



UNIVERSITÄT  
BAYREUTH

# Hy.Efficient!

*Die Wasserstoffstrategie der Universität Bayreuth*



[wasserstoff.uni-bayreuth.de](http://wasserstoff.uni-bayreuth.de)



# Wasserstoff – der Energieträger für eine nachhaltige Energieversorgung

**Wasserstoff** gilt als ein unverzichtbarer Baustein für eine nachhaltige Energieversorgung ohne klimaschädigende Emissionen. Er kommt auf der Erde als Gas kaum vor und muss zunächst aus anderen Stoffen technisch gewonnen werden. Von den verschiedenen Erzeugungsverfahren wird für die Zukunft besonders die Elektrolyse von Wasser ( $H_2O$ ) favorisiert, das hierbei mit Hilfe von elektrischem Strom in Wasserstoff ( $H_2$ ) und Sauerstoff ( $O_2$ ) zerlegt wird. Soweit der Strom aus regenerativen Energiequellen stammt, tritt im Gesamtprozess kein Kohlendioxid ( $CO_2$ ) auf und der so produzierte Wasserstoff wird als „grün“ bezeichnet.

Alle Szenarien für unsere Energieerzeugung gehen davon aus, dass die Kapazitäten an Windkraftanlagen und Photovoltaik noch deutlich ausgebaut werden. Dies führt aber auch dazu, dass zeitweilig ein großer Überschuss an Strom vorhanden sein wird, den es sinnvoll zu nutzen gilt. Neben der direkten elektrischen Speicherung in Batterien kommt die Umwandlung in den chemischen Energieträger Wasserstoff in Betracht, der über längere Zeit gespeichert, in Gasnetzen transportiert und bei Bedarf durch Brennstoffzellen wieder in elektrische Energie zurückgewandelt werden kann. Batterie- und Wasserstoffkonzepte ergänzen sich hierbei.

Das große Potenzial der energetischen Nutzung von Wasserstoff ist seit langem bekannt. Um es jedoch in weitaus größerem Maße als heute auszuschöpfen, bedarf es noch erheblicher Anstrengungen. Daher werden weltweit Ziele und Strategien definiert, darunter die **EU Hydrogen**

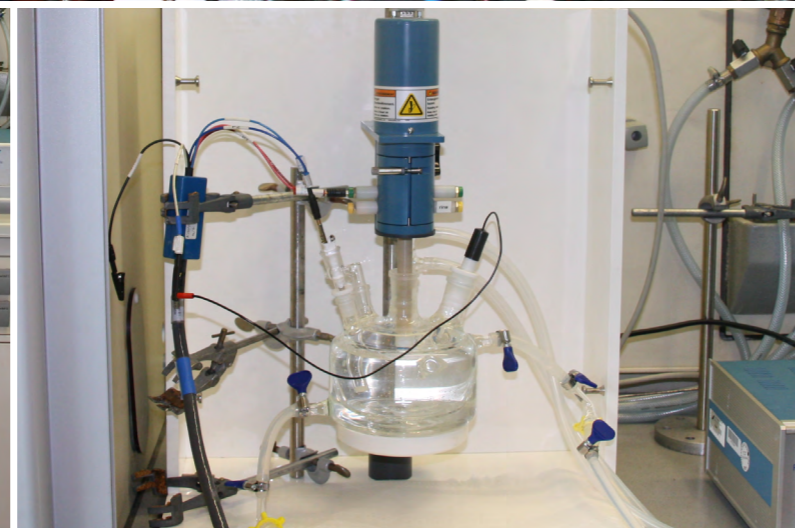
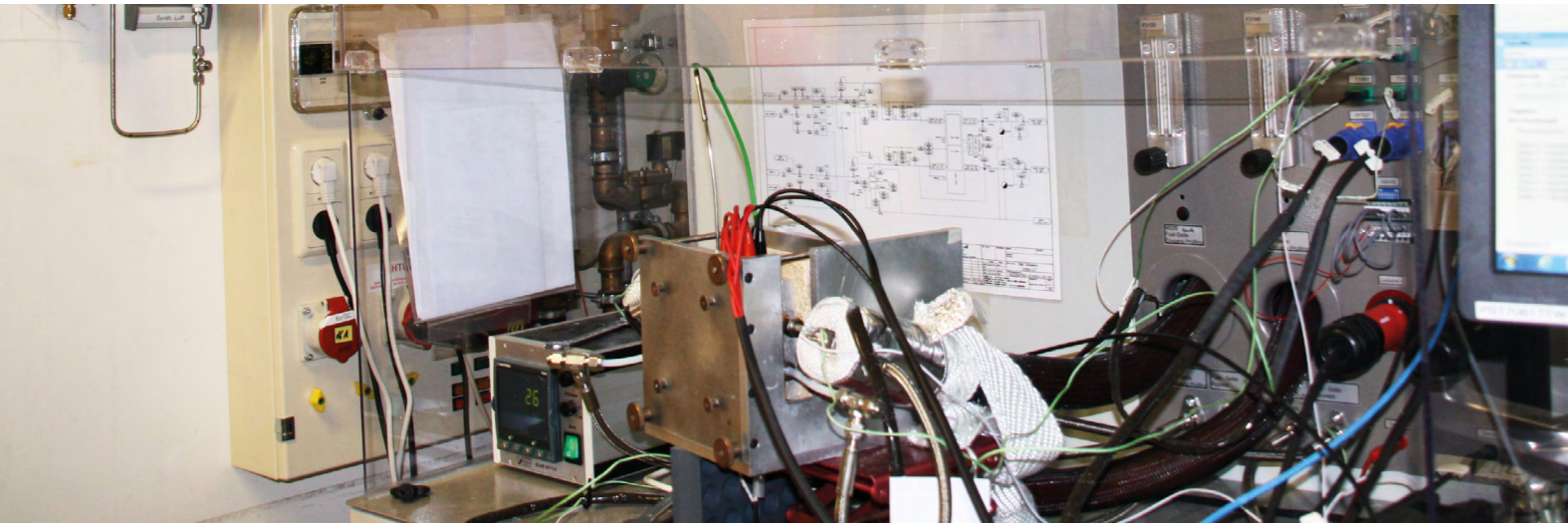
**Strategy Roadmap**, die **Nationale Wasserstoffstrategie** in Deutschland und die **Bayerische Wasserstoffstrategie**. Sie verfolgen ähnliche Ziele, setzen jedoch regional unterschiedliche Schwerpunkte. So strebt Bayern eine Führungsrolle im Bereich der Wasserstofftechnologie an.

