

# PRESSEINFORMATION

26.03.2026 || Seite 1 | 4

## Digitaler Zwilling ermöglicht Steigerung der Ausbeute von Syntheseprozessen

Bei der Stahlherstellung entstehen große Mengen sogenannter »Hüttengase«, die reich an Wasserstoff und Kohlenoxiden sind. Im Projekt [Carbon2Chem®](#) erforschen Partner aus Industrie und Forschung die stoffliche Nutzung dieser Gase. Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE demonstrierte in einer Miniplant über einen Zeitraum von mehr als 5.000 Stunden die Umwandlung der gereinigten Abgase eines Stahlwerks zu Methanol. Die Modellierung des Prozesses in einem digitalen Zwilling der Anlage half den Forschenden, diesen zu optimieren und die Produktivität deutlich zu erhöhen. Die aufgebaute Simulationsplattform kann nun auch für andere Anwendungen wie die Herstellung von Flugkraftstoffen (Jet Fuels) genutzt werden.

Methanol ist eine Basischemikalie mit einem hohen Potenzial als Wasserstoffträger im Energiesystem der Zukunft. Aufgrund der hohen Treibhausgasemissionen bei seiner heutigen Herstellung aus Gas oder Kohle muss es in Zukunft aus erneuerbaren Quellen oder aus kohlenstoff- und wasserstoffhaltigen Abgasen hergestellt werden.

Ein solches Abgas liegt in der Stahlindustrie vor: Bei der Verhüttung von Koks und Eisenerz zu Stahl fallen erhebliche Mengen Koksofengas, Hochofengas und Konvertergas an. Dadurch sind die Hüttenwerke für etwa sechs Prozent der deutschen CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich. Das Hüttenwerk der thyssenkrupp Steel Europe in Duisburg steht im Mittelpunkt des Forschungsprojekts »Carbon2Chem®«, in dem die stoffliche Nutzung der oben genannten Hüttengase durch Partner aus der Industrie, Forschung und Lehre untersucht wird. In der zweiten Projektphase produzierte das Fraunhofer ISE in einer Miniplant insgesamt ca. 2.000 Liter Rohmethanol aus gereinigten Hüttengasen.

### Digitaler Zwilling beschleunigt Prozessoptimierung

Begleitend zu diesen praktischen Arbeiten entwickelte das Institut eine Simulationsplattform, die als digitaler Zwilling der Miniplant für die Methanolsynthese genutzt werden konnte.

»Die Basis des digitalen Zwillings ist die Kenntnis eines kinetischen Modells, das die zugrundeliegenden Reaktionen mit sehr hoher Genauigkeit beschreibt«, erläutert Simulationsexperte Dr. Florian Nestler vom Fraunhofer ISE. »Durch dessen Kombination mit einem detaillierten Reaktor- und Prozessmodell in unserem Simulationsprogramm

---

#### Kontakt

**Claudia Hanisch M. A.** | Kommunikation | Telefon +49 761 4588-5448 | [claudia.hanisch@ise.fraunhofer.de](mailto:claudia.hanisch@ise.fraunhofer.de)

**Dr.-Ing. Malte Gierse** | Syntheseprodukte: Trennverfahren und Produktionstechnologien | Telefon +49 761 4588-2540 | [malte.gierse@ise.fraunhofer.de](mailto:malte.gierse@ise.fraunhofer.de)

**Max Hadrich** | Syntheseprodukte: Testsysteme | Telefon +49 761 4588-2207 | [max.julius.hadrich@ise.fraunhofer.de](mailto:max.julius.hadrich@ise.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE | Heidenhofstraße 2 | 79110 Freiburg | [www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de)

**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SOLARE ENERGIESYSTEME ISE**

lassen sich stationäre und dynamische Betriebszustände einer ganzen Chemieanlage berechnen.«

»Auf dieser Basis lassen sich im nächsten Schritt belastbare techno-ökonomische Optimierungen vornehmen«, ergänzt Dr. Achim Schaadt, Abteilungsleiter »Nachhaltige Syntheseprodukte«.

