

## **Ausgewählte Wasserstoff-Forschungsprojekte der TU Austria-Universitäten**

Die untenstehende Auswahl an Leuchtturmprojekten der drei TU Austria-Universitäten zeigt eindrücklich, wie viel Know-how im Bereich der Wasserstofftechnologien in Österreich bereits vorhanden ist und von wie vielen unterschiedlichen Seiten sich die Forschung dem Thema Wasserstoff widmet.

### **TU Wien**

#### **Purer Wasserstoff aus dem Erdgasnetz**

Im gleichzeitig zur Förderung im Programm *e!MISSION.at* eingereichten Projekt *wind2hydrogen* soll die Prozesskette zur Umwandlung von regenerativem (Überschuss-) Strom in Wasserstoff inklusive Einspeisung von Wasserstoff in das Erdgasnetz entwickelt werden. Der Wasserstoff könnte dann im Erdgasnetz gespeichert, als Gemisch mit Erdgas zu einzelnen Verbrauchern geleitet, aber auch (für die chemische Industrie bzw. für Anwendungen in der Mobilität) wieder in reiner Form aus dem Gemisch mit Erdgas zurückgewonnen werden. Im Projekt *HylyPure* geht es daher um die Entwicklung eines Verfahrens im Labormaßstab zur energieeffizienten Rückgewinnung von Wasserstoff aus einer Mischung mit Erdgas mittels Membrantechnologie. Ziel sind die optimale Auswahl der Membranen und der Trennsequenzen, das Sicherstellen der Anlagenflexibilität sowie die Entwicklung von Regelungskonzepten. Im Weiteren sollen die Auswirkungen von Nebenkomponenten in der Gasmischung auf die Trennperformance und die Produktqualität des produzierten Wasserstoffs untersucht werden.

#### **Kontakt:**

Michael HARASEK

Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.

Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und technische Biowissenschaften

Tel.: +43 (1) 58801 166202

[michael.harasek@tuwien.ac.at](mailto:michael.harasek@tuwien.ac.at)

#### **E-Traktor mit Brennstoffzelle**

Für Traktoren gibt es im Gegensatz zu PKW und LKW derzeit keine zufriedenstellenden Lösungen für einen emissionsfreien Betrieb, da batterieelektrische Antriebe die Anforderungen an Reichweite, Einsatzdauer, Betankungszeit und Gewicht nicht erfüllen können. Dabei besitzen Traktoren sehr weite Einsatzbereiche, die vom Landwirtschafts- und Tourismusbereich über den kommunalen Einsatz bis zu Spezialanwendungen in der Bauwirtschaft und im Bergbau sowie auf Flughäfen und Bahnhöfen reichen. Im Rahmen des Projektes *FCTRAC* soll daher ein Brennstoffzellentraktor entwickelt werden, der die spezifischen Anforderungen an Traktor-Antriebssysteme erfüllt. Dazu wird ein konventioneller Traktor auf E-Antrieb mit Brennstoffzelle umgebaut mit Integration eines Wasserstoff-Speichersystems, der Brennstoffzelle sowie einer Pufferbatterie. Darüber hinaus existieren bislang für einen Traktorbetrieb mit Wasserstoff keine Infrastruktur bzw. Betankungsmöglichkeiten. Ein weiteres Ziel im Projekt ist daher eine lokale Wasserstofferzeugung aus Biomasse über Wasserstoff-Abtrennung aus Synthesegas, welches beispielsweise aus Blockheizkraftwerken (BHKW), Biogas- oder Kläranlagen stammt.

Medienservice  
26. August 2020

**Kontakt:**

Bernhard GERINGER  
Univ.Prof. Dr.techn. Dipl.-Ing.  
Institut für Fahrzeugantriebe und Automobiltechnik  
Tel.: +43 (1) 58801 31500  
[bernhard.geringer@ifa.tuwien.ac.at](mailto:bernhard.geringer@ifa.tuwien.ac.at)

