

# Spitzenforschung für unser tägliches Leben

BEITRÄGE BESCHLEUNIGER-  
BASIERTER PHOTONENQUELLEN  
ZUR LÖSUNG GROSSER  
GESELLSCHAFTLICHER  
HERAUSFORDERUNGEN



**LEAPS**

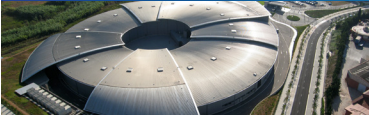
League of European  
Accelerator-based  
Photon Sources

# LEAPS EINRICHTUNGEN

Die League of European Accelerator-based Photon Sources (LEAPS) ist ein strategisches Konsortium von 19 Synchrotronstrahlungsquellen und Freie-Elektronen-Lasern (FEL) in Europa.

Das Ziel: Grundlagenforschung, angewandte und industrielle Forschung an den einzelnen Einrichtungen gemeinsam voranzubringen und so den Nutzen für die europäische Wissenschaft, die Innovation und die Gesellschaft zu steigern.

**ALBA** - Barcelona (Spanien)



**DESY** - PETRA III und FLASH - Hamburg (Deutschland)



**Diamond Light Source** - Didcot (Vereinigtes Königreich)



**Elettra** - Triest (Italien)



**ESRF** - Grenoble (Frankreich)



**European XFEL** - Schenefeld (Deutschland)



**FELIX** - Nijmegen (Niederlande)



**HZB** - BESSY II - Berlin (Deutschland)



**HZDR** - ELBE - Dresden (Deutschland)



**INFN** - Rom (Italien)



**ISA** - ASTRID2 - Aarhus (Dänemark)



**MAX IV** - Lund (Schweden)



**PSI** - SLS und SwissFEL - Villigen (Schweiz)



**PTB** - Lichtquelle für die Metrologie - Berlin (Deutschland)



**SESAME** - Allan (Jordanien)



**SOLARIS** - Krakau (Polen)



**SOLEIL** - Paris (Frankreich)



**LEAPS als Katalysator für die europäische Forschung**

## Vision

Eine Welt, in der die europäische Wissenschaft ein Katalysator für die Lösung globaler Herausforderungen, ein wichtiger Motor für die Wettbewerbsfähigkeit und eine treibende Kraft für mehr Integration und Frieden durch wissenschaftliche Zusammenarbeit ist.

## Mission

LEAPS bündelt seine gemeinsamen Kräfte, um sicherzustellen, dass seine wissenschaftlichen Einrichtungen weltweit führend bleiben - als leistungsstarkes Instrument für Entwicklung und Zusammenarbeit, als Motor für die Bewältigung der globalen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts und als Garant für Spitzenforschung in Europa.



# FORSCHUNG ZUM WOHL DER GESELLSCHAFT

Auf den folgenden Seiten finden Sie eine Auswahl von bahnbrechenden Forschungsergebnissen und innovativen Projekten, an denen eine oder auch mehrere europäische beschleunigerbasierte Photonquellen beteiligt waren. Diese Einrichtungen sind multi- und interdisziplinär angelegt und vereinen weltweit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus unterschiedlichen Forschungsgebieten wie Physik, Chemie, Energieforschung, Informationstechnologie, Medizin, Biologie, Umweltwissenschaft, Lebensmittelsicherheit und Kulturerbe.

**Beschleunigerbasierte Photonquellen spielen eine entscheidende Rolle bei der Bewältigung großer Herausforderungen, indem sie die angewandte Forschung für die Anforderungen von heute und die Grundlagenforschung für den Fortschritt von morgen unterstützen.**

Mehr als 107 000 Veröffentlichungen in den letzten zehn Jahren zeugen von der immensen weltweiten Wirkung unserer Einrichtungen. In der europäischen Forschungslandschaft sticht LEAPS mit über 30 000 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus 93 Ländern hervor, die an den 19 LEAPS Einrichtungen forschen. Sie arbeiten Hand in Hand mit nationalen Nutzerorganisationen und der European Synchrotron and Free Electron Laser User Organisation (ESUO).<sup>1</sup>

Das LEAPS-Konsortium hat kürzlich eine europäische Strategie für die Zusammenarbeit im nächsten Jahrzehnt entwickelt.<sup>2</sup> Ziel ist, bei der Suche nach Lösungen für aktuelle und künftige Herausforderungen durch Forschung und Innovation an vorderster Front zu stehen und Europa als global führenden Akteur im Bereich der Schlüsseltechnologien für die Zukunft zu positionieren.



Gemeinsam sind wir stärker  
Gemeinsam entwickeln wir Lösungen

<sup>1</sup><https://www.esuo.eu/>

<sup>2</sup><https://link.springer.com/article/10.1140/epjp/s13360-023-03947-w>

# INHALT

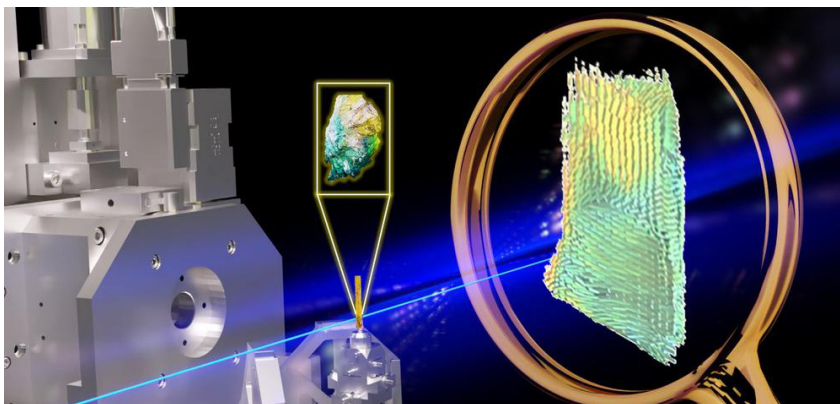
<b>LEAPS-Einrichtungen</b> .....	<b>2</b>
<b>Forschung zum Wohl der Gesellschaft</b> .....	<b>4</b>
<b>Inhalt</b> .....	<b>5</b>
<b>Gesundheit</b> .....	<b>6</b>
Brustkrebs: Verständnis vertiefen, um ihn zu behandeln	
Früherkennung von Pyridoxin-abhängiger Epilepsie bei Neugeborenen	
Prävention von Diabetes	
Umkehrung der Muskeldystrophie	
Weltweit erschwingliche antivirale Medikamente; COVID-19	
Herstellung von medizinischen Isotopen ohne Kernspaltung	
Impulse für Arzneimittelforschung: Der Impact	
<b>Energie</b> .....	<b>11</b>
Günstigere und effizientere Solarzellen	
Flexible Solarzellen	
Photokatalytische Wasserspaltung in Echtzeit	
Aufspaltung von Meerwasser	
Synthetische Flugtreibstoffe, synthetisches Kochgas	
Lithiumfreie und neuartige Batterien	
Bessere Sicherheit von Batterien	
Auf dem Weg zur grünen Umwandlung von Wärme in Strom	
<b>Umwelt</b> .....	<b>17</b>
Wassergewinnung in trockenen Regionen	
Bald mehr Plastik als Fische in den Ozeanen?	
Nanoplastik überall	
Grünere Lösungen, umweltfreundliche Herstellung von Chemikalien	
Auf dem Weg zur Umwandlung des Treibhausgases Methan in eine weniger schädliche Chemikalie	
Molekulare Ursachen der Luftverschmutzung	
<b>Lebensmittel</b> .....	<b>21</b>
Wieviele Cadmium ist in Kakaobohnen enthalten?	
Weißer als weiß - das Verbot von E171 in Lebensmitteln	
Gesund und lecker	
Abfälle aus dem Weinbau zur Schädlingsbekämpfung	
<b>Informationstechnologie</b> .....	<b>24</b>
Von der Synchrotronstrahlungsquelle zum Handy	
Graphen hat den Weg geebnet	
Senkung des Energieverbrauchs von Festplatten durch volloptisches Schalten	
Meilenstein für neue Atomuhren	
Wirklich skalierbare Quantencomputer	
<b>Kulturerbe</b> .....	<b>28</b>
Byzantinische Gipsfiguren aus dem Jordanischen Nationalmuseum	
Auf den Spuren von Albrecht Dürer	
Virtuelles Entfalten gefalteter Papyri	
Enthüllung von Stradivaris Geheimnissen	
<b>Weitere Forschungsgebiete</b> .....	<b>31</b>
Die Entdeckung des Uruniversums	
Festplatte aus dem Weltraum	
<b>LEAPS und die Industrie - ein Innovationsmotor</b> .....	<b>33</b>
<b>Fortbildung, Öffentlichkeitsarbeit und Bildungsmaterialien</b> .....	<b>34</b>
<b>Wissenschaftsdiplomatie - Wissenschaft für den Frieden</b> .....	<b>35</b>
<b>Epilog</b> .....	<b>36</b>
<b>Danksagung</b> .....	<b>37</b>
<b>Redaktion</b> .....	<b>38</b>
<b>LEAPS und seine Partner</b> .....	<b>39</b>

# GESUNDHEIT

Laut dem jüngsten Bericht der Vereinten Nationen soll die Weltbevölkerung bis 2050 auf 9,6 Milliarden anwachsen, dabei dürfte sich die Zahl der über 60-Jährigen verdoppeln. Die Bewältigung der damit einhergehenden gesundheitlichen Herausforderungen erfordert großen Einsatz, von der Grundlagenforschung über neue Behandlungsmethoden bis hin zur Gesundheitsvorsorge.

Auch an den beschleunigerbasierten Photonenquellen in Europa wird an diesen Themen geforscht. Dabei tragen sie zur Entwicklung neuer Behandlungen, zum vertieften Verständnis von Krankheiten und zur Entwicklung wirksamerer Medikamente bei und treiben die Innovationen im Gesundheitswesen voran.

