

Flexibilisierung der Energieversorgung in Chemieparks durch Hochtemperatur-Wärmespeicher

Marco Prenzel¹, Annelies Vandersickel², Thomas Bauer¹

¹ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für technische Thermodynamik, 51147 Köln

² Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für technische Thermodynamik, 70569 Stuttgart

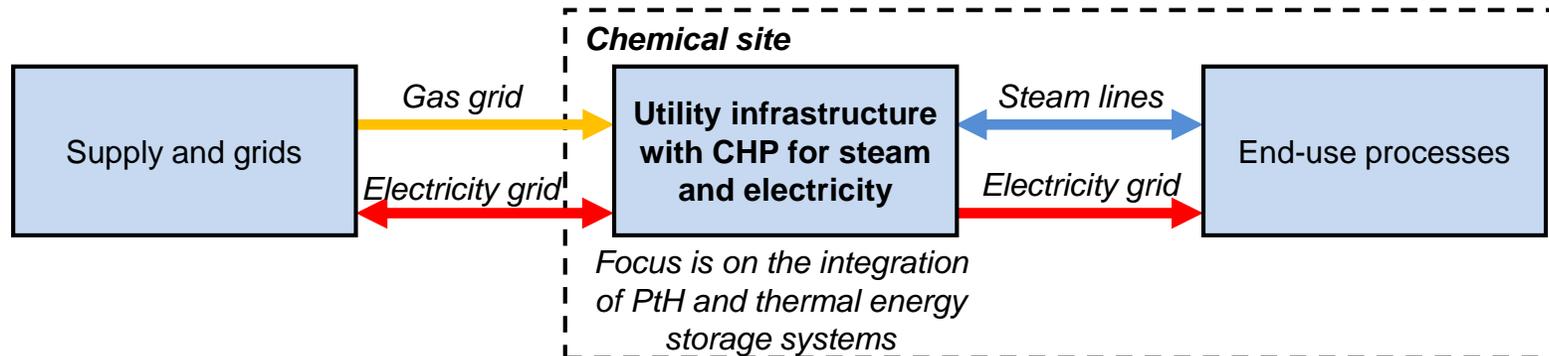


Projekt TransTES-Chem



Projektziele:

1. Identifizierung von **Wärmespeicher-** und PtH-Lösungen zur Integration von erneuerbarem Strom an **Chemieparks der Zukunft**
2. Entwicklung von Wärmespeicher-Technologien
3. Stärkung des internationalen Wärmespeicher-Netzwerks



