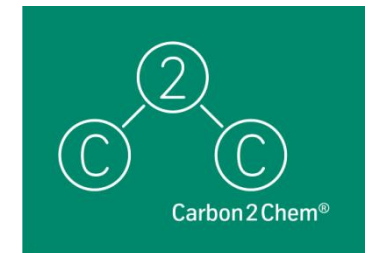
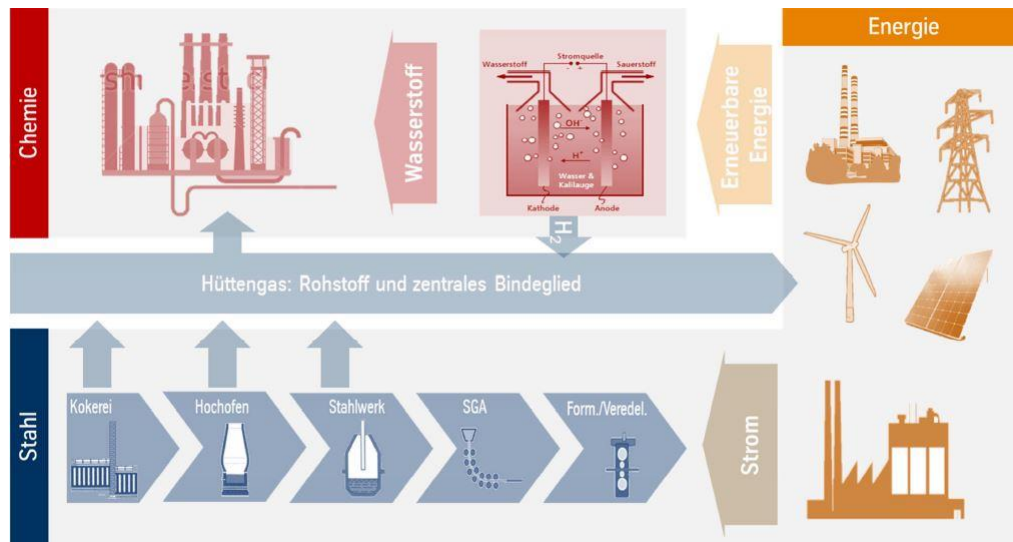


Betriebsoptimierung eines Produktionsverbundes aus Stahl- und Chemieproduktion

Mathias van Beek



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Stahlindustrie sucht Reduktionsmöglichkeiten für Emissionen

Kuppelgase im Stahlwerk

Gichtgas	<ul style="list-style-type: none">• Reduktion von Eisenoxid im Hochofen• N_2, CO_2, CO, H_2
Koksgas	<ul style="list-style-type: none">• Verkokung von Kohle• H_2, CH_4, CO
Konvertergas	<ul style="list-style-type: none">• Frischen von Roheisen im Konverter• CO, CO_2, N_2

