DLR
Energie weiter denken
Die Schlüsselrolle der Sektorenkopplung
DLR.de

DLR

DLR.de

Liebe Besucherinnen, liebe Besucher,

Strom, Wärme, Mobilität: Dafür verbrauchen die Deutschen die meiste Energie. Dieser Energiebedarf kann zunehmend aus erneuerbaren Energien gedeckt werden. Da diese aber nur fluktuierend zur Verfügung stehen, steigt die Bedeutung von Speicherung, Nutzungsoptimierung, Systemtransformation und Nutzerakzeptanz, um ein klimaneutrales, vernetztes Energiesystem zu verwirklichen. Eine reine Kapazitätsbetrachtung und der Ausbau erneuerbarer Energiegewinnung reichen also nicht aus. Ohne ein flexibles System, Speicherlösungen und die Kopplung von Sektoren geht es nicht.

Strom, Wärme und Mobilität in einem energetischen Gesamtsystem zu betrachten, kann und wird einerseits Treibhausgasemissionen reduzieren und andererseits Kosten senken. Denn der Energiesystemwandel muss sich auch wirtschaftlich lohnen, sonst wird er nicht gelingen. Der DLR-Stand Energie steht ganz im Zeichen der Sektorenkopplung: Elemente der DLR-Energieforschung präsentieren wir Ihnen als untereinander vernetzte Lösungen in einer Gesamtschau auf das Energiesystem der Zukunft – für Bedarfe von Gebäuden, Industrie und Mobilität.

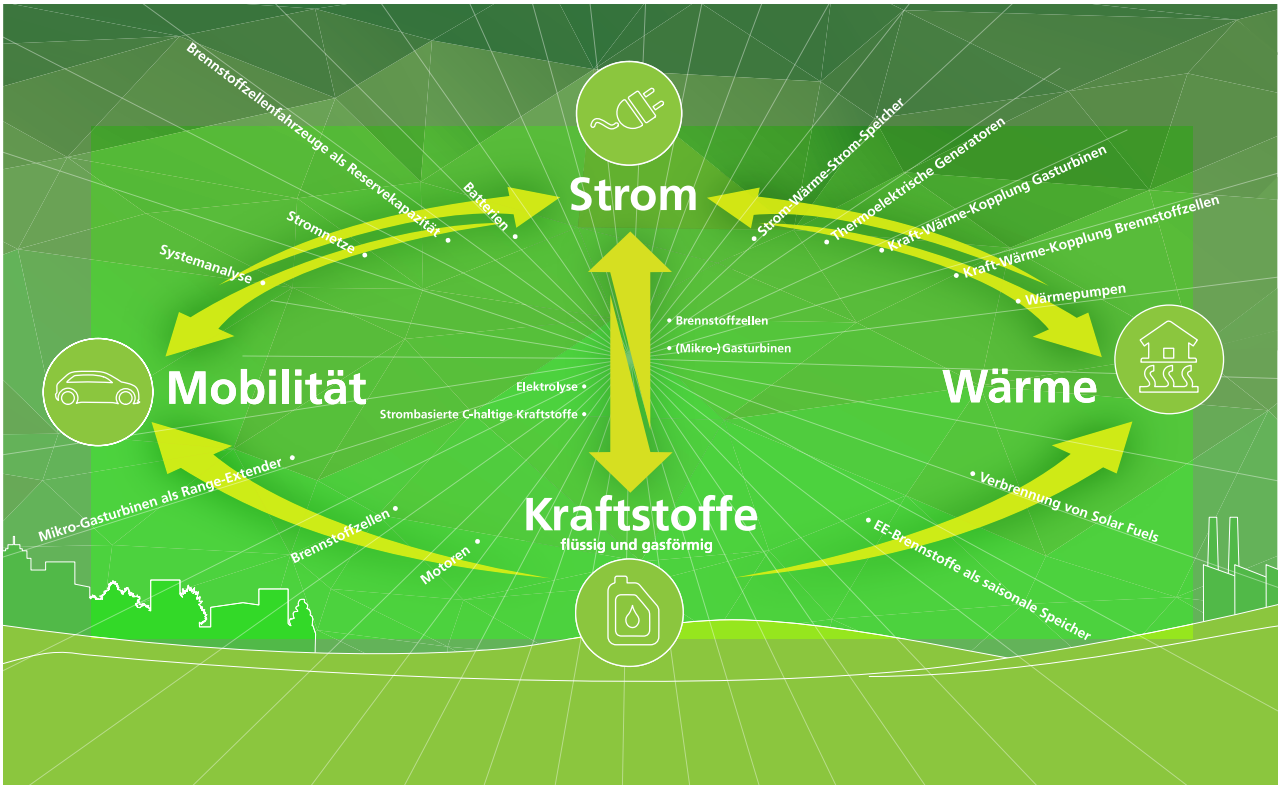
Seit über 40 Jahren betreibt das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) Forschung mit dem Ziel, Energieversorgung sicher, effizient, umweltfreundlich und unter Berücksichtigung gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Interessen mitzugestalten. Unser strategischer Ansatz auf dem Weg zu regelbarem Ökostrom betrachtet Energiespeicher und erneuerbare Energien ebenso wie nachhaltige Brennstoffe und Energiewandler. Die Energiesystemanalyse begleitet die technische Forschung und entwickelt und bewertet Systemlösungen; die Systemtechnik konzentriert sich auf die Entwicklung der Energienetze. Dieser systemische Forschungsansatz wird hier in Hannover anschaulich: Unser diesjähriger Messeauftritt lässt Sie an unserer Expertise teilhaben und zeigt Komponenten für das Energiesystem der Zukunft. Erleben Sie Wissenschaft, lassen Sie sich inspirieren und sprechen Sie uns an!

Prof. Dr. Pascale Ehrenfreund
Vorsitzende des Vorstands

Prof. Dr.-Ing. Karsten Lemmer
Mitglied des Vorstands

Die Schlüsselrolle der Sektorenkopplung

Strom, Wärme und Mobilität flexibel verbinden



Energie weiter denken

Die Schlüsselrolle der Sektorenkopplung

Eine funktionierende Sektorenkopplung ist die Voraussetzung für weiter steigende Anteile von Sonnen- und Windstrom in unserem Energiesystem. Bei einem Überangebot von Strom kann Energie in die Sektoren Wärme und Mobilität „verschoben" werden, bei einem Strommangel in umgekehrter Richtung. In einem Energiesystem mit einem hohen Anteil an fluktuierenden erneuerbaren Energiequellen ist die Sektorenkopplung damit eine wichtige Flexibilitätsoption für eine stabile Stromversorgung. Kurz gesagt: Sie spielt eine Schlüsselrolle bei der Energiewende.

Energie ist aber mehr als Strom. Ein Großteil der Energie wird in den Sektoren Wärme (Heizen und Kühlen) und Verkehr verbraucht. Hier ist der Anteil der erneuerbaren Energien weitaus geringer als im Stromsektor. Während im Jahr 2017 bereits über ein Drittel des Stroms aus erneuerbaren Quellen stammte, machten sie nur knapp 13 Prozent des deutschen Wärmeverbrauchs und gerade fünf Prozent im Verkehrsbereich aus. Für eine erfolgreiche Energiewende und die Einhaltung der Klimaschutzziele müssen auch der Wärme- und Verkehrssektor auf erneuerbare Energien umstellen.

Auch dabei ist die Sektorenkopplung eine Lösungsoption, weil dadurch Strom aus erneuerbaren Energiequellen im Wärme- und Verkehrsbereich eingesetzt werden kann. Ein Beispiel ist die Elektromobilität, bei der anstelle von fossiler Energie Strom – im Idealfall aus erneuerbaren Quellen – genutzt wird.

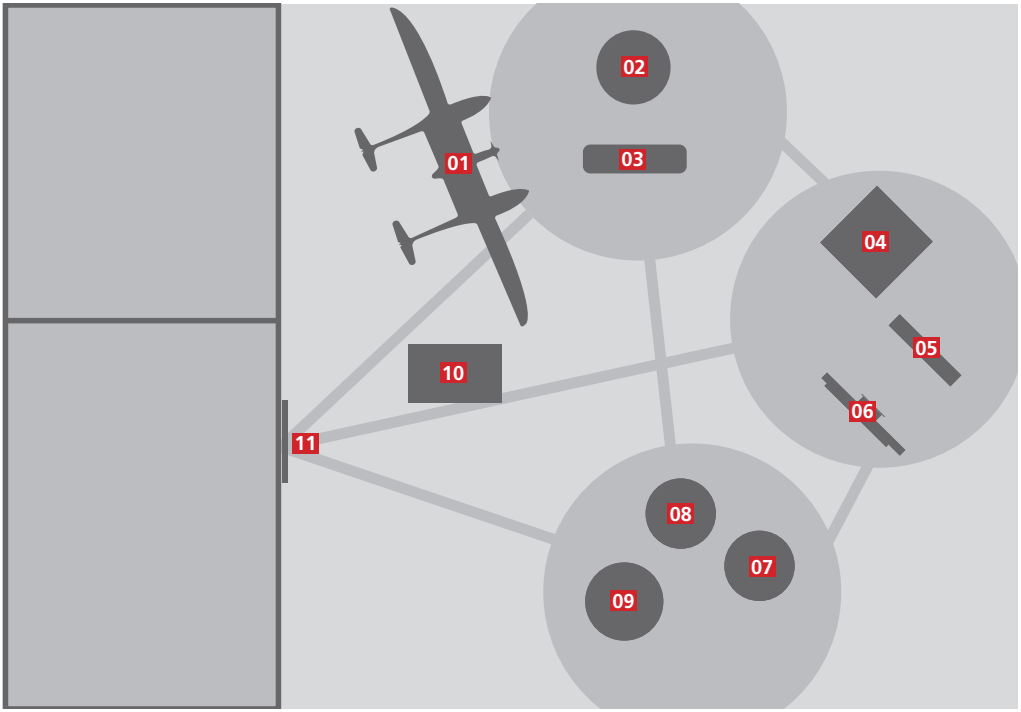
Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt gehört auf dem Gebiet der Sektorenkopplung zu einer der führenden Forschungseinrichtungen. Durch seine Forschungsbereiche Energie und Verkehr bestehen ideale und einzigartige Möglichkeiten die beiden Bereiche zu verknüpfen. Die Forschungsarbeiten erfolgen dabei mit einem übergreifenden systemischen Ansatz in enger Zusammenarbeit mit der Industrie. Von der Kraft-Wärme-Kopplung mit Mikro-Gasturbinen über Herstellungsverfahren von solaren Treib- und Brennstoffen bis zum Fliegen mit der Brennstoffzelle arbeiten DLR-Forscher auf vielfältige Weise an der effizienten Verknüpfung aller Energiesektoren. Eine Auswahl der Forschungsprojekte zeigt der DLR-Stand auf der Hannover Messe 2018 (Halle 27, Standnummer H84).

