



Jetzt die Weichen stellen für ein klimaneutrales Energiesystem Fokus auf H₂-Sektorenkopplung und Import von grünem Wasserstoff

Die Nationale Wasserstoffstrategie eröffnet die Chance auf ein systemisch optimiertes und klimaneutrales Energiesystem. Sie bietet zudem neue Perspektiven für den Aufbau industrieller Wertschöpfung im Bereich einer internationalen Wasserstoffwirtschaft. Expertinnen und Experten des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) empfehlen in einer Studie, bei der Umsetzung der Wasserstoffstrategie konsequent die Wechselwirkungen mit dem Gesamt-Energiesystem zu berücksichtigen und so die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Sektorenkopplung zu schaffen. Sie plädieren zudem für die kurzfristige Realisierung von Rahmenbedingungen, die die Erzeugung von Wasserstoff in klimatisch begünstigten Partnerländern ermöglichen.

Die Energiewende setzt langfristig primär auf die Nutzung von Wind- und Sonnenenergie. Eine solche, zuvorderst auf grünem Strom basierende, Energiebereitstellung ist abhängig von der Witterung. Um den hohen Bedarf an Flexibilitäts- und Speichertechnologien zur Regulierung von Angebot und Nachfrage bedienen zu können, ist Wasserstoff als zweite Säule des zukünftigen Energiesystems – neben der Elektrizität – in den Fokus gerückt. Die Erhöhungen des Anteils von Wasserstoff in Industrieprozessen, im Gebäudesektor sowie in Energie- und Transportsystemen sind erste Schritte für einen Markthochlauf von Wasserstofftechnologien. Das volle Potenzial von Wasserstoff als Treiber der Energiewende kommt jedoch erst zum Tragen, wenn bei der Umsetzung der Wasserstoffstrategie von Beginn an das Gesamtsystem mit all seinen Energiesektoren und Wechselwirkungen berücksichtigt wird. In der zweiteiligen DLR-Studie „Wasserstoff als ein Fundament der Energiewende“ werden diese Zusammenhänge genauer dargelegt.

Wasserstoffherzeugung und -logistik müssen international angelegt sein

Die Potenziale für erneuerbare Energien sind in Deutschland limitiert. Vor diesem Hintergrund ist die großskalige Produktion von Wasserstoff in sonnen- und windreichen Ländern mit geeigneten und verfügbaren Flächen eine ökonomisch attraktive Option, um die klimaneutrale Energieversorgung des Industriestandorts Deutschland unter Wahrung der Interessen der Partnerländer sicherzustellen. Der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft inklusive der erforderlichen Logistik sollte daher von Beginn an auf die Kooperation mit Partnerländern innerhalb und außerhalb der EU ausgerichtet werden. Eine abgestimmte und zielgerichtete Zusammenarbeit im Rahmen der europäischen Wasserstoffstrategie, bestehender Energiepartnerschaften sowie der Entwicklungszusammenarbeit ist hierfür die Grundlage. Sie bildet die Voraussetzung für die zügige Initiierung konkreter Projekte zur Erprobung von Technologien zur großskaligen Produktion sowie zum Transport von Wasserstoff.



Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
Ansprechpartnerin Büro Berlin
Dr. Katrin Simhandl
030 - 670 55 250
Katrin.Simhandl@dlr.de

H₂-Sektorenkopplung
Prof. Dr. Carsten Agert
0441 - 99906 100
Carsten.Agert@dlr.de

H₂-Erzeugung und -Import
Prof. Dr.-Ing. Robert Pitz-Paal
02203 - 601 2744
Robert.Pitz-Paal@dlr.de



Mit dem Hochleistungsstrahler „Synlight“ erforscht das DLR Herstellungsverfahren für solare Treibstoffe wie Wasserstoff.



Wasserstoffbetriebene Brennstoffzellen-Triebzüge sind bereits heute im Einsatz und stehen für emissionsfreie Mobilität.

Für eine hohe Wirtschaftlichkeit des erzeugten Wasserstoffs sollten Technologien zum Einsatz kommen, die günstige Stromgestehungskosten sowie eine hohe Volllaststundenzahl aufweisen. Hier wurde aus Sicht des DLR beispielsweise die Rolle der solarthermischen Kraftwerke (CSP) mit integrierten thermischen Energiespeichern bisher nicht ausreichend berücksichtigt. Insbesondere als Hybridsysteme in Kombination mit Wind- und Photovoltaik-Anlagen können diese Strom rund um die Uhr und zu geringen Kosten garantieren und so zur weiteren Senkung der Erzeugungs- und Transportkosten beitragen. Zusätzlich können durch die Nutzung von Hochtemperaturwärme in entsprechend angepassten Elektrolyseuren oder durch thermochemische Verfahren der H₂-Erzeugung weitere Effizienz- und Kostenvorteile generiert werden.

