



Energie weiter denken
Wissen für Morgen
Knowledge for Tomorrow

Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zudem fungiert das DLR als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den 16 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 8.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington D.C.

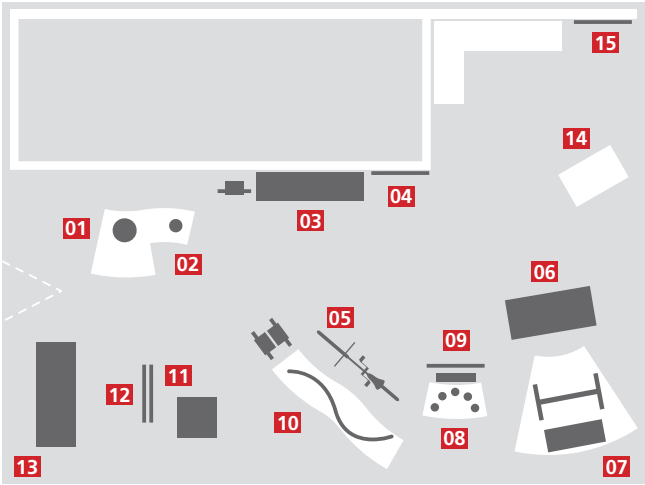
DLR at a glance

DLR is the national aeronautics and space research centre of the Federal Republic of Germany. Its extensive research and development work in aeronautics, space, energy, transport and security is integrated into national and international cooperative ventures. In addition to its own research, as Germany's space agency, DLR has been given responsibility by the Federal Government for the planning and implementation of the German space programme. DLR is also the umbrella organisation for the nation's largest project management agency.

DLR has approximately 8000 employees at 16 locations in Germany: Cologne (headquarters), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen, and Weilheim. DLR also has offices in Brussels, Paris, Tokyo and Washington D.C.



Wissen für Morgen
Knowledge for Tomorrow



DLR – Energie weiter denken

DLR – Taking energy further

- | | |
|---|---|
| 01 FLOX®-Brennkammer | <i>FLOX® burner 01</i> |
| 02 Hochleistungs-radialverdichter | <i>High-performance 02 radial compressor</i> |
| 03 Gläserne Brennkammer | <i>Looking inside a 03 combustion chamber</i> |
| 04 Energie-Systemanalyse | <i>Energy systems analysis 04</i> |
| 05 Brennstoffzellen-Lastenfahrrad | <i>Fuel cell 05 cargo bicycles</i> |
| 06 Brennstoffzelle und Elektrolyse | <i>Fuel cells and 06 electrolysis</i> |
| 07 HeliTEG | <i>HeliTEG 07</i> |
| 08 Thermische Speicher | <i>Thermal storage systems 08</i> |
| 09 Hochtemperatur-Wärmespeicher | <i>High-temperature 09 storage</i> |
| 10 Intelligente Rotorblätter | <i>Smart rotor blades 10</i> |
| 11 CentRec | <i>CentRec 11</i> |
| 12 Batterieforschung | <i>Battery research 12</i> |
| 13 LiBaT | <i>LiBaT 13</i> |
| 14 Starten Sie Ihre Mission beim DLR | <i>Start your mission 14 at DLR</i> |
| 15 DLR-Technologiemarketing | <i>DLR 15 Technology Marketing</i> |



Gasturbinen: von der Kinetik bis zum Turbinendesign

Stetige Forschung und Entwicklung haben Gasturbinen im Laufe von Jahrzehnten sehr effizient und zuverlässig gemacht. Gleichwohl steigen die Ansprüche hinsichtlich Effizienz und Schadstoffemissionen weiter und durch die Energiewende wird insbesondere eine höhere Flexibilität gefordert. Strömung, Verbrennung, Bauweise und Material von Gasturbinen lassen sich weiter optimieren, wenn man die Elementarprozesse in den Bauteilen eines Gaskraftwerks genau kennt und versteht.

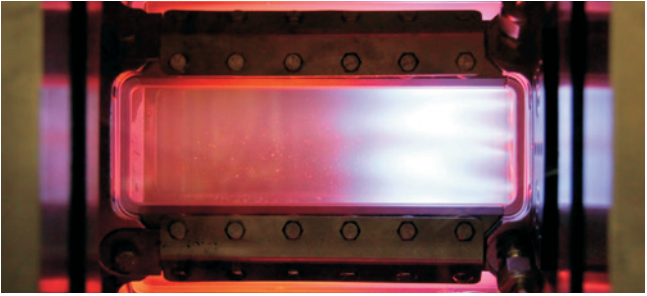
DLR-Forscher haben einerseits ein umfangreiches Wissen, ausgeklügelte Messtechnik und maßgeschneiderte Simulationstools entwickelt, um Verdichter und Brennkammern für Kraftwerks- und Flugzeugturbinen zu optimieren. Andererseits betreibt das DLR in enger Kooperation mit der Industrie mehrere Prüfstände, in denen Brennkammersysteme von Gasturbinenherstellern getestet und vermessen werden können. Die Erfahrungen aus den Tests fließen in die Optimierung der Komponenten ein und deren Fortentwicklung kann in den Prüfständen validiert werden.

Gas turbines – from kinetics to turbine design

Over the decades, research and development have made gas turbines very efficient and reliable. Nevertheless, the requirements in terms of efficiency and pollutant emissions have continued to rise, and new ones have arisen as a result of the Energy Transition, particularly in terms of flexibility. The gas flow, combustion processes, construction and materials for gas turbines are being continuously optimised as the fundamental processes in the components of a gas power plant are better understood.

DLR researchers have developed detailed knowledge, sophisticated measurement techniques and custom-made simulation tools for optimising compressors and combustion chambers for power generators and aircraft turbines. DLR also operates several test rigs in close cooperation with industry, where industrial combustion chambers can be tested and measured by gas turbine manufacturers. The results of the tests are used to optimise the components, and subsequent developments can be validated in the test stands.





FLOX®-Brennkammer

Moderne Brennkammern für Gasturbinen müssen viele Voraussetzungen erfüllen. Zum einen wird eine schadstoffarme Verbrennung gefordert, und das nicht nur im idealen Volllast-Betrieb, sondern auch unter Teillast. Zum anderen kommen zunehmend unterschiedliche Brennstoffe zum Einsatz, von Erdgas über Biogas bis hin zu wasserstoffhaltigen Brennstoffen. Zusätzlich muss unter allen Bedingungen eine stabile Verbrennung gewährleistet sein. All diese Voraussetzungen erfüllt der FLOX®-Brenner (FLameless OXidation). Diese generische, optisch sehr gut zugängliche FLOX®-Brennkammer wurde am Hochdruckbrennkammer-Prüfstand beim DLR-Institut für Verbrennungstechnik in Stuttgart entwickelt und getestet. Das FLOX®-Verbrennungskonzept stellt eine erfolgversprechende Alternative zu den gebräuchlichen Gasturbinenbrennern dar. Bei FLOX®-Brennern werden Brennstoff, Luft und Abgas vor dem Einsetzen von Verbrennungsreaktionen so intensiv gemischt, dass in der Flamme lokale Temperaturspitzen und eine starke Stickoxidbildung vermieden werden.

