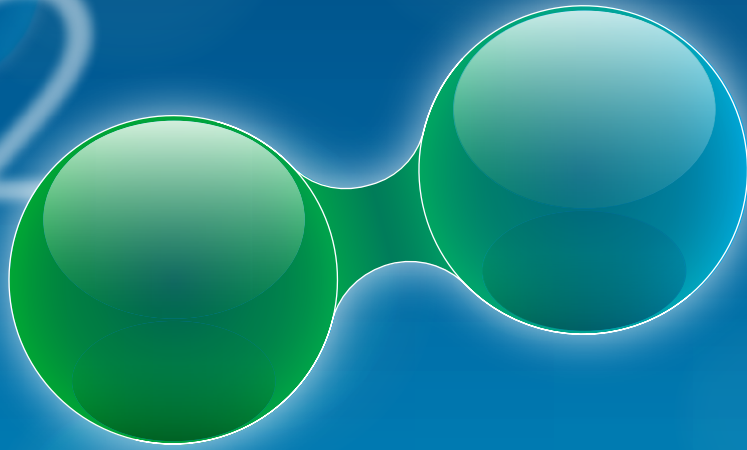
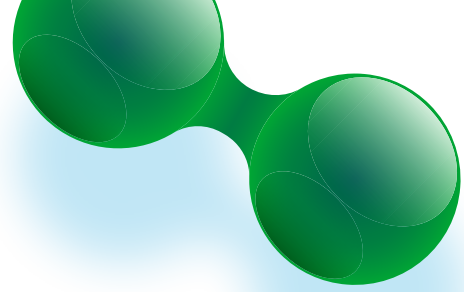


H₂



WASSERSTOFF-FORSCHUNG IM DLR

Jetzt die Weichen stellen für ein klimaneutrales Energie- und Verkehrssystem



WASSERSTOFF-FORSCHUNG IM DLR

Wegbegleiter in eine klimaneutrale Zukunft

Wasserstoff kann als vielseitig einsetzbares Element einen zentralen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Nachhaltig hergestellt können Wasserstoff und seine Derivate zukünftig in der Industrie, im Verkehr und im Energiesystem fossile Kraftstoffe ersetzen, um CO₂-Emissionen zu reduzieren. Unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler beschäftigen sich mit Fragestellungen aus allen Bereichen der Wasserstoffforschung – von der klimafreundlichen Herstellung über die Speicherung und Verteilung bis zur Nutzung.

Das DLR forscht an unterschiedlichen Verfahren, die Wasserstoff durch den Einsatz von erneuerbarer Energie aus Wasser abspalten. Dazu zählen die Wasserelektrolyse, die Reformierung von Biogas, Photoelektrochemie sowie die thermochemische Wasserspaltung. Zudem arbeitet das DLR an Lösungen für den Transport über lange Distanzen, für die Verteilung und die Speicherung. Ein weiteres Forschungsgebiet sind Energiewandler wie Brennstoffzellen. Diese wandeln Wasserstoff in Strom um: für mobile Anwendungen wie den Antrieb von Zügen, Straßenfahrzeugen, Schiffen oder Flugzeugen und stationäre Anwendungen wie Industrieprozesse oder Netzeinspeisung. Darüber hinaus erforscht das DLR, wie sich Gasturbinen für den Einsatz in der Industrie und der Stromversorgung mit Wasserstoff betreiben lassen. Die Nutzung von Wasserstoff in Raketenantrieben ist ebenfalls ein wichtiges Feld.

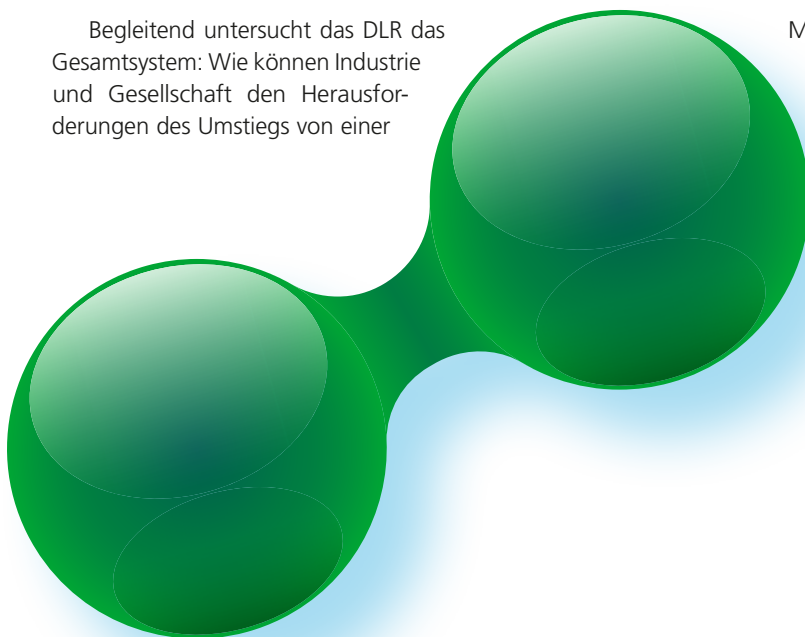
Begleitend untersucht das DLR das Gesamtsystem: Wie können Industrie und Gesellschaft den Herausforderungen des Umstiegs von einer

