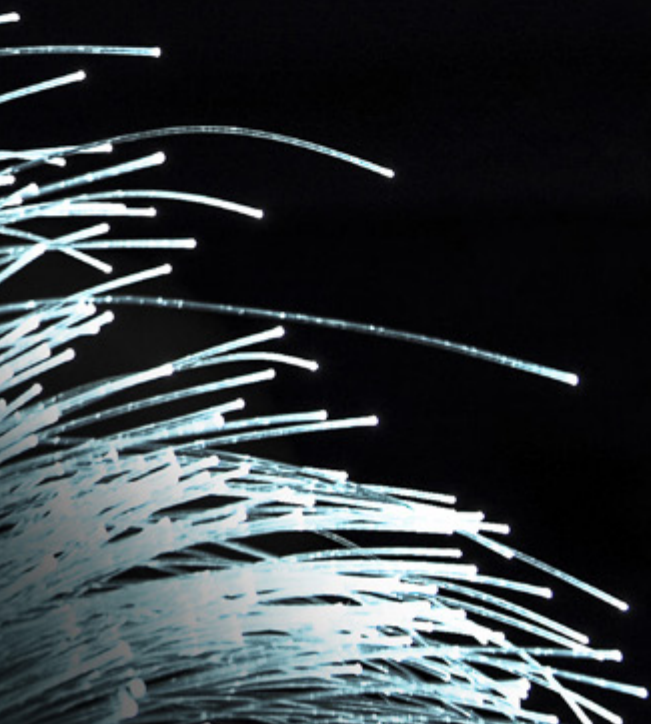




**ZENTRUM FÜR MATERIALFORSCHUNG**  
JAHRESBERICHT 2016/2017



Justus-Liebig-Universität Gießen

# Jahresbericht 2016/2017

## des Zentrums für Materialforschung

### EIN RÜCKBLICK

#### **Gründung und Aufbauphase**

Berichtszeitraum 01.01.2016–31.12.2017

# Inhalt

006 Vorwort

## **Das Zentrum für Materialforschung (ZfM)**

### **08-17**

- 011 Aufgaben und Ziele
- 012 Mitgliederstatistik
- 013 Konsequente Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses
- 013 Vernetzt – in der Region ... und weltweit
- 014 Direktorium – Geschäftsführung – Geschäftsstelle
- 016 Gleichstellung am ZfM
- 017 Leitbild des Zentrums für Materialforschung

## **Highlights und Projekte**

### **18-33**

- 020 Heisenberg-Professur für Optische Spektroskopie
- 022 Theoretische Festkörperspektroskopie
- 024 Zusammenarbeit klärt Mechanismen
- 026 HiKoMat
- 028 Neues Rastersondenmikroskop
- 029 Clusterinduzierte Desorption/Ionisation
- 030 ‚Werkstoffe für die Geweberegeneration im systemisch erkrankten Knochen‘
- 032 Graduiertenkolleg ‚Substitutionsmaterialien für nachhaltige Energietechnologien‘
- 033 Zuwachs für ELCH



## Wissenschaftlicher Nachwuchs

### 34-41

- 036 NanoMatFutur-Nachwuchsgruppe  
*Nanoionik und Nanoelektronik*
- 038 Emmy-Noether-Nachwuchsgruppe  
*Mesostrukturierte Oxide für solare Energieumwandlung*
- 040 Emmy-Noether-Nachwuchsgruppe  
*Materials by Design*

## Internationalisierung

### 42-47

- 044 Internationalisierung
- 045 Outgoing
- 046 Incoming

## Veranstaltungen

### 48-55

- 051 Vom LaMa-Kolloquium bis zu ‚Meet the Expert‘
- 052 LaMa-Veranstaltungen 2016/2017

## Outreach

### 56-61

- 058 Experimentiertag für Schülerinnen zu nachhaltigen Energieträgern
- 060 Vorlesungsreihe des Präsidenten der Justus-Liebig-Universität (JLU) ‚Energie(w)ende‘ – Begleitprogramm aus dem ZfM

## Methodenplattformen

### 62-67

- 065 Gemeinsam stark in der Forschung
- 066 Mikro- und Nanostrukturierungslabor (MiNaLab)
- 067 Elektrochemie- und Grenzflächenlabor (ELCH)

## Graduiertenausbildung

### 68-71

- 070 Die Promotionsplattform PriMa

## Expertinnen und Experten des ZfM und ihre Forschungsthemen

### 72-91

## Publikationen

### 92-97

- 094 Publikationen 2016/2017

## Impressum

### 98

# Vorwort

Ich freue mich, Ihnen mit diesem Bericht das Zentrum für Materialforschung der Justus-Liebig-Universität (JLU) vorstellen zu können. Das ZfM, das sich dank der Förderung durch das Land Hessen aus dem Labor für Materialforschung (LaMa) heraus entwickelt hat, gehört heute zu den profilprägenden Einrichtungen der Universität und hat in seinen 27 Arbeitsgruppen mehr als 200 Mitglieder. Die wichtigsten Aufgaben, Projekte und Ziele des ZfM möchten wir Ihnen in diesem Bericht vorstellen.