DLR

DLR.de

Energie weiter denken

Standübersicht



01 Brennstoffzellenflugzeug HY4
02 Emissionsfreier Treibstoff
03 Thermische Hochleistungsspeicher
04 Direktverdampfung im Speicher
05 Wasserelektrolyse
06 Projekt H_2ORIZON
07 FLOX®-Brennkammer
08 Niedertemperatur-Brennstoffzellen
09 Effizientes Gebäude-Energiemanagement
10 Energielandschaft Deutschland
11 Carnot-Batterien
12 (Außenbereich) MovR mit FCREX – Lastenfahrrad mit Brennstoffzelle

DLR

DLR.de

Brennstoffzellenflugzeug HY4

Fliegen mit der Brennstoffzelle

Kurzbeschreibung

Die HY4 ist weltweit das erste viersitzige Passagierflugzeug, das allein mit einem Wasserstoffbrennstoffzellen-Batterie-System angetrieben wird. Das Flugzeug hat eine Reichweite von 1.500 Kilometern und wird sowohl von einer Batterie als auch von einer Wasserstoff-Brennstoffzelle angetrieben. Das Flugzeug wird als Testplattform zur Erforschung neuartiger elektrischer Antriebskonzepte eingesetzt.

Ziele

- Passagierluftfahrt ohne Lärm, Rußpartikel und Kohlendioxid
- Entwicklung und Integration eines Wasserstoffbrennstoffzellen-Antriebs in ein Flugzeug
- Einsatz der Brennstoffzelle unter Luftfahrt-Bedingungen (geringe Temperaturen und geringer Druck)

Beteiligte

DLR-Institut für Technische Thermodynamik, H2FLY, Hydrogenics, Pipistrel, Universität Ulm, Flughafen Stuttgart

Anwendungen

- Einsatz von Brennstoffzellen in der Luftfahrt
- Hybridisierung der Niedertemperatur-Brennstoffzelle mit einer Hochleistungsbatterie
- Wissenschaftliche Untersuchung der Betriebsparameter einer Wasserstoffbrennstoffzelle im Unterdruck

Perspektiven

- Emissionsfreies Fliegen auf Kurzstrecken mit Electric Air Taxis von den über 60 regionalen und internationalen Flughäfen in Deutschland
- Der modulare Antrieb ermöglicht einen Ausblick auf größere elektrisch betriebene Flugzeuge mit bis zu 40 Sitzplätzen

Daten und Fakten

Spannweite: 21,36 m
Länge: 7,4 m
Leergewicht: circa 630 kg
Maximalgewicht: 1.500 kg
Reichweite: 750 bis 1.500 km
Höchstgeschwindigkeit: 200 km/h
Reisegeschwindigkeit: 165 km/h
Leistung Elektromotor: 80 Kilowatt
Dauerleistung Batterie/ Brennstoffzellen: jeweils 45 kW
Antriebsleistung im Reiseflug: 26 kW

9 INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE
11 SUSTAINABLE CITIES AND COMMUNITIES
12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION
13 CLIMATE ACTION

@DLR_de

Brennstoffzellenflugzeug HY4

Fliegen mit der Brennstoffzelle

Die HY4 ist das weltweit erste viersitzige Passagierflugzeug, das allein mit einem Wasserstoffbrennstoffzellen-Batterie-System angetrieben wird. Das Forschungsflugzeug ist damit Wegbereiter für eine Passagierluftfahrt ohne Lärm, Rußpartikel und Kohlendioxid. Das Exponat zeigt ein Modell der HY4 im Maßstab 1:4.

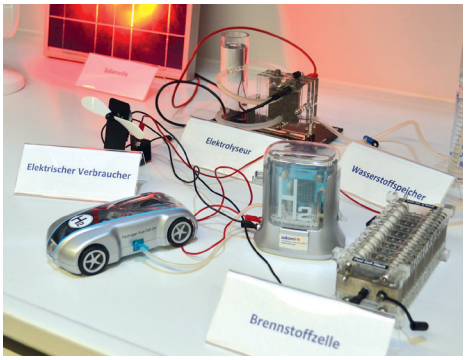
Der für das Flugzeug entwickelte Antriebsstrang besteht aus einem Wasserstoffspeicher, einer Niedertemperatur-Wasserstoffbrennstoffzelle sowie einer Hochleistungsbatterie. Die Brennstoffzelle wandelt die Energie des Treibstoffs Wasserstoff direkt in elektrische Energie um. Als einziges Abfallprodukt entsteht dabei Wasser. Mit dem so gewonnenen Strom treibt der Elektromotor den Propeller des Flugzeugs an. Die an Bord mitgeführte Lithium-Ionen-Batterie liefert zusätzlichen Strom während der Startphase und bei Steigflügen. Wird der für die Brennstoffzelle benötigte Wasserstoff durch Elektrolyse erzeugt, die Strom aus erneuerbaren Energien nutzt, fliegt die HY4 komplett emissionsfrei. Die HY4 startete im September 2016 zum Erstflug vom Flughafen Stuttgart.

Langjährige Luftfahrt- und Energieforschungsaktivitäten in den Bereichen Batterien, Brennstoffzellen und Wasserstofftechnologie machen das DLR und seine Partner zu Experten in den Feldern „More Electric Aircraft“ (MEA) und „All Electric Aircraft“ (AEA). Unter Federführung des DLR-Instituts für Technische Thermodynamik, das auch die Gesamtintegration des Antriebsstrangs verantwortet, haben sich zur Verwirklichung des weltweit ersten Brennstoffzellenpassagierflugzeugs folgende Partner zusammengeschlossen: der Brennstoffzellenhersteller Hydrogenics, der slowenische Flugzeugbauer Pipistrel, die Universität Ulm als wissenschaftlicher Partner sowie der Flughafen Stuttgart als Heimatflughafen der HY4. Die DLR-Ausgründung H2FLY betreibt die HY4 und betreute den Zulassungsprozess. Das Projekt wurde mit Mitteln des DLR und des Stuttgarter Flughafens gefördert. Das aktuelle Forschungsprojekt sowie die Grundlagen der Brennstoffzellentechnologie wurden durch die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) gefördert.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
(German Aerospace Center, DLR)
Prof. Josef Kallo · E-Mail: josef.kallo@dlr.de · DLR.de

Emissionsfreier Treibstoff

Elektrolyse – Umwandlung von Solarstrom in Wasserstoff – Sektorenkopplung Strom/Mobilität



Kurzbeschreibung

Mit seinem Modell zur Elektrolyse und deren Rückverstromung verdeutlicht das DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme die emissionsfreie Umwandlung von Sonnenenergie in Wasserstoff. Diese Sektorenkopplung Strom/Mobilität eröffnet – mit Blick auf wasserstoffbetriebene Brennstoffzellenfahrzeuge – eine vielversprechende Option für den emissionsfreien Verkehr der Zukunft.

Ziele

- Ortsunabhängige Erzeugung von Wasserstoff durch den Einsatz erneuerbarer Energien
- Emissionsfreie Mobilität durch die Verbindung mit Brennstoffzellen
- Langfristige Energiespeicherung
- Schadstofffreier und effizienter Fahrzeugantrieb
- Kopplung der Sektoren Mobilität und Energie
- Sektorenübergreifendes Flexibilisierungspotenzial für die Gestaltung künftiger Energiesysteme

Beteiligte

DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme

Anwendungen

- Einsatz im Mobilitätssektor
- Einbindung der Mobilität in urbane Energiekonzepte
- Sektorenkopplung Strom/Mobilität
- Kombinierte Nutzung mit der Brennstoffzellentechnologie
- Direkte Umwandlung von selbst erzeugtem Solarstrom

Perspektiven

- CO_2-neutraler Verkehr
- Emissionsfreier Antrieb
- Dezentrale Energieversorgung
- Regenerative Energieumwandlung
- Effizientere Nutzung des Eigenanteils an Solarstrom
- Höhere Versorgungssicherheit durch Option zur Rückverstromung

Daten und Fakten

- Demonstrationsmodell, basierend auf Elektrolyse und Brennstoffzelle, real funktionsfähig
- Erstellt vom DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme zur Darstellung der emissionsfreien Gewinnung von Wasserstoff aus Solarstrom

Wissenschaftliche Begleiter:
Dr. Alexander Dyck

Emissionsfreier Treibstoff

Elektrolyse – Umwandlung von Solarstrom in Wasserstoff – Sektorenkopplung Strom/Mobilität

Der Umstieg von fossilen auf regenerative Energien stellt vor allem im Mobilitätssektor eine Herausforderung dar. Als alternativer Kraftstoff bietet sich Wasserstoff an, weil er emissionsfrei per Elektrolyse aus erneuerbarer Energie gewonnen werden kann. In Verbindung mit Brennstoffzellen als Energiewandler in Fahrzeugen lässt sich somit ein emissionsfreier und sehr effizienter Betrieb von Fahrzeugen realisieren.

