Weg vom CO2

Messtechnik für die Dekarbonisierung

Autoren: *Florian Kraftschik, Sales Marketing Manager Communication  
 Frederik Effenberger, Industry Manager Decarbonization  
 beide Endress+Hauser Deutschland*

Die Energiewende in der Industrie hat ein klares Ziel: die Umstellung der Energieversorgung auf eine nachhaltige Basis mit regenerativen Energien. Hierdurch soll der anthropogene CO2-Ausstoß verringert bzw. gänzlich vermieden werden, der heute durch fossile Energieträger verursacht wird. Viele Technologien zur Dekarbonisierung der Industrie haben hohe und sehr spezielle Anforderungen an die Prozessmesstechnik. Dieser Beitrag gibt einen Überblick, wie Endress+Hauser als Partner der Prozessindustrie zur Umstellung beitragen kann.

Die Energiewende ist für die chemische Prozessindustrie eine bedeutende Herausforderung, die sie möglichst rasch bewältigen muss. Die Komplexität dieser Aufgabe rührt daher, dass fossile Rohstoffe einerseits ersetzt werden müssen, da sie die Quelle des klimaschädlichen Kohlendioxids sind. Andererseits ist CO2 in der chemischen Industrie jedoch auch ein Rohstoff, der für diverse Prozesse benötigt wird. Bisher wurde dieses CO2 als Nebenprodukt erzeugt, was jedoch künftig in einer dekarbonisierten Welt nicht mehr in gewohnter Weise möglich ist.

Die Umstellung auf erneuerbare Rohstoffe und Energieträger erfordert daher häufig umfangreiche Anpassungen der bestehenden Prozesse. Sie ermöglicht zugleich neue Wege für Technologien zur CO2-Vermeidung und gleichzeitig solche zur CO2-Abscheidung und -Speicherung.

Um die verschiedenen Strategien und Ansätze zur Erreichung der Klimaziele besser beschreibbar zu machen und sowohl die Herausforderungen als auch die Lösungen zu diskutieren, werden sie für diesen Beitrag in drei Themen untergliedert:

* Der erste Punkt ist die **Elektrifizierung von Prozessen** zur Emissionsvermeidung sowie die **Effizienzsteigerung** bestehender Anlagen mit dem Ziel, Emissionen zu reduzieren, wo sie sich (noch) nicht vermeiden lassen.
* Der zweite Punkt behandelt die **Umstellung auf alternative Energieträger**, allen voran auf grünen Wasserstoff. Neben der Herstellung, dem Transport, der Nutzung und Speicherung von H2 fallen auch Power-to-Chemicals-Ansätze (P2C) oder das Thema Green Steel unter diesen Punkt.
* Das dritte Thema behandelt CO2 **als Rohstoff**, den es als Emission oder als abgeschiedenes Produkt zu erfassen gilt. Hierunter fallen Schlagworte wie Carbon Capture (CC) oder Direct Air Capture (DAC), auch die Speicherung sowie der Transport von CO2 fallen unter diesen Themencluster.

Elektrifizierung von Prozessen und Effizienzsteigerung

Als erste und vielversprechende Maßnahme kann die chemische Industrie Prozesse, wo dies möglich ist, direkt auf regenerativen – emissionsfreien – Strom aus Wind, Wasser und Sonne umstellen. Dies ist sicherlich eine der größten und vermutlich auch einfachsten Stellschrauben in der Prozessindustrie. Oftmals sind diese Umstellungen mit gar nicht so drastischen Einschnitten in die Prozesse möglich. Ein Beispiel ist die Dampferzeugung, die leicht elektrifiziert werden kann und wo infolgedessen keine Änderungen am Wärmenetz oder an der Messtechnik zur Messung und Bilanzierung der Wärmeerzeugung, -verteilung und des Wärmeverbrauchs gemacht werden müssen.

