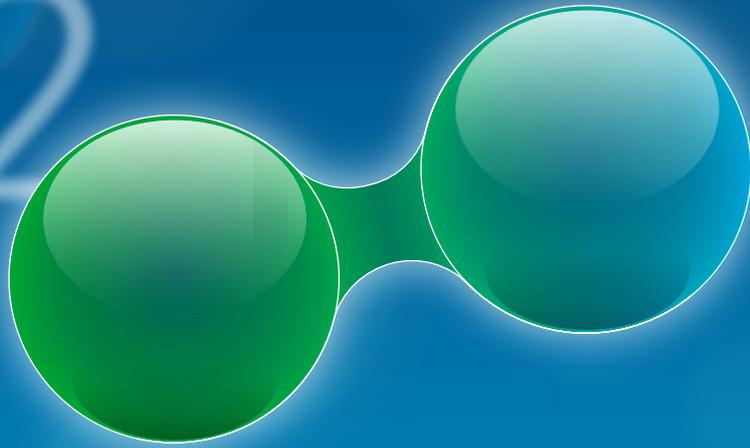
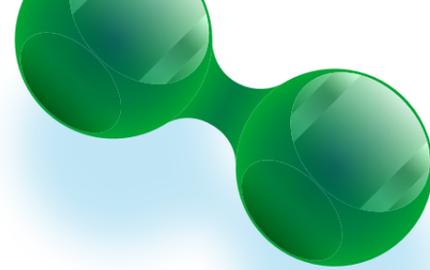


H₂



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 Wasserstofferzeugung: 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 Untergrundspeicher 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, Alltagstauglichkeit 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. Institutsübergreifend 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.