Auf der Hannover Messe 2018 veranschaulicht das DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme die Möglichkeiten dieser Energieumwandlung im Modellmaßstab: Eine einfache Lichtquelle reicht aus, um per Solarzelle und Elektrolyseur einen Wasserstoffspeicher zu füllen. Dieser speist ein Miniatur-Brennstoffzellenauto mit Wasserstoff, das im Spielzeug-Format mächtig Fahrt aufnimmt. Damit kann an einem kleinen Versuchsaufbau die Sektorenkopplung Strom/Mobilität – und die weitreichenden Dimensionen dieser Technologie veranschaulicht werden.

Im Gegensatz zu Verbrennungsmotoren ermöglichen Brennstoffzellen emissionsfreie Mobilität. Um die systemische Effizienz und die Langlebigkeit der Produkte in der mobilen Anwendung zu steigern, besteht vor allem bei der Hybridisierung im Verbund mit Batterien ein erhebliches Optimierungspotenzial. Zwar verdeutlichen erste Serienmodelle, dass die Marktreife erreicht ist. Der Ansatz der breiten Kommerzialisierung zeigt aber auch, dass zur Erhöhung der Kundenakzeptanz noch zahlreiche Forschungsthemen zu bearbeiten sind, zum Beispiel zur Langlebigkeit, Reichweite, Kraftstoffqualität und Infrastruktur.

Das DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme befasst sich mit diesen Fragestellungen. Unter anderem entwickeln die Wissenschaftler auf Systemebene sowie anhand von Fahrzyklen Optimierungsstrategien für die Kombination von Brennstoffzelle und Batterie. Darüber hinaus untersucht das Institut, auf welche Weise Antriebstechnologien auf Basis von Elektrizität, Wasserstoff und synthetischen Wasserstoff-Verbindungen effizient ins Stromnetz zurückgespeist werden können. Dieses sektorenübergreifende Flexibilisierungspotenzial gilt als eines der Schlüsselelemente für die Gestaltung künftiger Energiesysteme.

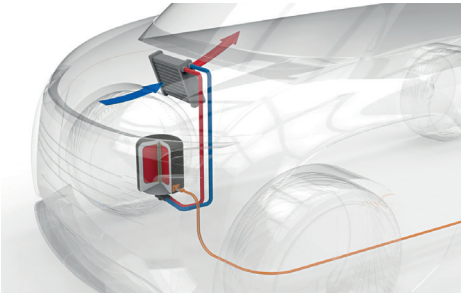
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
(German Aerospace Center, DLR)
Dr. Alexander Dyck · E-Mail: alexander.dyck@dlr.de · DLR.de

DLR

DLR.de

Thermische Hochleistungsspeicher

Mehr Reichweite für Elektrofahrzeuge



Kurzbeschreibung

Thermische Hochleistungsspeicher basieren auf neuartigen metallischen Phasenwechselmaterialien. Sie können auf kleinstem Raum große Mengen thermischer Energie speichern und mit hoher Leistung wieder bereitstellen. Sie bieten ein großes Potenzial, die Reichweiten von Elektrofahrzeugen zu erhöhen und die Systemkosten zu senken.

Ziele

- Deckung des Wärmebedarfs von Elektrofahrzeugen:
  - Reichweitenerhöhung
  - Kostenreduktion
- Reduktion des Bedarfs an seltenen Rohstoffen
- Entwicklung von Auslegungsmethoden und Werkzeugen
- Anwendungsorientierte Technologiedemonstration

Beteiligte

DLR-Institut für Fahrzeugkonzepte
DLR-Institut für Materialphysik
DLR-Technologiemarketing
Partner aus der Automobil- und Zulieferindustrie

Anwendungen

- Batterieelektrische Stadtbusse
- Flottenbetreiber (Carsharing und Lieferdienste)
- Urbane Mobilität
- Interurbaner Individualverkehr
- Sektorkopplung/SmartGrid

Perspektiven

- Leistungsfähige und kostengünstige Speicher für Elektrofahrzeuge
- Schadstoffreduktion im Verkehr

Daten und Fakten

Exemplarisches Speichermaterial:
Legierung aus Aluminium – Silizium (AlSi)
Betriebstemperatur: 100 °C–600 °C
Phasenwechseltemperatur: 577 °C
Speicherkapazität:
300 Wh/kg bzw. 780 Wh/l

7 AFFORDABLE AND CLEAN ENERGY
9 INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE
12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION
13 CLIMATE ACTION

Thermische Hochleistungsspeicher

Mehr Reichweite für Elektrofahrzeuge

Elektroantriebe sind ein wichtiger Baustein auf dem Weg zu klimafreundlichen Verkehrssystemen. Eine der Herausforderungen dabei ist der Reichweitenverlust der Fahrzeuge im Winter.

Kraftstoffbetriebene Fahrzeuge heizen mit der Abwärme des Motors, die beim Verbrennungsprozess entsteht. Bei Elektroautos hingegen muss dieselbe Batterie für die Wohlfühltemperatur belastet werden, die auch den Antrieb gewährleistet. Folglich verliert die Batterie zusätzlich an Energie und die Reichweite des Autos reduziert sich an kalten Tagen um bis zu 50 Prozent.

Die Wärmespeichertechnologie, entwickelt von DLR-Wissenschaftlern des Instituts für Fahrzeugkonzepte in Stuttgart in Kooperation mit dem Institut für Materialphysik im Weltraum am Standort Köln sowie weiteren Partnern aus Industrie und Forschung, kann die Heizleistung in einem Elektrofahrzeug übernehmen und damit die Reichweite von Elektrofahrzeugen bei niedrigen Außentemperaturen deutlich erhöhen.

Durch die Verwendung metallischer Latentwärmespeicher konnten die Forscher ein Energiespeichersystem entwickeln, das in der Lage ist, Wärme auf einem sehr hohen Energieniveau zu speichern und somit die Antriebsbatterie vollständig vom Heizen des Fahrzeuginnenraums zu entlasten. Metallische Latentwärmespeicher, wie beispielsweise eine Aluminium-Silizium-Legierung, bringen hierfür eine sehr hohe spezifische Energiedichte mit sich, was in kleinen und leichten Speichersystemen resultiert.

Latentwärmespeicher nehmen bei einem Phasenwechsel, zum Beispiel von fest zu flüssig, sogenannte latente oder verborgene Wärme auf und können diese wieder freigeben. Ein bekanntes Beispiel dafür sind Taschenwärmer, die Wärmeenergie freigeben, wenn die Flüssigkeit im Inneren erstarrt. Auf einem kleinen Volumen und einer geringen Masse speichern sie mehr Energie als andere Formen von thermischen Speichern und sind somit gut für den platzsparenden Einbau in Elektroautos geeignet.

Neben der Erhöhung von Reichweite und Komfort soll der Wärmespeicher auch die Kosten für Elektrofahrzeuge reduzieren. Durch den Einsatz kostengünstiger und verfügbarer Speichermaterialien, kombiniert mit einem einfachen Systemdesign, sind thermische Hochleistungsspeicher für die Anwendung in Elektrofahrzeugen deutlich günstiger als Traktionsbatterien und können somit zu einer nachhaltigen und bezahlbaren Mobilität beitragen.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
(German Aerospace Center, DLR)
Mirko Klein Altstedde · E-Mail: mirko.kleinaltstedde@dlr.de · DLR.de

DLR

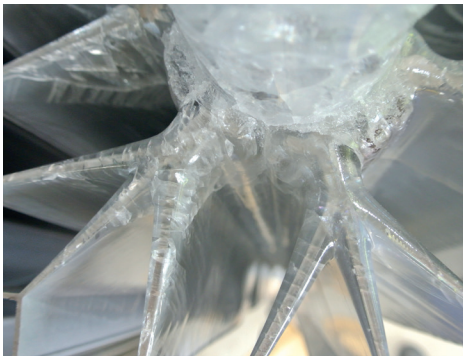
DLR.de

Direktverdampfung im Speicher

Energiewandlungs- und thermische Energiespeicherprozesse für die industrielle Prozess- und Kraftwerktechnik

Kurzbeschreibung

DSG-Store (Direct Steam Generation Storage) ist ein Speichersystem auf Basis von Phasenwechselmaterialien (PCM) zur Speicherung von Prozess- und Kraftwerkdampf mit hohen Sattdampftemperaturen und -drücken. Durch die Entwicklung von geeigneten Wärmeübertragerstrukturen und Materialien stellen diese Speicher eine kostengünstige Alternative zu bisherigen Systemen dar.



