

Wachstums-kern

Klimaschutz durch Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft

Allen ist klar: Wir müssen weniger verbrauchen, wenn eine Klimawende erreicht werden soll. Das gilt für Energie gleichermaßen wie für Rohstoffe und Flächen. Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz sind so zentral, dass das KNUW 2021 einen eigenen Innovationsradar zur Ressourcenwende mit Technik und Forschung aus NRW herausgebracht hat. Auch im Innovationsradar zur Klimawende dürfen Klimaschutz und Ressourceneffizienz jedoch nicht fehlen. So sind erneuerbare Energien oder Wasserstofftechnologien in der Regel ressourcen- und flächenintensiv und Rebound-Effekte stehen technologischem Fortschritt gegenüber. Der Wachstumskern Klimaschutz durch Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft bündelt daher verschiedenste Ansätze zur Ressourceneffizienz, die wichtige Beiträge zur Klimawende leisten: Eine CO₂-Kreislaufwirtschaft durch Power-to-X, eine ressourcenorientierte Defossilisierung der Stahlindustrie, die Optimierung von Adsorptionskolonnen für die Gastrennung in der Methangasabscheidung oder die Direct-Air-Capture-Technologie, die Verfügbarmachung von Kunststoffabfällen für die Bioökonomie, Mikrodampfturbinen zur Nutzung von Prozessdampf bereits in kleinen Mengen sowie softwarebasierte Ressourceneinsparungen in der Holzindustrie.

Innovationsplattform iNEW 2.0: Power-to-X für eine klimaneutrale und wettbewerbsfähige Industrie im Rheinischen Revier

Ziel des Projekts

Spätestens 2045 will Nordrhein-Westfalen klimaneutral wirtschaften. Ein großer Beitrag der heutigen CO₂-Emissionen wird durch die chemische Industrie verursacht. Es ist daher notwendig, alternative, emissionsarme Technologien zu entwickeln und diese vom Labormaßstab in die Anwendung zu bringen. Der Inkubator Nachhaltige Elektrochemische Wertschöpfungsketten (iNEW 2.0) hat das Ziel, leistungsfähige Elektrolyseverfahren (Power-to-X) zu erforschen und durch die Kooperation mit Anwender:innen dieser Technologien Innovationszyklen zu verkürzen.

Herangehensweise

Im Rahmen von iNEW 2.0 werden mehrere Elektrolyseverfahren mit unterschiedlichem Entwicklungsstand parallel erforscht. Die Herangehensweise ist jeweils an den Entwicklungsstand angepasst und erfolgt entlang ganzer Wertschöpfungsketten. Für bereits fortgeschrittene Technologien (Power-to-Hydrogen, -CO oder -Synthesegas) konzentriert sich die Forschung auf die Hochskalierung sowie Entwicklung verbesserter Elektrolysezellen mit geringerer Degradation. Für die direkte Synthese von Basischemikalien über eine fortschrittliche CO₂-Elektrolyse (z. B. Power-to-Methanol/Formiat) liegt der größte Forschungsbedarf im Grundlagenbereich. Begleitend zu den experimentellen Entwicklungen werden exemplarisch Lebenszyklusanalysen der gesamten Wertschöpfungskette durchgeführt. Im direkten Austausch mit Projektpartner:innen im Anwendungsbereich können deren Erfahrungen die Weiterentwicklung der Elektrolysetechnologien beschleunigen.

Verlauf des Projekts

Das Projekt iNEW befindet sich bereits in der zweiten Phase. Es ist eingebunden in ein Gesamtvorhaben mit dem Ziel, Innovationszyklen zu beschleunigen. Während es bei iNEW um das Technologie-Screening geht, sollen die Technologien in den angrenzenden Projekten wie beispielsweise ELECTRA bis auf Demonstrator-Niveau hochskaliert werden.



© Forschungszentrum Jülich/Sascha Kreklau

+ Beitrag zur Klimawende

Power-to-X ermöglicht die Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen. Sämtliche Produkte, welche auf diese Weise hergestellt werden, sind also nachhaltig und CO₂-neutral. In der CO₂-Elektrolyse dient CO₂ zudem als Rohstoff für die Produktion von Basischemikalien für die chemische Industrie und synthetischen Kraftstoffen für den Transportsektor. Das Ergebnis ist eine CO₂-Kreislaufwirtschaft.

