Flexible Sektorenkopplung

Einsatzperspektiven eines Kombikraftwerks mit Gasturbine, elektrischer Maschine und Wärmepumpe

11.06.2018

EEB ENERKO
Energiewirtschaftliche
Beratung GmbH

changing **energy**

Standorte Aldenhoven bei Aachen und Berlin • 40 Mitarbeiter

changing energy

Entwickeln

Bewerten

Realisieren

Konzepte und Gutachten

- Unternehmensentwicklung
- Klimaschutzkonzepte
- Kraftwerks- und KWK-Analysen
- Fernwärmekonzepte
- Primärenergiefaktoren und Hocheffizienznachweise
- Energiemanagement

Energiewirtschaftliche Beratung

- Unternehmensbewertung
- Netzbewertung und -kauf
- Netznutzungsentgelte
- Strom- und Gasbeschaffung
- Emissionshandel
- Betriebswirtschaftliche Begleitung

Technische Planung

- Heizkraftwerke und BHKW
- Netze Strom, Gas, Fernwärme
- Industrielle Medienversorgung
- Speicher für Fernwärme und Gas
- Regenerative Stromerzeugung

Gliederung

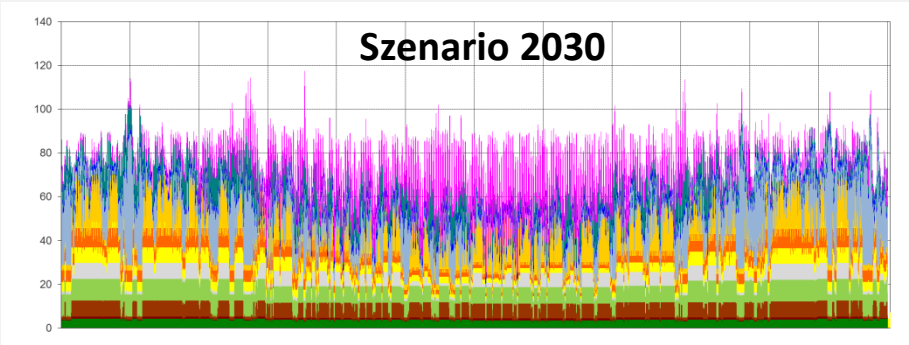
Inhaltsverzeichnis

- Sektorkopplung mit KWK und Power to heat (Pth)
- Motivation
- Anlagenkonzept
  - Gasturbinen-Wärmepumpen-Kombikraftwerk
  - Ausblick: Strom- und Wärmebedarf heute und zukünftig
- Förderungsmöglichkeiten
- Fazit

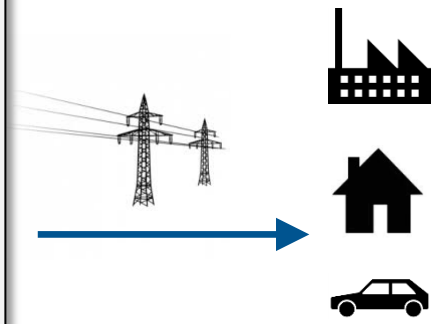
Sektorkopplung mit KWK und PtH

Stromerzeugung mit hohem EE Anteil:

- Überschüsse im Sommer und Übergangjahreszeit,
- oft nur stundenweise
- Back-up Bedarf („Dunkelflaute“)

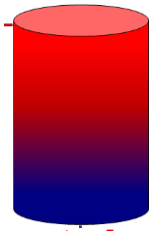


Stromsektor



PtH-Anlagen

zeitgleich



zeitgleich

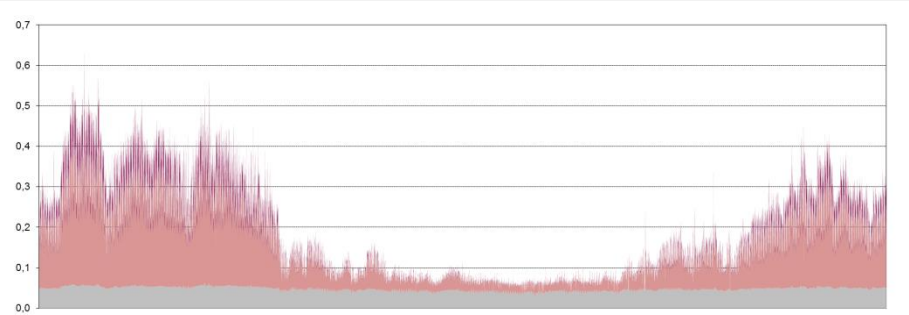
KWK Anlagen

entkoppelt

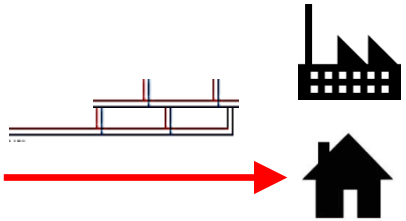
entkoppelt

Wärmenetzlast

- Winterlastiger Bedarf
- Überschüsse durch Abwärme (Industrie, Müllverbrennung, dez. KWK)