Ziele

- Flexibilisierung bestehender und neuer Kraftwerke
- Materialforschung, Komponentenentwicklung und Systemintegration
- Speicher mit hoher Energiedichte durch Phasenwechselmaterialien

Beteiligte

Forschung & Entwicklung: DLR-Institut für Technische Thermodynamik, Linde AG. Rippen- und Speicherproduktion: F.W. Brökelmann GmbH & Co. KG, Streicher Maschinenbau GmbH

Anwendungen

- Integration in Industrieprozesse für die Kopplung der Sektoren Strom und Wärme sowie zur Spitzenlastreduktion und Dampfbesicherung
- Einsatz in direktverdampfenden solarthermischen Kraftwerken und für die solare Prozesswärmebereitstellung

Perspektiven

- Weiterentwicklung von thermischen Energiespeichern > 100 °C
- Kosten- und funktionsoptimiertes Design
- Hängende Bauweise des Wärmeübertragers ausgelegt für einfache Hochskalierung

Daten und Fakten

- **Speichermaterial:** $NaNO_3$ mit einer Schmelztemperatur von 306 °C und einer Schmelzwärme von 175 kJ/kg
- Rohrregister für Betriebsdruck > 100 bar
- Wärmeübertragerstruktur aus extrudiertem Aluminium mit erprobter Klemmbefestigung
- Aluminiumanteil < 9 %

7 AFFORDABLE AND CLEAN ENERGY

9 INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE

13 CLIMATE ACTION

Direktverdampfung im Speicher

Energiewandlungs- und thermische Energiespeicherprozesse für die industrielle Prozess- und Kraftwerktechnik

Das DLR-Institut für Technische Thermodynamik befasst sich mit Fragen der Energiespeicherung, des Wärmemanagements und der Wärmeübertragung. Hierbei werden für unterschiedliche Wärmeträgermedien im Bereich 100 – 1.000 Grad Celsius angepasste Speicherkonzepte verfolgt: sensible Speicher auf der Basis von Flüssigkeiten und Feststoffen, Latentwärmespeicher und thermochemische Speicher.

Neben Anwendungen im Bereich der industriellen Prozesswärme, der Kraftwärmekopplung und konventioneller Kraftwerkstechnik werden thermische Energiespeicher für solarthermische Kraftwerke entwickelt und qualifiziert. Im Projekt DSG-Store (Direct Steam Generation Storage) wurde ein System entwickelt, das eine Direktverdampfung, einen Phasenwechsel von flüssig in gasförmig, im Speicher selbst vorsieht. Das System ist grundsätzlich für vielfältige Anwendungen geeignet und wurde ursprünglich für thermische Solarkraftwerke entwickelt. Diese können damit rund um die Uhr Strom liefern – nahezu wie ein konventionelles Kraftwerk. Das optimierte Wärmemanagement verbessert zudem das Betriebsverhalten, vermindert den Teillastbetrieb und nutzt den Kraftwerkblock effizienter. In der Summe steigt so auch die Wirtschaftlichkeit. Besonders effizient und kostengünstig arbeitet ein solarthermisches Kraftwerk, wenn es bei möglichst hohen Temperaturen betrieben wird. Das ist mit der solaren Direktverdampfung von Wasser möglich. Dabei wird der überhitzte Wasserdampf für die Dampfturbinen schon im Kollektor erzeugt. Er erreicht bei einem Druck von 120 bar Temperaturen von über 500 Grad Celsius. Dies sind nahezu Dampfparameter, wie sie in konventionellen Kraftwerken üblich sind.

Dabei werden etwa 65 Prozent der Solarenergie allein für den Verdampfungsprozess aufgewendet. Entsprechend wichtig ist ein Latentwärmespeicher, der diesen Energieanteil aufnimmt. Speichermedium ist Natriumnitrat, das bei 306 Grad Celsius schmilzt. Es befindet sich in einem wärmegedämmten Behälter im direkten Kontakt mit Wärmeübertragerrohren, durch die der Dampf bei der Beladung strömt. Dabei kühlt der Dampf ab und kondensiert. Zur Entladung strömt Speisewasser durch die Übertragerrohre. Das flüssige Salz erstarrt und überträgt die Kristallisationsenergie auf das Speisewasser, welches dabei verdampft.

Mit einem Versuchsspeicher im Technikumsmaßstab wurden im Forschungsprojekt DSG-Store sowohl der geometrische Aufbau als auch die einzelnen Komponenten technisch und wirtschaftlich optimiert. Dabei konnte auf den Erkenntnissen der vorangegangenen Forschungsprojekte DISTOR und ITES sowie dem parallel laufenden Projekt TESIN aufgebaut werden. Förderkennzeichen des Projekts ist 0325333A,D.

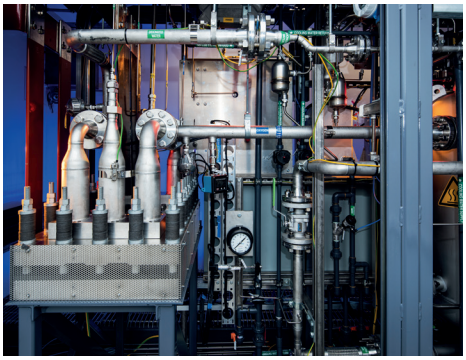
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
(German Aerospace Center, DLR)
Dr. Dan Bauer · E-Mail: dan.bauer@dlr.de · DLR.de

DLR

DLR.de

Wasserelektrolyse

Effiziente und kostengünstige Erzeugung von regenerativem Wasserstoff



Kurzbeschreibung

Mit Wasserelektrolyse wird regenerativ erzeugter Strom in Wasserstoff umgewandelt. Dieser kann als Brennstoff für die Mobilität, für industrielle Nutzung oder für die Energiespeicherung genutzt werden. Moderne Elektrolyseure werden hin zu höherer Lebensdauer und geringeren Anschaffungs- und Betriebskosten weiterentwickelt.

Ziele

- Steigerung der Effizienz
- Kostenreduktion durch weniger Einsatz von teuren Materialien
- Untersuchung und Verbesserung der Lebensdauer
- Untersuchungen und Demonstration im technischen System

Beteiligte

DLR-Institut für
Technische Thermodynamik

Anwendungen

- Power to hydrogen and gas
- Erzeugung anderer Brennstoffe aus regenerativem Wasserstoff
- Grüner Wasserstoff für industrielle Anwendungen, z. B. Metallurgie, Raffinerien
- Erbringung netzdienlicher Leistungen
- Energiespeicherung

Perspektiven

- Sektorenkopplung Energie/Mobilität
- Sektorenkopplung Strom/Gasnetz
- CO_2-freie Mobilität

Daten und Fakten

- Neue Katalysatoren für PEM-Elektrolyse mit 2,6-facher Aktivität (reduzierter Iridium-Edelmetall-Gehalt)
- Plasma-Beschichtungen für Bipolarplatten (reduzierte Materialkosten)
- Verlängerung der Lebensdauer durch Untersuchungen der Alterungsmechanismen

Wasserelektrolyse

Effiziente und kostengünstige Erzeugung von regenerativem Wasserstoff

Die Verringerung des Ausstoßes von Klimagasen wie CO_2 ist eine der wichtigsten gesellschaftlichen Herausforderungen. Wasserstoff, der mit Hilfe von Wasserelektrolyse aus regenerativen Energiequellen erzeugt wird, kann vielseitig verwendet werden: In der Mobilität kann Wasserstoff eine emissionsfreie Mobilität mit kurzen Betankungszeiten und hohen Fahrzeugreichweiten ermöglichen. Bei Nutzung als industrielles Gas kann die durch diese Industrien verursachte CO_2-Emission wesentlich reduziert werden. Durch Einspeisen in das Gasnetz kann eine Abhängigkeit der Wärmeversorgung in Deutschland von importiertem Erdgas reduziert und die CO_2-Emission der Wärmeversorgung vermindert werden. Speichert man Wasserstoff im Gasnetz oder in Erdkavernen, kann daraus zu späterer Zeit Strom erzeugt werden, sodass Menge und Zeit der regenerativen Stromerzeugung durch diese Speicherung vom Stromverbrauch entkoppelt werden können.

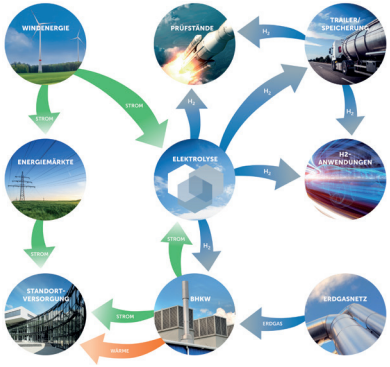
Für alle Anwendungen müssen heutige Wasserelektrolyseure weiterentwickelt werden, um geringere Investitions- und Betriebskosten sowie hohe Lebensdauer im hochdynamischen Betrieb zu gewährleisten. Durch die Entwicklung von neuen Fertigungsmethoden für Katalysatoren sowie den Einsatz von modernen Beschichtungstechniken ist es am DLR-Institut für Technische Thermodynamik gelungen, diesen Zielen wesentlich näherzukommen. Die Untersuchungen erstrecken sich von der Material- und Komponentencharakterisierung über den Betrieb von Einzelzellen und Zellstapeln bis zum Nachweis in technischen Systemen. So können die Weiterentwicklungen erfolgreich in die Praxis überführt werden.