Auf dem Weg dorthin sind noch zahlreiche Herausforderungen zu meistern. Um der Wasserstofftechnologie zum Durchbruch zu verhelfen und auf dem Markt zu etablieren, muss nicht nur naturwissenschaftlich weiter geforscht und ingenieurwissenschaftlich entwickelt, sondern müssen auch wirtschaftliche, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte frühzeitig einbezogen werden.

Für die hier besonders notwendigen ganzheitlichen Betrachtungen ist die Universität Bayreuth prädestiniert.

# Die Universität Bayreuth – ein Ort für vernetzte Wasserstoffforschung

Forschung zu **Brennstoffzellen** und zur **Katalyse** an der Universität Bayreuth.  
oben: Brennstoffeinzelle eingebaut in einen Brennstoffzellenteststand.  
unten: Messaufbau zur Evaluierung der Katalysator-Performance.



Zur Erforschung, Entwicklung und Erprobung innovativer Konzepte und verbesserter Technologien im Themenfeld Wasserstoff bringt die Universität Bayreuth mit ihren Fakultäten und Forschungseinrichtungen ihre bereits große Expertise ein, baut diese zielgerichtet weiter aus und vernetzt sie intern und extern.

Sie umspannt damit die gesamte Prozesskette des Wasserstoffs von seiner **Erzeugung** über die **Logistik mit Speicherung und Transport** bis hin zur **Nutzung** und fügt diese Elemente nicht zuletzt durch ihre **Integration zu einem optimierten Energiesystem** zusammen.

Einige Beispiele aktueller Forschungsaktivitäten verdeutlichen die vorhandene Kompetenz an der Universität Bayreuth:

## H<sub>2</sub>-Erzeugung

- Innovative Materialien zur Herstellung von grünem Wasserstoff durch Photokatalyse, Photoelektrochemie, Elektrokatalyse und Elektrolyse
- Neuartige katalytische Reaktionen zur Freisetzung von Wasserstoff
- Wasserstofferzeugung durch Vergasung von Biomasse und durch Dehydrierung von Kohlenwasserstoffen

## H<sub>2</sub>-Speicherung

- Katalytische Speicherung von Wasserstoff durch Hydrierreaktionen

- Reversible Speicherung von Wasserstoff in modifizierten Abfallstoffen
- Faserverbundstrukturen zur kompakten Speicherung von flüssigem Wasserstoff und Sauerstoff in Drucktanks