Für Prozesse, die zwar nicht sofort emissionsfrei gestellt werden können, existieren jedoch oft größere Einsparpotentiale für Emissionen, die sich durch Effizienzsteigerungen und Optimierungen der Anlagen realisieren lassen. Als Grundlage für Optimierungsmaßnahmen müssen Energieverbräuche engmaschig gemessen und bilanziert werden. Dies gelingt mit dem breit aufgestellten Feldgeräteportfolio von Endress+Hauser, mit dem sämtliche Parameter sowohl in den Kernprozessen als auch in Utilities wie Dampf-, Heiz-, Kühl- oder CIP/SIP-Kreisläufen bis hin zu eichfähigen Messstellen erfasst werden können. Das Geräteportfolio umfasst die Messparameter Druck, Durchfluss, Materialfeuchte, Flüssigkeitsanalyse, Füllstand, optische Analyse, Systemkomponenten und Temperatur. Der Messtechnikspezialist bietet neben Dienstleistungen zur Erfassung von CO2-Emissionen außerdem Digitalisierungsservices rund um das IIoT-Ökosystem Netilion, die Transparenz über die Anlagenassets schaffen und ebenfalls eine Basis für Anlagenoptimierungen bereitstellen.

Wasserstoff als Speichermedium

Der zweite Punkt dieses Beitrags zur Dekarbonisierung der Industrie betrifft die Umstellung von Anlagen auf alternative Energieträger. Entscheidend für die Emissionssenkungen durch Elektrifizierung ist die ausreichende Verfügbarkeit der regenerativen Energie. Die Sonne scheint nicht überall und zu jeder Zeit in gleichem Maße, auch die Erzeugung von Windenergie ist großen Schwankungen unterworfen. Die regenerative Energie ist somit zwar die Grundlage für die Elektrifizierung, ein Schlüsselfaktor für das Gelingen der Energiewende sind jedoch Speichertechnologien, die diese Schwankungen ausgleichen können. Ein Medium, in dem die überschüssige Sonnen- und Windenergie gespeichert werden kann, ist Wasserstoff. Die Umwandlung von Elektrizität in Wasserstoff ist zwar verlustbehaftet, jedoch kann dieser gut gespeichert und nach Bedarf relativ einfach wieder in Elektrizität zurückverwandelt werden. Die Speicherung von Energie in Wasserstoff ist unter dem Begriff Power-to-Chemicals (P2C) bekannt.

In chemischen Prozessanlagen gibt es jedoch auch Prozesse, die insgesamt so viel Energie benötigen, dass ihr Energiebedarf nicht vollständig über die regelmäßige Einspeisung von erneuerbarer Elektrizität in die Netzte abgedeckt werden kann. Diese Prozesse können komplett auf Wasserstoff umgestellt werden, der über ein Transportnetz zur Anlage angeliefert wird.

Endress+Hauser: Messtechnik für die Energiewende

Den Messgeräten und -lösungen kommt bei der gesamten Energiewende ein sehr wichtiger Stellenwert zu. Bereits heute sind sowohl Kernprozesse als auch Utilities wie z. B. Wärme-, Kühlkreisläufe oder CIP/SIP-Anlagen mit einem engmaschigen Netz an Messinstrumenten ausgestattet, um Messwerte und weitere Daten für die Prozessüberwachung und -steuerung zu erheben und an die Steuerung zu kommunizieren. Im Rahmen der Energiewende benötigen Anlagenbetreiber darüber hinaus auch präzise Messwerte über Energieeinspeisung, -verbräuche und die genaue Energiedistribution bis hin zur anlagenweiten Energiebilanzierung. Auch die CO2-Emissionen in die Umwelt müssen genauestens erfasst werden. Weil die Energiemengen exakt und zuverlässig erfasst werden müssen, sind die Anforderungen an die Messinstrumente hoch, was die Messgenauigkeiten oder die Anforderungen an die Langzeitstabilität betrifft. Denn nur wer weiß, wo die Energie in den Anlagen verbraucht wird, ist in der Lage, diese einzusparen oder auf andere Energieträger umzustellen.

Sehr speziell werden die Anforderungen an die Messtechnik jedoch besonders dann, wenn die Geräte im direkten Kontakt mit Wasserstoff stehen. Beispielsweise bietet Endress+Hauser für die Druckmessung im Elektrolyseur eine Druckmesszelle mit goldbeschichteter Membran an, die einen effektiven Schutz gegen die Diffundierung der sehr kleinen H2-Moleküle durch die Membran darstellt. Diffundiert das Gas durch herkömmliche Membran-Materialien, so kann dies zu Geräteausfällen führen.