## Brustkrebs: Verständnis vertiefen, um ihn zu behandeln



Quelle: S. Haas, DESY

Nach Angaben der WHO verursachte Brustkrebs im Jahr 2022 weltweit 670 000 Todesfälle.<sup>3</sup> In seiner frühesten Form ist er nicht lebensbedrohlich, aber wenn sich die Krebszellen weiter im Gewebe ausbreiten und nahe gelegene Lymphknoten oder wichtige Organe erreichen, kann diese Metastasierung tödlich sein. Eine internationale Zusammenarbeit zwischen Forscherinnen und Forschern verschiedener Einrichtungen hat einen innovativen Ansatz zur multimodalen Bildgebung bei der Untersuchung von Brustkrebsgewebe hervorgebracht. Diese Forschung fördert nicht nur das Verständnis der Metastasierung von Brustkrebs, sondern unterstreicht auch die Bedeutung der Entwicklung neuer therapeutischer Strategien in der neurochirurgischen Onkologie.<sup>4</sup>

## Früherkennung von Pyridoxin-abhängiger Epilepsie bei Neugeborenen



Quelle: Rainer Mairores, Pixabay

Die Pyridoxin-abhängige Epilepsie (PDE) ist eine angeborene Stoffwechselstörung, die bei Neugeborenen zu schwerer Epilepsie führt. Im Idealfall würde eine frühzeitige Erkennung im Rahmen des Neugeborenen Screenings eine schnellstmögliche korrekte Diagnose erlauben. Mit konventionellen Methoden konnten bisher keine Biomarker für den Nachweis von PDE identifiziert werden. Mithilfe der Infrarotlionspektroskopie gelang es jedoch, einen bisher unbekanntem menschlichen Metaboliten als hochdiagnostische Verbindung zu identifizieren, die sich für PDE-Screening-Protokolle bei Neugeborenen eignet.<sup>5</sup>

<sup>3</sup><https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer>

<sup>4</sup><https://doi.org/10.1038/s41598-024-51945-4>

<sup>5</sup><https://doi.org/10.1172/JCI148272>

## Prävention von Diabetes



Quelle: T. Ursby, MAX IV

Ein Enzym namens Urocanat-Reduktase, das in Bakterien des menschlichen Darms vorkommt, spaltet Urocansäure, einen natürlichen Bestandteil der Haut und anderer Gewebe des Körpers, in das Stoffwechselprodukt Imidazolpropionat. Dieses Stoffwechselprodukt wird mit Diabetes und anderen Krankheiten in Verbindung gebracht. Ein Team von Forscherinnen und Forschern untersuchte die molekulare Struktur des Enzyms, um Wege zu finden, es zu hemmen und die Produktion des Diabetes-Stoffwechselprodukts Imidazolpropionat zu verhindern.<sup>6</sup>

## Umkehrung der Muskeldystrophie



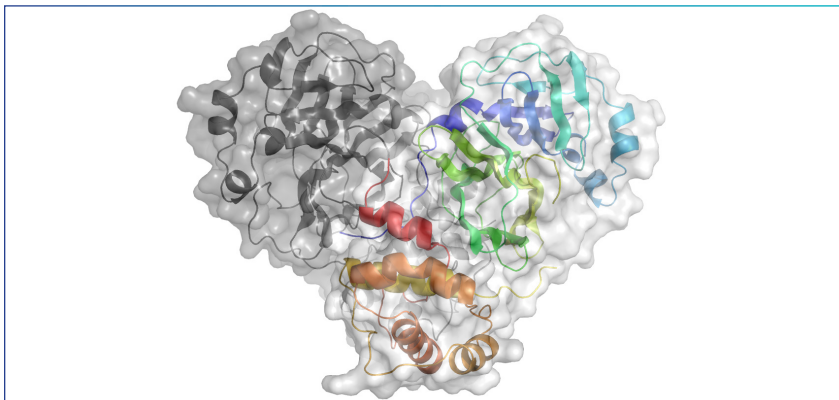
Quelle: © Adobe Stock

Die kongenitale Muskeldystrophie ist eine seltene Krankheit, die zu einem hohen Grad an Behinderung und einer geringen Lebenserwartung führen kann. Sie betrifft vor allem Kinder und ist unheilbar. Eine von einer Patientenvereinigung in Zusammenarbeit mit einem Kinderkrankenhaus in Barcelona geförderte Studie hat buchstäblich Licht in die durch die Krankheit verursachten Zellveränderungen gebracht und gezeigt, wie eine experimentelle Behandlung mit Gentherapie hilft, diese Defekte rückgängig zu machen.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> <https://www.maxiv.lu.se/article/one-step-towards-prevention-of-diabetes-linked-substance-produced-by-the-human-gut-microbiota-first-user-experiment-at-micromax/>

<sup>7</sup> <https://www.mdpi.com/1422-0067/23/14/7651>

## Weltweit erschwingliche antivirale Medikamente



Darstellung des SARS-CoV-2-Dimers mit einer halbtransparenten Oberfläche in grau.  
Quelle: Diamond Light Source Ltd.

In einer beispiellosen, offenen Zusammenarbeit von mehr als 200 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern wurden unter Nutzung einer Photonenquelle rasch neuartige Verbindungen identifiziert und entwickelt, die eine ausgezeichnete antivirale Aktivität gegen ein Schlüsselenzym des SARS-CoV-2-Virus aufweisen. Dabei handelte es sich um seine Hauptprotease (Mpro), die an der Vermehrung des Virus beteiligt ist. Der führende Arzneimittelkandidat befindet sich jetzt in der präklinischen Bewertung.<sup>10</sup>

Die dreidimensionale Architektur von Mpro wurde bereits im März 2020 entschlüsselt. Die Analyse seiner 3D-Architektur ermöglicht die systematische Entwicklung von Medikamenten, die die Vermehrung des Virus hemmen.<sup>11</sup>

### COVID-19

Im ersten Jahr der COVID-19-Pandemie gab es im Durchschnitt jeden fünften Tag eine Corona-bezogene Veröffentlichung aus einer Synchrotronstrahlungsquelle.<sup>8</sup> Zu dieser Zeit wurde die Bedeutung des LEAPS-Konsortiums besonders deutlich, da alle LEAPS-Einrichtungen ihre Versuchstationen den Virologen und Krankenhäusern für Präzisionsstrukturanalysen zur Verfügung gestellt haben.<sup>9</sup>

## Herstellung von medizinischen Isotopen ohne Kernspaltung



Quelle: J. Jeibmann, HZDR

In Zusammenarbeit mit dem niederländischen Unternehmen Demcon wurde ein Elektronenstrahl mit einer Leistung von 30 Kilowatt eine Woche lang ununterbrochen auf ein winziges Volumen von Material gerichtet. Die eingesetzte Energie entspricht der einer Boeing 747, die mit 900 Kilometern pro Stunde fliegt, und führte zur Erzeugung von Molybdän-99, das in Technetium-99m zerfällt. Dieses Isotop wird üblicherweise für die Bildgebung bei der Behandlung von Krebspatienten verwendet. Diese innovative Methode zur Herstellung des Isotops erfordert keine Spaltung von Uran in Kernreaktoren, wodurch radioaktive Abfälle vermieden werden. Zudem bietet es die Möglichkeit, das Verfahren für die industrielle Nutzung zu erweitern.<sup>12</sup>

<sup>8</sup> <https://lightsources.org/2021/12/14/lightsource-research-and-sars-cov-2/>

<sup>9</sup> [https://leaps-initiative.eu/wp-content/uploads/2020/05/LEAPS\\_fighting\\_COVID19\\_May2020.pdf](https://leaps-initiative.eu/wp-content/uploads/2020/05/LEAPS_fighting_COVID19_May2020.pdf)

<sup>10</sup> <https://www.nature.com/articles/s41467-023-37035-5>

<sup>11</sup> <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abb3405>

<sup>12</sup> <https://www.hzdr.de/db/Cms?pOid=65365&pNid=3438>

## Impulse für die Arzneimittelforschung: Der Impact



Quelle: © Adobe Stock

Seit seiner Gründung nutzt AstraZeneca Göteborg Synchrotron-Anlagen für die Forschung an Atemwegs-, Herz-Kreislauf- und Nierenerkrankungen. Die hochauflösende Strukturanalyse von Arzneimittelkandidaten an diesen Einrichtungen ist oft vollautomatisiert und damit hoch effizient. Nachdem AstraZeneca zunächst eigene Röntgenanlagen betrieben hatte, entschied sich das Unternehmen im Jahr 2019 für Messungen an Synchrotronstrahlungsquellen, weil diese eine bessere Datenqualität und effizientere Messungen bieten. Inzwischen verlässt sich das Unternehmen bei der kristallographischen Arzneimittelforschung ausschließlich auf sie. Viele der hier untersuchten Asthma- und Herz-Kreislauf-Medikamentenkandidaten befinden sich in klinischen Studien. Durch die Nutzung von Synchrotron-Anlagen konnte AstraZeneca seine Forschungspipelines verbessern und die hauseigenen Röntgenquellen abschaffen. Dies illustriert die Unterstützung des LEAPS-Programms für alle Sektoren in der Industrie, die Stärkung der Zusammenarbeit bei den europäischen Photonquellen und die Implementierung neuer innovativer Strategien.

# ENERGIE

Unsere Gesellschaft braucht nachhaltige Technologien, um unsere Energieversorgung und Stoffkreisläufe in eine kohärent vernetzte kohlenstoffarme Wirtschaft zu überführen. Die Solarenergie stellt dabei einen wichtigen Treiber für den Übergang zu einer nachhaltigen, kohlenstoffneutralen Gesellschaft dar. Genauso wichtig ist es, grünen Strom in Zeiten geringer Sonneneinstrahlung verfügbar zu machen. Hierbei rücken Wasserstoff, chemische Energieumwandlung und Batterien ins Zentrum des Interesses.

Power-to-Gas und Power-to-Fuel ersetzen nicht nur fossile Brennstoffe; bei ihrer Herstellung wird sogar Kohlendioxid aus der Atmosphäre verbraucht. Zur Steigerung der Nachhaltigkeit in der globalen Energieversorgung müssen alle Optionen erforscht werden.