Wärmesektor

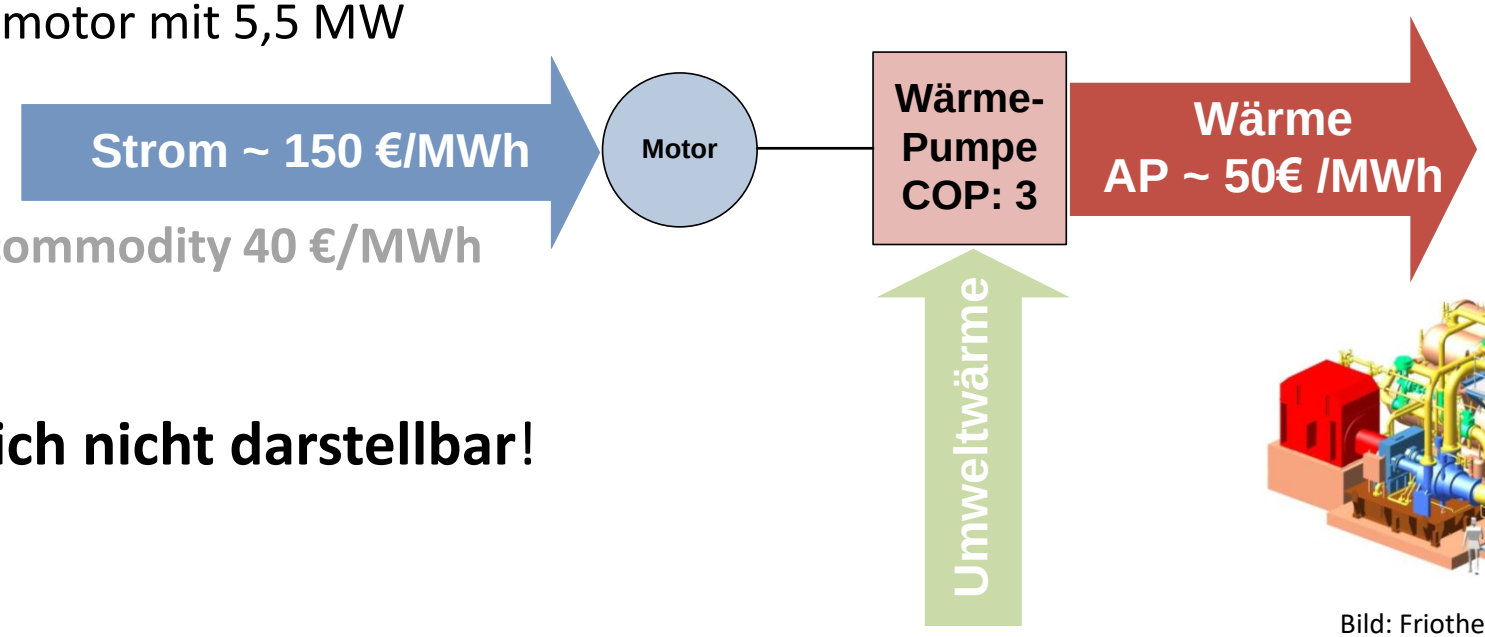


Motivation

Wärmewende auf Basis von PtH

- Regenerative Stromerzeugung technisch ausgereift + kostengünstig
  Wärmewende erfordert **effiziente Umwandlung von Strom in Wärme** für Elektrifizierung auch dieser Sektoren
- **Ziel:** Nutzung von **Umweltwärme für** die Produktion von **Fernwärme**
- **Klassische Lösung:** z.B. mit Groß-Wärmepumpe bei max. 16 MW und Elektromotor mit 5,5 MW

Problem:



*davon commodity 40 €/MWh

Wirtschaftlich nicht darstellbar!

