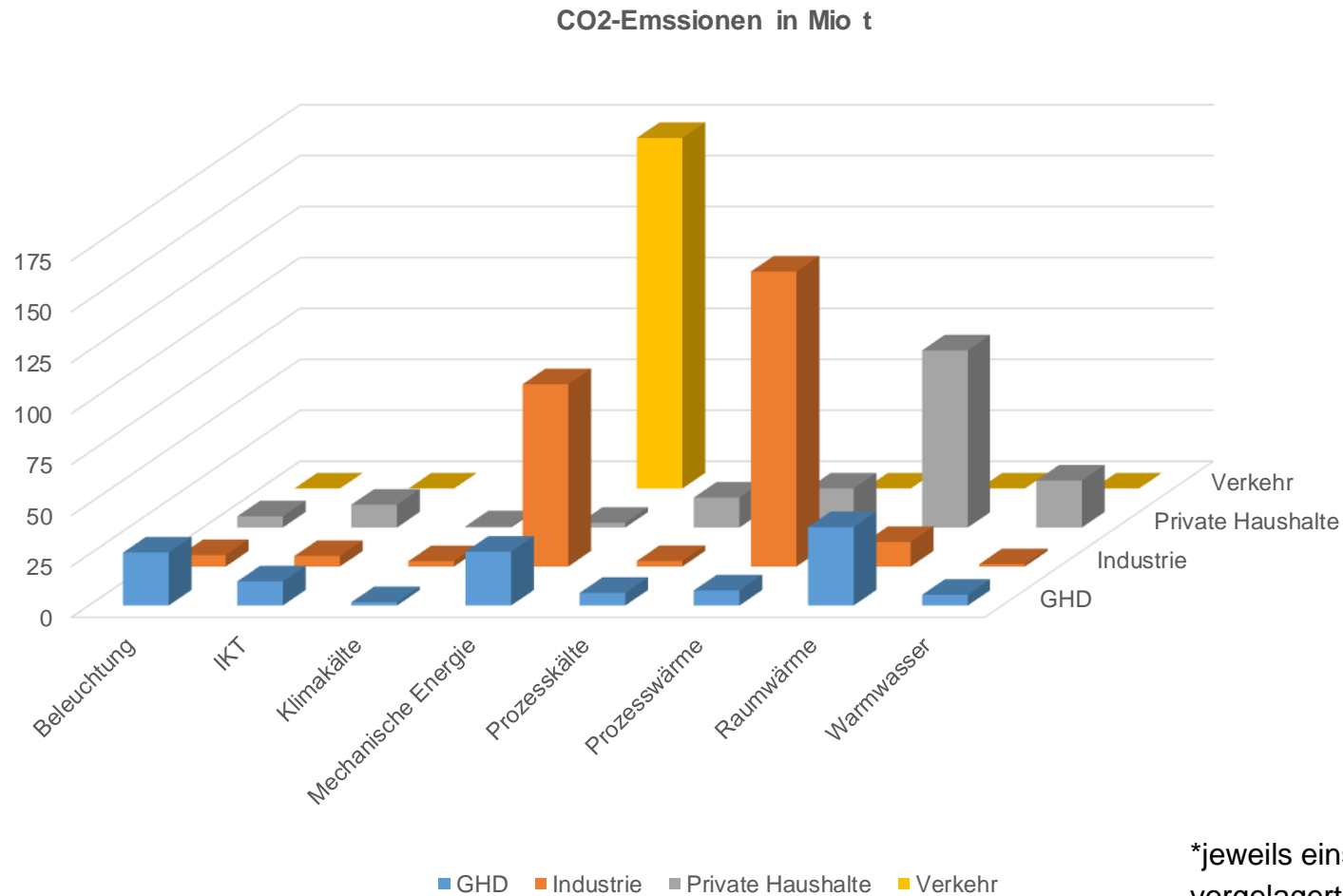
- Eine 80- bis 95%-ige Minderung der CO₂-Emissionen erfordert eine nahezu vollständige und flächendeckende Dekarbonisierung der Energieversorgung.
- Die Deckung des zukünftigen Strombedarfs überwiegend durch erneuerbare Energien bedingt die Installation erheblicher Überkapazitäten.
- Möglichen Risiken für die Versorgungssicherheit und die gesellschaftliche Akzeptanz ist frühzeitig entgegenzuwirken.