FLOX® burner

Modern gas turbine combustors have to meet several requirements. On the one hand, the process of combustion must be low in pollutants over the whole range of operation; on the other hand, gas turbines must be able to handle alternative fuels like biogas and hydrogen containing gases as well as natural gas. Additionally, a stable combustion process must be provided under all conditions. All these requirements are fulfilled by the FLOX® burner (FLameless OXidation). This generic combustor with excellent optical access was tested on the high-pressure test rig in Stuttgart at the DLR Institute of Combustion Technology. FLOX® presents a promising alternative to widely used swirl burners. In FLOX® burners, fuel, air and burned gases are comprehensively mixed in the combustion chamber prior to the onset of combustion. This leads to a homogenous temperature distribution in the combustion chamber with reduced peak temperatures and thus to a significant reduction in the formation of nitrogen oxides.

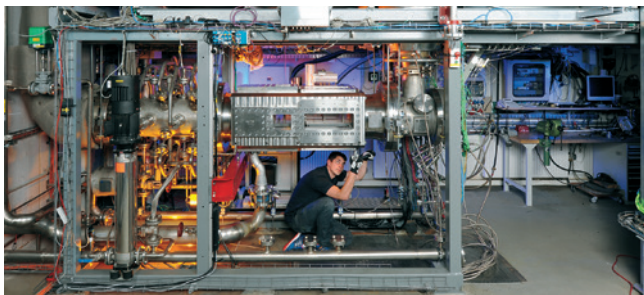


Hochleistungsradialverdichter

Radialverdichter sind weitverbreitete Turbomaschinen. Sie werden vor allem in Gasturbinen eingesetzt – als Triebwerke für kleine Passagierflugzeuge oder bei der Stromerzeugung wiederum in kleinen und mittleren dezentralen Kraftwerken. Neue Technologien und Entwurfsideen beim Radialverdichter können daher einen entscheidenden Beitrag zu mehr Energieeffizienz in der Industrie und beim Transport leisten. Das DLR-Institut für Antriebstechnik hat mit modernsten Simulations- und Optimierungsverfahren ein neues Laufrad entworfen, bei dem gleichzeitig neue Möglichkeiten der CNC-Fertigung (computer numerical control) eingerechnet wurden. Das Ergebnis sind Schaufelformen, wie sie bisher nicht in Betracht gezogen wurden. Der neu entwickelte Radialverdichter wurde auf dem Prüfstand bereits getestet und hat dort seine erste Bewährungsprobe bestanden, dabei konnten die Forscher eine Wirkungsgradsteigerung von 1,5 Prozent-Punkten messen.

High-performance radial compressor

Radial compressors are widely used turbomachinery. They are mainly used in gas turbines, in engines of small passenger aircraft or in power generation for small and medium-sized, decentralised power plants. Design ideas for radial compressors can make a significant contribution to improving energy efficiency in industry and transport. Applying state-of-the-art simulation and optimisation methodologies, the DLR Institute of Propulsion Technology has developed a new type of impeller. From its outset, the project focused on the innovative opportunities found within CNC (computer numerical control) manufacturing. This approach has yielded entirely new and, as yet, unconsidered blade forms. The newly developed radial compressor has already been put through its paces on the test rig, where researchers measured an increase in efficiency of 1.5 percent.



Gläserne Brennkammer

Was geschieht in einer großen Gasturbine oder in einem Flugzeugtriebwerk? In ihren Prüfständen können Forscher des DLR-Instituts für Verbrennungstechnik in die Brennkammer einer solchen Maschine hineinblicken und die Flamme in ihrem Inneren analysieren. Die Ergebnisse sind wichtige Grundlagen für Innovationen bei Gasturbinen. Untersucht wird unter anderem, wie sich die Flamme in dem Gemisch aus Luft und Treibstoff in der Brennkammer verhält. Ziel der Forschungsarbeiten ist eine schadstoffarme und effiziente Verbrennung. Mit den Tests werden auch Bio- oder Designertreibstoffe analysiert und für den Einsatz in der Luftfahrt vorbereitet. Das Exponat erlaubt einen Blick in die Brennkammer und zeigt, was die DLR-Forscher mit Hilfe von optischer Messtechnik und Computersimulationen lernen können.

Looking inside a combustion chamber

What happens inside large gas turbines or aircraft engines? On their test rigs, researchers from the DLR Institute of Combustion Technology can look into the 'burning hearts' of these machines and analyse the processes that occur there. The results are an important foundation for innovation in gas turbines. Among other things, the analyses focus on how flames behave with varying mixtures of air and fuel inside the combustion chamber. This research is targeted at producing efficient combustion with low pollutant emissions. The tests also analyse bio-fuels and 'designer' fuels, preparing them for use in aviation. This exhibit allows visitors a view inside the combustion chamber and shows what DLR researchers can learn with the help of optical measurement techniques and computer simulations.



Energie-Systemanalyse: von der Erdbeobachtung bis zur Kraftwerksplanung

Auch in der Energiesystemanalyse deckt das DLR den Bogen von den Grundlagen bis zur Anwendung ab. Grundlagennahe Arbeiten sind beispielsweise die Verbesserung der Erhebung und Auswertung von Erdbeobachtungsdaten oder die Entwicklung von Methoden zur Simulation des Zusammenspiels von fluktuierenden erneuerbaren Energiequellen. Mit Hilfe dieser beiden Kenntnisse können anwendungsnahe Fragen kompetent beantwortet werden: So bestimmen Wissenschaftler mit Satellitendaten und Wettersonden zum Beispiel die besten Standorte für Wind- und Solarkraftwerke. Auch werden die Potenziale von erneuerbaren Energiequellen mittels Erdbeobachtungsdaten ermittelt. Im DLR entwickelte Computermodelle zur Simulation von Energieversorgungssystemen ermöglichen Aussagen zum optimalen Erzeugungsmix aus erneuerbaren und konventionellen Energien und dem Einsatz von Speichern, Lastmanagement und Stromnetzen. Hierbei werden die Sektoren Strom, Wärme und Verkehr im Verbund analysiert. Szenarien zeigen, wie sich das Energiesystem in Deutschland oder weltweit entwickeln kann und welche Handlungsmöglichkeiten es für Wirtschaft, Politik und Technologieentwicklung gibt.