Ansprechpartner	Prof. Dr. Rüdiger-A. Eichel (Institut für Energie- und Klimaforschung – Grundlagen der Elektrochemie (IEK-9), Forschungszentrum Jülich)
Projektpartner:innen	Forschungszentrum Jülich, RWTH Aachen, Wuppertal Institut, COVESTRO GmbH, SIEMENS Energy AG; RWE Power AG
Förderung	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

SAVE CO₂: Defossilisierung der Stahlindustrie mit klimafreundlicher Schlackennutzung



© Heidelberg Cement AG, Steffen Fuchs / Tim Schade

+ Beitrag zur Klimawende

Die Zementindustrie erzeugt etwa 5 % bis 8 % der anthropogenen CO₂-Emissionen. Durch den Einsatz von Sekundärprodukten aus der Stahlindustrie kann die Zementindustrie derzeit 20 % der rohstoffbedingten Emissionen einsparen. Die Zufuhr von Sekundärprodukten auch aus zukünftigen Stahlproduktionsrouten reduziert also erhebliche Mengen an zementbedingten CO₂-Emissionen.

Ansprechpartner David Algermissen (FEHS-Institut für Baustoff-Forschung e.V.)

Projektpartner:innen thyssenkrupp Steel Europe AG, HeidelbergCement AG, Institut für Technologien der Metalle der Universität Duisburg-Essen, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT



© FEHS-Institut für Baustoff-Forschung e.V. / thyssenkrupp Steel Europe AG

🎯 Ziel der Innovation

Die Defossilisierung der Stahlproduktion ist essenzieller Bestandteil einer Klimawende. Allerdings verändern neue Produktionsrouten für Stahl auch die entstehenden Nebenprodukte wie Schlacken. Eisenhüttenschlacken in Form von Hüttensanden werden bisher jedoch in großen Mengen in der Zementindustrie eingesetzt, wodurch enorme Mengen an CO₂ eingespart werden. Fallen diese Schlacken durch neue Stahlproduktionsrouten weg, kommt es in der Zementindustrie zu mehr Treibhausgasemissionen, da die bisher eingesetzten klimafreundlicheren Sekundärprodukte durch energie- und ressourcenintensivere Primärproduktion ersetzt werden müssen.

Das Projekt SAVE CO₂ unter Koordination des FEHS-Instituts für Baustoff-Forschung e.V. setzt hier an und erforscht, wie in neuen Produktionsrouten Schlacken erzielt werden können, die als Sekundärprodukt in der Zementindustrie eingesetzt werden – und dies in Kooperation mit der Stahlindustrie, bereits bei der Entwicklung der neuen Stahlrouten.

☑ Funktionsweise des Verfahrens

Bei der Stahlerzeugung über die klimafreundlichere Direktreduktion entsteht Schlacke nicht mehr im Hochofen, sondern erst über das Aufschmelzen des direkt reduzierten Eisenschwamms in einem Einschmelzer wie dem Elektro-Niederschachtofen (SAF). Die chemische Zusammensetzung der so entstehenden Schlacken ist noch nicht bekannt und somit auch nicht die Einsatzfähigkeit in der Zementindustrie. Im Projekt SAVE CO₂ erzeugt und analysiert das FEHS-Institut in Kooperation mit der Universität Duisburg-Essen, thyssenkrupp und HeidelbergCement Schlacken, die in neuen Produktionsrouten typischerweise entstehen. Die Ergebnisse sollen in der Entwicklung der neuen Stahlproduktionsrouten berücksichtigt werden, damit die unvermeidbaren Nebenprodukte in einer Form vorliegen, in der sie klimafreundlich in der Zementindustrie wiedereingesetzt werden können. Dieser Entwicklungsprozess wird durch das Fraunhofer-Institut UMSICHT von ökobilanzieller Seite begleitet.

