

## Kohlendioxidneutrale Kraftstoffe aus Luft und Strom

Von der Bundesregierung gefördertes Kopernikus-Projekt P2X: Integrierte Versuchsanlage im Containermaßstab stellt Kraftstoffe aus Kohlendioxid der Luft und Ökostrom her



Weltweit erste integrierte Power-to-Liquid (PtL) Versuchsanlage zur Synthese von Kraftstoffen aus dem Kohlendioxid der Luft. (Foto: Patrick Langer, KIT)

Die Sektoren Strom und Mobilität zu verbinden, kann einige Herausforderungen der Energiewende bewältigen: Ökostrom ließe sich langfristig speichern, Kraftstoffe mit hoher Energiedichte wären kohlendioxidneutral nutzbar. Wie Sektorenkopplung aussehen kann, haben Forschungspartner des Kopernikus-Projektes P2X nun auf dem Gelände des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) gezeigt und die ersten Liter Kraftstoff aus Kohlendioxid, Wasser und Ökostrom produziert. Sie integrierten in einer containerbasierten Versuchsanlage erstmals alle vier benötigten chemischen Prozessschritte zu einem kontinuierlichen Verfahren mit maximaler Kohlendioxidausnutzung und besonders hoher Energieeffizienz.

„Wind und Sonne versorgen uns weltweit mit einer ausreichenden Menge an Energie, aber nicht immer zur richtigen Zeit“, beschreibt Professor Roland Dittmeyer vom KIT, Koordinator des Forschungsclusters „Kohlenwasserstoffe und langkettige Alkohole“ innerhalb des Kopernikus-Projektes Power-to-X (P2X), das Dilemma



KIT-Zentrum Energie: Zukunft im Blick

**Monika Landgraf**  
Pressesprecherin,  
Leiterin Gesamtkommunikation

Kaiserstraße 12  
76131 Karlsruhe  
Tel.: +49 721 608-21105  
E-Mail: [presse@kit.edu](mailto:presse@kit.edu)

### Weiterer Pressekontakt:

Kosta Schinarakis, KIT  
Tel.: +49 721 608-21165  
E-Mail: [schinarakis@kit.edu](mailto:schinarakis@kit.edu)

Isabel Fisch, Ineratec  
Tel.: +49 721 864844-60  
E-Mail: [isabel.fisch@ineratec.de](mailto:isabel.fisch@ineratec.de)

Nico Ulbicht, Sunfire  
Tel.: +49 351 89 67 97 - 990  
E-Mail: [nico.ulbicht@sunfire.de](mailto:nico.ulbicht@sunfire.de)

Louise Charles, Climeworks  
Tel.: +41 44 533 29 99  
E-Mail: [louise.charles@climeworks.com](mailto:louise.charles@climeworks.com)

der Energiewende. „Zudem brauchen einige wichtige Verkehrssegmente wie Flug- oder Schwerlastverkehr auch langfristig Kraftstoffe, da diese eine hohe Energiedichte aufweisen.“ Daher liege es nahe, den bisher ungenutzten Ökostrom in chemischen Energieträgern zu speichern.

Die notwendigen chemischen Prozessschritte haben nun die Partner Climeworks, Ineratec, Sunfire und KIT in einer kompakten Anlage zusammengeschlossen, den gekoppelten Betrieb erreicht und damit das Funktionsprinzip demonstriert. Die Technologiekombination verspricht die optimale Ausnutzung des eingesetzten Kohlendioxids und den größtmöglichen energetischen Wirkungsgrad, da die Stoff- und Energieströme intern recycelt werden. Die derzeitige Versuchsanlage kann rund zehn Liter Kraftstoff pro Tag produzieren. In der zweiten Phase des Kopernikus-Projektes P2X wird bald eine Anlage mit 200 Litern pro Tag entwickelt. Danach soll eine vorindustrielle Demonstrationsanlage im Megawattbereich, also mit rund 1 500 bis 2 000 Litern Produktionskapazität pro Tag, entstehen. Damit wäre es theoretisch möglich, Wirkungsgrade von rund 60 Prozent zu erreichen, also 60 Prozent des eingesetzten Ökostroms als chemische Energie im Kraftstoff zu speichern.

#### **Vier Schritte zum Benzin**

Im ersten Schritt gewinnt die Anlage Kohlendioxid aus der Umgebungsluft in einem zyklischen Prozess. Die Direct-Air-Capture-Technologie von Climeworks, eines Spin-offs der ETH Zürich, nutzt dazu ein speziell behandeltes Filtermaterial. Wie ein Schwamm nehmen die luftdurchströmten Filter Kohlendioxidmoleküle auf. Unter Vakuum und bei 95 Grad Celsius löst sich das anhaftende Kohlendioxid wieder von der Oberfläche und wird abgepumpt.

Im zweiten Schritt erfolgt die gleichzeitige elektrolytische Spaltung von Kohlenstoffdioxid und Wasserdampf. Diese sogenannte Co-Elektrolyse des Technologieunternehmens Sunfire produziert in einem einzigen Prozessschritt Wasserstoff und Kohlenstoffmonoxid, ein Synthesegas, welches die Grundlage für vielfältige Verfahren in der chemischen Industrie ist. Die Co-Elektrolyse mit einem hohen Wirkungsgrad kann im industriellen Maßstab 80 Prozent des eingesetzten Ökostroms chemisch im Synthesegas binden.

