



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften

Greve-Preis 2022

Verleihung des Greve-Preises 2022 der Nationalen Akademie der Wissenschaften

an

PROF. DR. KERSTIN VOLZ

Direktorin des Wissenschaftlichen Zentrums für Materialwissenschaften (WZMW)
Professorin für Experimentalphysik
Philipps-Universität Marburg

PROF. DR. DR. H.C. JÜRGEN JANEK

Direktor des Zentrums für Materialforschung (ZfM)
Professor für Physikalische Chemie
Justus-Liebig-Universität Gießen

Donnerstag, 17. November 2022, 12:30 Uhr
Hamburger Rathaus

MUSIKALISCHE ERÖFFNUNG

Jazztrack

GRUSSWORT

PD Dr. Peter Tschentscher
Erster Bürgermeister der Freien und Hansestadt Hamburg

BEGRÜSSUNG

Prof. (ETHZ) Dr. Gerald Haug
Präsident der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina

ÜBER DIE STIFTER DES GREVE-PREISES

Film

MUSIKALISCHES INTERMEZZO

Jazztrack

VORSTELLUNG DES GREVE-PREISES DER LEOPOLDINA

Prof. (ETHZ) Dr. Gerald Haug

VORSTELLUNG DER PREISTRÄGERIN UND DES PREISTRÄGERS

Film

LAUDATIO AUF DIE PREISTRÄGERIN UND DEN PREISTRÄGER

Prof. Dr. Ferdi Schüth
*Direktor am Max-Planck-Institut für Kohlenforschung
Mülheim an der Ruhr*

VERLEIHUNG DES GREVE-PREISES 2022

Eva-Maria Greve
Vorstand der Hamburgischen Stiftung für Wissenschaften, Entwicklung und Kultur Helmut und Hannelore Greve
Prof. (ETHZ) Dr. Gerald Haug

MUSIKALISCHES INTERMEZZO

Jazztrack

DANK DER PREISTRÄGERIN UND DES PREISTRÄGERS

Prof. Dr. Kerstin Volz
*Direktorin des Wissenschaftlichen Zentrums für Materialwissenschaften (WZMW)
Professorin für Experimentalphysik
Philipps-Universität Marburg*
Prof. Dr. Dr. h.c. Jürgen Janek
*Direktor des Zentrums für Materialforschung (ZfM)
Professor für Physikalische Chemie
Justus-Liebig-Universität Gießen*

SCHLUSSWORT

Prof. (ETHZ) Dr. Gerald Haug

Im Anschluss laden wir zu einem Empfang.

Mit freundlicher Unterstützung der Senatskanzlei Hamburg

Hamburgische Stiftung für Wissenschaften, Entwicklung und Kultur Helmut und Hannelore Greve

Prof. Dr. Dr. h. c. Helmut Greve und Prof. Dr. h. c. Hannelore Greve bauten nach dem 2. Weltkrieg ein Unternehmen mit mehr als 50 Firmen auf. Ihr umfangreicher Immobilienbesitz, der sich weit gestreut in der Bundesrepublik verteilt, prägt das Stadtbild besonders von Hamburg, hier vor allem durch die Alstercity an der Osterbek.

Aus eigenem Vermögen errichteten Helmut und Hannelore Greve u. a. in Hamburg die Flügelbauten zum Hauptgebäude der Universität und den Bibliotheksneubau für die Hochschule für Musik und Theater.

1995 gründeten sie die ‚Hamburgische Stiftung für Wissenschaften, Entwicklung und Kultur Helmut und Hannelore Greve‘.

Im kulturellen Bereich liegt ein Schwerpunkt in der Förderung der Elbphilharmonie, ein anderer in der Präsentation Ungarns als eines unverzichtbaren Teils Europas. Im wissenschaftlichen Bereich wurde die Helmut und Hannelore Greve-Stiftungsprofessur für Seltene Krankheiten am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf errichtet. Im Anschluss wird nun die klinische Arbeit für Menschen mit Seltenen Erkrankungen wesentlich unterstützt und ihre Versorgung langfristig verbessert.

Helmut und Hannelore Greve ermöglichten die Gründung der Akademie der Wissenschaften in Hamburg mit einer Anschubfinanzierung über drei Jahre und stimmten der Ausschreibung eines hochdotierten Hamburger Wissenschaftspreises zu, der bisher siebenmal vergeben wurde.

Ihr Verantwortungsbewusstsein, ihr Gespür für Qualität und ihre Einsicht ins Notwendige und Machbare haben auch die Arbeit der Stiftung geprägt und prägen sie noch heute. Frau Eva-Maria Greve und Herr Wolfgang Peter Greve führen im Vorstand die Stiftungsarbeit in diesem Sinne fort und erweitern sie mit eigenen, innovativen Projekten. So fördern sie am UKE die Achalasieforschung, ermöglichen die Finanzierung des Dr. Martini-Preises und fördern das Altonaer Kinderkrankenhaus. Sie initiierten die Stiftung des Greve-Preises, der von der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina – Nationalen Akademie der Wissenschaften erstmals 2022 verliehen wird.



Prof. Dr. h. c. Hannelore Greve, Prof. Dr. Dr. h. c. Helmut Greve (†)



Eva-Maria Greve, Wolfgang Peter Greve

Die Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina

Die Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina ist seit 2008 die Nationale Akademie der Wissenschaften. Sie bearbeitet unabhängig von wirtschaftlichen oder politischen Einzelinteressen wichtige gesellschaftliche Zukunftsthemen aus wissenschaftlicher Sicht, vermittelt die Ergebnisse der Politik und der Öffentlichkeit und vertritt diese Themen national wie international.

Die Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina wurde am 14. Juli 2008 zur Nationalen Akademie der Wissenschaften ernannt. Rechtsgrundlage war der Beschluss der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz des Bundes und der Länder vom 18. Februar 2008. Seitdem steht die Leopoldina unter der Schirmherrschaft des Bundespräsidenten. Sie ist unabhängig und dem Gemeinwohl verpflichtet.

Die Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina ist als eingetragener Verein gemeinnützig tätig. Sie wird finanziert aus öffentlichen Mitteln vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (80 Prozent) sowie vom Bundesland Sachsen-Anhalt (20 Prozent), in dem sich ihr Hauptsitz befindet. Mit fast 1.700 Mitgliedern aus mehr als 30 Ländern ist sie die größte Wissenschaftsakademie in Deutschland und zugleich eine übernationale Vereinigung.

Die Leopoldina wurde 1652 in Schweinfurt gegründet und ist die älteste ununterbrochen existierende naturwissenschaftlich-medizinische Akademie der Welt. Als Akademie wählt sie hervorragende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu ihren Mitgliedern. Seit ihrer Gründung wurden mehr als 7.000 Persönlichkeiten ernannt. Dazu gehörten unter anderem Marie Curie, Charles Darwin, Albert Einstein, Johann Wolfgang von Goethe, Alexander von Humboldt, Justus von Liebig und Max Planck.