**Die Relevanz von Wasserstoff und anderen langfristigen alternativen Speichertechnologien für Österreich bis 2050\***

Derzeit werden vor allem Pumpspeicherwasserkraftwerke eingesetzt, um Schwankungen der Stromerzeugung aus Photovoltaik und Windkraft auszugleichen. Österreich ist diesbezüglich in einer sehr vorteilhaften Position. Sowohl unter der Perspektive des forcierten Ausbaus volatiler erneuerbarer Energieträger (mit einer Perspektive bis 2050) als auch unter dem Aspekt der Investitionskosten von neuen Speicherkraftwerken ist es notwendig, auch andere langfristige Optionen zu diskutieren. In diesem Projekt wird analysiert, welche solcher technologischen Speicheroptionen technisch, energetisch und wirtschaftlich dafür in großem Rahmen in Frage kommen. Dazu wird zunächst untersucht, in welchem Ausmaß Pumpspeicher heute zur Regulierung der Volatilität erneuerbarer Energieträger eingesetzt werden und darauf aufbauend, was für diese Zwecke die konkurrierenden bzw. ergänzenden Speichertechnologien sein können, die über größere Zeiträume – Monate bis Jahre – für ein Land relevante Energiemengen speichern können. Im Wesentlichen werden folgende Technologien von Langzeitspeichern analysiert: Wasserspeicher, Wasserstoff, Sunfuels (Methanisierung von Wind, PV durch Elektrolyse und Verbindung mit CO<sub>2</sub>), Druckluftspeicher (CAES).

**Kontakt:**

Reinhard HAAS  
Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr.  
Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe  
Tel.: +43-1-58801-370352  
[haas@eeg.tuwien.ac.at](mailto:haas@eeg.tuwien.ac.at)

**HYVOLUTION und HyTime: nicht-thermische Produktion von reinem Wasserstoff aus Biomasse**

HYVOLUTION ist ein EU-Projekt zu nachhaltigen Energie-Systemen mit dem Ziel, einen Entwurf für einen industriellen Bio-Prozess zur dezentralen Herstellung von Wasserstoff in Kleinanlagen aus lokal produzierter Biomasse zu entwickeln. Das neue Verfahren in HYVOLUTION basiert auf einem Bio-Prozess, der thermophile und phototrophe Bakterien einsetzt, um eine höchstmögliche Wasserstoff-Produktivität in kleinen, kostengünstigen Anlagen zu erzielen. So soll es möglich sein, 10 bis 25 Prozent des EU-Bedarfs an Wasserstoff zur Produktion von Strom oder zur Verwendung als Treibstoff bei Kosten von etwa 10 Euro/GJ bereitzustellen. Der 2-stufige Bio-Prozess besteht aus einem thermophilen Schritt, in dem Wasserstoff, CO<sub>2</sub> und Zwischenprodukte entstehen, gefolgt von einer photo-heterotrophen Fermentation, in der diese Zwischenprodukte ebenfalls zu Wasserstoff und CO<sub>2</sub> umgewandelt werden, um so einen Wirkungsgrad von 75 Prozent zu erreichen. Gleichzeitig umfasst das Projekt die Entwicklung eines Verfahrens zur Gasaufbereitung, um das Produktgas optimal zu reinigen. Das Ziel von „HyTime“ ist es einen Bioprozess zur dezentralen Herstellung von Wasserstoff aus Biomasse der 2. Generation bereitzustellen. Die neue Strategie in HyTime ist der Einsatz von thermophilen Bakterien, die bezüglich der Wasserstoffausbeute deutliche Überlegenheit gegenüber anderen Organismen zeigen. Die

Medienservice  
26. August 2020

eingesetzte Biomasse umfasst Gras, Stroh, Melasse sowie verwertbare Nahrungsmittelabfälle. Die Biomasse wird vorgehandelt und in einem für thermophile Bakterien typischen hocheffizienten Prozess zu Wasserstoff fermentiert. Die Entwicklung von maßgeschneiderten Bioreaktoren und Verfahren zur Gasreinigung sollen die Produktivität weiter erhöhen.

**Kontakt:**

Walter WUKOVITS  
Univ.Ass. Dipl.-Ing. Dr.techn.  
Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften  
Tel.: +43 (1) 58801 166250  
[walter.wukovits@tuwien.ac.at](mailto:walter.wukovits@tuwien.ac.at)

**TU Graz**

**Wasserstoffbetriebene Großmotoren für die Schifffahrt**

Am Grazer Großmotorenforschungszentrum LEC, an dem die TU Graz maßgeblich beteiligt ist, wird aktuell ein hochinnovatives Wasserstoffmotorenkonzept namens HyMethShip entwickelt, um die Hochseeschifffahrt umweltfreundlicher zu machen. Das Ziel des europäischen Projektes lautet „towards zero emissions“. Die Zahlen sprechen für sich: minus 97 Prozent CO<sub>2</sub> und minus 80 Prozent NOX – bei einem Plus von 45 Prozent im Bereich Energieeffizienz. Vereinfacht gesagt geht es darum, dass das Schiff mit Methanol, das mit grünem Wasserstoff und CO<sub>2</sub> hergestellt wird, betankt wird. Dieses wird am Schiff so reformiert, dass Wasserstoff für den Motor zur Verfügung steht. Das beim Reformieren abgeschiedene CO<sub>2</sub> wird damit dem Kraftstoff bereits vor dem Verbrennen entnommen und wird daher nicht mehr emittiert. Das CO<sub>2</sub> wird am Schiff gespeichert, im Hafen entladen und wieder zurück in die Methanol-Produktion gebracht.