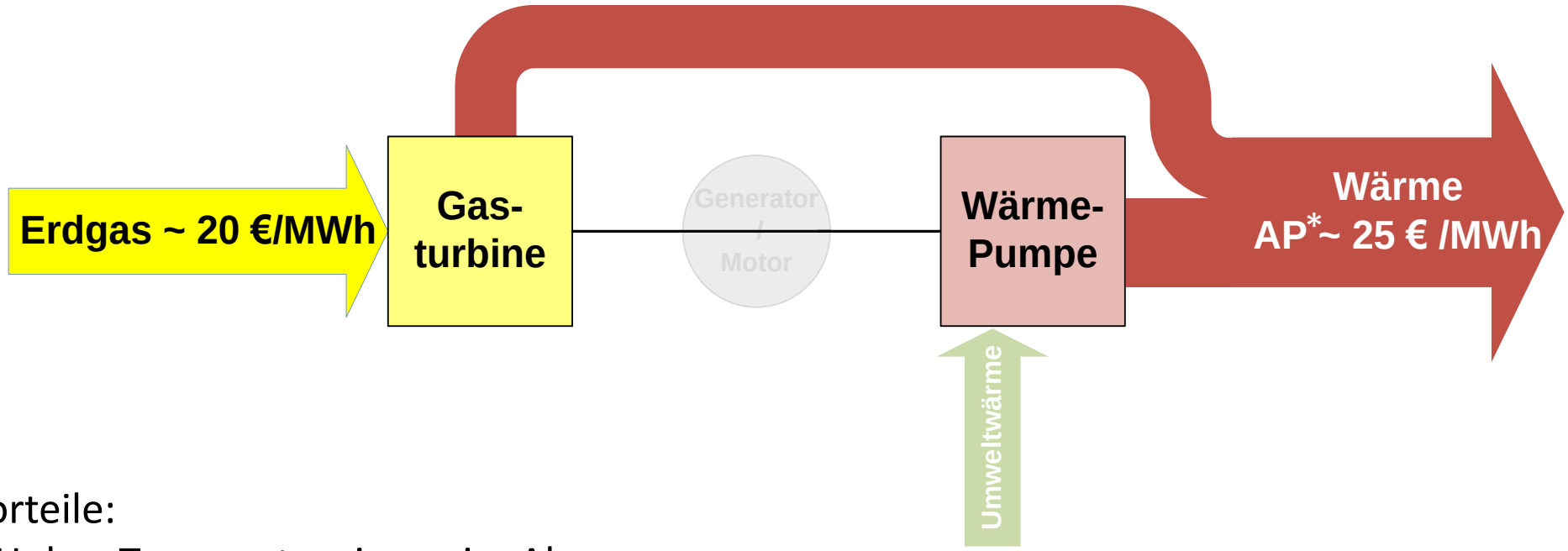
Bild: Friotherm

- **Wie gestalten wir die Einbindung wirtschaftlich?**

Gasturbinen-Wärmepumpen-Kombikraftwerk

Lösungsansatz

- 1. Ansatz: alternativer Antrieb
  Gasturbine als Antriebsmaschine für den Turboverdichter der Wärmepumpe



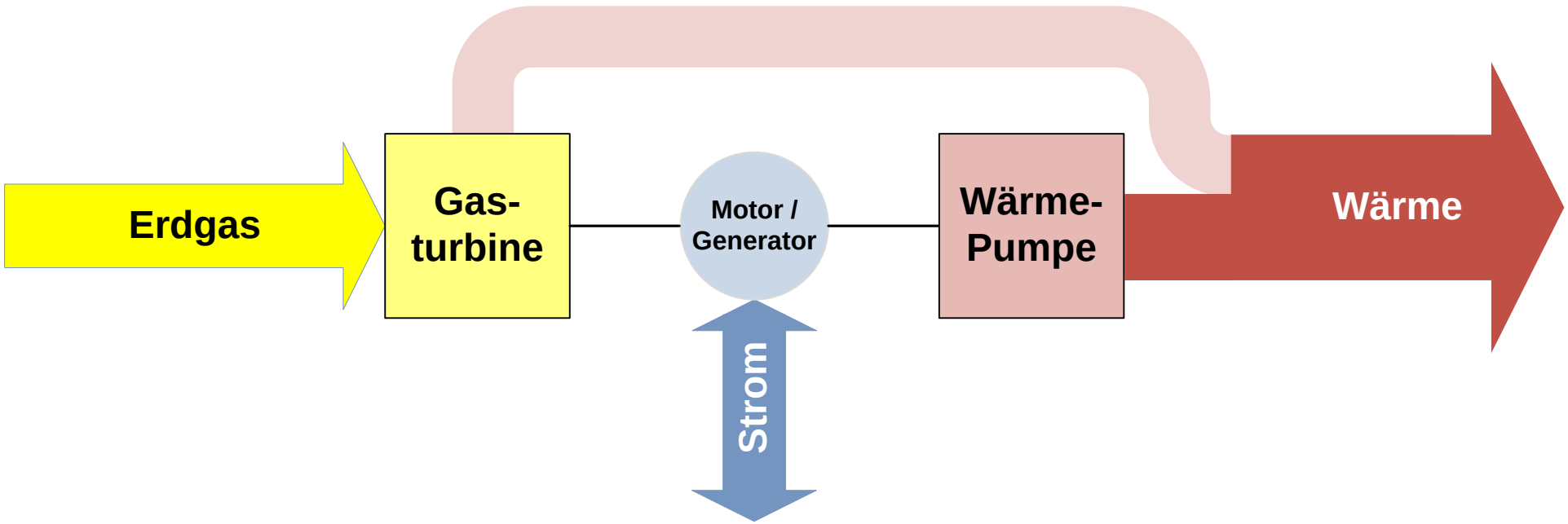
- Vorteile:
  + Hohes Temperaturniveau im Abgas
  + Hohe Laufruhe (Kolbenmaschine schwieriger)
  + Stand der Technik: Pump- und Verdichterstationen Öl- und Erdgaspipelines

*Umweltwärmequelle für Beispiel-Rechnung: Seewasser mit kurzer Anbindung an Wärmepumpe