## Günstigere und effizientere Solarzellen



Quelle: © Adobe Stock

Zum ersten Mal hat eine kostengünstige Silizium-Solarzellentechnologie den Meilenstein von 30 % Wirkungsgrad überschritten. In Studien wurde ein Wirkungsgrad von 31,25 % durch die Stapelung von Silizium- und Perowskit-Zellen in einer so genannten Tandemstruktur nachgewiesen, was den Wirkungsgrad der besten kommerziellen Zellen deutlich übertrifft.<sup>13</sup> Im Gegensatz zu Tandem-Solarzellen ist der erreichbare Wirkungsgrad bei reinen Silizium-Solarzellen begrenzt (etwa 24,5 % für kommerzielle Zellen, 27 % in Laborversuchen und 29 % in theoretischen Berechnungen).

## Flexible Solarzellen



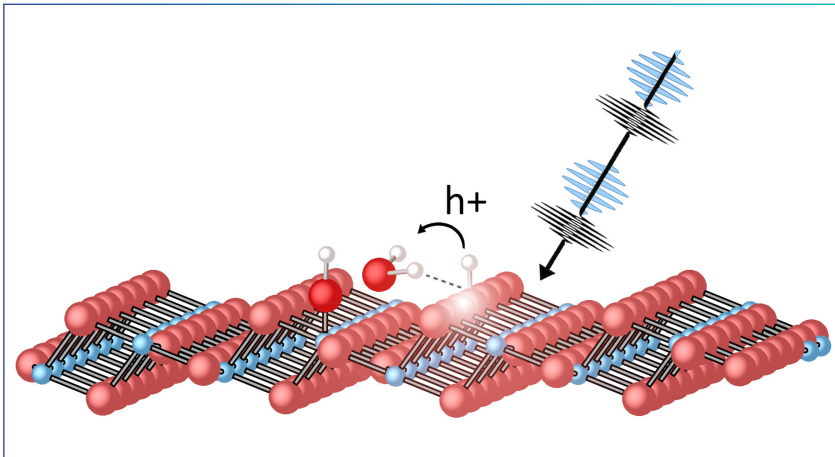
Quelle: © Adobe Stock

Kosteneffiziente und flexible Solarzellen sind eine der tragenden Säulen einer kohlenstoff-neutralen Wirtschaft. Neuartige, rein organische Solarzellen sind dabei vielversprechende Kandidaten für die Anwendung. Um die Grenzen der Effizienz bei diesen Zellen zu verstehen und zu überwinden hat ein internationales Team ultrakurze Röntgenpulse eingesetzt und einen neuen, schnellen Kanal für die Erzeugung mobiler Ladungsträger entdeckt, die eine zentrale Rolle in photovoltaischen Komponenten spielen.<sup>14</sup>

<sup>13</sup> <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adg0091>

<sup>14</sup> <https://www.nature.com/articles/s41467-021-21454-3>

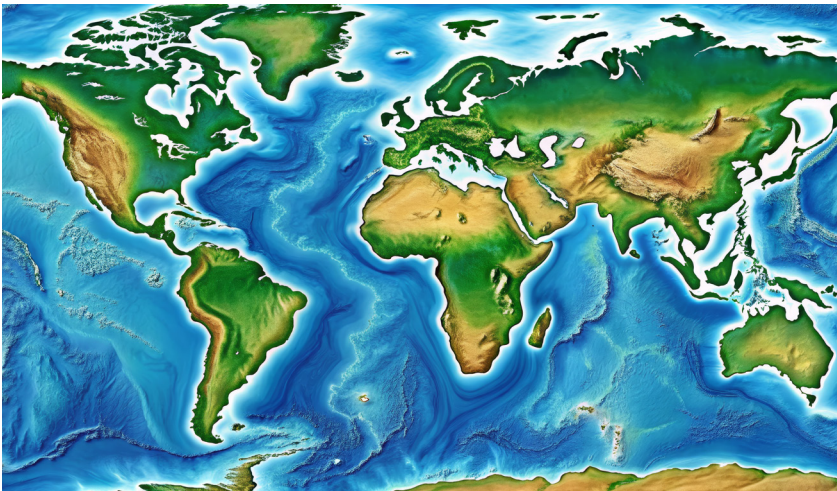
## Photokatalytische Wasserspaltung in Echtzeit



Quelle: DESY

Ein internationales Team hat die Spaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff auf einem Photokatalysator sowie die ersten Schritte dieser komplexen Reaktionskette untersucht. Um die jeweiligen Technologien zu optimieren, ist es entscheidend, den komplexen Prozess systematisch in seine einzelnen, ultraschnellen Reaktionsschritte zu zerlegen. Die Daten aus dieser ersten Studie, Femtosekunden nach der Lichtaktivierung des Katalysator-Wasser-Systems, liefern wertvolle Informationen, die für eine Reihe von katalytischen Reaktionen unter realen wässrigen Betriebsbedingungen wichtig sind.<sup>15</sup>

## Aufspaltung von Meerwasser



Credit: © Adobe Stock

Heiße, trockene Regionen oder Wüsten mit intensiver Sonneneinstrahlung sind ideale Standorte für die Photovoltaik. Sie zeichnen sich jedoch dadurch aus, dass es dort kein Süßwasser gibt, das für den nächsten Schritt einer nachhaltigen Energieversorgung, nämlich die Spaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff, benötigt wird. Eine Gruppe von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern untersuchte Katalysatoren, die eine direkte Spaltung von Meerwasser und die Nutzung dieser weitaus reichhaltigeren und praktisch unerschöpflichen Wasserressource ermöglichen.<sup>16</sup>

<sup>15</sup> <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.130.108001>

<sup>16</sup> <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aenm.201800338>

## Energiespeicherung

Nachhaltiger Strom, der aus Photovoltaik oder Windkraft erzeugt und nicht direkt genutzt wird, muss gespeichert werden, um eine sichere Energieversorgung rund um die Uhr zu gewährleisten. Die elektrochemische Aufspaltung von Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff birgt ein großes Potenzial für eine grüne Wasserstoffwirtschaft.

## Synthetische Flugtreibstoffe, synthetisches Kochgas



Quelle: © Adobe Stock

### Grüner Wasserstoff

Wasserstoff kann als das erste Glied in einer langen und verzweigten Kette betrachtet werden. Um Wasserstoff gefahrlos in gebundener Form zu transportieren oder ihn gemeinsam mit Kohlendioxid weiterzuverarbeiten und nachhaltige Chemikalien herzustellen, ist ein tiefes Verständnis und die Optimierung katalytischer Reaktionen erforderlich.

Das CARE-O-SENE<sup>17,18</sup> Projekt zielt auf die Entwicklung hocheffizienter Fischer-Tropsch-Katalysatoren für die Transformation des Luftfahrtsektors ab. GreenQUEST<sup>19</sup> ist eine globale Initiative, die sich auf die Herstellung einer skalierbaren, umweltfreundlichen Version des derzeitigen fossilen Brennstoffs Flüssiggas konzentriert. Dabei ist das Ziel, die technologische Prozessentwicklung in eine ganzheitliche Bewertung von Technik, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette des grünen Flüssiggases zu integrieren. Beide Projekte beschleunigen die Innovationszyklen, indem sie die industrielle Technologieentwicklung mit einem grundlegenden Verständnis des Endprodukts verbinden. Dabei wird Synchrotronstrahlung als leistungsfähiges Instrument zur Untersuchung der molekularen und atomaren Struktur von Materialien eingesetzt. Eine gezielte und effiziente Entwicklung und Optimierung neuer Energiematerialien ist Voraussetzung für die Bewältigung der aktuellen Herausforderungen der Energiewende.

<sup>17</sup><https://care-o-sene.com/en/care-o-sene/>

<sup>18</sup>[https://www.helmholtz-berlin.de/pubbin/news\\_seite?nid=24135;sprache=en](https://www.helmholtz-berlin.de/pubbin/news_seite?nid=24135;sprache=en)

<sup>19</sup>[https://www.helmholtz-berlin.de/pubbin/news\\_seite?nid=26646&sprache=en&seitenid=1](https://www.helmholtz-berlin.de/pubbin/news_seite?nid=26646&sprache=en&seitenid=1)

## Lithiumfreie und neuartige Batterien



Quelle: © Adobe Stock

Mit steigendem Stromverbrauch, insbesondere in der Elektromobilität, wächst die Nachfrage nach Batteriekapazitäten in rasantem Tempo. Allein für Lithium-Ionen-Batterien wird ein Anstieg von 700 Gigawattstunden im Jahr 2022 auf 4700 Gigawattstunden bis 2030 erwartet.<sup>20</sup>

Das LEAPS-Konsortium unterstützt nachdrücklich die **europäische Roadmap „BATTERY 2030+“**.<sup>21</sup> Alle LEAPS-Einrichtungen verzeichnen einen starken Anstieg der Nachfrage aus der Batterieforschung und ein wachsendes Interesse der Industrie. Lithiumfreie Batterien<sup>22</sup>, Redox-Flow-Batterien und neuartige Batteriematerialien<sup>23</sup> spielen eine zentrale Rolle für die nächste Generation systematisch entwickelter Energiespeicher und den Übergang unserer Gesellschaft zu einer fossilfreien Energieversorgung.