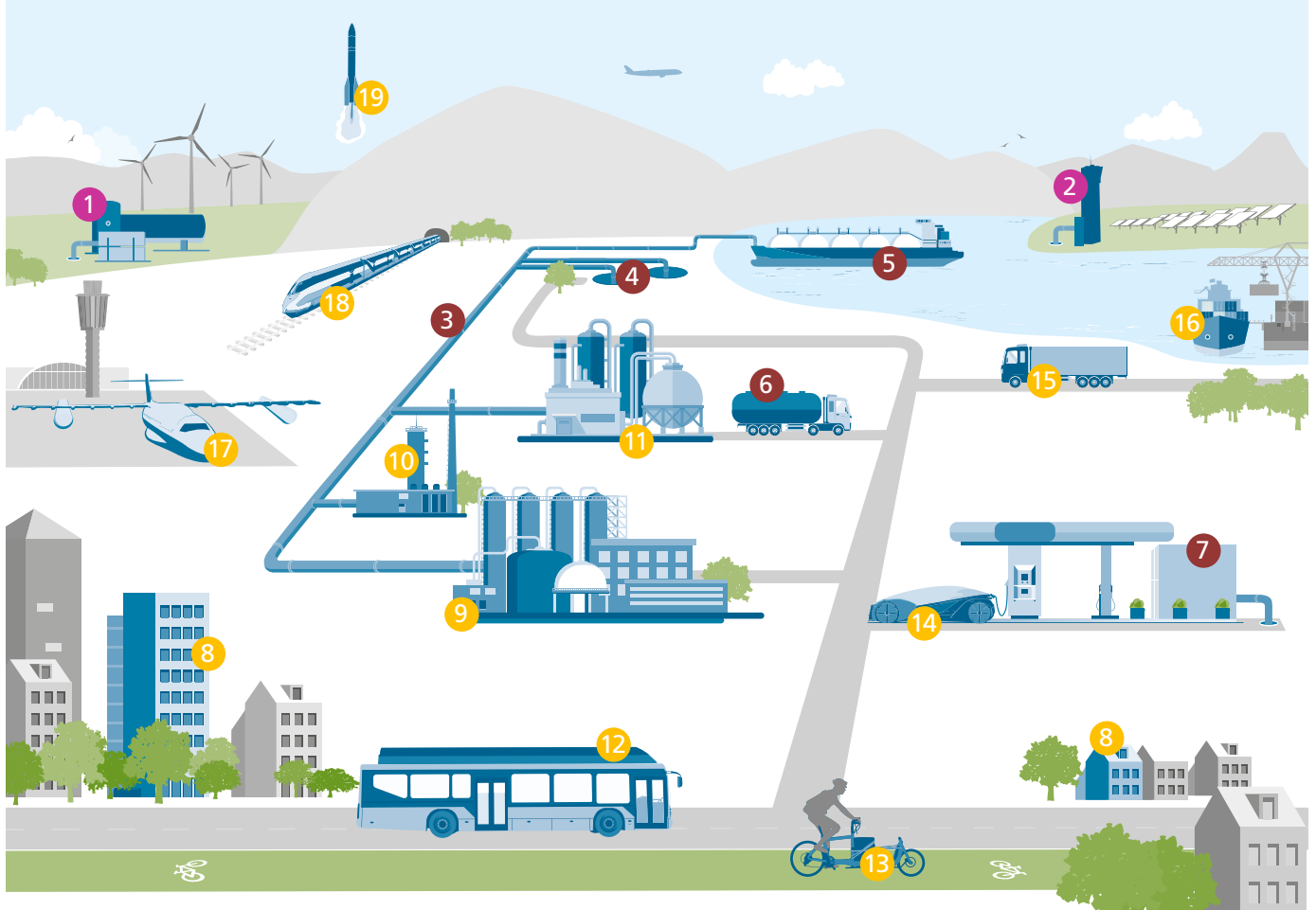
fossilen Wirtschaft auf ein wasserstoffbasiertes System bestmöglich begegnen? Im Rahmen von Technologiebewertungen werden hierzu die ökologischen, gesellschaftlichen und ökonomischen Implikationen erforscht.

Das DLR verfügt über einzigartige Großanlagen, um technische Lösungen vom Labormaßstab bis in industrielle Größenordnungen zu entwickeln. Wir arbeiten gemeinsam mit Industriepartnern an anwendungsnahen Lösungen für konkrete Problemstellungen.

Damit DLR-Innovationen schnell in den Markt gelangen, ermutigt und unterstützt das DLR zudem eigene Mitarbeitende sowie externe Gründungswillige, mit DLR-Technologien Unternehmen zu gründen.

Mit seiner langjährigen Erfahrung, anwendungsnahen Forschung und seinen einzigartigen Großanlagen trägt das DLR wesentlich zum Aufbau der zukünftigen Wasserstoffwirtschaft in Deutschland bei.