Energy systems analysis – from Earth observation to power plant design

DLR covers the full spectrum from basic principles to application in energy systems analysis. Fundamental work includes improvements in the collection and assessment of Earth observation data as well as the development of methods for simulating the interaction of fluctuating renewable energy sources. Using these two areas of knowledge, application-oriented questions can be answered competently. For example, using satellite data and weather sensors, scientists can determine the best locations for wind and solar power generators. DLR-developed computer models to simulate energy supply systems enable predictions to be made about the optimum mix of renewable and conventional energy sources and the use of storage systems, load management and power grids. The interplay of the areas of power, heat and transport is also being analysed. Scenarios show how the energy system in Germany and across the world could develop and what opportunities for action there are for commerce, politics and technology development.





Energie-Systemanalyse

Entscheidungen in der Energiewirtschaft, Energiepolitik und Energieforschung haben weitreichende und lang wirkende Folgen. Für eine erfolgreiche Transformation des Energiesystems sind vorausschauende Analysen über die Auswirkungen heutigen Handelns auf Umwelt und Gesellschaft nötig. Die systemanalytischen Arbeiten im DLR kombinieren energiewirtschaftliche Top-down-Analysen des gesamten Energiesystems auf regionaler, nationaler und europäischer Ebene mit ökonomischen und technologieorientierten Bottom-up-Studien. Die angewandten Methoden reichen von der Bestimmung der Potenziale erneuerbarer Energien durch Erdbeobachtung (unter Nutzung von Synergien mit dem Forschungsschwerpunkt Raumfahrt im DLR) über die Modellierung der Integration erneuerbarer Energien in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung bis hin zu Szenariostudien und Analysen, wie der Strommarkt der Zukunft funktionieren kann. In Zusammenarbeit mit Verkehrsforschern des DLR erarbeiten die Systemanalytiker auch Analysen zur Einführung und zu den Auswirkungen der E-Mobilität auf den Verkehrssektor.

Energy systems analysis

Decisions made within the energy sector, research and policies have far-reaching and long-lasting consequences. To successfully transform the energy system, decision-makers need predictive analyses to determine the effects of today's actions on the environment and society. DLR systems analysis combines top-down analyses of the entire energy system on a regional, national and European level with economic and technological energy bottom-up studies. The methods range from using Earth observation (including synergetic exploitation of the DLR aerospace research focus) to determine the potential of renewable energies, the creation of models to describe the integration of renewable energies in high spatial and temporal resolution, through to scenario studies and analyses of how the electricity market of the future may function. The systems analysts cooperate with DLR transport researchers to produce studies on the introduction of e-mobility and on its consequences for the transport sector.



Brennstoffzellen: von der Elektrodenbeschichtung bis zum System

Die Leistungsfähigkeit und Langlebigkeit von Brennstoffzellen wird sehr stark durch die mikroskopische Struktur an der Grenzfläche zwischen Elektroden und Elektrolyt bestimmt. Für die Optimierung dieser Grenzfläche entwickelt das DLR neue Konzepte und kostengünstige Beschichtungsverfahren sowohl für Niedertemperatur-Brennstoffzellen (PEM) wie auch für die Hochtemperatur-Brennstoffzellen (SOFC). Besonders wichtig dabei sind Untersuchungen im Inneren von Zellen mit innovativer Diagnostik wie orts aufgelösten Methoden und Computermodelle vom Katalysatormaterial über die Elektrode und die Zelle bis hin zu ganzen Stacks. Diese Erkenntnisse fließen dann auch in den Entwurf und die Regelung von gesamten Anlagen ein, um die Effizienz und Langlebigkeit in der Anwendung zu erreichen und Systeme mit kostengünstigen Technologien zu entwickeln. Das DLR forscht zum Beispiel an einem Hybridkraftwerk für die stationäre Energieversorgung, welches durch die Kombination von SOFC mit Mikrogasturbinen gute Wirkungsgrade schon bei kleinen, dezentralen Anlagen erzielt.

Fuel cells – from electrode coating to the system

The efficiency and lifetime of fuel cells is very much determined by the microscopic structure at the interface between electrodes and the electrolyte. To optimise these surface boundaries, DLR is developing new concepts and cost-effective coating processes, both for low-temperature fuel cells (PEMs) and high-temperature fuel cells (SOFCs). Of particular importance are investigations into the interior of cells using innovative diagnostics, such as spatially-resolved methods and computer models – from catalyst materials, electrodes and cells to entire stacks. This knowledge is then used in designing and controlling entire systems to achieve efficiency and durability in application, and to develop systems using cost-effective technologies. For example, DLR is investigating a hybrid power generator for stationary energy supply using the combination of SOFC with micro gas turbines to achieve high levels of efficiency in even small, decentralised units.

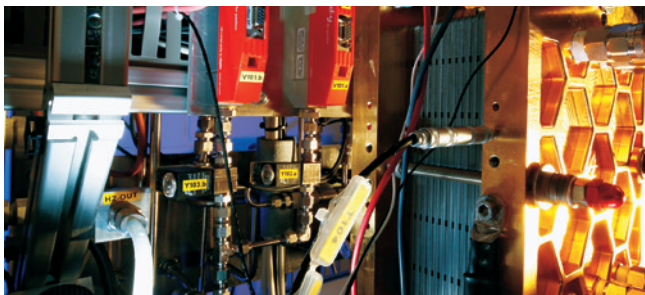


Brennstoffzellen-Lastenfahrrad

Lastenräder sind eine innovative und umweltfreundliche Fahrzeugkategorie, die in urbanen Regionen immer öfter zum Einsatz kommt. Das DLR-Institut für Fahrzeugkonzepte hat vorwiegend für städtische Kurierunternehmen und Handwerker ein Lastenfahrrad mit Brennstoffzellenantrieb entwickelt. Der Antrieb mit Brennstoffzelle und Wasserstoff bietet zahlreiche Vorteile: Zum einen ist die Reichweite wesentlich höher als bei batteriebetriebenen Lastenrädern. So beträgt die Energiedichte von Wasserstoff 33,3 Kilowattstunden pro Kilogramm – im Vergleich dazu erreichen moderne Li-Ionen-Akkus nur 0,15 Kilowattstunden pro Kilogramm. Beladen und bei schwieriger Topologie haben die Räder eine durchschnittliche Reichweite von circa 200 Kilometern. Zum anderen lässt sich das Fahrrad durch das Austauschen der Wasserstoff-Kartusche sehr schnell und einfach betanken. Der Antrieb der Brennstoffzellen-Lastenräder im Straßenverkehr ist emissionsfrei: Während des Betriebs der Brennstoffzelle wird lediglich Wasser als Umsetzungsprodukt freigesetzt.