Für verschiedene Anwendungen bieten sich unterschiedliche Techniken der Wasserelektrolyse an. Dynamische, hocheffiziente Systeme basieren auf der Polymerelektrolytmembran-Elektrolyse, kostengünstige, sehr langlebige Systeme auf der Alkalischen Elektrolyse und hocheffiziente Systeme mit Nutzung einer vorhandenen Wärmequelle auf der Oxidkeramischen Elektrolyse. Alle Techniken werden am DLR-Institut für Technische Thermodynamik untersucht und weiterentwickelt. Die Arbeiten werden in nationalen und internationalen Kooperationen mit Industrie, Forschungseinrichtungen und Universitäten durchgeführt.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
(German Aerospace Center, DLR)
Prof. Kaspar Andreas Friedrich · E-Mail: andreas.friedrich@dlr.de · DLR.de

Projekt H_2ORIZON

Sektorenkopplung mit Wind-Wasserstoff



Kurzbeschreibung

Im Projekt H_2ORIZON wird Wasserstoff aus lokaler Windenergie erzeugt. Dieser wird vor Ort zur Versorgung mit Wärme und Strom und als Raketentreibstoff in Prüfständen eingesetzt. Darüber hinaus wird er für Wasserstoffmobilität und Industrieanwendungen bereitgestellt. Das Projekt demonstriert die Sektorenkopplung von Raumfahrt, Energie und Verkehr im Megawatt-Maßstab.

Ziele

- Demonstration einer lokalen Sektorenkopplung von Raumfahrt, Energiewirtschaft und Verkehr
- Untersuchung und Optimierung dieses vernetzten Energiesystems bezüglich Beiträgen zur Umsetzung der internationalen Klimaziele und der Energiewende
- Nachhaltige Standortversorgung mit Wärme und elektrischer Energie
- Bereitstellung von grünem Wasserstoff für die Brennstoffzellen-Elektromobilität

Beteiligte

DLR-Institut für Raumfahrtantriebe,
ZEAG Energie AG

Anwendungen

- Nutzung der Anlagen-Infrastruktur zur Bearbeitung von Forschungsfragen
- Erbringung netzdienlicher Leistungen
- Nachhaltige Standortversorgung mit Wärme und elektrischer Energie
- Bereitstellung von grünem Wasserstoff für die Brennstoffzellen-Elektromobilität

Perspektiven

- Etablieren von „Testfeld H_2ORIZON“, um in Kooperation mit Industrie und Wissenschaft neue technologische und konzeptionelle Lösungen rund um das Thema Wasserstoff zu erarbeiten
- Erweiterung der Anlagen um Power-to-X-Anwendungen
- Ausbau der Produktionskapazitäten von grünem Wasserstoff auf bis zu 10 MW Anschlussleistung

Daten und Fakten

Wasserstofferzeugung:
PEM-Elektrolyseur (0,9 MW, 14,1 kg H_2/h, 99,999 % H_2) mit Direktanbindung an Windpark „Harthäuser Wald“
Wasserstoffspeicherung:
Tube-Trailer bis 350 bar und DLR-Standort-Arealnetz bis 800 bar
Wärme- und Stromerzeugung:
Zwei Gasmotoren-Blockheizkraftwerke (gesamt: 1,6 MW_{th}, 1,4 MW_{el})
Brennstoffe: Erdgas und Wasserstoff

H_2ORIZON

Sektorenkopplung mit Wind-Wasserstoff

50 km nördlich von Stuttgart, am DLR-Standort Lampoldshausen, entsteht derzeit ein Stück Energiezukunft. In Lampoldshausen befindet sich mit dem DLR-Institut für Raumfahrtantriebe einer der größten Wasserstoffnutzer Europas und, in direkter Nachbarschaft, der derzeit größte Windpark in Baden-Württemberg. Auf Basis dieser Infrastrukturen bauen das DLR-Institut für Raumfahrtantriebe und die ZEAG Energie AG gemeinsam ein wasserstoffbasiertes, vernetztes Energiesystem auf. So wird Sektorenkopplung von Energiewirtschaft, Verkehr und Raumfahrt im Megawatt-Maßstab realisiert.

Das Anlagenkonzept im Projekt H_2ORIZON besteht aus zwei wesentlichen Komponenten. Eine ist die regenerative Wasserstofferzeugung auf Basis von Windenergie. Die Polymer-Elektrolyt-Membran-Elektrolyse (kurz PEM-Elektrolyse) hat eine Anschlussleistung von rund 1 Megawatt und wird direkt an den Windpark „Harthäuser Wald" angeschlossen. Der Wasserstoff wird aufbereitet, verdichtet und direkt in spezielle Transportfahrzeuge, sogenannte Tube Trailer, für die Verteilung abgefüllt. Zum anderen wird mit H_2ORIZON eine neue Anlage zur Versorgung des DLR-Standorts mit Wärme und Strom errichtet. Die beiden Gasmotoren-Blockheizkraftwerke (BHKW) mit einer Gesamtleistung von 1,6 Megawatt (thermisch) bzw. 1,4 Megawatt (elektrisch) werden neben der konventionellen Versorgung mit Erdgas auch direkt an die Wasserstofferzeugung angeschlossen.

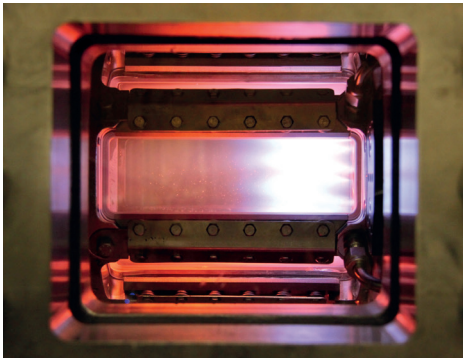
Das DLR-Institut für Raumfahrtantriebe bringt im Projekt H_2ORIZON als einer der größten Wasserstoffnutzer Europas sein Wissen im Umgang mit Wasserstoff ein und kann auf ausgeprägte Fachkompetenzen des gesamten DLR an der Schnittstelle zu Wasserstoff in den Bereichen Raumfahrt, Luftfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit zurückgreifen. Die ZEAG Energie AG als ältester Drehstromversorger der Welt deckt den Bereich der Energiewirtschaft ab und kennt die Herausforderungen beim Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen und Stromnetzen sowie die Bedingungen für die erfolgreiche Teilnahme am Energiemarkt.

Die Infrastruktur und das Know-how der beiden Projektpartner werden als „Testfeld H_2ORIZON" ab Januar 2019 potenziellen Partnern aus Industrie, hier insbesondere auch kleinen und mittleren Unternehmen, und der Wissenschaft verfügbar gemacht. Mit dem „Testfeld H_2ORIZON" wollen es DLR und ZEAG ermöglichen, dass am DLR-Standort Lampoldshausen neue technologische und konzeptionelle Lösungen rund um das Thema Wasserstoff erforscht, entwickelt, demonstriert und validiert werden.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
(German Aerospace Center, DLR)
Thorben Andersen · E-Mail: thorben.andersen@dlr.de · DLR.de

FLOX®-Brennkammer

Mikrogasturbinen für dezentrale Energieversorgung



Kurzbeschreibung

Das Exponat zeigt zwei besonders schadstoffarme FLOX®-Brennkammern von Mikrogasturbinen für die dezentrale Erzeugung von Strom und Wärme. Die FLOX®-Brenner zeichnen sich unter anderem durch eine gleichmäßige Temperaturverteilung und daraus resultierende geringe NO_x-Emissionen aus.

Ziele

- Reduktion der Schadstoffemissionen von Mikrogasturbinen bei gleichzeitig geringem Druckverlust der Brennkammer
- Erweiterte Flexibilität bezüglich des eingesetzten Brennstoffs

Beteiligte

DLR-Institut für Verbrennungstechnik, weitere Projektpartner für Aufbau der Demonstrationsanlagen: EnBW AG, Dürr AG

Anwendungen

- Brennkammern für Mikrogasturbinen mit dem primären Einsatzgebiet der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung
- Weitere mögliche Einsatzgebiete: Range Extender für hybrid-elektrische Fahrzeuge, Hilfstriebwerk für Flugzeuge (APU)

Perspektiven

- Weitere Reduktion der Schadstoffemissionen
- Reduktion der Wandwärmebelastung
- Erweiterung auf Flüssigbrennstoffe
- Schadstoffarmer Vielstoffbrenner für gasförmige Brennstoffe (Heizwert von 5–50 MJ/kg)

Daten und Fakten

- 2014 weltweit erstes FLOX®-Brennkammersystem in einer erdgasbetriebenen Mikrogasturbine eingesetzt. CO-Emissionen < 5 ppm und NO_x-Emissionen < 25 ppm.
- 2014 erfolgreiche Kopplung einer Mikrogasturbine mit FLOX®-Brennkammersystem und einem atm. Festbettvergaser für Holzhackschnitzel
- Bisherige Brennersysteme decken den Leistungsbereich von 6–333 kW (Brennstoffleistung) ab

FLOX®-Brennkammer

Mikrogasturbinen für dezentrale Energieversorgung

Moderne Gasturbinenbrennkammern müssen viele Anforderungen erfüllen: Neben Last- und Brennstoffflexibilität sind natürlich auch geringe Schadstoffemissionen unter allen Betriebsbedingungen gefordert. Das FLOX®-Konzept wird all diesen Ansprüchen gerecht und stellt mit seiner hohen Verbrennungsstabilität eine vielversprechende Alternative zu konventionellen drallstabilisierten Brennkammersystemen dar.

Das Exponat zeigt zwei FLOX®-Brenner für den Einsatz in Mikrogasturbinen (MGT). Der größere Brenner ist für eine Turbec T100 MGT mit einer maximalen elektrischen Leistung von 100 kW und den Einsatz von Erdgas konzipiert. Der kleinere Brenner ist für eine MTT EnerTwin mit einer maximalen elektrischen Leistung von 3 kW und für die Verwendung von Biogasen mit geringem Heizwert ausgelegt. Die Lufteintrittstemperaturen am Brennkammereintritt liegt bei diesem Brenner über 700 °C.

