

Integration und strukturelle Optimierung von chemischen Syntheserouten zur Abgasnutzung in der Stahlindustrie

Matthias Sadlowski¹, Mathias van Beek

Fraunhofer UMSICHT, Osterfelder Str. 3, 46047 Oberhausen, www.umsicht.fraunhofer.de
Telefon¹: +49 208 8598-1580, E-Mail¹: matthias.sadlowski@umsicht.fraunhofer.de

MOTIVATION

Um die CO₂-Emissionen der Stahlindustrie in Zukunft zu reduzieren, soll im Forschungsprojekt *Carbon2Chem*[®] der Kohlenstoff aus den Abgasen der Stahlproduktion in verschiedene chemische Produkte eingebunden werden. Dies erfordert einen zusätzlichen Bedarf an Wasserstoff, der im Sinne der Gesamtreduktion von CO₂ aus erneuerbaren Energien (EE) erzeugt werden muss. Für die Umsetzung des Vorhabens ist eine wirtschaftliche und nachhaltige Betrachtung des gesamten Verbundsystems vorzunehmen.

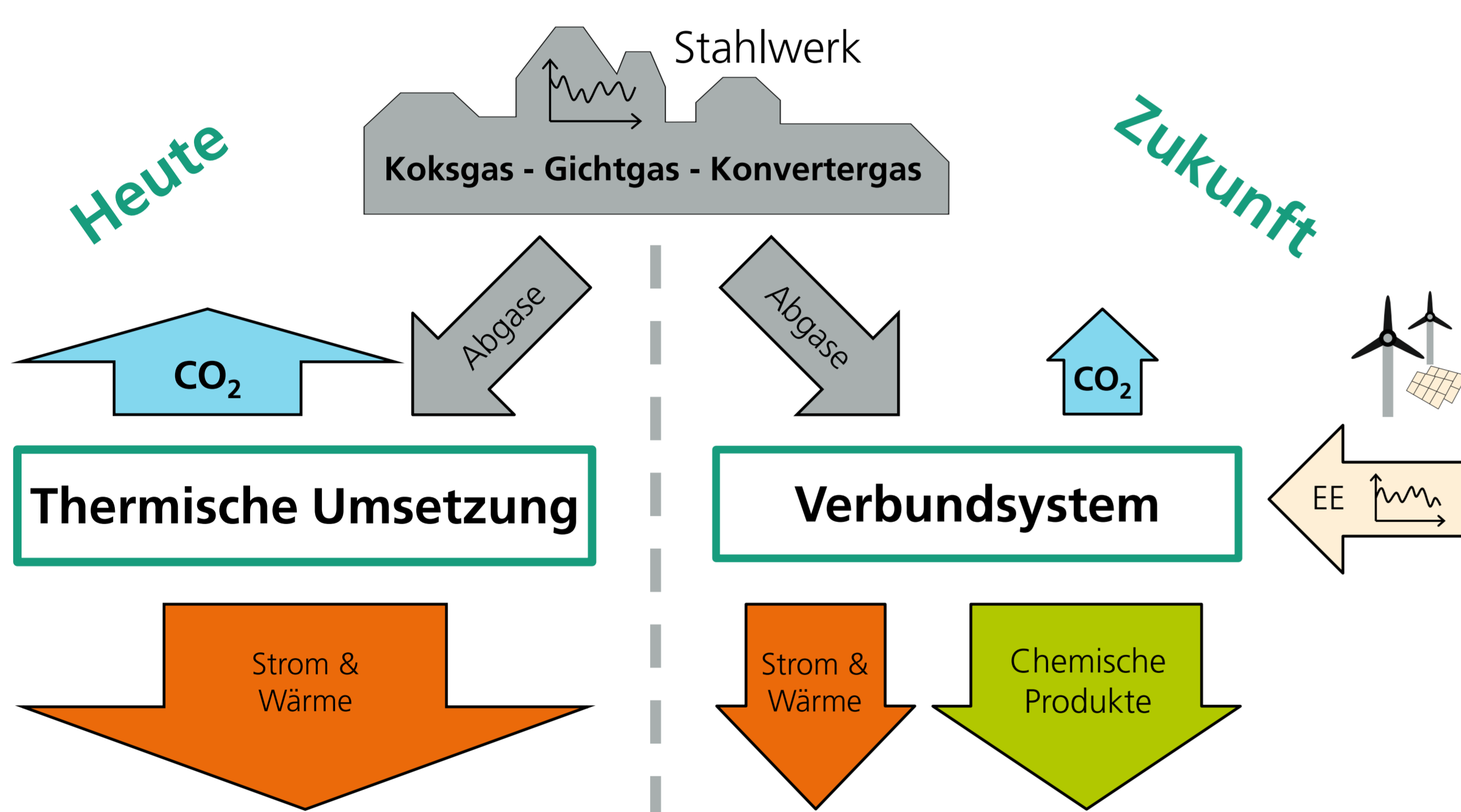


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Idee von *Carbon2Chem*[®]

PROBLEMBESCHREIBUNG

Für eine erste Investitionsentscheidung müssen die optimalen Technologien für die einzelnen Prozesse und deren Anlagengrößen bestimmt werden. Die Auslegung eines solchen zukünftigen Verbundsystems unterliegt vielen Einflussfaktoren und Unsicherheiten, die identifiziert und berücksichtigt werden müssen.