Gasturbinen-Wärmepumpen-Kombikraftwerk

Wärmepumpe mit Gasturbine als Direktantrieb

- Erweiterung mit elektrischer Maschine zur flexiblen Sektorenkopplung

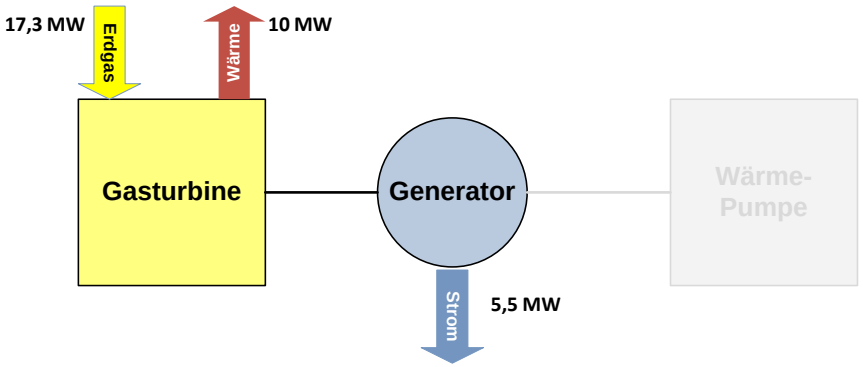


- Das Anlagenkonzept zur **Sektorenkopplung** bietet eine **hohe Flexibilität** zur Wärmeerzeugung, da die **Erzeugung sowohl unter Einsatz von Erdgas, als auch mit Strom** möglich ist.
- **Überschüsse aus EE** können direkt in Wärme umgewandelt werden, bei Engpässen im Netz steht die volle Gasturbinenleistung als **Back-up-Leistung** zur Verfügung.

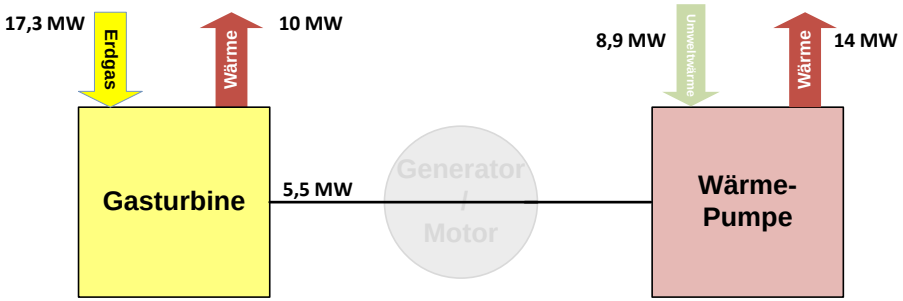
Gasturbinen-Wärmepumpen-Kombikraftwerk

3 Hauptbetriebsarten

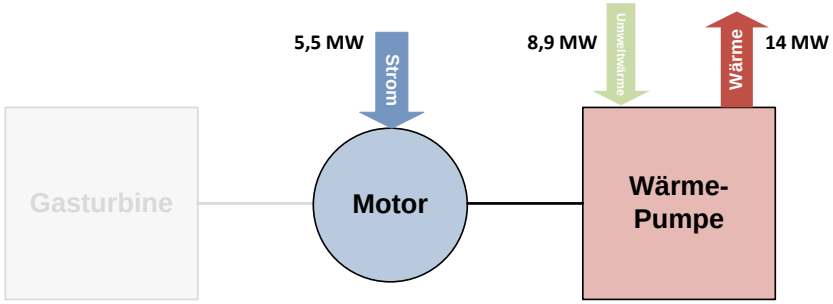
1) Gasturbine – Generator – Betrieb
konventionelle Nutzung der Gasturbine zur Erzeugung von elektr. und thermischer Leistung



2) Gasturbine – Wärmepumpe – Betrieb
mechanische Leistung aus Gasturbine für Antrieb Wärmepumpe

