

# DATEN UND FAKTEN



# WANDEL GESTALTEN

**Mit dieser Mission arbeiten  
im Forschungszentrum Jülich knapp  
6.800 Menschen Hand in Hand, darunter  
672 Gastwissenschaftler:innen aus  
62 Ländern. Wir gehören zu den großen  
interdisziplinären Forschungseinrichtungen  
in Europa und leisten als Mitglied der  
Helmholtz-Gemeinschaft Beiträge zur  
Lösung der großen gesellschaftlichen  
Herausforderungen unserer Zeit.**

# INHALT

## FORSCHUNG

- 06** Auf einen Blick
- 08** Information
- 14** Energie
- 20** Bioökonomie
- 26** Die Corona-Krise bewältigen
- 30** Institute und Institutsbereiche
- 32** Strukturwandel
- 36** Forschungsinfrastrukturen

## MENSCHEN

- 50** Auf einen Blick
- 52** Wir lieben Forschung
- 54** juelich\_horizons: Den Nachwuchs fördern
- 59** Personal
- 60** Rufe und Berufungen
- 64** Preise und Auszeichnungen
- 66** Publikationen

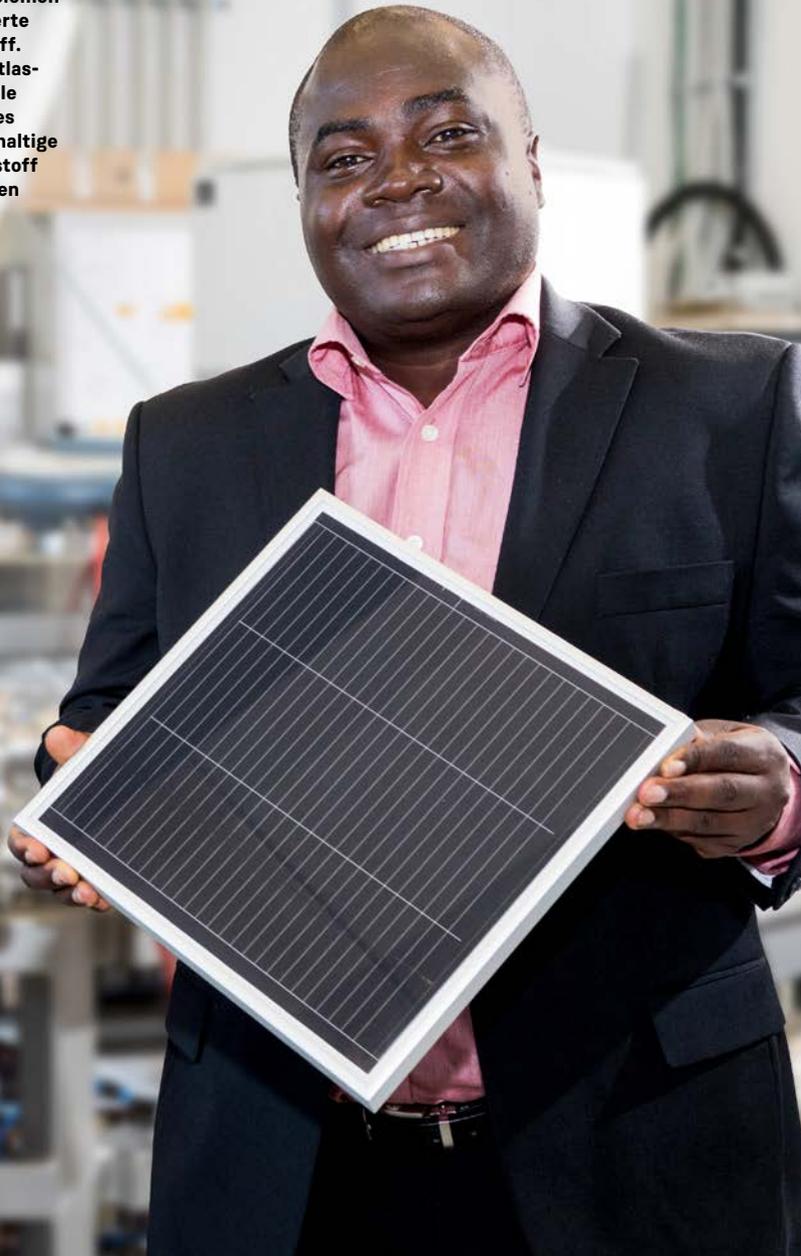
## NETZWERK

- 72** Auf einen Blick
- 74** Publikationen mit internationalen Partnern
- 75** Kooperationen
- 81** Patente und Lizenzen
- 83** JARA
- 88** Projektträger Jülich
- 90** Außenstellen

## ANHANG

- 92** Organe und Gremien
- 93** Finanzen
- 95** Kontakt
- 96** Impressum

**Der Jülicher Physiker Solomon Nwabueze Agbo ist Experte für „grünen“ Wasserstoff. Er koordiniert den „H2Atlas-Africa“, um die Potenziale im Westen und Süden des Kontinents für die nachhaltige Produktion von Wasserstoff mithilfe von erneuerbaren Energien zu ermitteln.**





# FOR SCHU NG

Seite  
6-47

**Wandel gestalten: Das ist unser Antrieb im Forschungszentrum Jülich. Wir erforschen Optionen für die digitalisierte Gesellschaft, ein klimaschonendes Energiesystem und ressourcenschützendes Wirtschaften. Natur-, Lebens- und Technikwissenschaften in den Bereichen Information, Energie und Bioökonomie verbinden wir mit unserer Expertise im Höchstleistungsrechnen und setzen einzigartige wissenschaftliche Infrastrukturen ein.**

# FORSCHUNG IN JÜLICH AUF EINEN BLICK

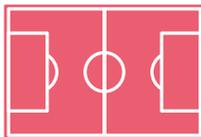
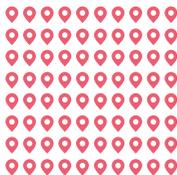
10

Institute



80

Institutsbereiche



238

Fußballfelder

hätten Platz auf dem 1,7 Quadratkilometer großen Campus des Forschungszentrums Jülich



812

Millionen Euro

betragen die Erlöse des Forschungszentrums im Jahr 2020



**900-MHz-NMR-Spektrometer**

Institut für Biologische Informationsprozesse



**Supercomputer JUWELS**

Jülich Supercomputing Centre



**Atmosphären-simulationskammer SAPHIR**

Institut für Energie- und Klimaforschung



**AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSINFRASTRUKTUREN AUF DEM JÜLICHER CAMPUS**

3

Forschungsschwerpunkte



Information



Energie



Bioökonomie



68

neue  
Patentanmeldungen

im Jahr 2020



2.473

Publikationen

im Jahr 2020



Elektronen-  
mikroskop PICO

Ernst Ruska-  
Centrum



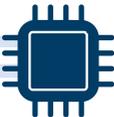
Teilchen-  
beschleuniger  
COSY

Institut für  
Kernphysik



EMPHASIS

Institut für Bio- und  
Geowissenschaften



Nanotechnologie

Helmholtz  
Nano Facility



Quantencomputer

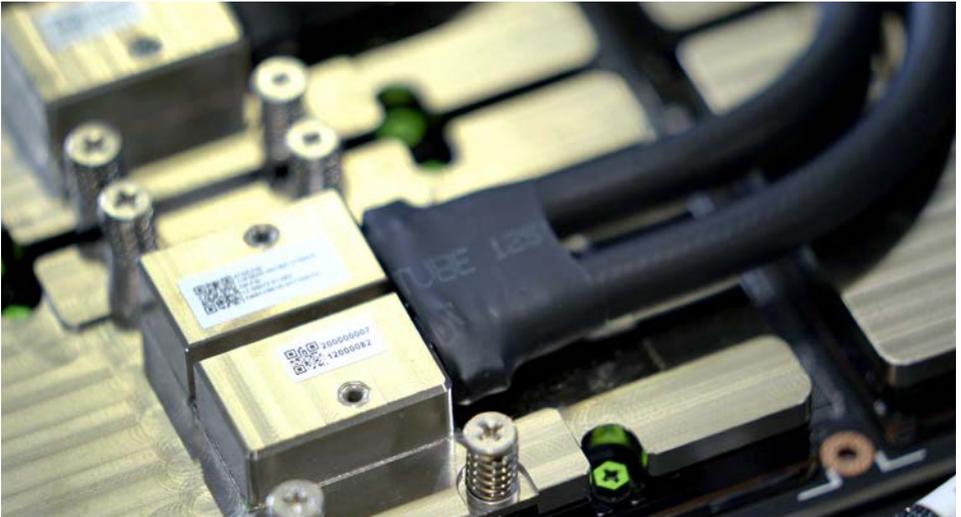
Helmholtz Quantum  
Center  
(in Planung)



# SCHWERPUNKT INFORMATION

Mit dem Schwerpunkt Information verbindet die Jülicher Forschung drei Bereiche: die Simulations- und Datenwissenschaften des **High-Performance Computing** (HPC), die **Hirnforschung** und die Forschung zu bio- und nanoelektronikbasierten Informationstechnologien der Zukunft. Viele Forschungsergebnisse basieren auf großen Datenmengen. Für Jülicher Forschende ist Big Data längst Alltag. Sie arbeiten daran, aus der Datenflut Antworten auf komplexe Fragen beispielsweise der Klimaforschung, Neurowissenschaften und Materialforschung zu bekommen. Dafür nutzen sie JUWELS, den derzeit schnellsten Supercomputer Europas, und entwickeln modulare Hardware-Architekturen für das Exascale-Computing. Ein weiterer Schwerpunkt in Jülich ist die Quantentechnologie – von den Grundlagen bis zur Anwendung. Im „Quantum Flagship“, der größten Initiative zum **Quantencomputing** in Europa, entsteht in Jülich der erste frei programmierbare europäische Quantencomputer.

Die technikbasierte Informationsverarbeitung ist eng verzahnt mit der Forschung an biologischen Systemen. Vom Gehirn lernen – das ist die Grundlage für innovative Rechnerkonzepte wie das neuromorphe Computing. Das menschliche Gehirn durch Simulation verstehen, ist die Vision im EU-geförderten Human Brain Project. **Künstliche Intelligenz** hilft, einen hochaufgelösten Atlas des Gehirns zu entwickeln. Über die Plattform EBRAINS können Fachleute weltweit auf Daten und Werkzeuge für die Hirnforschung und Translation in Klinik und Technik zugreifen. Das eröffnet neue Möglichkeiten für Diagnose und Therapie – etwa bei der Alzheimer-Erkrankung – und bei der Entwicklung innovativer Neurotechnologien.



**Wasserkühlung im JUWELS-Superrechner**

**High-Performance Computing**

# SUPERSCHNELL, SUPERSPARSAM – JUWELS

Gegen Ende des Jahres 2020 war er fertig, der Jülicher Supercomputer JUWELS. Mit seinem neuen Booster-Modul kann er 85 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde (85 Petaflops) durchführen; das entspricht der Rechenleistung von mehr als 300.000 modernen PCs. Damit werden die Grenzen von Simulationen massiv ausgeweitet. Zugleich ist JUWELS die stärkste Plattform Europas für den Einsatz Künstlicher Intelligenz (KI). Doch JUWELS war bei der Fertigstellung nicht nur der schnellste Supercomputer in Europa, sondern auch das energieeffizienteste System in der höchsten Leistungsklasse.

Der Rechner, den das Forschungszentrum Jülich, das französisch-deutsche Unterneh-

men Atos und der Münchner Supercomputing-Spezialist ParTec gemeinsam mit dem US-Hersteller NVIDIA entwickelt haben, ist ein mächtiges Werkzeug, mit dem Jülicher Wissenschaftler:innen gemeinsam mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie komplexe Forschungsfragestellungen beantworten. Ein in der COVID-19-Krise aktuelles Beispiel ist die Unterstützung der Medikamentenentwicklung am Computer. Die Rechenpower des Boosters ermöglicht es, die Prozesse vor, während und nach dem Aufeinandertreffen eines potenziellen Wirkstoffs mit einem Rezeptor oder Protein realitätsnah genug zu simulieren (siehe S. 26).

## Hirnforschung

## DEMENZDIAGNOSE OPTIMIEREN

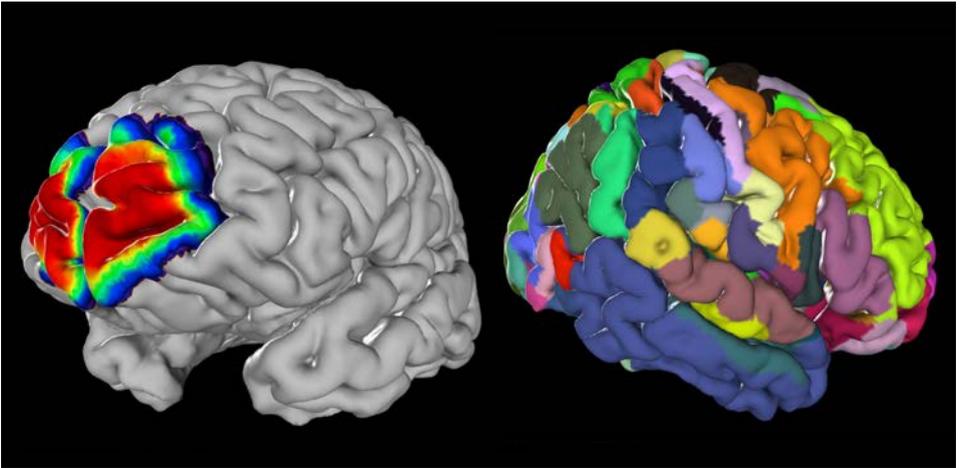
Um eine neurodegenerative Erkrankung wie die Alzheimer-Demenz zu diagnostizieren, werden mehrere Testverfahren kombiniert. Die Positronen-Emissions-Tomographie (PET) kann dabei wertvolle Informationen liefern. Dafür sind verschiedene Biomarker verfügbar. So macht die Amyloid-PET krankhafte Amyloidablagerungen im Gehirn sichtbar; die  $^{18}\text{F}$ -Fluorodesoxyglucose, ( $^{18}\text{F}$ -FDG)-PET, erlaubt es, den Glukosestoffwechsel und damit die Aktivität des Gehirns zu bewerten. Beide Verfahren ergänzen einander.

Unsicherheit gab es bislang jedoch darüber, wann der optimale Zeitpunkt für den Einsatz dieser Verfahren ist, sowie über die Kombination und die Reihenfolge, in der die PET-Bio-

marker eingesetzt werden sollten. Ein Gremium internationaler Expert:innen aus verschiedenen Disziplinen unter Beteiligung des Forschungszentrums Jülich und der Universitätsklinik Köln hat dazu nun die verfügbare Evidenz und klinische Expertise betrachtet und einen Algorithmus erarbeitet, den die Fachleute im Journal „Lancet Neurology“ vorstellen. Sie schlagen drei Hauptdiagnosepfade vor, bei denen die Biomarker Amyloid-PET und  $^{18}\text{F}$ -FDG-PET – je nach klinischem Erscheinungsbild – an unterschiedlichen Positionen in der Abfolge der diagnostischen Verfahren eingesetzt werden. Damit hoffen sie auch, weitere Forschungen zu optimalen diagnostischen Strategien anzuregen.



**Das Risiko, an der Alzheimer-Demenz zu erkranken, nimmt mit dem Alter zu. Jülicher Forschende optimieren die Diagnostik.**



**Areale verschiedener Gehirne können sehr unterschiedlich sein. Lage und Form einzelner Regionen zeigt das Julich-Brain deshalb als Wahrscheinlichkeitskarten an. Unterschiedliche Farben geben an, wie häufig sich ein bestimmtes Areal an der jeweiligen Stelle findet.**

### Hirnforschung

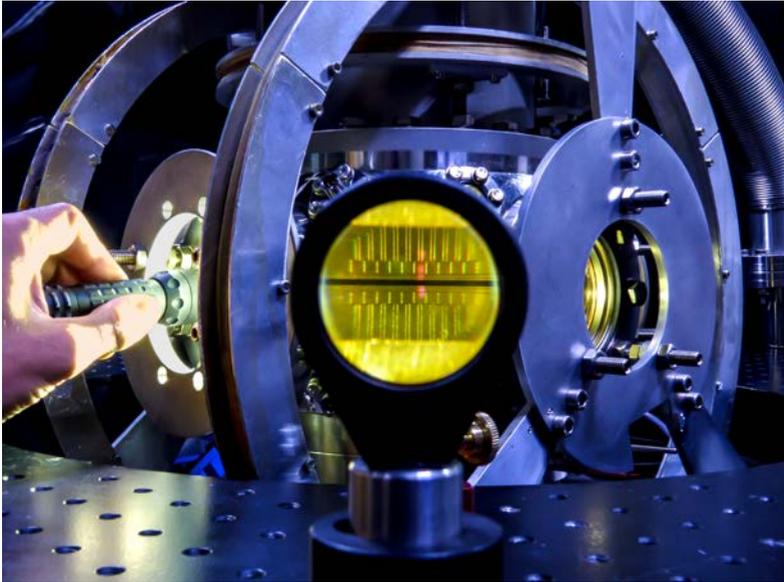
## „GOOGLE EARTH“ DES GEHIRNS

Eine dreidimensionale Karte des Gehirns, die die Variabilität der Gehirnstruktur mit mikroskopischer Auflösung abbildet – das ist der Julich-Brain Atlas. Ein Forscherteam des Instituts für Neurowissenschaften und Medizin und der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf unter Leitung von Prof. Katrin Amunts stellte ihn 2020 in der renommierten Fachzeitschrift „Science“ vor. Der Atlas zeigt die unterschiedlichen Hirnregionen, die sich in Verteilung und Dichte der insgesamt etwa 86 Milliarden Nervenzellen und in ihrer Funktion unterscheiden. Eine Art „Google Earth“ des Gehirns also.

Über 24.000 hauchdünne Hirnschnitte aus insgesamt 23 Gehirnen wurden dafür digitalisiert, am Computer in 3-D zusammengesetzt

und von Experten kartiert. Da kein Gehirn dem anderen genau gleicht, zeigt der Julich-Brain Atlas die Größe und Lage der Areale als Wahrscheinlichkeitskarten an.

Diese bisher umfangreichste, in rund 25-jähriger Arbeit erstellte digitale Karte der zellulären Hirnarchitektur umfasst etwa 70 Prozent der Hirnrinde und tieferliegender Kerngebiete. Sie steht Forschenden weltweit als Teil der neuen EBRAINS-Infrastruktur (S. 46) im europäischen Human Brain Project zur Verfügung. Der Atlas dient als „Interface“, um Informationen über das Gehirn räumlich präzise zu verknüpfen und so die Funktionsweise des Gehirns und die Mechanismen bei Erkrankungen besser zu verstehen.



**Ionenfalle der  
Universität  
Innsbruck**

## Quantencomputing

# FINDE DEN FEHLER

Quantencomputer könnten in Zukunft spezielle Aufgaben deutlich schneller und effizienter lösen als herkömmliche Supercomputer. Doch Quanteninformation ist fragil, deshalb müssen Quantencomputer auch Fehler korrigieren können, etwa wenn ganze Qubits – die Träger von Quanteninformation – verloren gehen.

Qubits sind anfällig für Fehler, die durch unerwünschte Wechselwirkungen mit der Umwelt verursacht werden. Diese Fehler häufen sich während einer Quantenrechnung an. Ihre Korrektur ist daher für den zuverlässigen Einsatz von Quantencomputern eine wesentliche Voraussetzung. Eine Forschergruppe des Jülicher

Peter Grünberg Instituts und der RWTH Aachen präsentierte gemeinsam mit Kollegen der Universitäten Innsbruck und Bologna in der Fachzeitschrift „Nature“ eine Methode, mit der Quantencomputer auch dann weiterrechnen können, wenn sie einige Qubits verlieren. Sie ermöglicht es einem Ionenfallen-Quantencomputer zum einen, solche Fehler zu erkennen, zum anderen, sich in Echtzeit an den Verlust von Qubits anzupassen und den Schutz der fragilen Quanteninformation aufrechtzuerhalten. Auch für andere Quantencomputerarchitekturen seien die in dieser Arbeit entwickelten Bausteine anwendbar, betonen die Forscher.

## Künstliche Intelligenz

## ROBOTER LERNT NANOLEGO

Wissenschaftler des Peter Grünberg Instituts haben mit Kollegen der TU Berlin eine Künstliche Intelligenz entwickelt, die selbstständig lernen kann, einzelne Moleküle zu greifen und zu bewegen.

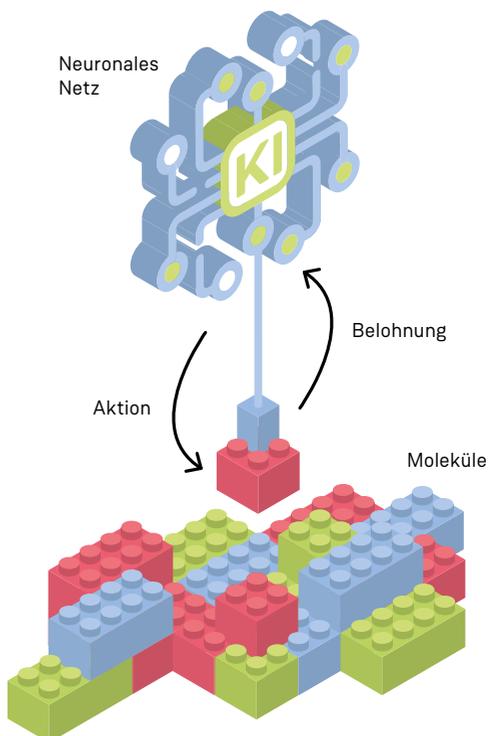
Die meisten Materialien bestehen aus unterschiedlichen Molekülen – ähnlich wie ein Legomodell aus verschiedenen Bausteinen zusammengesetzt ist. Mit einem Rasterelektronenmikroskop lassen sich Atome und Moleküle bewegen. Doch verhalten sich die molekularen Bausteine der Nanowelt völlig anders als makroskopische Gegenstände und jeder braucht seine eigene „Bedienungsanleitung“. Ein gezieltes Bewegen von Molekülen mit der Spitze des Rasterelektronenmikroskops war bislang höchstens per Hand, durch Trial and Error, möglich.

Mithilfe einer selbstlernenden autonomen Software-Steuerung ist es gelungen, diesen Prozess zu automatisieren. Beim „Reinforcement Learning“ wird dem Software-Agenten kein Lösungsweg vorgegeben, sondern Erfolg belohnt und Misserfolg bestraft. So lernt er nach anfangs völlig zufälligen Aktionen mit

der Zeit Regeln, welche Bewegung in welcher Situation am erfolgversprechendsten ist, und wird mit jedem Durchlauf besser.

Damit ist es zum ersten Mal gelungen, Künstliche Intelligenz und Nanotechnologie zusammenzubringen. Die Methode, die im „Journal Science“ Advances publiziert wurde, könnte den Weg bereiten für die robotergestützte, automatische Konstruktion funktioneller Strukturen – etwa Quantenbauteile oder innovative Werkstoffe.

**Künstliche Intelligenz steuert ein Rastertunnelmikroskop: Anfangs sind die Bewegungen beim Greifen und Absetzen von Molekülen zufällig. Bei jedem Durchgang lernt die KI aus den Erfahrungen und arbeitet daher immer besser.**





# SCHWERPUNKT ENERGIE

2050 will die EU klimaneutral sein. Bis 2030 sollen dafür die CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber 1990 um 55 Prozent sinken. Zugleich gilt es, die Stromversorgung zu sichern, die Industrie wettbewerbsfähig zu halten und die Luftqualität zu verbessern. Jülicher Wissenschaftler:innen **modellieren Szenarien**, um herauszufinden, wie diese Ziele zu erreichen sind. Sie geben Empfehlungen für ein künftiges Energiesystem, das auf erneuerbaren Energien baut, und entwickeln Technologien dafür.

Eine Schlüsselrolle dabei spielt der **Wasserstoff**: Er soll fossile Brennstoffe ersetzen, Energie speichern, Mobilität ermöglichen und als Grundstoff für die chemische Industrie dienen – effizient und kostengünstig. Und „grün“ soll er sein, also erzeugt mithilfe erneuerbarer Energien. Die Jülicher Forschung ist zu diesem Thema breit aufgestellt: von der Materialentwicklung für Elektrolyseanlagen, Brennstoffzellen und Solarmodule über die Untersuchung elektrochemischer Prozesse bis hin zu Transport, Speicherung und Nutzung des Wasserstoffs. Unverzichtbar sind **Batterien** als Energiespeicher. Jülicher Forschende optimieren etablierte Systeme und entwickeln neue Batterietypen. Auch bei der Erforschung von Technologien zur Speicherung von Stromüberschüssen in energiereichen Chemikalien, zum Beispiel zur Verwendung als Kraftstoff, wird in Jülich eine Wertschöpfungskette verfolgt.