- **Marktszenarien:** Produktpreise, Spotmarkt-Strompreise, CO₂-Zertifikatspreise ...
- **Technische Randbedingungen:** Physikalische Grenzen, Sicherheitsaspekte, Reife der ausgewählten Technologie ...
- **Ökologische und politische Randbedingungen:** CO₂-Einsparpotential, Umweltgesetzgebung ...
- **Flexibilität der Anlagen:** Fluktuierendes Gas- und Stromangebot fordert flexible Fahrweise der chemischen Anlagen
- Chemie reagiert sensibel (verunreinigtes Endprodukt, Totalausfall ...)

Wie kann ein solch komplexes System beschrieben und dessen zukünftige Struktur bestimmt werden?

METHODIK

Für die Beschreibung und Analyse wird ein modellbasierter mathematischer Ansatz mit einer gemischt-ganzzahligen linearen Optimierung gewählt.

- Betrachtung aller relevanten Massen- und Energieströme der einzelnen Teilanlagen mit hinterlegten Kostenfunktionen (CAPEX und OPEX)
- CO₂-Emission werden berücksichtigt, dadurch wirtschaftliche und nachhaltige Bewertung des Verbundsystems möglich
- Optimierung berechnet aus gegebenen Zeitreihen die bestmögliche Betriebsweise, Anlagengröße und/oder Anlagentechnologie T_i

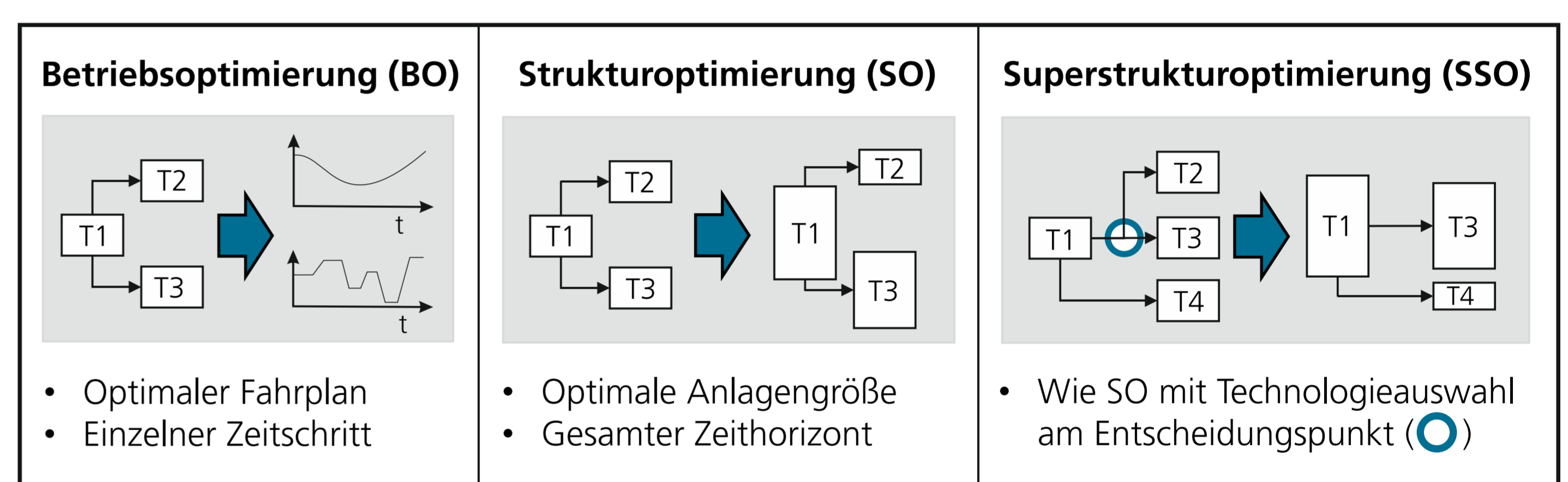


Abbildung 2: Darstellung der drei Optimierungsansätze des Modells

AUSGANGSSITUATION

Das Modell beinhaltet zum heutigen Stand folgende Features:

- Teilmodelle zur individuellen Gasaufbereitung, erste Puffersysteme, regenerative Wasserelektrolyse, Kraftwerke und die Methanolsynthese
- Betriebs- und Strukturoptimierung sind möglich
- Implementierter Rolling Horizon zur Steigerung der Recheneffizienz bei BO

ZIELE

Im Rahmen der Dissertation wird das Modell um folgende Features erweitert:

- **Neuartige Syntheserouten**
 - Düngemittel (Harnstoff)
 - Polymervorprodukte (Toluoldiisocyanat und Diphenylcarbonat)
 - Weitere lineare Alkohole (Ethanol, n-Propanol und n-Butanol)
 - Kraftstoffzusatzmittel (Oxymethylenether)
- **Superstrukturoptimierung**
 - Optimale H₂-Erzeugungstechnologie
 - Optimale Gasaufbereitungstechnologien
- **Entwicklung eines Werkzeugs, das für die erste Auslegung und Bewertung cross-industrieller Netzwerke anwendbar ist.**