Seit 1878 ist die Leopoldina in der mitteldeutschen Stadt Halle an der Saale beheimatet. Zuvor wechselte ihr Sitz stets mit dem Wohnort des jeweiligen Präsidenten. Anfang 2012 bezog die Akademie ihren neuen Hauptsitz auf dem Jägerberg in Halle. Hier hat sie den angemessenen Platz gefunden, um ihre gewachsenen und wachsenden Aktivitäten als Nationale Akademie leisten zu können. Erwerb und Sanierung der Immobilie wurden durch die öffentliche Hand von der Bundesregierung und dem Land Sachsen-Anhalt finanziert.

Neben ihrem Hauptsitz unterhält die Leopoldina seit 2009 ein Büro im Regierungsviertel der Hauptstadt Berlin, um die Wege zu Politik, Medien und den internationalen Vertretungen kurz zu halten. Damit ist sie im politischen Berlin fest verankert.



Hauptsitz der Leopoldina auf dem Jägerberg in Halle (Saale)



„Wissenschaft bahnt sich ihren Weg“, Bronzeskulptur von Prof. Bernd Göbel, Halle (Saale)

Der Greve-Preis der Nationalen Akademie der Wissenschaften

Der Greve-Preis der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina wird alle zwei Jahre gemeinsam mit der Hamburgischen Stiftung für Wissenschaften, Entwicklung und Kultur Helmut und Hannelore Greve vergeben. Er ist mit 250.000 Euro dotiert und wird Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sowie Forschungsteams verliehen, die in Deutschland an Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen oder in Wirtschaftsunternehmen tätig sind. Im Fokus: besonders herausragende Forschungsleistungen in den Bereichen „Naturwissenschaften/Medizin“ und „Technikwissenschaften“.

Für die erstmalige Ausschreibung des Greve-Preises steht das Thema „Naturwissenschaftliche Grundlagen einer nachhaltigen Energieversorgung“ im Mittelpunkt. Die Leopoldina möchte damit die Rolle der Grundlagenforschung in der Bewältigung einer der wichtigsten Herausforderungen für unser Gemeinwesen würdigen.

Verliehen wird der Preis an Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die die Wissenschaft auf einem Gebiet entscheidend vorangebracht haben. Dies kommt in der geschaffenen Kleinplastik exzellent zum Ausdruck: Die gestaltete Dame, als bildliche Darstellung für „die Wissenschaft“, geht dynamisch voran und überwindet dabei Grenzen und Hindernisse. Die Kleinplastik zum Greve-Preis der Leopoldina wurde durch den halleischen Bildhauer und Medailleur Bernd Göbel entworfen.

Prof. Bernd Göbel (geb. 1942) ist einer der renommiertesten deutschen Medailenkünstler und Bildhauer der Gegenwart. Nach einer Lehre als Holzbildhauer studierte er 1963 bis 1969 Bildhauerei an der Hochschule für industrielle Formgestaltung – Burg Giebichenstein. 1969 bis 1982 war er hier Assistent, dann Dozent. Ab 1978 leitete er die Bildhauerklasse an der Burg. 1982 wurde er zum Professor für Plastik ernannt. 2008 schied er aus dem Hochschuldienst aus. In dritter Generation führte Göbel die halleische Bildhauertradition fort. In diesem Sinne prägte er als Hochschullehrer und Künstler mehrere Generationen von Bildhauern. Ein Schwerpunkt seines Schaffens ist die Medaillenkunst. Hierfür erfuhr er große internationale Anerkennung.

Seit über 40 Jahren gestaltet Bernd Göbel für die Leopoldina Ehrenmedaillen, ebenso Medaillen zu Ereignissen und Personen der halleischen Stadt- und Universitätsgeschichte. Mit seinem bildhauerischen Schaffen prägt er die Stadtbilder und Erinnerungskultur im gesamten mitteldeutschen Raum.

Mitglieder der Auswahlkommission

PRÄSIDENT DER LEOPOLDINA

Prof. (ETHZ) Dr. Gerald Haug, *Klimaforscher, Halle/Mainz/Berlin*

VIZEPRÄSIDENTINNEN UND VIZEPRÄSIDENTEN DER LEOPOLDINA

Prof. Dr. Ulla Bonas, *Pflanzen genetikerin, Halle (Saale)*

Prof. Dr. Thomas Krieg, *Mediziner, Köln*

Prof. Regina Riphahn, Ph.D., *Wirtschaftswissenschaftlerin, Nürnberg*

Prof. Dr. Robert Schlögl, *Chemiker und Katalyseforscher, Mülheim an der Ruhr/Berlin*

SEKRETARINNEN UND SEKRETARE DER LEOPOLDINA

Klasse I: Mathematik, Natur- und Technikwissenschaften

Prof. Dr. Sigmar Wittig, *Ingenieurwissenschaftler, Karlsruhe*

Klasse II: Lebenswissenschaften

Prof. Dr. Claus R. Bartram, *Humangenetiker, Heidelberg*

Klasse III: Medizin

Prof. Dr. Jutta Gärtner, *Medizinerin, Göttingen*

Klasse IV: Geistes-, Sozial- und Verhaltenswissenschaften

Prof. Dr. Ute Frevert, *Historikerin, Berlin*

SPRECHERINNEN UND SPRECHER DER KLASSEN DER LEOPOLDINA

Klasse I: Mathematik, Natur- und Technikwissenschaften

Prof. Dr. Gerhard Erker, *Chemiker, Münster*

Klasse II: Lebenswissenschaften

Prof. Dr. Roland Lill, *Biochemiker, Marburg*

Klasse III: Medizin

Prof. Dr. Barbara Wollenberg, *Medizinerin, München*

Klasse IV: Geistes-, Sozial- und Verhaltenswissenschaften

Prof. Dr. Otfried Höffe, *Philosoph, Tübingen*



Das Siegel der Leopoldina

Der tiefe Blick in das Innere von Hochleistungsbatterien

Die kleinste funktionale Einheit einer Batterie ist die Batteriezelle – eine sogenannte „elektrochemische Zelle“, in der ein chemisches Reaktionssystem auf höchst elegante Art und Weise aufgebaut und verpackt ist. Bei der Entladung einer solchen Zelle läuft eine chemische Reaktion freiwillig ab und liefert elektrische Energie. Während des Ladens durch Zufuhr elektrischer Energie von außen wird die Reaktion umgekehrt und der ursprüngliche geladene Zustand wiederhergestellt. Im Idealfall kann dieser Entlade- und Ladeprozess beliebig oft und mit sehr hoher Energieeffizienz – also ohne nennenswerte Energieverluste, die wir durch die Erwärmung beim Entladen und Laden wahrnehmen – durchgeführt werden. In der Praxis wird dieser Idealfall allerdings nicht erreicht: Batterien „altern“, und Nebenreaktionen der Stoffe in der Batterie führen langfristig zu einem Leistungsabfall. Dieser ist oft umso größer, je stärker eine Batterie belastet wird.

Labortestzelle (Batteriezelle) vor dem Einbau in ein Röntgen-Messgerät (Diffraktometer) zur Untersuchung von Alterungsprozessen während der Nutzung. Tiefgehende Untersuchungen der chemischen Reaktionen in zukünftigen Batteriezellen gehören zu den gemeinsamen Arbeiten der Preisträger (Foto: Rolf K. Wegst; JLU (2022)).

