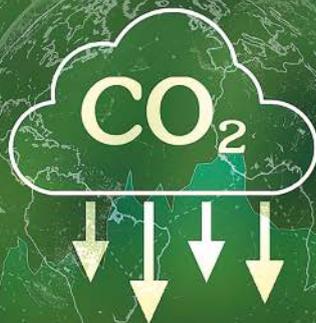


2024 → 2050



© biancha - stock.adobe.com

Herausforderungen für eine nachhaltigere Chemieindustrie

Lebenszyklusanalyse: Ein Schlüsselwerkzeug auf dem Weg zu Carbon Capture and Utilization

In der komplexen Welt der Chemieindustrie, die als fundamentale Säule zahlreicher Sektoren dient, wächst stetig die Dringlichkeit, nachhaltige Praktiken zu implementieren. Angesichts globaler Herausforderungen wie dem Klimawandel und der Notwendigkeit, die Kohlenstoffintensität zu verringern, hat sich die Fokussierung auf den gesamten Lebenszyklus der Produkte als unverzichtbar erwiesen. Die Lebenszyklusanalyse (LCA) ist dabei zugleich ein Instrument zur Bewertung und eine grundlegende Voraussetzung für alle Überlegungen im Bereich Carbon Capture and Utilization (CCU). Kohlendioxid als Rohstoff weiterzuverwenden, heißt, den CO₂-Fußabdruck zu optimieren und einen nachhaltigen Wandel voranzutreiben.



Keywords

- *Carbon Capture and Utilization (CCU)*
- *CO₂-Fußabdruck*
- *Lebenszyklusanalyse (LCA)*

Die Chemiebranche, oft als die Mutter aller Industrien bezeichnet, steht im Zentrum dieser Transformation. Gesellschaft und die Politik fordern immer lauter nach Transparenz und Nachhaltigkeit entlang der gesamten Lieferkette. Dabei geht es nicht nur um die Reduzierung der direkten Emissionen, sondern um eine ganzheitliche Betrachtung der Umweltauswirkungen – von der Gewinnung der Rohstoffe bis zum Ende des Produktlebenszyklus. Die LCA ermöglicht es, diese komplexen Interaktionen zu quantifizieren und zu verstehen, mit welchen Maßnahmen Unternehmen ihren ökologischen Fußabdruck gezielt reduzieren können. Diese umfassende Perspektive ist entscheidend, um die wahren Umweltauswirkungen zu erfassen und bspw. mit CCU-Ansätzen effektive Strategien für eine grünere Chemieindustrie zu entwickeln.

Systematische Analyse des gesamten Produktionssystems

Der LCA (Life Cycle Assessment) ist eine umfassende Ökobilanz, die Umweltbelastungen durch Produkte, Prozesse oder Dienstleistungen entlang ihres Lebenszyklus sys-

tematisch bewertet – von der Produktion bis zur Entsorgung. Dabei werden nicht nur direkte Emissionen und Ressourcenverbräuche in der Produktions- oder Nutzungsphase erfasst, sondern auch jene, die in den vorgelagerten und nachgelagerten Prozessen, wie der Beschaffung von Rohstoffen, entstehen. Als ein standardisiertes Verfahren (DIN EN ISO 14040/44) dient die Ökobilanz vielen Zwecken: von der Produktentwicklung über die strategische Planung bis hin zum Marketing.

Der CO₂-Fußabdruck spielt im Rahmen der LCA eine zentrale Rolle, da er einen spezifischen Aspekt der Umweltauswirkungen eines Produkts, Prozesses oder einer Leistung beleuchtet: die Gesamtmenge an Treibhausgasen – vorrangig Kohlendioxid. So entsteht ein umfassender Überblick über den Beitrag einer bestimmten Aktivität zum globalen Klimawandel.

Quantifizierung von Treibhausgasemissionen im Rahmen von LCAs

CO₂-Fußabdrücke im Kontext von Lebenszyklusanalysen zu bewerten, wird immer wichtiger. Im Vordergrund stehen hier insbesondere die verschiedenen Kategorien von Treibhausgasemissionen, von Scope 1 bis Scope 3. Diese Kategorisierungen, die durch das „Greenhouse Gas (GHG) Protocol“ definiert sind, ermöglichen es Unternehmen und Organisationen, ihre Emissionen systematisch zu erfassen und zu steuern.

- Scope 1 fokussiert direkte Emissionen, die aus unternehmenseigenen Quellen stammen, bspw. aus Verbrennungsprozessen.
- Scope 2 umfasst Emissionen, die sich aus dem Verbrauch von extern bezogener Elektrizität, Dampf, Wärme und Kühlung ergeben. Obwohl diese Emissionen außerhalb des Unternehmens entstehen, sind sie doch dem industriellen Betrieb des Unternehmens zuzuschreiben.
- Scope 3 beinhaltet alle weiteren indirekten Emissionen, die entlang der gesamten Wertschöpfungskette anfallen, aber nicht in der Hand des Unternehmens liegen.