## H<sub>2</sub>-Nutzung

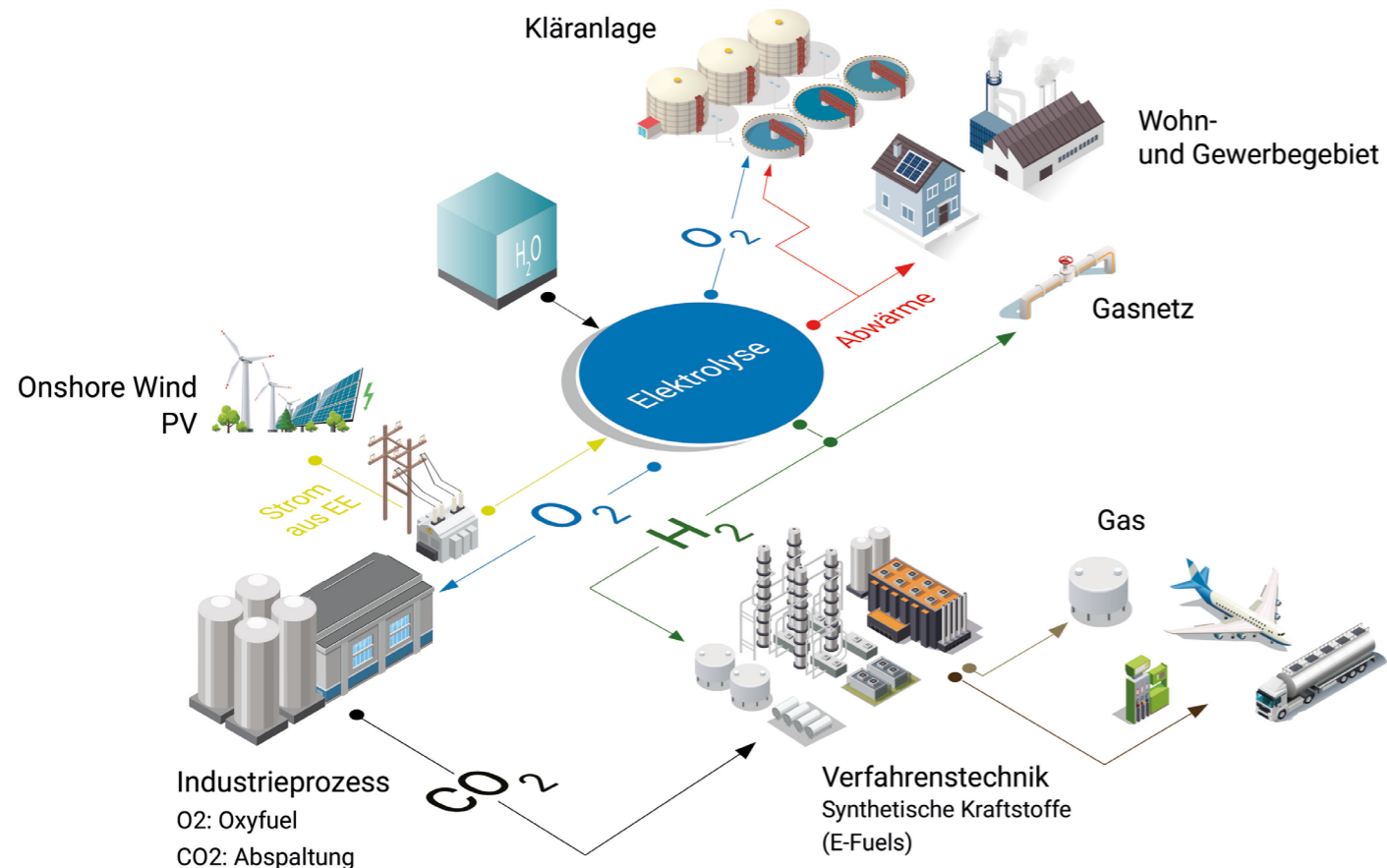
- Entwicklung, Modellierung, Regelung und Optimierung von Brennstoffzellensystemen (PEM, SOFC, DMFC)
- Zündung und Verbrennung von reinem Wasserstoff und Gasgemischen mit hohem Wasserstoffanteil
- Produktion flüssiger Kraftstoffe und chemischer Rohstoffe durch Fischer-Tropsch-Synthese sowie von synthetischem Erdgas
- Synthese von Feinchemikalien und Wirkstoffen durch Hydrierkatalyse