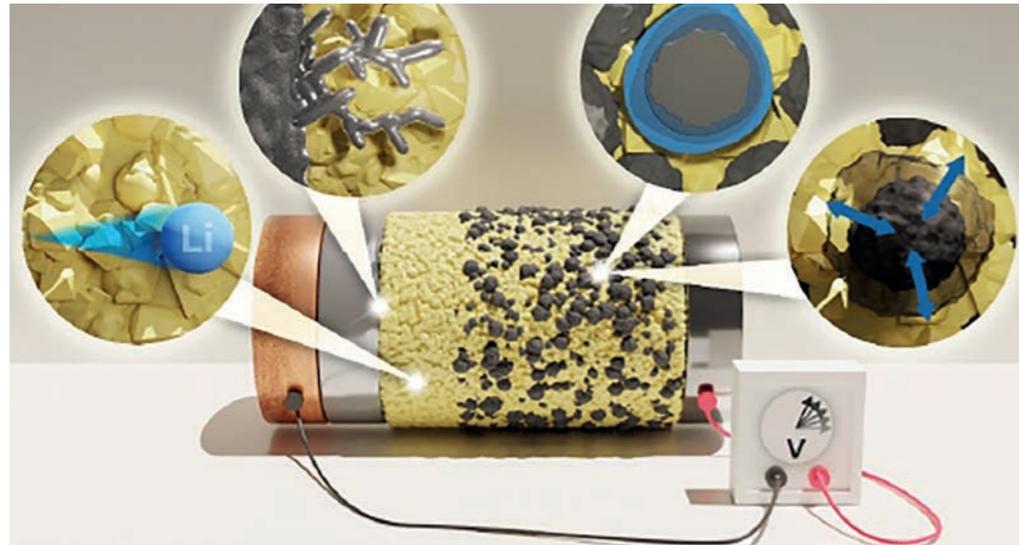


In der Lithiumionen-Batterie, der heute führenden Speichertechnologie, wird seit 30 Jahren eine besondere chemische Reaktion überaus erfolgreich genutzt. Hierbei wird Graphit mit einem Metalloxid kombiniert, und ein flüssiger Elektrolyt vermittelt zwischen diesen beiden Elektrodenmaterialien. Der Speicherprozess einer solchen Batteriezelle beruht darauf, dass besonders leichte und reaktive Element Lithium beim Laden und Entladen zwischen Graphit und dem Metalloxid hin und her zu transportieren. Hierbei wird es abwechselnd immer wieder in diese beiden Materialien ein- und ausgebaut. Dabei verändern sich sowohl die chemischen Zusammensetzungen der beiden Speicherstoffe als auch ihr Volumen – was zu einer mechanischen Beanspruchung führt. Das Laden und Entladen gelingt allerdings mit etablierten Speicherstoffen nach Jahrzehnten der Entwicklung so gut, dass Lithiumionen-Batterien heute sowohl eine lange Lebensdauer haben als auch eine hohe Energieeffizienz besitzen und damit unser Leben durch zahlreiche Anwendungen in der mobilen Kommunikation und Elektromobilität massiv beeinflusst haben. Im Jahr 2019 wurde dies durch den Nobelpreis für Chemie verdient gewürdigt.

Mit dieser erfolgreichen Entwicklung wächst der Bedarf nach noch leistungsfähigeren, gleichzeitig ressourcenschonenden, langzeitstabilen und kostengünstigen Batterien weiter. Der rasant wachsende Markt für batteriebetriebene Fahrzeuge ist hier ein wesentlicher Treiber, und die noch anstehende Verbreitung von Robotern und neuen mobilen Geräten wird den Bedarf weiter vergrößern. In die physikalisch-chemische Begriffswelt übertragen, erfordert dies die Suche nach chemischen Speichermaterialien, Elektrolyten und Batteriezellkonzepten, die diese Herausforderungen noch besser bewältigen und die weltweit umfangreiche Forschungsanstrengungen antreibt.

Jürgen Janek und Kerstin Volz haben mit ihrer Forschung an dieser Suche und den hiermit verbundenen grundlegenden Aufgaben einen sichtbaren und erfolgreichen Anteil. Jürgen Janek erforscht als Experte für Elektrochemie und Festkörperchemie seit Jahren neue und verbesserte Speicherstoffe für Lithium (und zunehmend auch Natrium), die es ermöglichen sollen, mehr Energie noch schneller sicher zu speichern und bereitzustellen. In den letzten Jahren hat er sich zum einen intensiv mit Speichermaterialien besonders hoher Speicherkapazität beschäftigt, zum anderen die konzeptionelle Weiterentwicklung der Lithiumionen-Batterie in Richtung der sogenannten Festkörperbatterie erforscht. In Festkörperbatterien kommt ein fester Elektrolyt statt des bisher verwendeten flüssigen und grundsätzlich brennbaren Elektrolyten zum Einsatz. Die Eigenschaften fester Elektrolyte und ihr Einsatz in Batterien werden von Jürgen Janek und seinem Forschungsteam besonders tiefgehend elektrochemisch und analytisch untersucht. Er konnte hier grundlegende und stark beachtete Erkenntnisse erzielen, z. B. zur Stabilität gegenüber den Speichermaterialien und zum Einsatz von Lithiummetall als Elektrodenmaterial – häufig durch den kombinierten Einsatz elektrochemischer und spektroskopischer Methoden. Ob die Erwartungen an Festkörperbatterien tatsächlich erfüllt werden können, ist eine der zentralen aktuellen Forschungsfragen, denen sich die Gießener Forschungsgruppe widmet.

Schema einer Festkörperbatterie mit vereinfachter Darstellung einiger physikalisch-chemischer Herausforderungen (von links): Transport von Lithium, Kurzschlüsse durch metallische Lithiumdendrite, Alterung durch Nebenreaktionen, mechanische Alterung. (Grafik: Elisa Monte, JLU Gießen (2022))