MoGaTeX: Modellgestützte Auslegung von Adsorptionskolonnen für die Gastrennung auf Basis kleinskaliger Experimente

🌀 Ziel der Innovation

Im Projekt MoGaTeX wird eine durchgängige Werkzeugkette zur Auslegung und Optimierung von Adsorptionskolonnen für die Gastrennung entwickelt. Die Gastrennung mittels Adsorption ist ein komplexes dynamisches Verfahren, bei dem zeitgleich das Adsorptionsgleichgewicht und die -kinetik von Gasgemischen an porösen Materialien berücksichtigt werden müssen. Die Komplexität des Prozesses führt dazu, dass für die Auslegung und Optimierung idealerweise dynamische Modelle verwendet werden. In der Regel verfügen jedoch gerade kleine und mittlere Unternehmen (KMU) nicht über die finanziellen Kapazitäten und das technische Know-how, um diese aufwendigen Modellierungen durchzuführen. Zusätzlich fehlen oft experimentelle Daten für die Bestimmung der Adsorptionskinetik, wodurch häufig auf grobe Abschätzungen zurückgegriffen wird. Daher soll die im Projekt entwickelte Werkzeugkette die modellgestützte Auslegung von Adsorptionskolonnen auch ohne umfassendes Simulations-Know-how der Anlagenbauer:innen, insbesondere für KMU, ermöglichen.

+ Beitrag zur Klimawende

Die Verringerung von Treibhausgasemissionen sowie das Abscheiden von bereits emittiertem CO₂ sind essenziell für das Erreichen des 1,5- bzw. 2-Grad-Klimaziels. Adsorptionskolonnen können für beide Zwecke effizient eingesetzt werden. So werden z. B. durch die Methan-Abscheidung bei Deponiegasen Emissionen reduziert, während „Direct Air Capture“ dazu eingesetzt wird, um der Atmosphäre bereits emittiertes CO₂ zu entziehen. Typischerweise werden bei der bisherigen Auslegung solcher Adsorptionskolonnen hohe Sicherheitsaufschläge berücksichtigt, wodurch die Kolonnen teuer und der Betrieb energieintensiv sind. Diese Sicherheitsaufschläge können durch die modellgestützte Auslegung und Optimierung solcher Anlagen bereits bei der Planung und dem Betrieb deutlich reduziert werden. Hierdurch lässt sich der Verbrauch eingesetzter Stoffe und Energie deutlich verringern. Vor allem bei der noch jungen und energieintensiven „Direct Air Capture“-Technologie sind hohe Verbesserungspotenziale durch eine modellgestützte Auslegung und Optimierung zu erwarten. Aus diesem Grund wird die Werkzeugkette auch an diesem Praxisbeispiel demonstriert.



© TLK Energy

☑ Funktionsweise des Verfahrens

Die adsorptionsbasierte Gastrennung ist ein Standardprozess in der Industrie und wird z. B. für die Luftzerlegung, die Gastrocknung, die Methan-Abscheidung bei Deponiegasen oder die CO₂-Abscheidung an Punktquellen (z. B. bei Kraftwerken) bzw. aus der Umgebungsluft („Direct Air Capture“) eingesetzt. Zur optimalen Auslegung und zum optimalen Betrieb der adsorptionsbasierten Gastrennung wird im Rahmen des Projektes MoGaTeX eine durchgängige Werkzeugkette entwickelt, die bei kleinskaligen Experimenten startet. Die Ergebnisse dieser Experimente werden genutzt, um maßgeschneiderte dynamische Modelle der Adsorptionskolonnen zu erstellen, welche dann in einem Online-Tool zur Verfügung gestellt werden. Anschließend können Nutzer:innen dieses Online-Tool verwenden, um alle notwendigen Berechnungen für die optimale Auslegung und für den optimalen Betrieb der Adsorptionskolonne durchzuführen, ohne selbst das experimentelle und simulative Know-how zu besitzen.