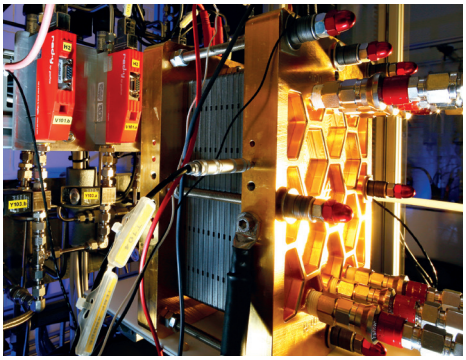
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
(German Aerospace Center, DLR)
Christoph Arndt · E-Mail: christoph.arndt@dlr.de · DLR.de

DLR

DLR.de

Niedertemperatur-Brennstoffzellen

Direkte Erzeugung von elektrischer Energie aus Wasserstoff



Kurzbeschreibung

Brennstoffzellen können chemische Energie, die z. B. im Wasserstoff als Brenngas enthalten ist, durch einen elektrochemischen Vorgang direkt in elektrische Energie umwandeln. Niedertemperaturbrennstoffzellen arbeiten typischerweise bei ~ 80 °C und sind wegen ihres Gewichts und ihrer Kompaktheit ideal für Anwendungen in der Elektromobilität geeignet.

Ziele

- Steigerung von Effizienz und Lebensdauer
- Kostenreduktion durch Verringerung der Edelmetallanteile
- Entwicklung zum massenfertigungstauglichen Produkt

Beteiligte

DLR-Institut für Technische Thermodynamik

Anwendungen

- Hybridsysteme aus Batterien und Brennstoffzellen für Pkw-Reichweiten ≥ 500 km
- Öffentlicher Nahverkehr und Taxibetrieb
- Spezielle Mobilitätsanwendungen, z. B. Flughafen-Vorfeld, Gabelstapler
- Kaltstartfähigkeit

Perspektiven

- Emissionsfreie Energieversorgung
- Innerstädtischer CO_2-freier Lieferverkehr mit Tagesreichweite

Daten und Fakten

- Reduktion des Platingehalts von 0,6 mg/cm² auf 0,25 mg/cm² bei gleichbleibender Leistung
- Steigerung der Leistungsdichte um bis zu 22 % durch einfachen und skalierbaren Strukturierungsprozess
- Ortsaufgelöste Echtzeit-Betriebsüberwachung mit kontrollierter Betriebsführung ermöglicht die Umkehr von Alterungsphänomenen

@DLR_de

Niedertemperatur-Brennstoffzellen

Direkte Erzeugung von elektrischer Energie aus Wasserstoff

Die Verringerung des Ausstoßes von CO_2, Stickoxiden und Feinstaub ist eine der wichtigsten Herausforderungen der zukünftigen Mobilität. Wasserstoff als Energieträger statt herkömmlicher kohlenstoffbasierter Brenn- und Treibstoffe für Mobilität, Heizung und Industrie hat das Potenzial, eine emissionsfreie Elektrizitätserzeugung zu ermöglichen.

Eine deutschland- oder europaweite Wasserstoffwirtschaft könnte zum größten Teil auf erneuerbaren Energien beruhen und gleichzeitig ein umgerüstetes Erdgasnetz als weitere Verteilungsinfrastruktur nutzen. Neben der Verbesserung der Luft- und Lebensqualität kann Wasserstofftechnologie auch die elektrischen Netze stabilisieren und die naturgegebenen Schwankungen der Wind- und Solarenergie ausgleichen: Elektrolyseure wandeln sehr dynamisch fluktuierende Stromerzeugung in Wasserstoff um, Brennstoffzellen erzeugen im Bedarfsfall aus dem Wasserstoff wieder Strom.

Niedertemperatur-Brennstoffzellen finden wegen ihrer Kompaktheit und ihres vergleichsweise niedrigen Gewichts vor allem Anwendung im mobilen Sektor, seien es der Individualverkehr, der öffentliche Personenverkehr, Lieferdienstleistungen für die „letzte Meile" vor der Haustür oder Anwendungsnischen wie der Flughafen-Vorfeld-Verkehr – überall dort, wo die Anhäufung von Emissionen aus fossilen Energieträgern die Luftqualität besonders beeinträchtigt. Für stationäre Anwendungen in Gebäuden und Wohnungen bieten sich andere, keramikbasierte Technologien an, die neben der sauberen elektrischen Energie durch Kraft-Wärme-Kopplung auch Warmwasser bereitstellen.

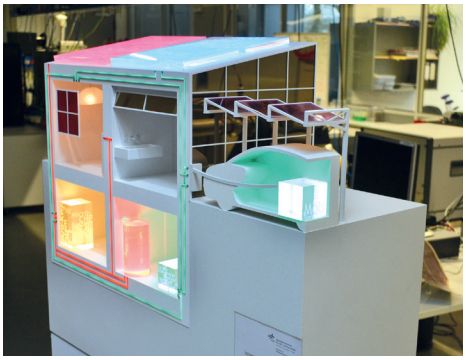
Welche Gefahr geht dabei vom Wasserstoff aus? Zusammen mit Sauerstoff oder Luft kann Wasserstoff ein explosives Gemisch bilden, das Knallgas. Ein Tankvorgang funktioniert aber eher ähnlich wie beim Flüssiggastanken, wodurch die Knallgasmischung vermieden wird. Und aktuelle Wasserstofftanks werden aus hochfestem Kohlefaser-Komposit-Werkstoff gefertigt, wodurch diese selbst dem Überfahren mit einem Lkw und sogar einem Beschuss mit Feuerwaffen widerstehen.

Eingebunden in ein internationales Netzwerk forscht das Institut für Technische Thermodynamik des DLR an Niedertemperatur-Brennstoffzellen, beginnend vom Material über Fertigungstechnik, Analytik und Betriebsführung bis hin zum fertigen System.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
(German Aerospace Center, DLR)
Prof. Kaspar Andreas Friedrich
E-Mail: andreas.friedrich@dlr.de · DLR.de

Effizientes Gebäude-Energiemanagement

Energieflüsse im „smarten“ Wohngebäude



Kurzbeschreibung

Das Hausmodell des DLR-Instituts für Vernetzte Energiesysteme visualisiert die Energieflüsse innerhalb eines intelligent vernetzten Wohngebäudes. Das Exponat veranschaulicht, wie sich Strom, Mobilität und Wärme im Hausenergiemanagement sektorenübergreifend koppeln lassen und somit zur effizienteren Energienutzung beitragen.

Ziele

- Vernetzung von Energieflüssen auf der Ebene von Wohngebäuden und Quartieren
- Nutzung von überschüssigem Strom für Mobilität oder Wärmebereitstellung
- Energieversorgung auf Basis einer aktiven Gebäudehülle
- Kopplung der Sektoren Strom, Wärme und Mobilität
- Einbindung eines intelligenten Energiemanagements
- Flexiblere und dezentrale Energienutzung in Wohngebäuden

Beteiligte

DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme

Anwendungen

- Integration neuer Mobilitätstechnologien ins Energiesystem
- Erforschung neuer Netztechnologien
- Erforschung von Systemdienstleistungen
- Abstimmung des Energiesystems auf individuelle Lastprofile
- Lastmanagement
- Kraft-Wärme-Kopplung

Perspektiven

- Dezentrale Strom- und Wärmeerzeugung und -nutzung
- Effizienzsteigerung im Wohngebäudebereich
- Nutzung einer aktiven Gebäudehülle
- Rückverstromung von Wasserstoff
- Sektorenkopplung Strom/Wärme/Mobilität auf Wohngebäude-Ebene

Daten und Fakten

Demonstrationsmodell

Eigenschaften:

- Visualisierung von Strom- und Wärmeflüssen in einem Haus
- Erstellt vom DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme zur Darstellung des Themas Sektorenkopplung Strom/Wärme/Mobilität im Hausenergiemanagement

Wissenschaftliche Begleiter:

Dr. Alexander Dyck,
Dr. Karsten von Maydell, Dr. Martin Vehse

Effizientes Gebäude-Energiemanagement

Energieflüsse im „smarten“ Wohngebäude – Sektorenkopplung Strom/Wärme/Mobilität

Die zukünftige Energieversorgung auf Basis erneuerbarer Energien macht eine grundlegende Umgestaltung unserer bisherigen Energiesysteme erforderlich. Insbesondere die bislang getrennt betrachteten Versorgungssysteme für Strom, Wärme und Mobilität werden zunehmend miteinander verschmelzen. Anhand der Energieflüsse in unserem modellhaft dargestellten Wohngebäude lassen sich die Vorteile dieser sektorenübergreifenden Energienutzung besonders gut darstellen. Grundvoraussetzung aller Bewohner: Die Versorgung mit unterschiedlichen Energieformen wie Elektrizität muss zuverlässig sein. Was bislang über separate Versorgungswege für Strom, Gas, Öl, Benzin oder Diesel gewährleistet wurde, wird künftig im „smarten“ Wohngebäude dezentral und sektorenübergreifend in einem einzigen System sichergestellt.

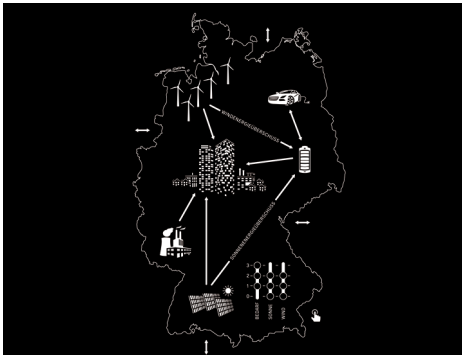
Basis der Energieversorgung ist eine aktive Gebäudehülle. Sie wandelt Sonnenlicht mittels Photovoltaik oder Solarthermie in Strom bzw. Wärme um. Diese Energie wird im Haushalt entweder direkt genutzt, gespeichert oder zum Beispiel in synthetisches Biogas umgewandelt. Somit wird Solarenergie nicht nur zeitversetzt nutzbar, sondern steht auch als geeigneter Energieträger zum Beispiel für Heizungsanlagen zur Verfügung.