Durch eine integrierte Betrachtung dieser drei Scopes im Rahmen eines LCAs erhalten Unternehmen einen umfassenden Überblick über die gesamten Umweltauswirkungen ihrer Geschäftstätigkeit.

Strategische CO₂-Optimierung durch Scope-Unterscheidung

Die präzise Aufgliederung von Emissionen in die Scopes 1 bis 3 erlaubt es Unternehmen, klar zu erkennen, welche Geschäftsbereiche den stärksten Einfluss auf ihren CO₂-Fußabdruck haben. Mit diesem Wissen identifizieren sie Optimierungsmöglichkeiten und können

gezielte strategische Maßnahmen zur Emissionsminderung planen.

- So können Chemieunternehmen durch die Analyse von Scope 1 und 2 bspw. ihre Abhängigkeit von externen Energiequellen ermitteln, besonders wenn diese Energie komplett zugekauft ist und Lieferanten entsprechende Daten bereitstellen.
- Die Betrachtung von Scope 3 versetzt sie zudem in die Lage, den Ressourcenverbrauch für einzelne Produktionsprozesse detailliert zu bewerten. Dies umfasst nicht nur den Einsatz und den Transport von Rohstoffen, sondern auch den Verbrauch von Energie, Wasser und anderen Hilfsmitteln wie etwa den in der Produktion erforderlichen Stickstoff.

Zudem wird transparent, welche Menge und Art von Abfall entsteht, welche Entsorgungswege genutzt werden und welche Rolle die Abwasseraufbereitung spielt. Dabei ist besonders relevant, den Gehalt bestimmter Substanzen im abgegebenen Abwasser zu bestimmen und zu bewerten. Solch eine differenzierte Betrachtung der Scopes versetzt Unternehmen in die Lage, fundierte Entscheidungen zu treffen, die sowohl ökologisch als auch ökonomisch von Vorteil sind.

CO₂-Fußabdrücke zu bewerten, ist der erste Schritt zu einer sinnvollen Weiternutzung im Kreislauf. So schafft ein LCA die Ausgangsbasis dafür, sich aktiv mit Carbon Capture zu beschäftigen und kontinuierlich nach weiteren Möglichkeiten zu suchen, wie sich CO₂ in der Atmosphäre reduzieren lässt. Außerhalb Deutschlands ist das Vorgehen schon weiter verbreitet, abgeschiedenes CO₂ aufzubereiten, zu komprimieren und zu einer Speicherstätte zu transportieren. Zukünftig wird es bedeutsam sein, weitergehende Carbon-Capture-Utilisation-Methoden zu entwickeln, die das Treibhausgas CO₂ zu einem relevanten Rohstoff machen.

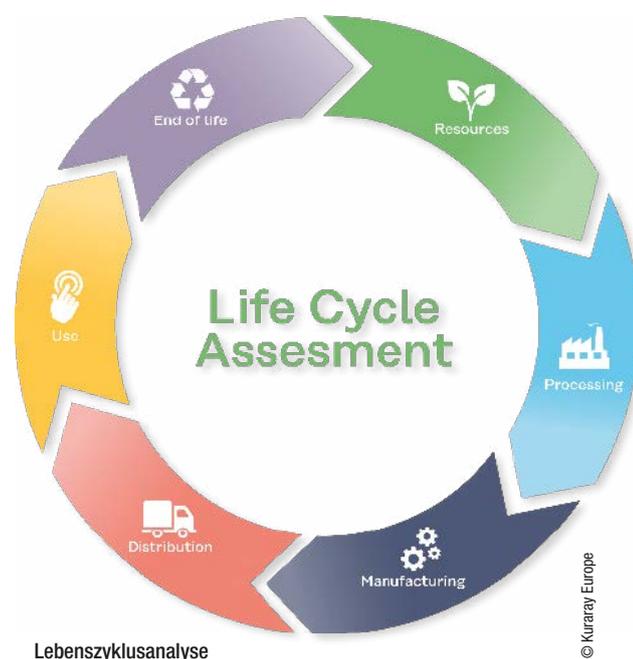
Der CCU-Ansatz: CO₂ als Rohstoff weiterverwenden

Zwar sind Kohlendioxidemissionen schädlich, wenn sie in die Atmosphäre gelangen, aber Kohlenstoff selbst ist in der chemischen Industrie Rohstoff und Ausgangsbasis für zahlreiche Produkte. So gibt es etwa interessante Entwicklungen beim MTO-Prozess (Methanol to Olefins). Hier wird CO₂ als Rohstoff für Methanol genutzt, um die Effizienz zu steigern und die CO₂-Emissionen zu reduzieren.