**Kontakt:**

Andreas WIMMER  
Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.  
Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik  
+43 316 873 30100  
[andreas.wimmer@lec.tugraz.at](mailto:andreas.wimmer@lec.tugraz.at)  
[www.lec.at](http://www.lec.at)

## **H2-Schneemobil mit dezentraler Infrastruktur**

Ein Projekt, an dem am HyCentA momentan geforscht wird, ist HySnow. Dieses Leuchtturmprojekt der Elektromobilität des Klima- und Energiefonds zu einer emissionsfreien Wintertourismusapplikation mit dem weltweit ersten Schneemobil mit Brennstoffzellenantrieb inklusive des Aufbaus einer hochalpinen Versorgungsinfrastruktur mit grünem Wasserstoff durch Photovoltaik und Elektrolyse wird mit den Partnern BRP Rotax GmbH & Co KG, Fronius International GmbH, ElringKlinger AG, Hinterstoder-Wurzeralm Bergbahnen AG, Institut für Elektrische Messtechnik und Messsignalverarbeitung Technische Universität Graz, ECuSol GmbH und dem Skiclub Hinterstoder durchgeführt.

### **Kontakt:**

Alexander TRATTNER  
Dipl.-Ing. Dr.techn.  
Geschäftsführer und wissenschaftlicher Leiter  
Tel.: +43 316 873 9502  
[trattner@hycenta.at](mailto:trattner@hycenta.at)  
[www.hycenta.at](http://www.hycenta.at)

## **Dezentrale und klimaneutrale Wasserstoffherzeugung**

Die Arbeitsgruppe Brennstoffzellen und Wasserstoffsysteme am Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik der TU Graz – eine der international führenden Gruppen auf dem Gebiet der Wasserstoffforschung – hat nach Möglichkeiten gesucht, die Wasserstoffproduktion attraktiver zu machen. Im Rahmen des Forschungsprojektes HyStORM (Hydrogen Storage via Oxidation and Reduction of Metals) entwickelte das Team rund um Arbeitsgruppenleiter Viktor Hacker eine sogenannte „Chemical-Looping Hydrogen-Methode“, ein neues nachhaltiges und innovatives Verfahren zur dezentralen und klimaneutralen Wasserstoffherzeugung. Dieser mehrfach ausgezeichnete Forschungserfolg mündete in einem kompakten und platzsparenden On-Site-On-Demand-System (OSOD) für Tankstellen und Energieanlagen, das vom Grazer Start-Up Rouge H2 Engineering entwickelt und vertrieben wird. Dieses System soll zukünftig ein wichtiger Puzzlestein auf dem Weg zur flächendeckenden Verfügbarkeit von nachhaltigem Wasserstoff werden.

### **Kontakt:**

Viktor HACKER  
Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.  
Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik  
Tel.: +43 316 873 8780  
[viktor.hacker@tugraz.at](mailto:viktor.hacker@tugraz.at)  
[www.ceet.tugraz.at/fuelcells](http://www.ceet.tugraz.at/fuelcells)

Medienservice  
26. August 2020

## **Hochtemperatur-Brennstoffzelle | Hochtemperatur-Elektrolyse**

Das Institut für Wärmetechnik der TU Graz beschäftigt sich vorrangig mit der Hochtemperatur-Brennstoffzelle und der Hochtemperatur-Elektrolyse. Mit dieser SOC-Technologie ist es möglich, sowohl reinen Wasserstoff, reines Kohlenmonoxid oder Mischungen aus H<sub>2</sub> und CO im Elektrolysebetrieb (SOEC) als auch elektrische Energie im Brennstoffzellenbetrieb (SOFC) zu erzeugen. Im Fokus der Forschung steht dabei die Degradation der involvierten Materialien im Stack der Brennstoffzelle, besonders wann, warum und wo welche Degradationsart auftritt, durch welche Betriebsparameter dies beschleunigt wird und natürlich welche Gegenmaßnahmen getroffen werden müssen, um Degradation zu verhindern und einen sicheren Langzeitbetrieb von SOFC und SOEC zu gewährleisten.