Wesentliche Herausforderung für die zuverlässige Energieversorgung in dezentralen Systemen ist ein intelligentes Energiemanagement. Das DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme widmet sich diesem Thema mit systemorientierten Fragestellungen zur effizienten Verknüpfung der Sektoren Strom, Wärme und Mobilität. Die Wissenschaftler betrachten Systemebenen von der Einzelanlage über das „smarte“ Gebäude bis hin zu vernetzten Wohnquartieren und Städten. Zudem bewertet das Institut anhand eigenentwickelter Netzstrukturmodelle sowie mit den Methoden der Technologiebewertung Energiesysteme auf nationaler und internationaler Ebene.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
(German Aerospace Center, DLR)
Dr. Alexander Dyck · E-Mail: alexander.dyck@dlr.de · DLR.de

Energielandschaft Deutschland

DLR-Energiesystemanalyse



Kurzbeschreibung

Das interaktive Exponat zeigt, wie eine vorwiegend auf erneuerbaren Energien basierende Energieversorgung in Deutschland aussehen kann. Je nach Angebot und Nachfrage kommen verschiedene Energiequellen, -speicher und -technologien in unterschiedlichen Regionen Deutschlands zum Einsatz.

Ziele

- Demonstration der unterschiedlichen Situationen einer Energieversorgung aus vorwiegend erneuerbaren Energien
- Demonstration von möglichen Sektorenkopplungen sowie der Vernetzung der unterschiedlichen Regionen in Deutschland

Beteiligte

DLR-Institut für Technische Thermodynamik, DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme

Anwendungen

- Die Energiesystemanalyse arbeitet mittels wissenschaftlicher Methoden an der vorausschauenden Identifizierung und Bewertung wirtschaftlicher, umweltrelevanter und gesellschaftlicher Auswirkungen neuer Technologien und energiepolitischer Maßnahmen.
- Beratung von Entscheidungsträgern bei aktuellen technologischen und systemischen Fragestellungen

Perspektiven

- Nachhaltige, sichere und kostengünstige Energieversorgung in Deutschland
- Erfolgreiche Umsetzung der Energiewende

Daten und Fakten

Stromsystem Deutschland
2017 / 2060 (95 % EE-Szenario)
Gesamtverbrauch:
2017: 654 TWh / 2060: 1.040 TWh*
Einspeisung:
- PV: 2017: 40 TWh (6 %) / 2060: 83 TWh (8 %)
- Wind: 2017: 105 TWh (16 %) / 2060: 477 TWh (45 %)

* Verbrauchsanstieg durch Elektrifizierung des Verkehrs + Wasserstofferzeugung

Energielandschaft Deutschland

DLR-Energiesystemanalyse

Wie sieht in groben Zügen die Stromversorgung in Deutschland mit einem großen Anteil an erneuerbaren Energien aus? Das interaktive Exponat zeigt, welche unterschiedlichen Situationen, je nach Wetterlage und Nachfrage, eintreten können: Was geschieht, wenn aus Sonne und Wind mehr Strom produziert als verbraucht wird? Was, im umgekehrten Fall, wenn bei einer Dunkelflaute die Nachfrage nicht gedeckt werden kann? Das Exponat zeigt, dass für die Energiesicherheit in Deutschland unterschiedliche Technologien und eine Vernetzung der Regionen notwendig sind. Zudem zeigt es, dass Speicher in einem zukünftigen Energiesystem eine relevante Rolle spielen und dass es auch Situationen geben kann, in denen konventionelle Kraftwerke, im Idealfall Gaskraftwerke, zum Einsatz kommen.

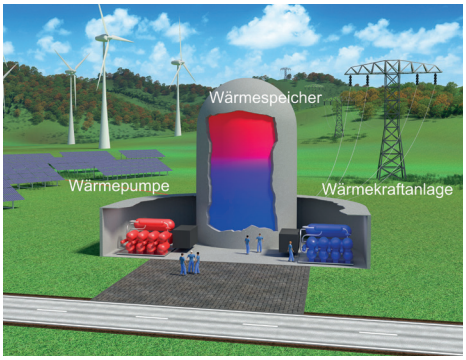
Den hier dargestellten möglichst optimalen Einsatz von Energie analysiert die DLR-Energiesystemanalyse. Sie stellt damit wertvolles Orientierungswissen für die erfolgreiche Umsetzung der Energiewende bereit. Mit wissenschaftlichen Methoden arbeitet sie an der vorausschauenden Identifizierung und Bewertung wirtschaftlicher, umweltrelevanter und gesellschaftlicher Auswirkungen entlang möglicher Transformationspfade. Für eine robuste und belastbare Grundlage zur Entwicklung und Bewertung von Handlungsoptionen wird großer Wert auf eine hohe Transparenz und Vergleichbarkeit der Methoden und Daten gelegt. Entscheidungsträger aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft erhalten damit eine auf wissenschaftlicher Evidenz basierte Orientierung, welche zur Entwicklung langfristiger Forschungsschwerpunkte und zur Gestaltung von energie-, umwelt- und forschungspolitischen Rahmenbedingungen dient.

Aufgrund ihrer Relevanz für Entscheidungsträger im In- und Ausland stellt die Energiesystemanalyse mit ihrer hohen Aktualität einen wichtigen Bestandteil der Energieforschung im DLR dar. Mit aktuell etwa 60 Forscherinnen und Forschern und einem geplanten Wachstum auf etwa 80 Beschäftigte an den Standorten Oldenburg und Stuttgart existieren umfangreiche und vielfältige Kompetenzen zur Beratung und zur Beantwortung aktueller technologischer und systemischer Fragestellungen.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
(German Aerospace Center, DLR)
Carsten Hoyer-Klick · E-Mail: carsten.hoyer-klick@dlr.de · DLR.de

Carnot-Batterien

Preiswerte und standortunabhängige Stromspeicher im Gigawattstundenmaßstab



Kurzbeschreibung

Carnot-Batterien sind Systeme für die preiswerte und standortunabhängige Speicherung großer Mengen elektrischer Energie. In einer Carnot-Batterie wird Strom mittels einer Hochtemperaturwärmepumpe in Wärme verwandelt, gespeichert und anschließend bedarfsgerecht in Strom zurückverwandelt. Das DLR erarbeitet in Zusammenarbeit mit der Industrie innovative Konzepte für Carnot-Batterien.

Ziele

- Entwicklung eines Stromspeichers im Gigawattstundenmaßstab
- Entwicklung von standortunabhängigen Stromspeichern
- Aufbau einer Demonstrationsanlage
- Stabilisierung des Stromnetzes
- Entwicklung von Instrumenten für die Sektorenkopplung

Beteiligte

DLR-Institute für Technische Thermodynamik, Solarforschung, Antriebstechnik, Vernetzte Energiesysteme, Universität Stuttgart

Anwendungen

- Effiziente und preisgünstige Strom-Wärme-Strom-Speicher für Energieunternehmen, Kommunen oder große Industriebetriebe
- Bestandteil des DLR-Querschnittsprojekts GigaStore

Perspektiven

- Stromspeicherung im Gigawattstundenmaßstab an beliebigen Standorten weltweit
- Zusätzlich bedarfsgerechte Bereitstellung von Wärme und Kälte
- Eignung als Wärmespeicherkraftwerk für stillgelegte Kohlekraftwerkstandorte
- Zyklenfeste Stromspeicher, die beliebig oft be- und entladen werden können

Daten und Fakten

- Elektrische Leistungen im Bereich zwischen 100 kW und 500 MW
- Elektrische Speicherkapazitäten zwischen 1 MWh und 1 TWh
- Erreichbare Speicherwirkungsgrade zwischen 35 % und 75 %, je nach Konfiguration
- Wärmebereitstellung auf Temperaturniveaus zwischen 50 °C und 500 °C – Kältebereitstellung zwischen -20 °C und +10 °C

Carnot-Batterien

Preiswerte und standortunabhängige Stromspeicher im Gigawattstundenmaßstab

Mit steigenden Anteilen schwankender erneuerbarer Energie an der Stromerzeugung Deutschlands und der Welt wächst die Notwendigkeit, große Mengen elektrischer Energie über mehrere Tage preiswert zu speichern. Batteriespeicher sind hierfür heute und in absehbarer Zeit zu teuer und zu wenig zyklenfest. Synthetische CO_2-neutrale Brennstoffe, die in Gasturbinenkraftwerken verstromt werden, besitzen von allen Energiespeichern die höchste Energiedichte. Sie erfordern zu ihrer Herstellung jedoch große Mengen an Biomasse, die heute und in absehbarer Zukunft vermutlich nicht in ausreichendem Maße hergestellt werden können.