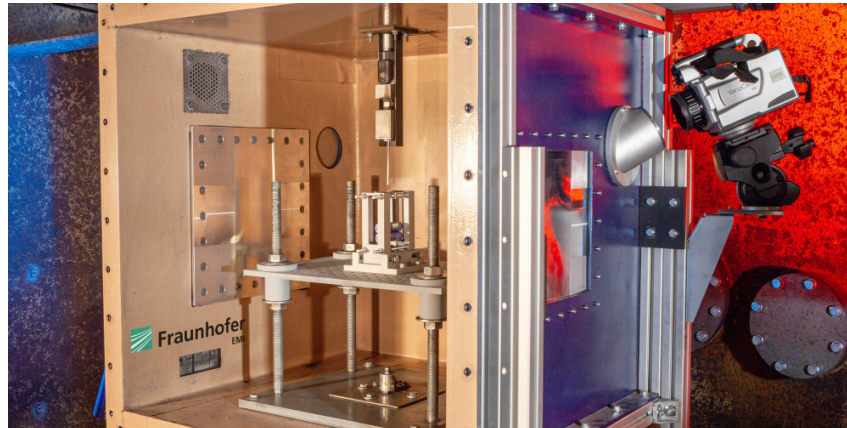
<sup>20</sup> <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/battery-2030-resilient-sustainable-and-circular>

<sup>21</sup> <https://www.leaps-initiative.eu/resources/>

<sup>22</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095927322006004?via%3Dihub>

<sup>23</sup> <https://www.nature.com/articles/s41467-023-36842-0>

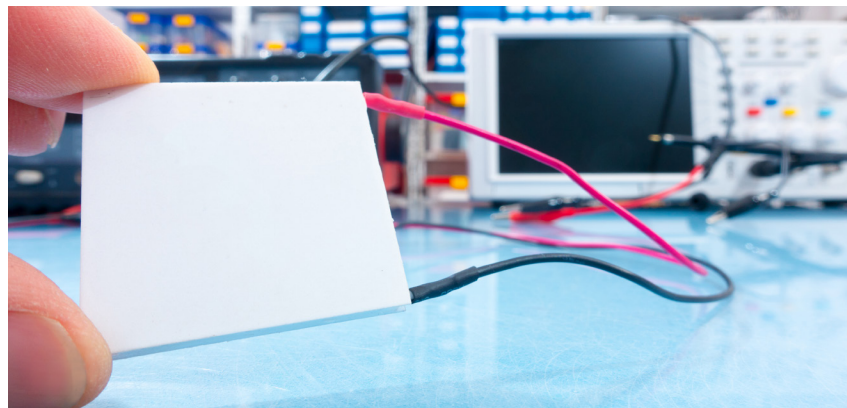
## Bessere Sicherheit von Batterien



Quelle: ESRF

Energiespeicherung ist eine der wichtigsten Technologien des 21. Jahrhunderts, getrieben durch die zunehmende Verbreitung von Elektrofahrzeugen und die zwingende Reduzierung der Kohlenstoffemissionen. Eine breite Akzeptanz neuer Technologien erfordert das Vertrauen in ihre Sicherheit. Das Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik hat eine robuste Prüfkammer für Missbrauchttests von Batterien entwickelt, die sichere Untersuchungen durch verschiedene Methoden ermöglicht, darunter auch die Hochgeschwindigkeits-Röntgenbildgebung an Photonenquellen. Diese innovative Kammer trägt zu einem vertieften Verständnis von Batterieausfällen und zu der Validierung von Sicherheitsmechanismen bei – mit weitreichenden Vorteilen sowohl für die Wissenschaft als auch die Industrie.<sup>24</sup>

## Auf dem Weg zur Umwandlung von Wärme in Strom



Quelle: © Adobe Stock

Der thermoelektrische Effekt ermöglicht die direkte Umwandlung von Wärme in Strom ohne Nebenprodukte wie Kohlendioxidemissionen. Leider ist der Wirkungsgrad des Prozesses relativ gering, und die modernsten kommerziell genutzten Materialien sind komplexe Bleiverbindungen. Zinnselenid, SnSe, und seine nahen Verwandten sind eine vielversprechende Alternative mit einer einfachen, ungiftigen Zusammensetzung.<sup>25</sup>

<sup>24</sup> <https://journals.iucr.org/s/issues/2023/01/00/ye5024/index.html>

<sup>25</sup> <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adom.202302049>

# UMWELT

Das Verständnis von Herausforderungen wie Umweltverschmutzung und Klimawandel sowie die Renaturierung von Flächen ist Schlüssel zum Schutz der menschlichen Gesundheit und zum Erhalt der Ökosysteme. Hierbei besteht zunehmend Bedarf nach langfristigen Lösungen. Um diese Herausforderungen anzugehen, werden neuartige Methoden zur Untersuchung von Materialien in Bereichen wie Mikrobiologie, Geologie und Geochemie benötigt.

Die LEAPS-Einrichtungen können in einzigartiger Weise komplexe Spitzenforschung unterstützen, und dadurch wertvolle Einblicke in Umweltprobleme bieten und zur Entwicklung wirksamer Lösungen beitragen.

## Wassergewinnung in trockenen Regionen



Quelle: © Marieh Al-Handawi, NYUAD 2023

Die Athel-Tamariske kann auch in trockenen Umgebungen Wasser aus der Luft aufnehmen. Diese Fähigkeit des Wüstenstrauchs könnte als Inspiration für neuartige Technologien zur Wassergewinnung dienen. Ein Team der New York University Abu Dhabi in den Vereinigten Arabischen Emiraten und des Max-Planck-Instituts für Festkörperforschung in Stuttgart untersuchte die ionenreichen Tröpfchen auf den Blättern des Tamariskenbaums, die zu Salzen kristallisieren und atmosphärische Feuchtigkeit selbst bei relativ niedrigen Luftfeuchtigkeitswerten gewinnen können. Dieser Mechanismus von hygroskopischen Salzen zur Aufnahme von Feuchtigkeit ist eine einzigartige biologische Anpassung, mit mögliche Anwendungen bei der Entwicklung umweltfreundlicher Materialien für die Aufnahme von Luftfeuchtigkeit und für das Cloud Seeding.<sup>26</sup>

## Bald mehr Plastik als Fische in den Ozeanen?



Quelle: © F. Lennartz und G. Weber, HZB

In den letzten 80 Jahren wurden etwa 10 Milliarden Tonnen synthetische Polymere (Kunststoffe) produziert. Kunststoffe sind für uns unverzichtbar. Doch Missmanagement bei der Abfallentsorgung, ressourcenintensive Recyclingverfahren und die Komplexität der Materialien haben zu einem globalen Kunststoffverschmutzungsproblem geführt: Mikro- und Nanokunststoffpartikel sind heute selbst an den entlegensten Orten allgegenwärtig. Eine praktikable Möglichkeit, diesem alarmierenden Szenario entgegenzuwirken, sind Enzyme und Biotechnologie für das Recycling und Upcycling synthetischer Polymere. Am Beispiel von PET („Flaschenplastik“) und Polyurethan trägt die Forschung an Photonenquellen dazu bei, die Wirkmechanismen der Enzyme zu verstehen und den Weg für ihre biotechnologische Verbesserung zu ebnet.<sup>27</sup>

<sup>26</sup> <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.130.108001>

<sup>27</sup> <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aenm.201800338>

## Nanoplastik überall



Quelle: Public Domain

Nanoplastikpartikel (NPs) sind äußerst besorgniserregende Schadstoffe, die in Lebensmitteln und Wasser vorkommen können. Ihre erschreckenden Auswirkungen auf unsere Gesundheit durch das Eindringen in menschliche Zellen sind noch lange nicht verstanden. Röntgen- und Fourier-Transform-Infrarot-Synchrotron-Studien zeigen, dass sich die NPs vor allem am äußeren Rand der Zellen verteilen und eine erhöhte Produktion von Triacylglycerinen verursachen. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die NPs vor allem die Lipidreaktion beeinflussen und dies offenbart weitere Details über die tatsächlichen toxikologischen Auswirkungen auf die Zellen für Menschen bei einer Langzeitexposition.<sup>28</sup>

## Grünere Lösungen, umweltfreundliche Herstellung von Chemikalien



Quelle: KI generiert mit Dall-e3

Die Industrie ist bei der Produktherstellung auf eine Vielzahl von Chemikalien angewiesen, darunter Ausgangsstoffe für die Synthese von Polymeren und Zusatzstoffe für die Verwendung in Weichmachern, Schmiermitteln, Emulgatoren und Stabilisatoren. Viele chemische Syntheseverfahren erfordern geeignete chemische Katalysatoren, die nur unter relativ drastischen Reaktionsbedingungen funktionieren. Für eine kohlenstoffneutrale, nachhaltige Produktion müssen alternative, umweltfreundlichere Technologien für die Synthese von Chemikalien entwickelt werden. Die Forschung an Synchrotron-Anlagen ebnet u. a. den Weg für den Einsatz von Enzymen in diesen Prozessen. Letztlich wird dies zu umweltfreundlichen Ausgangsstoffen von Konsumgütern wie Schmiermittel, Textilien, Seifen und Arzneimittel führen.<sup>29</sup>

<sup>28</sup> <https://www.frontiersin.org/journals/immunology/articles/10.3389/fimmu.2023.1247747/full>

<sup>29</sup> <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acssuschemeng.3c05867>

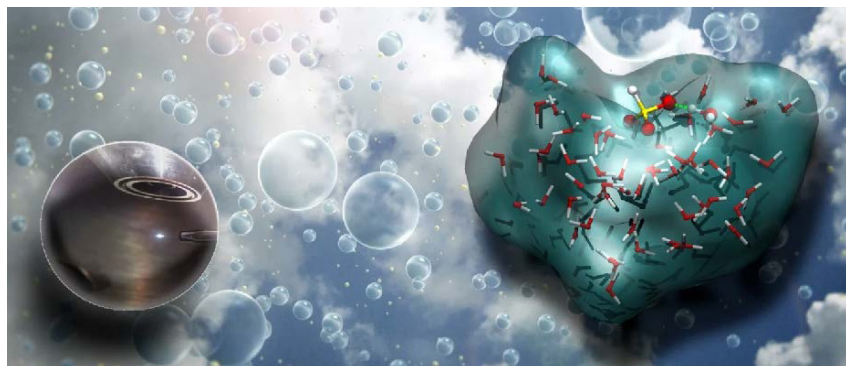
## Auf dem Weg zur Umwandlung des Treibhausgases Methan in eine weniger schädliche Chemikalie



Quelle: E. Weckert

Methan, eines der stärksten Treibhausgase, wird durch die Viehzucht und das fortschreitende Auftauen des Permafrostes in zunehmendem Maße in die Atmosphäre freigesetzt. Die Umwandlung von Methan und längerkettigen Alkanen in weniger schädliche und sogar nützliche Chemikalien würde die damit verbundenen Gefahren beseitigen und im Gegenzug einen wichtigen Rohstoff für die chemische Industrie verfügbar machen. Die Umwandlung von Methan erfordert jedoch als ersten Schritt das Aufbrechen einer C-H-Bindung, einer der stärksten chemischen Bindungen in der Natur. Kurze Röntgenlichtpulse sowohl eines FEL als auch einer Synchrotronstrahlungsquelle zeigten erstmals, wie Kohlenstoff-Wasserstoff-Bindungen von Alkanen aufbrechen und wie der Katalysator bei dieser Reaktion funktioniert. Dies bringt die Wissenschaft der Entwicklung besserer Katalysatoren für die Umwandlung von Methan in eine weniger schädliche Chemikalie näher.<sup>30</sup>

## Molekulare Ursachen der Luftverschmutzung



Quelle: FHI/MPG

Ein Forscherteam am Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft in Berlin, des Qatar Environment and Energy Research Institute der Hamad Bin Khalifa Universität, der Universität Sorbonne in Paris, der ETH Zürich und mehrerer Synchrotronstrahlungsquellen in Europa hat eine bahnbrechende Entdeckung dazu gemacht, wie Luftverschmutzung auf molekularer Ebene entsteht.