### **Kontakt:**

Christoph HOCHENAUER  
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.  
Institut für Wärmetechnik  
Tel.: +43 316 873 7300  
[christoph.hochenauer@tugraz.at](mailto:christoph.hochenauer@tugraz.at)  
[www.iwt.tugraz.at](http://www.iwt.tugraz.at)

Leiterin der Brennstoffzellengruppe:  
Vanja SUBOTIC  
Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. BSc  
Tel.: +43 316 873 7319  
[vanja.subotic@tugraz.at](mailto:vanja.subotic@tugraz.at)

## **BIO-LOOP: "Chemical-Looping" als neue Technologie zur effizienten Biomassenutzung**

Unter Konsortialführung des Kompetenzzentrums BEST – Bioenergy and Sustainable Technologies arbeitet ein Team des Kompetenzzentrums gemeinsam mit Forschenden von TU Wien und TU Graz sowie mit Industriepartnern an der Entwicklung von Biomasse-basierten Chemical Looping Technologien, bei denen Metalloxide statt Luft als Sauerstoffträger verwendet werden. Damit soll eine effiziente Biomasse-Nutzung für die Erzeugung von Strom, Wasserstoff sowie von Gasen für Biotreibstoffe und Bio-Materialien bei negativer CO<sub>2</sub>-Bilanz ermöglicht werden. Es werden unterschiedliche Konzepte sowohl für dezentrale Anwendungen zur Erzeugung von Synthesegas und Wasserstoff sowie auch große Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung entwickelt. Neben experimentellen Arbeiten an Technikums-Reaktoren werden auch geeignete Metalloxide als Sauerstoff-Trägermaterialien für Biomasse optimiert, sowie eine für die Prozessanalyse nötige speziell konzipierte CFD-basierte Multiphysik Toolbox entwickelt und validiert.

### **Kontakt:**

Walter HASLINGER  
Dipl.-Ing. Dr.  
BEST – Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH  
Tel.: +43 5 02378-9200  
[walter.haslinger@best-research.eu](mailto:walter.haslinger@best-research.eu)  
[www.best-research.eu](http://www.best-research.eu)

## **Montanuniversität Leoben**

### **Erzeugung von leistbarem Wasserstoff in großen Mengen durch Pyrolyse von Erdgas**

Wasserstoffherstellung aus Wasser durch Elektrolyse ist jenes Verfahren, das den kleinsten ökologischen Fußabdruck aufweist, sofern die für die Elektrolyse erforderliche elektrische Energie (etwa 143 kJ pro g H<sub>2</sub>) aus erneuerbaren Quellen (CO<sub>2</sub>-frei) zur Verfügung gestellt werden kann. Eine der alternativen Routen zur Erzeugung von Wasserstoff ist die Pyrolyse von Methan, die gegenüber anderen Herstellungsrouten den geringsten Energieaufwand (etwa 19 kJ pro g H<sub>2</sub>) bei einer sehr hohen Wasserstoffausbeute aufweist. Im Sinne einer vollständigen Ressourcennutzung kommt der nachhaltigen Nutzung des festen Kohlenstoffs als Nebenprodukt eine wichtige Bedeutung zu. Möglichkeiten dazu sind einerseits die Nutzung in High-Tech Anwendungen wie Carbon-Nanotubes, Hochleistungswerkstoffe, Energiespeicher (z.B. Superkondensatoren) oder micro-poröse Kohlenstofftanks zur energieeffizienten Speicherung von Wasserstoff. Andererseits kann der Kohlenstoff nutzenstiftend in der Landwirtschaft oder bei der Herstellung nachhaltiger Baustoffe eingesetzt werden. Die Herausforderungen der Methanpyrolyse liegen derzeit einerseits in der Skalierung der Methanpyrolyse-Technologie in den industriellen Maßstab sowie in der Entwicklung von sowohl hochpreisigen Kohlenstoffprodukten für kleinere Marktvolumina als auch preiswerten Verwertungsoptionen für Massenmärkte (Baustoffe, Landwirtschaft).