**Akkus für E-Autos – Zusätze zum Elektrolyten könnten ihre Leistungsfähigkeit künftig erhöhen.**

**Batterieforschung**

## „VITAMINE“ FÜR LITHIUM-BATTERIEN

Lithium-Metall-Batterien und Lithium-Ionen-Akkus gelten weiterhin als die aussichtsreichsten Energiespeicher für Elektrofahrzeuge und tragbare Geräte. Wie man ihre Leistungsfähigkeit mit Zusätzen zum Elektrolyten verbessern kann, beschrieb ein Team des Instituts für Energie- und Klimaforschung/Helmholtz-Institut Münster und des Batterieforschungszentrum MEET an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster in der Fachzeitschrift „Solid State Electrochemistry“.

Die Additive ändern nicht grundlegend die Beschaffenheit der Batterie, können aber, in geringen Mengen zugesetzt, deren Leistungsfähigkeit erhöhen – ähnlich wie Vitamine im lebenden Organismus –, beschreiben die Wis-

senschaftler:innen diesen Forschungsansatz. Sie untersuchten die Wirkung zweier solcher Additive, jeweils einzeln oder kombiniert, bei verschiedenen Hochvoltbatterien auf Lithium-Basis und stellten fest: Eine Patentlösung für alle untersuchten Batterietypen gibt es nicht. Mal brachte der eine Zusatz mehr Vorteile, mal der andere, und bei wieder anderen Batterien war ein Mix aus beiden „Batterie-Vitaminen“ am erfolgreichsten. Der systematische Ansatz dient dazu, Synergieeffekte und die Interaktion der Zusätze mit den Komponenten der Batterie – etwa den Elektrodenoberflächen – genauer zu verstehen und für die Leistungsverbesserung zu nutzen.

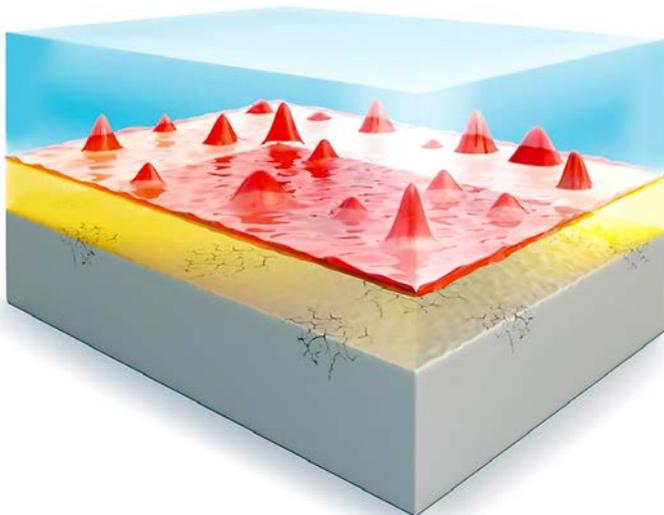
## Batterieforschung

## DEFEKTE VERSTEHEN

Eine Lithium-Ionen-Batterie, die neunmal so viel Energie speichert wie die heutigen Exemplare, ließe Elektroautos ohne Ladestopp viel weiter fahren als bisher. Auch Smartphones wären länger betriebsbereit. Möglich wäre dies bei gleichem Batteriegewicht und gleicher Größe, wenn statt der üblichen Graphit-Anode eine Elektrode aus Silizium verwendet würde. Dagegen spricht: Silizium-Anoden halten nur wenige Lade-Entlade-Zyklen aus; danach entstehen in der Silizium-Anode Risse oder Teile des Materials wandeln sich gar zu Pulver um.

Ein internationales Team um Wissenschaftler:innen des Jülicher Instituts für Energie- und Klimaforschung hat jetzt beobachtet, wie sich die Defekte in der Anode ausbilden, und

in der Fachzeitschrift „Nature Communications“ darüber berichtet. Detailgenau schildern die Forschenden, wie beim Ladevorgang an der Grenze zwischen flüssigem Elektrolyten und der Oberfläche des Silizium-Kristalls zwei Schichten entstehen: eine aus anorganischen, die andere aus organischen Lithiumverbindungen. Lithium-Ionen wandern in den Silizium-Kristall ein, es bildet sich eine inhomogene, nichtkristalline Lithium-Silizium-Legierung. Schon beim ersten Ladevorgang entstehen an der Grenze zwischen amorpher Legierung und Kristall Risse und andere Defekte, die Anode verformt sich. Um die Stabilität zu erhöhen, müsste die Inhomogenität der Grenzschicht verringert werden, folgern die Forschenden.



**Inhomogenitäten in der äußeren Grenzschicht (rot) führen beim Laden zu unterschiedlichen Lithium-Anteilen in der Silizium-Anode (gelb/grau), so dass es zu Rissen und anderen Defekten kommt.**



**Um Frequenzänderungen in Stromnetzen zu verstehen, untersuchte eine Studie zwölf verschiedene synchrone Gebiete, beispielsweise die Stadt Lissabon.**

Szenarien modellieren

## VON ALTEN NETZEN LERNEN

Die Umstellung auf erneuerbare Energiequellen bringt neue Anforderungen an Stromnetze mit sich. Um ihnen gerecht zu werden, kann die Energieforschung von bestehenden Systemen lernen. Mit einem internationalen Forscherteam haben Wissenschaftler:innen des Jülicher Institut für Energie- und Klimaforschung verschiedene Elektrizitätssysteme auf drei Kontinenten untersucht. Ziel war, die Frequenzänderungen zu verstehen, die sich aus dem Verhältnis von Energieangebot und -nachfrage ergeben. Die Studie umfasste zwölf verschiedene synchrone Gebiete. Das sind Regionen mit verschiedenen Kraftwerken und Verbrauchern, die miteinander verbunden sind und mit der gleichen Frequenz arbeiten.

Je nach Einspeisung und Verbrauch tendiert die Frequenz zu Schwankungen um ihren Referenzwert. Für eine Zeitskala von Sekunden zeigten gleichzeitige Messungen an verschiedenen Orten des kontinentalen europäischen Synchronbereichs signifikante Unterschiede zwischen den Frequenzen etwa in Lissabon, Karlsruhe und Istanbul. Die Schwankungen sagen viel darüber aus, wie ein Synchrongebiet betrieben wird – etwa wie groß das Netz ist, wie oft Steuerungsmaßnahmen ergriffen werden und vieles mehr. Die Ergebnisse, die in der Fachzeitschrift „Nature Communications“ veröffentlicht wurden, sollen helfen, weltweit neue Energiekonzepte zu entwerfen und zu testen.

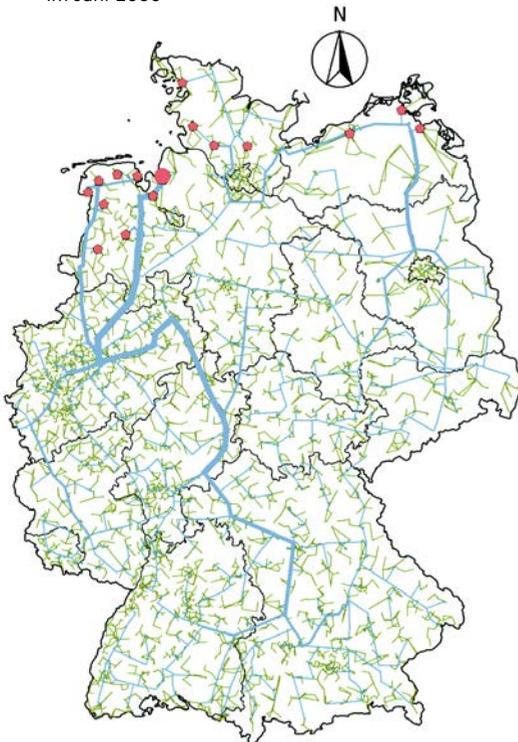
## Wasserstoff

## WASSERSTOFF STRATEGISCH BETRACHTET

Wissenschaftler:innen des Jülicher Instituts für techno-ökonomische Systemanalyse begrüßen in einer Stellungnahme grundsätzlich die Wasserstoffstrategie der Bundesregierung vom Juni 2020. Für das Ziel einer Verringerung der Treibhausgase um 95 Prozent bis zum Jahr 2050 stellt Wasserstoff eine wichtige Option dar. Die Initiative der Bundesregierung weist in die richtige Richtung.

## Wasserstoffpipeline-Infrastruktur

im Jahr 2050



Bis 2030 sieht die Strategie etwa eine Verdopplung des heutigen Wasserstoffbedarfs auf 90 bis 110 Terawattstunden vor. Jülicher Berechnungen zeigen, dass sich für eine Treibhausgasminderung um 95 Prozent die Wasserstoffnachfrage zwischen 2030 und 2050 auf knapp 400 Terawattstunden erhöhen wird: Eine zukünftige Wasserstoffinfrastruktur sollte sich an dieser langfristig zu erwartenden Nachfrage orientieren. Ziel der nationalen Strategie ist, bis 2030 eine inländische Elektrolysekapazität von 5 Gigawatt zu errichten. Das entspricht etwa 14 Terawattstunden an grünem Wasserstoff. Die nationale Wasserstoffstrategie setzt damit hauptsächlich auf Wasserstoffimporte. Doch eine deutlich höhere inländische Produktion ist möglich und kann konkurrenzfähig sein, zeigen Analysen des Forschungszentrums. Voraussetzung ist ein forciertes Ausbauen von Windkraft und Photovoltaik. Auch für die Langzeitspeicherung von Energie spielt Wasserstoff eine wichtige Rolle. Dies werde in der Wasserstoffstrategie nur unzureichend thematisiert, so die Jülicher Forscher.



**Hoben das Projekt für „grünen“ Wasserstoff made in Afrika gemeinsam aus der Taufe: Prof. Harry Vereecken, Dr. Solomon Nwabueze Agbo (Projektkoordinator), Dr. Heidi Heinrichs, Parlamentarischer Staatssekretär Thomas Rachel, Prof. Wolfgang Marquardt, Prof. Detlef Stolten, Dr. Wilhelm Kuckshinrichs und Prof. Uwe Rau (v. l.).**

**Wasserstoff**

## **WASSERSTOFF AUS AFRIKA**

Afrika als Erzeuger und Exporteur von nachhaltig erzeugtem Wasserstoff: Das ist die Idee hinter dem Projekt „H2Atlas-Africa“. Der Kontinent mit schnell wachsender Bevölkerung, deren Energiebedarf steigt, hat zugleich großes Potenzial für erneuerbare Energien. Damit ließe sich nachhaltig Wasserstoff produzieren und für eine klimaneutrale Energieversorgung in Afrika und Europa nutzen. Das Projekt wird mit rund 5,7 Millionen Euro vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert, Koordinator ist Dr. Solomon Nwabueze Agbo vom Forschungszentrum Jülich.

Partner sind die Zentren für Klimaforschung in Ghana (West African Service Centre on Climate Change and Adapted Land Use) und in Namibia (Southern Africa Science Centre for

Climate Change and Adaptive Land Management). Gemeinsam mit Forschenden, Ingenieuren und Technikern vor Ort sollen potenzielle Standorte für Anlagen ermittelt werden, die erneuerbare Energien – zum Beispiel aus Photovoltaik – gewinnen und damit in Elektrolyseuren Wasserstoff erzeugen können. Dabei werden wissenschaftliche, technologische und wirtschaftliche Aspekte ebenso berücksichtigt wie Umweltschutz, Klimawandel und soziale Komponenten. So dürfen keine landwirtschaftlichen Flächen und Wasserressourcen genutzt werden, die für die Versorgung der Menschen existenziell sind.



# ZUKUNFTSFELD BIOÖKONOMIE

Die nachhaltige Bioökonomie ist eine **biobasierte Kreislaufwirtschaft**, die ohne fossile Rohstoffe auskommt und stattdessen auf nachwachsende Rohstoffe setzt. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Forschungszentrums entwickeln zum Beispiel neue Wertschöpfungsprozesse. Aus nachwachsenden Rohstoffen oder Abfällen wie Pflanzenresten erzeugen sie mit maßgeschneiderter Mikroorganismen und biologischen Katalysatoren Wertstoffe etwa für Medikamente, Bioplastik oder auch Treibstoffe. Automatisierung, Miniaturisierung und Digitalisierung spielen dabei in der **Biotechnologie** eine wichtige Rolle, um Entwicklungszeiten zu verkürzen und planbarer zu machen.

Auch die **Landwirtschaft** und Pflanzenforschung ist Teil der Bioökonomie. Forschende helfen mit **experimentellen Daten** von Versuchsfeldern und Simulationen von Boden-Pflanze-Wechselwirkungen Erträge zu optimieren, Dünger zu reduzieren und Veränderungen durch den Klimawandel zu begegnen. Digitale Überwachung unterstützt maßgeschneiderte Bewässerung und kann Stress bei Pflanzen frühzeitig zeigen.

Wie ein Wechsel zu einer fossilfreien Wirtschaft nach dem Ausstieg aus der Kohleverstromung gelingen kann, soll im Rheinischen Revier demonstriert werden, welches hierzu als Modellregion dient. Ein Baustein dazu ist das Bioökonomie-REVIER. Es wird vom Forschungszentrum koordiniert und vernetzt die lokalen Akteure. Bereits seit zehn Jahren werden die wissenschaftliche Expertise und moderne Infrastrukturen in wichtigen Themenfeldern der Bioökonomie im Bioeconomy Science Center gebündelt, dem Kompetenzzentrum des Forschungszentrums Jülich sowie der Universitäten Bonn, Düsseldorf und der RWTH Aachen.



**Prof. Jan Marienhagen,  
Leiter der Forscher-  
gruppe „Synthetische  
Zellfabriken“ am Insti-  
tut für Bio- und Geo-  
wissenschaften**

### Biotechnologie

## FALSCHMELDUNGEN VERHINDERN

Mikroorganismen wie das Bakterium *Corynebacterium glutamicum* machen sich bei der Herstellung einer Vielzahl von Substanzen nützlich – von Chemikalien, medizinischen Wirkstoffen oder Nahrungsergänzungsmitteln beispielsweise. Aus einfachen Grundstoffen, mit wenig Energieaufwand. In diese „weiße Biotechnologie“ werden daher große Hoffnungen gesetzt. Gar nicht so einfach ist es aber, aus einer Vielzahl von Varianten jeweils die am besten geeigneten Bakterien auszuwählen. Biosensoren können zwar Zellen, die das gewünschte Produkt herstellen – etwa eine bestimmte Aminosäure, zum Leuchten bringen. Aber sie vertun sich häufig und zeigen auch solche Zellen an, die nur mehr oder weniger ähnliche Stoffe enthalten wie diese.

Ein Team Jülicher Wissenschaftler:innen fand nun gemeinsam mit Kolleg:e:innen einen Weg, solche Falschmeldungen zu verhindern. In der Fachzeitschrift „Nature Communications“ beschreiben sie, wie sie die Aussagekraft der bisherigen Methode verbessert haben. Die Spezifität eines Biosensors, der bisher sowohl die Aminosäure Histidin als auch die Aminosäure Lysin anzeigte, wurde erfolgreich verändert. Nach einer Modifikation kann er kein Lysin mehr erkennen. Solche maßgeschneiderten Biosensoren gelten als wichtiger Schritt auf dem Weg zu effizienten Zellfabriken für eine nachhaltige, biobasierte Wirtschaft.

## KOHLENSTOFF AB IN DEN BODEN

Die Kohlenstoffmenge in der Atmosphäre erhöht sich durch das von Menschen produzierte CO<sub>2</sub> jährlich um mehr als vier Milliarden Tonnen. Ein internationales Wissenschaftlerteam unter Beteiligung des Forschungszentrums Jülich plädiert in der Zeitschrift „Nature Communications“ dafür, einen großen Teil dieses Kohlenstoffs im Boden zu binden. Eine solche Strategie könnte zugleich den Klimawandel bremsen und helfen, die Ernährung zu sichern. Nur um 0,4 Prozent würde die Kohlenstoffmenge im Boden anwachsen, wenn es gelänge, die gesamten vier Milliarden Tonnen Kohlenstoff im Boden zu fixieren. Etwa ein Drittel dieser Menge hält Prof. Wulf Amelung vom Jülicher Institut für Bio- und Geowissenschaften für realistisch. Er ist zusammen mit seinem französischen Kollegen Prof. Dr. Abad Chabbi federführend für die Initiative.

Um die Kohlenstoffmenge im Boden zu erhöhen, müsste vor allem der Pflanzenbewuchs gesteigert werden: durch Kalkung saurer Böden, durch eine bedarfsgerechte Düngung, durch geschickte Bewässerung – jeweils angepasst an die lokalen Bedingungen. Am erfolgversprechendsten sind viele Maßnahmen für Böden, die durch Übernutzung teilweise degradiert sind und viel Kohlenstoff verloren haben. Doch ist das Wissen um den Zustand der Böden sehr lückenhaft. Die Wissenschaftler empfehlen daher den Aufbau von Datenbanken, die den Zustand der Flächen weltweit kleinteilig erfassen, sowie die Modellierung möglicher Erntegewinne und des nötigen Düngemiteleinsatzes.



**Durch den verstärkten Eintrag von Kohlenstoff in den Boden ließe sich der Klimawandel verlangsamen und gleichzeitig die Ernteerträge steigern.**



**Drohnen bei der Feldarbeit**

**Experimentelle Daten**

# DATEN FÜR DEN PFLANZENSCHUTZ

Künstliche Intelligenz soll helfen, die großen Herausforderungen zu bewältigen, vor die der Klimawandel die Landwirtschaft stellt – etwa zunehmende Trockenheit oder neu auftretende Schädlinge. Dafür haben das Forschungszentrum Jülich und das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung 2020 eine Zusammenarbeit mit dem Volcani Institute der israelischen Agricultural Research Organization vereinbart. Im Fokus der Kooperation zwischen Jülich und dem Volcani Institute stehen die nachhaltige Nutzung der Ressourcen Boden und Wasser, die Verbesserung der Eigenschaften von Nutzpflanzen, Pflanzenschutz und die Phänotypisierung bei dynamischen Umweltveränderungen.

Das Forschungszentrum verfügt hierfür über besondere Versuchsanlagen, wie sie sonst in

der Medizin eingesetzt werden: einen Magnetresonanztomographen (MRT) und einen Positronen-Emissions-Tomographen (PET). Damit lassen sich Bodensäulen durchleuchten, das Wurzelwachstum beobachten und mit dem PET sogar der Transport von Kohlenstoff in den Wurzeln verfolgen. Für die Auswertung der so gewonnenen Datenmengen wird Künstliche Intelligenz eingesetzt – ein zentrales Thema in der deutsch-israelischen Kooperation. Die Daten verraten beispielsweise, wie bewässert werden muss, damit die Wurzeln ideal wachsen, oder wie bestimmte Schädlinge auf die Pflanzen wirken. Schwärme von Drohnen könnten künftig Felder nach Schädlingen durchsuchen und Bodenroboter gezielte Behandlungen durchführen.

## TOLLE KNOLLE NOCH TOLLER

Maniok ist eines der wichtigsten Grundnahrungsmittel in Westafrika. Mit knapp 50 Millionen Tonnen pro Jahr ist Nigeria der weltweit größte Produzent der kohlenhydratreichen Knollen. Doch der Ertrag ist geringer, als er sein könnte, nur etwa 20 Prozent des maximal Möglichen. Im Projekt Cassava Source-Sink (CASS) forschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Jülicher Instituts für Bio- und Geowissenschaften daran, eine robustere und ertragreichere Variante der Pflanze zu finden, gemeinsam mit Kolleg:innen der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, der ETH Zürich und des International Institute of Tropical Agriculture in Ibadan, Nigeria. Finanziert wird CASS von der Bill & Melinda Gates Foundation.

Im Feldversuch in Nigeria testen die Forschenden rund 500 durch Kreuzungsversuche entstandene Maniok-Variationen. Die Jülicher Experten beobachten am oberirdischen Teil der Pflanze, wie gut sie wächst und Photosynthese betreibt. Die Entwicklung von mehr als 9.000 Pflanzen wird mit einer in Jülich entwickelten Drohne dokumentiert. Eine spezielle Software analysiert die Luftaufnahmen und erstellt daraus 3-D-Modelle. So lässt sich das Wachstum von Maniok unter den realen Bedingungen des Landes verstehen – eine Voraussetzung, um die Pflanze gezielt zu verbessern. Ziel ist, dass die nigerianischen Bauern künftig die Technologien und Verfahren nachhaltig und ohne Unterstützung aus dem Ausland nutzen können.



**Dr. Anna van Doorn hat in Jülich Hard- und Software der Kameradrohne maßgeblich mitentwickelt. Inzwischen arbeitet sie in der Maniok-Versuchstation in Nigeria.**



**Blick von oben in eine Sida-Staude: Die grünen Stängel verholzen im Herbst und Winter und können dann geerntet werden.**

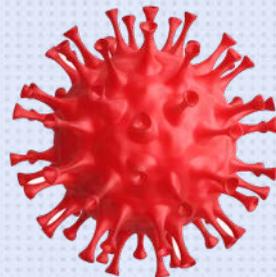
### Biobasierte Wirtschaft

## SIDA BRENNT

Sie wird vier Meter hoch, wächst auch auf schlechten Böden und entwickelt bis zu einem Drittel mehr Biomasse als Mais – die Staude *Sida hermaphrodita*. Die Pflanze ist frosttolerant und liefert mehr als 20 Jahre lang Biomasse, bis zu 25 Tonnen Trockengewicht. Damit besitzt sie großes Potenzial als Biomasse-Lieferant in einer künftigen biobasierten Wirtschaft. Wie *Sida* wirtschaftlich am sinnvollsten angebaut und als nachhaltiges Heizmaterial genutzt werden kann, haben Jülicher Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gemeinsam mit dem Fraunhofer Institut UMSICHT untersucht. In der Fachzeitschrift „Global Change Biology – Bioenergy“ stellen sie die Ergebnisse vor.

Die Kosten-Nutzen-Analyse ergab: Optimal sind zwei Pflanzen pro Quadratmeter. Bei dichterem Anbau steigen die Kosten stärker als der Ertrag. Für die Untersuchung des Brennverhaltens von Sida wurde die Biomasse zu Chips, Pellets und Briketts verarbeitet. In Pelletform brannte das Material am besten aus, auch bei den Aspekten Verarbeitung, Lagerfähigkeit und Frischwasserverbrauch erwiesen sich die Pellets in der Umweltbilanz als ökologisch sinnvollste Variante. Aktuell werden im Bioeconomy Science Center weitere Nutzungsmöglichkeiten von Sida untersucht, beispielsweise für Isoliermaterialien, in der Papierindustrie oder als Rohstofflieferant für Plattformchemikalien.

# DIE CORONA-KRISE BEWÄLTIGEN



**Die COVID-19-Pandemie stellt die Gesellschaft vor außerordentliche Herausforderungen. Wissenschaftler:innen des Forschungszentrums Jülich tragen wie viele andere Forschende in der Helmholtz-Gemeinschaft und weltweit mit Ihrer Expertise zur Bewältigung der Krise bei.**



## PROGNOSEMODELLE ZUM INFEKTIONSGESCHEHEN

### Tagesaktuelle Vorhersagen des R-Werts

Wie schnell breitet sich COVID-19 in Deutschland aus? Das Jülicher Institut für Bio- und Geowissenschaften liefert dazu auf der Website [rtlive.de](https://rtlive.de) tägliche Vorhersagen des R-Werts für die Bundesländer. Dieser Wert gibt an, wie viele Menschen eine infizierte Person in einer bestimmten Zeiteinheit im Mittel mit dem Virus ansteckt. Er muss unter 1 liegen, damit die Ausbreitung eingedämmt wird. In Jülich laufen auch die Corona-Infektions-Daten der wichtigsten europäischen Länder zusammen und werden hier ausgewertet. Diese Vorhersagen sind unter [rtlive.de/global.html](https://rtlive.de/global.html) zugänglich.