Energiewirtschaftliche Ausgangssituation



Quelle: AG Energiebilanzen,
BDEW-Projektgruppe
Nutzenergiebilanzen,
IfE/TU München

Energiewirtschaftliche Ausgangssituation - Sektorale CO₂-Bilanz nach Anwendungsarten*



*jeweils einschließlich
vorgelagerter Emissionen
im Umwandlungsbereich

Effizienzbegriff

Technische Effizienz:

- Messung z.B. über den energetischen Nutzungsgrad. Bewertung über theoretischen Grenzwert, bzw. typische spezifische Vergleichswerte
- Versorgungssicherheit

Ökonomische Effizienz:

- Unterscheidung zwischen betriebs- und volkswirtschaftlicher Effizienz
- Bewertung über Vermeidungskosten

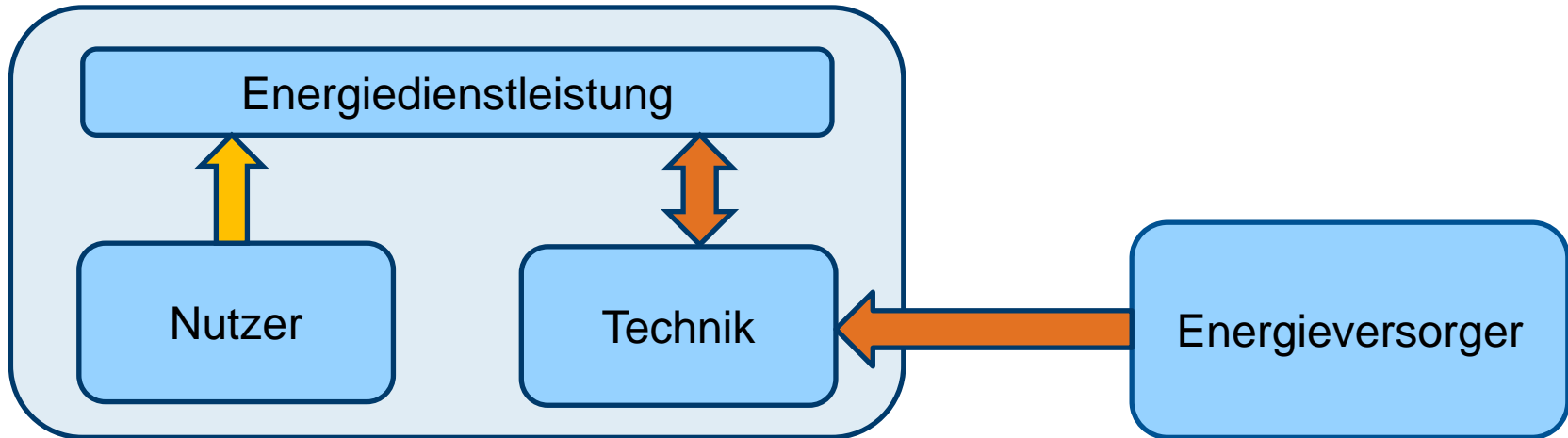
Ökologische Effizienz:

- Klima- und Umweltauswirkungen, Ressourcenverbrauch (Primärenergie, Werkstoffe, Landschaft etc.), Lärmemission
- Akzeptanz