Im dritten Schritt werden nach dem Fischer-Tropsch-Verfahren aus dem Synthesegas langkettige Kohlenwasserstoffmoleküle gebildet, die Rohprodukte für Kraftstoffe. Dazu liefert Ineratec, eine Ausgründung aus dem KIT, einen mikrostrukturierten Reaktor, der auf kleinstem Raum eine große Oberfläche bietet, um Prozesswärme sicher

abzuleiten und für andere Prozessschritte zu nutzen. Der Prozess lässt sich auf diese Art leicht steuern, kann Lastwechsel gut verkraften und ist modular erweiterbar.

Der vierte Schritt optimiert schließlich die Qualität des Kraftstoffes und die Ausbeute. Diesen Teilprozess, das sogenannte Hydrocracken, hat das KIT in die Prozesskette integriert. Unter Wasserstoffatmosphäre spalten sich die langen Kohlenwasserstoffketten in Gegenwart eines Platin-Zeolith-Katalysators teilweise auf und verändern somit das Produktspektrum hin zu mehr verwendbaren Kraftstoffen wie Benzin, Kerosin und Diesel.

Besonders großes Potenzial bietet das Verfahren hinsichtlich seines modularen Charakters. Die Schwelle für eine Realisierung ist durch das geringe Skalierungsrisiko deutlich niedriger als bei einer zentralen, chemischen Großanlage. Das Verfahren kann dezentral installiert werden und ist somit dort einsetzbar, wo Solar-, Wind- oder Wasserkraft zur Verfügung stehen.

#### **Kopernikus-Projekt „P2X“: Flexible Nutzung erneuerbarer Ressourcen**

„Power-to-X“ bezeichnet Technologien, die Strom aus erneuerbaren Quellen in stoffliche Energiespeicher, Energieträger und energieintensive Chemieprodukte umwandeln. Damit können Erneuerbare Energien in Form von maßgeschneiderten Kraftstoffen für Kraftfahrzeuge oder in verbesserten Kunststoffen und Chemieprodukten mit hoher Wertschöpfung genutzt werden. Im Rahmen des Kopernikus-Programms der Bundesregierung wurde für dieses komplexe Themenfeld mit dem Projekt „Power-to-X“ (P2X) eine nationale Forschungsplattform aufgebaut. Insgesamt sind 18 Forschungseinrichtungen, 27 Industrieunternehmen sowie drei zivilgesellschaftliche Organisationen an P2X beteiligt. Innerhalb von zehn Jahren sollen neue technologische Entwicklungen bis zur industriellen Reife gebracht werden. In der ersten Förderphase stehen Forschungsarbeiten zur kompletten Wertschöpfungskette von elektrischer Energie bis zu stofflichen Energieträgern und Produkten im Fokus.

#### **Weitere Informationen:**

<https://www.kopernikus-projekte.de/projekte/power-to-x>

<https://www.climeworks.com/our-technology/>

<https://www.sunfire.de/de/unternehmen/news/detail/durchbruch-fuer-power-to-x-sunfire-nimmt-erste-co-elektrolyse-in-betrieb-und-startet-die-skalierung>

<https://ineratec.de/p2x-kopernikusprojekt/>



Details zum KIT-Zentrum Energie: <http://www.energie.kit.edu>

Als „Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft“ schafft und vermittelt das KIT Wissen für Gesellschaft und Umwelt. Ziel ist es, zu den globalen Herausforderungen maßgebliche Beiträge in den Feldern Energie, Mobilität und Information zu leisten. Dazu arbeiten rund 9 300 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf einer breiten disziplinären Basis in Natur-, Ingenieur-, Wirtschafts- sowie Geistes- und Sozialwissenschaften zusammen. Seine 25 100 Studierenden bereitet das KIT durch ein forschungsorientiertes universitäres Studium auf verantwortungsvolle Aufgaben in Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft vor. Die Innovationstätigkeit am KIT schlägt die Brücke zwischen Erkenntnis und Anwendung zum gesellschaftlichen Nutzen, wirtschaftlichen Wohlstand und Erhalt unserer natürlichen Lebensgrundlagen.

Diese Presseinformation ist im Internet abrufbar unter: [www.sek.kit.edu/presse.php](http://www.sek.kit.edu/presse.php)

Das Foto steht in der höchsten uns vorliegenden Qualität auf [www.kit.edu](http://www.kit.edu) zum Download bereit und kann angefordert werden unter: [presse@kit.edu](mailto:presse@kit.edu) oder +49 721 608-21105. Die Verwendung des Bildes ist ausschließlich in dem oben genannten Zusammenhang gestattet.

Mit seinem **Jubiläumslogo** erinnert das KIT in diesem Jahr an seine Meilensteine und die lange Tradition in Forschung, Lehre und Innovation. Am 1. Oktober 2009 ist das KIT aus der Fusion seiner zwei Vorgängereinrichtungen hervorgegangen: 1825 wurde die Polytechnische Schule, die spätere Universität Karlsruhe (TH), gegründet, 1956 die Kernreaktor Bau- und Betriebsgesellschaft mbH, die spätere Forschungszentrum Karlsruhe GmbH.