### Landkreisbezogene Vorhersagen der Neuinfektionen

Wie viele Neuinfektionen mit dem Coronavirus gibt es? Datenspezialist:innen des Forschungszentrums Jülich stellen gemeinsam mit Neuroinformatiker:innen der Universität Osnabrück täglich aktuelle Modellergebnisse bereit. Daten des Robert Koch-Instituts werden mit einem wahrscheinlichkeitsgewichteten neuen Osnabrücker Modell auf Höchst-

leistungsrechnern des Jülich Supercomputing Centre statistisch analysiert. Die tagesaktuellen Schätzungen der gemeldeten Neuinfektionen und eine Fünf-Tages-Vorhersage sind für jeden deutschen Landkreis abrufbar unter [covid19-bayesian.fz-juelich.de](https://covid19-bayesian.fz-juelich.de)

### Simulationen zu Kontaktbeschränkungen

Was nützt es, wenn Menschen ihre Kontakte reduzieren? Berechnungen des Forschungszentrums Jülich und des Frankfurt Institute for Advanced Studies (FIAS) zeigen: Viel bringt viel. Angelehnt an die Situation in Deutschland im Herbst 2020, gingen die Forschenden von einer Phase mit milden, allgemein umgesetzten Kontaktbeschränkungen aus, nach der schärfere Kontaktbeschränkungen verordnet werden. Die Simulationen ergaben: Wenn 90 Prozent der Bevölkerung ihre Kontakte um 75 Prozent verringern, könnte die Inzidenz innerhalb von fünf Wochen von 150 auf unter 50 sinken. Das Auftreten neuer Virusmutationen ist dabei noch nicht eingerechnet. Ein Webtool zu solchen Modellierungen findet sich unter [cosimo.fz-juelich.de](https://cosimo.fz-juelich.de)



## GERUCHS- UND GESCHMACKSSTÖRUNGEN BEI COVID-19

Woran merkt man, dass es Covid-19 sein könnte? Eine Infektion mit dem Coronavirus SARS-CoV-2 kann den Geruchs- und Geschmacksinn beeinträchtigen bis hin zum vollständigen Verlust. Das bestätigte 2020 eine weltweite Online-Umfrage des „Globalen Konsortiums für Chemosensorische Forschung“ (GCCR), zu dessen Lenkungsgruppe die Psychologin Dr. Kathrin Ohla gehört. Sie leitete bis 2021 eine Arbeitsgruppe am Jülicher Institut für Neurowissenschaften und Medizin. Erste Ergebnisse der nicht repräsentativen Online-Umfrage wurden in der Fachzeitschrift „Chemical Senses“ veröffentlicht. Demnach ging das Riechvermögen der an Covid-19 erkrankten Teilnehmenden auf der Skala zwischen 0 und 100 im Mittel um rund 80 Punkte zurück. Ein neu entwickelter Riech-Check ([riech-check.de](http://riech-check.de)) könnte künftig als Frühwarnsystem dienen.



Dr. Kathrin Ohla



## OPTIMALE IMPFSTOFF-VERPACKUNG

Wie lässt sich ein mRNA-Impfstoff besonders gut in menschliche Zellen befördern? BioNTech, das Mainzer Biotechnologie-Unternehmen, das mit dem US-Pharmakonzern Pfizer den ersten in der EU zugelassenen Covid-19-Impfstoff entwickelte, arbeitet bei der Beantwortung dieser Frage mit dem Jülich Centre for Neutron Science (JCNS) zusammen. mRNA wird meist in Nanopartikel verpackt in die Zellen eingeschleust. Hier dient sie als Blaupause für die Herstellung bestimmter Virusmoleküle, die dann das Immunsystem für die Abwehr der Viren trainie-

ren. Mithilfe von Kleinwinkel-Neutronenstreuexperimenten am Heinz Maier-Leibnitz Zentrum in Garching wurden verschiedene Ansätze für die Verpackung und Auslieferung von mRNA untersucht. Dabei zeigte sich, dass es auf die richtige Kombination von Materialien für den Aufbau der Nanopartikel ankommt. Am besten schleusen Nanopartikel, die sowohl Lipide als auch Polymere enthalten, ihre Fracht in die Zellen, berichten die Forschenden 2020 im Fachjournal „Cells“.



## SUCHE NACH WIRKSTOFFEN GEGEN DAS CORONAVIRUS

Wie könnte man verhindern, dass das Coronavirus SARS-CoV-2 in menschliche Zellen eindringt und sich dort vermehrt?

### Einlass und Vermehrung blockieren

Viren gelangen über spezifische Rezeptor-Proteine, an die sie andocken (Schlüssel-Schloss-Prinzip), in die Zelle. Wenn man ihnen diesen Einlass verwehrt, indem man quasi den Schlüssel von SARS-CoV-2 verklebt oder verbiegt, so dass er nicht mehr ins Schloss passt, könnte das die Infektion hemmen. Forschende am Jülicher Institut für Biologische Informationsprozesse (IBI-7) entwickeln Moleküle, die spezifisch an den Schlüssel vom Coronavirus SARS-CoV-2 binden und ihn unbrauchbar machen. In einem anderen Projekt wird nach Molekülen gesucht, die ein Viren-Enzym hemmen, die sogenannte Hauptprotease, die für die Vermehrung des

Virus von grundlegender Bedeutung ist. Hierzu wurde zusätzlich auch ein Computer-basiertes Screening am Jülich Supercomputing Centre durchgeführt. Mehr als eine Million Substanzen – darunter Arzneiwirkstoffe, Naturstoffe und organische Moleküle – wurden untersucht und einige vielversprechende Kandidaten identifiziert, berichtet ein Team um die Chemikerin Birgit Strodel im Fachjournal „Bioorganic Chemistry“.

### Fahndung mit geballter Rechenpower

Wie sich genauer vorhersagen lässt, welche Moleküle die Hauptprotease von SARS-CoV-2 hemmen, beschreibt ein Forscherteam um Prof. Giulia Rossetti vom Jülicher Institute for Advanced Simulation in der Fachzeitschrift „ACS Pharmacology and Translational Science“. Beteiligt waren Forschende des europäischen Gemeinschaftsprojekts EXSCALATE4-CORONAVIRUS (E4C), des Human Brain Project und anderer europäischer Forschungseinrichtungen. Sie nutzen die Rechenpower der größten Supercomputerzentren Europas, darunter auch des Jülich Supercomputing Centre. Ein Problem: Die Gestalt des Enzyms ist äußerst flexibel. Die Wissenschaftler:innen berechneten, welche zahlreichen Formationen das aktive Zentrum einnehmen kann und wie Moleküle aussehen müssten, um es zu blocken. Mit diesen Kenntnissen fanden sie bereits zwei passende Hemmstoffe.



**Birgit Strodel**



Prof. Astrid Kiendler-Scharr



## CORONA UND LUFTQUALITÄT

### Mehr Solarstrom durch Lockdown

Klare Luft führt zu Ertragssteigerungen bei der Photovoltaik. Diesen Nebeneffekt des Corona-Lockdowns beschreiben Wissenschaftler:innen des Helmholtz-Instituts Erlangen-Nürnberg für Erneuerbare Energien, des MIT und des Solarunternehmens Cleantech in der Fachzeitschrift „Joule“. In der indischen Metropole Delhi – die zu den weltweit am stärksten unter Luftverschmutzung leidenden Städten gehört – führte der Rückgang der Feinstaubbelastung dazu, dass mehr Sonnenlicht zu Photovoltaikanlagen durchdrang und diese mehr Strom produzierten. Ihr Ertrag lag im späten März 2020 um 8,3 Prozent über den Werten der vergangenen drei Jahre.

### Effekte des Lockdowns im Rheinland

Wie wirken sich Pandemie-bedingte Einschränkungen, etwa im Verkehr und in der Industrieproduktion, auf die Luftqualität im Rheinland aus? Das untersucht die Klimaforscherin Prof. Astrid Kiendler-Scharr vom Jülicher Institut für Energie- und Klimaforschung: Troposphäre mit einer Messkampagne, die im Mai 2020 startete. Mit einem Zeppelin NT wurden bei mehreren Flügen Spurengase und Feinstaub gemessen.

# INSTITUTE UND INSTITUTSBEREICHE

---

## 1 Ernst Ruska-Centrum für Mikroskopie und Spektroskopie mit Elektronen

- Physik Nanoskaliger Systeme
- Materialwissenschaft und Werkstofftechnik
- Strukturbiologie
- Koordination und technische Infrastruktur

---

## 2 Institute for Advanced Simulation

- Jülich Supercomputing Centre
- Quanten-Theorie der Materialien
- Theorie der Weichen Materie und Biophysik
- Theoretische Nanoelektronik
- Theorie der starken Wechselwirkung
- Computational Biomedicine
- Theoretical Neuroscience
- Zivile Sicherheitsforschung
- Datenanalytik und Maschinelles Lernen
- Materials Data Science and Informatics

---

## 3 Institut für Bio- und Geowissenschaften

- Biotechnologie
- Pflanzenwissenschaften
- Agrosphäre
- Bioinformatik

---

## 4 Institut für Biologische Informationsprozesse

- Molekular- und Zellphysiologie
- Mechanobiologie
- Bioelektronik

- Biomakromolekulare Systeme und Prozesse
- Theoretische Physik der Lebenden Materie
- Zelluläre Strukturbiologie
- Strukturbiochemie
- Neutronenstreuung und biologische Materie
- Technische und Administrative Infrastruktur

---

## 5 Institut für Energie- und Klimaforschung

- Werkstoffsynthese und Herstellungsverfahren
- Werkstoffstruktur und -eigenschaften
- Techno-ökonomische Systemanalyse
- Plasmaphysik
- Photovoltaik
- Nuclear Waste Management and Reactor Safety
- Stratosphäre
- Troposphäre
- Grundlagen der Elektrochemie
- Energiesystemtechnik
- Systemforschung und Technologische Entwicklung
- Helmholtz-Institut Erlangen-Nürnberg für Erneuerbare Energien
- Helmholtz-Institut Münster
- Theorie und computergestützte Modellierung von Materialien in der Energietechnik
- Elektrochemische Verfahrenstechnik

---

**6 Institut für Kernphysik**

- Experimentelle Hadronenstruktur
- Experimentelle Hadronendynamik
- Theorie der starken Wechselwirkung
- Kernphysikalische Großgeräte

---

**7 Institut für Neurowissenschaften und Medizin**

- Strukturelle und funktionelle Organisation des Gehirns
- Molekulare Organisation des Gehirns
- Kognitive Neurowissenschaften
- Physik der Medizinischen Bildgebung
- Nuklearchemie
- Computational and Systems Neuroscience
- Gehirn und Verhalten
- Ethik in den Neurowissenschaften
- Computational Biomedicine
- JARA-Institut Brain structure-function relationships
- JARA-Institut Molecular neuroscience and neuroimaging

---

**8 Jülich Centre for Neutron Science**

- Neutronenstreuung und biologische Materie
- Quantenmaterialien und kollektive Phänomene
- Neutronenanalytik für die Energieforschung
- Neutronenmethoden
- Technische und administrative Infrastruktur

---

**9 Peter Grünberg Institut**

- Quanten-Theorie der Materialien
- Theoretische Nanoelektronik
- Quantum Nanoscience
- Quantenmaterialien und kollektive Phänomene
- Mikrostrukturforschung
- Elektronische Eigenschaften
- Elektronische Materialien
- Quantum Control
- Halbleiter-Nanoelektronik
- JARA-Institute Energy-efficient information technology
- JARA-Institut für Quanteninformation
- Technische und administrative Infrastruktur
- Quantum Computing Analytics
- Functional Quantum Systems
- Neuromorphic Compute Nodes
- Neuromorphic Software Eco System

---

**10 Zentralinstitut für Engineering, Elektronik und Analytik**

- Engineering und Technologie
- Systeme der Elektronik
- Analytik

# MIT FORSCHUNG DEN WANDEL GESTALTEN

Das Rheinische Revier ist eine Region im Umbruch – weg von der klimaschädlichen Braunkohlenutzung, hin zu nachhaltigen Wertschöpfungsketten. Der Strukturwandel ist eine der zentralen gesellschaftlichen Herausforderungen nicht nur für die rheinische Braunkohleregion, sondern für ganz Nordrhein-Westfalen. Das Forschungszentrum Jülich gestaltet diesen Prozess aktiv mit. Mit wissenschaftlicher Exzellenz trägt es dazu bei, Innovationen und Produkte zu entwickeln,

neue Kooperationspartner in die Region zu ziehen, hochwertige Arbeitsplätze zu erhalten und neue zu schaffen. Das Rheinische Revier soll damit zu einem Vorbild für neues Wirtschaften werden. Gefördert aus einem Sofortprogramm der Bundesregierung und gemeinsam mit regionalen Partnern aus Unternehmen, Wissenschaft und Zivilgesellschaft werden Vorhaben in der Informationstechnologie, der Energietechnik und der Bioökonomie entwickelt und umgesetzt.

## Wandel gestalten

### NEUROTEC – ZWISCHENZIELE ERREICHT

Im Projekt „Neuro-inspirierte Technologien der Künstlichen Intelligenz für die Elektronik der Zukunft“ (NEUROTEC) geht es darum, Computer energieeffizienter zu machen. Insbesondere Künstliche Intelligenz verbraucht für das maschinelle Lernen sehr viel Energie, weit mehr als unser Gehirn. Vom Gehirn inspirierte – neuromorphe – Computerhardware soll den Energiebedarf senken.

2020 wurden viele Zwischenziele erreicht: So entstand eine Anlage zur

Herstellung von sogenannten Memristoren, die Schlüsselkomponenten der neuartigen Hardware sind. Computersimulationen lieferten Modelle für das Verhalten der memristiven Elemente. Diese können jetzt für das Schaltungsdesign verwendet werden. Eine erste solche Schaltung wurde als Produktionsauftrag an die Industrie gegeben. Damit gewinnt das Rheinische Revier als Standort für neuromorphe Technologien weiter an Kontur.

## BIOÖKONOMIEREVIER – NEUE STUDIE ZEIGT POTENZIALE

Der Aufbau regionaler Bioökonomien ist eine Schlüsselvoraussetzung für die Transformation zum biobasierten Wirtschaften (siehe S. 20 „Zukunftsfeld Bioökonomie“). So wurde es im November 2020 beim dritten „Global Bioeconomy Summit“ formuliert. Entwickelt wurde das Konzept in der Modellregion BioökonomieREVIER Rheinland.

Welche Bedeutung die Land- und Ernährungswirtschaft für die Bioökonomie im Rheinischen Revier hat, untersuchte die Prognos AG im Auftrag der

Jülicher Koordinierungsstelle BioökonomieREVIER. Die Studie ergab unter anderem: Jeder Arbeitsplatz in der Land- und Ernährungswirtschaft sorgt für 0,6 weitere Arbeitsplätze. Das Biomassepotenzial – vom Biomüll über Stroh bis Rübenschnitzel – beträgt pro Jahr ca. 1,17 Millionen Tonnen. Im Zusammenspiel mit der exzellenten Forschungsinfrastruktur der Region könnte dies – etwa mit Bioraffinerieverfahren – wichtige Beiträge zu nachhaltigen Wertschöpfungs-systemen leisten.

**Der Strukturwandel wird das Rheinische Revier tiefgreifend verändern. Dr. Leonie Göbel und Niklas Hielscher vom Institut für Bio- und Geowissenschaften am Tagebau Hambach.**





**Prof. Rüdiger Eichel vom Institut für Energie- und Klimaforschung ist Koordinator des Kopernikus-Projektes Power-to-X und Leiter des Strukturwandel-Projektes iNEW.**

## **iNEW – MODELLREGION FÜR DIE CO<sub>2</sub>-NUTZUNG**

Das Rheinische Revier soll zur Demonstrationsregion für nachhaltige industrielle Produktionsverfahren werden, die das klimaschädliche Kohlendioxid als Rohstoff nutzen. Wie das gelingen kann, erläuterte Prof. Rüdiger Eichel Bürgermeistern und Landräten der vom Braunkohleausstieg betroffenen Kommunen bei einem Kamingespräch im Februar 2020. Er koordiniert im Forschungszentrum Jülich das Projekt „Inkubator für Nachhaltige Elektrochemische Wertschöpfung“ (iNEW 2.0).

In neuen Stoffwandlungsprozessen könnten aus CO<sub>2</sub> mit nachhaltig erzeugtem Strom Wasserstoff, Basischemikalien und Kraftstoffe produziert werden – für die Energie- und Chemiebranche sowie für Transport und Verkehr. Die offene Informationsplattform iNEW 2.0 bringt im Rahmen des übergeordneten Projekts „Accelerator Nachhaltige Power-to-X-Wertschöpfungsketten“ (ANABEL) Entwickler und Anwender zusammen, damit die neuen Technologien möglichst bald zum Gelingen des Strukturwandels beitragen können.

## MEHR IDEEN FÜR DEN STRUKTURWANDEL

In enger Abstimmung mit Bund und Land erarbeitet das Forschungszentrum derzeit ein Konzept für einen neuen Helmholtz-Cluster: Ziel ist es, das Rheinische Revier zu einer Innovations- und Demonstrationsregion für nachhaltige und infrastrukturkompatible Wasserstoffwirtschaft zu machen. Darüber hinaus könnten modernste Methoden etwa der künstlichen Intelligenz und der kognitiven Datenanalyse regionalen Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft zur Verfügung gestellt werden.

Um Unternehmen dabei zu helfen, neue Technologien zur Entwicklung innovativer Werkstoffe voranzutreiben, ist wiederum die Infrastrukturplattform „ER-C 2.0“ angedacht. Der Aufbau eines Innovationszentrums für angewandte Quantentechnologien könnte Wissenschaft und Unternehmen in diesem Forschungs- und Entwicklungsbereich zusammenbringen. Ein neues Transfer- und Konferenzzentrum könnte zum Ort des Dialogs für alle Akteure des Strukturwandels werden.

**Wie das Treibhausgas Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) mithilfe neuer Technologien zu einem nachhaltigen Rohstoff werden kann, erforschen Lucy Dittrich und ihre Kolleg:innen im Projekt iNEW.**



## FORSCHUNGSINFRASTRUKTUREN

Wissenschaftler:innen stehen am Forschungszentrum Jülich umfangreiche hochspezialisierte Forschungsinfrastrukturen zur Verfügung. Einrichtungen wie die Helmholtz Nano Facility (HNF), das Ernst Ruska-Centrum für Mikroskopie und Spektroskopie mit Elektronen (ER-C) oder das Jülich Centre for Neutron Science (JCNS) ergänzen einander und stehen als Infrastrukturen von Weltklasse auch externen Forschenden zur Verfügung.

In enger Zusammenarbeit mit Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft werden Methoden und Instrumente als Nutzereinrichtungen entwickelt, aufgebaut und betrieben.

ESFRI (European Strategy Forum on Research Infrastructures) identifiziert strategisch und forschungspolitisch bedeutende Forschungsinfrastrukturmaßnahmen für Europa. EBRAINS, die neue digitale Forschungsinfrastruktur des Human Brain Project (HBP), ist in die Roadmap 2021 aufgenommen worden. Jülich koordiniert zudem das ESFRI-Projekt EMPHASIS zur Pflanzenphenotypisierung sowie die bereits implementierten Projekte PRACE zum Verbund europäischer Superrechner und IAGOS zur Erforschung der Erdatmosphäre. Das Ernst Ruska-Centrum 2.0 und der deutsche Beitrag der Europäischen Forschungsinfrastruktur für Aerosol, Wolken und Spurengase (ACTRIS-D) wurden 2019 in die Nationale Roadmap aufgenommen.

## FORSCHUNGSINSTRUMENTE UND -ANLAGEN

### HELMHOLTZ NANO FACILITY (HNF)

Die Helmholtz Nano Facility (HNF) ist eine europaweit einzigartige Forschungsinfrastruktur zur Erforschung, Herstellung und Charakterisierung von Nano- und atomaren Strukturen für die Informationstechnologie. Dazu stellt sie Wissenschaftler:innen Instrumente und Wissen zur Verfügung. Der Schwerpunkt der Arbeit an der HNF liegt im Bereich Quantum Computing, dessen Bauelemente auf den Gesetzen der Quantenmechanik beruhen und Qbits zum Rechnen benutzen.

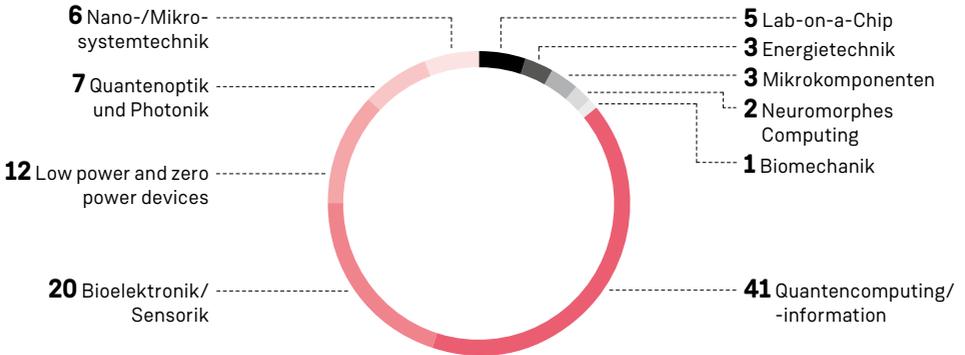
Als State-of-the-Art-Reinraumfacility mit 1.000 m<sup>2</sup> Reinraum der Klassen ISO 1–3 bietet die HNF Ressourcen in Produktion, Synthese, Charakterisierung und Integration von Strukturen, Geräten und Schaltungen.

**1.000**

**Quadratmeter Reinraum  
der Klassen ISO 1–3 bietet die HNF**

### Nutzung nach Forschungsgebiet<sup>1)</sup>

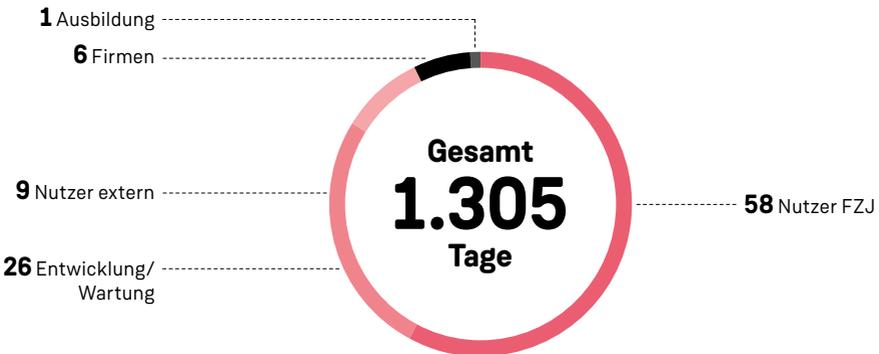
2020, in Prozent



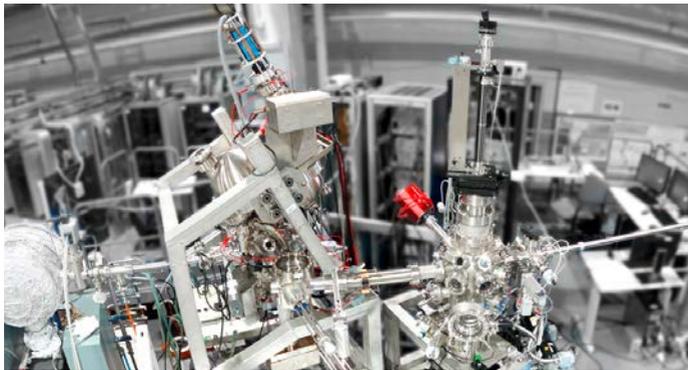
1) **Nano-/Mikrosystemtechnik:** Integration von mechanischen, optischen und elektronischen Bauelementen zu einem System | **Quantenoptik:** Systeme für die Wechselwirkung zwischen Licht und Materie | **Photonik:** optische Verfahren und Technologien für die Übertragung, Speicherung und Verarbeitung von Information | **Low power devices:** elektronische Bauelemente mit einem geringen Energiebedarf für die Verarbeitung oder Speicherung von Information | **Bioelektronik:** Die Verbindung von biologischen und elektronischen Systemen | **Quantencomputing:** Schaltungen, die auf den Gesetzen der Quantenmechanik beruhen | **Biomechanik:** Einfluss von Mechanik auf Zellen | **Mikrokomponenten:** Herstellung von nano- und mikrotechnischen Komponenten | **Energietechnik:** Systeme zur Erzeugung von Energie | **Lab-on-a-Chip:** mikrofluide System zur Analyse

### Vergebene Nutzungszeit<sup>2)</sup>

2020, in Prozent



2) Der Anteil Jülicher Nutzer:innen war 2020 höher als sonst, u. a. weil durch die Corona-Auflagen der Zugang der externen Nutzer:innen eingeschränkt war.