Die Materialwissenschaft hat sich in den letzten Jahrzehnten weltweit zu einer der großen Querschnittsdisziplinen entwickelt, und sowohl in Asien als auch in den USA und Kanada gehören Departments und Schools of Materials Science and Engineering meist zu den größten Bereichen ihrer Universitäten. Die rasante Entwicklung der meisten Zukunftstechnologien ist ohne Materialwissenschaft nicht zu bewältigen, die an den Schnittstellen von Naturwissenschaft und Ingenieurwissenschaft neue Arbeits- und Forschungsgebiete prägt. Beispiele hierfür sind ohne Zweifel die großen Fortschritte im Bereich der ‚smart materials‘ – von Materialien, die ganz neue und oft ungewöhnliche Eigenschaften zeigen, z. B. neue Leuchtstoffe entwickelt in Kooperation von Chemie und Physik. Im Bereich der ‚energy materials‘ gehören Materialien, die die Grundlage für Batterien, Brennstoffzellen, Solarzellen und viele weitere Anwendungen im Bereich moderner Energietechnologien bilden, dazu. Ebenso werden im Bereich der ‚bio-materials‘ beispielsweise neuartige Implantatmaterialien für medizinische Anwendungen entwickelt. Physikalische Phänomene werden durch gezielte Dimensionsreduzierung auf der Nanoskala – ‚nanostructured materials‘ – für den Einsatz in neuartigen optoelektronischen und spintronischen Bauelementen nutzbar gemacht.

An der Justus-Liebig-Universität ist die Materialwissenschaft mit der Einführung des Bachelor-Studiengangs in 2005 und des Master-Studiengangs in 2008 in der Lehre fest etabliert und hat nun mit der Einrichtung des ZfM auch eine institutionelle Heimat gefunden. Die Arbeitsgruppen des ZfM tragen damit seit mehr als einem Jahrzehnt sichtbar zur Strategie und Profilbildung der JLU bei. Die Studiengänge haben sich erfolgreich entwickelt, die bereits jetzt große Zahl der Promovierenden im Graduiertenprogramm PriMa wächst kontinuierlich, die Methodenplattformen bieten als ‚core facilities‘ hervorragende Bedingungen für experimentelle und theoretische Untersuchungen auf höchstem Niveau, und nicht zuletzt bietet das ZfM den Rahmen und Raum für große und interdisziplinär angelegte wissenschaftliche Kooperationsprojekte.

Über die prägende Rolle in Forschung und Lehre hinaus ist das ZfM für die Materialwissenschaft heute auch der zentrale ‚Hub‘ der JLU für die Kooperation mit außeruniversitären Partnern in den verschiedensten gesellschaftlichen Bereichen – von Industrieunternehmen hin zu Wirtschaftsverbänden und anderen Bildungseinrichtungen. Die enge Zusammenarbeit mit den materialwissenschaftlichen Zentren und Gruppen an der Philipps-Universität Marburg und der Technischen Hochschule Mittelhessen spielt hier im Rahmen des Forschungscampus Mittelhessen eine sehr wichtige Rolle.

Zu den wichtigen Zukunftsaufgaben des ZfM gehören neben der Weiterentwicklung der Graduiertenprogramme, dem weiteren Ausbau der Methodenplattformen und der kontinuierlichen Stärkung der etablierten Arbeitsgebiete auch die Einbindung weiterer Forschungsgebiete aus den Lebenswissenschaften und der Medizin. Die Verbindung von Materialforschung, Biowissenschaften und Medizin gehört zweifellos zu den besonders zukunftssträchtigen Forschungsgebieten, und die Reichhaltigkeit der Gießener Lebenswissenschaften bietet hier spannende Perspektiven für eine fruchtbare Wechselwirkung.

Ich hoffe, dass Ihnen der vorliegende Bericht neue und spannende Informationen über einen der großen Schwerpunkte von Forschung und Lehre an der JLU bietet. Wenn Sie selbst bereits Teil der Arbeit des ZfM sind, dann können Sie stolz auf die in den letzten Jahren erreichten Ziele und Ergebnisse sein. Wenn Sie bisher nicht mit dem ZfM verbunden sind, dann freuen wir uns auf die Zusammenarbeit mit Ihnen. Sie sind herzlich eingeladen, die Zukunft der Materialwissenschaft an der JLU mitzugestalten.