## H<sub>2</sub>-basierte Energiesysteme

- Dynamische Modellierung und thermoökonomische Optimierung von Energiesystemen mit Power-to-Hydrogen
- Technische, wirtschaftliche und rechtliche Aspekte der Sektorenkopplung von Gas- und Stromnetzen
- Energieautarke Kommunen und wasserstoffbasierte Mobilität im ländlichen Raum

# Hy.Efficient! - Die Strategie für eine beschleunigte Entwicklung effizienter Wasserstofftechnologien

Die **Sektorenkopplung** mittels Power-to-Gas wird vom ZET in Zusammenarbeit mit dem Übertragungsnetzbetreiber TenneT TSO GmbH untersucht. Der Fokus liegt dabei auf der Modellierung, der Netzberechnung und der Potentialanalyse. Daraus können geeignete Standorte für großskalige Power-to-Gas-Anlagen abgeleitet werden.



Sowohl die energetischen wie auch die stofflichen Nutzungsmöglichkeiten von Wasserstoff werden derzeit in vielen Anwendungsbereichen angestrebt. Sie gelten aber häufig im Vergleich zu konventionellen Verfahren als aufwändiger und noch zu teuer.

Um Wasserstofftechnologien schneller zu ihrem erwünschten Durchbruch zu verhelfen und ihre breitere Marktdurchdringung zu erreichen, soll die Effizienz in allen Stufen von der Erzeugung bis zur Nutzung weiter gesteigert werden. Auch sollen im Bereich der Mobilität schwere Nutzfahrzeuge und Flugzeuge besonders betrachtet werden, in denen Batterien keine sinnvolle Alternative sind.

Hierzu will **die Universität Bayreuth mit ihrer Strategie Hy.Efficient!** einen wichtigen Beitrag leisten.

Sie wird hierfür ihre bereits vorhandene vielfältige und in manchen Bereichen einzigartige Kompetenz im Themenfeld Wasserstoff noch klarer bündeln, stärker vernetzen, zielgerecht ausbauen und öffentlich sichtbar werden lassen.

In der **Forschung** werden Schwerpunkte ausgeflaggt, die bereits besonders stark und für künftige Wasserstofftechnologien mit hoher Effizienz besonders wichtig sind; hierzu zählen:

- **Katalyse:** innovative Verfahren zur Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff

- **Brennstoffzellen:** neuartige Materialien und verbesserte Betriebsstrategien für Brennstoffzellensysteme

- **Sektorenkopplung:** technische, wirtschaftliche, rechtliche und gesellschaftliche Betrachtung der Verknüpfung der Bereiche Strom, Wärme, Verkehr und Industrie

- **Modellregionen:** Umsetzung, Demonstration, Erprobung und Transfer wasserstoffbasierter Konzepte für insbesondere ländlich geprägte Regionen

Die Forschungsmaßnahmen werden flankiert durch besondere Initiativen in der Lehre, der Weiterbildung und der Internationalisierung.

- **Lehre:** Wasserstoff wird zu einem eigenen Schwerpunkt im etablierten Masterstudiengang Energietechnik.

- **Weiterbildung:** Für die auch kurzfristige Kompetenzerweiterung von bereits akademisch und beruflich ausgebildeten Menschen auf dem sich rasch entwickelnden Bereich der Wasserstofftechnologien werden zugeschnittene Weiterbildungsformate angeboten, die mit einem Zertifikat abschließen.

- **Internationalisierung:** Die bereits bestehenden weltweiten Vernetzungen der Universität Bayreuth werden genutzt und auf das Themenfeld Wasserstoff besonders ausgerichtet. Hierbei kann die Universität mit ihrem Gateway Office in Melbourne insbesondere auf ihre exzellenten Verbindungen zu Australien bauen und

Im „ZET-Reallabor Energiezukunft Wunsiedel“ wird eine der größten deutschen Elektrolyseanlagen realisiert. Im Vordergrund steht das gesamtheitliche Konzept einer nachhaltigen Wasserstoffnutzung in der **Wasserstoffmodellregion** Fichtelgebirge.



Bild: Siemens AG

wesentlich zur German-Australian Hydrogen Alliance beitragen. Auch die in Bayreuth etablierte Afrikaforschung mit ihrem Exzellenzcluster Africa Multiple wird für die weitere Vernetzung mit diesem Kontinent hinsichtlich Ressourcen und Technologien besonders wichtig sein.