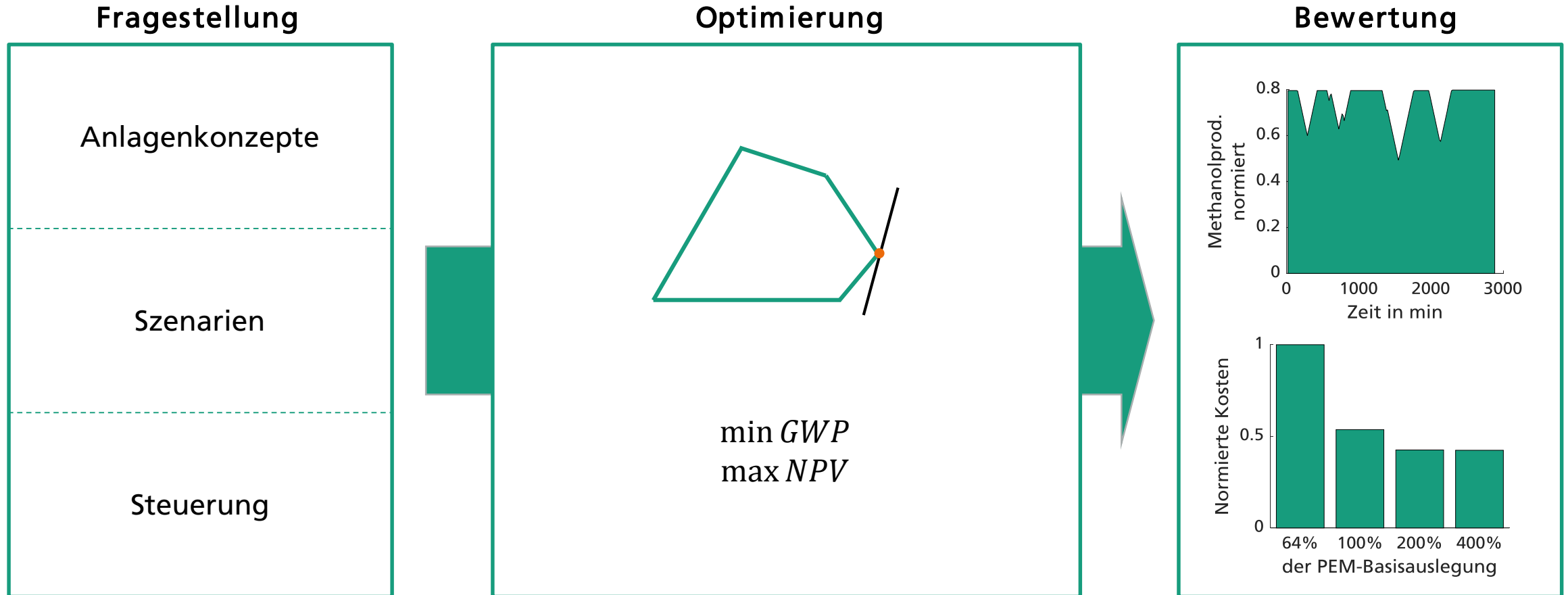
Lösungsansatz



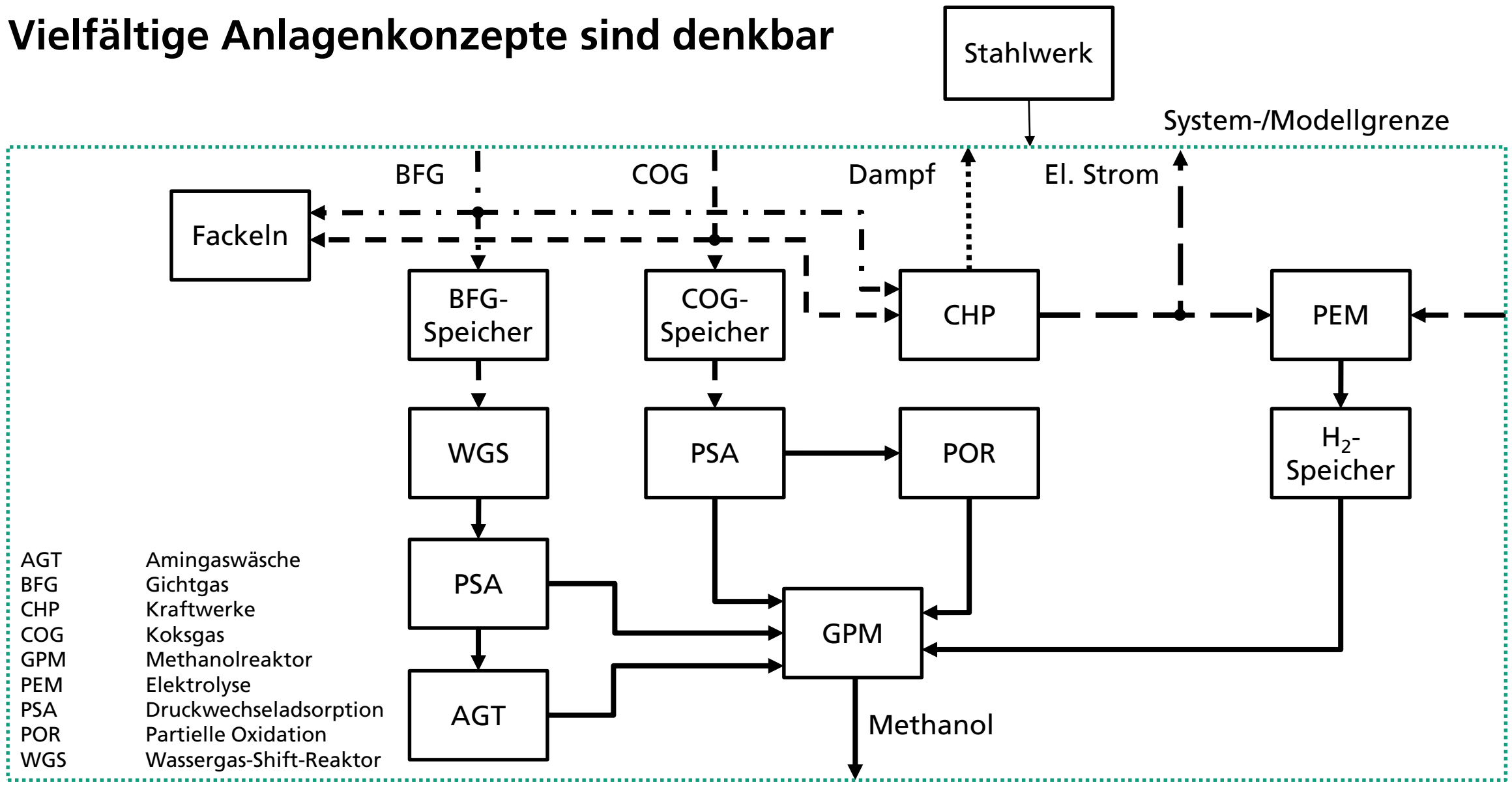
Optionen

- a. Direktreduktion von Eisenoxid
- b. Stoffliche Nutzung der Kuppelgase in Chemiesynthese

Optimierung findet Anlagen- und Steuerungskonzepte



Vielfältige Anlagenkonzepte sind denkbar



Optimierung muss dynamische Randbedingungen berücksichtigen

Methanolsynthese

Trägheit des
Gaskompressors



$$-\Delta\dot{m}_{\text{ein,max}} \leq \dot{m}_{\text{ein},t+1} - \dot{m}_{\text{ein},t} \leq \Delta\dot{m}_{\text{ein,max}}$$