Fuel cell cargo bicycles

Cargo bicycles are an innovative and green vehicle category that is becoming increasingly popular in urban areas. The DLR Institute of Vehicle Concepts has developed a cargo bicycle with a fuel cell drive system, primarily for use by city-based courier and delivery companies. A propulsion system using a fuel cell and hydrogen offers numerous advantages – firstly, the bicycles possess a far larger range than battery-powered cargo bicycles as the energy density of hydrogen is 33.3 kWh/kg – in comparison, modern Li-ion batteries achieve a paltry 0.15 kWh/kg. Loaded, and on difficult terrain, the bicycles have an average range of approximately 200 kilometres. Secondly, the bicycles are far quicker and easier to ‘charge’, as the process merely involves replacing the hydrogen cartridge. The fuel cell cargo bicycles do not produce any emissions in road traffic – the only conversion product released during operation is water.



Brennstoffzelle und Elektrolyse

Brennstoffzellen erzeugen elektrischen Strom ohne mechanische Teile, ohne Lärm – und ganz ohne Abgase. Das DLR forscht an Festoxidbrennstoffzellen (Solid Oxide Fuel Cell, SOFC), auch oxidkeramische Hochtemperatur-Brennstoffzellen genannt, die bei einer Betriebstemperatur von 650 bis 1.000 Grad Celsius arbeiten. In einem Forschungsprojekt verbindet das DLR derzeit die SOFC-Brennstoffzelle in einem Hybridkraftwerk mit einer Gasturbine. Dabei sind Wirkungsgrade von bis zu 70 Prozent denkbar. Die Energiewandlung in der Brennstoffzelle von Wasserstoff in elektrische Energie ist mit einer Solid Oxide Electrolyser Cell (SOEC) auch in umgekehrter Richtung möglich, dadurch kann überschüssiger Windstrom in Wasserstoff umgewandelt und gespeichert werden. Das Exponat zeigt ein Modell eines realen SOFC-Stacks sowie eine interaktive Präsentation der Projekte des DLR im Bereich der Hochtemperatur-Brennstoffzellenforschung. Besucher können sich die Einsatzmöglichkeiten von SOFC und SOEC sowie nähere Informationen über einzelne Komponenten anzeigen lassen.

Fuel cells and electrolysis

Fuel cells do not require mechanical parts or generate noise and exhaust fumes in the production of electrical power. DLR is conducting research into solid oxide fuel cells (SOFC), which operate at temperatures of 650 to 1000 degrees Celsius. A DLR research project involves combining a SOFC fuel cell with a gas turbine in a hybrid power station, which could reach an efficiency of up to 70 percent. The solid oxide electrolyser cell (SOEC) has the capacity to reverse the process. DLR researchers are attempting to refine the method, allowing the conversion of excess wind power into hydrogen. This exhibit shows a model of a real SOFC stack alongside an interactive presentation of DLR projects in the field of high-temperature fuel cell research. Visitors can see the areas in which SOFC and SOEC can be used, and obtain more detailed information on the individual components.



TEG: von Skutteruditen bis zur Abwärmee-nutzung

Die Materialforschung hat im DLR querschnittlichen Charakter und findet in vielen Feldern Anwendung. Ein thematischer Fokus liegt auf der Weiterentwicklung Thermoelektrischer Generatoren (TEG), mit deren Hilfe bislang ungenutzte Abwärmeströme zur Stromerzeugung genutzt werden können. Das Anwendungspotenzial ist riesig; es reicht von der Abwärme von Verbrennungsmotoren in Fahrzeugen bis zu Großanlagen in der produzierenden Industrie.

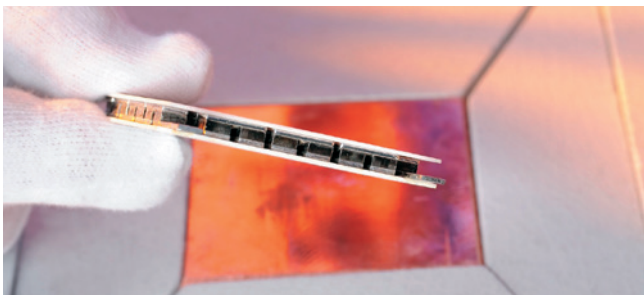
Mit Hilfe von grundlagennahen Forschungsarbeiten tragen DLR-Forscherinnen und -Forscher zur Entwicklung neuartiger TEG bei. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass sie bei Temperaturen bis zu 400 Grad Celsius eingesetzt werden können. In Kooperation mit Forschungs- und Industriepartnern ist es gelungen, die Verarbeitung dieser neuen Materialien zu optimieren und Basistechniken für eine preiswerte und zeitsparende Serienproduktion mit hohem Durchsatz und hoher Materialqualität zu entwickeln. Das DLR erfüllt hier in besonderer Weise seine Rolle als Brückenbauer zwischen Forschung und Anwendung.

TEG: from skutterudites to the exploitation of waste heat

DLR is also conducting cross-functional research into materials that can be applied to various fields. One focal area is the ongoing development of thermoelectric generators (TEGs) that can be used to generate power from previously unexploited waste heat. The application potential is huge, ranging from waste heat of combustion engines in vehicles to large-scale facilities in the manufacturing industry.

DLR researchers are conducting basic research work to contribute to the development of new TEGs. These are characterised by the fact that they can be used at temperatures of up to 400 degrees Celsius. In cooperation with academic and industrial partners, the researchers have managed to optimise the processing of these new materials and develop basic techniques for cost-effective, time-saving production with a high throughput and high material quality. Here, DLR is helping to bridge the gap between research and application.





HeliTEG – mit Handwärme fliegen

Wärmeströme in Flugzeugturbinen, Verbrennungsmotoren und bei industriellen Prozessen gehen oft als ungenutzte Abwärme verloren. Thermoelektrische Generatoren (TEG) nutzen solche Wärmeströme und wandeln diese anteilig in elektrische Energie um. Damit werden Prozesse, die Wärme als Nebenprodukt erzeugen, energiesparender und schonen die Umwelt. Thermoelektrische Generatoren haben ihre Langlebigkeit bereits bei zahlreichen Raumfahrtmissionen wie etwa bei Voyager oder aktuell dem Marsrover Curiosity unter Beweis gestellt. Das Exponat HeliTEG nutzt die von zwei solchen Generatoren erzeugte elektrische Energie zur Steuerung eines Modellhelikopters. Die Handwärme der Besucher reicht hierbei als Energiequelle für die Höhenkontrolle des Helis aus. Im direkten Vergleich können zwei Personen die von ihren Händen bereitgestellte Energie aneinander messen und so Thermoelektrik hautnah erleben.