Die Untersuchung beleuchtet die komplexen chemischen Prozesse, die an der Grenze zwischen Flüssigkeit, insbesondere wässrigen Lösungen, und Dampf in unserer Atmosphäre ablaufen. Das Verständnis dieser Prozesse ist entscheidend für die Entwicklung von Strategien zur Verringerung der Luftverschmutzung und deren schädlichen Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt.<sup>31</sup>

<sup>30</sup> <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adf8042>

<sup>31</sup> <https://doi.org/10.1038/s41467-024-53186-5>

# ERNÄHRUNG

Da die globalen Kosten für Nahrungsmittel steigen und die Nachfrage nach lokalen Lebensmitteln zunimmt, werden Nachhaltigkeit und Reduzierung von Lebensmittelverschwendung immer wichtiger für die Branche. Als Reaktion auf die Bedenken der Verbraucherinnen und Verbraucher zur Sicherheit von Lebensmitteln werden höhere Standards für die Qualitätskontrolle sowie die Rückverfolgbarkeit der Lebensmittel immer essenzieller. Dies gilt um so mehr in einem wettbewerbsorientierten Markt, mit immer mehr neuen Produkten.

Innovation in diesem Bereich erfordert einen multidisziplinären Ansatz und ein grundlegendes Verständnis der Lebensmittelwissenschaften und Verfahrenstechniken sowie den Zugang zu einer breiten Palette an Forschungsinfrastrukturen und -möglichkeiten.

## Wie viel Cadmium ist in Kakaobohnen enthalten?



Quelle: © Adobe Stock

Kakaobohnen können giftige Schwermetalle wie Cadmium aus dem Boden aufnehmen. Es ist bekannt, dass Anbauflächen mit diesen Schwermetallen belastet sein können und die Konzentrationen in einigen Fällen erheblich sind. Mithilfe von Synchrotronstudien konnte nicht-invasiv gemessen werden, wo genau sich Cadmium in Kakaobohnen anreichert: Es stellte sich heraus, dass dies hauptsächlich in der Schale ist. Weitere Untersuchungen zeigen, dass die Verarbeitung der Kakaobohnen einen großen Einfluss auf die Vermeidung von Schwermetallen im Endprodukt haben kann.<sup>32</sup>

## Weißer als weiß - Das Verbot von E171 in Lebensmitteln



Quelle: Luis Aguila, Unsplash

Titandioxid ( $\text{TiO}_2$ ) wird als weißer Farbstoff und Trübungsmittel in vielen Produkten verwendet, darunter auch in Lebensmitteln wie Süßigkeiten, Kaugummi etc. Forscherinnen und Forscher haben an einer Synchrotronstrahlungsquelle Gewebeproben von Ratten untersucht, die über einen Zeitraum von 100 Tagen so viel E171 aufgenommen hatten, wie es dem durchschnittlichen menschlichen Verzehr entspricht. In der Leber der Ratten wurde  $\text{TiO}_2$  gefunden. Außerdem wurden Störungen des Immunsystems und präkanzeröse Läsionen des Dickdarms beobachtet.<sup>33</sup> Nach der Veröffentlichung der ersten Studie im Januar 2017 wurde die französische Agentur für Lebensmittelsicherheit benachrichtigt und mehrere Süßwarenhersteller entschlossen sich, E171 nicht mehr in ihrer Produktion zu verwenden. Im April 2019 kündigte die französische Regierung ein vollständiges Verbot von E171 in der Lebensmittelproduktion ab dem 1. Januar 2020 an. Im Jahr 2022 wurde E171 als Zusatzstoff in Lebensmitteln in der gesamten Europäischen Union verboten.<sup>34</sup>

<sup>32</sup> <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.analchem.2c05370>

<sup>33</sup> <https://www.synchrotron-soleil.fr/en/news/soleils-contribution-whats-our-plates>

<sup>34</sup> [https://food.ec.europa.eu/food-safety/food-improvement-agents/additives/re-evaluation\\_en#questions--answers-on-titanium-dioxide](https://food.ec.europa.eu/food-safety/food-improvement-agents/additives/re-evaluation_en#questions--answers-on-titanium-dioxide)

## Gesund und lecker



Quelle: Mike Kenneally, Unsplash

Ballaststoffreiche Lebensmittel sind möglicherweise deshalb weniger beliebt, weil sie nicht so weich und schmackhaft sind wie Produkte mit einem geringeren Ballaststoffgehalt. Wenn Ballaststoffe aus der harten und zähen Kleie, dem äußeren Teil des Weizenkorns, extrahiert werden, können sie dem Produkt zugesetzt werden, ohne den Geschmack stark zu verändern. Derzeit ist dieses Extraktionsverfahren jedoch nicht effektiv, es bleibt eine beträchtliche Menge an Ballaststoffen zurück. Die schwedische Agrargenossenschaft Lantmännen nutzte Synchrotronstrahlung, um ein besseres Verfahren zu entwickeln.<sup>35</sup>

## Abfälle aus dem Weinbau zur Schädlingsbekämpfung



Credit: Pexels

Forscherinnen und Forscher der Universidad de Castilla la Mancha, der Universidad Autónoma de Madrid und des Instituts für Agrarwissenschaften haben das Potenzial von Weinproduktionsrückständen als Biopestizide in der Landwirtschaft nachgewiesen, damit das Abfallproblem verringert und einen Beitrag zu einer Kreislaufwirtschaft geleistet. Ihre Arbeit zeigt, dass recycelte Biokohle aus Traubentrester den Befall von Tomatenpflanzen in Töpfen mit parasitären Fadenwürmern wirksam reduziert.<sup>36</sup>

<sup>35</sup> <https://www.maxiv.lu.se/article/lantmannen-investigating-wheat-bran-for-better-tasting-fibre/>

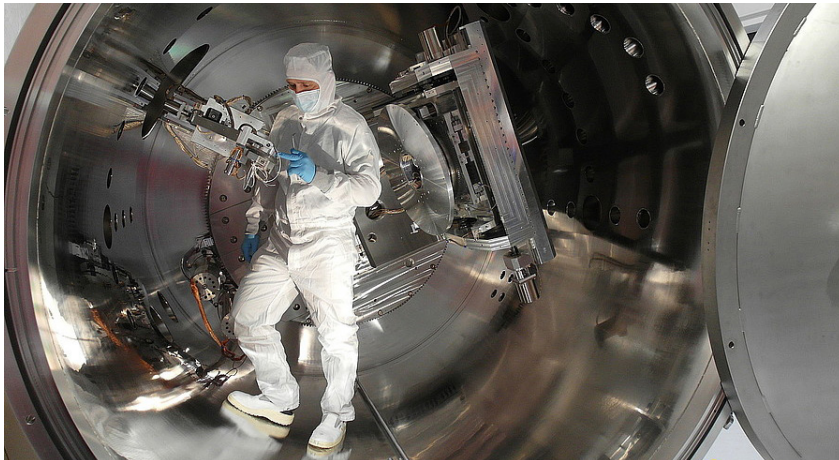
<sup>36</sup> <https://link.springer.com/article/10.1007/s42773-023-00228-8>

# INFORMATIONSTECHNOLOGIE

Seit der Entwicklung der ersten Schriftsysteme haben Menschen Informationen gespeichert, abgerufen, bearbeitet und weitergegeben. Heute umfasst die Informationstechnologie Computersysteme, Software, Programmiersprachen, Datenverarbeitung und digitale Speicherung.

Durch die Untersuchung des Verhaltens von Materialien in verschiedenen Stadien der Degradation, können die Einrichtungen des LEAPS-Konsortiums den Zusammenhang zwischen ihrer Mikrostruktur, Degradation und mechanischer Leistungsfähigkeit aufzeigen. Dies ermöglicht die gezielte Entwicklung von Mikrostrukturen mit spezifischen Eigenschaften und fördert so weitere Innovationen.