Pumpgrenze
Gaskompressor



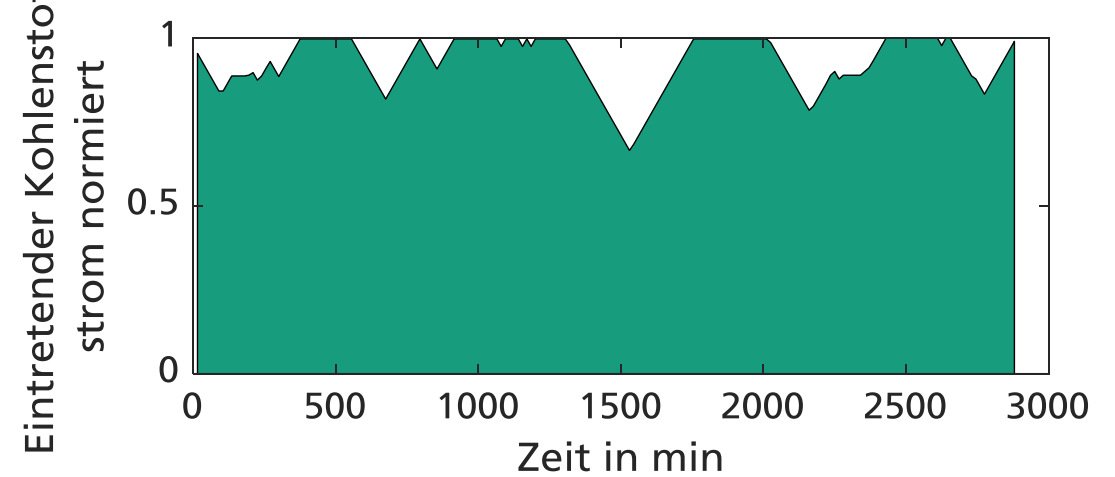
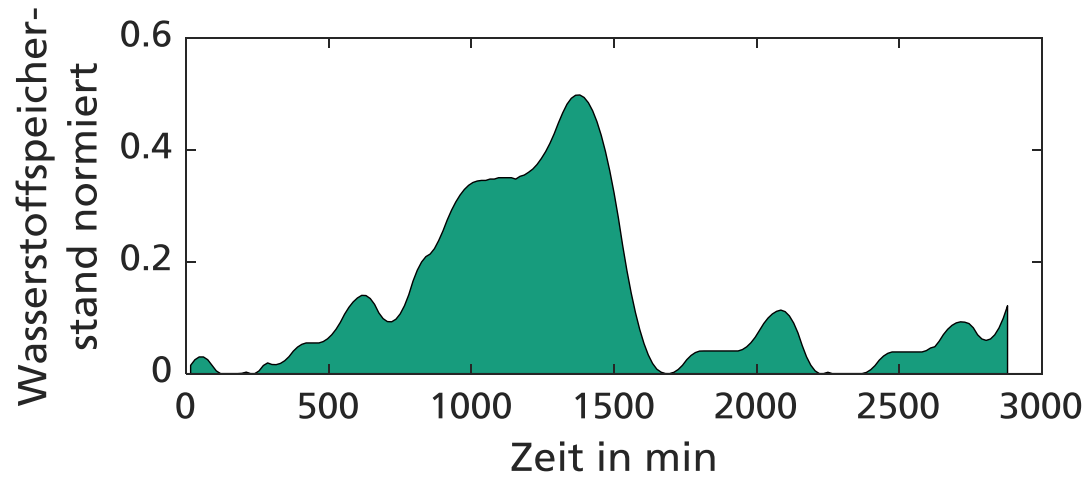
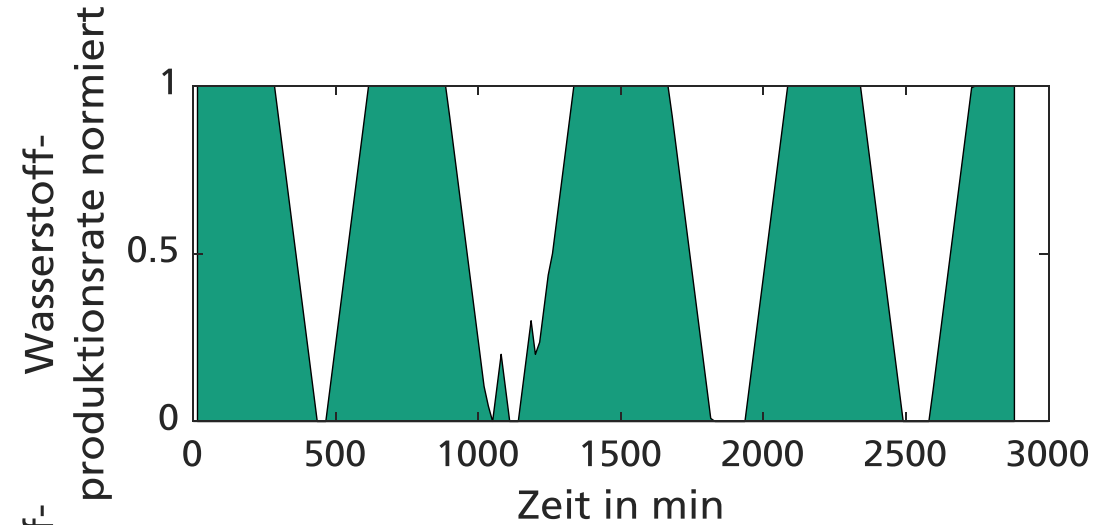