HeliTEG – flying with body heat

Heat flows in aircraft turbines, internal combustion engines and industrial processes are often lost as unused waste heat. Thermoelectric generators (TEG) use such heat flows and partly convert them into electrical energy. Thus, in processes that generate heat as a by-product, TEGs can save energy, making these processes more environment friendly. TEGs have proven their durability on numerous space missions such as Voyager, and on the Mars rover Curiosity. The exhibit HeliTEG uses the electrical energy produced by two such generators to control a model helicopter. The hand warmth of visitors acts as an energy source for the altitude control of the helicopter. Two people can measure the energy provided by their hands and compare them – and thus experience thermoelectrics up close.





Wärmespeicher: von der Chemie bis zur Prozesswärme

Hochtemperatur-Wärmespeicher können als Querschnittstechnologie wichtige Beiträge im Energiesystem der Zukunft leisten: Abwärme aus industriellen Prozessen kann gesammelt und wieder integriert, in Kälte beziehungsweise Strom umgewandelt oder auf ein wieder nutzbares Temperaturniveau transformiert werden. In konventionellen Kraftwerken können Wärmespeicher für mehr Flexibilität sorgen. Adiabatische Druckluftspeicherkraftwerke erzielen durch die Integration eines Hochtemperatur-Wärmespeichers deutlich höhere Wirkungsgrade.

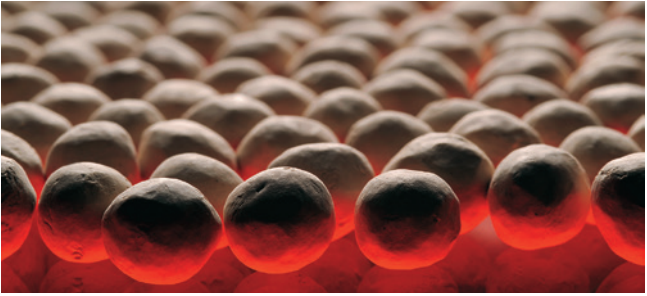
Solarthermische Kraftwerke mit thermischem Energiespeicher können regelbaren Strom liefern. Und auch im Elektro-Fahrzeug der Zukunft werden Wärmespeicher für die Klimatisierung und im Thermomanagement eine Rolle spielen. Gemeinsam mit der Industrie entwickelt das DLR maßgeschneiderte, innovative Speicherkonzepte für diese Anwendungen von den Grundlagen bis zur Marktreife. Unter anderem entwickeln DLR-Forscher innovative Speicherkonzepte für industrielle Prozesswärme, Kraft-Wärme-Kopplung und konventionelle Kraftwerke, um zum Beispiel die Netzstabilität und Prozessflexibilität zu erhöhen.

Heat storage systems – from chemistry to process heat

As a crossover technology, high-temperature heat storage devices could make a significant contribution to the energy systems of the future. Waste heat from industrial processes can be collected and reintegrated, be used for cooling or converted into power, or transformed to a reusable temperature. Heat storage systems offer greater flexibility in conventional power generators. Adiabatic compressed air storage power generators achieve significantly higher levels of efficiency by integrating a high-temperature heat storage system.

Solar power generators with thermal energy storage systems can supply variable power. In collaboration with industry, DLR is developing custom, innovative storage concepts for these applications, from basic principles to market maturity. DLR researchers are also developing innovative storage concepts for industrial process heat, combined heat and power systems and conventional power generators, to increase network stability and process flexibility.



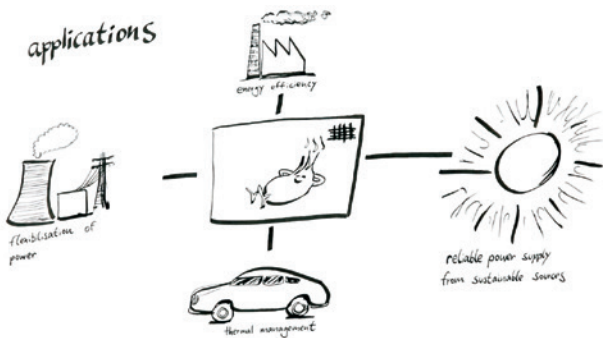


Thermische Speicher für Kraftwerke und Industrie

Mehr Flexibilität und hohe Effizienz – das sind Anforderungen, die auf das Energiesystem durch die zunehmende Nutzung erneuerbarer Energien zukommen. Energiespeicher gelten hier als eine Schlüsselkomponente für eine nachhaltige und bedarfsgerechte Energieversorgung. Doch den einen Energiespeicher für alles gibt es nicht. Je nach Anwendung ist es sinnvoll, Energie sehr unterschiedlich zu speichern. Das DLR zeigt sein breites Spektrum thermischer Speicher, die am Institut für Technische Thermodynamik entwickelt werden. Die Forschungsaktivitäten reichen dabei von fühlbarer Wärmespeicherung in Feststoffen oder Flüssigkeiten über latente Wärmespeicher bis hin zu thermochemischen Systemen. Das interaktive Exponat beschreibt die unterschiedlichen Speichervarianten und ihre jeweiligen Einsatzmöglichkeiten – etwa in Solarkraftwerken, Druckluftspeicher-Kraftwerken oder als thermochemische Speicher zur Effizienzsteigerung in der Prozessindustrie.

Thermal storage systems for power plants and industry

Greater flexibility – this accurately describes the requirements now placed on energy systems due to the increasingly widespread use of renewable energies. Here, energy storage systems capable of responding to different needs are considered a key component in sustainable energy supply. But there is no such thing as a 'one size fits all' storage system. Energy needs to be stored in a variety of different ways, depending on the application in question. DLR shows its broad spectrum of thermal storage facilities that energy researchers have developed. Their work extends from sensible heat storage in solid substances or liquids and latent heat storage, through to thermochemical systems. This interactive exhibit describes the different options for storage and their respective areas of use, for instance in solar power plants, compressed air power stations or thermochemical storage facilities designed to increase efficiency in the process industry.



Hochtemperatur-Wärmespeicher

Solkraftwerke können, wenn sie über einen Speicher verfügen, auch abends und nachts Strom ins Netz einspeisen, fossile Kraftwerke werden flexibler, Druckluftspeicher erzielen höhere Wirkungsgrade. Auch für Effizienzsteigerungen bei Industrieprozessen werden thermische Speicher immer wichtiger. DLR-Forscher entwickeln für verschiedene Einsatzmöglichkeiten die richtigen Hochtemperatur-Speicher. Der Kurzfilm stellt drei prinzipiell unterschiedliche Speicherarten vor, an denen das DLR forscht: sensible, latente und thermochemische Speicher. Sensible Speicher nutzen Materialien, deren Temperatur bei der Aufnahme von Energie steigt, wie etwa Beton, Keramik oder Flüssigsalz. Latente Speicher nehmen bei gleichbleibender Temperatur Energie auf, indem sie die Phase zum Beispiel von fest nach flüssig wechseln. Thermochemische Speicher nehmen die Energie durch eine chemische Reaktion auf und geben diese in der Umkehrreaktion wieder frei, dazu zählen etwa gelöschter Kalk, Kalziumchlorid oder Metallhydride. Sie können die Energie über längere Zeit verlustfrei speichern und eignen sich als saisonale Speicher.