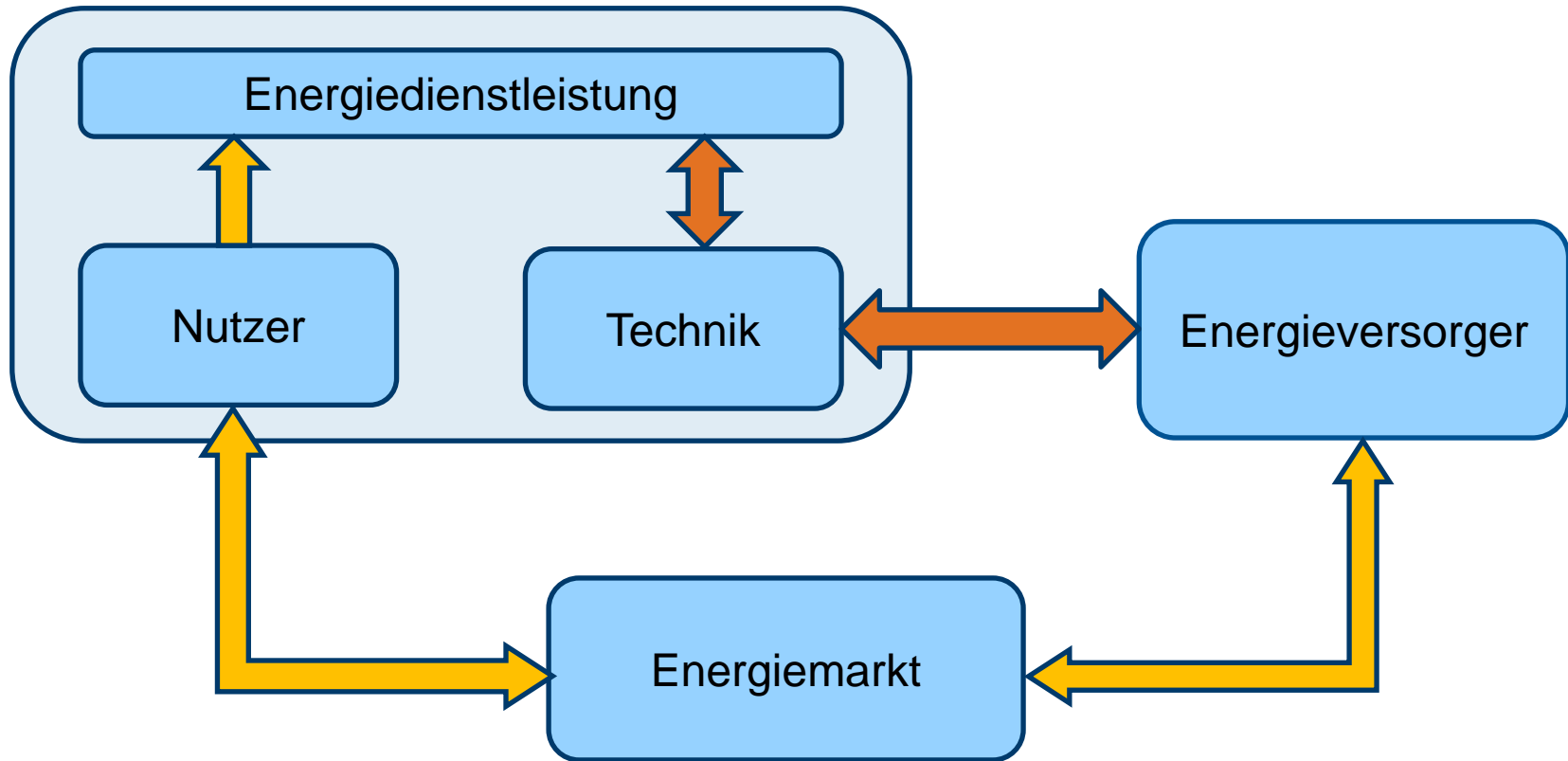
Neue Kriterien für Energieeffizienz

- Die Energietechnologie beim Anwender muss in erster Linie die nutzerseitigen Energiedienstleistungen erbringen. Zunehmend wird sie auch für Systemzwecke (Regelleistung, Flexibilisierung, Sektorkopplung) außerhalb des Versorgungsobjektes eingesetzt.
- Der Markt für Energie- und Systemdienstleistungen schafft neue Rahmenbedingungen für effiziente Energietechnologie.