Versuchsaufbau am NanoESCA-Strahlplatz der Synchrotronstrahlungsquelle Elettra in Triest (Italien).

## JÜLICH SYNCHROTRON RADIATION LABORATORY (JSRL)

Die Forschung innerhalb des Jülich Synchrotron Radiation Laboratory (JSRL) reicht von der Grundlagenforschung über die Materialwissenschaft bis hin zur Entwicklung von Gerätetechnik. Das JSRL bietet Photonen in einem breiten Energiebereich, von einigen eV bis zu 10 keV. Das JSRL ergänzt damit die Instrumente, die das JCNS an verschiedenen Neutronenquellen betreibt, und die Elektronenmikroskope des ER-C.

An den Synchrotronquellen DESY (Hamburg), ELETTRA-Synchrotron (Triest, Italien) sowie BESSY (Berlin) betreibt das Peter Grünberg

Institut (PGI) modernste Photoemissions-Spektroskope und Photoemissions-Elektronenmikroskope.

Die Einrichtungen des JSRL bieten eine Plattform für Grundlagenforschung im Bereich der Nanoelektronik, technologische Entwicklungen und innovative Gerätekonzepte. In der anwendungsorientierten Forschung werden Ideen für technologische Innovationen, wie z. B. die Quantenrevolution in der Informationstechnologie, realisiert. Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen Quantenmaterialien (Spintronik) und Energie.

### Nutzer:innen

2020

Instrumentierung	interne Nutzer:innen	externe Nutzer:innen
DESY (Hamburg) <sup>1)</sup>	80 %	20 %
ELETTRA (Triest, Italien) <sup>2)</sup>	33 %	67 %
BESSY (Berlin)	100 %	-

1) Vergabe nach Vorschlagsprinzip, 2) Vergabe über Antrag

## **EUROPEAN INFRASTRUCTURE FOR MULTI-SCALE PLANT PHENOMICS AND SIMULATION FOR FOOD SECURITY IN A CHANGING CLIMATE (EMPHASIS)**

Die European Infrastructure for Multi-Scale Plant Phenomics and Simulation for Food Security in a Changing Climate (EMPHASIS) ist eine gesamteuropäische, verteilte Infrastruktur für Pflanzenphänotypisierung. Hierbei wird das äußere Erscheinungsbild von Pflanzen, der Phänotyp, beispielsweise die Architektur von Wurzeln oder die Anzahl der Blätter, analysiert und vermessen. Der Aufbau der europäischen Infrastruktur wird am Jülicher Institut für Bio- und Geowissenschaften im Rahmen des EU-geförderten Projekts EMPHASIS-PREP koordiniert. EMPHASIS unterstützt Wissenschaftler:innen dabei, Pflanzen in verschiedenen Umgebungen zu untersuchen, um eine effizientere Pflanzenproduktion in einem sich wandelnden Klima zu ermöglichen, eine zukünftige Nahrungsmittelsicherheit zu gewährleisten und eine nachhaltige europäische Agrarwirtschaft anzustoßen. Informationssysteme zur Datenerfassung und eine Plattform mit mathematischen Modellen werden auf europäischer Ebene durch EMPHASIS verknüpft. Wissen und neue Technologien werden geteilt und die wissenschaftliche Ausbildung unterstützt. So erhalten Forschende aus Europa beispielsweise Zugang zu den Einrichtungen des Jülich Plant Phenotyping Centre (JPPC).

EMPHASIS baut auf den EU-Forschungsinfrastrukturprojekten EPPN/EPPN2020 auf und wird das Portfolio an Phänotypisierungsinfrastrukturen erweitern, nationale Infra-

strukturen integrieren und eine nachhaltige und langfristige Nutzung der Infrastrukturen gewährleisten.

**197**

**europaweite Einrichtungen zur Pflanzenphänotypisierung in der EMPHASIS-Datenbank**

**24**

**europäische Länder sind Mitglied der EMPHASIS Support Group.**

**150**

**transnationale Forschungsprojekte in EPPN2020 mit Wissenschaftler:innen aus 34 Ländern**

## JÜLICH SUPERCOMPUTING CENTRE (JSC)

Das Jülich Supercomputing Centre (JSC) stellt Wissenschaftler:innen am Forschungszentrum Jülich, an Universitäten und Forschungseinrichtungen in Deutschland und in Europa sowie der Industrie Rechenkapazität der höchsten Leistungsklasse zur Verfügung und unterstützt sie bei ihren Forschungsvorhaben. Es reagiert dabei kurzfristig auf neue Nutzeranforderungen wie den Einsatz von Cloud-Diensten oder künstlicher Intelligenz (KI), interaktivem Supercomputing oder der Entwicklung von Konzepten und Diensten für eine langjährige Datenkuratation.<sup>1)</sup>

Seit Einführung der Top-500-Liste der schnellsten Supercomputer der Welt stehen

**1.500**

**Nutzerinnen und Nutzer**

**350**

**Projekte**

### Nutzer:innen nach Region

von einem unabhängigen Expertengremium begutachtete Rechenzeitprojekte

Deutschland	1.200
Europa (ohne Deutschland)	220
Länder außerhalb Europas	80

die am JSC betriebenen Systeme stets auf einem der ersten 20 Plätze. Aktuell steht neben dem JURECA-System mit JUWELS das leistungsstärkste System Europas zur Verfügung, das im Jahr 2020 durch ein GPU-basiertes Booster-Modul ergänzt wurde und damit eine Rechenleistung von 85 Milliarden Rechenoperationen pro Sekunde (85 Petaflops<sup>2)</sup>) bereitstellt. (Siehe S. 9 „Superschnell, supersparsam – JUWELS“).

Eine wachsende Rolle beim Betrieb von Hoch- und Höchstleistungsrechnern spielt die Energieeffizienz (Flops pro Watt). Mit dem JUWELS-Booster steht in Jülich das energieeffizienteste System unter den 100 leistungsfähigsten Rechnern der Welt zur Verfügung. Es wird für ein großes Anwendungsspektrum eingesetzt, angefangen von Grundlagenforschung über Klima- und Mate-

1) Aktivitäten, die erforderlich sind, um Forschungsdaten langfristig zu pflegen, sodass sie für die Wiederverwendung und Erhaltung verfügbar bleiben.

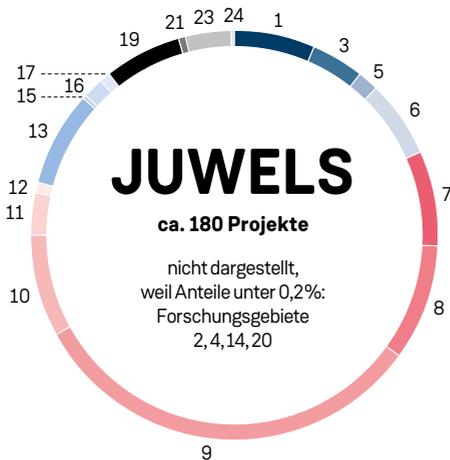
2) Die Rechenleistung von Computersystemen wird in Gleitkommaoperationen pro Sekunde (kurz FLOPS, englisch für Floating Point Operations per Second) angegeben. Dieser Wert gibt an, wie viele Gleitkommazahloperationen (Additionen oder Multiplikationen) von einem System in einer Sekunde ausgeführt werden können.

rialforschung bis hin zu Lebens- und Ingenieurwissenschaften. Darüber hinaus waren 2020 mehr als 1.000 Nutzer:innen in kleineren Kooperationsprojekten mit dem JSC ohne formale Begutachtung auf den HPC-Systemen

tätig. Etwa 10 Prozent der Nutzenden verbrauchen dabei ca. 90 Prozent der Ressourcen, da Jülich als nationales Höchstleistungsrechenzentrum vorrangig Großprojekte unterstützen soll.

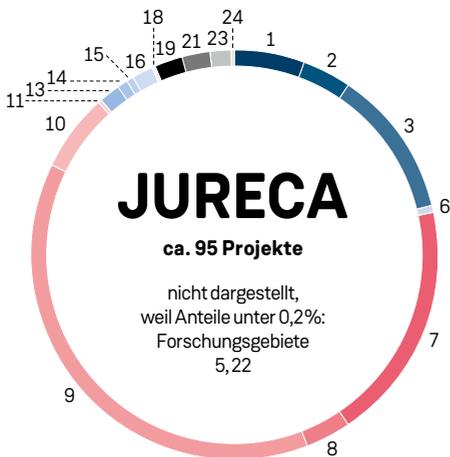
### Nutzung nach Forschungsgebiet

anteilig, Stand November 2020



#### Forschungsgebiete

- 1 Grundlagen der Biologie und Medizin
- 2 Medizin
- 3 Neurowissenschaften
- 4 Agrarwissenschaften (nur bei JUWELS)
- 5 Chemische Festkörper- und Oberflächenforschung
- 6 Physikalische und Theoretische Chemie
- 7 Physik der kondensierten Materie
- 8 Optik, Quantenoptik und Physik der Atome, Moleküle und Plasmen
- 9 Teilchen, Kerne und Felder
- 10 Statistische Physik, Weiche Materie, Biologische Physik, Nichtlineare Dynamik
- 11 Astrophysik und Astronomie
- 12 Mathematik (nur bei JUWELS)
- 13 Atmosphären-, Meeres- und Klimaforschung
- 14 Geophysik und Geodäsie
- 15 Mineralogie, Petrologie und Geochemie
- 16 Wasserforschung
- 17 Mechanik und Konstruktiver Maschinenbau (nur bei JUWELS)
- 18 Verfahrenstechnik, Technische Chemie (nur bei JURECA)
- 19 Strömungsmechanik, Technische Thermodynamik und Thermische Energietechnik
- 20 Werkstofftechnik (nur bei JUWELS)
- 21 Materialwissenschaft
- 22 Elektrotechnik und Informationstechnik (nur bei JURECA)
- 23 Informatik
- 24 Bauwesen und Architektur





**Kleinwinkelstreuanlage KWS-1 des Forschungszentrums Jülich am Heinz Maier-Leibnitz Zentrum in Garching (links im Bild)**

## JÜLICH CENTRE FOR NEUTRON SCIENCE (JCNS)

Das Jülich Centre for Neutron Science (JCNS) betreibt Neutronenstreuungsinstrumente an Spitzenquellen in Deutschland, Europa und weltweit und bietet diese einer großen Nutzergemeinschaft an. Neutronen dienen als

mikroskopische Sonden, um Forschung zu weicher und kondensierter Materie, Biowissenschaften und Energiematerialien durchzuführen. Neutronenforschung leistet wichtige Beiträge, um die großen gesellschaftlichen Herausforderungen zu bewältigen, etwa mit der Erforschung moderner Hochleistungsmaterialien für die Energiespeicher oder in der Umweltanalytik.

### Experimentdauer im Maier-Leibnitz-Zentrum, Garching

2020 in Tagen

1-3 Tage	54 %
4-7 Tage	35 %
8-15 Tage	11 %

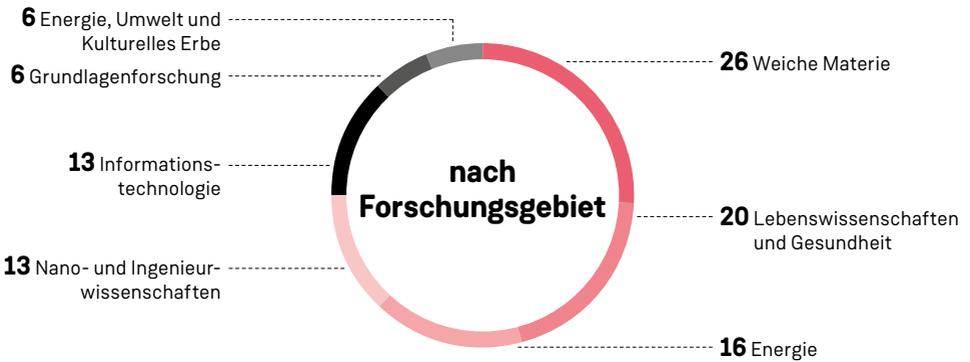
Das JCNS entwirft, baut und installiert mit seinen Partnern neue Instrumente an Neutronenquellen, beispielsweise für die Europäische Spallationsneutronenquelle ESS in Lund, Schweden, oder für eine zukünftige hochbrillante beschleunigergetriebene Neu-

tronenquelle (HBS). Hier wurde 2020 mit der Veröffentlichung des „Conceptual Design Reports“, in dem der Aufbau und die Funktionsweise einer solchen Anlage beschrieben ist, ein wichtiger Meilenstein erreicht. 2020 star-

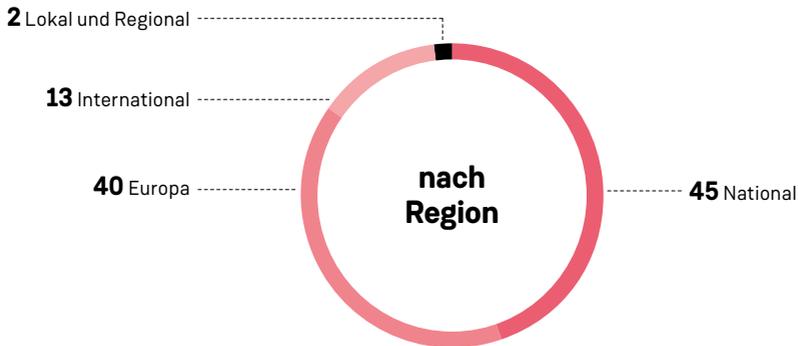
tete außerdem das Helmholtz-Projekt „AI for Neutron and X-ray scattering“. Ziel ist es, Methoden und Algorithmen der künstlichen Intelligenz für Experimente mit Neutronen und deren Auswertung anzuwenden.

**Nutzung der Neutronenquelle des Maier-Leibnitz Zentrums, Garching**

2020, in Prozent<sup>1)</sup>



2020, in Prozent<sup>2)</sup>



1) Wegen der COVID-19-Pandemie war der Reaktor am MLZ 2020 nur von Mitte Januar bis Mitte März 2020 in Betrieb.

2) Verteilung der vor Ort anwesenden Nutzer:innen

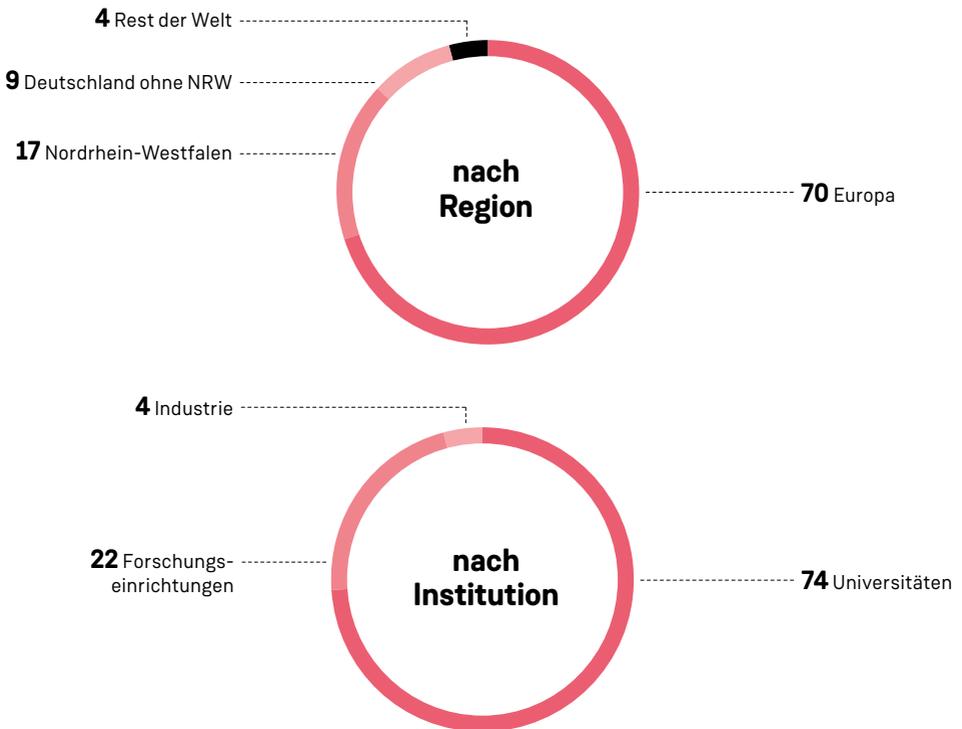
## ERNST RUSKA-CENTRUM (ER-C)

Das Ernst Ruska-Centrum für Mikroskopie und Spektroskopie mit Elektronen (ER-C) ist die nationale Forschungsinfrastruktur für höchstauflösende Elektronenmikroskopie. Es wird vom Forschungszentrum Jülich und der RWTH Aachen gemeinsam betrieben. Mit den vom ER-C bereitgestellten und weiterentwi-

ckelten elektronenoptischen Instrumenten können Strukturen auf atomarer und molekularer Ebene untersucht und beschrieben werden. Mit PICO steht dafür im ER-C eines von weltweit nur zwei Elektronenmikroskopen zur Verfügung, die neben der sphärischen Aberration noch einen weiteren Linsenfehler korri-

### Externe Nutzer:innen

2020, in Prozent



gieren, die chromatische Aberration. Die daraus gewonnen Erkenntnisse helfen unter anderem, innovative Werkstoffe zu entwickeln.

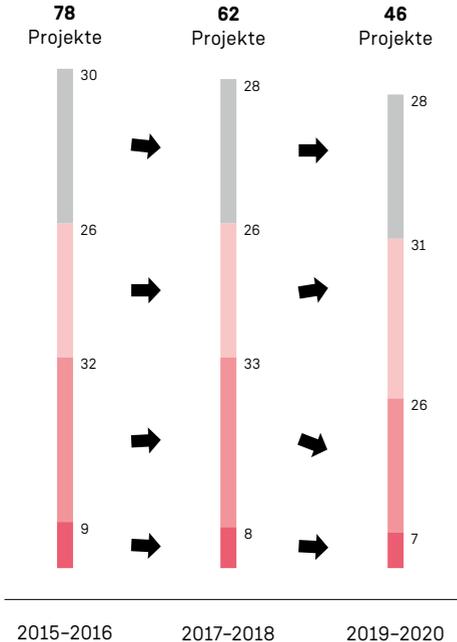
Das ER-C schafft damit Anreize für Unternehmen, die sich mit neuartigen Werkstoffen und Technologien beschäftigen, sich im Rheinischen Revier anzusiedeln und zur Entwicklung einer Kompetenzregion für innovative Werkstofftechnologien und letztlich zum Gelingen des Strukturwandels beizutragen.



Das Elektronenmikroskop PICO kann Atomabstände und -verschiebungen auf einen Pikometer genau messen.

### Nutzung nach Forschungsgebiet

2020, in Prozent



#### Energieforschung

- Katalytische Nanopartikel
- Brennstoffzellen und Batterien
- Gastrennmembranen
- Photovoltaik-Materialien
- Thermoelektrische Materialien

#### Grundlegende Festkörperforschung

- Komplexe und neuartige Materialien
- Heterogene Grenzflächen
- Gitterbaufehler

#### Informationstechnologie

- Ferroelektrische Materialien
- Magnetische Nanopartikel
- Halbleiternanostrukturen

#### Grundlagen der Elektronenoptik

- Neuartige Messtechniken und Analyseverfahren

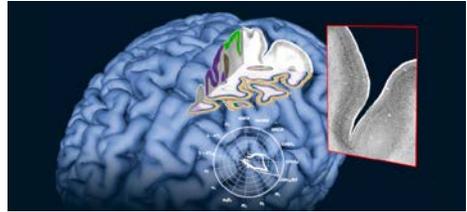
## EBRAINS

EBRAINS ist eine neue digitale Forschungsinfrastruktur, die im Rahmen des EU-finanzierten Human Brain Project (HBP) geschaffen wurde. Ziel ist, die Hirnforschung zu fördern sowie die Umsetzung der wissenschaftlichen Erkenntnisse auf diesem Gebiet in vom Gehirn inspirierten Innovationen in Computing, Medizin und Industrie. Dafür arbeitet die multidisziplinär ausgerichtete Neurowissenschaft eng mit den Entwicklern modernster Informationstechnologien zusammen und nutzt leistungsstarke Computer, um das stetig wachsende Wissen über das Gehirn

### EBRAINS in Zahlen

Stand Februar 2021

- Mehr als **500** Wissenschaftler:innen an über **130** europäischen Partnerinstitutionen aus **19** Ländern sind an der Entwicklung von EBRAINS beteiligt.
- EBRAINS enthält mehr als **1.000** Datensätze, **90** Modelle und **150** Analyseprogramme von **1.110** Wissenschaftler:innen.
- Die EBRAINS „Medical Informatics Platform“ ist in **30** europäischen Kliniken installiert. Sie bietet datenschutzkonformen Zugriff auf **20.000** Datensätze von Patient:innen mit z. B. Demenz, Epilepsie oder traumatischen Verletzungen.
- **412** Institutionen in Europa und weltweit nutzen EBRAINS.



**Der digitale Gehirnatlas verknüpft das Wissen der Hirnforschung, etwa Informationen über die Lokalisation von Hirnarealen, Rezeptordichten und Zellverteilungen.**

aus verschiedenen Forschungsbereichen zusammenzufügen. Mit EBRAINS baut das HBP die Drehscheibe für diese Zusammenarbeit in Europa auf.

Als erste Forschungsinfrastruktur dieser Art weltweit bietet EBRAINS über ein Webportal Zugriff auf die bisher umfassendste Datenbasis zum menschlichen Gehirn sowie auf leistungsstarke digitale Werkzeuge, etwa für Simulation oder KI-basierte Analysemethoden. Die vom Jülich Supercomputing Centre koordinierten „EBRAINS Computing Services“ bilden die rechenstarke Grundlage von EBRAINS und ermöglichen es, Plattformen und Lösungen der verschiedenen EBRAINS-Dienste in komplexe Arbeitsabläufe zu integrieren. Auch der vom Jülicher Institut für Neurowissenschaften und Medizin erstellte extrem hochauflösende 3-D-Atlas des menschlichen Gehirns (siehe S. 11 „Google Earth‘ des Gehirns“), speziell für Neurowissenschaftler:innen entwickelte Supercomputing-Verfahren und vom Gehirn inspirierte „neuromorphe“ Computer gehören zu den Angeboten.

## **WEITERE FORSCHUNGSINSTRUMENTE UND -ANLAGEN**

### **ESS-Kompetenzzentrum**

koordiniert die Jülicher Beiträge zur europäischen Spallationsquelle ESS, (der weltweit stärksten Neutronenquelle)

### **Imaging Core Facility (ICF)**

bündelt die bildgebenden Verfahren der Neurowissenschaften und der Medizin

### **Jülich Centre for Structural Biology (JuStruct)**

verbindet Infrastruktur und Expertise zu atomar auflösenden strukturb biologischen Methoden

### **Kühlersynchrotron COSY**

Teilchenbeschleuniger und Speicherring (zur Erzeugung von Protonen- und Deuteronen-Strahlen)

### **SAPHIR und SAPHIR-PLUS**

zur Untersuchung von Prozessen in der Atmosphäre

### **Biomolekulares NMR-Zentrum**

mit Ultra-Hochfeld-Spektroskopie für die Strukturblogie

### **Membranzentrum**

zur Entwicklung von Membransystemen für neue energieeffiziente Technologien

### **Helmholtz Energy Materials Characterization Platform (HEMCP)**

für die Materialforschung im Bereich Energietechnologien

### **ENVRI-FAIR**

macht Daten aus der gesamten europäischen Erdsystemforschung über die European Open Science Cloud (EOSC) weltweit frei zugänglich

### **Helmholtz Quantum Center (HQC)**

Technologielabor zum Forschungsspektrum Quantencomputing von Quantenmaterialien bis Quantencomputersystemen (siehe S. 83 „Ein Zentrum für die Quantenforschung“)



**Die Jülicher Atmosphärenkammer SAPHIR**

Fehlt der Phosphor, kann kein Gewächs gedeihen. Im Projekt InnoSoilPhos testet Nina Siebers, in welcher Form Phosphor zu den Pflanzen kommen könnte, etwa in Form von Dünger aus verkohlten Tierknochen. Die ehemalige Helmholtz-Nachwuchswissenschaftlerin arbeitet am Institut für Bio- und Geowissenschaften.