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

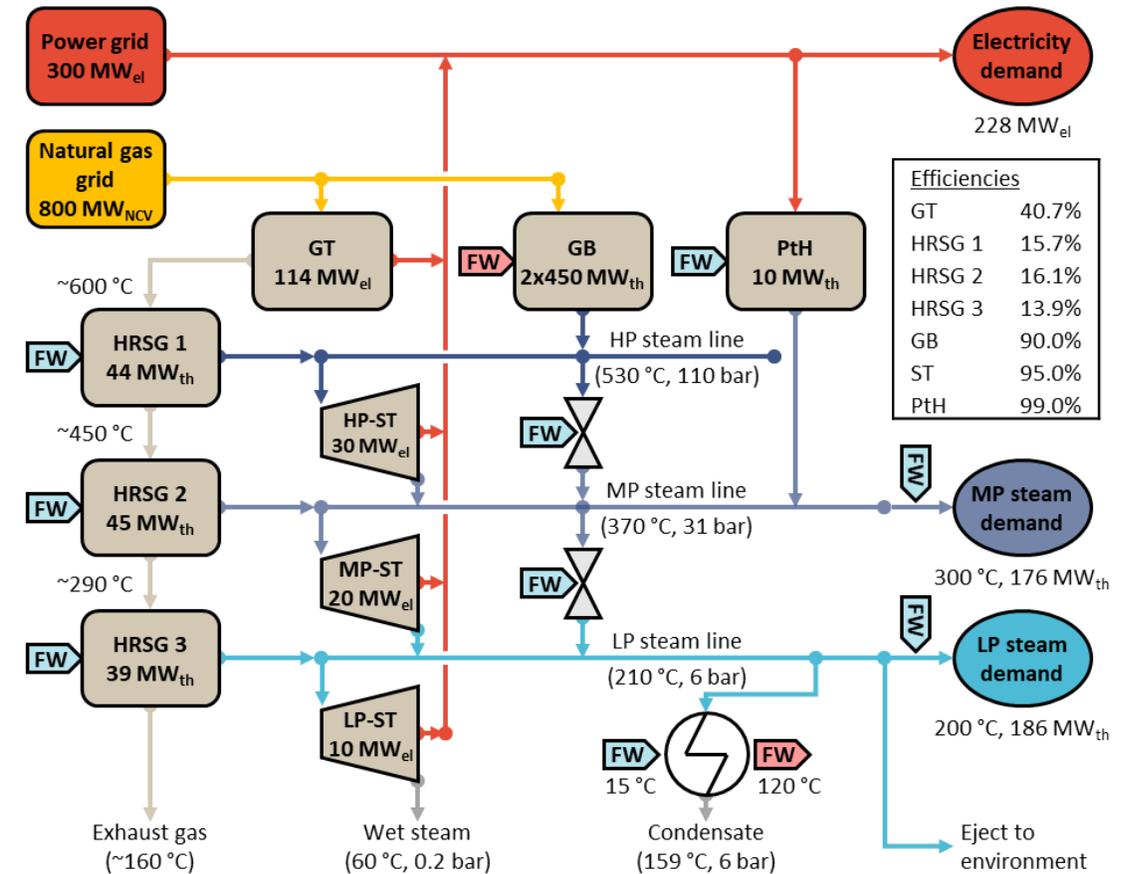


Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

FKZ 03ET1646A-E
01.09.19 – 30.11.23

Idealtypische Chemiepark-Versorgungsstruktur (iCV)

- Öffentliches Modell einer typischen Chemiepark-Versorgungsstruktur: <https://doi.org/10.1002/cite.202100164>
- Entstanden aus Literaturdaten und Currenta + Covestro Know-How
- Stündlich aufgelöste Strom- und Dampfbedarfskurven
- Implementiert in Top-Energy[®] zur Betriebs- und Strukturoptimierung

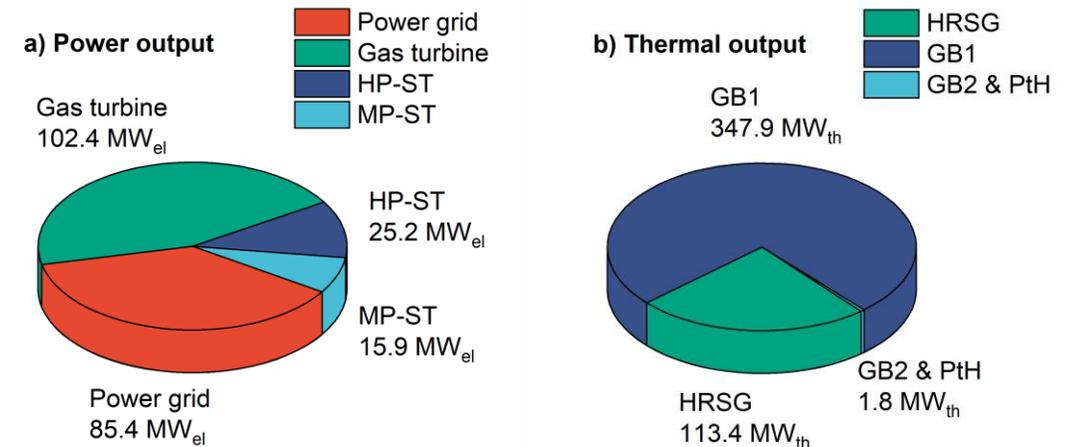


Abbreviations: FW: Feedwater, GB: Gas boiler, GT: Gas turbine, HP: High-pressure, HRSG: Heat recovery steam generator, LP: Low-pressure, MP: Medium-pressure, PtH: Power-to-heat, ST: Steam turbine

Chemiepark Betriebsstrategie ohne Speicher

Betriebsoptimierung mit realen Strom- und Gaspreisen von 2019:

- 2/3 des Strombedarfs wird vor Ort erzeugt
- Dampfbereitstellung über Gasverbrenner
- 8000 Stunden im Stromerzeugungsmodus
 - Gasturbine läuft auf 100% Last
 - Dampfturbinenauslastung angepasst am aktuellen Dampfbedarf
- Rest Netzbetrieb → Gas- und Dampfturbinen aus

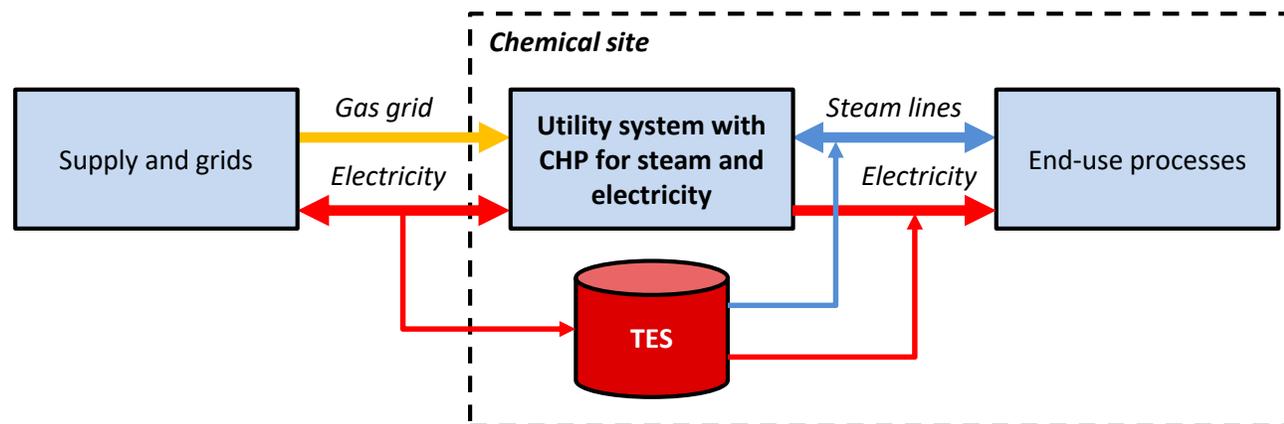


Quelle: <https://doi.org/10.1002/cite.202100164>

Speicherintegration

Integrationsstrategie: Strom → Thermischer Speicher → Kraft-Wärme-Kopplung:

- Fokus im Projekt auf Flüssigsalzspeicher (560 °C max. Temperatur, kommerziell verfügbar)
- Beladung: Elektroerhitzer
- Entladung: Dampferzeugung
- Speichertanks entkoppeln Leistungskomponenten
→ Direkte elektrische Dampferzeugung möglich