Für den Wirtschaftsstandort Deutschland ergeben sich aus einer solchen Konstellation immense Chancen, durch Entwicklung und Export von H₂-Erzeugungs- und Logistiktechnik sowie durch Innovationen aus dem Bereich der solarthermischen Kraftwerke und Speichertechnik signifikant an der Wertschöpfung zu partizipieren.

Großskalige Systemintegration von H₂ muss die Sektorenkopplung priorisieren

Wasserstoff als zweite Säule des Energiesystems ermöglicht eine umfassende Kopplung der Sektoren Verkehr, Stromerzeugung, Wärme und Industrie. Damit diese gelingt und die damit verbundenen Effizienz- und Flexibilitätspotenziale in vollem Umfang realisiert werden können, ist ein systemisch angelegtes Verständnis der Sektorenkopplung essentiell. Zukünftige Investitionen mit dem Ziel einer großskaligen Etablierung von Wasserstoff im Energiesektor sollten sich daher konsequent am systemischen Potenzial orientieren, statt nur Einzelanwendungen zu adressieren. Beispiele entsprechender Elemente von Sektorenkopplung sind:

- wasserstoffbetriebene Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, die unter Einsatz von Wärmespeichern zusätzliche Flexibilität für das Stromnetz bereitstellen,
- „Vehicle-to-Grid“-Brennstoffzellenfahrzeuge, die zur flexiblen Wasserstoff-rückverstromung eingesetzt werden, und
- Elektrolyse-Anlagen, deren Abwärme zum Beispiel für Nahwärmenetze genutzt wird.

Richtige Impulse zur richtigen Zeit setzen

Um eine führende Rolle in der Technologieentwicklung zur Wasserstoffherstellung und -logistik einnehmen zu können, empfiehlt die DLR-Studie für Deutschland folgende drei Forschungsschwerpunkte:

- Internationale Partnerschaften und H₂-Transportsysteme:
Kurzfristig sollten im Rahmen internationaler Kooperationen Hybridsysteme aus Wind-, Photovoltaik- und CSP-Anlagen als Demonstratoren realisiert werden. Sie ebnen den Weg für eine hohe Auslastung sowohl der Elektrolyseure als auch der Wasserstofftransport-Infrastruktur.
- Elektrolyse-Systeme:
Kurz- bis mittelfristig ist die Material- und Verfahrensentwicklung für Elektrolyseure, insbesondere mit Blick auf die automatisierte Herstellung und die Kopplung mit Strom und Wärme aus erneuerbarer Energie, von zentraler Bedeutung.
- Verfahrensentwicklung:
Mittel- bis langfristig gilt es, den Schwerpunkt auf die Weiterentwicklung solarthermochemischer Verfahren, auf Algen als rohstoffbasierendes Verfahren sowie auf photoelektrochemische Verfahren zu legen. Der Fokus sollte hierbei vor allem auf die Skalierbarkeit der Technologien, die Wasserstoffgestehungskosten, die Treibhausgasemissionen der gesamten Wertschöpfungskette aus Herstellung und Nutzung sowie auf die Verfügbarkeit der für die Anlagen erforderlichen Rohstoffe gerichtet werden.

Mit Blick auf die Systemintegration von Wasserstoff im Kontext der Sektorenkopplung empfehlen die DLR-Expertinnen und -Experten folgende Forschungsschwerpunkte:



Wasserstoff ermöglicht eine umfassende Kopplung der Sektoren Verkehr, Stromerzeugung, Wärme und Industrie.