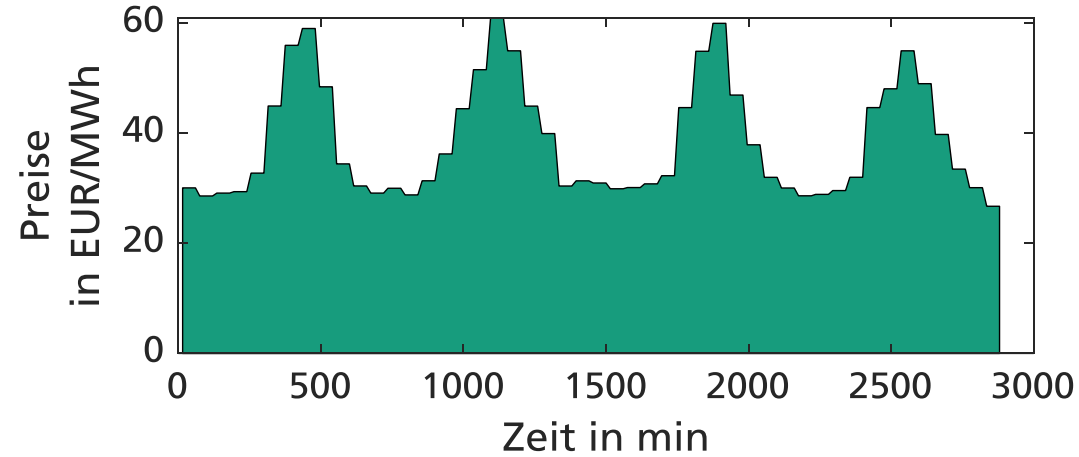
$$\delta_{\text{on}} \cdot \dot{m}_{\text{ein,min}} \leq \dot{m}_{\text{ein},t} \leq \delta_{\text{on}} \cdot \dot{m}_{\text{ein,max}}$$