Erzeugung

- 1 Elektrolyse Spaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff mithilfe elektrischen Stroms
- 2 Solare Wasserstoffherzeugung Nutzung der Sonnenenergie zur Wasserspaltung über einen thermochemischen Prozess

Transport, Speicherung, Verteilung

- 3 Pipeline Wasserstofftransport mithilfe neuer oder modifizierter Gasnetze
- 4 Speicherkaverne Ausgleich saisonaler Nachfrage mit großen Wasserstoffspeichern im Untergrund
- 5 Tankschiff Import von klimafreundlich hergestelltem Wasserstoff mithilfe von Tankschiffen
- 6 Tank Wasserstoffverteilung über das Straßennetz
- 7 Tankstelle Wasserstoffbereitstellung für den mobilen Einsatz (PKW, LKW, Zug, Flugzeug, Schiff)

Nutzung

- 8 Gebäude Nutzung von Wasserstoff für Strom und Wärme in Gebäuden
- 9 Industrie Wasserstoff für Strom und Wärme, als Reduktionsmittel und Bestandteil von Produkten
- 10 Kraftwerk Stromerzeugung mit Wasserstoff als Brennstoff unter Nutzung der Abwärme
- 11 Raffinerie Herstellung von synthetischen Kraftstoffen auf Wasserstoffbasis
- 12 ÖPNV Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieb im öffentlichen Personennahverkehr
- 13 Lastenrad Wasserstoff als Antrieb in Lastenrädern
- 14 PKW Brennstoffzellen als Antriebstechnologie in PKW
- 15 LKW Wasserstoffbetriebene Schwerlastfahrzeuge
- 16 Schiff Wasserstoff als Treibstoff für die maritime Nutzung
- 17 Flugzeug Nutzung von Wasserstoff oder synthetischen Kraftstoffen in der Luftfahrt
- 18 Zug Einsatz von Brennstoffzellen-Zügen auf nicht-elektrifizierten Strecken
- 19 Rakete Wasserstoff als Raketentreibstoff



ERZEUGUNG

Elektrolyse und solare Verfahren

Klimafreundlich hergestellter Wasserstoff ist geeignet, die CO₂-Emissionen der Energieversorgung deutlich zu reduzieren oder sogar komplett zu vermeiden. Die Herstellung von Wasserstoff ist jedoch verhältnismäßig energieintensiv, und die Produktionskapazitäten sind bei weitem noch nicht ausreichend, um den Bedarf kurz- bis mittelfristig zu decken. Außerdem müssen die Produktionskosten noch weiter sinken. Klimafreundliche Herstellungsverfahren stellen daher einen Forschungsschwerpunkt des DLR dar. Im Fokus stehen die Kostensenkung und Effizienzsteigerung der Wasserelektrolyse sowie die Entwicklung solarthermischer Verfahren und Photoelektrochemie.

Die Elektrolyse ist eine etablierte und kommerziell verfügbare Technologie. Das DLR forscht für die Weiterentwicklung von Niedertemperatur-Elektrolyse-Verfahren wie der alkalischen oder der Protonenaustausch-Membran-Elektrolyse und den Hochtemperatur-Elektrolyse-Verfahren. In Deutschland ist die aus erneuerbarem Strom gespeiste Elektrolyseleistung aktuell noch gering. Neben dem Ausbau der Produktionskapazitäten in Deutschland soll der steigende Wasserstoffbedarf zukünftig auch durch Importe aus Ländern mit großen erneuerbaren Energieressourcen gedeckt werden.

Solarthermische Verfahren zur Wasserstoffproduktion versprechen besonders attraktive Wirkungsgrade. Solarthermische Anlagen konzentrieren Sonnenstrahlung und wandeln sie in Wärmeenergie um. Mit dieser Wärmeenergie lässt sich Wasserstoff ohne Einsatz von Strom aus Wasser abspalten. Geeignete Standorte für solche Kraftwerke befinden sich in sonnenreichen Regionen der Erde. Das DLR ist weltweit eine der führenden Forschungseinrichtungen für die Entwicklung von Komponenten und Verfahren zur solarthermochemischen Wasserstofferzeugung. Die Vision ist, die Verfahren als Baustein der Energiewende in die industrielle Anwendung zu bringen. Erste Pilotanlagen für Forschung und Entwicklung sind bereits in Betrieb.

Die Photoelektrochemie verspricht vergleichbare Wirkungsgrade wie die solarthermischen Verfahren. Das DLR untersucht beide Verfahren eingehend und bewertet Systeme, die diese Verfahren zur Produktion von Wasserstoff nutzen.



TRANSPORT, SPEICHERUNG UND VERTEILUNG

Zuverlässig, sicher und wirtschaftlich sind in einer Wasserstoffwirtschaft die entscheidenden Attribute für den Transport von der Produktion zur Nutzung und zur Speicherung. Es geht um die Transportwege von global verteilten Produktionsorten über die Knotenpunkte in den Abnehmerländern bis hin zum Ort der Nutzung. Je nach Distanz könnte der Wasserstoff entweder direkt per Schiff, LKW und Pipelines transportiert werden oder umgewandelt in Form von Ammoniak, Methan oder flüssigen, organischen Wasserstoffträgern (LOHCs). Aktuell steht noch nicht fest, welcher dieser Ansätze der wirtschaftlichste und sicherste sein wird. Forschende im DLR untersuchen und bewerten daher unterschiedliche Transportmöglichkeiten.

Neben der Technologiebewertung wird auch die Technologieentwicklung im Bereich des Transports vorangetrieben. So arbeitet das DLR beispielsweise an Konzepten für den Import von Wasserstoff mit Tankschiffen und die dafür erforderliche Hafeninfrastruktur. Des Weiteren wird untersucht, wie das bestehende Erdgasverteilnetz für den Wasserstofftransport angepasst werden muss.