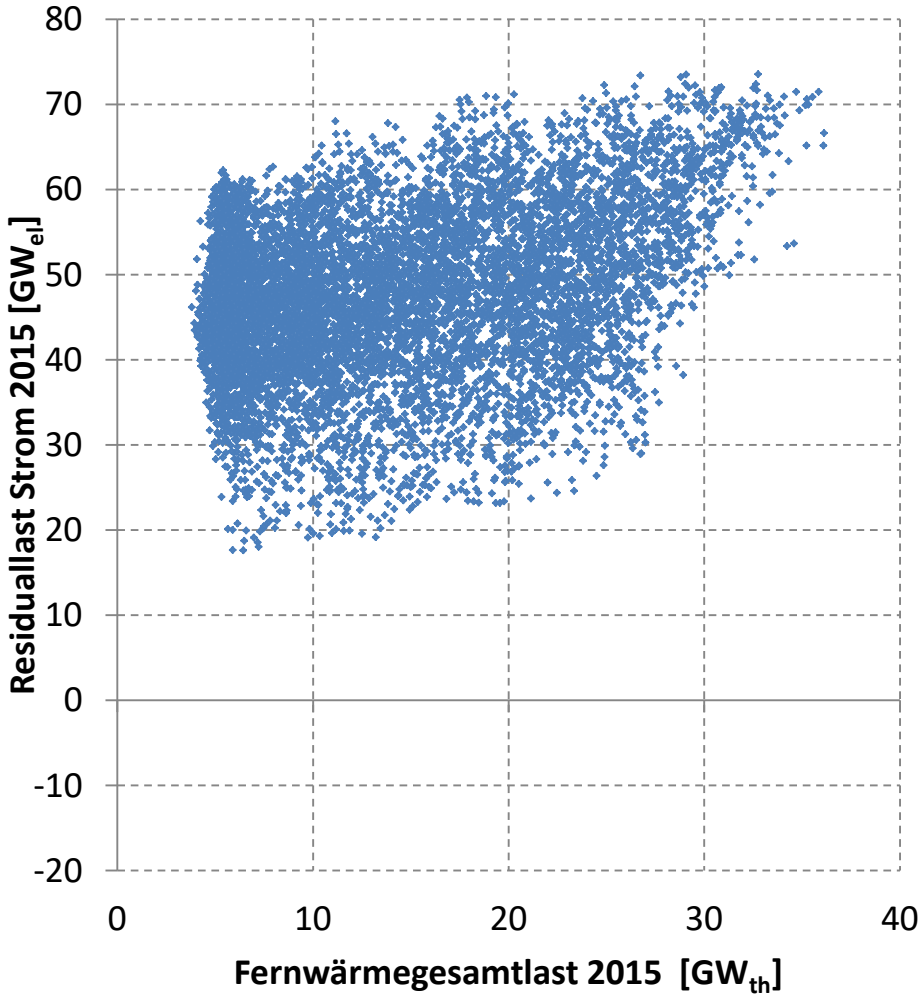


3) Wärmepumpe – Betrieb
elektrische Maschine als Motor für mechanische Leistung der Wärmepumpe

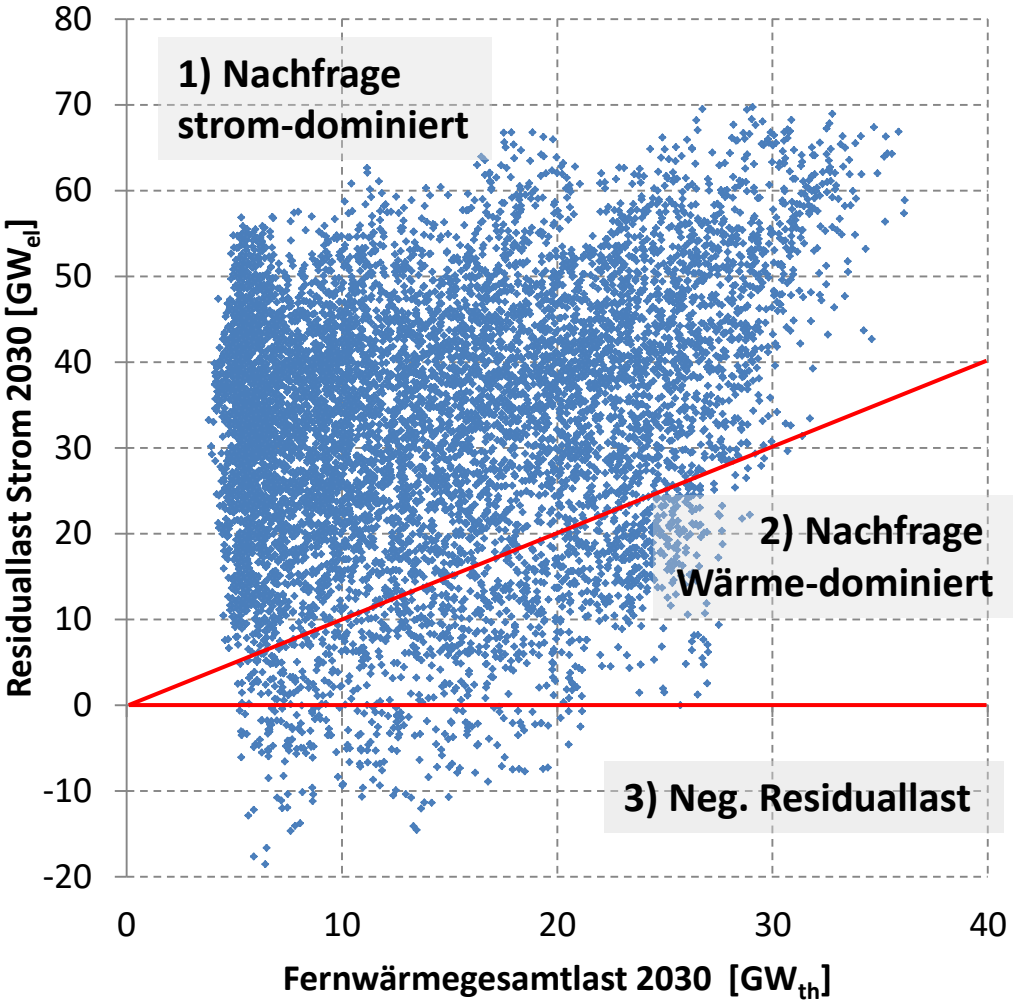


Strom- und Wärmebedarf heute und zukünftig*)

- „IST“-System: durchgängig hohe Residuallast (nach Einspeisung EE)