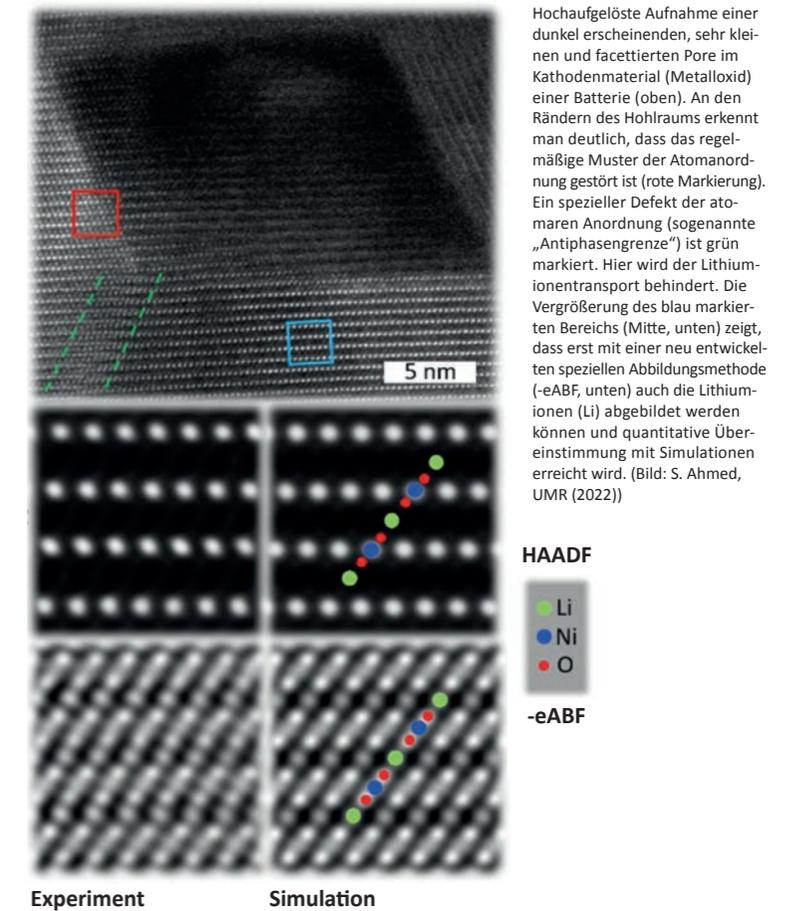


Die Beantwortung dieser Fragen erfordert das Verständnis für die Reaktionen, die in einer Batteriezelle ablaufen, und die Beobachtung und Aufklärung der Veränderungen und Schäden, die Speichermaterialien und feste Elektrolyte beim Betrieb erleiden. Um die Funktion und die Alterung von Batteriematerialien im Detail verstehen zu können, muss letztlich die Anordnung der Atome in den verwendeten Materialien aufgeklärt werden. Dies ist eine große Herausforderung, und es muss ein milliardenfach vergrößertes Bild erstellt werden. Genau an diesem Punkt kommt Kerstin Volz mit ihrem Team ins Spiel. Kerstin Volz ist Expertin für die Untersuchung des Aufbaus von Festkörpern – bis in den atomaren Bereich. Dafür kommt ein sogenanntes Transmissionselektronenmikroskop, ein mehrere Meter hohes Mikroskop, in dem Elektronen mit hoher Geschwindigkeit durch eine sehr dünne Probe geschossen werden, zum Einsatz. Der Elektronenstrahl wird über die Probe gerastert und das dabei entstehende Streusignal unterhalb der Probe ausgewertet. So können die chemische Zusammensetzung und die Mikrostruktur der untersuchten Materialien aufgeklärt werden. Dies geschieht unter anderem durch Vergleich der Messungen mit Rechnungen auf Höchstleistungscomputern.

Die Abbildung der Positionen von Lithiumionen ist besonders schwierig, da Lithium ein sehr leichtes Element ist und eine kleine Kernladungszahl hat. Kerstin Volz und ihr Team entwickelten eine spezielle Abbildungsmethode, um auch Lithium im Transmissionselektronenmikroskop sehen zu können. Mit dieser Methode können nun alle Atome in einem Speichermaterial, das die Gießener Arbeitsgruppe zuvor bereits sorgfältig elektrochemisch und analytisch untersucht hat, abgebildet werden. Solche Abbildungen stellen einen bedeutenden Fortschritt hin zu einem mikroskopischen Verständnis des Speichermaterials dar. In gemeinsamen Projekten konnten die Gießener und Marburger Teams u. a. die Schädigung von Speichermaterialien bis in kleinste Details aufklären, was langfristig zur Verbesserung der Lebensdauer von Batteriekomponenten und ganzen Batteriezellen beitragen wird.

Die Zusammenarbeit von Jürgen Janek und Kerstin Volz, welche vor mehr als zehn Jahren begann, beruht auf der idealen Komplementarität ihrer wissenschaftlichen Kompetenzen und Interessen. Jürgen Janek entwickelt und untersucht neue Konzepte für Speicherstoffe, Elektrolyte und Batteriezellen und nutzt hierzu elektrochemische Methoden und zahlreiche weitere analytische Methoden. Kerstin Volz entwickelt und nutzt elektronenmikroskopische Methoden, die es erlauben, die elektrochemisch relevanten Stoffe darüber hinaus bis in atomare Details zu verstehen. Nur durch diese synergetische Zusammenarbeit ist es z. B. gelungen, Baufehler (Defekte) in der atomaren Gitterstruktur und der kristallinen Mikrostruktur abzubilden – insbesondere in Speicherstoffen, die verschieden intensiv genutzt worden sind. Diese grundlegenden Ergebnisse an der Grenze von Chemie und Physik helfen dabei, die Nutzungsbedingungen für Hochleistungs-batterien und die in ihnen genutzten Materialien besser zu definieren und damit auf lange Sicht zu noch leistungsfähigeren Energiespeichern zu kommen.

Die gemeinsame Auszeichnung sehen Kerstin Volz und Jürgen Janek auch als Motivation, die Zusammenarbeit weiter zu vertiefen und sich neuen, schwierigen Forschungsfragen zu widmen. Hierzu wird es u. a. gehören, Materialien, Komponenten und ganze Batteriezellen im Betrieb („operando“) im Elektronenmikroskop zu untersuchen, zum Beispiel bei erhöhter Temperatur, in einer bestimmten Gasatmosphäre oder auch direkt während eines (Ent-)Ladeprozesses. Hierzu sind wiederum gemeinsame Anstrengungen nötig, um relevante Materialien und Reaktionssysteme zuvor so an die Anforderungen der Elektronenmikroskopie anzupassen, dass die gewünschten Informationen auch tatsächlich ermittelt werden können.



Hochauflösende Aufnahme einer dunkel erscheinenden, sehr kleinen und facettierten Pore im Kathodenmaterial (Metalloxid) einer Batterie (oben). An den Rändern des Hohlraums erkennt man deutlich, dass das regelmäßige Muster der Atomanordnung gestört ist (rote Markierung). Ein spezieller Defekt der atomaren Anordnung (sogenannte „Antiphasegrenze“) ist grün markiert. Hier wird der Lithiumionentransport behindert. Die Vergrößerung des blau markierten Bereichs (Mitte, unten) zeigt, dass erst mit einer neu entwickelten speziellen Abbildungsmethode (-eABF, unten) auch die Lithiumionen (Li) abgebildet werden können und quantitative Übereinstimmung mit Simulationen erreicht wird. (Bild: S. Ahmed, UMR (2022))

HAADF
 ● Li
 ● Ni
 ● O
 -eABF

Prof. Dr. Dr. h. c. Jürgen Janek



Jürgen Janek ist ein deutscher Physikochemiker. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen der Festkörperelektrochemie, der Defekt- und Grenzflächenchemie von anorganischen Funktionsmaterialien sowie der elektrochemischen Energiespeicherung in Batterien.