# MENSCHEN

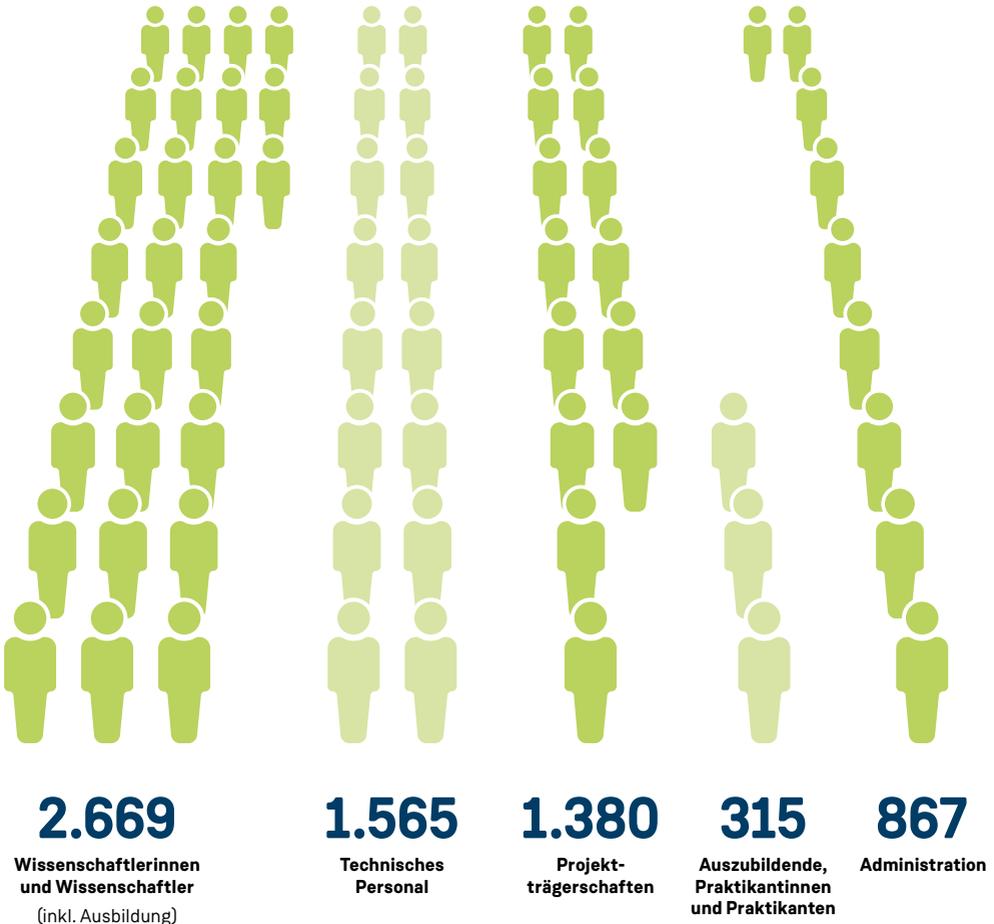
Seite  
50 – 69

**Wir wollen junge Menschen für die Wissenschaft begeistern und bestmöglich fördern. Sie sind die Entdecker:innen, Ideengeber:innen und Gestalter:innen der Gesellschaft von morgen. Unser Ziel ist es, im internationalen Wettbewerb die besten Köpfe zu gewinnen. Offen, verantwortungsbewusst und mit Weitblick ist unser Campus ein guter Ort für den inspirierenden Austausch zwischen Menschen aus der ganzen Welt. Vielfalt ermöglicht Fortschritt, Kreativität und eröffnet neue Perspektiven.**

# MENSCHEN IN JÜLICH AUF EINEN BLICK

## 6.796

Mitarbeiterinnen und  
Mitarbeiter



PERSONAL NACH NATIONALITÄT



FRAUENANTEIL

in Prozent, FTE (Full-time equivalent)



1.022

Schülerinnen und Schüler besuchten 2020 bis zum Lockdown Mitte März das Schülerlabor



850

Doktoranden mit Arbeitsvertrag und Vergütung



312

Postdocs

95

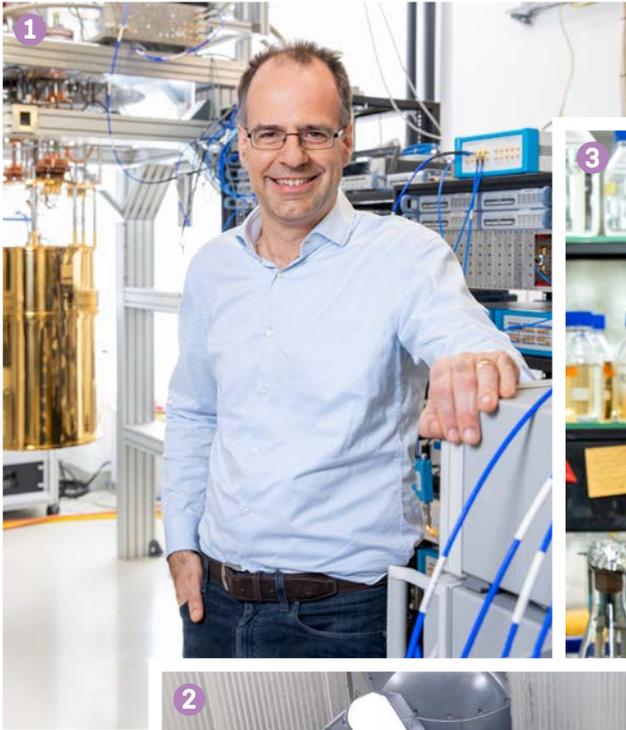
Ausbildungsplätze (Neueinstellungen)



in bis zu 23 verschiedenen Berufen

Stand 31.12.2020

# WIR LIEBEN FORSCHUNG



5



6



4



### Wir gestalten den Wandel

1 Prof. Frank Wilhelm-Mauch, Peter Grünberg Institut: Bau des ersten frei programmierbaren europäischen Quantencomputers 2 Dr. Yannick Beßler, Zentralinstitut für Engineering, Elektronik und Analytik: Hochpräzisionsfräsen für komplexe Bauteile 3 Prof. Julia Frunzke, Institut für Bio- und Geowissenschaften: biotechnologische Herstellung medizinischer Wirkstoffe 4 Dr. Annika Wiese-Klinkenberg, Institut für Bio- und Geowissenschaften: Rohstoffgewinnung in der Pflanzenforschung 5 Dr. Thomas Pütz, Institut für Bio- und Geowissenschaften: Mit Lysimetern die Auswirkungen des Klimawandels im Boden untersuchen 6 Dr. Scarlett Stadler, Jülich Supercomputing Centre: Entscheidungsbäume als Technik für Maschinelles Lernen

## JUELICH\_HORIZONS: DEN NACHWUCHS FÖRDERN

Wir wollen junge Menschen für die Wissenschaft begeistern. Sie sind die Entdecker, Ideengeber und Innovationstreiber der Gesellschaft von morgen. Eine Gesellschaft, die sich schon heute im Wandel befindet und für die wir forschen. Unser Ziel ist es, in allen Bildungs-, Ausbildungs- und Karrierestufen Exzellenz zu fördern und im internationalen

Wettbewerb die besten Köpfe zu gewinnen. Von Veranstaltungen des Schülerlabors über zukunftsweisende Ausbildungsberufe und Duale Studiengänge bis zur Karriereförderung für junge Führungskräfte bieten wir unter dem Dach „juelich\_horizons“ vielfältige Chancen für junge Talente.

## INTERESSE WECKEN BEI KINDERN UND JUGENDLICHEN

Das Schülerlabor JuLab hat 2020 mit neu konzipierten Online-Angeboten flexibel auf die Corona-Situation reagiert. Dazu gehörten:

- **Mission Gehirn DIGITAL** Das Modul sollte Schülerinnen und Schülern einen Eindruck



**Das JuLab orientiert sich an den Zielen der globalen Nachhaltigkeitsagenda**

- von der Komplexität des menschlichen Gehirns vermitteln und ihnen einen Einblick in Methoden sowie in den aktuellen Stand und die Relevanz der Hirnforschung geben. Durch ein Laborvideo plus Live-Chat mit Forschenden und mit interaktiven Elementen aus dem Bereich Neuropsychologie wurden die Teilnehmenden aktiv eingebunden.
- **Helmholtz-Schülerkongress DIGITAL** Diese interaktive Online-Veranstaltungsreihe zu den Schwerpunkten „Bioökonomie, Nachhaltigkeit und Strukturwandel“ wurde an drei Terminen für Oberstufenschülerinnen und -schüler angeboten. Sie spannte einen Bogen von der Bioökonomieforschung über Nachhaltigkeit im Alltag bis hin zu Gestaltungsmöglichkeiten im Strukturwandel. Auch Ausbildungs- und Studienmöglichkeiten in diesem Bereich wurden vorgestellt.

Vor dem Hintergrund der Entwicklungen im Rheinischen Revier werden die JuLab-Angebote noch stärker mit den Themen „Struktur-

Die Jülicher Algenforscherin Diana Reinecke-Levi erläutert den Schüler:innen, wie man mit einfachen Mitteln aus dem Baumarkt eine Abwasser-Reinigungsanlage mit Algen bauen kann.



wandel“ und „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ (BNE) verknüpft mit Projekten wie:

- **JuPilot** Mit dem Teilprojekt JuPilot ist das JuLab Teil des Jülicher Reallabor-Projekts „Living Lab Energy Campus“ (LLEC). So wurde 2020 ein Windrad neben dem JuLab-Gebäude aufgebaut. Es soll erlebbar machen, wie Windenergie in ein modernes Energiesystem integriert werden kann.

- **Projektkurs Bioökonomie** Seit September 2020 bearbeiten Schülerinnen und Schüler von drei Schulen aus der Region ein Jahr lang eigene bioökonomische Forschungsprojekte. Unterstützt werden sie dabei vom JuLab sowie vom Institut für Bio- und Geowissenschaften. Ziel ist es, Jugendliche für Fragestellungen zu sensibilisieren, die der Strukturwandel in der Region mit sich bringt.

## BERUFLICHE ORIENTIERUNG UND PRAKTIKA

Das Forschungszentrum bietet vielfältige Möglichkeiten der Berufsorientierung. In 2020 wurden 55 Schüler:innen im Rahmen des Schülerpflichtpraktikums aufgenommen und 77 Studierende im Rahmen von Pflichtprakti-

ka und freiwilligen studienbegleitenden Praktika betreut. Bedingt durch die Covid-19-Pandemie waren dies deutlich weniger Praktika, als üblicherweise im Forschungszentrum angeboten werden.



**Lars Osiewacz wurde als bundesweit bester Mathematisch-technischer Softwareentwickler (MATSE) ausgezeichnet.**

## BERUFSAUSBILDUNG UND DUALES STUDIUM

Das Forschungszentrum übernimmt als größter Ausbildungsbetrieb der Region in der Berufsausbildung besondere gesellschaftliche Verantwortung. Es bietet jedes Jahr bis zu 115 Ausbildungsplätze in 23 verschiedenen Berufen an. Mehr als 5.000 junge Menschen haben hier eine qualifizierte Berufsausbildung erhalten. Viele von ihnen sind bis heute im Forschungszentrum beschäftigt.

Im Jahr 2020 machten 85 Auszubildende ihren Abschluss. 61 von ihnen (72 Prozent) absolvierten die Prüfung mit „gut“ oder „sehr gut“. Über einen besonderen Erfolg konnten sich die Azubis des Forschungszentrums freuen, die im Herbst 2020 mit dem ersten und dritten Helmholtz-Ausbildungspreis ausgezeichnet wurden.

Etwa ein Drittel der Auszubildenden kombiniert die praktische Berufsausbildung am Forschungszentrum mit einem von acht dualen

Studiengängen, die zum Bachelorabschluss führen. Einer von ihnen ist Lars Osiewacz, der 2020 als bundesweit bester Mathematisch-technischer Softwareentwickler (MATSE) Studium und Ausbildung beendete.

### Ausbildungsplätze

Neueinstellungen 2020

Beruf	Gesamt	davon mit Studium
Laborantenberufe	26	5
Elektroberufe	13	-
Metallbearbeitende Berufe	11	-
Kaufmännische Berufe	11	-
Math.-techn. Softwareentwickler	27	27
Sonstige	7	-
<b>Summe</b>	<b>95</b>	<b>32</b>

## STUDIUM UND PROMOTION

Jedes Jahr kommen Studierende aus aller Welt nach Jülich, um schon früh Erfahrungen in einem forschungsintensiven Umfeld zu sammeln. Die Mobilität junger Forschender fördert deren persönliche und wissenschaftliche Entwicklung, treibt den Ideentransfer an und intensiviert die internationalen Kooperationen des Forschungszentrums.

Im März 2020 wurde die Finanzierung der „Palestinian-German Science Bridge“ (PGSB) durch das BMBF bis 2024 verlängert. 2020 waren im Rahmen der PGSB drei Masterstudierende, 28 Doktorand:innen und eine Postdoktorandin in Jülich.

Im Rahmen der „Georgian-German Science Bridge“ (GGSB) wurden zwei Masterstipendien an Studierende aus Georgien vergeben. 30 georgische Studierende nahmen im November 2020 an einer virtuellen Veranstaltung des Forschungszentrums zu „Health as a Global Challenge: Contributions by GGSB and its SMART|Labs“ teil.

Das Stipendienprogramm des „China Scholarship Council“ (CSC) förderte 17 Doktorand:innen.

## JUDOCs – JÜLICH CENTER FOR DOCTORAL RESEARCHERS AND SUPERVISORS

Eine zentrumsweite strukturierte Doktorandenförderung ergänzt die fachspezifischen Angebote in den Instituten beziehungsweise Graduiertenkollegs und -schulen, wie z. B. HITEC (Helmholtz Interdisciplinary Doctoral Training in Energy and Climate Research) oder HDS-LEE (Helmholtz School for Data Science in Life, Earth and Energy). So erfahren internationale Promovierende in der Veranstaltung „Just Landed“ mehr über das deutsche Wissenschaftssystem. Alle Jülicher Doktorand:innen durchlaufen ein fachübergreifendes „Transferable Skills“-Programm. Die pandemiebedingte Umstellung auf Online-Formate erwies sich insofern als vorteilhaft, als diese auch Promovierende an anderen Standorten



**Vera D. Jäger, Juri Romazanov und Yulia Arinicheva (v.l.) wurden 2020 für ihre herausragenden Dissertationen und Leistungen in der Postdoktorandenphase mit dem Exzellenzpreis des Forschungszentrums Jülich ausgezeichnet.**

1.137

**Doktorand:innen arbeiteten 2020  
im Forschungszentrum Jülich,  
davon rund**

35

**Prozent Frauen**

44

**Prozent aus dem Ausland**

erreichten. 2020 wurde zudem ein Beratungsangebot für Promovierende und Betreuende in Konfliktsituationen im Zusammenhang mit einer Promotion etabliert.

2020 arbeiteten im Verlauf des Jahres 1.137<sup>1)</sup> betreute Doktorand:innen im Forschungszentrum Jülich, davon rund 35 Prozent Frauen und rund 44 Prozent aus dem Ausland. Betreut wurden sie durch die Institute, die Doktorväter oder -mütter und die wissenschaftlichen Betreuer:innen in Jülich – insgesamt rund 460 Personen. Zum Stichtag 31.12.2020 gab es in Jülich 312 Postdocs, darunter 94 Frauen. Rund 45 Prozent aller Postdocs stammten aus dem Ausland.

1) Diese Zahl schließt auch Doktorand:innen ein, die keinen Vertrag mit dem Forschungszentrum haben, sondern beispielsweise über Stipendien finanziert werden.

## FÖRDERUNG FÜR NACHWUCHSWISSENSCHAFTLER:INNEN

Das Career Center des Forschungszentrums bot 2020 alle Beratungen und Veranstaltungen für Promovierende und Postdocs als Online-Format an. Zu den Karrierepfaden in Wissenschaft, Wissenschaftsmanagement, Industrie und (Aus-)Gründungen fanden insgesamt 27 Seminare und Workshops statt. Aktiv gefördert wurde auch die Vernetzung mit anderen Nachwuchswissenschaftler:innen. Mehr als 700 Teilnahmen zeigten, wie groß das Interesse an diesem Service ist. Hinzu kamen 86 individuelle Beratungen. Die Helmholtz-Gemeinschaft hat das Career Center 2020 in einem umfangreichen Prozess positiv begutachtet.

## NACHWUCHSGRUPPEN

Hervorragende Startbedingungen für eine wissenschaftliche Führungslaufbahn bietet das Forschungszentrum Jülich exzellenten Postdocs mit der Möglichkeit, eine eigene Nachwuchsgruppe aufzubauen. 2020 wurden drei neue Gruppen am Forschungszentrum Jülich etabliert, insgesamt bestanden 19 Nachwuchsgruppen. Sieben der Leiter:innen hatten eine Juniorprofessur inne, zwei eine W2-Professur und eine eine W3-Professur; vier wurden von der EU durch einen ERC Starting Grant gefördert.

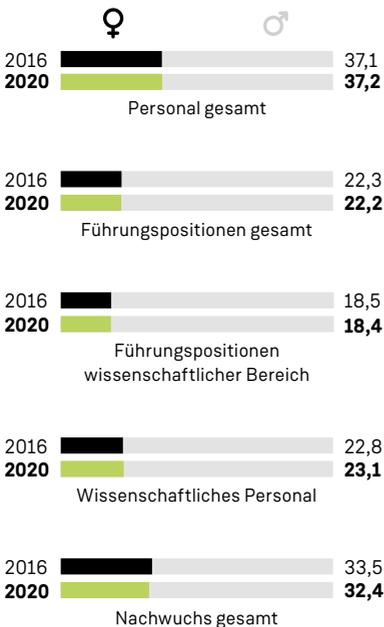
# PERSONAL

Das Forschungszentrum Jülich bietet vielfältige Karrieremöglichkeiten in der Wissenschaft, in der technischen oder administrativen Infrastruktur sowie im Forschungsmanagement. Unsere Mitarbeiter:innen setzen sich dafür ein, dass unsere Forschung höchsten wissenschaftlichen Ansprüchen genügt und Beiträge zur Lösung gesellschaftlicher Fragestellungen leistet. Ihre Motivation, Kreativität und ihr Potenzial ist der Antrieb, um

Forschung für eine Gesellschaft im Wandel zu gestalten. Kollegialität und Diversität ist die Basis dafür, dass wir als multidisziplinäres Forschungszentrum mit internationaler Belegschaft unsere Möglichkeiten ausschöpfen. Neben hervorragenden Forschungsinfrastrukturen bieten wir Unterstützung bei der Vereinbarkeit von Beruf und Familie. Wir wollen echte Chancengleichheit ermöglichen.

## Frauenanteil an den Beschäftigten des Forschungszentrums

in Prozent, FTE (Full-time equivalent)



## Personalübersicht

Stichtag: 31.12.2020

Bereich	Anzahl <sup>1)</sup>
Wissenschaftler:innen und Technisches Personal	4.234
davon Wissenschaftler:innen inkl. wissenschaftlicher Ausbildung	2.669
· davon Doktoranden:innen	850
· davon Forschungsstipendiaten:innen	25
· davon Studentische Hilfskräfte	169
· davon gem. Berufungen mit Hochschulen/ Universitäten <sup>2)</sup>	157
· davon W3-Berufungen	69
· davon W2-Berufungen	79
· davon W1-Berufungen	9
davon Technisches Personal	1.565
Projektträgerschaften	1.380
Administration	867
Auszubildende und Praktikanten:innen	315
Gesamt	6.796

1) gezählt werden nur Mitarbeitende mit Arbeitsvertrag und Vergütung  
2) ohne Mitglieder der Geschäftsführung

# RUFE UND BERUFUNGEN

## RUFE

Jülicher Wissenschaftler:innen haben 2020 folgende Rufe angenommen<sup>1)</sup>:

**Prof. Marcelo Carmo**  
 Institut für Energie- und Klimaforschung  
 ▶ Queen's University in Kingston, Kanada

**Prof. Xiaoyan Du**  
 Institut für Energie- und Klimaforschung  
 ▶ Shandong University, Department of Physics, State Key Laboratory of Crystal Materials, China

**Prof. Christian Pithan**  
 Peter Grünberg Institut  
 ▶ National Pingtung University of Science and Technology, Taiwan, Department of Materials Engineering

**Prof. Dirk Pleiter**  
 Jülich Supercomputing Centre  
 ▶ KTH Royal Institute of Technology in Stockholm, Division of Computational Science and Technology

**Prof. Karsten Müller**  
 Institut für Energie- und Klimaforschung  
 ▶ Universität Rostock, Lehrstuhl für Technische Thermodynamik

**Prof. Andrey Litnovsky**  
 Institut für Energie- und Klimaforschung  
 ▶ Moscow Engineering and Physics Institute (MEPhI)

### FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH

**Prof. Karen Friese**  
 Jülich Centre for Neutron Science/Peter Grünberg Institut  
 ▶ RWTH Aachen, Institut für Kristallographie

**Prof. Martin Bram**  
 Institut für Energie- und Klimaforschung  
 ▶ Ruhr-Universität Bochum

**Prof. Benedikt Sabass**  
 Institut für Biologische Informationsprozesse  
 ▶ Ludwig-Maximilians-Universität München, Institut für Infektionsmedizin und Zoonosen

1) Ohne Rufe an Universitäten, die eine gemeinsame Berufung mit dem Forschungszentrum Jülich zur Folge hatten

## GEMEINSAME BERUFUNGEN MIT HOCHSCHULEN

Bei einer gemeinsamen Berufung haben die Berufenen das Amt einer Professorin/eines Professors an einer Hochschule inne und üben zugleich eine Tätigkeit in der For-

schungszentrum Jülich GmbH aus. 2020 wurden die folgenden Wissenschaftler:innen gemeinsam mit Hochschulen vom Forschungszentrum neu auf eine Professur berufen:

### Neuberufungen 2020

Name	Institut	Universität
<b>Prof. Ira Assent</b>	Institute for Advanced Simulation	Aarhus University
<b>Prof. Andreas Josef Forstner</b>	Institut für Neurowissenschaften und Medizin	Universität Bonn
<b>Prof. Eva Kröner</b>	Institut für Bio- und Geowissenschaften	Universität Bonn
<b>Prof. Samir Lounis</b>	Institute for Advanced Simulation	Universität Duisburg-Essen
<b>Prof. Anna Mechler</b>	Institut für Energie- und Klimaforschung	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
<b>Prof. Matteo Rizzi</b>	Peter Grünberg Institut	Universität zu Köln
<b>Prof. Giulia Rossetti</b>	Institute for Advanced Simulation	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
<b>Prof. Stefan Sandfeld</b>	Institute for Advanced Simulation	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
<b>Prof. Armin Lothar Seyfried</b>	Institute for Advanced Simulation	Bergische Universität Wuppertal
<b>Prof. Frank Wilhelm-Mauch</b>	Peter Grünberg Institut	Universität des Saarlands



**Prof. Valentin Gordeliy untersucht am Institut für Biologische Informationsprozesse biologisch und medizinisch relevante Proteine.**

## **HELMHOLTZ-PROFESSUR FÜR PROF. VALENTIN GORDELIY**

Dem Strukturbiologen Prof. Valentin Gordeliy wurde im Herbst 2020 eine Helmholtz-Professur am Forschungszentrum Jülich verliehen. Er untersucht am Institut für Biologische Informationsprozesse die Strukturen biologisch und medizinisch relevanter Proteine sowie deren Dynamiken und Wechselwirkungen mit anderen Molekülen. So entschlüsselt seine Arbeitsgruppe „Molekulare Biophysik“ die 3-D-Struktur viraler Proteine des Coronavirus. Die Forschenden testen, wie diese Protei-

ne gehemmt werden können, um so die Vermehrung des Virus zu bremsen.

Helmholtz-Professuren sind eine besondere Auszeichnung für Wissenschaftler:innen aus den Helmholtz-Forschungszentren. Sie wird ihnen für ihre außergewöhnliche Bilanz und hohe Produktivität in der bisherigen akademischen Karriere verliehen. Helmholtz-Professuren sind in der Regel auf drei Jahre befristet.