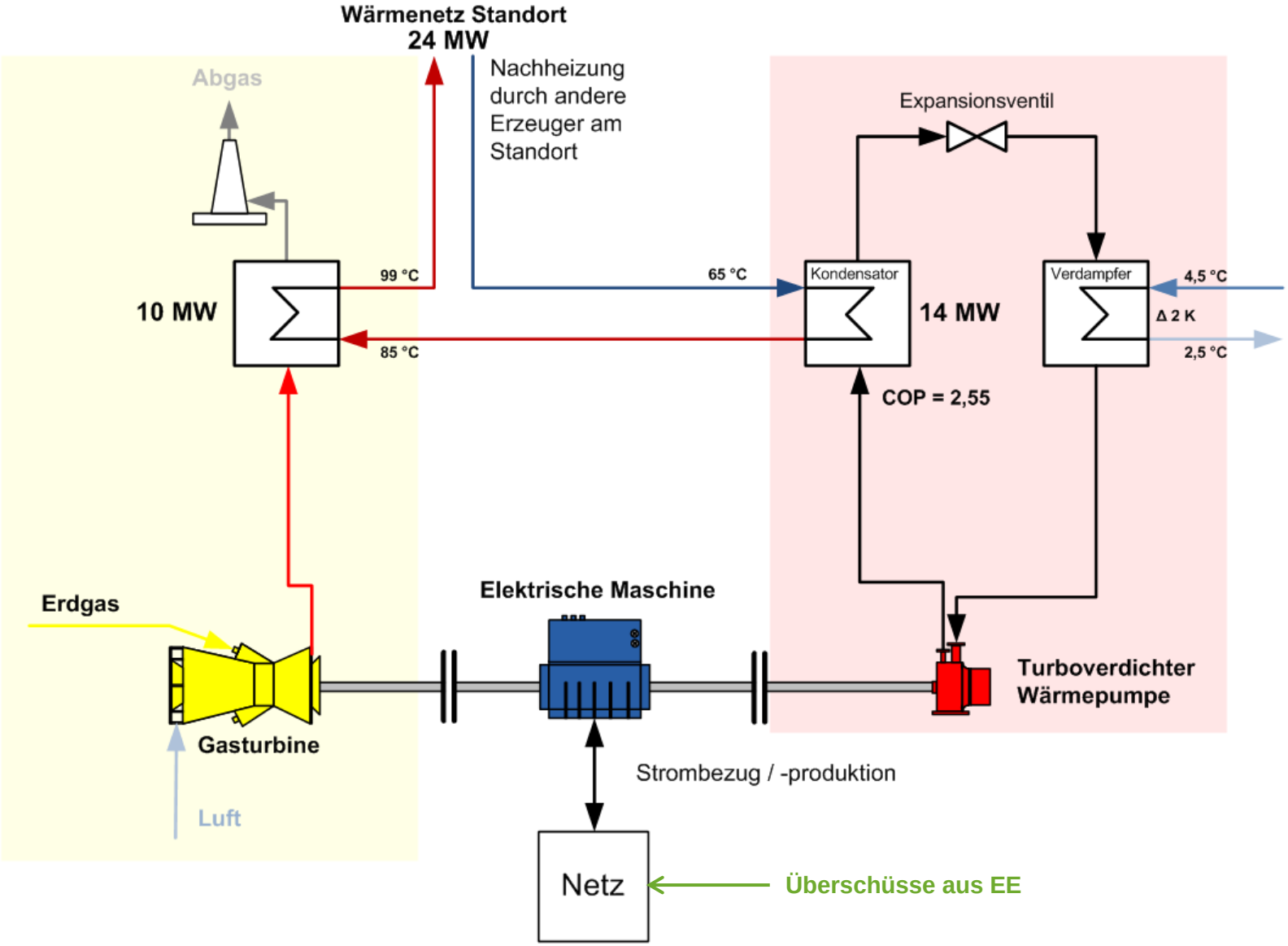
- System 2030: wechselnde Lastzustände erfordern flexiblere Erzeugung



*) Bewertung anhand IST Daten (2015) bzw. Modellrechnung ENERKO (2030)

Gasturbinen-Wärmepumpen-Kombikraftwerk

Einbindung



Gasturbinen-Wärmepumpen-Kombikraftwerk

Vorteile des Einwellenkonzeptes für den Kunden

- Hohe Flexibilität in der Erzeugung von Wärme durch Nutzung von Erdgas und/oder Strom
- Gesicherte Wärmeversorgung auch in Zeiten von geringer erneuerbarer Erzeugung
- Backup-Leistung durch Generator und Gasturbine
- Frequenzumrichter: Stromnetzstabilisation + Blindleistungskompensation in voller Leistung des Frequenzumrichters möglich (Stillstand Anlage)
- Entwicklungsperspektive: Entfall des Getriebes durch schnelllaufenden Motor / Generator
- Wirkungsgradverbesserung durch getriebelose Variante