**Prof. Dr. Jürgen Janek**

*Geschäftsführender Direktor*



→ CV Prof. Dr. Jürgen Janek S. 15



# DAS ZENTRUM FÜR MATERIALFORSCHUNG

**011**

Aufgaben und Ziele

**012**

Mitgliederstatistik

**013**

Konsequente Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses

**013**

Vernetzt – in der Region ... und weltweit

**014**

Die Geschäftsführung

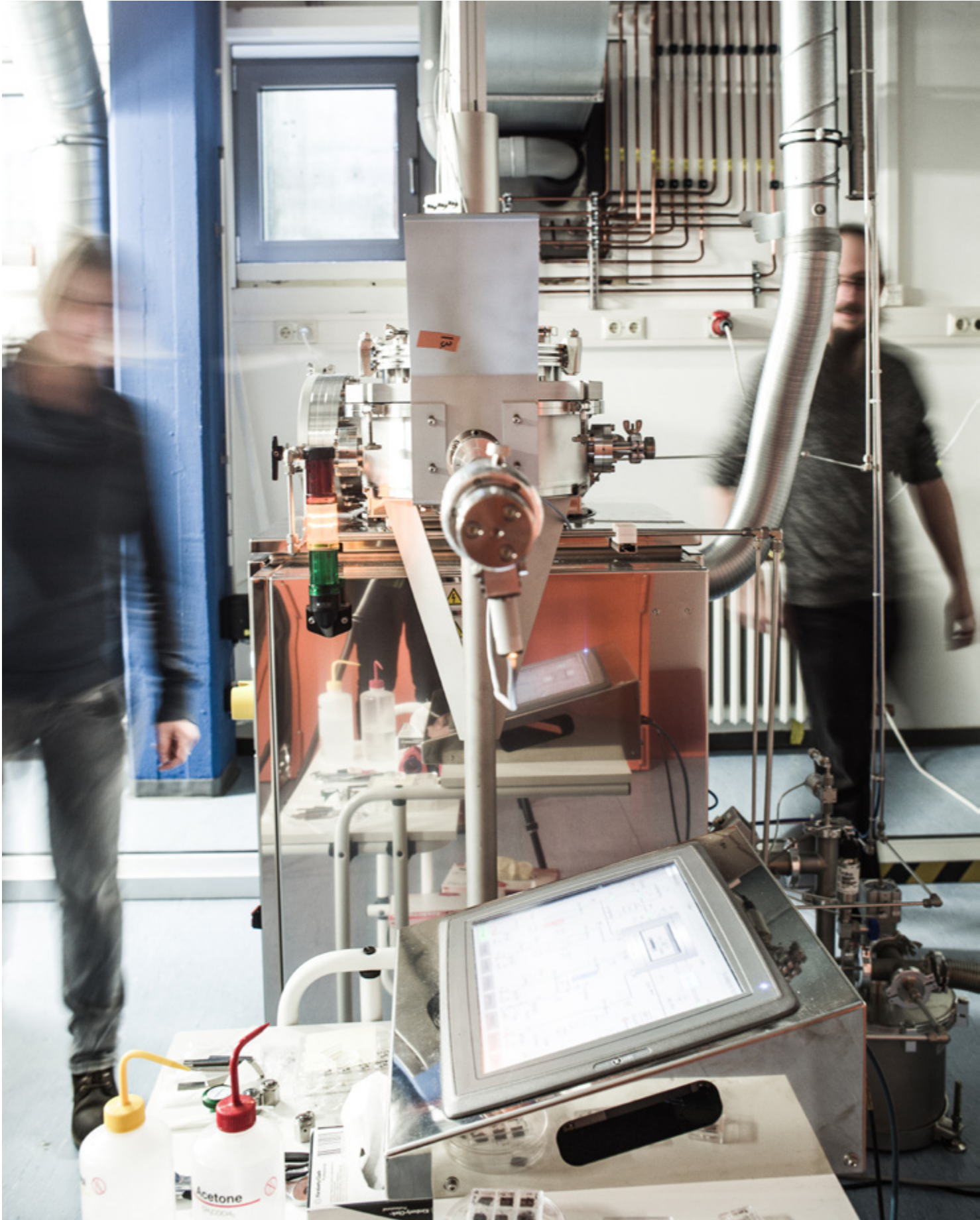
**016**

Gleichstellung am ZfM

**017**

Leitbild des ZfM





# Das Zentrum für Materialforschung

## Aufgaben und Ziele

Das Zentrum für Materialforschung (ZfM) ist ein interdisziplinäres universitäres Forschungszentrum der Justus-Liebig-Universität Gießen. Ausgehend von den Fachgebieten Chemie und Physik steht das Zentrum allen im Themenfeld der Materialwissenschaft arbeitenden Gruppen aller Fachbereiche der JLU offen. Im Mittelpunkt der Forschung steht die Lösung grundlegender und oft komplexer materialwissenschaftlicher Fragestellungen, die meist konzeptionell und methodisch interdisziplinäre Ansätze erfordern. Der Potentialbereich ‚Material und Energie‘ der JLU wird durch das ZfM organisiert und weiterentwickelt.

Das ZfM unterstützt und vernetzt die materialwissenschaftlich arbeitenden Gruppen der JLU, koordiniert die materialwissenschaftliche Forschung und fördert die Lehre auf dem Gebiet der Materialwissenschaft. Ziel und Schwerpunkt der Arbeit in der Gründungs- und Aufbauphase des Zentrums ist die Professionalisierung der Strukturen für Forschung und Lehre. Dies geschieht unter anderem durch die Entwicklung und Koordination von kooperativen Forschungsprojekten, den Aufbau eines nachhaltigen Netzwerks mit externen akademischen und industriellen Partnereinrichtungen und durch die Entwicklung von neuen Studienelementen zur Unterstützung der Lehre in den materialwissenschaftlichen Studiengängen und Promotionsprogrammen.

Das Präsidium der Justus-Liebig-Universität Gießen hat im Jahr 2015 die Einrichtung des ZfM als Nachfolgeeinrichtung des Laboratoriums für Materialforschung – LaMa – beschlossen. Das Land Hessen unterstützt die Phase der Gründung bis Ende 2020 mit Mitteln aus dem Innovations- und Strukturentwicklungsbudget. Die Gründung der Geschäftsstelle und die Einstellung der beiden Koordinatoren als Grundlage der nachhaltigen Strukturentwicklung erfolgte im Herbst 2016, so dass seit diesem Zeitpunkt der Ausbau des Zentrums mit hoher Intensität vorangetrieben werden kann.