AKADEMISCHER UND BERUFLICHER WERDEGANG

seit 2016	Direktor, Zentrum für Materialforschung (ZfM), Justus-Liebig-Universität (JLU) Gießen
seit 2011	Direktor, Gemeinschaftslabor, Battery and Electrochemistry Laboratory (BELLA), BASF SE, Karlsruhe sowie Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
2008	Gastprofessor, Aix-Marseille University, Marseille, Frankreich
2004	Gastprofessor, Department of Materials Science and Engineering, Seoul National University, Seoul, Südkorea
2004	Gastprofessor, Tohoku University, Sendai, Japan
seit 1999	Professor für Physikalische Chemie, Institut für Physikalische Chemie, JLU Gießen
1999	Professor für Physikalische Chemie, Christian-Albrechts-Universität Kiel
1997	Habilitation in Physikalischer Chemie, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
1997 – 1999	Oberassistent, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
1992 – 1997	Wissenschaftlicher Assistent, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
1992	Promotion in Physikalischer Chemie, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
1989	Diplom in Chemie, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

FUNKTIONEN IN WISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFTEN UND GREMIEN

seit 2020	Mitglied, Beirat, Bayerisches Zentrum Batterietechnik (BayBatt), Bayreuth
seit 2020	Mitglied, Beirat, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Stuttgart

2019 – 2020	1. Vorsitzender, Deutsche Bunsen-Gesellschaft für Physikalische Chemie (DBG)
2018 – 2021	Dekan, Fachbereich Biologie und Chemie, JLU Gießen
seit 2018	Mitglied, Beirat, Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, Stuttgart
seit 2018	Stellvertretender Vorsitzender, Fachbeirat „Batterieforum Deutschland“, Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
seit 2018	Mitglied, Beirat, Batterieforschungszentrum, Münster Electrochemical Energy Technology (MEET), Westfälische Wilhelms-Universität (WWU) Münster
2017 – 2022	Mitglied, Forschungsrat, Forschungscampus Mittelhessen (FCMH), Gießen
2011 – 2015	Wissenschaftliches Mitglied, Senat sowie Bewilligungsausschuss für Sonderforschungsbereiche (SFB), Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
2015 – 2018	Prodekan, Fachbereich Biologie und Chemie, JLU Gießen
2009 – 2011	Vorsitzender, Bundesvereinigung Materialwissenschaft und Werkstofftechnik (BVMatWerk)
2007 – 2009	Vorsitzender, Arbeitsgemeinschaft Deutscher Universitätsprofessoren und -professorinnen für Chemie (ADUC)
2007 – 2009	Mitglied, Beirat sowie Delegierter, Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) sowie BVMatWerk
2006 – 2012	Mitglied, Vorstand, Fachgruppe Festkörperforschung und Materialwissenschaft, GDCh
2004 – 2010	Stellvertretender Sprecher, Fachkollegium Chemische Festkörperforschung, DFG
2004 – 2006	Vizepräsident, JLU Gießen
2001 – 2003	Dekan, Fakultät für Biologie, Chemie und Geowissenschaften, JLU Gießen
2000	Vizedekan, Fakultät für Biologie, Chemie und Geowissenschaften JLU Gießen

AUSZEICHNUNGEN UND VERLIEHENE MITGLIEDSCHAFTEN

seit 2022	Mitglied, Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina
2022	Ehrendoktorwürde, Delft University of Technology (TU Delft), Delft, Niederlande
2022	Highly Cited Researcher, Cross-Field – 2021, Web of Science, Clarivate, London, UK
2021	Highly Cited Researcher, Cross-Field – 2020, Web of Science, Clarivate, London, UK
2016	Wilhelm-Jost-Gedächtnismedaille, Akademie der Wissenschaften zu Göttingen
1999	Gerhard Hess-Förderpreis für junge Wissenschaftler, DFG
1998	Karl-Winnacker-Stipendium, Hoechst Foundation, Frankfurt am Main
1998	Nernst-Haber-Bodenstein-Preis, Deutsche Bunsen Gesellschaft, DBG
1989	Stipendium, Verband der Chemischen Industrie (VCI), Frankfurt am Main

Prof. Dr. Kerstin Volz



Kerstin Volz ist eine deutsche Physikerin. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der Festkörperphysik, hauptsächlich auf den Gebieten der Abscheidung von neuartigen Materialien für Kommunikations- und Energietechnologien und der quantitativen Charakterisierung von Stoffen mittels elektronenmikroskopischer Methoden.

AKADEMISCHER UND BERUFLICHER WERDEGANG

- seit 2021 Sprecherin des DFG Sonderforschungsbereiches SFB 1083 „Struktur und Dynamik innerer Grenzflächen“
- seit 2015 Geschäftsführende Direktorin, Wissenschaftliches Zentrum für Materialwissenschaften (WZMW), Philipps-Universität Marburg
- 2013 – 2021 Stellvertretende Sprecherin des DFG Sonderforschungsbereiches SFB 1083 „Struktur und Dynamik innerer Grenzflächen“
- 2012 – 2022 Sprecherin des DFG Graduiertenkollegs GRK 1782 „Funktionalisierung von Halbleitern“
- 2009 – 2014 Heisenberg-Professorin der DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft)
- seit 2009 Professorin für Experimentalphysik, Fachbereich Physik, Philipps-Universität Marburg

- seit 2009 Leiterin des Struktur- und Technologieforschungslabors, Wissenschaftliches Zentrum für Materialwissenschaften (WZMW), Philipps-Universität Marburg
- 2008 – 2009 Gastprofessorin, Humboldt-Universität zu Berlin
- 2006 Habilitation in Experimentalphysik, Philipps-Universität Marburg
- 2003 – 2008 Nachwuchsgruppenleiterin (eigene Stelle in DFG-Forschungsgruppe), Philipps-Universität Marburg
- 2002 Gastwissenschaftlerin (Feodor-Lynen Stipendium), Stanford University, USA
- 1997 – 2000 Mehrere Forschungsaufenthalte am Osaka National Research Laboratory, Japan
- 1999 Promotion in Physik, Universität Augsburg, GSI Darmstadt, Universität Marburg
- 1996 Diplom in Physik, Universität Augsburg

FUNKTIONEN IN WISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFTEN UND GREMIEN

- 2018 – 2019 Dekanin, Fachbereich Physik, Philipps-Universität Marburg
- 2018 – 2019 Mitglied des Vorstands der Deutschen Gesellschaft für Elektronenmikroskopie (DGE)
- seit 2020 Mitglied des Forschungsrats Forschungscampus Mittelhessen (FCMH)
- seit 2020 Mitglied des Forschungsbeirats der Philipps-Universität Marburg
- seit 2018 Mitglied der kooperativen Promotionsplattform des FCMH
- seit 2016 Mitglied des Auswahlkomitees für die MRS medal

AUSZEICHNUNGEN UND VERLIEHENE MITGLIEDSCHAFTEN

- 2009 Patricia-Pahamy-Preis für die beste Lehre, Fachbereich Physik, Philipps-Universität Marburg
- 2008 Heisenberg-Professur der DFG
- 2001 Feodor-Lynen-Stipendium der Alexander von Humboldt-Stiftung
- 1996 Graduate Student Award der EMRS

Interview mit der Preisträgerin und dem Preisträger

Sie forschen seit Jahren auf dem Gebiet der Hochleistungsbatterien. Was reizt Sie daran?