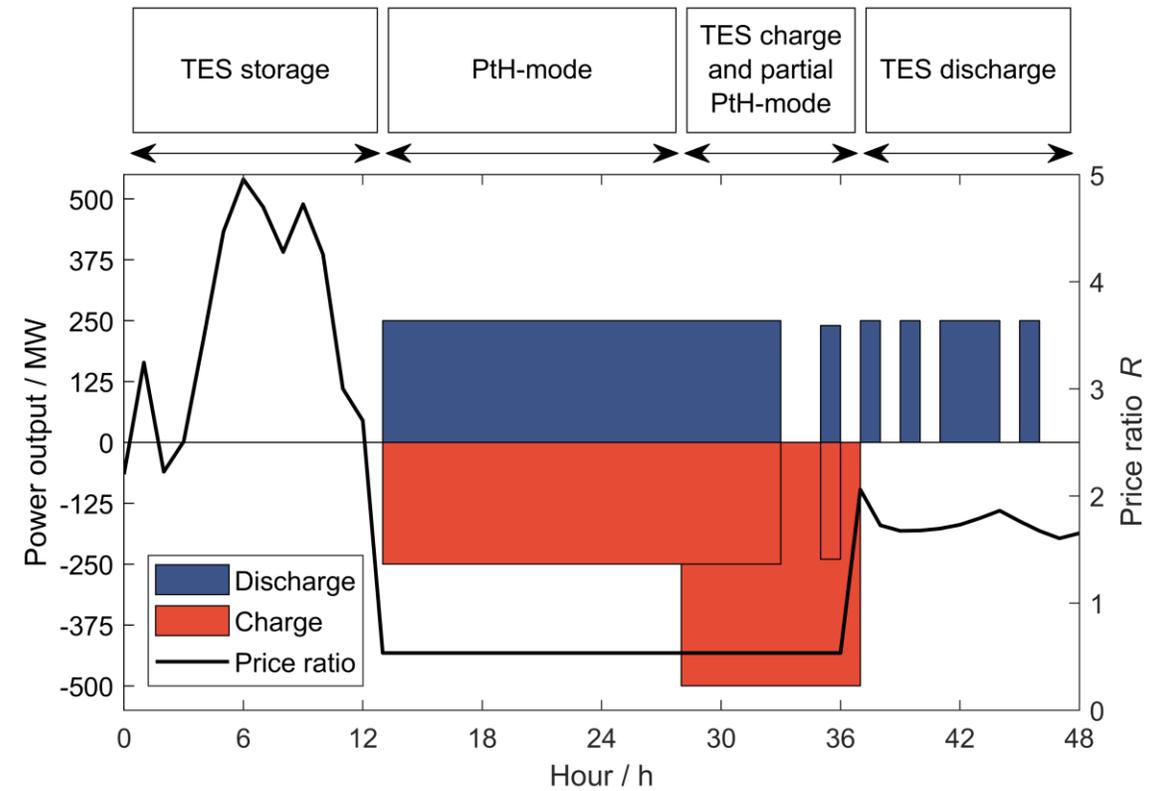
Chemiepark Betriebsstrategie mit Speicher



Verhältnis Strom- zu Gaspreis bestimmt den Speicherbetrieb

$$R = \frac{\text{Electricity price}}{\text{Gas} + \text{CO}_2 \text{ price}}$$

- Im Beispiel wurde mit konstantem Gaspreis gerechnet
- Günstiger Strom: Direkte Dampferzeugung
- Preisanstieg erwartet: Speicher wird beladen
- Nach Preisanstieg: Speicher wird entladen