Bisherige Anforderungen an die Energietechnik



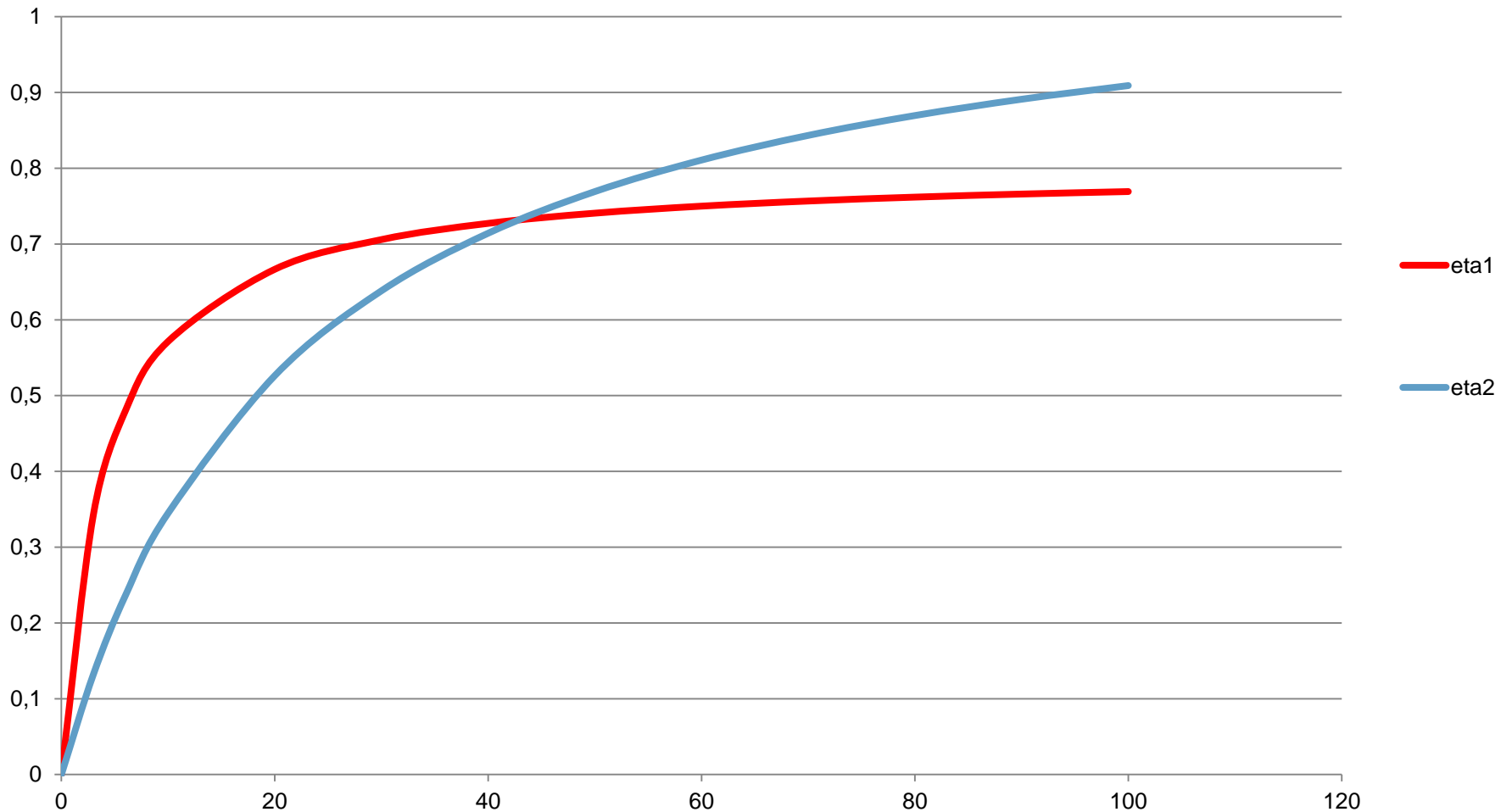
Zukünftige Anforderungen an die Energietechnik