Janek: Mein Forschungsgebiet Elektrochemie war Anfang der 1990er Jahre quasi „tot“. Es galt als abgeschlossen, was aber nicht der Fall war – besonders im Bereich der Elektrochemie fester Stoffe. Ich erforschte Materialien für die Brennstoffzelle, gegen den Trend. Eine zentrale Frage war für mich immer, wie man elektrochemische Zellen über lange Zeit stabil halten kann. Viele Materialien „leiden“ während des Betriebs, weil dauernd chemische Reaktionen ablaufen. Das in den Griff zu bekommen, ist ein Ziel meiner Forschung, auch jetzt bei den Fragen rund um Batterien.

Volz: Ich fand es seit jeher spannend, den atomaren Aufbau von Materie zu verstehen. Die Elektronenmikroskopie ist eine Technik, mit der man dies erreichen und dann interessante Materialien zum Beispiel Batterien, untersuchen kann. Die Batterie besteht aus vielen Stoffen, die aneinanderstoßen und Grenzflächen bilden. Will man verstehen, wie eine Batterie funktioniert, muss man wissen, wie diese aufgebaut ist. Das geht aber nur, wenn man wirklich den Blick ins Innere wagt und einzelne Atome abbildet.

Wie finden eine Professorin der Festkörperphysik und ein Professor der Festkörper-Elektrochemie zusammen?

Volz: Seit ich vor mehr als zehn Jahren meine Arbeitsgruppe aufgebaut hatte, haben wir uns immer wieder auf gemeinsamen Veranstaltungen der Materialwissenschaften in Marburg und Gießen getroffen. Energiespeicherung und die Fragen, die Herr Janek bearbeitete, erschienen mir interessant. Anfangs tauschten wir Proben, dann kamen gemeinsame Besprechungen, später dann Projekte. Mitte Oktober hatten wir zum Beispiel ein Treffen, an dem rund 20 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unserer Gruppen teilnahmen. Diese Treffen sind wichtig, weil wir dort Forschungsergebnisse diskutieren, neue Fragestellungen suchen oder überlegen, wie wir neue Projekte anschieben können.

Worauf kommt es in einer solchen Zusammenarbeit an?

Janek: Uns beiden war von Anfang klar, dass es nur sinnvoll funktionieren kann, wenn man sich langfristige und anspruchsvolle Ziele setzt. Man muss sich auf den Partner einlassen und es braucht Vertrauen, denn wir wollen Ergebnisse gemeinsam auswerten, so dass beide Seiten profitieren. Wenn man sich dann noch ohne viele Worte versteht und ähnliche Interessenslagen hat, ist das umso schöner.



Läuft denn die Kooperation reibungsfrei?

Janek: Wir mussten am Anfang lernen, dass es nicht immer so schnell Ergebnisse gibt, wie wir uns das manchmal erhofft hatten. Vergessen sollte man nicht, dass es zehn Jahre gedauert hat, bis wir jetzt an diesem Punkt angekommen sind. Das war alles nicht so einfach. Seitdem ich für das Bundesforschungsministerium den Kompetenzcluster „FestBatt“ koordine, haben wir gemeinsame Projekte, die uns Drittmittel für die Zusammenarbeit bringen. Das professionalisiert die Kooperation.

Volz: Obwohl wir beide aus den Naturwissenschaften kommen, gibt es Unterschiede, zum Beispiel in der Sprache. Am Anfang war es für uns aus der Physik fordernd, dass die Chemiker stets Abkürzungen für die Batteriematerialien nutzen. Diese mussten wir erst lernen. Beide Seiten reden oft miteinander, gehen mit Humor an die Sache und lernen viel voneinander, das ist wichtig.



Was waren Höhepunkte Ihrer gemeinsamen Forschung?

Volz: Lange Zeit war es eine Herausforderung, das Lithiumion im Speichermaterial abzubilden. Dieses Ion ist sehr klein und leicht, für eine Batterie aber zentral, weil es zwischen den beiden Elektroden vermittelt. Wir haben eine Methode entwickelt, mit der wir das Ion sichtbar machen. Nun erkennen wir zum Beispiel, dass die Batterie schlechter läuft, wenn das Lithiumion nicht da ist, wo es eigentlich hingehört.

Janek: Für mich war es wichtig, dass meine Arbeitsgruppe Baufehler in Materialien besser verstehen konnte, durch die ein schneller Transport der Lithiumionen verhindert wird. Dank der Aufnahmen des Elektronenmikroskops konnten wir auf atomarer Ebene erkennen, dass es auf der Seite der Kathode bei den Speichervorgängen zu Rissen kam, die fatal sind für die Leistungsfähigkeit der Batterie.

Was reizt Sie, sich der Anwendung zu widmen?

Janek: Ich empfinde unsere Forschung eigentlich auch als sehr grundlegend, weil manches noch Zeit braucht, bis es praxisrelevant wird. Aber es gibt eine hohe gesellschaftliche Relevanz und weckt den sportlichen Ehrgeiz, wenn man weiß, dass weltweit konkurrierende Arbeitsgruppen das gleiche Problem lösen wollen.

Volz: Wir spannen stets den Bogen von den Grundlagen zur Anwendung. Wir sind auch der Gesellschaft etwas schuldig, denn in unsere Forschung wird viel Geld gesteckt – das wollen wir zurückgeben. Gleichzeitig macht es Spaß, dass dank unserer Forschung in Zukunft Batterien besser funktionieren können.

Herr Janek, Sie sind seit diesem Jahr Mitglied der Leopoldina. Was versprechen Sie sich davon?

Janek: Das Thema Energie hat derzeit eine große Bedeutung und gesellschaftliche Brisanz. Da die Leopoldina einen Beratungsauftrag für die Politik hat, hoffe ich, dass ich unsere Forschungsergebnisse als einen Beitrag dafür einbringen kann.



Das Interview führte Benjamin Haerdle.

Würdigung der Preisträgerin und des Preisträgers

Prof. Dr. Dr. h.c. Jürgen Janek, Justus-Liebig-Universität Gießen, und Frau Prof. Dr. Kerstin Volz, Philipps-Universität Marburg, erhalten für ihre Leistungen bei der Erforschung der naturwissenschaftlichen Grundlagen von Hochleistungsbatterien den Greve-Preis 2022 der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina.