Die konkrete Aussagekraft eines digitalen Zwillings für eine spezifische Anlage ergibt sich durch die Anpassung auf deren Kenndaten, z.B. Reaktorgeometrie, verwendeter Katalysator und einstellbare Betriebsparameter. Unter Nutzung realer Messdaten aus über 5.000 Betriebsstunden der Miniplant am Stahlwerk in Duisburg konnte der digitale Zwilling so an die reale Anlage angepasst werden, dass er das reale Verhalten der Anlage mit hoher Übereinstimmung beschreibt.

Im nächsten Schritt suchte der Optimierungsalgorithmus des digitalen Zwillings im Betriebsfenster der Anlage nach Betriebsparametern, die eine besonders hohe Produktivität ermöglichen. Die Vorschläge des Algorithmus konnten anschließend an der Anlage eingestellt werden. Insgesamt war die modellunterstützte Optimierung deutlich effizienter als eine rein experimentelle Suche nach besseren Betriebspunkten.

»Wir sind mit den praktischen und simulativen Ergebnissen aus Carbon2Chem® sehr zufrieden«, berichtet Projektleiter Max Hadrich. »Wir konzentrieren uns nach Abschluss unserer Arbeiten nun darauf, auch für andere Produkte wie Dimethylether oder Jet Fuels vergleichbare Daten zu sammeln und unsere Simulationsplattform für weitere digitale Zwillinge von Anlagen zu nutzen.«

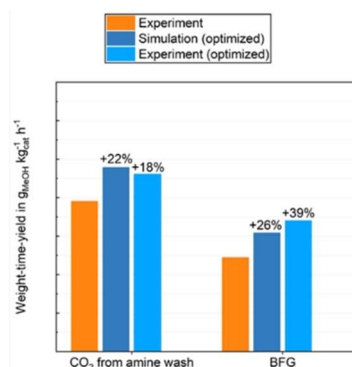
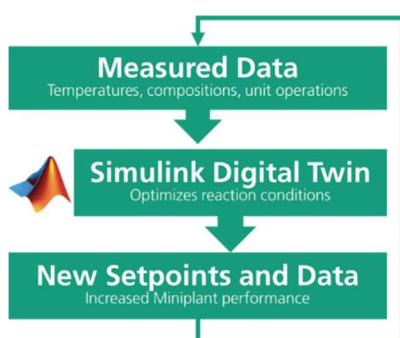
Im konkreten Anlagenbetrieb in Duisburg erreichte das Fraunhofer ISE durch Anpassung der Reaktoreintrittstemperaturen, des Rezyklatverhältnisses und der Wasserstoffbeimischung eine Steigerung der Produktionsmenge an Methanol um 39 Prozent (unter Nutzung von Wasserstoff und Hochofengas).

»Die Arbeiten des Fraunhofer ISE erlauben Planspiele für eine Reihe von Szenarien: Teillastbetrieb einer Anlage, Skalierung auf nächstgrößere Produktionsmenge, schwankende Produktionsbedingungen«, schlussfolgert Dr. Matthias Krüger vom Projektpartner thyssenkrupp Uhde. »Gerade für Power-to-X-Prozesse mit schwankenden Eingangsbedingungen sind digitale Zwillinge wichtige Werkzeuge für das Verständnis und die Optimierung der Katalysatoren und der Prozesstechnologie«, erläutert Dr. Andreas Geisbauer vom Projektpartner Clariant.

Das Projekt Carbon2Chem® wird vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) gefördert und befindet sich aktuell in der dritten Förderphase. Das Fraunhofer ISE war an den ersten beiden Phasen beteiligt und legte mit den Grundstein für eine erfolgreiche Phase 3.



Miniplant für die Umwandlung von Hüttengasen in Methanol. © Fraunhofer ISE



Die Simulation auf Basis realer Messdaten schlug Änderungen der Betriebsparameter vor. Damit konnte 39 Prozent mehr Methanol aus Hochofengas (Blast Furnace Gas, BFG) und Wasserstoff erzeugt werden. © Fraunhofer ISE

Mehr Informationen: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/carbon2chem-phase-2.html>

26.03.2026 || Seite 4 | 4