Ein wesentlicher Bestandteil der gesamten Wasserstoffinfrastruktur werden große Speicher sein. Für die technologische Umsetzung kommen in Deutschland vor allem Unterspeicher in Salzkavernen in Betracht. Das DLR untersucht die Wasserstoffqualität, die Beständigkeit der eingesetzten Materialien und die Sicherheit solcher Speicheranlagen sowie deren bestmögliche Integration in den Betrieb des gesamten Energiesystems.

Neben der stationären Wasserstoffspeicherung ist die Speicherung in Mobilitätsanwendungen eine Schlüsseltechnologie.



DAS WASSERSTOFF-SYSTEM

Vorteile einer Wasserstoffwirtschaft liegen unter anderem in den Möglichkeiten des flexiblen Betriebs von Elektrolyseanlagen, der Rückverstromung von gespeichertem Wasserstoff in Zeiten unzureichender Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien sowie der Nutzung von Fernleitungsnetzen für den Energietransport. Nur wenn die Sektoren Verkehr, Stromerzeugung, Wärme und Industrie umfassend miteinander gekoppelt sind, kann klimafreundlich hergestellter Wasserstoff sein volles Potenzial entfalten und neben Strom aus erneuerbaren Ressourcen die zweite Säule eines nachhaltigen Energiesystems werden. Voraussetzung hierfür ist, dass Infrastrukturen sektorenübergreifend aufeinander abgestimmt werden. Dazu gehören alle Technologien zu Speicherung, Transport, Konversion und Nutzung. Das DLR betrachtet die gesamte Prozesskette inklusive der systemtechnischen Integration von Wasserstoffanlagen in Energiesysteme.

Im DLR werden grundlegende Ansätze zur Kopplung der Sektoren erforscht. Ein Beispiel dafür sind Brennstoffzellenfahrzeuge: Sie nutzen Wasserstoff zur Stromgewinnung für den Elektromotor. Das DLR arbeitet daran, regenerativ erzeugte Energieträger wie Wasserstoff für den Antrieb unterschiedlicher

Fahrzeuge nutzbar zu machen. Neben dem Aufbau einer Tankinfrastruktur ist ein wichtiges Ziel, dass die Fahrzeuge den Strom bei Bedarf auch ins Netz einspeisen können. Ein weiteres Beispiel sind Elektrolyseanlagen, deren Abwärme in Nahwärmenetzen zum Einsatz kommt.

Das DLR erstellt Szenarien, wie Wasserstoff im Energie- und Verkehrssystem eingesetzt werden kann und arbeitet an Markteinführungsstrategien. Außerdem erforscht es Geschäftsmodelle für die Produktion und Lagerung von Wasserstoff, zum Beispiel in Salzkavernen, und analysiert Standortpotenziale. Die liegen vor allem im Norden Deutschlands, der sich aus geologischen Gründen besonders für solche Infrastrukturen eignet.

Durch vorausschauendes aktives Handeln können Chancen neuer Wasserstofftechnologien rechtzeitig erkannt und mögliche negative Auswirkungen heutiger Entscheidungen auf Umwelt und Gesellschaft reduziert werden.



WASSERSTOFF IM VERKEHR

Zu Lande, zu Wasser, in der Luft und darüber hinaus

Wo heute Benzin, Diesel, Kerosin oder Schweröl zum Einsatz kommen, ist klimafreundlich produzierter Wasserstoff eine nachhaltige Alternative für die Mobilität der Zukunft. Gegenüber Batteriekonzepten können wasserstoffbasierte Antriebslösungen ihre Vorteile ausspielen, wenn es um den Transport schwerer Lasten über weite Strecken geht. Neben großen Reichweiten bieten sie den gewohnten Komfort schneller Tankvorgänge. Außerdem verursachen die verwendeten Brennstoffzellen im Betrieb außer Wasserdampf keine Emissionen.

Das DLR entwickelt bedarfsgerecht nachhaltige Brennstoffzellen und neuartige Wasserstofftanks für den mobilen Einsatz und integriert sie in die jeweiligen Gesamtsysteme, also in PKW, Busse, LKW, (Lasten-)Fahrräder, Züge, aber auch in Flugzeuge und Schiffe.

Szenarien für den Markthochlauf von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen und die Bewertung der damit verbundenen Emissions- und Verkehrsentwicklung einschließlich gesellschaftlicher und ökonomischer Auswirkungen gehören ebenfalls zum DLR-Portfolio.

Straße, Schiene und das Wasser

Brennstoffzellenfahrzeuge sind sowohl für den Individualverkehr als auch für den Personen- und Gütertransport erhältlich. Das DLR analysiert deren Markt- und Einsatzpotenziale für eine nachhaltigere Mobilität. Züge mit Brennstoffzellenantrieb sind auf Strecken ohne Oberleitung eine umweltfreundliche Alternative zu Dieseltriebwagen. Gemeinsam mit einem Schienenfahrzeughersteller hat das DLR den weltweit ersten Brennstoffzellentriebzug entwickelt. Für die Nutzung in der Mobilität forscht das DLR an Brennstoffzellen mit entsprechend hoher Leistung.

Für die Nutzung von Wasserstoff in der Schifffahrt untersucht das DLR maritime Energiesysteme, die neben Strom auch Wärme und Kälte liefern. Wichtige Aspekte sind hier Lebensdauer, Alltags-tauglichkeit und die Integration der Systeme an Bord. So wird zum Beispiel Strom für den Schiffsantrieb und zugleich Kälte für die Kühlung der Fracht benötigt.