Ansprechpartner	Patrik Postweiler (Lehrstuhl für Technische Thermodynamik, RWTH Aachen)
Projekt-partner:innen	TLK Energy GmbH (Aachen), 3P Instruments GmbH & Co. KG (Odelzhausen), Lehrstuhl für Technische Thermodynamik (RWTH Aachen)
Webseiten	https://tlk-energy.de , www.3p-instruments.com/de , www.ltt.rwth-aachen.de
Förderung	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Das EU-H2020-Forschungsprojekt „Mix-Up“: Mit mikrobiellen Mischkulturen gemischte Plastikfraktionen verfügbar für die Bioökonomie machen



© RHWTH Aachen, Martin Braun

+ Beitrag zur Klimawende

Das Ziel des Forschungsprojektes heißt „Plastic waste to Plastic value“, wobei durch die Verwertung von Kunststoffabfällen neue biologisch erzeugte Produkte entstehen und Kunststoffabfall ein neuer Rohstoff wird. Durch die effiziente Transformation von Abfällen in neue Produkte bleibt der in ihnen enthaltene Kohlenstoff gebunden, können potenzielle Rohstoffe wie Rohöl oder Erdgas in ihren Lagerstätten verbleiben und wird kein weiteres CO₂ freigesetzt. Die Kohlenstoffquelle für neues Plastik wird in Zukunft nicht mehr Erdöl sein, sondern nachhaltige Rohstoffe (Biomasse, Kohlenstoffdioxid [(CO₂) + grüner Wasserstoff (H₂) und Abfälle]. Im Fokus bleibt die Reduktion der benötigten Plastiksynthese, die speziell durch Wiederverwendung und mechanisches Recycling erreicht wird.

Ansprechpartner Dr. Hendrik Ballerstedt, Dr. Till Tiso, Prof. Dr. Lars M. Blank (RWTH Aachen)

Projektpartner:innen RWTH Aachen University, CSIC (ES), Universität Greifswald, University College Dublin (IE), SOPREMA (FR), Forschungszentrum Jülich, Bioplastech Ltd. (IE), CNRS (FR), Everwave GmbH, AB Enzymes GmbH, Nanjing Tech University (CN), Beijing University of Chemical Technology (CN), Institute of Process Engineering CAS (CN), Tsinghua University (CN)

Webseite www.mix-up.eu

🌀 Ziel der Innovation

Kunststoffe sind ein zentraler Bestandteil unseres heutigen Lebens und häufig nur schwer zu ersetzen. Trotz ihrer teils langfristigen Nutzung werden sie irgendwann Abfall und müssen entsprechend sachgerecht behandelt sowie kostengünstig und möglichst hochwertig recycelt werden. Leider denken wir beim Recycling meist daran, aus einer gebrauchten Shampoo- oder Wasserflasche nach entsprechendem Sortieren wieder eine neue Flasche zu machen. Doch die Realität unseres Plastikmülls sind heterogene Gemische, die zu oft nur noch der energetischen Verwertung dienen (laut UBA werden allein in Deutschland jährlich ca. 3,3 Mio. Tonnen Plastikmüll verbrannt) und keine hochwertigen Wertstoffe darstellen. Problem ist die Vielfalt an Materialien, die meistens dem Produktdesign ohne Berücksichtigung des Recyclings unterliegen. Neben der Fülle verschiedener synthetischer oder biobasierter Polymere enthalten die Kunststoffe (z. B. Mehrschichtfolien) weitere Inhaltsstoffe wie Farben, andere Additive oder Füllstoffe.

☑ Funktionsweise des Verfahrens

Polymerspezifische Enzyme mit hoher Aktivität werden von Mikroben produziert und zersetzen die jeweiligen Polymere im Bioreaktor in ihre monomeren Bestandteile. Spezialisierte, resistente, auf diesen Anwendungsbereich „genom-optimierte“ Mikrobengemeinschaften (Mischkulturen) dienen als selbstreplizierende Bio-Katalysatoren. Sie transformieren die freigesetzten Plastikmonomere zu Bioplastik oder andere Stoffe wie z. B. Biodetergenzien. So entstehen aus konventionell aus Erdöl bzw. Erdgas erzeugten Kunststoffen hochwertige Biopolymere, u. a. mikrobielles Bioplastik, welche vollständig biologisch abbaubar und kreislauffähig wären. Vor allem Kunststoffe wie Agrarfolien, die gezielt in die Natur ausgebracht werden, müssen strikt biologisch abbaubar sein, wie auch jene, die durch Abrieb und Vermüllung in die Umwelt gelangen (Notfallabbaubarkeit). Spezialisierte Mitglieder der Mikrobengemeinschaft können zusätzlich die in geringerer Konzentration vorhandenen Additive, wie giftige organische Chemikalien oder Farben, abbauen und ebenfalls in verwertbare Biomasse bzw. Biopolymere transformieren.