Beide haben sowohl einzeln als auch im Verbund wesentliche Beiträge auf dem Gebiet der elektrochemischen Energiespeicher geleistet. Diese Energiespeicher sind vor allem wiederaufladbare Batterien, die eine zentrale Rolle unserer zukünftigen Energieversorgung darstellen. Deren Einzug im Automobilssektor kann aktuell in Echtzeit verfolgt werden. Gleichwohl gibt es große Herausforderungen bei Speicherkapazität und Ladegeschwindigkeiten, Lebensdauer und Kosten solcher Batteriesysteme. Die Elektromobilität stellt zudem noch besondere Anforderungen an die Stabilität und Sicherheit wiederaufladbarer Batterien. Auch wenn schon enorme Fortschritte erzielt wurden, bedarf es noch sehr umfassender und in die Tiefe gehender naturwissenschaftlicher Grundlagenforschung, um diese enormen Herausforderungen zu bewältigen. Dabei sind atomar aufgelöste Studien zu Struktur und Funktion elektrochemischer Speichermaterialien von zentraler Bedeutung, um die Energiespeicher der nächsten Generation (vor allem Festkörperbatterien und Metall-Luft-Batterien) von Grund auf neu zu entwickeln. Dies erfordert die Überwindung der traditionellen Fachgrenzen zwischen Chemie und Physik, die hier die maßgeblichen Disziplinen in der Grundlagenforschung sind. Mehr noch erfordert es eine Zusammenarbeit hochqualifizierter Gruppen aus dem Bereich der Festkörper-Elektrochemie einerseits und der Festkörperphysik andererseits. Prof. Jürgen Janek und Prof. Kerstin Volz haben sich als herausragende Vertreter dieser Bereiche als natürliche Forschungspartner zusammengeschlossen, um gemeinsam auch die schwierigsten wissenschaftlichen Fragestellungen angehen zu können. Die räumliche Nähe der Universitäten in Gießen und Marburg erleichtert diese Zusammenarbeit.

Professor Jürgen Janek ist ausgewiesener Experte auf dem Gebiet der Festkörperchemie, mit einem Schwerpunkt im Bereich der Elektrochemie fester Stoffe, insbesondere in der Materialforschung für Batterien. Er hat schon vor mehr als 20 Jahren das große Potential dieser Forschungsrichtung als Antwort auf die aktuellen Fragen einer nachhaltigen Energieversorgung erkannt und seinerzeit als Koordinator das DFG-Schwerpunktprogramm „Substitutionseffekte in ionischen Festkörpern“ ins Leben gerufen. Zweifelsohne hat dies bereits zur Jahrtausendwende der Festkörperelektrochemie in Deutschland neue Impulse gegeben. Jürgen Janek gehört weltweit zu den meistzitierten Wissenschaftlern auf diesem Gebiet, das er in großer thematischer Breite bearbeitet. Dabei sind seine Ergebnisse und die damit verbundenen einschlägigen Publikationen z. B. zu den Alterungsmechanismen aktueller Batteriesysteme wegweisend. Seine Arbeiten sind gekennzeichnet durch ausgefeilte Methoden der Operando-Analytik (also der Messung während des Betriebs), die er zur Perfektion getrieben hat. Sie finden Anwendung auf Festkörperreaktionen, Transportprozesse sowie auf die Thermodynamik und Kinetik von Defekten in Festkörpern und führen somit zu einem deutlich besseren Verständnis der wesentlichen Prozesse. Jürgen Janeks Natrium-Luft-Zelle gehört zu den vielversprechenden Ansätzen nachhaltiger Technologien für Energiespeicher der Zukunft, weil hier auf das teurere und weniger gut verfügbare Lithium verzichtet werden kann. Dies stellt auch einen direkten Bezug zu Kooperation mit einer Vielzahl von Anwendungspartnern in Deutschland und der Welt her.

Professorin Kerstin Volz ist international bekannt für ihre Arbeiten in der Festkörperphysik, insbesondere in der Mikroskopie und der Kristallographie zur hochauflösenden Strukturaufklärung. Ihr Schwerpunkt liegt dabei auf Materialien für Energieanwendungen und Halbleitertechnologien. In diesen Forschungsbereichen ist sie eine international ausgewiesene und anerkannte Expertin, die vor allem mit ihren Arbeiten zur Charakterisierung und quantitativen Analyse von Grenzschichten und von komplexen Festkörpern wesentliche Durchbrüche auf dem Weg zu leistungsfähigeren Energiematerialien erzielt hat. Die zentralen wissenschaftlichen Forschungsziele von Kerstin Volz befassen sich mit der quantitativen Strukturanalytik vielkomponentiger Festkörpersysteme sowie mit der Aufklärung der Zusammenhänge zwischen dem strukturellen Aufbau und den spezifischen (opto)elektronischen und elektrochemischen Materialeigenschaften, ohne die eine gezielte Optimierung der Materialien für Anwendungen nicht möglich ist. Kerstin Volz ist dabei insbesondere an Materialien interessiert, die für die nachhaltige Energieerzeugung und deren Speicherung genutzt werden können. Damit spannt sie den Bogen von der elektronenmikroskopischen Grundlagenforschung, wie zum Beispiel in der Entwicklung von Methoden zur Detektion elektrischer Felder oder bei der Untersuchung des Einflusses der Plasmonen-Streuung auf die elektronenmikroskopische Bildentstehung, bis hin zu sehr anwendungsrelevanten Fragestellungen. Diese Ergebnisse wären ohne die aufwendige experimentelle Analytik und den Einsatz neuartiger numerischer Analysemethoden, die von Kerstin Volz systematisch weiterentwickelt werden, nicht möglich gewesen.

In den letzten Jahren beschäftigen sich Kerstin Volz und Jürgen Janek zunehmend mit der Aufklärung der Struktur und der strukturellen Veränderungen in Batteriematerialien. Der Ansatz beider Partner ist hierbei, stets den Bogen von der Grundlagenforschung zur Anwendung zu spannen. Zweifellos gehören diese beiden Spitzenforscher international zu den renommiertesten in diesem Bereich. Die von Kerstin Volz intensiv genutzten elektronenmikroskopischen ex situ- und in situ-Techniken liefern Informationen über Vorgänge in Batteriematerialien auf kleinster Skala und sind für die elektrochemischen Arbeiten von Jürgen Janek essentiell – ganz im Sinne einer echten Synergie. Gemeinsam fokussieren sie sich auf die Untersuchung von Vorgängen in Festkörperbatterien. Die Untersuchung fester Ionenleiter als zentrale Komponente von Festkörperbatterien ist auf mikroskopischer Ebene eine erhebliche Herausforderung, da durch den Elektronenstrahl im Elektronenmikroskop starke Veränderungen im Material verursacht werden. Gemeinsam ist es dem Janek-Volz-Team gelungen, hier erste Erfolge in der hochauflösenden Abbildung von Ionenleitern zu erreichen, was die Untersuchung von Festkörperbatterien erheblich intensivieren und verbessern wird.

Zum anderen konzentrieren sich Jürgen Janek und Kerstin Volz auf die gemeinsame Untersuchung der Struktur und der Strukturveränderungen von Speichermaterialien während des Betriebs von Batterien. Dies betrifft vornehmlich sogenannte Alterungsphänomene, die maßgeblich zu Kapazitätsverlusten beitragen. Dem Janek-Volz-Team ist es gelungen, die Eigenschaften und Veränderungen von Hochleistungsmaterialien höchstauflösend aufzuklären.

Diese Zusammenarbeit führt im besten Sinne komplementäre Kompetenzen aus Chemie und Physik zusammen, die so dringend für das Verständnis und die Entwicklung von Energiespeichermaterialien benötigt werden. Die Güte der Zusammenarbeit kann man auch an der hohen Qualität und Zahl gemeinsamer Publikationen und gemeinsam betreuter, akademischer Abschlussarbeiten ablesen. Diese Zusammenarbeit wird nachhaltige Effekte für die Erforschung von Batteriesystemen der Zukunft haben.