Fliegen – in Luft und All

Brennstoffzellen und elektrische Antriebe für die Luftfahrt von morgen stellen eine besonders komplexe technische Herausforderung dar. Sie versprechen leise, effizient und emissionsarm zu sein. Das DLR ist ein Pionier in der Anwendung von Wasserstoff-Brennstoffzellen in Flugzeugen. Mit Ausbau seiner Testinfrastruktur wird das DLR künftig in den Megawatt-Leistungsbereich vorstoßen. Außerdem kann Wasserstoff als Treibstoff in modifizierten Gasturbinen zum Einsatz kommen. Dies ist besonders für Regional- bis hin zu Mittelstreckenflugzeugen interessant und erfordert luftfahrttaugliche Wasserstoffspeicher und neuer Brennkammern. Bei deren Entwicklung sind geeignete Werkstoffe ein wichtiger Faktor.

Auch flüssige synthetische Treibstoffe, die auf Wasserstoff basieren, bieten einen Vorteil: Man kann sie überall dort einsetzen, wo sich konventionelle Antriebe nicht ohne Weiteres durch klimafreundlichere Alternativen wie Batterien oder Brennstoffzellen ersetzen lassen. Bestehende Antriebskomponenten und Infrastrukturen müssen meist nur geringfügig angepasst werden. Instituts-übergreifend werden im DLR die chemisch-physikalischen Eigenschaften von klimaneutralen Treibstoffen sowie deren Leistung, Zusammensetzung und Produktionswege untersucht. Das DLR liefert hier eine ganzheitliche Betrachtung neuer Technologien von der Entwicklung bis zur Nachhaltigkeitsanalyse.

Der Einsatz von Wasserstoff als Treibstoff erfordert neue Designwege und Fertigungskonzepte, um die Tanks in die Struktur der Fahrzeuge zu integrieren. Ziel ist es, die Zulassungsanforderungen zu erfüllen, damit ein sicherer Betrieb gewährleistet ist.

Wasserstoff hat in energieintensiven Anwendungen eine Zukunft und zugleich seinen Ursprung: Seit mehreren Jahrzehnten ist Wasserstoff ein fester Bestandteil der Raumfahrt. Das DLR arbeitet daran, den gesamten Prozess von regenerativ erzeugtem Wasserstoff über neuartige Treibstoffe bis hin zum Test in Raketenantrieben abzubilden – ein wichtiger Beitrag zur nachhaltigen Raumfahrt der Zukunft, welche Synergien mit den Sektoren Energie und Verkehr nutzt.



WASSERSTOFF FÜR STROM, WÄRME UND DIE INDUSTRIE

Mit Brennstoffzellen und Gasturbinen lassen sich regelbarer Strom und regelbare Wärme erzeugen. Beides ist in einem Energiesystem, das auf schwankenden erneuerbaren Energiequellen beruht, eine zentrale Voraussetzung. Überkapazitäten gehen nicht verloren. Sie können gespeichert werden, um bei Bedarf verbrauchsgerecht geliefert zu werden.

Für die Umrüstung von Gaskraftwerken auf reinen Wasserstoff sind Anpassungen notwendig. Aktuell forscht das DLR gemeinsam mit Turbinen- und Kraftwerksherstellern an der Brennstoffflexibilität im Megawattmaßstab und entwirft Konzepte, wie Gemische aus Erdgas und Wasserstoff möglichst stabil und schadstoffarm verbrennen.

Das DLR beschäftigt sich mit der Industriefähigkeit von weiteren Wasserstofftechnologien: Zur Versorgung von energieintensiven industriellen Prozessen mit Strom und Wärme kann regenerativer Wasserstoff fossile Reduktionsmittel bei der Stahlproduktion ersetzen. Hier ersetzt Wasserstoff den Koks, der bisher zur Erzeugung des Roheisens genutzt wird, sowie das Erdgas für die Herstellung des Ammoniaks. Ebenso wird Wasserstoff in Raffinerien oder auch für CCU-Technologien (Carbon Capture and Utilization) benötigt, mit denen Abgas-CO₂ zu chemischen Grundstoffen weiterverwertet werden kann.