TURBONIK GmbH – viel Strom aus wenig Dampf

🌀 Ziel der Innovation

In zahlreichen betrieblichen Produktionsprozessen wird mit Dampf gearbeitet. Dieser verfügt über erhebliches energetisches Potenzial, welches insbesondere bei Einsatz mechanischer Dampfdruckreduzierungen oft in großen Teilen zur weiteren Nutzung verloren geht. Gerade bei kleinen Dampfmen gen oder begrenzten verfügbaren Aufstellflächen in Kesselhäusern konnte dieses Potenzial mit konventioneller Dampfturbinentechnik bisher oftmals nicht zur Stromerzeugung genutzt werden. Vor diesem Hintergrund wurde am Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT in Oberhausen ein Forschungsprojekt ins Leben gerufen, das an besonders leistungsfähigen und kleinen Dampfturbinen gearbeitet hat. Aus diesem ist als Spin-off die TURBONIK GmbH hervorgegangen, welche mit ihren hocheffizienten MIKRO-DAMPFTURBINEN auch Betrieben mit geringeren Dampfmen gen die Möglichkeit gibt, vorhandenen Prozessdampf auch zur Stromerzeugung und damit optimal zu nutzen. Bei der Entwicklung stand neben einer besonders hohen Effizienz auch die Anwenderfreundlichkeit im Fokus. Die Turbinen funktionieren vollautomatisch und binden damit kein zusätzliches Personal. Für ihre Aufstellung ist lediglich die Standfläche einer Euro-Palette erforderlich, wodurch sie sich einfach in die Dampfanlagen der Nutzer:innen integrieren lassen. Die Turbinen sind bereits in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie sowie bei kommunalen Energieversorgern im Einsatz. Sie richten sich aber auch an Unternehmen der Chemie-, Papier-, Auto-, Möbel- oder Abfallwirtschaft, die damit ihre laufenden Energiekosten senken und signifikant CO₂ einsparen können.

☑ Funktionsweise des Verfahrens

Die MIKRO-DAMPFTURBINEN sind nach einem völlig neuen Konstruktionsansatz entwickelt. Sie funktionieren ohne Getriebe und erreichen sehr hohe Drehzahlen. Bei gleichem Brennstoffeinsatz erzeugen die TURBONIK-Turbinen u. a. dadurch bis zu 40 % mehr Strom als bisherige Dampfturbinen im vergleichbaren elektrischen Leistungsbereich bis 300 kW. So lässt sich bereits mit einer Turbine eine Strommenge von 2,4 GWh pro Jahr in hoch-effizienter Kraft-Wärme-Kopplung erzeugen, was dem



© Turbonik GmbH

+ Beitrag zur Klimawende

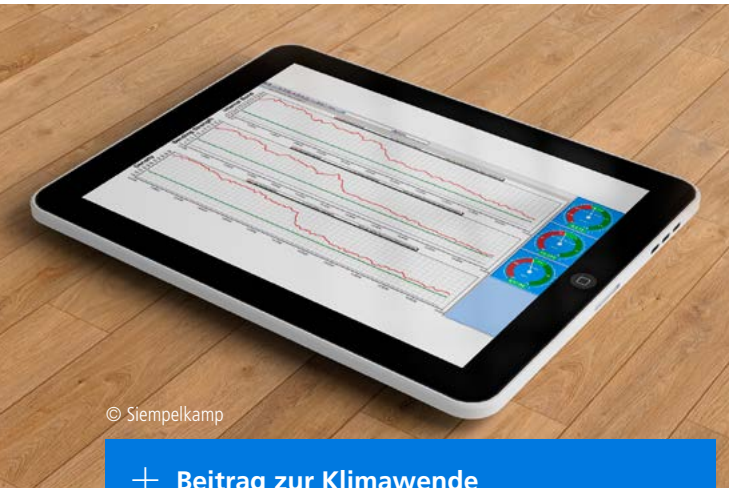
Die MIKRO-DAMPFTURBINEN tragen zu einer deutlichen Verbesserung der Energieeffizienz dampfnutzender Unternehmen bei, da mit ihnen energetisches Potenzial aus bereits vorhandenem Prozessdampf voll ausgeschöpft werden kann. Betriebe, die mit ihnen ihren eigenen Strom produzieren, sparen auf diese Weise Primärenergie ein. Abhängig vom Brennstoff geht damit eine CO₂-Vermeidung von bis zu 1200 Tonnen pro Jahr und Turbine einher. Auf alle rund 15.000 passenden Dampfkessel hochgerechnet, ergibt sich daraus ein Einsparpotenzial von bis zu 18 Mio. Tonnen CO₂ pro Jahr allein in Deutschland.