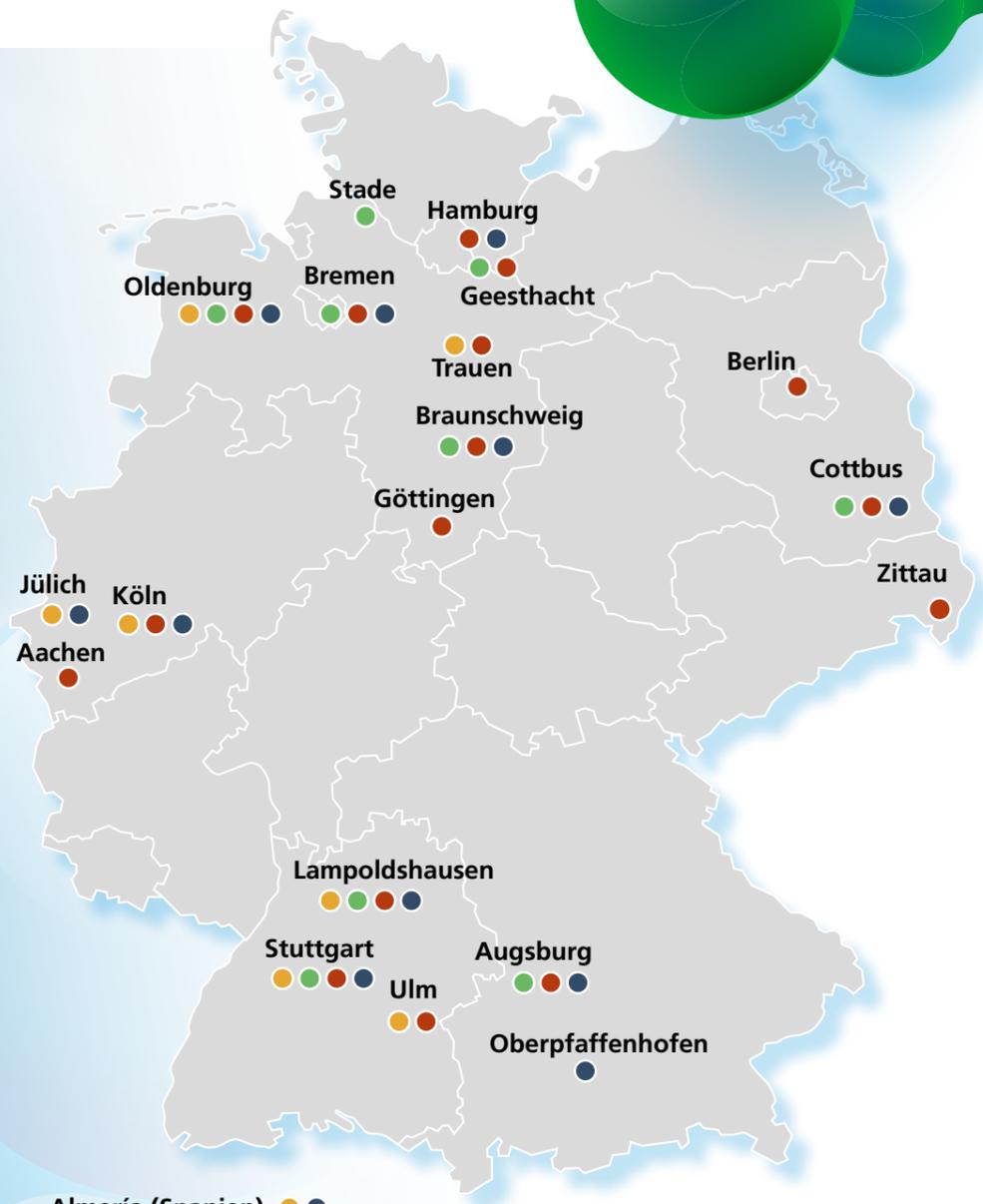
Wasserstoff & Nachhaltigkeit

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
Entwicklung und Skalierung von solarthermochemischen, elektrochemischen und photoelektrochemischen Prozessen und den dafür benötigten Komponenten	Institut für Future Fuels
Betrieb und Weiterentwicklung der Infrastruktur zur solarthermischen oder gekoppelten thermisch/elektrochemischen Erzeugung	Institut für Solarforschung
Wasserstoffelektrolyse und Ko-Elektrolyse vom Material bis zum System	Institut für Technische Thermodynamik
Entwicklung und Testing von Materialien für Wasserstoffumgebungen	Institut für Werkstoff-Forschung
Betrieb einer F&D-Elektrolyseanlage (PEM) in Kooperation mit einem Energiekonzern, Integration eines H ₂ -Verflüssigers in bestehende H ₂ -Anlagen	Institut für Raumfahrtantriebe

TRANSPORT, SPEICHERUNG, VERTEILUNG

Schwerpunkt	Institut
Wasserstoffspezifische Leichtbautankstrukturen und deren Integration in Raum-, Luft- und Bodenfahrzeuge Produktionstechnologien, Bauteil-, Crash- und Impacttests und Zulassungsverfahren	Institut für Bauweisen und Strukturtechnologie
Entwicklung und Untersuchung von Wasserstoffspeicher- und Konditionierungstechnologien für die Luftfahrt	Institut für Elektrifizierte Luftfahrtantriebe
Entwicklung Fahrzeugtechnologien: Speicher, kryogene Komponenten Kühlung, Energierückgewinnungssysteme, Metallhydridspeicher zur Wärme- & Kälteerzeugung	Institut für Fahrzeugkonzepte
Entwicklung hochseetauglicher Tanks für Flüssigwasserstoff und alternative Treibstoffe sowie von Tankschiffen inkl. Hafeninfrastuktur	Institut für Maritime Energiesysteme
Entwicklung und Test von Komponenten und Versorgungssystemen für Raumfahrtantriebe sowie für Wasserstofftechnologien (LH ₂ , GH ₂ bis 800 Bar)	Institut für Raumfahrtantriebe
Treibstoffhandhabung in kryogenen Tank- und Verteilungssystemen, Test und Modellbildung	Institut für Raumfahrtssysteme
Wasserstoffspeicher für stationäre und mobile Anwendungen	Institut für Technische Thermodynamik
Auslegung, Fertigung, Integration von Wasserstofftanks, Zulassung und Qualitätskontrolle	Institut für Systemleichtbau
Numerische Bestimmung der Wasserstoffdiffusivität komplexer Werkstoffe für Speicherung und Transport	Institut für Test und Simulation für Gasturbinen
Speicheravernen, Gasnetzinfrastuktur, Gasreinheit	Institut für Vernetzte Energiesysteme
Materialentwicklung für Wasserstofftanks und deren Isolation	Institut für Werkstoff-Forschung