High-temperature storage

When equipped with storage facilities, solar power plants can feed electricity into the grid in the evening and at night, while fossil fuel power plants acquire greater flexibility and compressed air storage systems record higher efficiency levels. DLR researchers are developing precisely the right storage systems for various uses. This short film presents three different types of storage systems currently being researched at DLR: sensible, latent and thermochemical. Sensible heat storage uses materials whose temperature rises when they absorb energy – such as concrete, ceramics or liquid salt. Latent heat storage absorbs energy at a constant temperature by transitioning state. Thermochemical storage exploits chemical reactions to absorb energy, which they then release during the reverse reaction. Although little research has been conducted into thermochemical storage systems so far, their practically lossless storage of energy over longer periods ensures their suitability as seasonal storage facilities.





Wind: von der Strömungsmodellierung bis zur Rotorregelung

DLR-Forscherinnen und -Forscher verstehen die Windströmung, die auf eine Windenergieanlage trifft, mit aufwändigen Analysemethoden und bilden sie mit Computermodellen nach. Auch im kleinskaligen Bereich, ganz nahe an einem Blatt, helfen Computersimulationen dabei, Strömungseinflüsse und Lasten sowie die Strukturmechanik von Rotorblättern zu verstehen. Intelligente Regelungsmechanismen, die über Echtzeitmodellierungen in Windenergieanlagen eingesetzt werden können, um Lasten zu mindern und Erträge zu steigern, stehen dabei auch im Fokus der DLR-Forschung. Entstehender Schall oder Materialermüdung können durch innovative Strukturen an Rotorblättern gemindert werden. In dem Verbundprojekt Smart Blades, welches in enger Zusammenarbeit mit dem Universitätenverbund ForWind und dem Fraunhofer IWES durchgeführt wird, werden zum Beispiel aktive Klappen oder Mechanismen der passiven Verwindung erforscht.

Wind – from flow modelling to rotor control

DLR researchers understand the wind flow that a wind turbine encounters and use elaborate analysis methods to simulate it with computer models. Even on a small scale – right down to a single blade – computer simulations help to understand flow influence and loads and the structural dynamics of rotor blades. Intelligent control mechanisms that can be used to reduce loads and increase yields in wind turbines via real-time modelling are also part of the focus of DLR research. The resulting noise or material fatigue can be reduced by means of innovative structures on rotor blades. In the 'Smart Blades' joint project, which is being carried out in close collaboration with the ForWind university network and the Fraunhofer IWES, things such as active flaps or mechanisms for passive distortion are being investigated.





Intelligente Rotorblätter und neue Bauweisen

Die bis zu 80 Meter langen Rotorblätter von modernen Windkraftanlagen überstreichen bei jeder Umdrehung eine Fläche, die mehreren Fußballfeldern entspricht. Bei böigem Wind treten schon innerhalb dieser Fläche sehr unterschiedliche Windgeschwindigkeiten auf. Durch bewegliche Hinterkanten – ähnlich Querrudern an den Tragflächen eines Flugzeugs – sollen sich Rotorblätter in Zukunft besser und schneller an die lokalen Windströmungen anpassen. Rotorblätter können zudem durch neue Konstruktionsprinzipien bei gleicher Stabilität erheblich leichter werden. Durch integrierte Funktionselemente können Rotorblätter mit strukturintegrierten Messsensoren ausgestattet werden. Das DLR zeigt am Ausschnitt eines Windrad-Rotorblattes im Maßstab 1:2, wie Rotorblätter intelligent werden.

Smart rotor blades and novel design methods

With each rotation, the nearly 80-metre-long rotor blades of modern wind turbines sweep an area equivalent to that of several football fields. In gusty winds, this area will be affected by very different wind speeds. Using moveable trailing edges – similar to the ailerons on the wings of an aircraft – in future, rotor blades will be able to adapt to the local wind conditions better and faster. Through the use of stiffening elements, rotor blades can also be made significantly lighter without compromising stability. By means of integrated functional elements, rotor blades can be equipped, for example, with a local power supply for measurement probes. DLR is displaying a section of a wind turbine rotor blade at a scale of 1:2 – a glimpse of what smart blades will look like.



Solarenergie: von der Keramik bis zum Turmkraftwerk

In solarthermischen Kraftwerken sorgen hohe Temperaturen bei der Wandlung von Solarenergie in Strom für hohe Wirkungsgrade und damit für eine Reduzierung der Stromgestehungskosten. Die höchsten Temperaturen können in hochkonzentrierenden, solaren Turmkraftwerken erzielt werden. Dabei reflektieren Spiegel das direkte Sonnenlicht zu einem Receiver auf der Turmspitze.

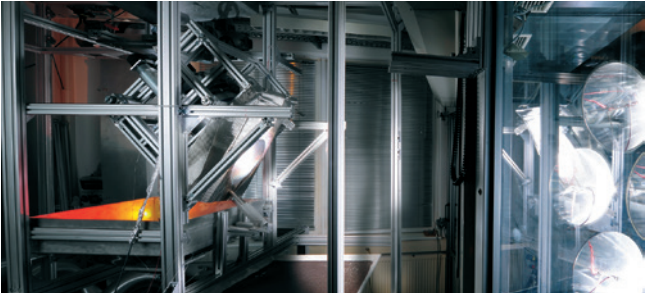
DLR-Forscherinnen und -Forscher entwickeln diese Technologie stetig weiter. Sie arbeiten an Materialien für die Strahlungsempfänger, sogenannte Receiver, die sich für Betriebstemperaturen oberhalb von 700 Grad Celsius eignen. Zur Vorbereitung einer späteren Anwendung in der Industrie skalieren die Forscher Receiver auf den Industriemaßstab hoch und führen Tests im Gesamtsystem eines Turmkraftwerks durch. Weitere Forschungsfelder sind die Untersuchung und Optimierung der Betriebsprozesse und Fertigungsverfahren unterschiedlicher Solarreceiver.

Solar energy – from ceramics to tower power plant

By converting solar energy into power at a high temperature level, solar thermal power plants reach excellent efficiencies and thus reduce costs of energy. Solar tower power plants with mirrors reflecting the direct sunlight onto a receiver at the top of the tower can be used at the highest temperatures.