#### **Kontakt:**

Peter MOSER  
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont.  
Lehrstuhl für Bergbaukunde, Bergtechnik und Bergwirtschaft  
Tel.: +43 3842 402 – 2000  
[peter.moser@unileoben.ac.at](mailto:peter.moser@unileoben.ac.at)

### **Wasserstoffspeicherung in großen Mengen in Erdgasspeichern**

In der Natur hat die Evolution hauptsächlich Kohlen- und Wasserstoff als Energieträger und Speichermöglichkeit entwickelt. Diese Prozesse sind das Vorbild der „Power to Gas“-Technologie: Überschüsse aus der Produktion erneuerbarer Energie werden durch Elektrolyse in Wasserstoff umgewandelt und sind dadurch im Erdgassystem speicherbar. In zahlreichen Untersuchungen wird und wurde die Wasserstofftoleranz der Erdgasinfrastruktur untersucht. Dabei hat sich gezeigt, dass ein Wasserstoffanteil von bis zu 10 Prozent mit der vorhandenen Infrastruktur gut verträglich scheint. Damit eröffnet sich die Möglichkeit, dass die Gasspeicher mit ihren enormen Speichervolumina (mehr als 8 Mrd. m<sup>3</sup> entsprechend 92.000 GWh in Österreich) im Energiesystem der Zukunft neu positioniert und als Ausgleichsspeicher für erneuerbare Energien dienen. Im Zuge eines Leitprojekts wird der Nachweis für die Verträglichkeit von Wasserstoffgehalten bis 10 Prozent angestrebt, sodass die Speicher künftig nicht den limitierenden Faktor im Gesamtsystem darstellen.

#### **Kontakt:**

Peter MOSER  
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont.  
Lehrstuhl für Bergbaukunde, Bergtechnik und Bergwirtschaft  
Tel.: +43 3842 402 – 2000  
[peter.moser@unileoben.ac.at](mailto:peter.moser@unileoben.ac.at)

## **Umstellung von Prozessen der Stahlindustrie auf die Wasserstoffnutzung**

Im Rahmen des Kompetenzzentrums K1-MET wird das Ziel verfolgt, die Dekarbonisierung der Stahlerzeugung mit den Schwerpunkten wasserstoffbasierte Stahlerzeugung, Energieeffizienz und Reduktion der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen voranzutreiben. Damit soll die Erfolgsgeschichte der österreichischen Stahl- und Verarbeitungsindustrie fortgeführt werden. Neben der gesteigerten Energieeffizienz in diversen Brenner- und Ofensystemen oder der Katalysatorentwicklung zur Umwandlung von CO in CO<sub>2</sub> findet sich unter den Schwerpunkten des K1-MET auch der vollständige Austausch von Kohlenstoff durch Wasserstoff zur Reduktion von Erz und der damit verbundenen Reduktion der CO<sub>2</sub> Emissionen.

### **Kontakt:**

Peter MOSER  
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont.  
Lehrstuhl für Bergbaukunde, Bergtechnik und Bergwirtschaft  
Tel.: +43 3842 402 – 2000  
[peter.moser@unileoben.ac.at](mailto:peter.moser@unileoben.ac.at)

## **Carbon Capture und Utilisation**

Die Transformation energieintensiver industrieller Produktionsprozesse im Rahmen der Energiewende erfordert die Integration erneuerbarer Energie, die Nutzung von CO<sub>2</sub> als Rohstoff sowie die Entwicklung energieverfahrenstechnischer Prozesse zur Schließung von Stoffkreisläufen. Forschungsgegenstand sind in diesem Zusammenhang zum einen Wasserstoff-intensivierte, chemisch katalytische Verfahren zur Nutzung von CO<sub>2</sub> als Rohstoff. Ein Beispiel dafür ist die katalytische Methanisierung. Aus Industrieabgasen abgeschiedenes CO<sub>2</sub> wird dabei mit Hilfe von Wasserstoff in höherwertige Kohlenwasserstoffe übergeführt. Dafür werden Anwendungsszenarien zur Implementierung in Industrieprozesse und zur Kopplung mit Technologien zur Erzeugung von erneuerbarem Wasserstoff erarbeitet. Neben den chemisch-katalytischen Verfahren zur CO<sub>2</sub>-Nutzung steht zudem die Prozesstechnik erneuerbarer Rohstoffe im Fokus, mit der beispielsweise Biomasse, wie Algen, zu biologischen Rohölsubstituten weiterverarbeitet werden können.

### **Kontakt:**

Peter MOSER  
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont.  
Lehrstuhl für Bergbaukunde, Bergtechnik und Bergwirtschaft  
Tel.: +43 3842 402 – 2000  
[peter.moser@unileoben.ac.at](mailto:peter.moser@unileoben.ac.at)