Teils müssen Anlagen und Geräte im Kontakt mit Wasserstoff außerordentlich hohen Drücken und geringen Temperaturen standhalten und entsprechende Messbereiche abdecken. Besondere Anforderungen stellt auch die qualitative Messung des H2 als Produkt der Elektrolyse. Hier bietet Endress+Hauser mit dem Sauerstoffanalysegerät OXY5500 ein Gerät, mit dem sich zuverlässig und in Echtzeit der Gehalt an Restsauerstoff im Wasserstoff ermitteln lässt. Mit dem J22 TDLAS-Gasanalysegerät (Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy) kann darüber hinaus die Spurenfeuchte in Brenngasen in Echtzeit gemessen werden, was ebenfalls eine Aussage über die Qualität und den Brennwert von Gasen zulässt.

Beimischung von H2 in Brenngase zur Emissionssenkung

Auch wenn es technologisch bereits heute möglich wäre, Anlagenteile oder ganze Anlagen auf Wasserstoff umzurüsten, so muss jedoch einschränkend erwähnt werden, dass die Industrie sich in einer Phase befindet, in der Wasserstoff hierfür noch nicht in ausreichender Menge vorhanden ist – erst recht nicht der besagte grüne Wasserstoff aus regenerativen Energiequellen. Doch auch wenn der Brennstoffwechsel auf H2 nicht sofort vollumfänglich mit einem großen Paukenschlag erfolgen kann, lassen sich Emissionen teilweise einsparen, indem H2 anderen Brenngasen zugemischt wird. Da hierzu jedoch die genaue Gaszusammensetzung gemessen werden muss, spielt die Messtechnik wiederum eine entscheidende Rolle. Beispielsweise geschieht eine Beimischung bei der Speisung von Gasturbinen. Hier kann mithilfe von Durchflussmesstechnik sowie optischer Analysemesstechnik von Endress+Hauser die Mixtur aus Erdgas und H2 bestimmt werden und die Anlage Schritt für Schritt auf reinen Wasserstoffbetrieb umgerüstet werden. Auch die Beimischung von H2 in Winderhitzer von Hochöfen, bekannt unter dem Schlagwort Green Steel, verfolgt diesen Ansatz.

CO2 als Rohstoff: aktiv abscheidende Emissionstechnologien

Für Prozesse, die bisher noch nicht auf regenerative Energien umgestellt wurden oder für solche, bei denen dies gar nicht möglich ist, bieten sich – als dritter Punkt dieses Beitrags – aktiv abscheidende Emissionstechnologien an. Das sog. Carbon Capture (CC) fängt CO2 ein, bevor es in die Luft abgegeben wird und dort einen schädlichen Einfluss auf unser Klima nimmt. Direct Air Capture (DAC) fängt CO2 direkt aus der Umgebungsluft ein. Hierzu bieten sich verschiedene Verfahren wie z. B. die Aminwäsche an, die heute schon vielfach angewendet wird, um CO2 aus Prozessgasen, Abgasen oder auch aus der natürlichen Umluft zu gewinnen. Zur exakten Messung der CO2-Konzentration der Ausgangsgase setzt Endress+Hauser hier auf die bewährte Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy (TDLAS), damit der Prozess sicher und effizient gesteuert werden kann. Ein Beispiel, wo CC bereits angewandt wird, ist die Zementindustrie. Hier lässt sich das CO2 im Prozess zwar nicht gänzlich vermeiden, jedoch wird es durch CC-Technologie und weitere Maßnahmen eingefangen. Diese Maßnahmen helfen, kein weiteres CO2 in die Atmosphäre abzugeben, jedoch lassen sich aktiv abscheidende Vorrichtungen ebenfalls dazu nutzen, CO2 aus der Umgebungsluft durch den Einsatz von regenerativer Energie herauszufiltern.

CO2 als Ausgangsstoff für Folgeprodukte

Das Hauptaugenmerk der CO2-Wende liegt derweil zwar auf der Vermeidung und Abscheidung des Gases, jedoch spielt Kohlendioxid in der Industrie ebenso als Rohstoff eine für die Produktion wichtige Rolle. Beispielsweise wird CO2 in Treibhäusern dazu genutzt, die Photosynthese-Rate zu steigern und das Pflanzenwachstum anzukurbeln. Dies bedeutet eine Steigerung des Ernteertrags bei gleichbleibender Fläche. Auch in der Lebensmittelindustrie wird CO2 nicht nur zum Aufsprudeln von Erfrischungsgetränken benötigt, sondern ebenso als Hilfsmedium zum Abfüllen von Bier in Flaschen oder Fässer. In der Chemieindustrie wird CO2 als Rohstoff ebenso benötigt. Dort wird es fehlen, wenn Prozesse auf emissionsfreie Energieträger umgestellt werden und kein Ersatz geschaffen wird. Dies betrifft z. B. die Produktion von Methanol. An dieser Stelle wird es – so absurd es zunächst klingen mag – ggf. sogar nötig sein, eine neue Versorgungsinfrastruktur für die CO2-Versorgung aufzubauen, z. B. in Form eines Pipeline-Netzes. Für jeden dieser Speicher-, Transport- und Einspeise-Prozesse benötigen Anlagenbetreiber wiederum präzise Messdaten für die Prozesssteuerung, -überwachung und -dokumentation, für die Endress+Hauser verschiedenste Geräte, Lösungen und Dienstleistungen bereithält.