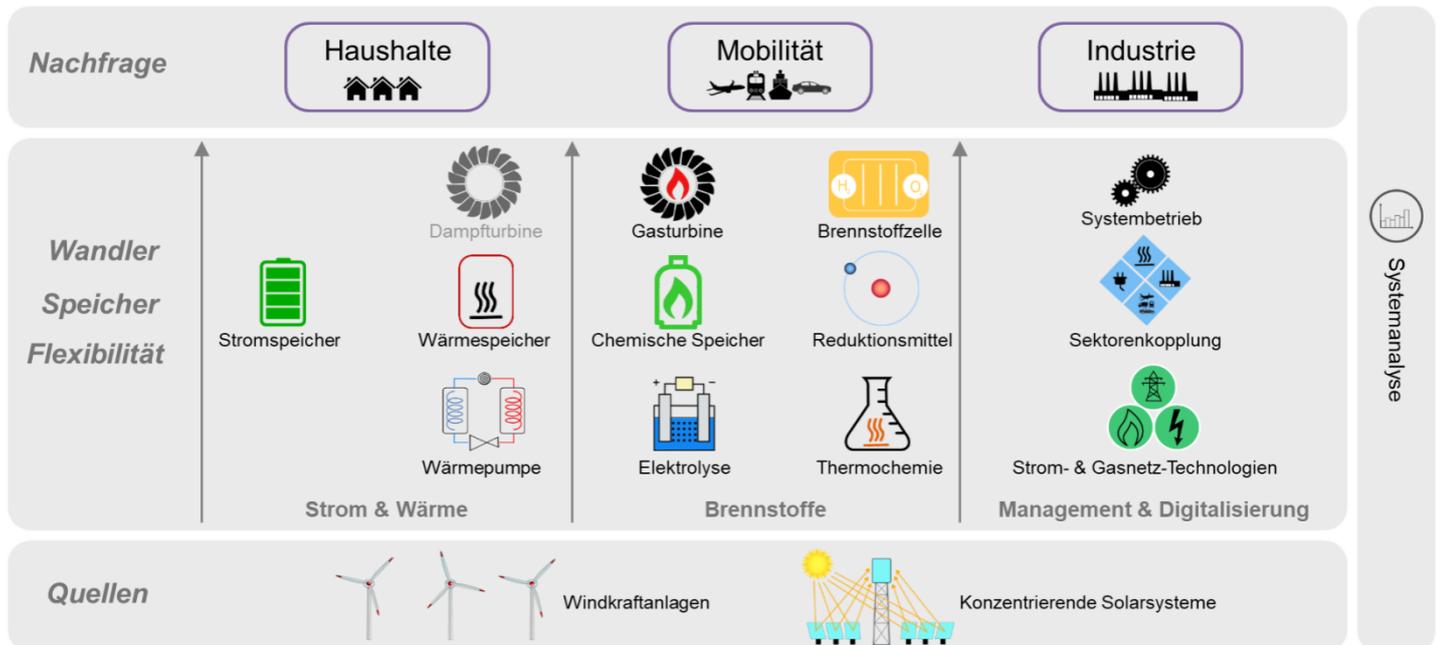
- **Speicherung und Transport:**
Die bestehende Speicher- und Transport-Infrastruktur für gasförmige Energieträger muss für die Nutzung mit Wasserstoff-Beimischungen und später mit reinem Wasserstoff ertüchtigt werden. Besonderer Forschungsbedarf wird in der Umnutzung der Erdgas-Kavernen auf Wasserstoff sowie in minimalinvasiven Strategien zum Umbau des Gasnetzes gesehen.
- **Elektrische und digitale Systemintegration:**
Signifikanter weiterer Forschungsbedarf besteht bei der sektorengekoppelten elektrischen und digitalen Systemintegration von Wasserstofftechnologien auf allen Ebenen des Energiesystems (Gebäude, Distrikt, gewerbliche Liegenschaften, Stromnetze und Verkehr).
- **Verbessertes Systemverständnis als Basis politischer Entscheidungen:**
Der Umbau des Energiesystems ist ein komplexer Vorgang, bei dem eine Vielzahl technischer, ökonomischer und gesellschaftlicher Stellschrauben miteinander wechselwirken. Insbesondere die Einführung eines neuen Energieträgers im Kontext der Sektorenkopplung sollte daher auf der Basis eines soliden modellbasierten Systemverständnisses ausgestaltet werden. Aus diesem Grund sollten entsprechende Forschungen zu Energiesystemmodellen sowie die wissenschaftliche Entwicklung zielgerichteter ökonomischer Anreizinstrumente den Markthochlauf begleiten.

Informationen über die Forschungs- und Entwicklungsarbeit des DLR im Bereich H₂ finden Sie auf: <https://www.dlr.de/content/de/dossiers/2020/wasserstoff.html>

[Download: „Wasserstoff als ein Fundament der Energiewende“ Teil 1](#)

[Download: „Wasserstoff als ein Fundament der Energiewende“ Teil 2](#)

DLR Energieforschung: Regelbare Nachhaltige Energie



Das Energiesystem der Zukunft muss nachhaltig sein. Die DLR-Energieforschung ist auf dieses Ziel ausgerichtet. Um erneuerbare Energien kostengünstig zu erschließen, erforschen und entwickeln wir Materialien, Prozesse und Technologien für eine effiziente Nutzung von Solar- und Windenergie. Das DLR betreibt zudem vielfältige Forschung in der Energiesystemanalyse. Dies ist zum Verständnis und zur Ausgestaltung des zukünftigen Gesamtenergiesystems notwendig. Unser Ziel ist es, das zukünftige Energiesystem nach vieldimensionalen Kriterien bestmöglich auszulegen und Entwicklungspfade sowie Steuerungsmechanismen aufzuzeigen.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)

Ansprechpartnerin Büro Berlin

Dr. Katrin Simhandl
030 - 670 55 250
Katrin.Simhandl@dlr.de

H₂-Sektorenkopplung

Prof. Dr. Carsten Agert
0441 - 99906 100
Carsten.Agert@dlr.de

H₂-Erzeugung und -Import

Prof. Dr.-Ing. Robert Pitz-Paal
02203 - 601 2744
Robert.Pitz-Paal@dlr.de