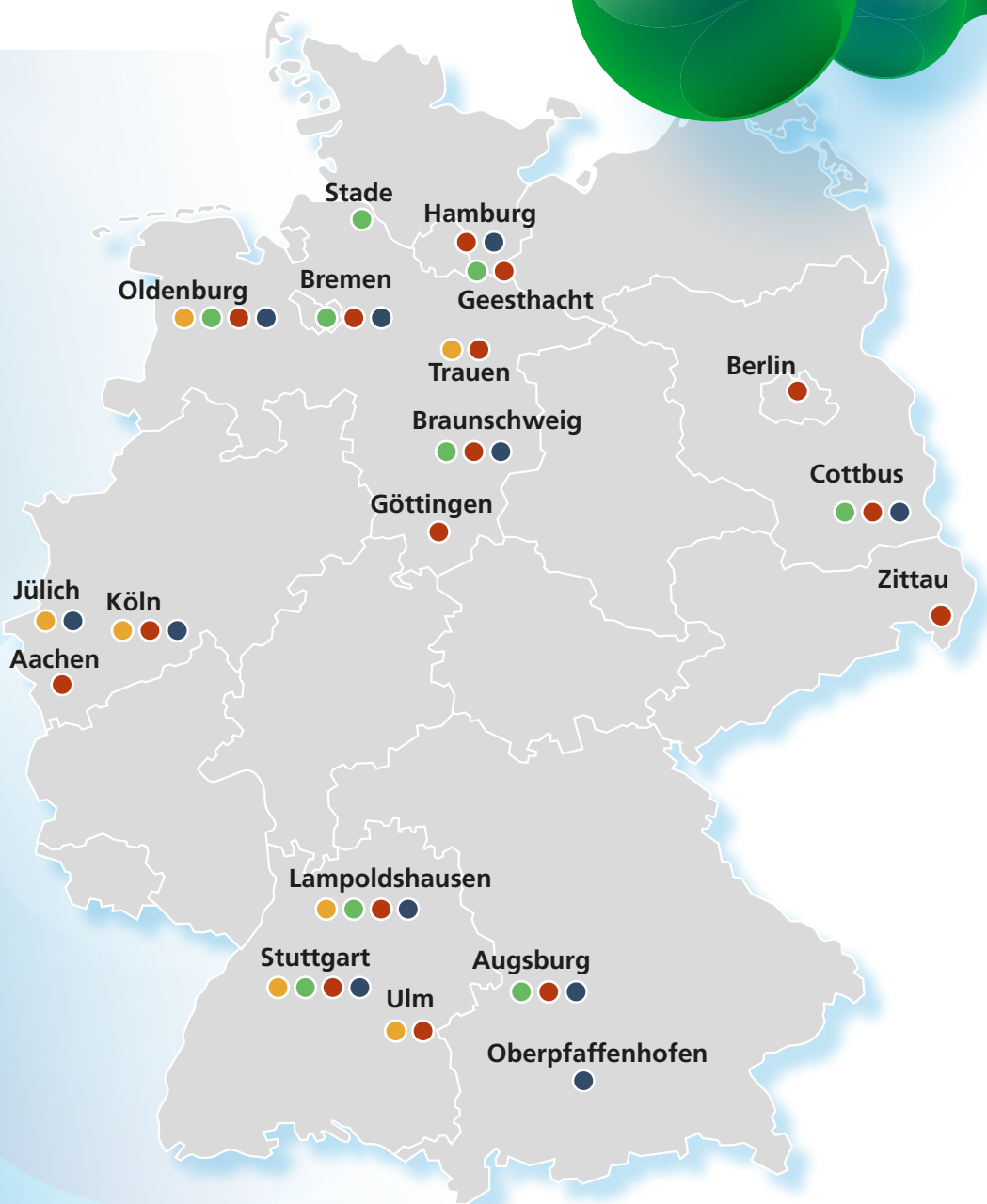
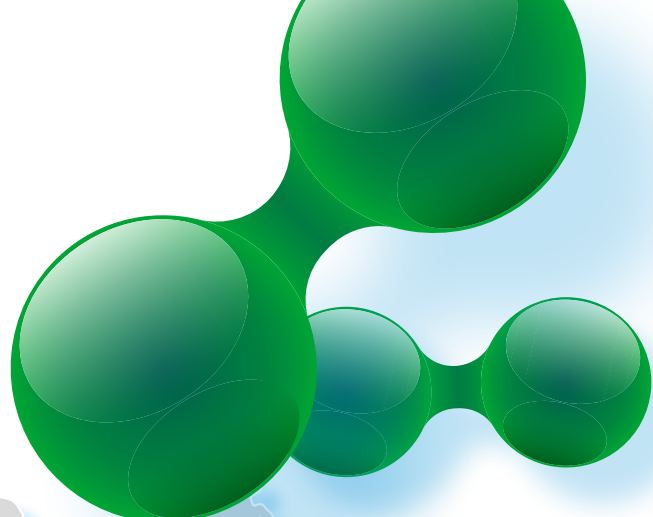
Wasserstoff & Nachhaltigkeit

Die Nachhaltigkeit einer Wasserstoff-Wirtschaft ist ein wichtiger Forschungsbereich im DLR.

So wird zum Beispiel untersucht, welchen Einfluss entweichender Wasserstoff über die indirekten Wirkungen auf Treibhausgase und Aerosolpartikel auf das Klima hat. Die Auswirkung der vermehrten Bildung von Eiswolken und die mit wasserstoffbasierten Flüssigkraftstoffen verbundenen Emissionen werden ebenfalls im Detail untersucht.

Neben den Emissionen wirkt sich auch die Verwendung kritischer Materialien wie zum Beispiel Platin in Brennstoffzellen auf die Nachhaltigkeit einer Wasserstoff-Wirtschaft aus. Die Forschung an alternativen Materialien ist im DLR daher ebenfalls ein Thema.

DLR-STANDORTE mit Wasserstoff-Aktivitäten



Almería (Spanien) ● ●



ERZEUGUNG:
ELEKTROLYSE &
SOLARTHERMISCHE VERFAHREN



SPEICHERUNG & VERTEILUNG



NUTZUNG



SYSTEM-/MARKTANALYSE,
TECHNOLOGIEBEWERTUNG,
NACHHALTIGKEIT



ERZEUGUNG

Schwerpunkt	Institut
<i>Entwicklung und Skalierung von solarthermochemischen, elektrochemischen und photoelektrochemischen Prozessen und den dafür benötigten Komponenten</i>	Institut für Future Fuels
<i>Betrieb und Weiterentwicklung der Infrastruktur zur solarthermischen oder gekoppelten thermisch/elektrochemischen Erzeugung</i>	Institut für Solarforschung
<i>Wasserstoffelektrolyse und Ko-Elektrolyse vom Material bis zum System</i>	Institut für Technische Thermodynamik
<i>Entwicklung und Testing von Materialien für Wasserstoffumgebungen</i>	Institut für Werkstoff-Forschung
<i>Betrieb einer F&D-Elektrolyseanlage (PEM) in Kooperation mit einem Energiekonzern, Integration eines H₂-Verflüssigers in bestehende H₂-Anlagen</i>	Institut für Raumfahrtantriebe