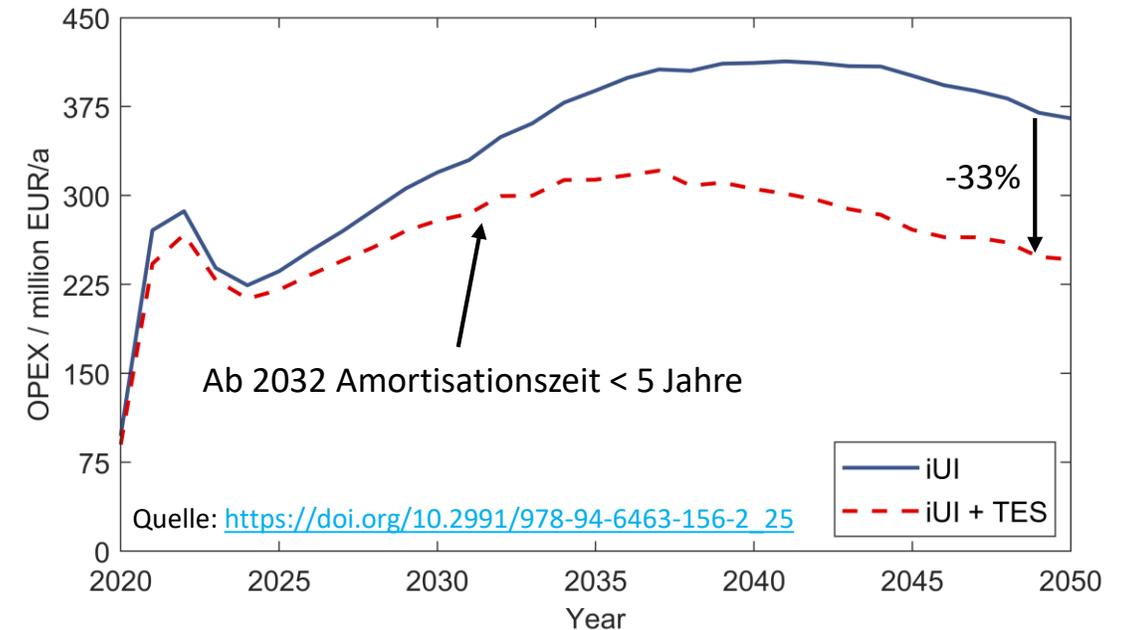
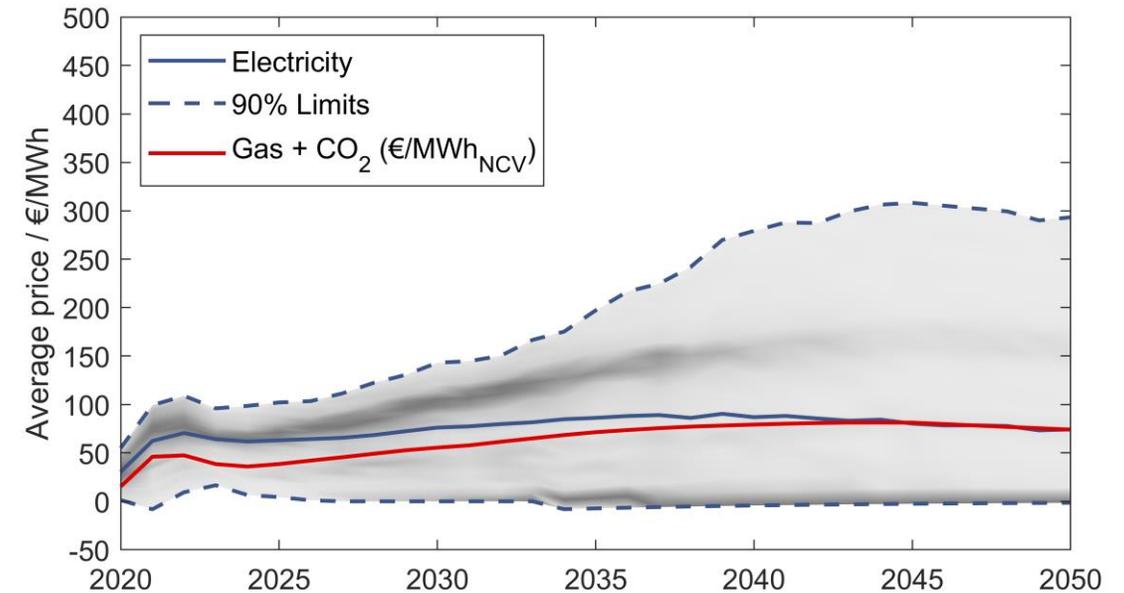