Stöchiometrie

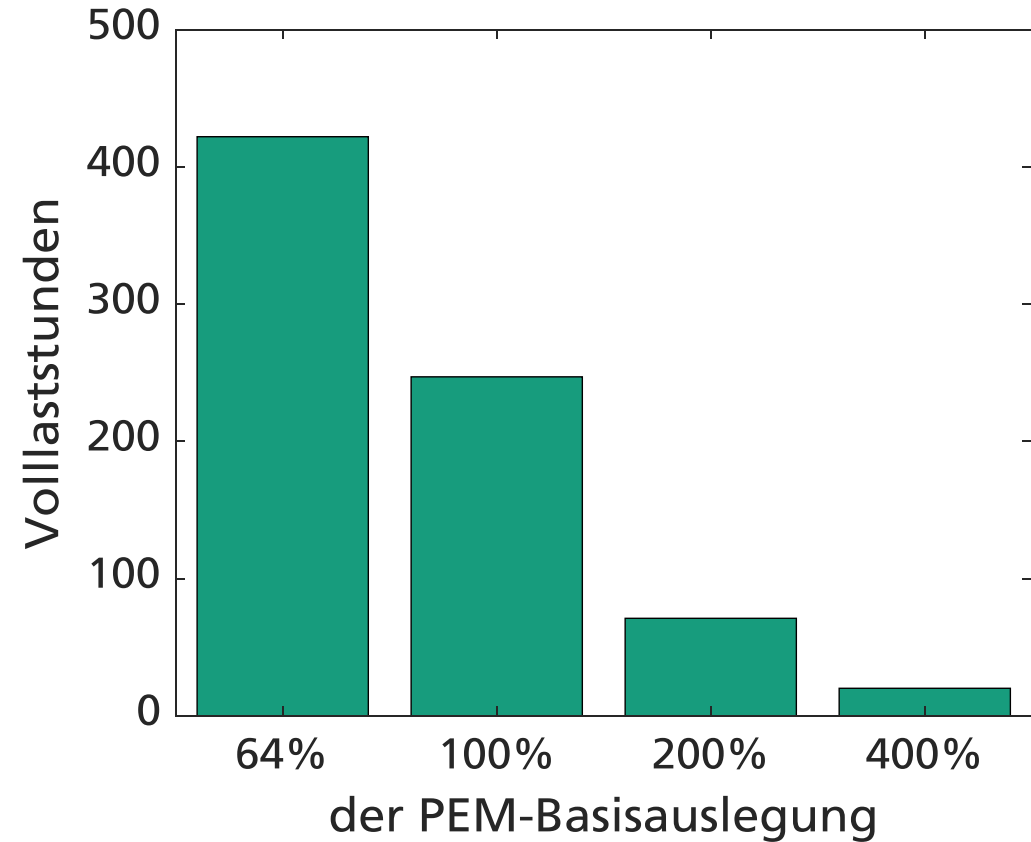
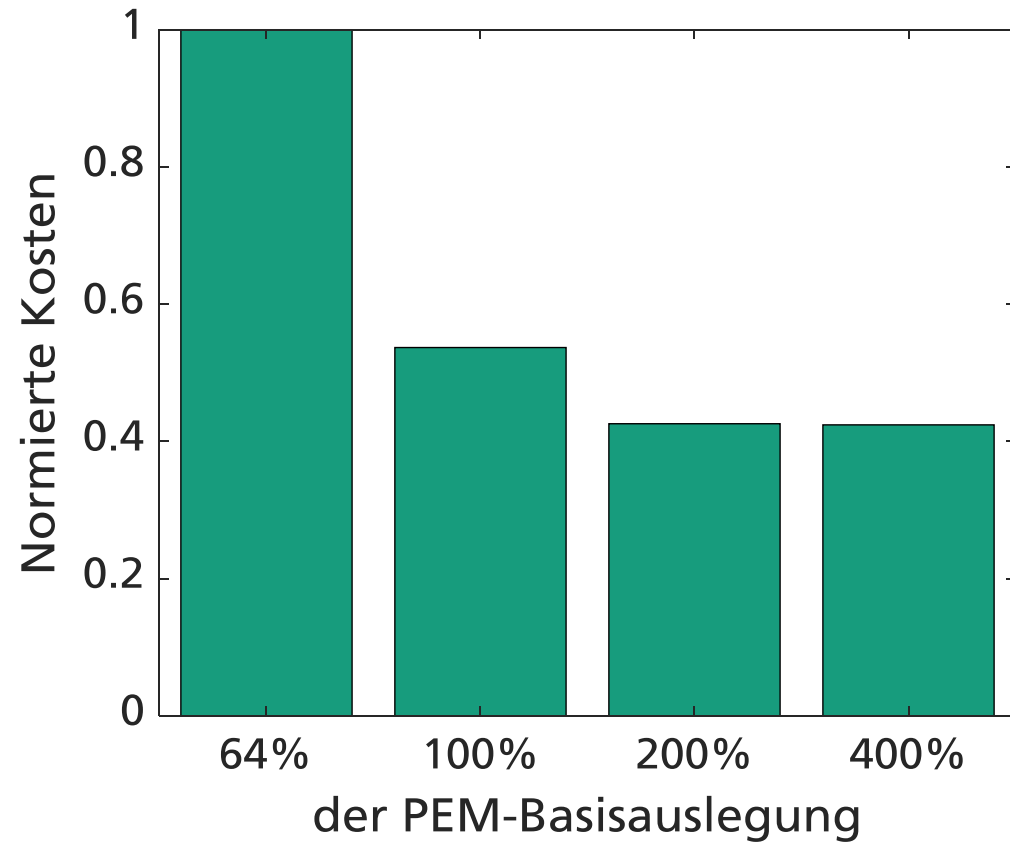


