



Herausforderung „Carbon2Chem“ – Was macht die Forschung?

Im Projekt „Carbon2Chem“ wird die nachhaltige Nutzung von Stahlwerksgas (Hüttengase) am größten deutschen Standort in Duisburg erforscht. So sollen nicht nur die Emissionsbilanz und Klimaverträglichkeit verbessert, sondern auch neue, nachhaltige Rohstoffquellen für andere Unternehmen erschlossen werden. Um dieses innovative Konzept umzusetzen, werden Forscher und Entwickler Lösungsoptionen für verschiedene technologische Herausforderungen liefern müssen.

Herausforderung 1: Hüttengase aufbereiten

Beim Verhüttungsprozess wird Eisenerz durch die Reduktion mit Kohle und Koks in Eisen umgewandelt. Die bei diesem Prozess entstehenden Hüttengase enthalten – je nach Entstehungsort auf der Hütte – die Bestandteile Kohlendioxid (CO₂), Kohlenmonoxid (CO) und Wasserstoff (H₂) in veränderlichen Mengen. Diese Stoffe können als Ausgangsstoffe für chemische Produkte genutzt werden.

Bestandteile der unterschiedlichen Hüttengase im Stahlwerk

	Kokerei- gas	Hoch- ofengas	Konver- tergas
Stickstoff (N ₂)	5 %	49 %	14 %
Wasserstoff(H ₂)	61 %	4 %	4 %
Kohlenmonoxid (CO)	6 %	25 %	65 %
Kohlendioxid (CO ₂)	2 %	23 %	17 %
Sonstiges (auch Spurenelemente)	26 %	> 0 %	> 0 %

Quelle: Angaben der thyssenkrupp AG

Allerdings müssen die Gasströme vor der weiteren Nutzung erst gereinigt und im richtigen Verhältnis gemischt werden. Grund sind Inhaltsstoffe die im metallurgischen Prozess entstehen und die die nachfolgenden katalytischen Prozesse stören. Um die katalytischen Prozesse durchführen zu können, müssen die Gasströme ständig auf ihre störenden Inhaltsstoffe hin analysiert werden. Nur so können diese am Ende auch effektiv entfernt werden.

Diese Forschungsarbeiten erfolgen im Verbund L3: Gasreinigung und Gaskonditionierung (Linde).

Herausforderung 2: Bestandteile des Hüttengases chemisch nutzen

Ziel ist es, die Bestandteile CO₂, CO und H₂ als Ausgangsstoffe für die weitere chemische Verwertung zu nutzen. Wenn die Hüttengasströme entsprechend gereinigt worden sind, kann die chemische Nutzung der Stoffe beginnen. Dafür müssen ökonomisch und ökologisch sinnvolle Reaktionspfade erarbeitet werden.

Aufgabe der Forschung ist es, die bestmöglichen Katalysatoren zu identifizieren, die unter den gegebenen Bedingungen großtechnisch eingesetzt werden können. Um sich möglichst viele Anwendungsbereiche offen zu halten, untersucht der Forschungsverbund gleichzeitig mehrere Reaktionswege zu verschiedenen Produkten. Zum jetzigen Zeitpunkt ist noch unklar, welche chemischen Produkte die sinnvollste Nutzung darstellen werden. Ausgehend von der Umwandlung in Methanol können sowohl höhere Alkohole (z.B. Ethanol, Propanol) als auch der synthetische Kraftstoff OME (Oxymethylenether) angestrebt werden. Darüber hinaus wollen die Partner aus den Hüttengasen Kunststoffe und Düngemittel herstellen.



Diese Forschungsarbeiten erfolgen in den Verbänden L2: Hüttengasbasierte Produktion von Methanol (AkzoNobel, Clariant), L4: Umsetzung von Kuppelgas zu Alkoholen (Evonik), L5: Carbon2Polymers (Kunststoffe; Covestro) und L6: Oxymethylenether (BASF).

Herausforderung 3: Wasserstoff bereitstellen

Für die Umwandlung der Hüttengas-Bestandteile werden große zusätzliche Mengen an Wasserstoff (H₂) benötigt. Dieser Wasserstoff soll über die Wasserspaltung mittels Elektrolyse bereitgestellt werden. Nachhaltig wird der Prozess, wenn der für die Elektrolyse benutzte Strom aus erneuerbaren Energien kommt, idealerweise aus dem Überschussstrom, der entsteht, wenn viel Wind weht und die Sonne scheint.

Dafür muss sich die Produktion von Wasserstoff mittels Elektrolyse sehr stark an dem Stromangebot am Markt orientieren, um flexibel auf kurzfristige Schwankungen reagieren zu können. Das hat eine hohe Belastung der Anlagenkomponenten zur Folge. Die Aufgabe der Forschung besteht daher in der Entwicklung eines hochflexiblen Elektrolyseverfahrens, mit dem nachhaltiger Wasserstoff bereitgestellt werden kann.

Bei der Umsetzung des Konzeptes stellt sich darüber hinaus die Frage, wie der hohe Strombedarf der Elektrolyse optimal mit den Stromnetzen gekoppelt werden kann, damit eine Entlastung der Netze erreicht wird.

Diese Forschungsarbeiten erfolgen im Verbund L1: Wasserelektrolyse bei nicht-stationärem Betrieb (thyssenkrupp).

Herausforderung 4: Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit

Stahlwerke sind hoch komplexe, integriert vernetzte Anlagenverbünde. In diesen optimierten Produktionsablauf sollen mit Hilfe des Konzepts „Carbon2Chem“ neue Abnehmer, wie die Chemieindustrie, eingebunden werden. Aus der unabhängigen Optimierung einzelner Produktionsprozesse muss im Verlauf des Projektes ein Gesamtoptimum gefunden werden.

Dafür müssen die wirtschaftlichsten Optionen zur Integration des „Carbon2Chem“-Konzeptes ermittelt werden. Die Integration der Hüttengas-Nutzung muss genau auf das Stahlwerk abgestimmt werden. Gleichzeitig muss sichergestellt werden, dass ausreichend nachhaltiger Wasserstoff zur Verfügung steht. Schließlich müssen die Umwandlungspfade für die Hüttengase an den Bedarf und die Zusammensetzung des Hüttengases angepasst werden. Voraussichtlich in 15 Jahren kann ein solches nachhaltiges Stahlwerk wirtschaftlich betrieben werden, das eine Rohstoffquelle für die Chemische Industrie bietet und so Treibhausgase nutzbar macht.

Perspektivisch soll das Konzept von „Carbon2Chem“ auf andere Stahlwerke weltweit übertragen werden und exportiert werden. Dafür müssen anpassungsfähige Optionen erarbeitet werden, die die jeweiligen Bedingungen der Stahlwerksstandorte miteinbeziehen.

Diese Forschungsarbeiten erfolgen im Verbund L0: Systemintegration (thyssenkrupp).