Im Berichtszeitraum 2016/2017 gehörten dem Zentrum 21 von Professorinnen und Professoren geleitete Arbeitsgruppen sowie sechs Nachwuchsgruppen an. Von den insgesamt knapp 200 Mitgliedern waren ca. 140 Promovierende. Für Kontinuität und Qualität in Forschung und Lehre sorgen neben den AG-Leiterinnen und -leitern die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des akademischen Mittelbaus, die mit ihrem eigenen Forschungsprofil zur Methodenvielfalt im Zentrum beitragen und vielfältige Kompetenzen in die Lehre einbringen.

## Mitgliederstatistik



## **KONSEQUENTE FÖRDERUNG DES WISSENSCHAFTLICHEN NACHWUCHSES**

Die Materialforschung an der JLU zeichnet sich – im Gegensatz zu vielen anderen Standorten – durch eine enge und etablierte Kooperation von grundlagenorientiert und von angewandt forschenden Arbeitsgruppen aus den Fachgebieten Chemie und Physik aus. Neben vielen gemeinsamen Forschungsinteressen steht die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses im Mittelpunkt der gemeinsamen Arbeit. Das B. Sc./M. Sc. Studienprogramm Materialwissenschaft wird überdisziplinär von Chemie und Physik getragen und findet im ZfM seine institutionelle Heimat. Das ZfM wirkt identitätsstiftend für dieses Studienprogramm.

Die Promovierenden aus den LaMa-AGs und Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler haben über die ZfM-Strukturen barrierefreien Zugriff auf modernste Forschungsinfrastruktur. Promovierende auf dem Gebiet der Materialwissenschaft finden außerdem im Graduiertenprogramm ‚PriMa‘ (Plattform für strukturierte Promotionsausbildung in den Materialwissenschaften) ideale Voraussetzungen durch das vielfältige Kursprogramm. Vordringliche Ziele von PriMa sind, die Doktorandinnen und Doktoranden im Bereich der Materialforschung an der JLU bestmöglich auf zukünftige Führungsaufgaben in Industrie, Forschungsinstituten oder Universitäten vorzubereiten und Ihnen zudem einen breiten Einblick in die Themen- und Methodenvielfalt des ZfM zu ermöglichen.