Nach Einschätzung des Physik-Nobelpreisträgers Robert Laughlin (Stanford University) werden in einem CO_2-neutralen Energiesystem der Zukunft Strom-Wärme-Strom-Speicher (sogenannte „Carnot-Batterien") die Schlüsseltechnologie für die Speicherung großer Elektrizitätsmengen darstellen. In einer Carnot-Batterie wird Strom mittels einer Hochtemperaturwärmepumpe in Wärme auf einem Temperaturniveau zwischen 50 °C und 500 °C umgewandelt. Diese Wärme wird preiswert in Wasser (50 °C) oder Flüssigsalz (500 °C) gespeichert und bei Bedarf mittels eines Wärmekraftprozesses in Strom zurückverwandelt. Ein wertvoller Zusatznutzen von Carnot-Batterien besteht in der Möglichkeit, neben gespeichertem Strom auch Wärme und Kälte abzugeben. Letzteres ist für die Dekarbonisierung von Ländern wie Indien und China wichtig.

Das Institut für Technische Thermodynamik ist der wissenschaftliche Wegbereiter der Energiespeicherindustrie und verfügt durch seine langjährigen Erfahrungen auf dem Gebiet der Hochtemperaturwärmespeicherung über ideale Voraussetzungen für die Entwicklung von Carnot-Batterien.

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und die Universität Stuttgart arbeiten seit dem Jahr 2014 intensiv an Konzepten für Carnot-Batterien und entwerfen in Kooperation mit dem KIT eine Forschungsinfrastruktur NADINE, mit der Carnot-Batterien demonstriert und in die industrielle Nutzung überführt werden können.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
(German Aerospace Center, DLR)
Prof. Andre Thess · E-Mail: andre.thess@dlr.de · DLR.de

MovR mit FCREX – Lastenfahrrad mit Brennstoffzelle

Neues Logistik-Konzept für die „letzte Meile“

Kurzbeschreibung

Immer mehr Pakete werden individuell an die Haustür des Kunden geliefert. Als nachhaltige und flexible Lösung für eine größere Reichweite hat das DLR ein innovatives Brennstoffzellenmodul entwickelt, das im neuartigen Lastenrad der Firma Rytle GmbH zum Einsatz kommen wird.

Ziele

- Skalierbare und flexible Lösung
- Schnelles Betanken und große Reichweite durch innovatives Brennstoffzellensystem
- Robustes und wintertaugliches Konzept
- Einsatz alternativer Antriebslösungen für Logistik

Beteiligte

- DLR-Institut für Technische Thermodynamik
- DLR-Institut für Fahrzeugkonzepte
- DLR Technologiemarketing
- Rytle GmbH

Anwendungen

- Logistikbereich: Lieferdienste und Paketzusteller

Perspektiven

- Ganzheitliches Logistikkonzept, digital vernetzt, crowdworkingtauglich
- Emissionsfreier Verkehr in Innenstädten (Lärm, Schadstoffe)
- Zukunftsweisende nachhaltige und flexible Transportlösung für die „letzte Meile“

Daten und Fakten

- Mehrspuriges Lastenrad mit drei Rädern und Fahrerkabine
- Standardisierte Warencontainer und Wechselbox
- Brennstoffzellensystem mit Nenndauerleistung von 250 W
- Einsatztemperatur von -20 bis +50 °C
- Skalierbare Kapazität des Wasserstofftanks

9 INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE
12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION
13 CLIMATE ACTION

MovR mit FCREX – Lastenfahrrad mit Brennstoffzelle

Neues Logistik-Konzept für die „letzte Meile“

Elektrisch angetriebene Lastenräder sind eine zukunftssichere Lösung für den Transportsektor: Speziell auf der Strecke zwischen Verteilzentren und Kunden, der sogenannten „letzten Meile“, erreichen sie insgesamt höhere Durchschnittsgeschwindigkeiten als Pkw oder Transporter, sind flexibler und dabei lokal emissionsfrei und leise.

Um die Energie für diesen mobilen Einsatzzweck bereitzustellen, hat das DLR das Brennstoffzellenmodul FCREX (Fuel-Cell Range-Extender) entwickelt. Es lässt sich in wenigen Sekunden betanken, hat eine größere Reichweite und ungefähr die doppelte Lebensdauer im Vergleich zu batteriebetriebenen Systemen. Der Brennstoffzellen-Stack ist aus robusten metallischen Bipolarplatten aufgebaut. Zudem verfügt es über ein innovatives Kaltstartmodul, das mit Metallhydriden arbeitet und das System vorheizt – und das, ohne dem System Energie zu entnehmen und damit die Reichweite zu verkürzen. So kann das FCREX-Modul auch bei tiefen Temperaturen schnell und zuverlässig zum Einsatz kommen. Hügelige Regionen, hohe Lasten, zu kühlende Fracht und gegebenenfalls eine beheizte Fahrerkabine stellen für das DLR-Brennstoffzellenmodul zu jeder Jahreszeit kein Problem mehr dar. Durch die signifikant höhere Energiemenge wird schließlich die Zuladung und nicht mehr die Reichweite zum limitierenden Faktor, wodurch sinnvollere Logistikketten gefahren werden können.

Zu Einsatz kommen soll das Modul FCREX auf dem Lastenfahrrad MovR der Firma Rytle GmbH. Das dahinterstehende Logistikkonzept besteht aus vier Komponenten: dem alternativ angetriebenen Lastenfahrrad (MovR), einem genormten Transportbehälter (BOX), der Verteilerstation (HUB) und dem digitalen Bediensystem (APP). Durch diese intelligente Software sind alle Hardwarekomponenten innerhalb einer Cloud eng vernetzt und arbeiten so Hand in Hand.

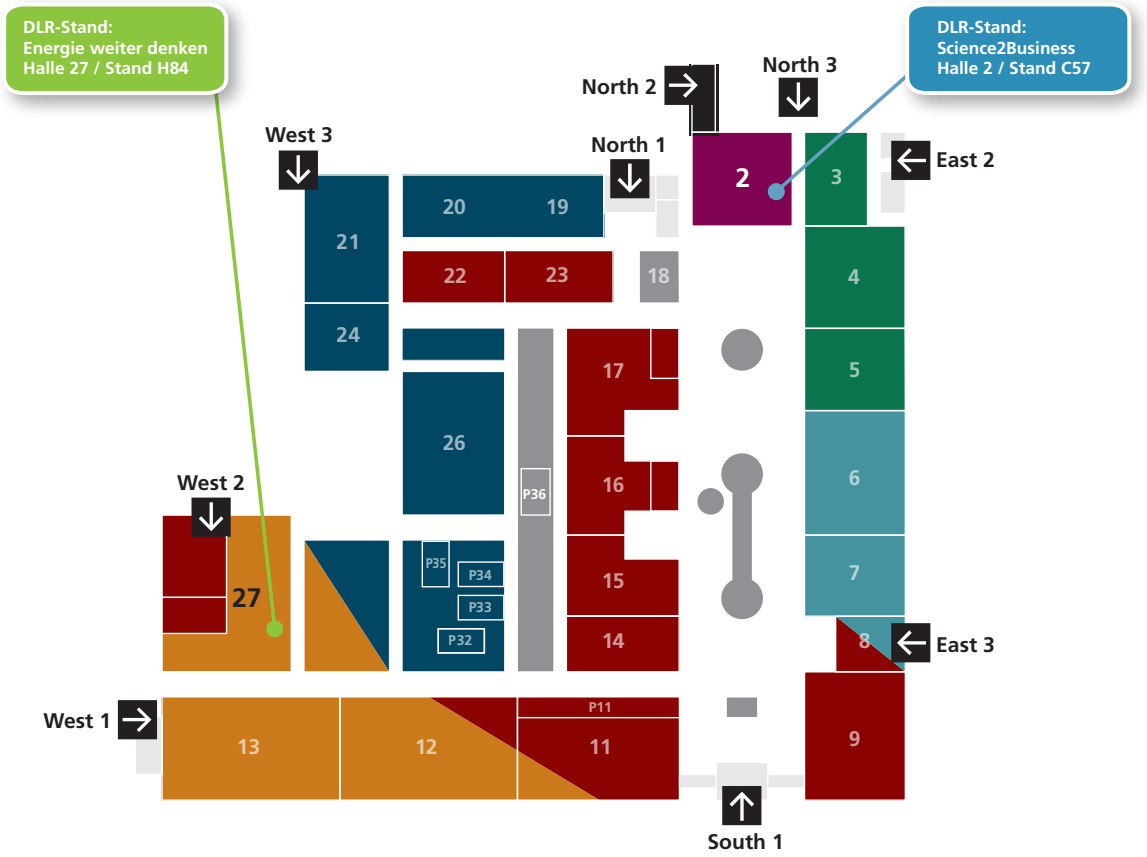
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
(German Aerospace Center, DLR)
Dr. Dorothee Rück · E-Mail: dorothee.rueck@dlr.de · DLR.de

DLR

DLR.de

Das DLR auf der Hannover Messe

Übersichtsplan



Besuchen Sie auch unseren Stand: „Science2Business“ in Halle 2 / C57

DLR

DLR.de

Impressum

Herausgeber:
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Anschrift: Linder Höhe, 51147 Köln

Redaktionsleitung:
Andreas Schütz (ViSdP), Leitung Media Relations, Pressesprecher

Redaktion:
Dorothee Bürkle
Michael Müller
Denise Nüssle
Karin Ranero

Übersetzung: EJR-Quartz, Leiden/NL

Gestaltung: CD Werbeagentur GmbH, Troisdorf

Idee Layout: Dr. Christian Karrasch

Druck: M & E Druckhaus, Belm

Drucklegung: Köln, April 2018

Abdruck (auch von Teilen) oder sonstige Verwendung nur nach vorheriger Absprache mit dem DLR gestattet.
Die in den Texten verwendeten weiblichen oder männlichen Bezeichnungen für Personengruppen gelten für alle Geschlechter.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

DLR
DLR.de