Gasturbinen-Wärmepumpen-Kombikraftwerk

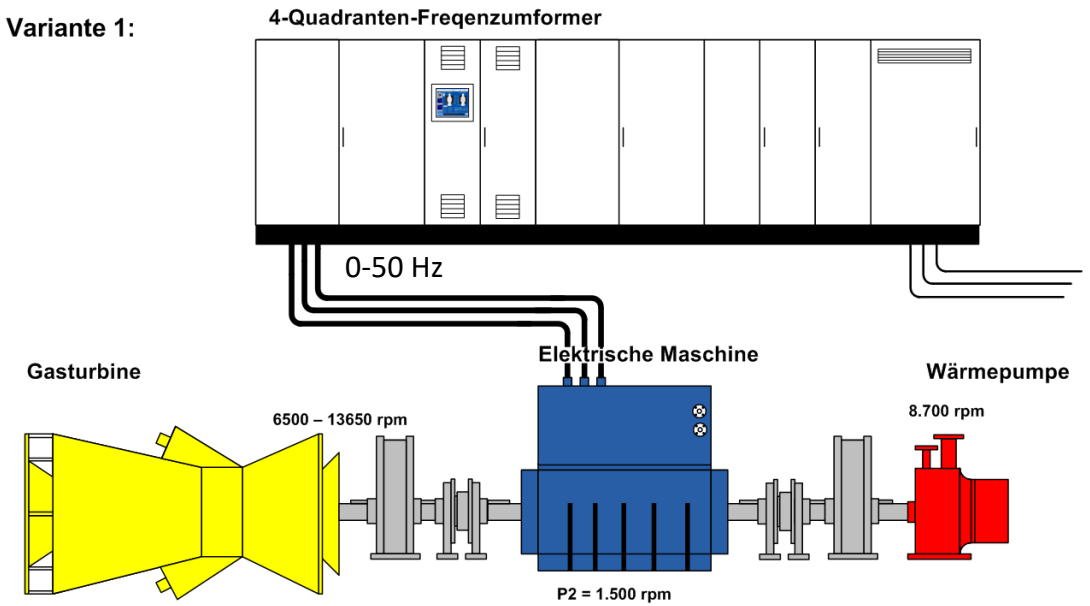
Besondere Herausforderungen Einwellenkonzept

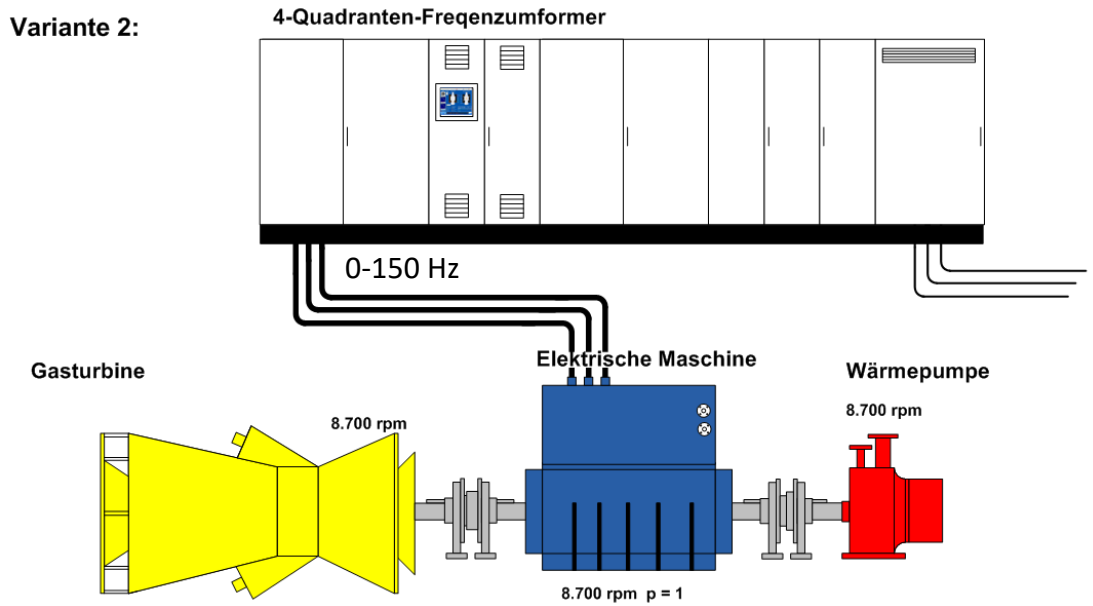
- Hohe Drehzahlen (Verdichter WP ≈ 9.000 rpm, Gasturbinendrehzahl bis 13.000 rpm)
- Varianten mit und ohne Getriebe
- Große elektrische Maschine
- Einbindung in das Mittelspannungsnetz (großer FU)
- Anspruchsvolle Koordination der Anlagen, Einsatzplan der Gesamtanlage
- Torsionsanalyse des gesamten Antriebstrangs notwendig