Um die Ziele zu erreichen, wird auf die fakultätsübergreifende Zusammenarbeit im **Profildfeld Energieforschung und Energietechnologie** der Universität Bayreuth mit ihren Forschungseinrichtungen wie dem **Zentrum für Energietechnik (ZET)**, dem **Bayerischen Zentrum für Batterietechnik (BayBatt)**, dem **Bayreuther Institut für Makromolekülforschung (BIMF)**, der **Forschungsstelle für deutsches und europäisches Energierecht (FER)** sowie weiterer Arbeitsgruppen zurückgegriffen. Zur schnellen Umsetzung der Strategie **Hy.Efficient!** werden die folgenden Maßnahmen vorangetrieben.

- **Netzwerk „Hy.Efficient!“:** Alle vorhandenen Aktivitäten werden durch einen regelmäßigen und systematischen Austausch befruchtet und ergänzt. Hierfür werden nicht nur alle hieran mitwirkenden Wissenschaftler der Universität eingebunden, sondern auch Interessenten aus der außeruniversitären Forschung, den Kommunen und vor allem auch der Wirtschaft.
- **Keylab „Hy.Efficient!“:** Die Erforschung und Entwicklung von effizienteren Wasserstofftechnologien erfordert bereits unter Sicherheitsaspekten besondere Räumlichkeiten und erweiterte Testmöglichkeiten. Zur Skalierung

von den Grundlagen bis zur industriellen Anwendung müssen Testeinrichtungen geschaffen, gefunden oder ertüchtigt werden.

- **Projekt „Hy.Efficient!“:** Um die interdisziplinäre Zusammenarbeit auf diesem Gebiet zu intensivieren und den Beitrag des Standorts Bayreuth zum Wasserstoffbündnis Bayern zu verdeutlichen und zu konkretisieren, wird ein größeres Projekt mit einem zunächst grob geschätzten Mittelbedarf von rund 5 Mio. EUR geplant.

# Ansprechpartner



**Prof. Dr.-Ing. Dieter Brüggemann**  
Direktor Zentrum für Energietechnik (ZET)

Universität Bayreuth  
Universitätsstraße 30, 95440 Bayreuth  
Raum: FAN C 0.47

Telefon: 0921 / 55 - 7160  
E-Mail: [brueggemann@uni-bayreuth.de](mailto:brueggemann@uni-bayreuth.de)



**Matthias Welzl**  
Koordinator Wasserstoffforschung und -technologien

Universität Bayreuth  
Universitätsstraße 30, 95440 Bayreuth  
Raum: FAN C 0.14

Telefon: 0921 / 55 - 7525  
E-Mail: [matthias.welzl@uni-bayreuth.de](mailto:matthias.welzl@uni-bayreuth.de)

# Profil der Universität Bayreuth



Vor einem halben Jahrzehnt haben die Vereinten Nationen die Agenda 2030 auf den Weg gebracht. Industrie-, Schwellen- und Entwicklungsländer werden darin aufgefordert, sich in zentralen Bereichen von Politik, Wirtschaft und Gesellschaft für die Umsetzung der UN-Millenniumsziele einzusetzen. Zu diesen Zielen gehört der Klimaschutz, aber auch der für alle Menschen zu realisierende Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und zeitgemäßer Energie. Es ist klar: Um die Ziele realisieren zu können, ist es nötig, die Nutzung kohlenstoffhaltiger Energiequellen zu verringern und dezentrale Formen der Energieerzeugung mehr als bisher zu fördern. Damit aber gewinnen die Produktion von Wasserstoff aus erneuerbaren Energiequellen sowie seine Speicherung und energetische Nutzung immer stärker

an Bedeutung. In diesem innovativen Umfeld sind auf dem Campus der **Universität Bayreuth** ingenieurwissenschaftliche, materialwissenschaftliche und chemische Forschungsarbeiten angesiedelt, die den Wasserstoff betreffen: einen, möglicherweise sogar den Energieträger des 21. Jahrhunderts. Im Zentrum stehen dabei die Herstellung, die Speicherung und die energetische Nutzung von „grünem“ Wasserstoff, insbesondere auf dem Gebiet der Brennstoffzellen.

Seit mehr als vier Jahrzehnten hat sich an der Universität Bayreuth die enge Vernetzung der Forschungsstrukturen sowie die interdisziplinäre Herangehensweise an wirtschaftliche und gesellschaftliche Zukunftsfragen bewährt. Sie wird sich auch beim Thema „Wasserstoff“ für innovative und nachhaltige Lösungen engagieren.



Universität Bayreuth  
Universitätsstraße 30  
95447 Bayreuth

Tel.: +49 (0) 921 55-0  
Mail: [info@uni-bayreuth.de](mailto:info@uni-bayreuth.de)  
Web: [www.uni-bayreuth.de](http://www.uni-bayreuth.de)