## Anzahl gemeinsamer Berufungen mit Hochschulen

Stichtag: 31.12.2020

Hochschule	Summe Berufungen <sup>1)</sup>	davon Neuberufungen 2020
RWTH Aachen	67	3
FH Aachen	5	–
Universität Bochum	5	–
Universität Bonn	13	2
HHU Düsseldorf	22	–
Universität Duisburg-Essen	6	1
FAU Erlangen-Nürnberg	5	–
Universität zu Köln	17	1
KU Leuven	1	–
UCL Louvain	1	–
JGU Mainz	1	–
WWU Münster	1	–
Universität Frankfurt	1	–
Universität Regensburg	1	–
Universität des Saarlands	1	1
Universität Stuttgart	2	–
Aarhus University	1	1
Universität Wuppertal	7	1
<b>Summe</b>	<b>157</b>	<b>10</b>

1) ohne Mitglieder der Geschäftsführung

# PREISE UND AUSZEICHNUNGEN

## International

Name	Auszeichnung
<b>Prof. Ludger Blum</b> Institut für Energie- und Klimaforschung	Christian-Friedrich-Schönbein-Ehrenmedaille des 14. Europäischen SOFC & SOEC-Forums
<b>Dr. Renato Duarte</b> Institut für Neurowissenschaften und Medizin	„Umbrella Award“ der RWTH Aachen, des Technion – Israel Institute of Technology und des Forschungszentrums Jülich
<b>Dr. Merle Hönig</b> Institut für Neurowissenschaften und Medizin	„Image of the Year Award“ der Society for Nuclear Medicine and Molecular Imaging (SNMMI) und Brain Imaging Council Young Investigator Award 2020 auf der internationalen Konferenz der Society for Nuclear Medicine and Molecular Imaging (SNMMI)
<b>Prof. Wolfgang Marquardt</b> Vorstandsvorsitzender	Aufnahme in die National Academy of Engineering (NAE) der USA
<b>Dr. Gabriel Murphy</b> Institut für Energie- und Klimaforschung	2020 Australian Institute of Nuclear Science and Engineering (AINSE) Gold Medal
<b>Dr. Retha Peach</b> Institut für Energie- und Klimaforschung	Georg Forster-Forschungsstipendium der Alexander von Humboldt-Stiftung
<b>Prof. Ulrich Schurr</b> Institut für Bio- und Geowissenschaften	Mitglied des International Advisory Council for Global Bioeconomy
<b>Prof. Birgit Strodel</b> Institut für Biologische Informationsprozesse	„JCP Editor’s Choice Award 2020“ des Journal of Chemical Physics
<b>Prof. Knut Urban</b> ehemals Institut für Mikrostrukturforschung/ Ernst Ruska-Centrum	Kavli-Preis für Nanowissenschaften
<b>Prof. Martin Winter</b> Institut für Energie- und Klimaforschung Helmholtz-Institut Münster	Alessandro-Volta-Medaille der Electrochemical Society (ECS) und Einheitsbotschafter des Landes Nordrhein-Westfalen

## National

Name	Auszeichnung
<b>Dr. Sabrina Disch</b> ehem. Jülich Centre for Neutron Science	Wolfram-Prandl-Preis 2020 für Nachwuchswissenschaftler:innen
<b>Laura Helleckes</b> Institut für Bio- und Geowissenschaften	Preis des DECHEMA-Zukunftsforums Biotechnologie  Friedrich-Wilhelm-Preis der Friedrich-Wilhelm-Stiftung
<b>Dr. Anne Klosterhalfen</b> Institut für Bio- und Geowissenschaften	Geoverbund ABC/J-Forschungspreis für Nachwuchswissenschaftler:innen, 1. Preis
<b>Prof. Susanne Pfalzner</b> Jülich Supercomputing Centre/ Institut für Energie- und Klimaforschung	Albertus Magnus-Lehrpreis der Universität zu Köln, Fachbereich Physik
<b>Dr. Vanessa Reindl</b> Institut für Neurowissenschaften und Medizin	August-Homburger-Preis 2020
<b>Prof. Michael Saliba</b> Institut für Energie- und Klimaforschung und Institut für Photovoltaik der Universität Stuttgart	Heinz Maier-Leibnitz-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft
<b>Dr. Steffen Schemme</b> Institut für Energie- und Klimaforschung	Energieforschungspreis 2020 des Ministeriums für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie (MWIDE) des Landes NRW für das Thema Wasserstoff
<b>Prof. Dieter Willbold</b> mit Team am Institut für Biologische Informationsprozesse	Innovationspreis der BioRegionen in Deutschland

## Preise in der Helmholtz-Gemeinschaft

Name	Auszeichnung
<b>Dr. Yulia Arinicheva</b> Institut für Energie- und Klimaforschung	Exzellenzpreis des Forschungszentrums Jülich
<b>Dr. Vera D. Jäger</b> Institut für Molekulare Enzymtechnologie, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf	Exzellenzpreis des Forschungszentrums Jülich
<b>Dr. Juri Romazanov</b> Institut für Energie- und Klimaforschung	Exzellenzpreis des Forschungszentrums Jülich

# PUBLIKATIONEN

## FORSCHUNGSDATEN TRANSPARENT UND ZUGÄNGLICH

Die Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) soll die Datenbestände von Wissenschaft und Forschung systematisch erschließen, nachhaltig sichern und zugänglich machen sowie national und international vernetzen. Bislang werden Forschungsdaten oft so gespeichert, dass sie nicht oder nur schwer von anderen Forschenden überprüft oder nachgenutzt werden können. Dies behindert die wissenschaftliche Arbeit. Die NFDI will das ändern: Sie soll ein Wissensspeicher für die ganze Forschungslandschaft sein. Gefördert wird die NFDI vom Bundesministerium für Bildung und Forschung. Die DFG organisiert die Auswahl der Konsortien und den Begutachtungsprozess.

Die Förderung von **NFDI4Ing** wurde im Juni 2020 bewilligt, einem Konsortium für den Auf- und Ausbau einer Forschungsdaten-

**Dr. Bernhard Mittermaier, Leiter der Zentralbibliothek des Forschungszentrums, setzt sich für die Zugänglichkeit von Forschungsergebnissen in „Open Access“-Publikationen ein.**



infrastruktur für die Ingenieurwissenschaften. Beteiligt sind acht Universitäten und drei Forschungseinrichtungen. NFDI4Ing ist eine von neun Initiativen, die in diesem erstmals ausgeschriebenen Wettbewerb erfolgreich waren. Im Forschungszentrum Jülich werden Teams der Zentralbibliothek und des Instituts für Energie- und Klimaforschung mitarbeiten.

### Jülicher Publikationen

in den vergangenen fünf Jahren

Jahr	Summe	in begutachteten Zeitschriften	davon mit anderen Einrichtungen	Bücher, sonst. Publikationen	Dissertationen, Habilitationen
2016	2.202	1.580	1.290   81,6%	521	101
2017	2.442	1.861	1.499   80,5%	460	121
2018	2.319	1.714	1.351   78,8%	458	147
2019	2.398	1.891	1.443   76,3%	400	107
2020	2.473	1.827	1.391   76,1%	533	113



Der Institutsbereich Bioinformatik des Instituts für Bio- und Geowissenschaften ist an dem NFDI-Konsortium **DataPLANT** beteiligt, das im Oktober 2020 startete. DataPLANT wird eine nachhaltige, nutzerorientierte

Infrastruktur für komplexe Daten aus der Pflanzenforschung bereitstellen. Daten werden gesammelt, überprüft, angepasst und über eingebaute Methoden verständlich sichtbar gemacht. Das Konsortium wird von

**Die zehn Fachzeitschriften, in denen Jülicher Forscher:innen 2020 am häufigsten veröffentlichten**

Zeitschrift	Zahl der Publikationen
Physical Review B	41
Scientific Reports	33
Nature Communications	28
Physical Review Letters	23
Atmospheric Chemistry and Physics	19
Journal of the Electrochemical Society	19
Physical Review Research	19
Journal of Power Sources	15
Advanced Engineering Materials	14
NeuroImage	14

der Universität Freiburg koordiniert und federführend von den Universitäten Tübingen und Kaiserslautern sowie dem Forschungszentrum Jülich bearbeitet.

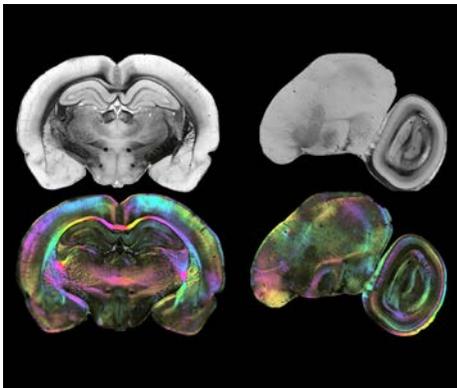
In der zweiten Ausschreibungsrunde 2021 ist das Forschungszentrum an drei weiteren Konsortien beteiligt. **DAPHNE4NFDI** ist eine Initiative der mehr als 5.500 Neutronen- und Photonen-Nutzenden in Deutschland, an der das Jülich Centre for Neutron Science (JCNS) mitwirkt. **PUNCH4NFDI** wird eine neue gemeinsame Science-Plattform für die Bereiche Teil-

chenphysik, Astroteilchenphysik, Astrophysik sowie Hadronen- und Kernphysik entwickeln. Das Jülich Supercomputing Centre (JSC) wird den Zugang zu dem Wissenschaftsportal in verschiedenen Forschungsfeldern maßgeblich unterstützen. **NFDI-MatWerk** wird eine Forschungsdateninfrastruktur entwickeln, mit der Materialdaten aus Experimenten und Simulationen der Materialwissenschaften und Werkstofftechnik nutzbar gemacht werden. Beteiligt sind das Institut für Energie- und Klimaforschung sowie das Institute for Advanced Simulation.

## BAHNBRECHENDE VERÖFFENTLICHUNG

Eine Publikation von Forschenden aus Bochum (RUB), Düsseldorf (HHU), Jülich (FZJ) und Aachen (RWTH) im Fachjournal „Science“ wurde von der Zeitschrift zu den „TOP 10 Breakthroughs in 2020“ gezählt. Aus dem Jülicher Institut für Neurowissenschaften und Medizin waren Prof. Katrin Amunts und Prof.

Markus Axer daran beteiligt. Die Ergebnisse zeigten erstmals verblüffende Ähnlichkeiten in der Organisation der Gehirne von Vögeln und Säugetieren: Der Neocortex der Säugetiere und sensorische Hirnareale von Vögeln sind beide in horizontalen Schichten und vertikalen Säulen vernetzt. 150 Jahre alte Annahmen sind damit widerlegt. Entscheidende Einblicke lieferte eine von Jülicher und Düsseldorfer Wissenschaftler:innen entwickelte Methode, das 3D Polarized Light Imaging. Es kann den Verlauf und die Ausrichtung von Nervenfasern, in denen Signale weitergeleitet werden, für das gesamte Gehirn darstellen.



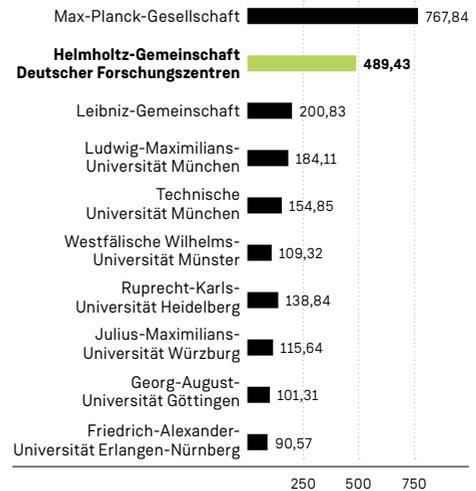
**Nervenfasern in den Gehirnen einer Ratte (links) und einer Taube (rechts), die mittels 3D Polarized Light Imaging (3D-PLI) sichtbar gemacht wurden.**

## JÜLICH VORN IM NATURE INDEX

Das renommierte Fachmagazin „Nature“ stellt alljährlich mit dem „Nature Index“ eine Rangliste der international führenden Forschungsinstitutionen auf. Sie basiert auf der Zahl der Publikationen einer Einrichtung in 82 naturwissenschaftlichen Fachzeitschriften, die von einem unabhängigen Gremium ausgewählt werden. Im „Nature Index 2021“ belegte die Helmholtz-Gemeinschaft, zu der das Forschungszentrum Jülich gehört, nach der Max-Planck-Gesellschaft unter den deutschen Institutionen den 2. Platz und den 6. Platz im internationalen Ranking. Unter allen 18 Helmholtz-Zentren rangiert Jülich mit 363 Publikationen auf dem 3. Platz. Damit behauptet das Forschungszentrum Jülich seine Position als hochkarätiger Standort in der nationalen Forschungslandschaft.

### Die Top 10 in Deutschland

Institutionen mit Share<sup>1)</sup> nach „Nature Index“



1) Anteil der Autorenschaft an jedem Artikel

## JÜLICHER FORSCHENDE VIEL ZITIERT

Sechs Jülicher Wissenschaftler gehören zu den Forschenden, die weltweit am häufigsten zitiert werden: Prof. Simon Eickhoff vom Institut für Neurowissenschaften und Medizin, PD Dr. Martin Schultz vom Jülich Supercomputing Centre, Prof. Björn Usadel vom Institut für Bioinformatik, Dr. Hendrik Poorter vom In-

stitut für Pflanzenwissenschaften, Prof. Michael Saliba vom Institut für Photovoltaik und Prof. Christoph Brabec vom Helmholtz-Institut Erlangen-Nürnberg für Erneuerbare Energien. Sie wurden von der Web of Science Group, die zu Clarivate Analytics gehört, als „Highly Cited Researchers“ gelistet. Das heißt, dass ihre Publikationen im Erscheinungsjahr zu den ein Prozent meistzitierten Arbeiten in ihrem Fachgebiet gehörten. Nur Wissenschaftler:innen, die an mehreren solcher besonders einflussreichen Publikationen beteiligt sind, werden in den Kreis der „Highly Cited Researchers“ aufgenommen.

6

**Jülicher Forschende gehören zu den „Highly Cited Researchers“**

**Qubits speichern die Informationen in Quantencomputern. Manchmal ändern sie jedoch spontan ihren Zustand oder gehen ganz verloren. Zusammen mit Kolleg:innen der RWTH Aachen und der Universitäten Innsbruck und Bologna hat Prof. Markus Müller vom Peter Grünberg Institut ein Korrekturverfahren entwickelt, das fehlerhafte Qubits entdeckt und die in ihnen gespeicherte Information rettet – eine essenzielle Schutzfunktion für große robuste Quantencomputer der Zukunft.**

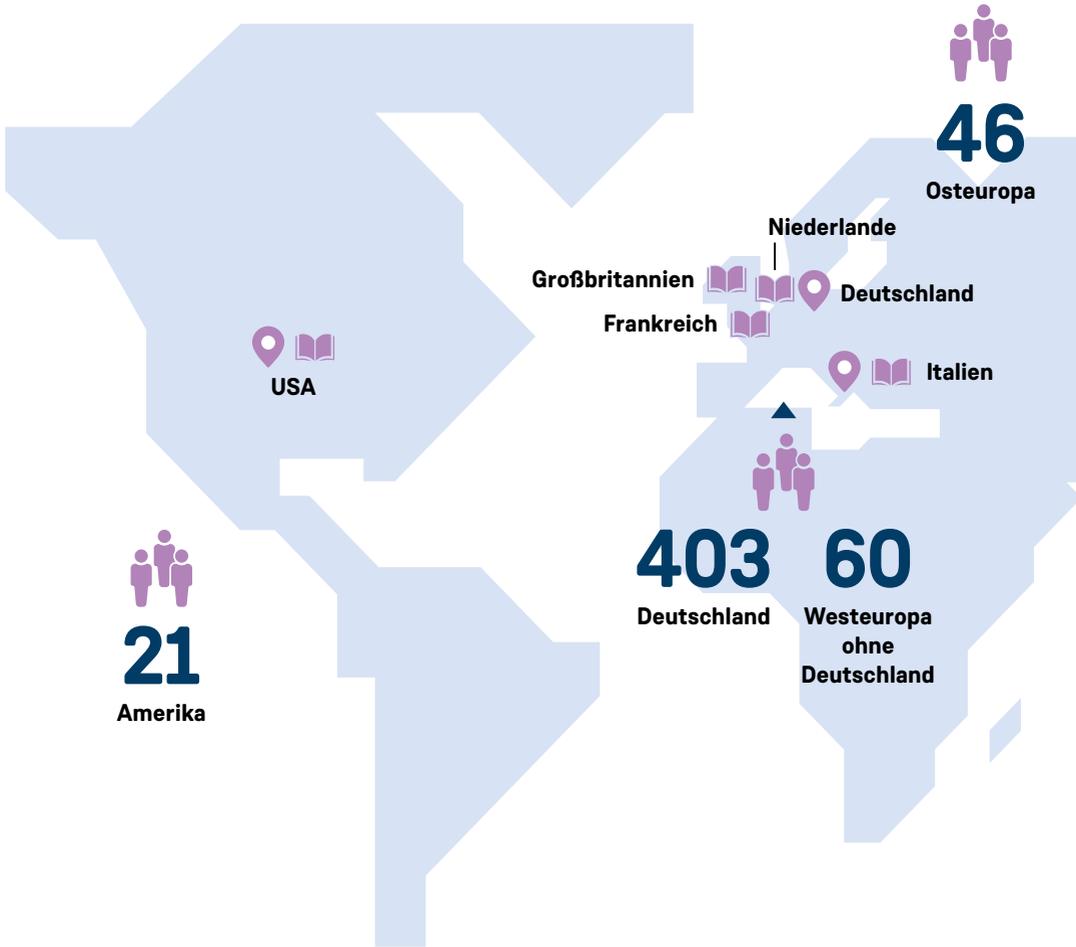


# NE TZW ERK

Seite  
72-91

**Wir wollen, dass unsere Forschung wirkt, und legen viel Wert auf eine enge Zusammenarbeit mit Partnern aus der Industrie. Wir beschreiten neue Wege in Form von strategischen Partnerschaften mit Hochschulen und unterhalten enge Kooperationen mit führenden Forschungseinrichtungen auf der ganzen Welt. Wir sind Mitglied zahlreicher strategischer Partnerschaften sowie europäischer Forschungsinfrastrukturen.**

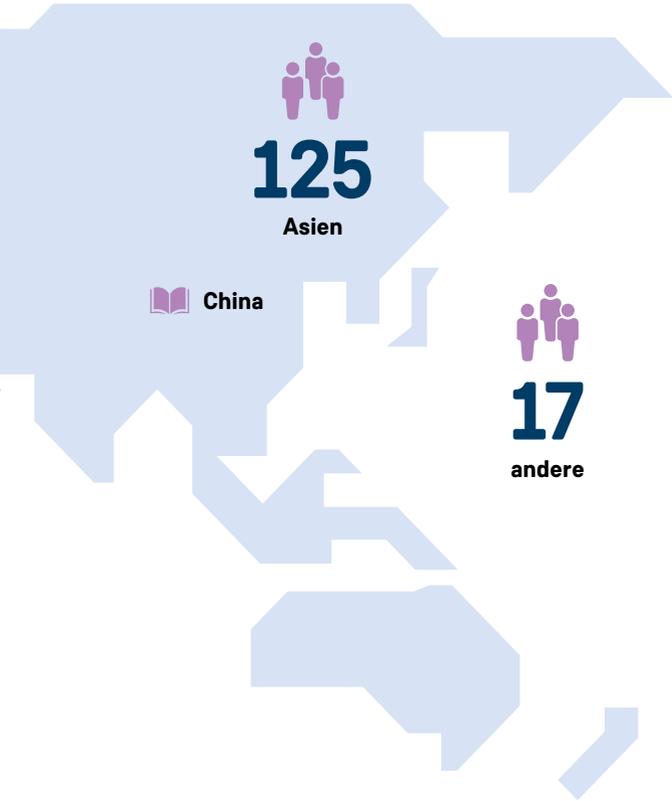
# NETZWERKE AUF EINEN BLICK



Länder, in denen das  
Forschungszentrum Jülich  
Außenstellen betreibt



Länder, mit denen das  
Forschungszentrum Jülich  
am häufigsten publiziert



**125**  
Asien

 China

**17**  
andere



**Gastwissenschaftler:innen**  
(absolut)

## NATIONALE FORSCHUNGSPROJEKTE



**465**

Projektbeteiligungen

**36**

Verbünde  
(von Jülich koordiniert)

---

## EU-PROJEKTE



**162**

Projektbeteiligungen

**32**

Projekte koordiniert  
(von Jülich koordiniert)

# PUBLIKATIONEN MIT INTERNATIONALEN PARTNERN

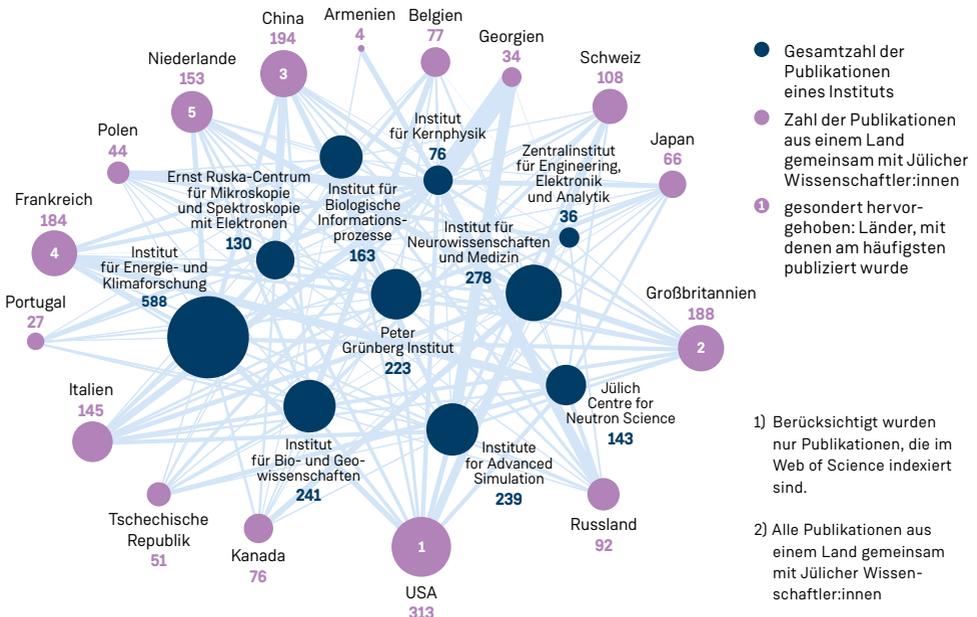
Die internationale Ausrichtung der Jülicher Forschung schlägt sich in zahlreichen gemeinsamen Publikationen mit Forschenden in aller Welt nieder. 2020 gab es 1.810 Veröffentlichungen, davon 1.153 mit internationalen Partnern<sup>1)</sup>, an denen Wissenschaftler:innen aus 95 weiteren Ländern beteiligt waren.

16 Länder hatten einen Anteil von mindestens 3 Prozent an diesen gemeinsamen Publikationen, 23 Länder hatte einen Anteil von mindestens 2 Prozent. Im Durchschnitt wurde jede der gemeinsamen Veröffentlichungen gut 3,8-mal von anderen Forschenden zitiert (Zitationsrate 3,83).

## Internationales Netzwerk der Jülicher Institute

Jülicher Institute publizieren mit einer Vielzahl von Ländern gemeinsam. Bezogen auf die jeweilige Gesamtzahl der Veröffentlichungen besteht mit 16 Ländern einen besonders hohen Anteil gemeinsamer Publikationen. Die Breite der Verbindungslinien zeigt die Stärke der Zusammenarbeit zwischen einem Institut und einem Land relativ zum gesamten Output des Instituts und des Landes<sup>2)</sup>, die „Salton’s Collaboration Strength“. Diese errechnet sich nach der Formel

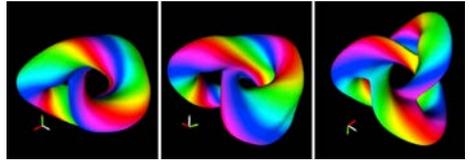
$$\text{Salton's Collaboration Strength} = \frac{\text{Zahl der gemeinsamen Publikationen Institut mit Partnerland}}{\sqrt{\text{Anzahl Publikationen Institut gesamt} \cdot \text{Anzahl Publikationen Partnerland mit Jülich gesamt}}}$$



- 1) Berücksichtigt wurden nur Publikationen, die im Web of Science indiziert sind.
- 2) Alle Publikationen aus einem Land gemeinsam mit Jülicher Wissenschaftler:innen

# KOOPERATIONEN

Das Forschungszentrum Jülich arbeitet mit zahlreichen Partnern im In- und Ausland eng zusammen. 2020 war das Forschungszentrum an 465 national geförderten Forschungsprojekten beteiligt; davon hatten 51 ein Vertragsvolumen von 2 Millionen Euro oder mehr. An 102 Projekten wirkten mehrere Partner mit, 36 Verbünde wurden von Jülich koordiniert.