Gasturbinen-Wärmepumpen-Kombikraftwerk

Systemlösungsvarianten

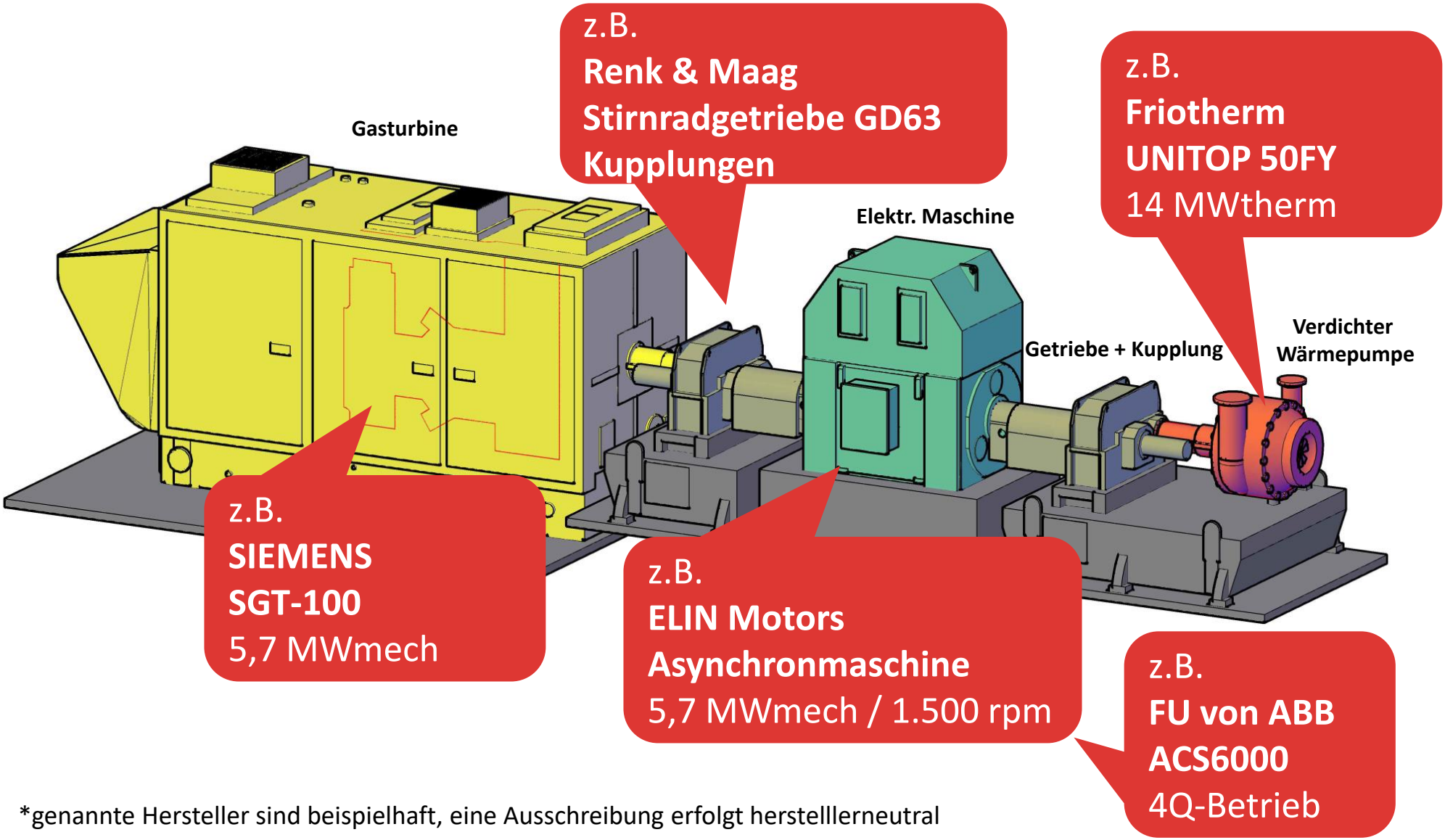
- Variante 1: klassische Einbindung
  - Frequenzumrichter oder Softstarter
  - Elektrische Maschine z.B. Asynchronmaschine mit Käfigläufer
- Variante 2: getriebelose Variante
  - Frequenzumrichter mit Ausgangsfrequenz über 150 Hz
  - Turbomotor-Generator z.B. Asynchronmaschine mit Käfigläufer





Gasturbinen-Wärmepumpen-Kombikraftwerk

Was bietet der Markt für Komponenten? (Beispiele)



*genannte Hersteller sind beispielhaft, eine Ausschreibung erfolgt herstelllerneutral

Gasturbinen-Wärmepumpen-Kombikraftwerk

Förderprogramme?

- KfW Programm 271 Erneuerbare Energien „Premium“→ 40% ?

Bank aus Verantwortung

Bild: kfw.de

- Umwelt Innovation Programm UIP → 30% ?

UMWELT INNOVATIONS PROGRAMM

Bild: umweltinnovationsprogramm.de

- Fernwärme 4.0
- Innovations-KWK
- EnergieSystemWandel.NRW → 25-80% (abhängig von Größe und Projektzuordnung)

Bild: efre.nrw

EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum und Beschäftigung

Gasturbinen-Wärmepumpen-Kombikraftwerk

Fazit

- Das Einwellenkonzept ist ein möglicher technischer Lösungsansatz für zukünftige Anforderungen durch die Wärmewende:
  - Netzdienlicher KWK Betrieb in Zeiten hoher Residuallast (Dunkelflaute)
  - Hohe Nutzungsrade im Einwellenbetrieb (ohne Netzeinspeisung/Netzbezug)
  - Netzdienliche Nutzung von „Überschussstrom“ in Zeiten hoher EEG-Einspeisung
- Die Komponenten stehen bereits zur Verfügung und sind beliebig skalierbar von 5 bis 50 MW_{el}

changing energy

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Ben Kochs

Dr. Armin Kraft

EEB ENERKO Energiewirtschaftliche Beratung GmbH

Landstraße 20
52457 Aldenhoven

Telefon +49 (2464) 971-3
Mail info@enerko.de
Web enerko.de