Quelle: https://doi.org/10.2991/978-94-6463-156-2_25

Wirkung des Speichers

Beispielhaftes Ergebnis für Zukunftsszenario

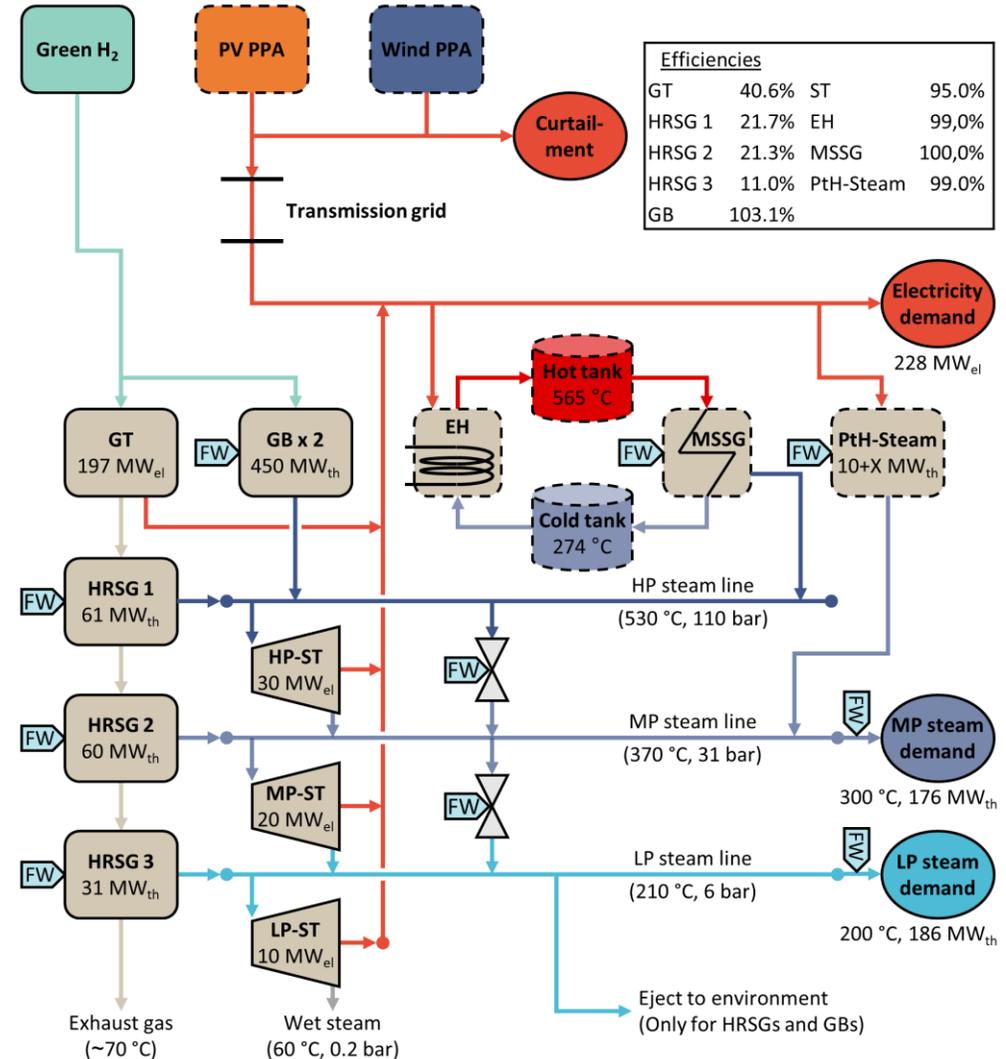
- „European Green Deal“ Szenario
 - CO₂-freier Strom und Gas ab 2045
 - Zunehmende Strompreisfluktuationen
- >70% Elektrifizierung der Dampfproduktion möglich mit großen Speichersystemen
- Ohne Maßnahmen steigen Betriebskosten erheblich
- Speicher wirkt dieser Betriebskostenzunahme entgegen
- In Zukunft ~2500h Stromerzeugungsmodus



Ausblick

„Zero-Emission“ Chempark 2035

- Erneuerbare Energieträger
 - Grüner Wasserstoff
 - PV und Wind PPAs
- Bedeutung des Speichers nimmt weiter zu
→ Integration der PPAs
- Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich
 - Betriebskosten vs. Investitionskosten
 - Einfluss Abregelung von Erneuerbaren
 - Effizienz der Flächennutzung für PPAs



Entwicklung von Flüssigsalz-Technologien am DLR



TESIS Anlage DLR, Köln

- Qualifikation von Flüssigsalzkomponenten
- Innovativer Single-Tank Schüttgut-Speicher



Projekt E-Heat

- Langzeittest mit Flüssigsalz-Elektroerhitzern
- Erhöhung des technologischen Reifegrads



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

FKZ 03EE5062A-D
01.03.21 – 28.02.25

Zusammenfassung



- Chemiepark von Heute
 - Dampfproduktion quasi komplett durch Gasverbrennung
 - Hohes Maß an Strom-Eigenerzeugung
- Chemiepark der Zukunft
 - Elektrifizierung der Dampfversorgung
 - Wärmespeicher mit P2H-Funktion senkt Betriebskosten
 - Grüne Gase als sekundäre Energiequelle und tragend für Versorgungssicherheit
- „Zero-Emission“ Chempark in 2035 möglich mit PPAs + Speicher

Vielen Dank!

Marco Prenzel

Institut für Technische Thermodynamik, Köln

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

Email: marco.prenzel@dlr.de