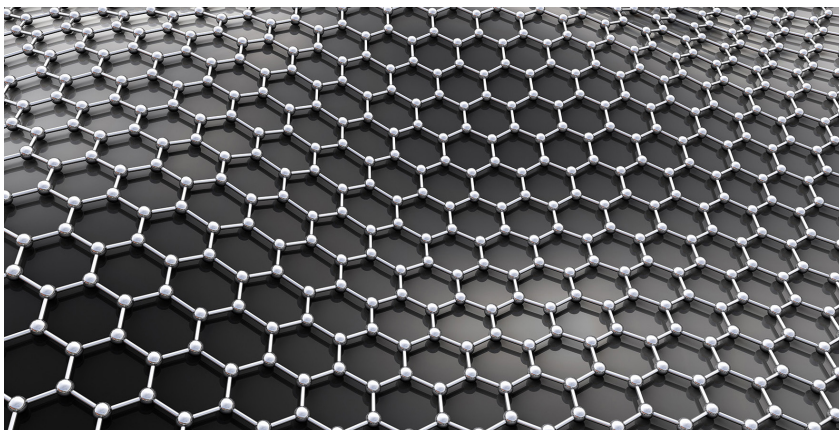
## Von der Synchrotronstrahlungsquelle zum Handy



Quelle: PTB

Die Entwicklungen in der Halbleiterindustrie haben die Welt im Laufe der Jahrzehnte erheblich verändert. Dieser Trend folgt dem Mooreschen Gesetz, das besagt, dass die Komplexität integrierter Schaltungen exponentiell zunimmt, während die Kosten der Halbleitertechnologie zurückgehen. Dadurch entstehen hohe Anforderungen an die Technologieentwicklung. Seit mehr als 20 Jahren unterstützen Messungen mit Synchrotronstrahlung im extrem ultravioletten (EUV) Bereich die Entwicklung von Projektionsoptiken für die Chipherstellung, insbesondere bei ASML, dem Weltmarktführer für Lithographie-Stepper und seinem Partner Carl Zeiss.<sup>37</sup>

## Graphen hat den Weg geebnet



Quelle: iStock

Zweihundertmal widerstandsfähiger als Stahl, aber sechsmal leichter, ultraflexibel, ein bemerkenswerter Wärmeleiter, fast transparent: Die potenziellen Anwendungen von Graphen reichen von extrem festen Materialien bis hin zu Photovoltaikzellen und vor allem Elektronikbauteilen. Als hervorragender elektrischer Leiter hat sich Graphen zu einer interessanten Alternative zu den herkömmlichen Halbleitern auf Siliziumbasis entwickelt. Um die theoretischen Vorhersagen über dieses einzigartige Material zu bestätigen und verschiedene Herstellungsprozesse zu testen und zu validieren, wurden die Eigenschaften von Graphen umfassend an Photonenquellen untersucht.<sup>38</sup>

<sup>37</sup> <https://link.springer.com/article/10.1140/epjp/s13360-022-03417-9>

<sup>38</sup> <https://www.synchrotron-soleil.fr/contributions/QuantumMaterials/>

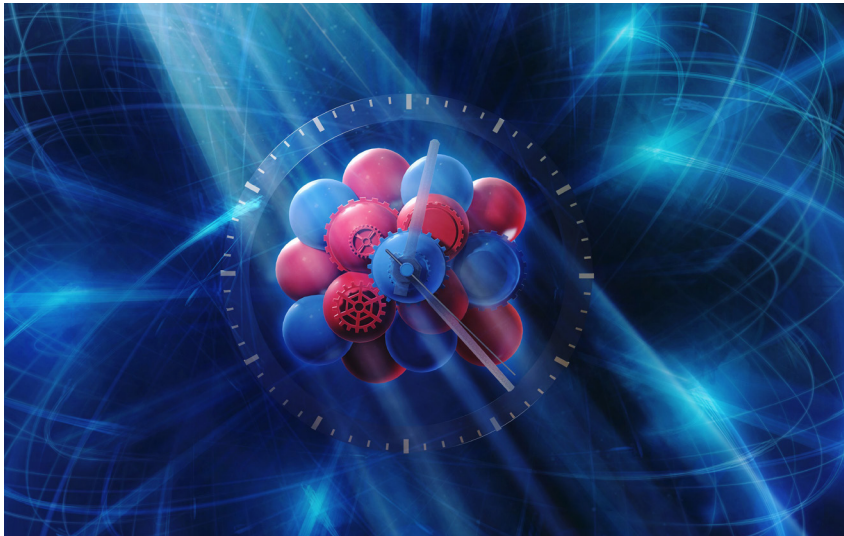
## Senkung des Energieverbrauchs von Festplatten durch volloptisches Schalten



Quelle: M. Geissinger, FELIX

Auf die Informations- und Kommunikationstechnologien entfallen derzeit 7 % der weltweiten Energieerzeugung und die Nachfrage nach höheren Datenspeicherkapazitäten nimmt weiter zu. Es ist daher wichtig, neue, weniger energieintensive Technologien für Festplattenlaufwerke zu entwickeln, um den weltweiten Energieverbrauch zu senken. Die Umsetzung einer volloptischen Schaltung durch kurze und intensive Impulse eines F-O ist ein bahnbrechender Fortschritt in diesem Bereich, der den Weg für energieeffizientere Datenspeicherlösungen ebnet.<sup>39</sup>

## Meilenstein für neue Atomuhren



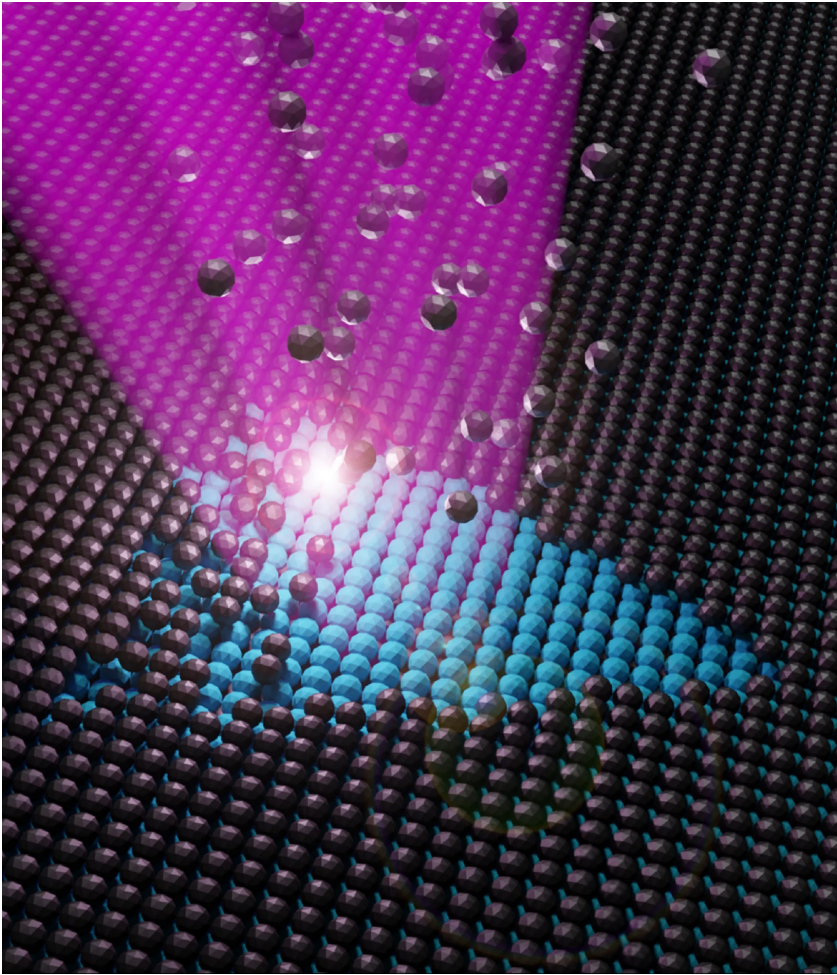
Quelle: T. Wüstefeld/R. Röhlsberger, European XFEL/Helmholtz-Institut Jena

Atomuhren sind derzeit die genauesten Zeitmesser der Welt. Zahlreiche Anwendungen profitieren von ihrer überragenden Genauigkeit, z. B. der präzisen Positionsbestimmung in der Satellitennavigation. Studien in einer FEL-Anlage ermöglichten einen entscheidenden Schritt hin zu einer neuen Generation von hochpräzisen Atomuhren. Auf der Grundlage der Kernanregung des Elements Scandium (Sc) lösten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler einen Übergang im Kern des metallischen Elements aus und konnten dessen extrem scharfe Kernresonanz messen. Damit ist der Weg zur bisher präzisesten Atomuhr geebnet, die auf eine Sekunde in 300 Milliarden Jahren genau geht und damit tausendmal genauer ist als die derzeitigen Atomuhren auf Cäsiumbasis.<sup>40</sup>

<sup>39</sup> <https://journals.aps.org/prapplied/abstract/10.1103/PhysRevApplied.13.024064>

<sup>40</sup> <https://www.nature.com/articles/s41586-023-06491-w>

## Wirklich skalierbare Quantencomputer



Quelle: P. Constantinou, Paul Scherrer Institut

Auf dem sich rasch entwickelnden Gebiet der Halbleitertechnologien und des Quantencomputers hat eine Gruppe von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern Methoden entwickelt, um Bauelemente auf atomarer Ebene herzustellen. Der Strukturierung großer Bauelemente stellt eine enorme Herausforderung dar, insbesondere wenn es um die Herstellung umfangreicher Arrays geht, wie sie für Qubits auf Basis von dotiertem Silizium gebraucht werden. Bei Experimenten an einer Synchrotronstrahlungsquelle wurde nun ein Durchbruch erzielt, der das Potenzial einer Technik namens Extrem-Ultraviolett-Lithographie für die Herstellung von Quanten-Nanoelektronik auf Siliziumbasis demonstriert, dem Baustein für skalierbare Quantencomputer.<sup>41</sup>

<sup>41</sup> <https://www.nature.com/articles/s41467-024-44790-6>

# KULTURERBE

Was haben byzantinische Gipsfiguren, Dürer-Gemälde, alte Papyri und Stradivari-Geigen gemeinsam? Sie alle können mit Röntgenlicht untersucht werden. So können Forscherinnen und Forscher ihre Geheimnisse lüften, ohne sie zu beschädigen – es werden keine Proben entnommen und die Objekte werden nicht einmal berührt.

Eine Reihe moderner Methoden ermöglicht eine Untersuchung der Abnutzung von Farben in berühmten Kunstwerken oder Entdeckung verborgener Schichten unter übermalten Zeichnungen. Diese Techniken werden häufig von großen Museen wie dem Louvre in Paris und dem Ägyptischen Museum in Berlin eingesetzt.