Jürgen Janek beschreitet mit seinem Team immer wieder neue Wege in der aktuellen Batterieforschung. Kerstin Volz eröffnet mit ihrer Arbeitsgruppe neue Perspektiven für räumlich höchst aufgelöste Untersuchungen in Batteriematerialien. Ihre gemeinsamen Arbeiten zu neuen, ressourcenschonenden Methoden der Energiespeicherung sind ein Paradebeispiel für den gewinnbringenden Einsatz naturwissenschaftlichen Grundlagenwissens.



Labor in Gießen



Labor in Marburg

Dank der Preisträgerin und des Preisträgers

Zunächst möchten wir uns sehr herzlich bei der Hamburgischen Stiftung für Wissenschaften, Entwicklung und Kultur Helmut und Hannelore Greve und der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina für die Auszeichnung mit dem Greve-Preis der Leopoldina bedanken. Es freut uns ganz außerordentlich und wir empfinden es als große Ehre, dass wir die ersten Preisträger sind. Unser Dank gebührt natürlich vor allem den Mitgliedern unserer beider Arbeitsgruppen, die uns durch ihren Einsatz, ihren Willen, sich auf neue Themen einzulassen, diese zu erkunden und im Team mit anderen weiterzutreiben, gemeinsam leistungsfähig und erfolgreich machen. Herzlichen Dank an Euch alle dafür.

Wir danken sehr herzlich dem Land Hessen und unseren beiden Universitäten, der Justus-Liebig-Universität Gießen und der Philipps-Universität Marburg, sowie deren Mitgliedern, die uns – seitdem wir in Hessen forschen und lehren – sowohl persönlich als auch durch eine sehr gute Grundausstattung unterstützen und uns damit ermöglichen, international an der Spitze zu forschen.

Unsere Forschung hat über die letzten Jahrzehnte von zahlreichen Drittmitteln profitiert, mit denen wir zum einen Mitarbeitende sowie den täglichen Laborverbrauch finanzieren, die es uns aber zum anderen auch ermöglicht haben, neue Geräte für unsere Forschung anzuschaffen. Wir danken hierfür insbesondere sehr herzlich:

- der Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) mit ihren verschiedenen Fachkollegien und Gremien,
- dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit seinen verschiedenen Projektträgern,
- dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWi),
- der Europäischen Union (EU),
- der Alexander von Humboldt-Stiftung
- und dem Fonds der Chemischen Industrie.

Da es uns ein großes Anliegen ist, mit unserer Forschung den Bogen von den Grundlagen zur Anwendung zu spannen, freuen wir uns sehr, dass es uns immer wieder gelingt, auch die Industrie für unsere Arbeiten zu interessieren, und danken den Instituten und den Firmen, mit denen wir zum Teil seit langer Zeit sehr vertrauensvoll zusammenarbeiten, dafür ebenso herzlich.

Besonders hervorheben möchten wir hier:

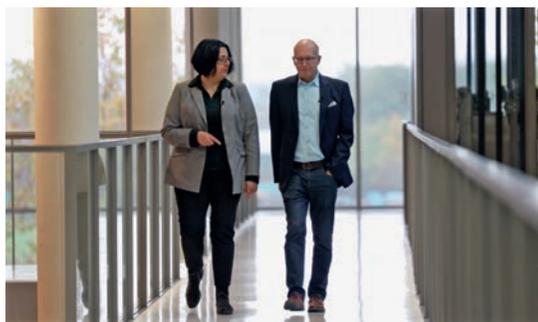
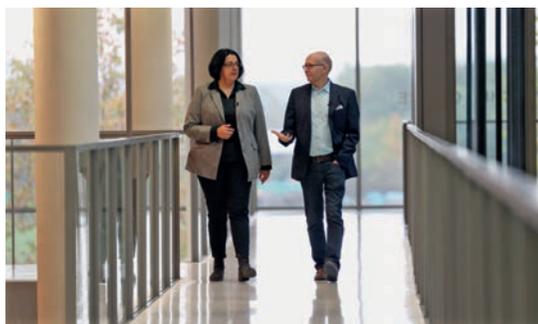
- die BASF SE in Ludwigshafen (JJ),
- das Karlsruher Institut für Technologie (KIT),
- die Dockweiler Chemicals GmbH in Marburg (KV),
- AZUR SPACE Solar Power GmbH in Heilbronn (KV),
- und das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme in Freiburg (KV).

Nicht zuletzt möchten wir unseren zahlreichen Kooperationspartnern im In- und Ausland danken.

Besonderer Dank gebührt hier:

- Prof. Dr. Wolfgang Zeier und Prof. Dr. Philipp Adelhelm,
- Dr. Torsten Brezesinski, Dr. Aleksandr Kondrakov und Dr. Matteo Bianchini,
- Prof. Dr. Jeff Sakamoto und Prof. Dr. Linda F. Nazar,
- Dr. Frank Dimroth und Dr. Thomas Bergunde
- ebenso wie den Kolleginnen und Kollegen an der Stanford University (USA) und dem Osaka National Research Institute (Japan).

Zuletzt möchten wir unseren größten Dank an unsere Freunde, Familien und Partner aussprechen, die uns begleiten, unterstützen und ein großes Verständnis für unsere Arbeit und unser Engagement dafür aufbringen.



IMPRESSUM

Herausgeberin

Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e.V.
– Nationale Akademie der Wissenschaften –

Redaktion

Präsidialbüro und Generalsekretariat, Leopoldina

Grafische Gestaltung

Hubert Eckl KommunikationsDesign, Hamburg

Druck

Druckerei Weidmann, Hamburg

November 2022

Kontakt

Jägerberg 1
06108 Halle (Saale)
Telefon: (0345) 472 39 – 600
E-Mail: leopoldina@leopoldina.org

Berliner Büros

Reinhardtstraße 14
10117 Berlin
Unter den Linden 42
10117 Berlin

www.leopoldina.org

Abbildungsnachweise

S. 3: Hamburgische Stiftung für Wissenschaften, Entwicklung und Kultur Helmut und Hannelore Greve
S. 5: Markus Scholz für die Leopoldina
S. 6: Markus Scholz für die Leopoldina
S. 9: Christof Rieken für die Leopoldina
S. 10: Rolf K. Wegst, JLU Gießen (2022)
S. 12: Elisa Monte, JLU Gießen (2022)
S. 13: S. Ahmed, UMR (2022)
S. 14: Rolf K. Wegst, Rechte bei Justus-Liebig-Universität Gießen
S. 16: Christian Stein, Rechte bei Philipps-Universität Marburg
S. 19: Hubert Eckl
S. 20: Juliane Barth
S. 21: Juliane Barth
S. 25: Filmbrothers GmbH
S. 28: Hubert Eckl

Musik

Jazztrack

Mai Linh Dang (Gesang)
Lucas Etcheverria (Jazz-Gitarre)
Henning Schiewer (Kontrabass)
Michael Langkamp (Trompete)
Henning Katz (Schlagzeug)