NUTZUNG

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



SYSTEMANALYSE

Schwerpunkt	Institut
Gesamtsystemanalyse und -bewertung von wasserstoffbetriebenen Gasturbinen und Flugantrieben	Institut für Antriebstechnik
Numerische Methoden, integriertes Datenmanagement und Maschinenlernen zur Bewertung der Effizienz von wasserstoffspezifischen Leichtbaustrukturen	Institut für Bauweisen und Strukturtechnologie
Analyse und Bewertung von Wasserstofftechnologien für die Luftfahrt	Institut für Elektrifizierte Luftfahrtantriebe
Entwurfsanforderungen für H ₂ -basierte Komponenten und Systeme zur Abschwächung natürlicher und anthropogener Bedrohungen	Institut für den Schutz maritimer Infrastrukturen
Bedarfs- und Wirtschaftlichkeitsszenarien, Betankungsanalysen, Betriebsprozesse	Institut für Fahrzeugkonzepte
Integration in Flughafenprozesse, Überprüfung der ökonomischen Effizienz von Wasserstoff in der Luftfahrt, Prognose und Bewertung	Institut für Luftverkehr
Prozessbewertung, Marktanalyse und -bewertung des weltweiten Potenzials zur solaren Wasserstoffherstellung	Institut für Future Fuels
Ökonomische und ökologische Lebenszyklusanalysen und -bewertungen von Luftfahrzeugen mit Wasserstoffantrieb	Institut für Instandhaltung und Modifikation
Emissionsmessung, Klimamodellierung, strategische Beratung der Luftfahrtindustrie zu Umweltfolgen und Nachhaltigkeit	Institut für Physik der Atmosphäre
Systemanalyse von Raketenantriebssystemen und wasserstoffführenden Antriebssystemen	Institut für Raumfahrtantriebe
Systemanalyse und numerische Simulation des Tank- und Verteilungssystems	Institut für Raumfahrtantriebe
Werkzeuge zur techno-ökonomischen Analyse solarthermischer Technologien	Institut für Solarforschung
Auslegung, Integration und Bewertung von Flugzeugen mit Wasserstoffantrieb	Institut für Systemarchitekturen in der Luftfahrt
Numerische und experimentelle Lebensdauerbewertung wasserstoffführender Komponenten und Heißgasbauteile der Wasserstoffverbrennung	Institut für Test und Simulation für Gasturbinen
Multidisziplinäre Technologiebewertung und Roadmapping für Wasserstoff und daraus hergestellte synthetische Kraftstoffe in Brennkammern und Kraftwerkssystemen	Institut für Verbrennungstechnik
Ökonomische, gesellschaftliche Systembewertung, Transformationspfade für alternative Antriebe und Kraftstoffe aus Nutzerperspektive	Institut für Verkehrsforschung
Wasserstoff im Energiesystem: Technologiebewertung, Gesamtsystemmodellierung, Transformationsszenarien und Marktdesign	Institut für Vernetzte Energiesysteme
Numerische und experimentelle Lebensdauerbewertung wasserstoffführender Komponenten und Heißgasbauteile der Wasserstoffverbrennung	Institut für Werkstoff-Forschung

Mehr Information zur Energieforschung des DLR finden Sie [hier!](#)