Im von Jülich koordinierten EU-Projekt „3D Magic“ untersuchen Forschende nanoskalige magnetische Strukturen in 3-D, sogenannte Hopfionen.

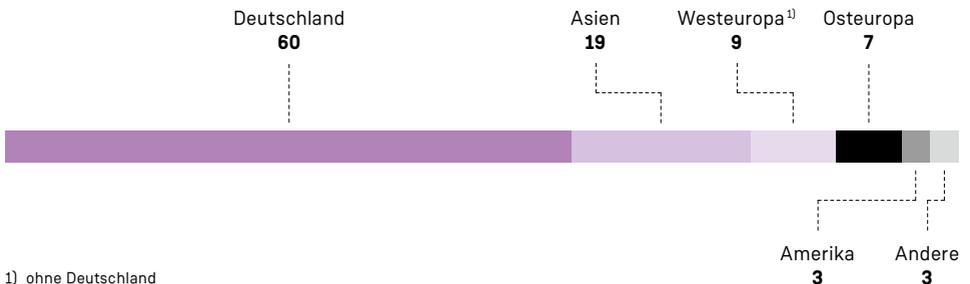
Auf EU-Ebene war das Forschungszentrum 2020 an 162 Projekten aus dem laufenden Rahmenprogramm für Forschung und Innovation Horizon 2020 beteiligt, darunter 40, bei denen das Jülicher Vertragsvolumen mehr als 1 Million Euro betrug. 21 dieser Projekte wurden von Jülich koordiniert, insgesamt koordinierte das Forschungszentrum 32 EU-Projekte.

40

EU-Projekte mit  
Jülicher Vertragsvolumen  
über 1 Million Euro

## Gastwissenschaftler:innen 2020

2020: insgesamt 672 aus 62 Ländern  
(Verteilung in Prozent, gerundet)



1) ohne Deutschland

## EU-geförderte Projekte mit Jülicher Beteiligung 2020

Fördersumme über 1 Million Euro

Akronym	Projekttitel	Vertrags- volumen Jülich (Euro)
<b>EUROfusion</b>	European Consortium for the Development of Fusion Energy	23.167.296
<b>HBP SGA3</b>	Human Brain Project Specific Grant Agreement 3	18.439.806
<b>K PPI4HPC</b>	Public Procurement of Innovative Solutions for High-Performance Computing	8.451.195
<b>HBP SGA2</b>	Human Brain Project Specific Grant Agreement 2	7.101.976
<b>K 3D MAGiC</b>	Three-Dimensional Magnetization Textures: Discovery and Control on the Nanoscale	6.841.603
<b>ICEI</b>	Interactive Computing E-Infrastructure for the Human Brain Project	5.203.968
<b>VirtualBrain Cloud</b>	Personalized Recommendations for Neurodegenerative Disease	3.736.729
<b>K ERA CoBioTech</b>	Cofund on Biotechnologies	3.621.683
<b>K DEEP-EST</b>	DEEP – Extreme Scale Technologies	3.183.961
<b>ACT</b>	Accelerating CCS Technologies as a New Low-Carbon Energy Vector	3.015.036
<b>K EUSMI</b>	European Infrastructure for Spectroscopy, Scattering and Imaging of Soft Matter	2.758.397
<b>K IntelliAQ</b>	Artificial Intelligence for Air Quality	2.498.761
<b>K PRACE-6IP</b>	PRACE 6th Implementation Phase Project	2.076.741
<b>Solar Cofund 2</b>	SOLAR-ERA.NET Cofund 2	2.016.413
<b>K Dynasore</b>	Dynamical Magnetic Excitations with Spin-Orbit Interaction in Realistic Nanostructures	1.994.879
<b>K ENVRI-FAIR</b>	ENVIRONMENTAL RESEARCH INFRASTRUCTURES BUILDING FAIR SERVICES ACCESSIBLE FOR SOCIETY, INNOVATION AND RESEARCH	1.914.475
<b>K SARLEP</b>	Simulation and Understanding of the Atmospheric Radical Budget for Regions with Large Emissions from Plants	1.850.000
<b>K ProPlantStress</b>	Proteolytic Processing in Plant Stress Signal Transduction and Responses to Abiotic Stress and Pathogen Attack	1.804.663
<b>CSP ERANET</b>	Joint Programming Actions to Foster Innovative CSP Solutions	1.783.693
<b>EoCoE-II</b>	Energy Oriented Center of Excellence: Toward Exascale for Energy	1.674.700

Akronym	Projekttitel	Vertrags- volumen Jülich (Euro)
<b>K</b> <b>EMPHASIS-PREP</b>	European Infrastructure for Multi-scale Plant Phenomics and Simulation for Food Security in a Changing Climate	<b>1.647.738</b>
<b>K</b> <b>LightCas</b>	Light-Controlled Synthetic Enzyme Cascades	<b>1.498.125</b>
<b>K</b> <b>QNETs</b>	Open Quantum Neural Networks: From Fundamental Concepts to Implementations with Atoms and Photons	<b>1.486.439</b>
<b>K</b> <b>PRO_PHAGE</b>	Impact and Interaction of Prophage Elements in Bacterial Host Strains of Biotechnological Relevance	<b>1.482.672</b>
<b>K</b> <b>CUSTOM-SENSE</b>	Custom-Made Biosensors – Accelerating the Transition to a Bio-Based Economy	<b>1.482.220</b>
<b>K</b> <b>CM3</b>	Controlled Mechanical Manipulation of Molecules	<b>1.465.944</b>
<b>GEOTHERMICA</b>	GEOTHERMICA – ERA NET Cofund Geothermal	<b>1.463.494</b>
<b>EPPN2020</b>	European Plant Phenotyping Network 2020	<b>1.449.689</b>
<b>SmartGridPlus</b>	ERA-Net Smart Grids Plus: Support Deep Knowledge Sharing between Regional and European Smart Grids Initiatives	<b>1.329.951</b>
<b>EURAD</b>	European Joint Programme on Radioactive Waste Management	<b>1.321.783</b>
<b>EPI SGA1</b>	Specific Grant Agreement 1 of the European Processor Initiative	<b>1.296.750</b>
<b>SOLAR-ERA.NET Cofund</b>	SOLAR-ERA.NET Cofund	<b>1.268.804</b>
<b>OpenSuperQ</b>	An Open Superconducting Quantum Computer	<b>1.196.431</b>
<b>POP2</b>	Performance Optimisation and Productivity 2	<b>1.193.710</b>
<b>K</b> <b>VIRTUALTIMES</b>	Exploring and Modifying the Sense of Time in Virtual Environments	<b>1.161.574</b>
<b>BlueBio</b>	ERA-NET Cofund on Blue Bioeconomy – Unlocking the Potential of Aquatic Bioresources	<b>1.096.938</b>
<b>K</b> <b>srEDM</b>	Search for Electric Dipole Moments Using Storage Rings	<b>1.072.207</b>
<b>TELEGRAM</b>	Toward Efficient Electrochemical Green Ammonia Cycle	<b>1.061.114</b>
<b>K</b> <b>FACCE SURPLUS</b>	Sustainable and Resilient Agriculture for Food and Non-Food Systems	<b>1.049.490</b>
<b>K</b> <b>SusCrop</b>	ERA-NET Cofund on Sustainable Crop Production	<b>1.007.800</b>

**K** Forschungszentrum Jülich als Koordinator



## Beteiligung an EU-Programmen in 2020

im Rahmenprogramm für Forschung und Innovation Horizon 2020

Programm	Anzahl bewilligter Projekte	von Jülich koordiniert	Fördersumme Jülich (Euro)
<b>EMPIR</b>	2	-	131.250
<b>EURATOM</b>	11	-	26.519.524
<b>Excellent Science</b>	75	23	102.037.937
<b>Industrial Leadership</b>	16	1	9.732.189
<b>Joint Technology Platforms</b>	6	-	2.642.545
<b>Societal Challenges</b>	50	8	29.739.421
<b>Spreading Excellence and Widening Participation</b>	2	-	836.758
<b>Horizon 2020 gesamt</b>	<b>162</b>	<b>32</b>	<b>171.639.623</b>



**JUWELS-Super-computer in der Rechnerhalle des Jülich Super-computing Centre**

## Industriekooperationen

Wichtige Kooperationspartner 2020

Unternehmen	Projekt	Projektbeschreibung
Freudenberg FST	HyRunCell	Herstellung von Mitteltemperatur-Polymer-elektrolyt-Brennstoffzellen: Optimierung von im Niedertemperaturbereich bis 90°C bewährten Materialien für Betriebstemperaturen bis zu 130°C, beispielsweise zur Vereinfachung der Kühlung von Brennstoffzellen in Autos. (HI ERN: Material- und Prozessoptimierung für Membran-Elektroden-Einheiten, Analyse der Einzelzellen; Kooperationspartner: Freudenberg FST, Universität Bayreuth, Firma 3M)
Rolls Royce Deutschland Ltd Co & KG	MakTurb – Forschungs- und Entwicklungsarbeiten	Entwicklung neuartiger Einlaufsichten für die Hochdruckturbine moderner Flugtriebwerke. Einlaufsichten minimieren den Dichtungsspalt in Turbinen und können den Wirkungsgrad deutlich erhöhen.

Fortsetzung dieser Tabelle auf Seite 80 >

Fortsetzung von Seite 79 >

Unternehmen	Projekt	Projektbeschreibung
<b>Dataport (NL Billstraße)</b>	<b>Weiterentwicklung von Modellansätzen zur optimierten Simulation von Nährstoffeinträgen in die Oberflächengewässer Schleswig-Holsteins</b>	Ursachenforschung von überhöhten Phosphatkonzentrationen und Modellierung der Phosphatbelastung von Flüssen in Schleswig-Holstein
<b>Rolls-Royce plc</b>	<b>CMAS Burner Rig Testing of EB-PVD TBC Systems – Phasen 2 und 3</b>	Tests zum Korrosionsverhalten von keramischen Schutzschichten im Hochdruckteil von Fluggasturbinen mit auftretenden Ablagerungen von Silikatschlacken
<b>Scienta Scientific AB Omicron GmbH</b>	<b>Manufacturing and delivery of a monochromatized electron source „MES“</b>	Herstellung und Vertrieb eines Messgeräts zur Messung von Schwingungen der ersten Atomlagen eines Materials mit atomar sauberer Oberfläche
<b>Miba Sinter Austria GmbH R&amp;D Miba Sinter Group</b>	<b>Entwicklung eines Foliengießschlickers</b>	Studie zur Herstellung poröser Transportschichten in Elektrolyseuren im Bereich der Wasserzerlegung zur elektrischen Kontaktierung der Membran und Zuführung des Wassers zur Membran
<b>Atos</b>	<b>Gemeinsame Entwicklung eines Booster-Moduls für den Jülicher Supercomputer JUWELS</b>	Booster- und Cluster Modul für JUWELS, basierend auf BullSequana X Infrastruktur, warmwassergekühlt zum niedrigen Energieverbrauch
<b>ParTec</b>		Software-System ParaStation Modulo für Zusammenarbeit von Booster und Cluster-Modulen von JUWELS
<b>NVIDIA</b>		Tensor Core GPU für Booster-Modul von JUWELS; über 3.700 Grafikprozessoren für eine Spitzenleistung von 73 Petaflops
<b>D-WAVE</b>		Quanten-Annealer für JUNIQ, die Jülicher Nutzer-Infrastruktur für Quantencomputing
<b>BioNTech</b>		<b>Erhöhung der Transfektionseffizienz von mRNA-Impfstoffen</b>
<b>AstraZeneca</b>	<b>Beiträge zur Entwicklung von mRNA-Medikamenten</b>	Prüfung der Verbesserung der subkutanen Verabreichung von mRNA mit Lipidnanopartikeln, die entzündungshemmende Komponenten enthalten, mittels Neutronenkontrastvariation

# PATENTE UND LIZENZEN

## PATENTPORTFOLIO

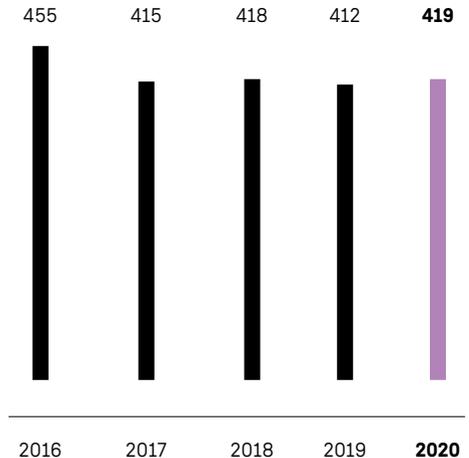
Die Jülicher Forschung bringt Innovationen hervor, von denen Wirtschaft und Gesellschaft profitieren und die in Schutzrechten und Lizenzverträgen münden. Schutzrechte umfassen dabei zum Patent angemeldete Erfindungen sowie darauf erteilte Patente. Eine Erfindung ist patentierbar, wenn sie neuartig ist, auf einer erfinderischen Tätigkeit beruht und gewerblich anwendbar ist.

Das Patentportfolio setzt sich zusammen aus den Patentfamilien und dem Gesamtbestand an Schutzrechten. Eine Patentfamilie besteht dabei aus einem oder mehreren Patenten im In- oder Ausland, die sich auf eine patentierbare Technologie beziehen. Im Gesamtbestand sind auch europäische Patentanmeldungen und internationale Anmeldungen nach dem Patent Cooperation Treaty (PCT) enthalten, die jeweils ein Bündel von einzelnen Schutzrechten umfassen. Der PCT ist ein internationaler Vertrag, der es möglich macht, durch das Einreichen einer einzigen Patentanmeldung für alle Vertragsstaaten des PCT ein Patent zu beantragen.

Eine Lizenz räumt dem Lizenznehmer den Gebrauch eines gewerblichen Schutzrechts oder von Know-how beziehungsweise Software ein. Ein Unternehmen oder eine Forschungseinrichtung kann als Lizenznehmer beispielsweise ein Patent des Forschungszentrums Jülich nutzen.

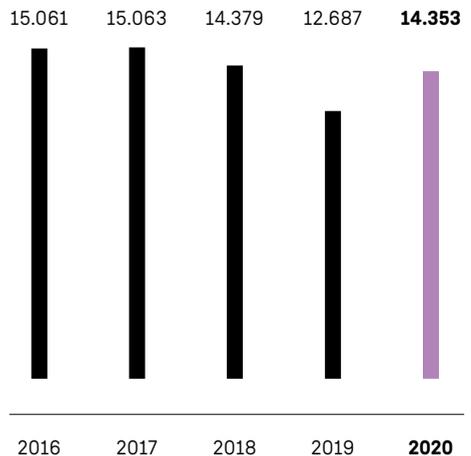
### Patentfamilien

2016-2020



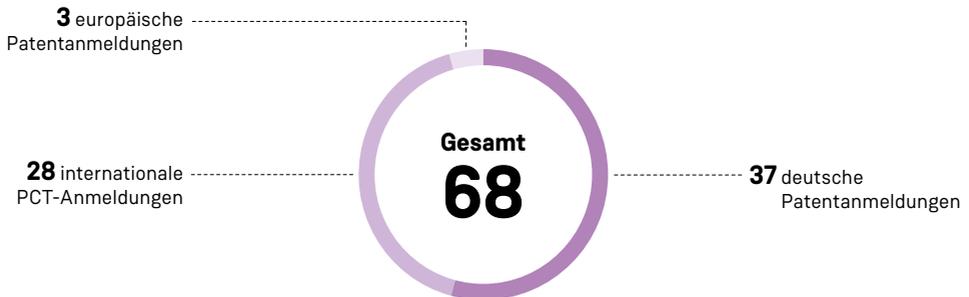
### Gesamtbestand Schutzrechte

2016-2020



## AKTUELLE PATENTAKTIVITÄTEN

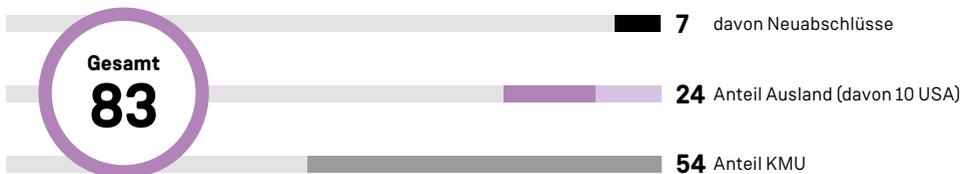
### Neue Patentanmeldungen 2020



### Erteilte Patente 2020



### Gesamtbestand Lizenzen 2020



# JARA – JÜLICH AACHEN RESEARCH ALLIANCE

In der Jülich Aachen Research Alliance (JARA) bündeln die Exzellenzuniversität RWTH Aachen University und das For-

schungszentrum Jülich seit 2007 ihre Kompetenzen. Orientiert an den großen Herausforderungen der Gesellschaft, verwirklichen sie gemeinsame Projekte in den fünf Forschungssektionen Hirnforschung (JARA-BRAIN), Nachhaltige Energie (JARA-ENERGY), Teilchenphysik und Antimaterie (JARA-FAME), Informationstechnologien der Zukunft (JARA-FIT) und Forschung an Weicher Materie (JARA-SOFT) sowie im JARA Center for Simulation and Data Sciences (JARA-CSD). JARA war deutschlandweit eine der ersten Kooperationen einer Hochschule mit einer Forschungseinrichtung; sie trägt zur Weiterentwicklung der deutschen Wissenschaftslandschaft bei, die das Nebeneinander von universitärer und außeruniversitärer Forschung und Lehre überwindet.

## JARA in Zahlen

Stichtag: 31.12.2020

Berufungen	
Gemeinsame Berufungen <sup>1)</sup>	67 <sup>2)</sup>
Veröffentlichungen	2020
von allen an JARA beteiligten Institutionen <sup>2)</sup>	2.633
Gemeinsame Veröffentlichungen	987

1) ohne Mitglieder der Geschäftsführung

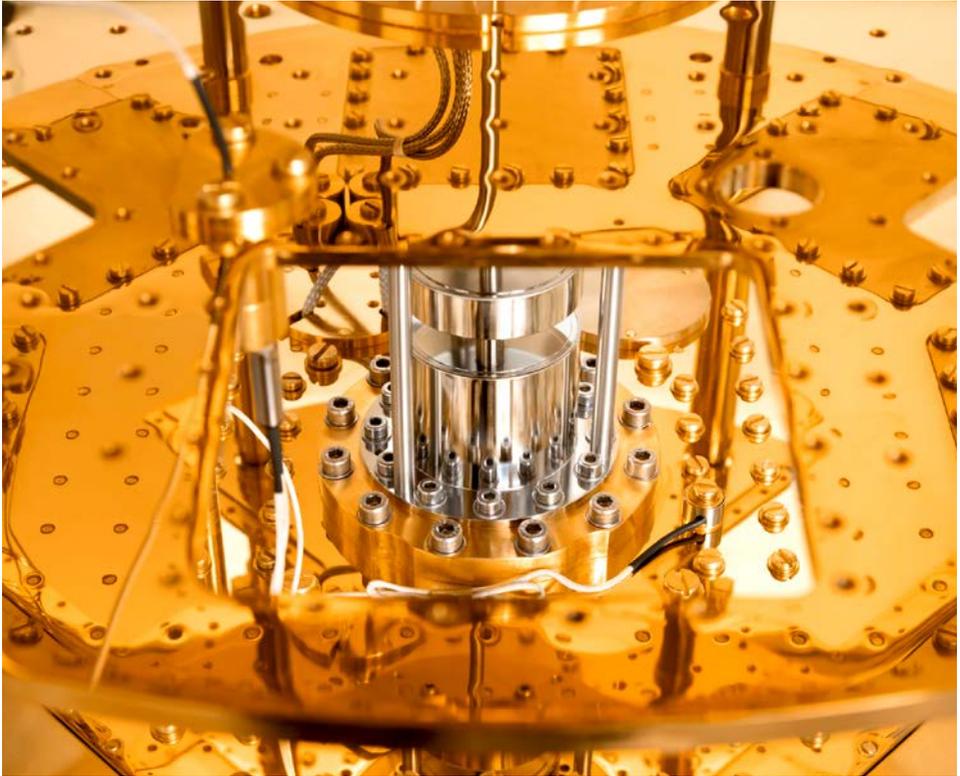
2) referierte Publikationen

## JARA-FIT

### EIN ZENTRUM FÜR DIE QUANTENFORSCHUNG

Das Reich der Quanten hat seine eigene Logik – können Quanten doch gleichzeitig verschiedene Zustände einnehmen. Diese Logik zu verstehen und zu nutzen, bietet enorme Chancen. Quantentechnologie wird unsere Welt verändern – in Wissenschaft, Industrie, Wirtschaft und Alltag. Damit sich die hohen Erwartungen erfüllen, müssen theoretisches Wissen und praktische Kompetenz optimal kombiniert werden. Das ist das Ziel des neuen „Helmholtz Quantum Center“, kurz HQC, das

2020 gestartet ist. Es trägt der gestiegenen Bedeutung der Quantentechnologie Rechnung: von der Erforschung unterschiedlicher Quantenmaterialien über die Erprobung verschiedener Qubit-Konzepte bis hin zum Bau eines europäischen Quantencomputers. Grundlagenforschung, Theorie und Entwicklung sollen in dem Center gebündelt werden. Hierzu werden sechs Forschungsfelder und sieben Technologiecluster miteinander verbunden. Neben weiteren hochkarätigen



**Detailaufnahme des europäischen Quantencomputers OpenSuperQ, der am Jülicher Peter Grünberg Institut aufgebaut wird.**

Wissenschaftler:innen sind aus der Sektion JARA-FIT Prof. Stefan Tautz sowie Prof. David DiVincenzo und Prof. Hendrik Bluhm, Direktoren des Instituts für Quanteninformation, maßgeblich am HQC beteiligt.

Mit etwa 50 Millionen Euro wird das Projekt von der Helmholtz-Gemeinschaft (HGF) finanziert. Es beinhaltet unter anderem den Bau eines neuen Gebäudes mit modernster Versuchsausrüstung auf dem Jülicher Campus. Darin soll auch das JARA-FIT-Institut für

Quanteninformation Platz finden, ebenso die Laboreinrichtung des europäischen „Quantum Flagship“. Den Partnern aus der Region, Deutschland und Europa bietet der Neubau Labor- und Büroräume für Gastwissenschaftler:innen. Planmäßig wird das HQC 2025 in den Vollbetrieb gehen.

Auch einer der Helmholtz International Fellow Awards der Helmholtz-Gemeinschaft wurde 2020 an einen Experten auf dem Gebiet der Quanteninformation vergeben: Preisträger ist

Prof. Andreas Wallraff von der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETH). Auf Empfehlung von JARA-Profil David DiVincenzo, Direktor am Jülicher Peter Grünberg Institut, hatte der Vorstand des Forschungszentrums Andreas Wallraff für den Preis nominiert. Der Preis trägt dazu bei, die bestehende Zusammenarbeit mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in Jülich und innerhalb der HGF auszubauen.



**Quantenforscher  
Prof. Andreas  
Wallraff von der  
Eidgenössischen  
Technischen  
Hochschule  
Zürich**

## JARA-SOFT

# GRADUIERTENKOLLEG FÜR KÜNSTLICHES SEHEN

Wenn das Augenlicht beeinträchtigt ist, sollen neue Operations- und Implantationstechniken – beispielsweise Netzhautimplantate – helfen. Bisher bleibt der Erfolg jedoch oft hinter den Erwartungen zurück. Das neue Graduiertenkolleg „Innovative Schnittstellen zur Retina für optimiertes künstliches Sehen – InnoRetVision“ trägt nun dazu bei, dieses Forschungsfeld weiterzuentwickeln, von der Grundlagenforschung bis zu neuartigen Technologien, die das künstliche Sehen optimieren. Mit Expertinnen und Experten aus den Bereichen Ingenieurwissenschaften, Neurobiologie und Medizin verfolgt es einen interdisziplinären Ansatz in der Forschung und Graduiertenausbildung. So sollen die biomedizinischen Mechanismen der Netzhautdegeneration und deren Konsequenzen auf die Verschaltung im Gehirn genauer analysiert und

neuartige Elektroden und Schaltungssysteme für Implantate entwickelt werden. Ziel ist, das künstliche Sehen erheblich zu verbessern.