DLR researchers are constantly developing this technology. They are working on materials for the receivers that can be used at operating temperatures in excess of 700 degrees Celsius. In preparation for later use in industry, the researchers are scaling receivers up to industrial scales and running tests on the entire system of a tower power plant. Additional research areas are the investigation and optimisation of operation and production processes for different solar receivers.





CentRec: Receiver und Speicher in einem

Der Partikelreceiver CentRec ist ein System für Turmkraftwerke, das Receiver und Wärmespeicher verbindet. Es wird im DLR-Institut für Solarforschung entwickelt. Dieses System eignet sich zur Produktion von Strom und industrieller Prozesswärme in sonnenreichen Ländern. Bei einem Turmkraftwerk reflektieren Spiegel das direkte Sonnenlicht zu einem Receiver auf der Turmspitze. Bei dem neuartigen Konzept werden Keramikpartikel direkt in einem rotierenden Receiver bestrahlt, absorbieren die Sonnenstrahlen und wandeln sie in Wärme um. Die heißen Partikel purzeln dann nach und nach aus dem schräg nach unten geneigten waschtrommelartigen Receiver. Je nach Bedarf können die Partikel bis auf 1.000 Grad Celsius aufgeheizt werden. Die Keramikpartikel dienen auch als Speichermaterial. Durch den integrierten Speicher, der schwankende Solareinstrahlung ausgleicht und auch nachts Energie bereitstellen kann, werden je nach Einstrahlungsintensität am Standort 5.000 bis 7.000 Volllaststunden erreicht.

CentRec – an all-in-one receiver and storage unit

The CentRec particle receiver is a system used in solar tower power plants that operates as a combined receiver and thermal storage system. It is being developed at the DLR Institute of Solar Research. The system is suitable for the production of electricity and for industrial process heating in sunny countries. In a solar tower power plant, mirrors reflect direct sunlight onto a receiver at the top of a tower. In this new concept, ceramic particles are irradiated directly in a rotating receiver, absorbing the solar energy and converting it into heat. The heated particles then gradually fall out of the receiver. The particles can be heated up to 1000 degrees Celsius, depending on the requirements. The heated particles are equally suitable for use as a storage medium. The combined storage system, which compensates for fluctuations in sunlight and is able to provide energy at night, can achieve between 5000 and 7000 full load hours depending on the solar resources at the location in question.



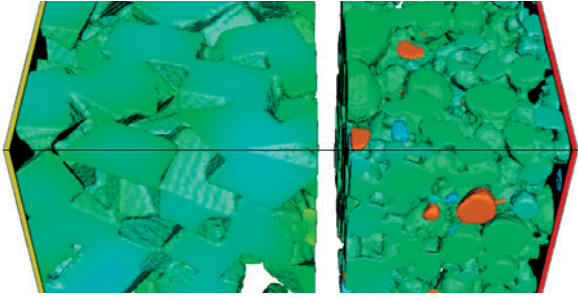
Batterien: vom Molekül bis zum Batteriesystem

Das DLR forscht nicht nur an der Weiterentwicklung der Lithium-Ionen-Technik, sondern auch an Batterien der nächsten und übernächsten Generation wie Lithium-Luft- und Lithium-Schwefel-Batterien. Für verbesserte Wirkungsgrade, höhere Lebensdauern und geringere Kosten werden die komplexen elektrochemischen Vorgänge auf molekularer Ebene detailliert mit Computermodellen simuliert. In experimentellen Untersuchungen können diese zu Grunde liegenden physikalischen, chemischen und strömungsmechanischen Vorgänge nachvollzogen werden. Dabei untersuchen die Wissenschaftler die Schädigungsmechanismen in Batterien und Alterungserscheinungen wie Degradation und Leistungsverlust und entwickeln Strategien, um Zellschädigungen zu identifizieren und zu vermeiden. DLR-Forscher arbeiten zudem an der Anwendung der Batterien in der Elektromobilität sowohl am Boden als auch in der Luft. Ziel ist es unter anderem, mit einem Kleinflugzeug mit vier bis acht Sitzen auf einer Strecke von bis zu 1.000 Kilometern emissionsfrei zu fliegen.

Batteries – from molecules to battery systems

DLR is not just researching the development of lithium ion technology, but also batteries for the next and next-but-one generation, such as lithium-air and lithium-sulphur batteries. The complex electrochemical processes are simulated in detail at the molecular level using computer models for improved levels of efficiency, a longer lifetime and lower costs. These basic physical, chemical and flow technology processes can be reproduced in experimental research. In doing so, the scientists are investigating the damage mechanisms in batteries and ageing phenomena such as degradation and loss of performance, and are developing strategies for identifying and preventing cell damage. DLR researchers are also working on the use of batteries in electromobility, both on the ground and in the air. The aims include flying a light aircraft with four to eight seats on a route of up to 1000 kilometres without any emissions.





Batterieforschung: besser durch Struktur- simulation

Die Abteilung Computergestützte Elektrochemie des DLR-Instituts für Technische Thermodynamik untersucht mit Hilfe modernster mathematischer Theorien und numerischer Simulationen die Eigenschaften von Lithium-Ionen-Batterien und Batterien der nächsten Generation. Sie trägt damit zur Entwicklung einer neuen Technologie bei, die den Übergang von einer rein empirischen Batterieentwicklung zu einer schnelleren wissensbasierten Batterieentwicklung verfolgt. Ihr Hauptziel ist es, Lebensdauer, Sicherheit und Leistungsfähigkeit von Batterien durch rationales Design zu erhöhen. Die Forscher setzen dreidimensional aufgelöste numerische Simulationen ein, um zu verstehen, wie sich die Lithium-Ionen in der komplexen Mikrostruktur von Batterien bewegen. Dieses Wissen wird genutzt, um im Computer die Auswirkung von gezielten Modifikationen der Elektrodenstruktur auf Leistungsdichte und Sicherheit von Batterien zu testen.

Battery research – progress thanks to structural simulation

The Department of Computational Electrochemistry at the DLR Institute of Engineering Thermodynamics applies state-of-the-art mathematical theories and numerical simulations to analyse the properties of lithium-ion and next-generation batteries. In this way, it contributes to the development of a new technology, aimed at transitioning from purely empirical to faster knowledge-based battery development. The main purpose here is to use rational design as a means of extending battery life, safety and power. The researchers utilise numerical simulations, visualised in three dimensions, to understand how the lithium ions move within the complex battery microstructure. This knowledge is computerised to test the repercussions of targeted modifications to the electrode structure on the power density and safety of batteries.