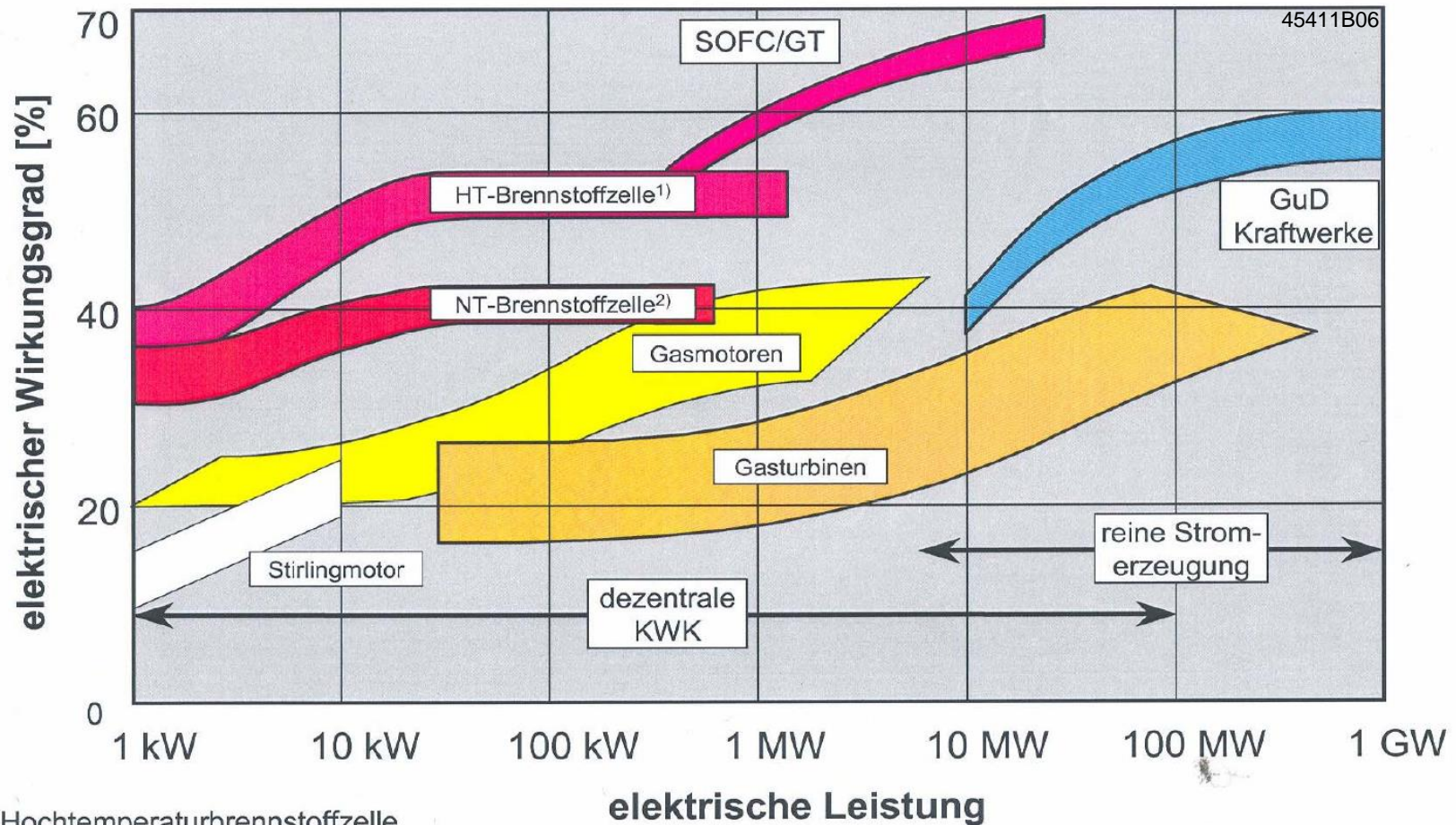
Der Wirkungsgrad ist nicht mehr das Maß aller Dinge

- Der Wirkungsgrad konventioneller Systeme steigt üblicherweise mit der Anlagengröße und der Auslastung

Wirkungsgrad als Funktion der Auslastung



Nenn-Wirkungsgrad verschiedener Stromerzeugungstechnologien



1) Hochtemperaturbrennstoffzelle
 2) Niedertemperaturbrennstoffzelle

Der Wirkungsgrad ist nicht mehr das Maß aller Dinge



Bei zunehmenden Anteilen von Teillastbetrieb, häufigem Start-/Stopp-Betrieb oder Leistungsbereithaltung und tendenziell kleineren Anlagen gelten andere Kriterien für die technische Effizienz