## Byzantinische Gipsfiguren aus dem Jordanischen Nationalmuseum



Quelle: Sahar al Khasawneh, SESAME

Die elementare Zusammensetzung von byzantinischen Gipsfiguren aus dem Jordanischen Nationalmuseum wurde aufgeklärt, ohne dass hierzu Proben entnommen werden mussten. Die Analyse an einer Synchrotronstrahlungsquelle zeigt, dass die Körper der Figuren aus Kalziumkarbonat gefertigt sind und spezifische Einschlüsse aufweisen. Bemerkenswerterweise wurden die schwarzen Zeichnungen als Holzkohle entschlüsselt. Ein komplexes Spiegelfragment erwies sich überraschend als poliertes Amalgam aus Mangan, Gallium und Blei und nicht wie erwartet als Silizium. Die Bewahrung des kulturellen Erbes durch das Verständnis der verwendeten Materialien und der antiken Handwerkskunst wird durch fortschrittliche Synchrotronstrahlungstechnologie enorm vorangetrieben.<sup>42</sup>

## Auf den Spuren von Albrecht Dürer



Quelle: Staatliche Museen zu Berlin, Kupferstichkabinett / Dietmar Katz Public Domain Mark 1.

Silberstiftzeichnungen gehören zu den kostbarsten Schätzen graphischer Kunstsammlungen. Dieses Porträt von Willibald Pirckheimer (1503) von Albrecht Dürer (1471-1528) trägt eine zusätzliche Inschrift in griechischen Buchstaben, die einen eher heiklen Inhalt hat. Da Dürer selbst der griechischen Sprache nicht mächtig war, wurde behauptet, dass die Inschrift später und ohne Dürers Wissen hinzugefügt wurde. Eine andere vorgeschlagene Erklärung ist, dass die Inschrift vom porträtierten Pirckheimer selbst kurz nach der Entstehung des Porträts hinzugefügt wurde. Eine in Zusammenarbeit mit den Staatlichen Museen zu Berlin und dem Louvre-Museum durchgeführte Untersuchung der Spurenelementzusammensetzung der Silberspuren (oder -striche) mit einer Photonenquelle ergab, dass sowohl für die Zeichnung als auch für die Inschrift dieselbe Silberspitze verwendet wurde, das wiederum stützt die Theorie, dass Dürer die Inschrift kannte.<sup>43</sup>

<sup>42</sup> [http://maajournal.com/Issues/2023/Vol23-1/7\\_al%20Khasawneh\\_23\(1\).pdf](http://maajournal.com/Issues/2023/Vol23-1/7_al%20Khasawneh_23(1).pdf)

<sup>43</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S058485470400223X?via%3Dihub>

## Virtuelles Entfalten gefalteter Papyri



Quelle: Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International

Alte Dokumente sind von großer historischer Bedeutung, da sie Aufschluss über das Erbe alter Kulturen geben. Oft sind sie gerollt oder gefaltet, ihre Texte sind nicht sichtbar, und ihre Empfindlichkeit und Zerbrechlichkeit erlauben es nicht, sie zu entfalten. Die virtuelle Entfaltung mit Synchrotronlicht ermöglicht einen zerstörungsfreien Zugang zu den verborgenen Texten. Derzeit wartet eine Kiste mit mehreren gefalteten Papyri im Pariser Louvre-Museum darauf, entfaltet und entrollt zu werden.<sup>44</sup>

## Enthüllung von Stradivaris Geheimnissen



Quelle: C. Stani, Elettra Sincrotrone Trieste

Ein Team untersuchte in einer Synchrotron-Anlage zwei Stradivari-Geigen, die Toscano 1690 und die San Lorenzo 1718. Das Hauptziel war die Beantwortung einer seit langem diskutierten Frage: Verwendete Antonio Stradivari eine eiweißhaltige Grundierung, die unter den Lackschichten direkt auf die Holzoberfläche aufgetragen wurde? Eine hochmoderne multiinstrumentelle Analyse bestätigte eindeutig das Vorhandensein dieser Proteine innerhalb der Präparationsschicht, in unmittelbarer Nähe der ersten Schicht von Holzzellen, und enthüllte neue Details über den Herstellungsprozess seiner wertvollen Instrumente.<sup>45</sup>

<sup>44</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1296207419301670?via%3Dihub>

<sup>45</sup> <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.analchem.2c02965>

# WEITERE FORSCHUNGSGEBIETE

Die Einrichtungen des LEAPS-Konsortiums tragen auch dazu bei, unser Verständnis des Universums zu verbessern. Mit leistungsstarkem Röntgen- und Infrarotlicht können Forscherinnen und Forscher Zusammensetzung und Verhalten von kosmischen Materialien wie Meteoriten und interstellarem Staub in beispielloser Genauigkeit untersuchen.

Beschleunigerbasierte Photonenquellen ermöglichen es auch, die extremen Bedingungen im Weltraum zu simulieren und so dazu beizutragen, die Geheimnisse der Sternentstehung, der Planetenentwicklung und der grundlegenden Eigenschaften der Materie im Kosmos zu lüften. Diese Spitzenforschung liefert wertvolle Einblicke in die Ursprünge und die Dynamik des Universums.

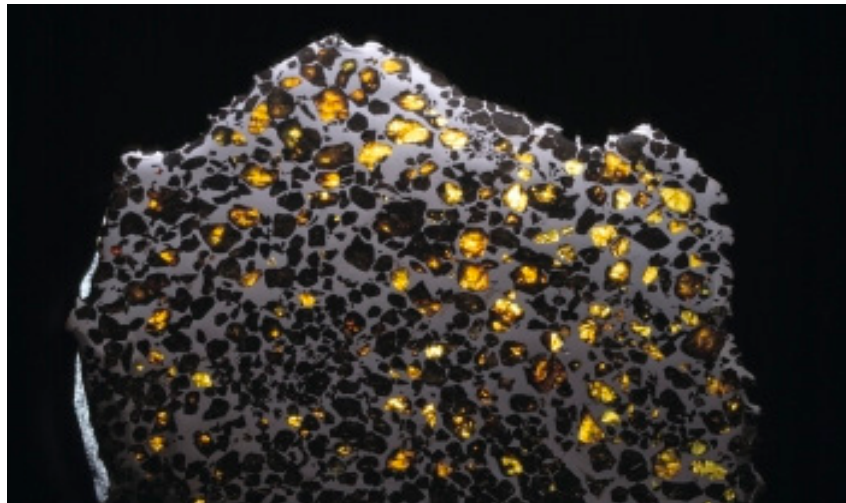
## Die Entdeckung des Uruniversums



Quelle: CC0 Public Domain

Im Januar 2024 begann ein Team des italienischen Nationalen Instituts für Astrophysik an einer Synchrotron-Anlage mit der Analyse von zwei wertvollen Proben des Asteroiden Ryugu. Dies geschah im Rahmen einer internationalen Ausschreibung zur Analyse von kosmischem Material, das von der Hayabusa-2-Mission der japanischen Raumfahrtagentur JAXA zur Erde zurückgebracht wurde. Die Forschungsgruppe konzentrierte sich auf die Untersuchung der organischen Materie und des Wassers, die in diesen Proben enthalten sind, um mehr über diese echten Fossilien des Sonnensystems zu erfahren, die auf die frühen Phasen der Entstehung unseres Planetensystems zurückgehen.<sup>46</sup>

## Festplatte aus dem Weltraum



Quelle: © Naturkundemuseum, London

Meteoriten haben eine lange Geschichte in extremen Bedingungen hinter sich. Geologen der Universität Cambridge enthüllten mit Hilfe von Synchrotron-Daten verborgene magnetische Botschaften in Meteoriten aus der Frühzeit des Sonnensystems. Diese Informationen erfassen das Abklingen des Magnetfelds in dem Moment, als der Kern des Mutterkörpers des Meteoriten fest wurde, und liefern eine Vorschau auf die Zukunft des Erdmagnetfelds wenn der Erdkern weiter erstarrt.<sup>47</sup>

<sup>46</sup> <https://dafne-light.inf.infn.it/research/highlights/ryugu-asteroid/>

<sup>47</sup> <https://www.nature.com/articles/nature14114>

# LEAPS UND DIE INDUSTRIE – EIN INNOVATIONSMOTOR

**Synchrotronstrahlungsquellen** mit ihrer einzigartigen Fähigkeit, Materialien auf atomarer und molekularer Ebene zu untersuchen, spielen eine **zentrale Rolle beim Vorantreiben der wissenschaftlichen Forschung und bei der Förderung der Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie**. Diese hochentwickelten Instrumente sind für viele Industriezweige nützlich, z. B. für die Pharmazie, die Umweltforschung und die Materialwissenschaft.

Bei der **Entwicklung von Arzneimitteln** ermöglicht die Synchrotronstrahlung eine rasche Identifizierung etwa von Proteinstrukturen. Dies hilft nicht nur, zu erkennen wie Arzneimittel wirken und wechselwirken, sondern auch beim Verständnis von Krankheiten, wodurch die Entdeckung und Entwicklung neuer Medikamente beschleunigt wird. In der **Materialwissenschaft** ermöglicht Synchrotronlicht die präzise Untersuchung von Materialstrukturen, was Fortschritte bei innovativen Materialien, Nanotechnologie und Halbleitern vorantreibt.

Umweltschützerinnen und Umweltschützer nutzen diese Maschinen, um Schadstoffe und Bodenbestandteile zu untersuchen, während Luft- und Raumfahrtingenieure die Spannungsverteilung in Flugzeugkörpern aus verschiedenen Materialien studieren.

Der **kooperative Charakter der Synchrotronforschung**, bei der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und Industrie zusammenarbeiten, ist ein wichtiger **Innovationsmotor**. Er senkt Eintrittsbarrieren und hilft, Forschungskapazitäten nahtlos in Entwicklungs- und Produktionsprozesse zu integrieren, führt zu neuen Produkten und Technologien und fördert so Innovation, Wettbewerbsfähigkeit und Wirtschaftswachstum. Die Unterstützung dieser Allianzen stellt sicher, dass die wissenschaftlichen Erkenntnisse unmittelbar in industrielle Prozesse einfließen und gleichzeitig eine Plattform für künftige technologische Entdeckungen etabliert wird.