Ansprechpartner Martin Daft (TURBONIK GmbH)

Webseite www.turbonik.de

Jahresverbrauch von rund 500 Vier-Personen-Haushalten entspricht. Bei der Produktion der MIKRO-DAMPFTURBINEN werden im Vergleich zu anderen Turbinen zudem rund 50 % an Material und Gewicht eingespart. Weiterhin verfügen die Turbinen über eine Wasserschmierung der Lager, die erstmals bei Dampfturbinen zum Einsatz kommt. Die Turbinen sind damit vollständig ölfrei, sodass regelmäßige Ölwechsel entfallen, woraus sich ein weiterer ökologischer und wirtschaftlicher Vorteil ergibt.

Siempelkamp: Transformation in der Holzwerkstoffindustrie – Automatisierung, Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit



© Siempelkamp

+ Beitrag zur Klimawende

Das Konzept verbindet Big-Data-Management mit den Anforderungen der Ressourceneffizienz, die der Klimawandel mit sich bringt. Prod-IQ® stellt sicher, dass der wertvolle Rohstoff Holz dank Online-Qualitätskontrollen sparsam und mit deutlich reduzierten Ausschüssen verarbeitet wird. Auch die Leimdosierung fällt in Verbindung mit anderen Siempelkamp-Innovationen wie dem Ecoresinator deutlich sparsamer aus.

Ansprechpartner Gregor Bernardy (Leiter Leittechnik MES & Industrial I bei Siempelkamp)

Webseite www.siempelkamp.com

🎯 Ziel der Innovation

Klimaschutz und Ressourcenverknappung erfordern weitreichende Veränderungsprozesse in der globalen Holzwerkstoffindustrie. Holz und andere prozessrelevante Materialien wie Leim sind begrenzt verfügbar bzw. teuer, der Klimawandel bildet den Anstoß für dringend notwendige Transformationen. Siempelkamp ist spezialisiert auf Maschinen und Anlagen für die internationale Holzwerkstoffindustrie zur Produktion von Spanplatten, MDF, OSB und Dämmstoffplatten. Mit der Prod-IQ®-Leittechnik hat das Unternehmen ein System geschaffen, das die Megatrends Digitalisierung und Nachhaltigkeit verknüpft und in eine Neuausrichtung der Produktion von Holzwerkstoffplatten münden lässt.

☑ Funktionsweise des Verfahrens

Mit der Prod-IQ®-Leittechnik hat Siempelkamp ein digitales System für Holzwerkstoffanlagen entwickelt, das aus Anlagendaten nach dem Machine-Learning-Konzept wertvolle Informationen schöpft. Das System zeigt unmittelbar auf, über welche Stellschrauben die Produktivität gesteigert und der Einsatz von Ressourcen wie Leim und Produktionstemperaturen effizient gestaltet werden kann. Die Software ermittelt auf Basis aktueller Prozesseinstellungen die Produktqualität, sobald die Platte die Presse verlässt. Zusätzlich berechnet die Software die minimal notwendige Qualitätsreserve zur sicheren Einhaltung der Gütekriterien. Da der Schwankungsbereich klar eingegrenzt werden kann, fährt die Produktion dicht am Optimum. Dies steigert die Produktivität bei gleichbleibender Qualität, parallel wird der Ressourceneffizienz Rechnung getragen, indem zusätzliche Sicherheitsreserven entfallen.