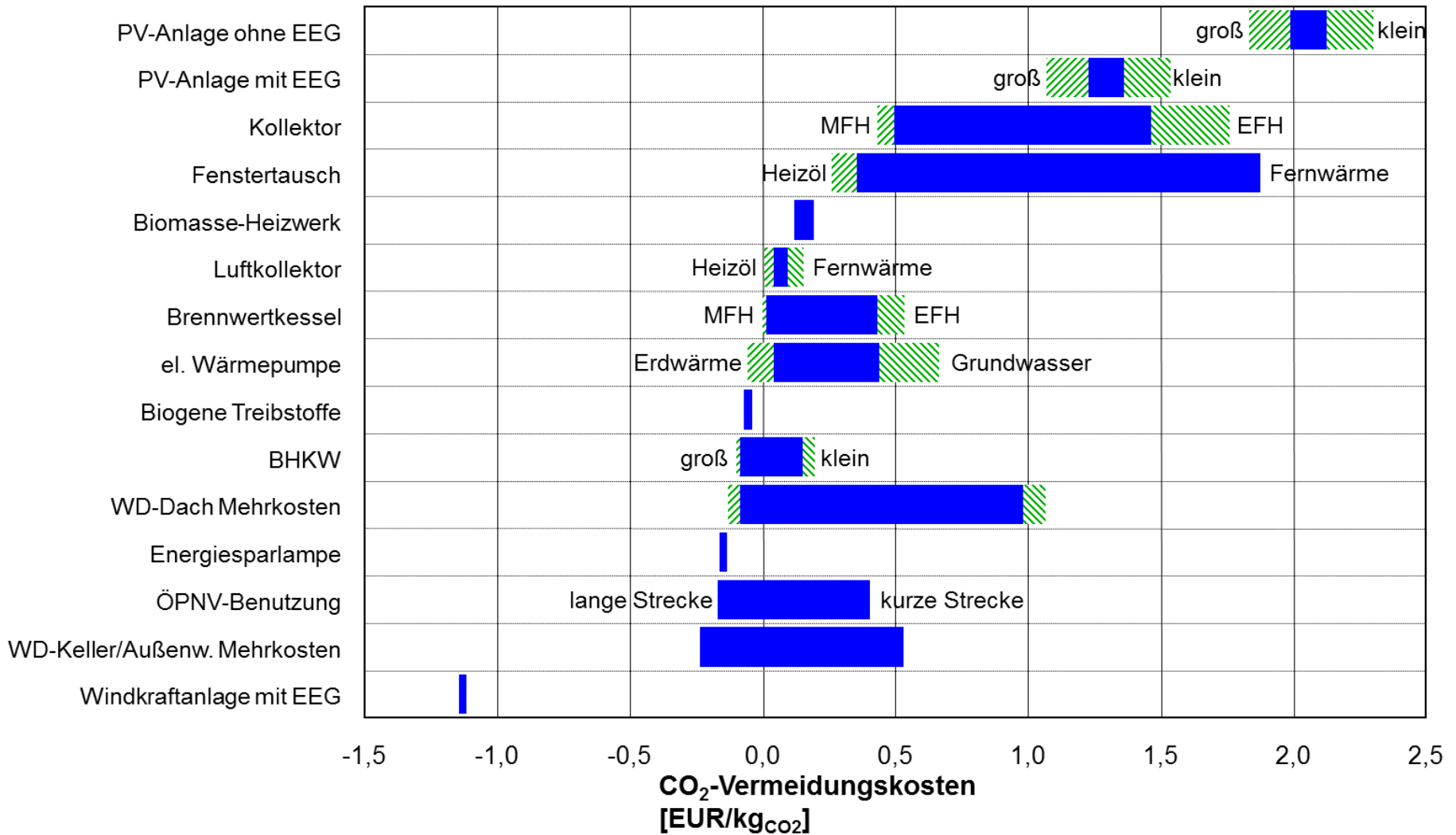
Besonders interessant sind Techniken, die sowohl die Anwendungseffizienz verbessern und gleichzeitig fossile Energie substituieren können (z.B. Elektrifizierung industrieller Prozesswärmeverfahren)