# FORTBILDUNG, OUTREACH UND BILDUNGSMATERIALIEN

Die Bereitstellung des umfangreichen kollektiven Wissens und des Erfahrungsschatzes an den Forschungseinrichtungen von LEAPS kommt in vielfältiger Weise der Wissenschaft und Gesellschaft zugute. Jedes Mitglied des Konsortiums produziert Wissen und macht Ressourcen in vielen Bereichen und Formaten zugänglich. Umfangreiche Informationen finden sich auf den jeweiligen Internetseiten der Mitglieder, dabei reicht die Palette von wissenschaftlichen Newsrooms über Filme, Webinare, Podcasts bis hin zu Spielen.

LEAPS-Einrichtungen verfügen über Schullabore, Besuchsprogramme, Praktika, Sommerschulen und spezielle Aktivitäten für Studierende und potenzielle Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler. Darüber hinaus bieten die meisten Einrichtungen in ihrem Jahresprogramm eine Reihe von Tagen der offenen Tür an, die sich an die breite Öffentlichkeit oder bestimmte Zielgruppen richten. LEAPS-Einrichtungen sind in den sozialen Medien aktiv.



Quelle: Escola Gaspar de Portolà, Balaguer (Spanien)

Einzelne Einrichtungen haben bis zu 100 000 Impressions und mehrere zehntausend Follower auf ihren Social-Media-Kanälen. Jede Woche erscheint mindestens ein Artikel in der Presse oder ein Beitrag im Rundfunk oder Fernsehen. Durch die Teilnahme an Wissenschaftsmessen kommen die Einrichtungen mit 30 000 bis 40 000 Menschen in Kontakt (im Durchschnitt pro Jahr) – nicht mitgezählt sind dabei die Besucherinnen und Besucher von Straßenfesten, auf denen die Einrichtungen sich der Öffentlichkeit präsentieren.

> Weitere Informationen auf der LEAPS-Internetseite im Abschnitt "Education, Training & Outreach" (Bildung, Fortbildung und Öffentlichkeitsarbeit).<sup>48</sup>



Quelle: Highlights der Physik in Regensburg (Deutschland), HZB

# WISSENSCHAFTSDIPLO- MATIE – WISSENSCHAFT FÜR DEN FRIEDEN

Talente sind gleichmäßig über den Globus verteilt, Chancen jedoch nicht. Großforschungseinrichtungen bemühen sich, diese Lücke zu schließen. Multidisziplinäre Großforschung mit einer Vielfalt an Nutzerinnen und Nutzern wie an den LEAPS-Einrichtungen setzt auf Diversität und zieht Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nicht nur aus ganz Europa, sondern aus der ganzen Welt und mit unterschiedlichem Forschungshintergrund an. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus ganz Europa haben von den Integrationsmaßnahmen der letzten Jahrzehnte profitiert, die dazu beigetragen haben, wissenschaftliche Nutzerinnen und Nutzer aller wissenschaftlichen Felder zu unterstützen und insbesondere die Forscherinnen und Forscher aus Ländern ohne eigenes Synchrotron oder FEL in die LEAPS Familie einzubinden. Eine entsprechende Unterstützung hierbei demokratisiert den Zugang zur Großforschung. Mit Forscherinnen und Forschern aus über 90 Ländern dienen die LEAPS-Einrichtungen als Katalysator für den Austausch von Ideen und die Bildung dauerhafter Kooperationen, die über Grenzen und Disziplinen hinausgehen.

Ein globaler Blick auf die Wissenschafts- und Bildungslandschaft zeigt ein erhebliches Ungleichgewicht an Chancen. Ungleiche Bedingungen, Armut, soziale Ausgrenzung und mangelnde Chancen sind eng miteinander verknüpft, wobei der fehlende Zugang zu Bildung von der Grundschule bis zur Universität einen wesentlichen Faktor darstellt. Forschung und Bildung sind jedoch nicht nur wesentliche Säulen für nachhaltige Entwicklung, Gleichstellung der Geschlechter, Selbstbestimmung und Selbstermächtigung, sondern auch für die Schaffung gleicher Chancen für eine friedliche Zukunft und die Bewältigung globaler Herausforderungen. Da sich der Wissensaustausch in Form von Konferenzen und Netzwerken vor allem in der nördlichen Hemisphäre konzentriert, wurden in der Vergangenheit die Länder mit niedrigem und mittlerem Einkommen vom Know-How-Transfer ausgeschlossen. Auch sind die meisten Großeinrichtungen im globalen Norden. Um für mehr Chancengleichheit zu sorgen, haben die LEAPS-Einrichtungen



18. SESAME-Nutzertreffen am 4. und 5. Mai 2023. Quelle: © SESAME 2023

Aktionen zur Sensibilisierung und Integration, Schulungsprogramme, Schulen und Praktika durchgeführt. Darüber hinaus wurden Maßnahmen ergriffen, um den Remote-Zugang zur Forschung an Photonquellen zu erleichtern.

Die **LEAPS-Erklärung zu Inklusion, Vielfalt, Chancengleichheit und Antidiskriminierung (IDEA)**<sup>49</sup> bringt klar und einstimmig die Vision einer Welt zum Ausdruck, in der die europäische Wissenschaft ein Katalysator für die Lösung globaler Herausforderungen, ein wichtiger Motor für die Wettbewerbsfähigkeit, eine starke Kraft für eine engere Integration und eine Initiative für den Frieden durch intensivere wissenschaftliche Zusammenarbeit ist. Wie in dieser Broschüre dargelegt, setzen sich die LEAPS-Einrichtungen in vielfältiger Weise für die gemeinsame Forschung zur Bewältigung globaler Herausforderungen sowie die Überwindung sozialer und wirtschaftlicher Ungleichgewichte durch Bildung und Forschung ein.

Mehr denn je werden heute einzelne Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, wissenschaftliche Großgeräte, Wissenschaftsorganisationen und wissenschaftliche Nutzerorganisationen zu Botschaftern der friedlichen Zusammenarbeit. Die Wissenschaft hat die Verantwortung, die Welt zum Wohle aller Menschen, für Frieden und Chancengleichheit zu vereinen. Als Photonquellen stellen wir uns dieser Verantwortung entschieden, uneingeschränkt und von ganzem Herzen.

<sup>49</sup> <https://www.leaps-initiative.eu/leaps-idea/#:::text=LEAPS%20IDEA%20is%20the%20taskforce%20dedicated%20to%20Inclusion%2C,Best%20Practices%20in%20the%20various%20LEAPS%20member%20facilities>

# EPILOG

Vor zweihundert Jahren war man bei der Beleuchtung auf Kerzen angewiesen, die stanken, rußten und gesundheitsschädlich waren. Die große Herausforderung der damaligen Zeit bestand darin, bessere Kerzen zu entwickeln. Damals galten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die sich mit Elektrizität beschäftigten, als exzentrisch und gefährlich. Heute nutzen wir nahezu ausschließlich elektrisches Licht.

Die Geschichte lehrt uns nicht nur an diesem Beispiel, dass Lösungen für Probleme nicht immer dort zu finden sind, wo wir sie erwarten, und dass Grundlagenforschung zu unvorhergesehenen revolutionären Veränderungen führen kann. Manchmal dauert es Jahre oder sogar Jahrzehnte, bis ein Forschungsprojekt in ein Produkt mündet, wie bei der Entwicklung von Mikrochips. In anderen Fällen kommen die Ergebnisse plötzlich, wie bei der Forschung an beschleunigerbasierten Photonenquellen, die als schnelle Reaktion auf die unmittelbare Bedrohung durch COVID-19 durchgeführt wurde.

Durch angewandte und neugiergetriebene Forschung tragen beschleunigerbasierte Photonenquellen zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen, zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung und zur Sicherung des langfristigen Wohlstands unserer wissensbasierten Gesellschaften bei.

# DANKSAGUNG

Das LEAPS-Konsortium ist sehr dankbar für die Unterstützung durch die nationalen Förderagenturen und die Europäische Kommission. Ohne ihre großzügige Finanzierung wäre die Arbeit von LEAPS und seiner beteiligten Einrichtungen nicht möglich. Die Zusammenarbeit mit anderen national geförderten Forschungseinrichtungen und Universitäten bereichert die Arbeit des Konsortiums zusätzlich und stellt sicher, dass die in den LEAPS-Einrichtungen und von den LEAPS-Partnern durchgeführte Forschung von gesellschaftlicher Relevanz und Wirkung ist.

LEAPS dankt auch den wissenschaftlichen Nutzerinnen und Nutzern der Einrichtungen, die mit ihren Kapazitäten, unterschiedlichen Interessen, Konzepten und Fachkenntnissen – ganz zu schweigen von ihrer wissenschaftlichen Exzellenz – dazu beigetragen haben, die Ergebnisse voranzutreiben und unsere gegenseitige

Verantwortung in vielen gesellschaftlich relevanten Bereichen zu erfüllen.

LEAPS dankt auch den Nutzerorganisationen der Einrichtungen, den nationalen Nutzerorganisationen und der europäischen Nutzerorganisation ESUO, die alle Partner bei LEAPS-Aktivitäten auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene sind.

Die LEAPS-Einrichtungen würdigen die Unterstützung der wissenschaftlichen Nutzerinnen und Nutzer durch die Europäische Kommission und die jahrzehntelange Unterstützung in Form von aufeinanderfolgenden Rahmenprogrammen für integrierende Maßnahmen und danken der Kommission im Namen der Nutzergemeinschaften für die Ermöglichung des grenzüberschreitenden Zugangs zu unseren Einrichtungen.



## LEAPS

League of European  
Accelerator-based  
Photon Sources



# REDAKTION

**Antje Vollmer**

HZB, Vorsitzende der Redaktion

**Agnieszka Cudek**

SOLARIS

**Ana Anselmo**

HZB

**Bárbara Calisto**

ALBA

**Florentine Krawatzek**

HZB

**Rafael Abela**

PSI

**Layout**

**Mahir Dzambegovic**

PSI

**Contact**

[leaps-support@desy.de](mailto:leaps-support@desy.de)

# LEAPS UND SEINE PARTNER



# Stärkung der führenden Rolle Europas in Wissenschaft und Innovation

<https://leaps-initiative.eu>



**LEAPS**

League of European  
Accelerator-based  
Photon Sources