Aus Methanol lassen sich mit Hilfe von Katalysatoren Olefine wie Ethylen und Propylen produzieren. Diese Olefine sind wichtige Bausteine für die petrochemische Industrie und dienen zur Herstellung einer Vielzahl von Produkten, darunter Kunststoffe, Lösungsmittel und andere Chemikalien. Der MTO-Prozess umfasst typischerweise die Umwandlung von Methanol in Dimethylether (DME) als Zwischenprodukt, aus dem dann schließlich die Olefine entstehen. In diesem Verfahren wird CO₂ chemisch umgewandelt und in den Produktionsprozess integriert, sodass sich die Gesamtbilanz der Treibhausgasemissionen verbessert. Ein weiteres Beispiel für eine CCU-Methode ist die Herstellung von synthetischem Kerosin aus CO₂ und Wasserstoff. Da dieser Prozess äußerst energieaufwendig ist, lässt er sich allerdings nur mit grünem Strom sinnvoll umsetzen.

CO₂-Weiterverarbeitung benötigt gesetzlichen Rahmen

In der Regel liegt CO₂ zunächst in gasförmigem Zustand vor. Um es für weitere Anwendungen nutzbar zu machen, muss es verflüssigt und transportiert werden – was keine immensen Energieaufwände braucht. Unternehmen, die ihr CO₂ abgeben wollen, sollten dafür allerdings an eine Pipeline angeschlossen sein. Die Herausforderung: Um eine entsprechende CCU-Infrastruktur zu schaffen, fallen immense Investitionen an. Damit die Entwicklungen und Forschungen für verantwortungsvolle und nachhaltige Stoff- und Energiekreisläufe weiter voranschreiten können, brauchen Unternehmen die Sicherheit, was erlaubt ist und welche Vorteile die Weiterverwendung von CO₂ für sie hat – im Sinne einer positiven Anrechnung auf ihre Gesamtbilanz. Was also erforderlich ist, damit eine geeignete Infrastruktur für die Wei-



terverwendung von CO₂ entstehen kann, ist ein entsprechender gesetzlicher Rahmen. Derzeit existiert aber in Deutschland bspw. noch ein Verbot der CO₂-Speicherung. Die „EU Industrial Carbon Management Strategy“, die die Europäische Kommission im Februar 2024 vorgestellt hat, will allerdings die Möglichkeiten der CO₂-Abscheidung, -Speicherung und -Nutzung deutlich vorantreiben. Die Kommission plant, einen europäischen Binnenmarkt für industrielles Kohlenstoffmanagement zu schaffen.

Strategie zur Speicherung und Nutzung von CO₂

Als integraler Bestandteil der EU-Klimaziele für 2040 legt die Strategie der Kommission den Fokus auf die Förderung von Technologien zur CO₂-Abscheidung, Entnahme, Speicherung (CCS) und Nutzung (CCU). Sie setzt sich das ambitionierte Ziel, bis 2040 280 Mio. t und bis 2050 rund 450 Mio. t CO₂ in Europa zu reduzieren. Trotz des Ausbaus erneuerbarer Energien und der Entwicklung von Wasser-

stofftechnologien wird anerkannt, dass einige industrielle Prozesse technisch bedingt nicht vollständig CO₂-frei gestaltet werden können – weshalb CCS- und CCU-Technologien als essenziell dafür gelten, Klimaziele zu erreichen. Die Kommission sieht allerdings Herausforderungen im europäischen CO₂-Markt, wie Unsicherheiten bezüglich der CO₂-Preisentwicklung und einen noch lückenhaften rechtlichen Rahmen. Um diese Herausforderungen zu adressieren, plant sie, Regelungen für den CO₂-Transport und die -Speicherung zu erarbeiten, die unter anderem die Marktstruktur und Investitionsanreize klären sollen. Dies soll den Grundstein für einen harmonisierten CO₂-Markt in Europa legen – als sinnvolle Ergänzung zur bestehenden Klimapolitik der EU.

Das Potenzial von CCU in einer gemeinschaftlichen Vision

In der Vision einer nachhaltigeren Chemieindustrie nimmt Carbon Capture and Utilization eine zentrale Rolle ein. CCU-Technologien ver-

sprechen die Möglichkeit, CO₂ nicht als bloßes Abfallproblem zu betrachten, sondern als wertvollen Rohstoff, der in technischen Kreisläufen wiederverwendet wird. Dieser Ansatz ist für die Schaffung geschlossener Kreisläufe fundamental und trägt maßgeblich zur Reduktion von Treibhausgasemissionen bei.