CO₂-Vermeidungskosten

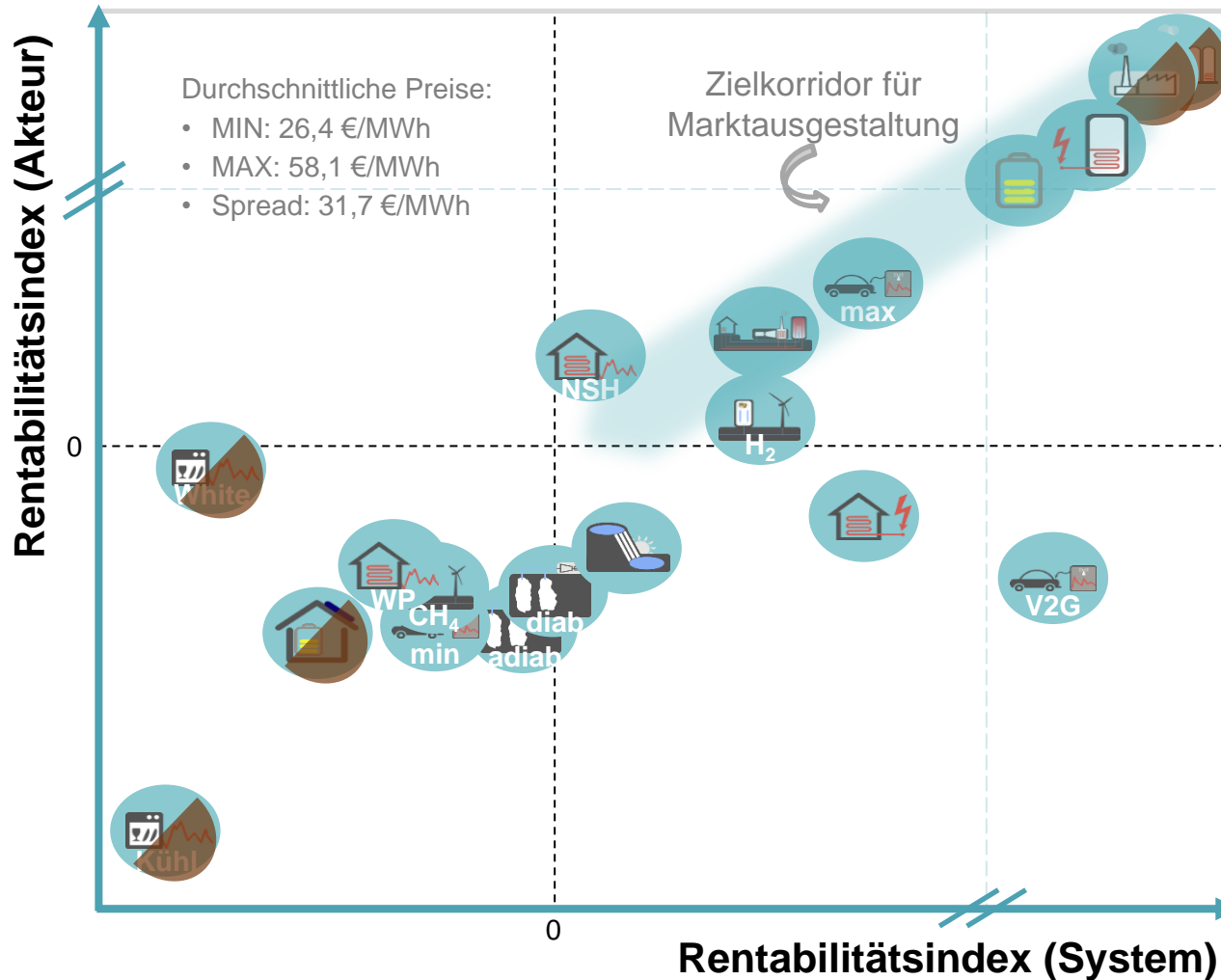
Eine wichtige Messgröße für die Kosteneffizienz von Maßnahmen zur CO₂-Reduktion sind die Vermeidungskosten..

Damit lassen sich die Kosten bestimmter Maßnahmen (Effizienzsteigerung, Erneuerbare Energien) untereinander vergleichen, mit Bezug auf einen gewählten (typischen) Referenzfall.

Jährliche Kosten verschiedener Maßnahmen zur CO₂-Minderung



Merit Order Funktionaler Energiespeicher – Lastglättung / kurzfristiger Stromhandel (mit Regelleistung)