$$\frac{\dot{m}_{\text{ein,H}_2,t}}{M_{\text{H}_2}} \geq 2,05 \cdot \frac{\dot{m}_{\text{ein,CO},t}}{M_{\text{CO}}} + 3,05 \cdot \frac{\dot{m}_{\text{ein,CO}_2,t}}{M_{\text{CO}_2}}$$

Produktionsverbünde mit EE-Einbindung erfordern Flexibilität



Dynamisch abgestimmte Auslegung der Anlagen ist komplex

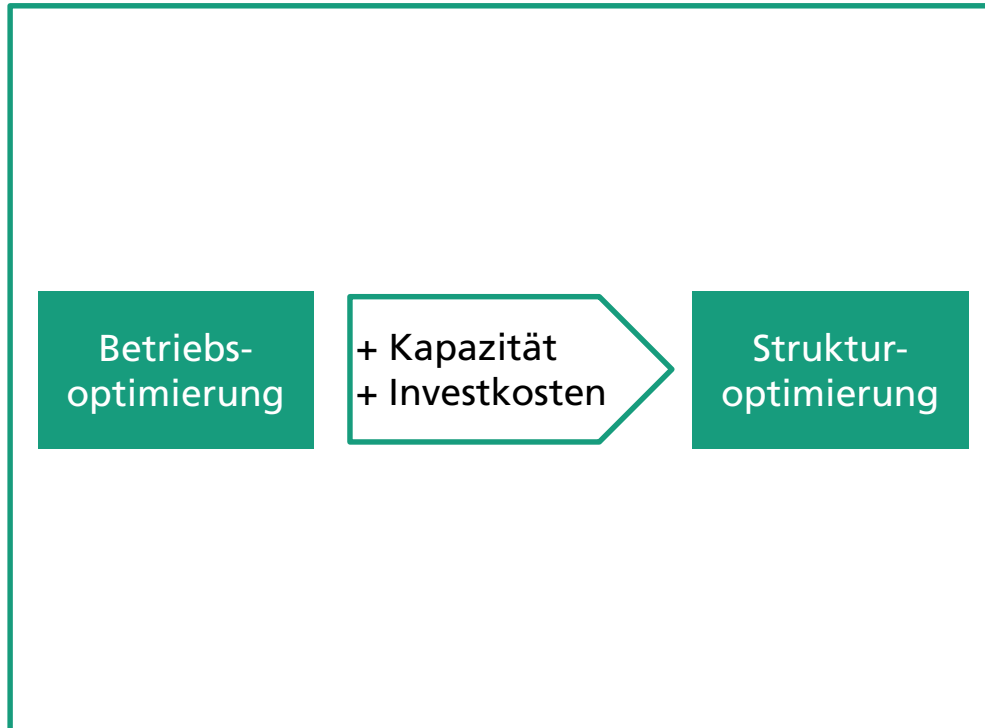


Zusammenfassung

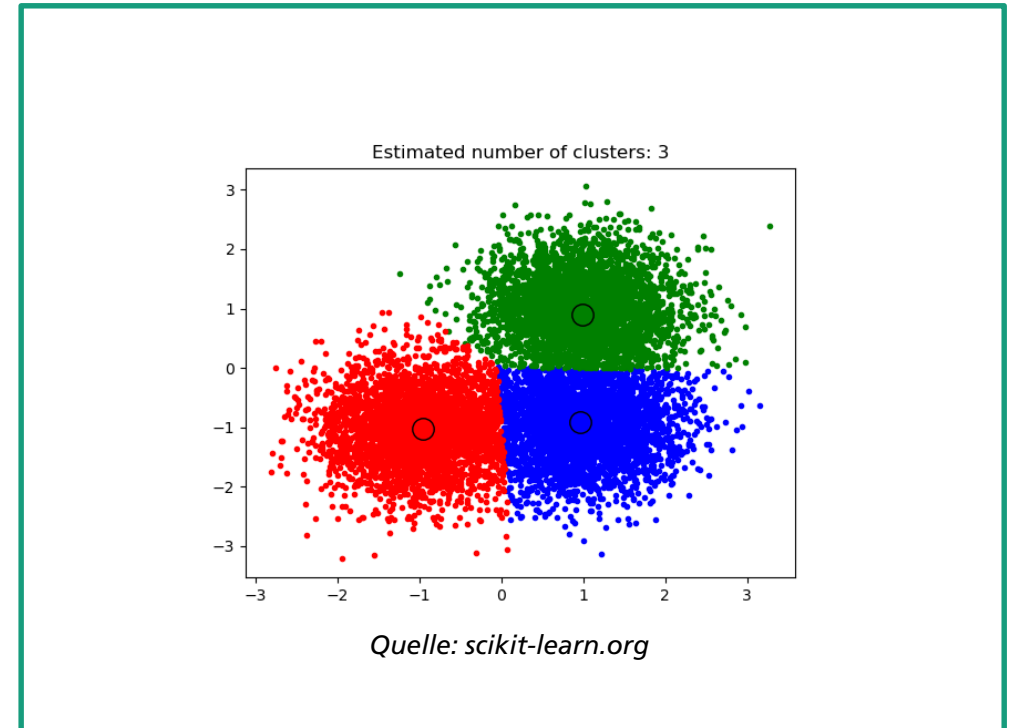
- Kopplung von Stahl- und Chemieproduktion ist eine denkbare Option zur Emissionsreduktion
- Optimierung kann den Vergleich zahlreicher Anlagenkonzepte für relevante Szenarien ermöglichen
- Dynamischer Betrieb der gekoppelten Produktion kann vorteilhaft sein
→ Investkostenbetrachtung

Ausblick: Strukturoptimierung unterstützt Investitionsentscheidung

Modellerweiterung



Rechenzeitverkürzung



Fraunhofer UMSICHT

Abteilung Energiesysteme



Fraunhofer UMSICHT
Osterfelder Straße 3
46047 Oberhausen, Germany

E-Mail: info@umsicht.fraunhofer.de
Internet: <http://www.umsicht.fraunhofer.de>

Mathias van Beek, M. Sc.

Abteilung: Energiesysteme

Telefon: +49 208 8598 1523

E-Mail: mathias.van.beek@umsicht.fraunhofer.de