LiBaT – interaktiver Batterie-Tester

Batterien für batterieelektrische Fahrzeuge werden andersartig beansprucht, als dies zum Beispiel in Mobiltelefonen oder Laptops der Fall ist. Während des Bremsens wird ein Teil der Bremsenergie als elektrische Energie wieder der Batterie zugeführt, das heißt, die Batterie wird beim Bremsen geladen. Je nach Streckenprofil der gefahrenen Strecke und Fahrstil des Fahrers wird die Batterie unterschiedlich belastet, was einen sehr starken Einfluss auf die Reichweite und Lebensdauer der Batterie hat. Um diesen Einfluss besser zu verstehen, werden am DLR Alterungstests, basierend auf realen Lastprofilen an Einzelbatterien, durchgeführt. Tests an Einzelbatterien sind weitaus günstiger als Tests an einem Batteriepack oder sogar am Gesamtfahrzeug. Mit Hilfe des DLR LiBaT (Lithium-Ionen-Batterie-Tester) können Messebesucher Fahrten mit einem Elektroauto simulieren. Sie unternehmen eine Fahrt in einer virtuellen Stadt und generieren dabei ein Lastprofil. Dieses wird auf eine Einzelbatterie skaliert und direkt auf eine reale Batterie übertragen.

LiBaT – interactive battery tester

The demands for batteries used to operate electric vehicles are different to those for mobile telephones or laptops. Some of the energy generated when the vehicle's brakes are applied is fed into the battery, charging it in the process. Batteries are also asked to cope with a variety of additional requirements, depending on the topography of the route taken, and the style of driving. Therefore, these factors play a significant role in determining the battery's range and service life. Seeking to acquire a better understanding of how these influences work, DLR conducts ageing tests on individual batteries based on real-life load profiles. Tests conducted on individual batteries are substantially less costly than those carried out on a battery pack or an entire vehicle. Visitors to the trade fair can use the DLR LiBaT (lithium ion battery tester) to simulate driving an electric car. They can go on a journey through a virtual city, generating a load profile as they proceed. The profile is then scaled to fit the individual battery and transferred directly to a real battery.



Starten Sie Ihre Mission beim DLR

Forschen. Neuland betreten. An den großen Zukunftsthemen der Wissenschaft arbeiten. Spitzenentwicklungen mitgestalten. Wenn Sie sich Ihre persönliche Mission so vorstellen, finden Sie nirgendwo mehr Raum dafür als beim DLR: im All, im Luftraum und auf der Erde. Beim DLR forschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an wegweisenden Neuerungen für die Welt von morgen. Alle gemeinsam, um bahnbrechende Lösungen zu entwickeln. Wir laden Sie ein, in dieser einzigartigen Arbeitswelt an faszinierenden Projekten in Grundlagen- und Anwendungsforschung zu arbeiten. Sie finden bei uns die Freiräume, eigene Ideen zu verwirklichen, und die Förderung, die Sie auf Ihrem Weg zur Spitzenforscherin oder zum Spitzenforscher optimal unterstützt. Es erwartet Sie ein Arbeitsumfeld, das von interdisziplinärem Austausch und von Wertschätzung geprägt ist. Und wir bieten Ihnen die Plattform, um „Ihre Themen“ auch auf internationaler Ebene zu vertreten und im Austausch mit Kolleginnen und Kollegen auf der ganzen Welt weiter zu formen.

Start your mission at DLR

Research. Break new ground. Contribute to the major scientific topics of the future. If this is your personal mission, there is no place offering more space than DLR – in aerospace, aviation or on Earth. At DLR, scientists conduct research on groundbreaking innovations in aeronautics, aerospace, energy, transport and security, to help shape the future. Each of them has its own mission, but they all share a commitment to the development of innovative solutions. We invite you to participate in this unique working environment, contributing to fascinating projects involving fundamental and application research. Here, you will find a space to make your ideas come to life, and the perfectly tailored support you need as you become a pre-eminent researcher. You can expect a working environment fashioned by its interdisciplinary exchange and mutual appreciation. We can offer you a platform to present 'your topics' on an international setting, honing your investigations in close collaboration with colleagues from across the world.



DLR-Technologiemarketing

Das DLR-Technologiemarketing bildet die Schnittstelle zwischen Forschung und Industrie. Es ist zuständig für den branchenübergreifenden Transfer von Technologien des DLR und Ansprechpartner für innovationsfreudige Unternehmen jeglicher Größe. Gemeinsam mit DLR-Instituten und unter frühestmöglicher Einbeziehung von Industriepartnern macht das DLR-Technologiemarketing Forschungsergebnisse zu anwendungsfähigen Technologien, untersucht Märkte und Trends, entwickelt Innovationsideen, sichert Wettbewerbsvorteile durch Schutzrechte, schließt Vereinbarungen über die Vermarktung von DLR-Technologien und unterstützt Spin-offs aus dem DLR.

DLR Technology Marketing

DLR Technology Marketing forms the interface between research and industry. Its job is to handle cross-sector transfers of DLR technologies and foster contacts with innovative enterprises of any size. It works in concert with DLR institutes and includes industrial partners at the earliest possible time to turn research findings into usable technologies. In addition, DLR Technology Marketing investigates markets and trends, develops innovative ideas, secures competitive advantages through property rights, concludes agreements on the commercial exploitation of DLR technologies, and provides assistance with the setting up of DLR spin-offs.

DLR-Pressekontakt



Dorothee Bürkle

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Kommunikation, Redaktion Energie/Verkehr
Telefon +49 2203 601-3492
Mobil +49 172 385 46 40
E-Mail dorothee.buerkle@dlr.de

Impressum

Herausgeber: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
Anschrift: Linder Höhe, 51147 Köln
Redaktionsleitung: Andreas Schütz (ViSdP), Leiter Presse/Pressesprecher
Redaktion: Dorothee Bürkle, Sarina Keller, Stephan Saupe
Gestaltung: CD Werbeagentur GmbH, Troisdorf
Druck: M & E Druckhaus, Belm
Drucklegung: Köln, April 2015

Abdruck (auch von Teilen) oder sonstige Verwendung nur nach vorheriger
Absprache mit dem DLR gestattet. **DLR.de**

DLR Press contact

Dorothee Bürkle

German Aerospace Center (DLR)
Communications, Editor Energy/Transport
Phone +49 2203 601-3492
Mobile +49 172 385 46 40
E-mail dorothee.buerkle@dlr.de

Imprint

Publisher: DLR German Aerospace Center
(Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt)
Address: Linder Höhe, 51147 Cologne, Germany
Editorial management: Andreas Schütz (Legally responsible for editorial
content), Head Media Relations/DLR Spokesperson
Editorial staff: Dorothee Bürkle, Sarina Keller, Stephan Saupe,
Karin Ranero Celius, Peter Clissold (EJR-Quartz BV)
Layout: CD Werbeagentur GmbH, Troisdorf
Printing: M & E Druckhaus, Belm
Place/date of release: Cologne, April 2015

Content reproduction allowed only with the prior permission of the publisher
and must include a reference to the source. **DLR.de/en**