Durchgängige Messkonzepte für die Energiewende

Um die CO2-Wende zu schaffen, müssen zahlreiche Maßnahmen durchgeführt und verschiedene technologische Ansätze kombiniert werden. Endress+Hauser bietet ein breites Spektrum an Geräten und Lösungen an, um den Prozess der Umstellung der Chemieindustrie auf emissionsfreie Technologien zu bewerkstelligen. Dies sind beispielsweise Geräte speziell für den Einsatz in Wasserstoffanwendungen, die den besonderen Stoffeigenschaften der Moleküle oder den extremen Prozessbedingungen Rechnung tragen. Auch auf dem Gebiet der optischen Gasanalyse mit TDLAS-, QF- und Raman-Sensoren setzt der Hersteller Maßstäbe und unterstützt Anwender bei der präzisen Bestimmung der Zusammensetzung von Gasen, Flüssigkeiten und Feststoffen.

**Bilder**



ch22-1\_hydrogen\_1.jpg (Keyvisual für Kampagne Energiewende): In Elektrolyseur-Anlagen wird Wasserstoff dezentral aus regenerativer Energie hergestellt. © H-Tech Systems, ZSW

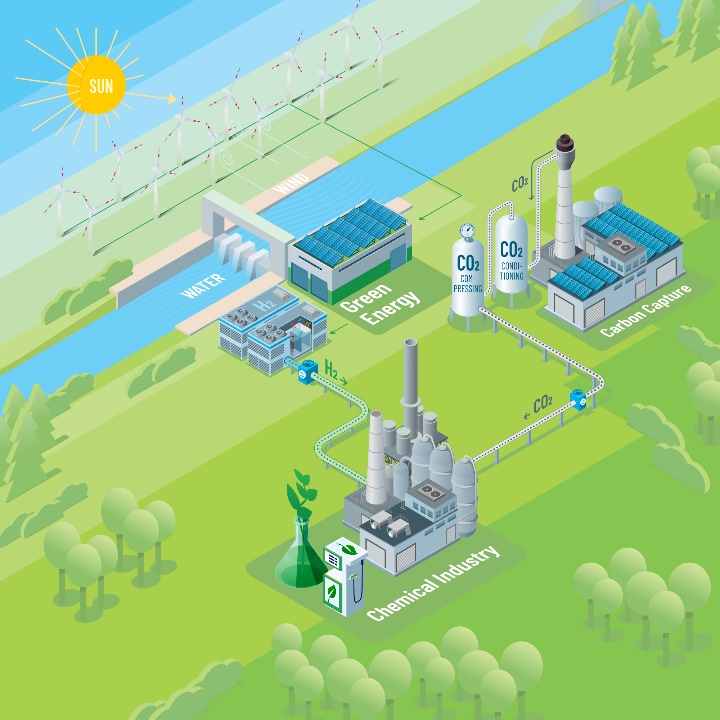
Alle weiteren Bilder © Endress+Hauser



20171106\_W6A9938.jpg: Ein engmaschiges Netz an Messinstrumenten und Energierechnern erfasst die Wärmemengen, die durch die Dampfleitungen fließen.



4 E+H DAC.jpg: Per Direct Air Capture wird CO2 direkt aus der Luft filtriert und für die Weiterverwendung gespeichert.



14 E+H Chemical Industry CC Factory.jpg: Carbon Capture ermöglicht es, CO2-Emissionen einzufangen, zu speichern und für die Industrie nutzbar zu machen.



24 E+H H2 Green Steel.jpg: Wasserstoff aus regenerativen Energien kann Brenngase in der Stahlindustrie ersetzen.