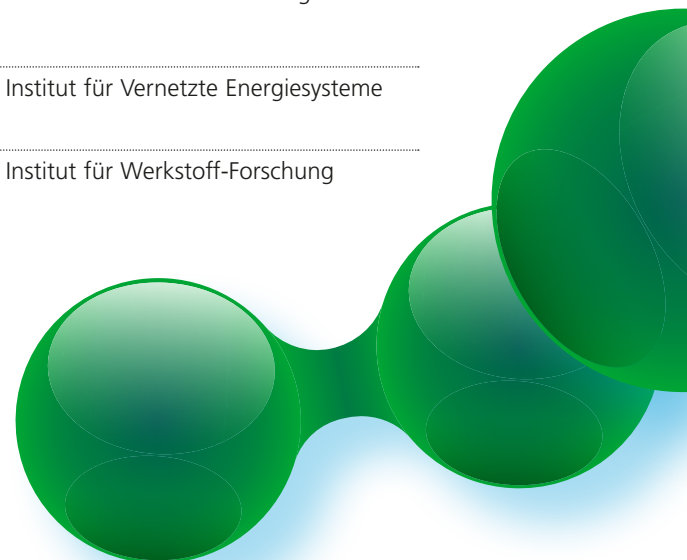


TRANSPORT, SPEICHERUNG, VERTEILUNG

Schwerpunkt	Institut
<i>Wasserstoffspezifische Leichtbautankstrukturen und deren Integration in Raum-, Luft- und Bodenfahrzeuge Produktionstechnologien, Bauteil-, Crash- und Impacttests und Zulassungsverfahren</i>	Institut für Bauweisen und Strukturtechnologie
<i>Entwicklung und Untersuchung von Wasserstoffspeicher- und Konditionierungstechnologien für die Luftfahrt</i>	Institut für Elektrifizierte Luftfahrtantriebe
<i>Entwicklung Fahrzeugtechnologien: Speicher, kryogene Komponentenkühlung, Energierückgewinnungssysteme, Metallhydridspeicher zur Wärme- & Kälteerzeugung</i>	Institut für Fahrzeugkonzepte
<i>Entwicklung hochseetauglicher Tanks für Flüssigwasserstoff und alternative Treibstoffe sowie von Tankschiffen inkl. Hafeninfrastruktur</i>	Institut für Maritime Energiesysteme
<i>Entwicklung und Test von Komponenten und Versorgungssystemen für Raumfahrtantriebe sowie für Wasserstofftechnologien (LH₂, GH₂ bis 800 Bar)</i>	Institut für Raumfahrtantriebe
<i>Treibstoffhandhabung in kryogenen Tank- und Verteilungssystemen, Test und Modellbildung</i>	Institut für Raumfahrtsysteme
<i>Wasserstoffspeicher für stationäre und mobile Anwendungen</i>	Institut für Technische Thermodynamik
<i>Auslegung, Fertigung, Integration von Wasserstofftanks, Zulassung und Qualitätskontrolle</i>	Institut für Systemleichtbau
<i>Numerische Bestimmung der Wasserstoffdiffusivität komplexer Werkstoffe für Speicherung und Transport</i>	Institut für Test und Simulation für Gasturbinen
<i>Speicheravernen, Gasnetzinfrastruktur, Gasreinheit</i>	Institut für Vernetzte Energiesysteme
<i>Materialentwicklung für Wasserstofftanks und deren Isolation</i>	Institut für Werkstoff-Forschung