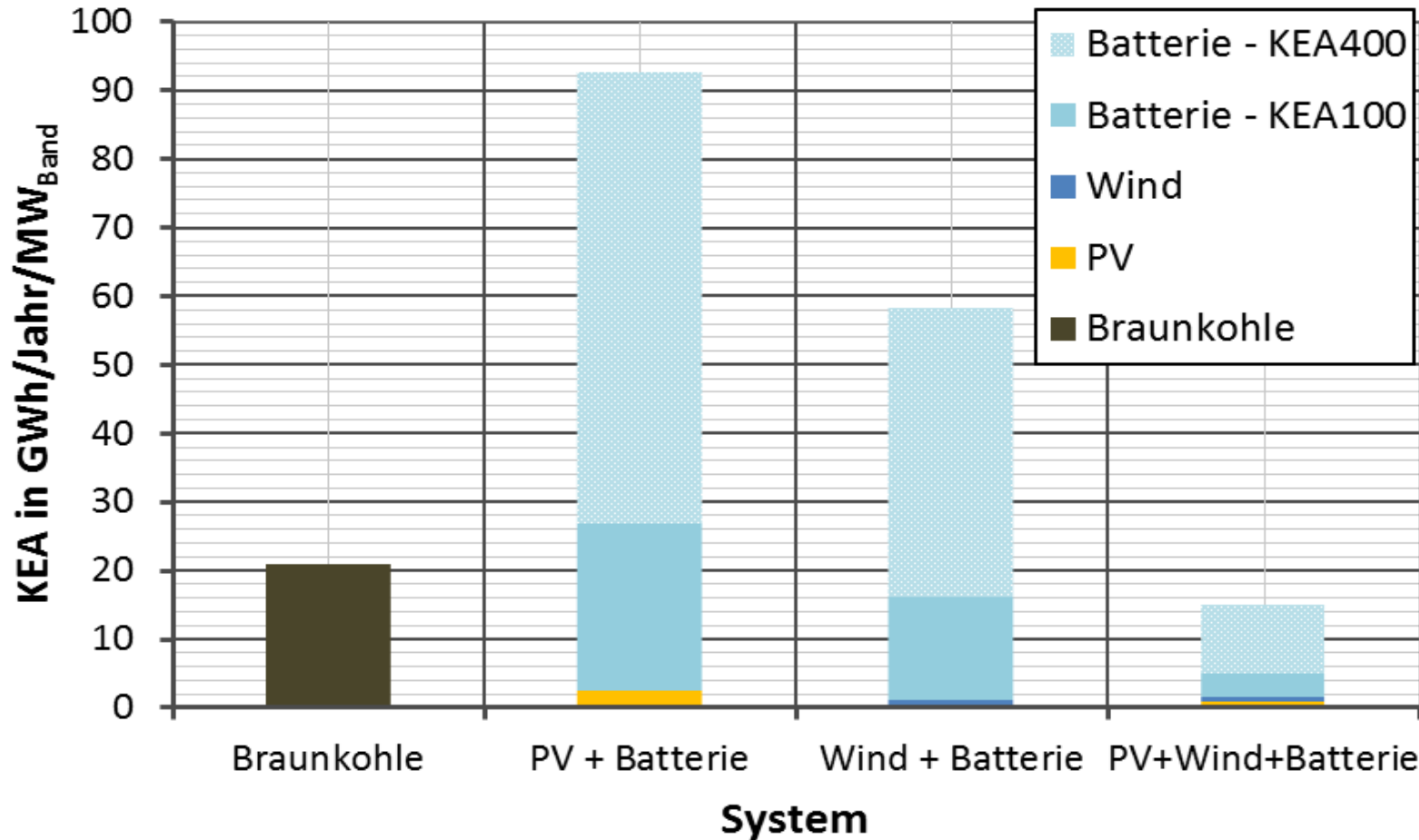


Wie nachhaltig sind erneuerbare Energien?

Welchen ganzheitlichen Primärenergieaufwand verursacht die Bereitstellung von 1 MW elektrischer Leistung über 8760 h im Jahr?

- Vergleich von Braunkohle, PV, Wind sowie einer optimalen Kombination von PV und Wind einschließlich Batteriespeicher
- Unterschiede werden wesentlich verursacht durch den KEA für die Batterieherstellung (variiert zwischen 100 und 400 kWh pro kWh Speicherkapazität).

Wie nachhaltig sind erneuerbare Energien?



Quelle: FfE 2017

Fazit

- Ein umfassender systemischer und ganzheitlicher Ansatz ist erforderlich mit Nutzer, Objekt, Energiesystem und Energiemarkt
- Eine Sektoren, Energie und Landesgrenzen überschreitende Analyse ist erforderlich
- Energieeffizienz hilft die Anforderungen an die Infrastruktur (Netze, Speicher) zu reduzieren und macht die Integration von erneuerbaren Energien in das System preiswerter
- Keine Kompromisse bei der Versorgungssicherheit!