Dr. Jörg Schappel,
Director Safety,
Health & Sustainability
Kuraray Europe

Wiley Online Library



Kuraray Europe GmbH

www.kuraray.eu · www.kuraray-poval.com/de/
www.mowital.com/products/brochures/

Alternative Medien sicher umschlagen

Angesichts hoher Anforderungen zur Umsetzung der Energiewende unter Gewährleistung der Versorgungssicherheit sowie aktuellen und zukünftigen branchenübergreifenden Regelwerken zum Schutz der Umwelt steht die gesamte Prozessindustrie vor enormen Aufgaben. Das Spektrum an Chemikalien, Kraft- und Rohstoffen, das unter Beachtung strengster Sicherheitsregularien umgeschlagen, verarbeitet und/oder in Energie umgewandelt werden muss, verbreitert sich stetig. Im Kontext vielverspre-

chender Brückentechnologien stehen alternative Kraftstoffe wie LPG, LNG, CNG, Wasserstoff (H₂) und verflüssigter Wasserstoff (LH₂) aktuell im Fokus. Elaflex beschäftigt sich als Spezialist für Betankungs- und Umschlagtechnik seit Jahren intensiv mit den besonderen Herausforderungen dieser Medien. Die Kompetenzschwerpunkte der inzwischen mehr als 23 Unternehmen der Unternehmensgruppe ergänzen sich hier und bieten neue und bewährte Lösungen: Schlauchleitungen und Armaturen für Wasserstoff im Nie-

der- und Hochdruckbereich (bis 700 bar) von Elaflex, Kompensatoren in großen und übergroßen Durchmessern von ditec für besonders anspruchsvolle Einsatzbereiche, neue DCC-Trockenkupplungen und halbautomatische pneumatische Zapfventile für LH₂ von MannTek, Folienwickelschläuche für kryogene Anwendungen von Dantec. Neu entwickelt wurden die doppelwandigen Schlauchleitungslösungen DualSafe mit ausgefeilter Lecküberwachungstechnologie von SGB.

www.elaflex.de

Effiziente Vakuumtechnik

In der chemischen und pharmazeutischen Verfahrenstechnik spielt Vakuum eine entscheidende Rolle bei der Beschleunigung von Reaktionen, dem Schutz von Materialien, der sauberen Trennung einzelner Stoffe und für wirtschaftliche Prozesse. Busch Vacuum Solutions bietet maßgeschneiderte und zuverlässige Vakuumtechnik für eine Vielzahl von Prozessen in diesen Branchen. So ist die Schrauben-Vakuumpumpe Cobra NC 0100 B vielseitig einsetzbar zur Förderung von empfindlichen und explosiven Gasen oder Dämpfen. Bei Enddrücken von 0,01 hPa (mbar) arbeitet sie sicher ohne Gefahr einer Kontamination durch Betriebsflüssigkeiten. Ihre moderne Schraubentechnologie mit selbstausbalancierenden Schrauben verdichtet effizient und gewährleistet eine zuverlässige Betriebssicherheit. Flexi-

bel und individuell konfigurierbar lässt sie sich an die Anforderungen unterschiedlicher Prozesse anpassen. Durch ihre Drehzahlregelung und den öl- und berührungsfreien Betrieb arbeitet sie besonders umweltfreundlich und energieeffizient. Ganz besonders effizient und zuverlässig ist die Flüssigkeitsring-Vakuumpumpe Dolphin LX 0430, die selbst anspruchsvolle Anwendungen wie das Evakuieren von gesättigten Gasen und Dämpfen bewältigt. Als Betriebsflüssigkeit wird in der Regel Wasser oder, wenn es die Prozessbedingungen erfordern, eine andere Flüssigkeit eingesetzt. Durch ihr Dichtungskonzept mit optimierten Viton- oder FFKM-Dichtungen ist sie für die chemische und pharmazeutische Verfahrenstechnik ausgelegt. Die Mink MV 0080 D ist eine ebenfalls sehr effiziente und zuverlässige, leistungsstarke trockene Klauen-Vakuumpumpe

für eine Vielzahl von Anwendungen in der Industrie. Sie unterstützt Anwender dabei, ihren ökologischen Fußabdruck zu reduzieren. Das dichte Servicenetzwerk des Herstellers sowie intelligente IoT-Lösungen helfen, Stillstandszeiten in der Produktion weiter zu minimieren. Für hohe Betriebssicherheit in explosionsgefährdeten Bereichen wird ein ATEX-Check angeboten, bei dem alle ATEX-relevanten Bauteile der Vakuumpumpe, des Gebläses oder Kompressors gründlich untersucht und dokumentiert werden.

www.buschvacuum.com



© Busch