Das Kolleg für Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft seit Oktober 2020 für viereinhalb Jahre mit 5,6 Millionen Euro gefördert. Mit Professor Andreas Offenhäuser vom Jülicher Institut für Biologische Informationsprozesse ist auch ein JARA-SOFT-Wissenschaftler beteiligt. Sprecher des Kollegs ist Prof. Peter Walter von der Augenklinik der RWTH Aachen. Neben der RWTH und dem Forschungszentrum Jülich ist die Universität Duisburg-Essen am Graduiertenkolleg beteiligt.



### JARA-SOFT/JARA-BRAIN

## WIE NATRIUMIONEN DEN GLUTAMAT-TRANSPORT IM GEHIRN ANTREIBEN

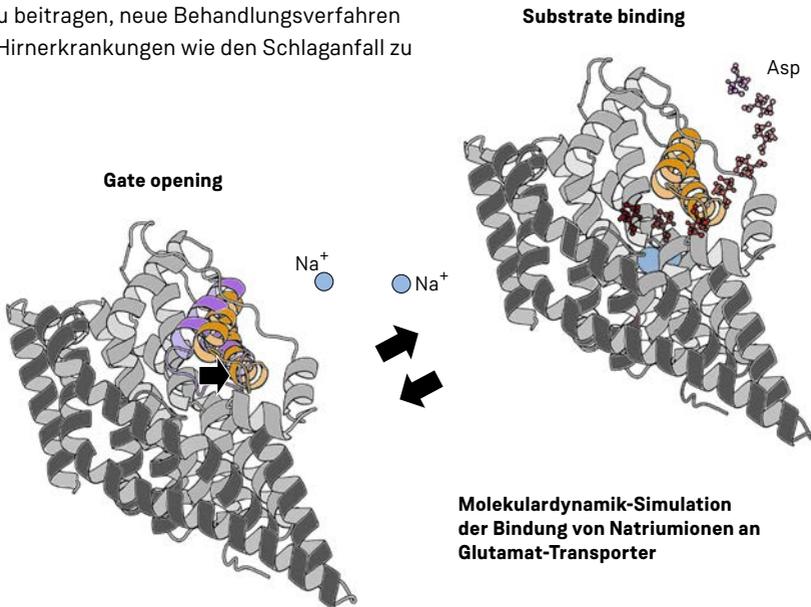
Jülicher Forschende um Prof. Christoph Fahlke – Mitglied in JARA-BRAIN und JARA-SOFT – vom Institut für Biologische Informationsprozesse, Molekular- und Zellphysiologie, haben herausgefunden, wie Natriumionen den Transport von Glutamat im Gehirn antreiben. Der Botenstoff Glutamat ermöglicht es, dass aktivierende Signale von einer Nervenzelle

auf eine andere übertragen werden. Damit die Signalübertragung auch wieder aufhört, muss Glutamat danach schnell aus dem synaptischen Spalt zwischen den Nervenzellen abtransportiert werden. Zuständig dafür sind spezialisierte Proteine in der Zellmembran, die sogenannten Excitatory Amino Acid Transporters, kurz EAATs.

Die Transporter binden Glutamat an der Außenseite der Zelle zusammen mit drei Natriumionen und befördern alles zusammen in das Zellinnere. Dass die Natriumionen-Konzentration außerhalb der Zelle deutlich höher ist als im Inneren, wirkt dabei als treibende Kraft. Mithilfe von Röntgenkristallografie gelang es nun mit bislang unerreichter Genauigkeit, die Struktur eines natriumgebundenen Transporters unmittelbar vor der Bindung des Glutamats aufzuklären. Simulationen auf dem Supercomputer JURECA und weitere Experimente konnten zeigen, wie die Bindung von zwei Natriumionen die nachfolgende Bindung von Glutamat und einem dritten Natriumion ermöglicht. Die Ergebnisse liefern wichtige Einblicke in molekulare Prozesse der Informationsverarbeitung im Gehirn und könnten dazu beitragen, neue Behandlungsverfahren für Hirnerkrankungen wie den Schlaganfall zu

entwickeln, bei denen erhöhte Glutamat-Konzentrationen auftreten. Sie wurden im Fachjournal „Science Advances“ veröffentlicht.

Eine Mutation, die dazu führt, dass ein Glutamattransporter, EAAT1, Glutamat nicht mehr korrekt transportiert, ist Ursache einer seltenen schweren Erkrankung, der episodischen Ataxie (Typ 6). Sie geht mit Bewegungsstörungen, Migräne oder Epilepsie einher. Fahlkes Team konnte klären, wie die Mutation in einem Gen die komplexen neurologischen Symptome verursacht. Die Ergebnisse erschienen im Fachmagazin „Brain Communications“.



# PROJEKTTRÄGER JÜLICH

Als einer der größten Projektträger Deutschlands unterstützt der Projektträger Jülich (PtJ) seine Auftraggeber in Bund und Ländern sowie die Europäische Kommission bei der Realisierung ihrer förderpolitischen Ziele. PtJ setzt Forschungs- und Innovationsförderprogramme um, die auf den gesellschaftspolitischen Bedarf ausgerichtet sind, und integriert dabei nationale und europäische Förderung. Die geförderten Projekte umfassen die gesamte Innovationskette – von der Grundlagenforschung bis zum Markteintritt. Zu den Zielen gehört es, Förderinstrumente weiterzuentwickeln, um den Innovationsprozess zu beschleunigen. Durch eine regionale Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft sollen dabei insbesondere Innovationspotenziale vor Ort genutzt werden.

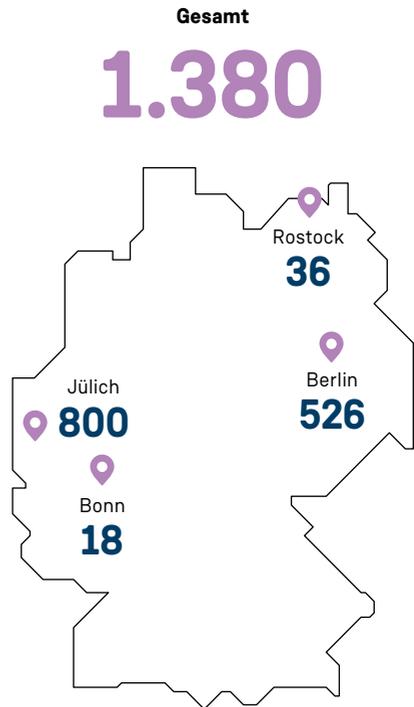
Seit dem Sommer 2020 bündeln die beiden bislang eigenständigen, im Forschungszentrum Jülich ansässigen Projektträger Energie, Technologie, Nachhaltigkeit (ETN) und der Projektträger Jülich (PtJ) ihre Erfahrungen und Kompetenzen unter dem gemeinsamen Dach Projektträger Jülich. Der Projektträger ETN war bislang exklusiv für das Bundesland Nordrhein-Westfalen in der Forschungsförderung tätig. Er bildet zusammen mit dem vormaligen PtJ-Geschäftsbereich „Technologische und regionale Innovationen“ das neue PtJ-Geschäftsfeld „Forschung und Gesellschaft NRW“. Mit diesem Zusammenschluss positionieren sich die Projektträger nun gemeinsam als kompetenter Dienstleister für NRW.

## DER PROJEKTTRÄGER JÜLICH IN ZAHLEN

Das von PtJ betreute Fördervolumen stieg 2020 auf 2,192 Milliarden Euro. Die Anzahl der laufenden Vorhaben erhöhte sich auf 30.350. Davon entfielen 23.307 Vorhaben mit einem Fördervolumen von rund 1,915 Milliarden Euro auf Programme des Bundes. Für die Program-

## Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von PtJ

Verteilung auf die Standorte 2020



me der Bundesländer betreute PtJ insgesamt 7.043 Vorhaben mit einem Fördervolumen von rund 276,90 Millionen Euro.

Hauptauftraggeber von PtJ war mit einem Anteil von 37,7 Prozent des betreuten Fördervolumens das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), gefolgt vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) mit 34,8 Prozent, dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) und dem Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) mit jeweils 6,4 Prozent. 2,1 Prozent entfielen auf sonstige Bundesbehörden. Die Länder hatten 2020 einen Anteil von 12,6 Prozent.

1,03 Milliarden Euro des Fördervolumens entfielen auf das Geschäftsfeld „Nachhaltige Entwicklung und Innovation“, 917,40 Millionen Euro auf das Geschäftsfeld „Energie und Klima“ und



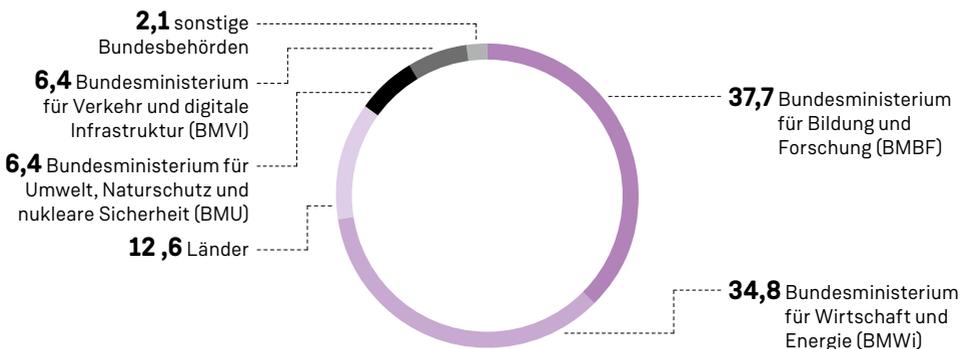
**Mitarbeiter:innen von PtJ im Gespräch: Güllü Arslan, Dr. Klaus Korfhage, Dr. Kambulakwao Chakanga, Ute Diesel und Dr. Heiko Geenen (von l. n. r.).**

240,90 Millionen Euro auf das Geschäftsfeld „Forschung und Gesellschaft NRW“.

Zum 31. Dezember 2020 arbeiteten bei PtJ 1.380 Beschäftigte an den vier Standorten Jülich, Berlin, Rostock und Bonn.

## Herkunft der Fördermittel

2020, in Prozent



# AUSSENSTELLEN

Das Forschungszentrum Jülich betreibt Außenstellen im In- und Ausland mit einzigartigen Großgeräten. Hinzu kommen gemeinsame Institute mit Hochschulen und die Standorte der Projektträger.

- 
- 1 Münster**  
**Helmholtz-Institut Münster (HI MS): Ionenleiter für Energiespeicher**, in Kooperation mit der RWTH Aachen und der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (WWU Münster)
  - 2 Dortmund**  
**Peter Grünberg Institut** betreibt Beamline an der Synchrotronstrahlungsquelle DELTA der TU Dortmund
  - 3 Düsseldorf**  
**Geschäftsbereich Drittmittelmanagement** betreibt Geschäftsstelle des **Biotechnologie-Clusters BIO.NRW**
  - 4 Bonn**  
**Projektträger Jülich**
  - 5 Freiburg**  
**Institut für Neurowissenschaften und Medizin** betreibt **Koordinierungsstelle des Bernstein Netzwerks** an der Albert-Ludwigs-Universität zur Aufklärung neuronaler Prozesse
  - 6 Garching**  
**Jülich Centre for Neutron Science (JCNS)** betreibt am Forschungsreaktor in Garching gemeinsam mit der TU München und dem Helmholtz-Zentrum Geesthacht das **Heinz Maier-Leibnitz Zentrum**
  - 7 Erlangen/Nürnberg**  
**Helmholtz-Institut Erlangen-Nürnberg für Erneuerbare Energien (HI ERN)** in Kooperation mit der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) und dem Helmholtz-Zentrum Berlin (HZB)
  - 8 Berlin**  
**Peter Grünberg Institut und Zentralinstitut für Engineering** betreiben Beamline am Elektronenspeicherring BESSY II
  - 9 Berlin**  
**Projektträger Jülich**
  - 10 Rostock**  
**Projektträger Jülich**
  - 11 Hamburg**  
**Institut für Biologische Informationsprozesse** Centre for Structural Systems Biology (CSSB) mit der Röntgenquelle „European



XFEL“ zur Entschlüsselung von molekularen Mechanismen, betrieben mit neun Partnerinstitutionen

**12 Argonne (USA)**

**Peter Grünberg Institut**

eigene Beamline am Argonne National Laboratory

**13 Oak Ridge (USA)**

**Jülich Centre for Neutron Science (JCNS)**

betreibt Messinstrument an der Spallations-Neutronenquelle SNS am Oak Ridge National Laboratory (ORNL)

**14 Grenoble (Frankreich)**

**Jülich Centre for Neutron Science (JCNS)**

betreibt Instrument am Höchstflussreaktor des Instituts Laue-Langevin (ILL), gemeinsam Gesellschafter mit dem Commissariat à l’Energie Atomique (CEA, Frankreich), dem Centre National de la

Recherche Scientifique (CNRS, Frankreich) und dem Science and Technology Facilities Council (STFC, UK)

**15 Triest (Italien)**

**Peter Grünberg Institut**

betreibt Beamline am Elettra Synchrotron Trieste

- Die Aktivitäten des Peter Grünberg Instituts im Bereich der Synchrotronstrahlung in Dortmund, Berlin, Triest und Argonne werden durch das Jülich Synchrotron Radiation Laboratory (JSRL) koordiniert.
- Das JCNS betreibt Neutronenstreuinstrumente an den Neutronenquellen FRM II, ILL und SNS unter dem Dach einer gemeinsamen Strategie.
- Außenstellen des Forschungszentrums Jülich

# ORGANE UND GREMIEN

## ORGANE

### GESELLSCHAFTERVERSAMMLUNG

Die Gesellschafterversammlung ist das oberste Entscheidungsorgan der Forschungszentrum Jülich GmbH. Sie setzt sich aus Mitgliedern der Gesellschafter Bund und des Landes Nordrhein-Westfalen zusammen.

### AUFSICHTSRAT

#### **MinDir Volker Rieke**

Vorsitzender,  
Bundesministerium für Bildung  
und Forschung

Der Aufsichtsrat überwacht die Rechtmäßigkeit, Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit der Geschäftsführung. Er entscheidet über die wichtigen forschungsrelevanten und finanziellen Angelegenheiten der Gesellschaft.

> [www.fz-juelich.de/aufsichtsrat](http://www.fz-juelich.de/aufsichtsrat)

### VORSTAND

#### **Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Marquardt**

Vorsitzender

Der Vorstand führt die Geschäfte der Forschungszentrum Jülich GmbH nach Maßgabe des Gesellschaftervertrags. Er berichtet dem Aufsichtsrat. Ansprechpartner zu allen Fragen und Belangen, die den Vorstand betreffen, ist das Vorstandsbüro.

> [www.fz-juelich.de/vorstand](http://www.fz-juelich.de/vorstand)

## GREMIEN

### WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHER RAT

#### **Prof. Dr. Astrid Kiendler-Scharr**

Vorsitzende,  
Institut für Energie- und Klimaforschung

Der Wissenschaftlich-Technische Rat (WTR) berät die Gesellschafterversammlung, den Aufsichtsrat und die Geschäftsführung in allen Fragen der strategischen Ausrichtung der Gesellschaft sowie in wissenschaftlichen und technischen Angelegenheiten von grundsätzlicher Bedeutung.

> [www.fz-juelich.de/wt-rat](http://www.fz-juelich.de/wt-rat)

### WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT

#### **Dr. Heike Riel**

Vorsitzende,  
IBM Research – Zürich, Schweiz

Der Wissenschaftliche Beirat berät die Gesellschaft in wissenschaftlich-technischen Fragen von grundsätzlicher Bedeutung. Dazu gehören etwa die Strategie und Planung der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten des Zentrums, die Förderung der optimalen Nutzung der Forschungsanlagen oder Fragen der Zusammenarbeit mit Hochschulen und anderen Forschungseinrichtungen.

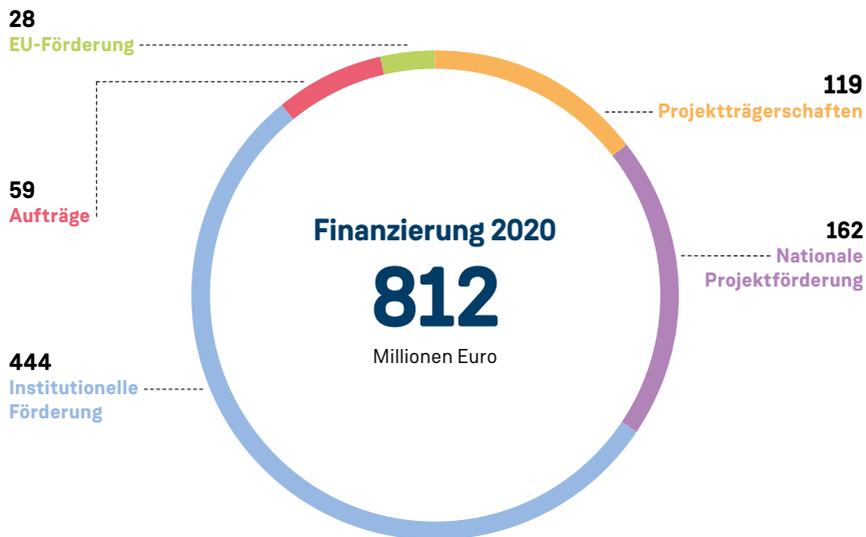
> [www.fz-juelich.de/beirat](http://www.fz-juelich.de/beirat)

# FINANZEN

## FINANZIERUNG 2020

In 2020 hat das Forschungszentrum Jülich von Bund und Land eine institutionelle Förderung i. H. v. 444 Millionen Euro, die 55 Prozent der Gesamtfinanzierung darstellen, zur Aufwandsdeckung des laufenden Betriebs sowie zur Realisierung investiver Maßnahmen erhalten. Darüber hinaus erwirtschaftete das Forschungszentrum Jülich 368 Millionen Euro Drittmittel, die 45 Prozent der Gesamtfinanzierung darstellen.

Die Drittmittel setzen sich aus der Einwerbung von internationalen (EU-Förderung) und nationalen Projektförderungen, FuE- und Infrastrukturleistungen (Aufträge) sowie aus Projektträgerschaften im Auftrag der Bundesrepublik Deutschland und des Landes Nordrhein-Westfalen zusammen. In der nationalen Projektförderung sind Fördermittel von Bund, Land, DFG sowie von sonstigen inländischen Stellen enthalten.



Die Finanzierung 2020 umfasst alle Forschungsbereiche des Forschungszentrums Jülich sowie andere satzungsgemäße Aufgaben. Der überwiegende Anteil (>90 Prozent)

der Finanzierung des Forschungszentrums Jülich resultiert aus öffentlichen Geldern. Der Rest entsteht durch die Zusammenarbeit mit der Wirtschaft.

## GRUND- UND DRITTMITTELFINANZIERUNG DER FORSCHUNGSBEREICHE 2020

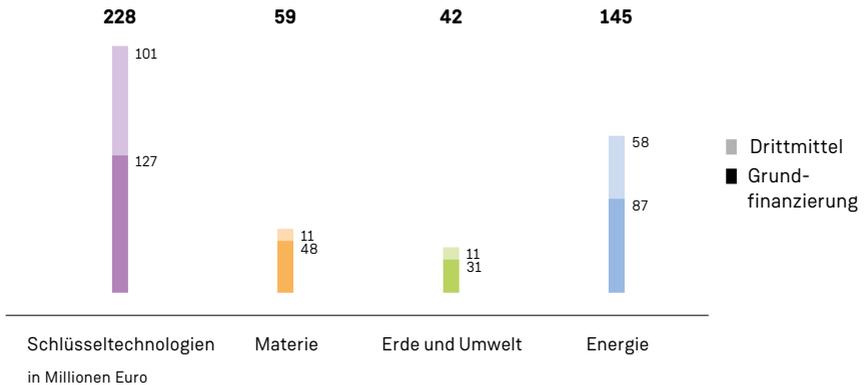
Im Jahr 2020 befinden sich alle Forschungsbereiche der Helmholtz-Gemeinschaft, an denen das Forschungszentrum beteiligt ist (Energie, Erde und Umwelt, Materie und Schlüsseltechnologien) mit ihren Program-

men in der dritten Runde der programmorientierten Förderung (POF III). Die Vollkosten des Forschungszentrums sind in ihrer prozentualen Verteilung im Folgenden dargestellt.



Die Vollkosten des Forschungszentrums in den Forschungsbereichen belaufen sich in 2020 auf 474 Millionen Euro. Nachfolgend

erfolgt die Aufteilung der Grund- und Drittmittelfinanzierung auf einzelne Forschungsbereiche.



Die Drittmittelfinanzierung je Forschungsbereich liegt zwischen 19 Prozent und 44 Pro-

zent. Berücksichtigt wurden nur die Drittmittel, die programmatisch zugeordnet sind.

# KONTAKT

## UNTERNEHMENSKOMMUNIKATION

**Dr. Anne Rother** Leiterin

Forschungszentrum Jülich GmbH  
52425 Jülich  
Tel.: 02461 61-4661  
Fax: 02461 61-4666  
info@fz-juelich.de  
www.fz-juelich.de

**Noch  
mehr drin!**  
Jetzt unser  
Magazin **effzett**  
online lesen



## BESUCHERSERVICE

Interessierten Gruppen bieten wir gern eine Besichtigung unter sachkundiger Führung an. Bitte wenden Sie sich an unseren Besucherservice.  
Tel. 02461 61-4662  
besucher\_uk@fz-juelich.de

## MEDIEN

Sie können unsere Publikationen kostenlos bestellen oder im Internet herunterladen unter:  
**[www.fz-juelich.de/publikationen](http://www.fz-juelich.de/publikationen)**

Unser Online-Magazin:  
**[effzett.fz-juelich.de](http://effzett.fz-juelich.de)**

Social-Media-Kommunikation des Forschungszentrums:  
**[www.fz-juelich.de/social-media](http://www.fz-juelich.de/social-media)**

Newsletter „Jülich News“ des Forschungszentrums:  
**<https://fz-juelich.de/juelich-news>**

Campus-App des Forschungszentrums:  
**<https://fz-juelich.de/campus-app>**

Jülich Blogs:  
**<https://blogs.fz-juelich.de>**

### IMPRESSUM

Daten und Fakten · Herausgeber: Forschungszentrum Jülich GmbH · 52425 Jülich · Konzeption und Redaktion: Dr. Wiebke Rögner, Annette Stettien, Anne Rother (v.i.S.d.P.) · Autoren: Annette Stettien, Dr. Wiebke Rögner · Grafik und Layout: SeitenPlan GmbH Corporate Publishing · Bildnachweise: Forschungszentrum Jülich (18, 19, 45, 46, 47, 75, 87), Forschungszentrum Jülich/Katrin Amunts (11), Forschungszentrum Jülich/Axer et al. (68), Forschungszentrum Jülich/BioökonomieREVIER (55), Forschungszentrum Jülich/Nicolai David Jablonowski (25), Forschungszentrum Jülich/JuLab (54), Forschungszentrum Jülich/Sascha Kreklau (21, 27, 33, 34, 35, 52-53 (Bilder 1 und 3-6), 70-71), Forschungszentrum Jülich/Ralf-Uwe Limbach (28, 29, 52 (Bild 2), 56, 57, 62, 66-67, 84, 89), Forschungszentrum Jülich/Marten Patt (38), Forschungszentrum Jülich/Wilhelm-Peter Schneider (4/5, 78), Forschungszentrum Jülich/TRICKLABOR (9), Chen et al./Nature Communications (16), ETH Zürich (85), Ismail Y Rabbi (24), Frank Koehntopp (48-49), Universität Bonn/Frank Luerweg (22), Universität Innsbruck (12), SeitenPlan (Titel, 13), TU München/Märkl, Dick, Häberle (42), De Visu/Shutterstock (10), kavalenkava/Shutterstock (17), MDGRPHCS/Shutterstock (86), Suwin/Shutterstock (23), Roman Zaiets/Shutterstock (15) · Druck: Schloemer Gruppe GmbH · Auflage: 5.000

Auszüge aus diesem Heft dürfen ohne weitere Genehmigung wiedergegeben werden, vorausgesetzt, dass bei der Veröffentlichung das Forschungszentrum Jülich genannt wird. Um ein Belegexemplar wird gebeten. Alle übrigen Rechte bleiben vorbehalten.

Stand: August 2021



Seit 2010 ist das Forschungszentrum für das „audit berufundfamilie“ zertifiziert. Am 15.6.2020 war die vierte erfolgreiche Reauditierung.