Schwerpunkt	Institut
<i>Entwicklung und (experimentelle) Untersuchung von Wasserstofftechnologien bis zu hoher Produktreife für Gasturbinen und Flugantriebe</i>	Institut für Antriebstechnik
<i>Bauweisen und Werkstoffe für wasserstoffbetriebene Gasturbinen, hybridelektrische Antriebe und Raumfahrtantriebe inkl. Produktionstechnologie, Bauteil- und Impacttests und Zulassungsverfahren</i>	Institut für Bauweisen und Strukturtechnologie
<i>Wasserstoff für die CO₂-Reduktion in der Industrie</i>	Institut für CO ₂ -arme Industrieprozesse
<i>Einbindung und Nutzung von Brennstoffzellen und Wasserstofftechnologien für die Elektrifizierung von Luftfahrtantrieben</i>	Institut für Elektrifizierte Luftfahrtantriebe
<i>Systemintegration in bodengebundene Fahrzeuge, Schnittstelle Tanksäule/Gebäude zu Fahrzeug, Fahrzeugkomponenten</i>	Institut für Fahrzeugkonzepte
<i>Untersuchung von Instandhaltungskonzepten für Flugzeuge mit Wasserstoffantrieb und deren Systemarchitekturen</i>	Institut für Instandhaltung und Modifikation
<i>Entwicklung und Integration von maritimen Energiesystemen, Defossilisierung der Schifffahrt durch Nutzung von Wasserstoff und alternativer Treibstoffe</i>	Institut für Maritime Energiesysteme
<i>Tests von Raumfahrtantrieben, CO₂-neutrale Wärme- und Stromversorgung, modulare Testumgebung für Wasserstofftechnologien</i>	Institut für Raumfahrtantriebe
<i>Entwicklung und Test von Technologien zur Treibstoffhandhabung in Raumfahrtsystemen</i>	Institut für Raumfahrtsysteme
<i>Komponentenentwicklung und Diagnostik für Brennstoffzellen, hybridisierte Brennstoffzellensysteme, Systemintegration und simulationsgestützte Auslegung und Design für stationäre und mobile Anwendungen</i>	Institut für Technische Thermodynamik
<i>Hochtemperaturschädigung von Werkstoffen und Bauteilen durch Wasserstoffdirektverbrennung</i>	Institut für Test und Simulation für Gasturbinen
<i>Integration und Test von Hybridantrieben für die allgemeine Luftfahrt</i>	Innovationszentrum für Kleinflugzeug-Technologien
<i>Entwicklung von innovativen Brennkammerkonzepten und dezentralen Kraftwerkssystemen, Design wasserstoffbasierter flüssiger Kraftstoffe</i>	Institut für Verbrennungstechnik
<i>Betriebsstrategien für die Wasserstoffnutzung in der Mobilität</i>	Institut für Verkehrssystemtechnik
<i>Wasserstoff im Verkehrssystem: Nutzungspotenziale, Markthochlauf-Szenarien, Verteilung von Wasserstofftankstellen im Verkehrsnetz</i>	Institut für Verkehrsforschung
<i>Systemdienliche Einbindung von Wasserstofftechnologien in das Energiesystem</i>	Institut für Vernetzte Energiesysteme
<i>Werkstoffe, additive Verfahren, Schichtsysteme, Sensortechnologien und thermoelektrische Generatoren für die Wasserstoffdirektverbrennung und für Raumfahrtantriebe</i>	Institut für Werkstoff-Forschung





SYSTEMANALYSE

Schwerpunkt	Institut
<i>Gesamtsystemanalyse und -bewertung von wasserstoffbetriebenen Gasturbinen und Flugantrieben</i>	Institut für Antriebstechnik
<i>Numerische Methoden, integriertes Datenmanagement und Maschinenlernen zur Bewertung der Effizienz von wasserstoffspezifischen Leichtbaustrukturen</i>	Institut für Bauweisen und Strukturtechnologie
<i>Analyse und Bewertung von Wasserstofftechnologien für die Luftfahrt</i>	Institut für Elektrifizierte Luftfahrtantriebe
<i>Entwurfsanforderungen für H₂-basierte Komponenten und Systeme zur Abschwächung natürlicher und anthropogener Bedrohungen</i>	Institut für den Schutz maritimer Infrastrukturen
<i>Bedarfs- und Wirtschaftlichkeitsszenarien, Betankungsanalysen, Betriebsprozesse</i>	Institut für Fahrzeugkonzepte
<i>Integration in Flughafenprozesse, Überprüfung der ökonomischen Effizienz von Wasserstoff in der Luftfahrt, Prognose und Bewertung</i>	Institut für Luftverkehr
<i>Prozessbewertung, Marktanalyse und -bewertung des weltweiten Potenzials zur solaren Wasserstoffherstellung</i>	Institut für Future Fuels
<i>Ökonomische und ökologische Lebenszyklusanalysen und -bewertungen von Luftfahrzeugen mit Wasserstoffantrieb</i>	Institut für Instandhaltung und Modifikation
<i>Emissionsmessung, Klimamodellierung, strategische Beratung der Luftfahrtindustrie zu Umweltfolgen und Nachhaltigkeit</i>	Institut für Physik der Atmosphäre
<i>Systemanalyse von Raketenantriebssystemen und wasserstoffführenden Antriebssystemen</i>	Institut für Raumfahrtantriebe
<i>Systemanalyse und numerische Simulation des Tank- und Verteilungssystems</i>	Institut für Raumfahrtantriebe
<i>Werkzeuge zur techno-ökonomischen Analyse solarthermischer Technologien</i>	Institut für Solarforschung
<i>Auslegung, Integration und Bewertung von Flugzeugen mit Wasserstoffantrieb</i>	Institut für Systemarchitekturen in der Luftfahrt
<i>Numerische und experimentelle Lebensdauerbewertung wasserstoffführender Komponenten und Heißgasbauteile der Wasserstoffverbrennung</i>	Institut für Test und Simulation für Gasturbinen
<i>Multidisziplinäre Technologiebewertung und Roadmapping für Wasserstoff und daraus hergestellte synthetische Kraftstoffe in Brennkammern und Kraftwerkssystemen</i>	Institut für Verbrennungstechnik
<i>Ökonomische, gesellschaftliche Systembewertung, Transformationspfade für alternative Antriebe und Kraftstoffe aus Nutzerperspektive</i>	Institut für Verkehrsforschung
<i>Wasserstoff im Energiesystem: Technologiebewertung, Gesamtsystemmodellierung, Transformations Szenarien und Marktdesign</i>	Institut für Vernetzte Energiesysteme
<i>Numerische und experimentelle Lebensdauerbewertung wasserstoffführender Komponenten und Heißgasbauteile der Wasserstoffverbrennung</i>	Institut für Werkstoff-Forschung

Fachliche Ansprechpersonen im DLR zu Wasserstoffthemen finden Sie [hier!](#)