Nachwuchsgruppen, die noch keine eigene Forschungsinfrastruktur haben, profitieren in besonderem Maße von den Strukturen des Zentrums. Das ZfM bündelt viele der an der JLU vorhandenen Forschungsgroßgeräte für die Analytik und Synthese von Materialien in sogenannten Methodenplattformen und ermöglicht durch den unbürokratischen Zugang zu praktisch allen relevanten Techniken der modernen Materialforschung den Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern den Aufbau eines eigenständigen Forschungsprofils. Der Zugang zu diesem breiten Methodenportfolio für alle Arbeitsgruppen trägt damit insgesamt sehr sichtbar zum Forschungserfolg der Gruppen bei und stellt eine besondere Stärke der Materialforschung an der JLU dar.

## **VERNETZT – IN DER REGION ... UND WELTWEIT**

Das ZfM ist Anlaufstelle für Unternehmen, die an Forschungs- und Entwicklungsprojekten im Bereich der Materialforschung interessiert sind. Insbesondere für Firmen mit Bezügen zu materialwissenschaftlichen Fragestellungen konnte sich das ZfM als erster Ansprechpartner etablieren – hier seien beispielhaft die Firmen Schunk AG, PVA TePla AG und Heraeus Group aus der näheren Umgebung sowie BASF SE, Robert Bosch GmbH, Toyota MC und Volkswagen AG genannt. Außerdem begleitet

das ZfM die Arbeitskreise Elektromobilität und Sensorik der IHK Gießen-Friedberg oder auch die DPG-Industriegespräche Mittelhessen wissenschaftlich.

In der hessischen Forschungslandschaft steht das ZfM für das Gebiet ‚Funktionsmaterialien für Energietechnologien‘, was auch in mehreren Projekten mit Landesförderung zum Ausdruck gebracht wird (LOEWE-Schwerpunkt STORE-E, Aufbau der Methodenplattform ELCH, Aufbau der Promotionsplattform PriMa, Graduiertenprogramm Elektromobilität). Darüber hinaus bildet das ZfM die Schnittstelle der Materialforschung in Hessen zum House of Energy, welches im Auftrag der Landesregierung die hessischen Akteure im Bereich der sogenannten Energiewende vernetzt.

Im 2016 gegründeten Forschungscampus Mittelhessen (FCMH) bildet das ZfM gemeinsam mit dem inhaltlich an vielen Stellen komplementär ausgerichteten Wissenschaftlichen Zentrum für Materialwissenschaften (WZMW) an der benachbarten Phillips-Universität Marburg sowie den material- und werkstofforientierten Gruppen der Technischen Hochschule Mittelhessen (THM) den Campus-Schwerpunkt ‚Materialforschung‘. Die langfristig gewachsene Kooperation der drei Hochschulen manifestiert sich im jährlich gemeinsam durchgeführten Materialforschungstag Mittelhessen.

Neben den vielen bilateralen Kooperationen der beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler pflegt das ZfM auch institutionelle Partnerschaften auf internationaler Ebene und baut diese weiter aus. Einen besonderen Stellenwert nimmt dabei die Zusammenarbeit mit der italienischen Universität Padua ein, mit der es einen regen Austausch sowohl von Studierenden über das ERASMUS-Programm als auch von Doktorandinnen und Doktoranden sowie Dozentinnen und Dozenten gibt. Mit den japanischen Partner-Universitäten Osaka und Kansai besteht seit 2016 ein sogenanntes Double-Degree-Abkommen, welches es den Studierenden im Master-Studiengang Materialwissenschaft ermöglicht, im Rahmen eines mehrmonatigen Austauschs ihren Abschluss an beiden Universitäten zu erlangen.

## **DIREKTORIUM**

### **GESCHÄFTSFÜHRUNG**

### **GESCHÄFTSSTELLE**

In der universitären Struktur sind Zentren als Organisationseinheit auf derselben Hierarchieebene angeordnet wie die Fachbereiche. Das **Direktorium** tritt an die Stelle des Fachbereichsrats, die **Geschäftsführung** an die des Dekanats. Das Direktorium wird alle zwei Jahre gewählt und neben fünf Professorinnen und Professoren gehören dem Direktorium zwei Mitglieder aus der Gruppe der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, ein Mitglied aus der Gruppe der technisch-administrativen Angestellten sowie eine Vertreterin oder ein Vertreter aus den Studiengängen der Materialwissenschaft an. Das Direktorium wählt aus seinen Reihen einen Geschäftsführenden Direktor oder eine Direktorin und einen Stellvertreter oder eine Stellvertreterin. Gemeinsam mit den beiden hauptamtlichen Koordinatoren/Geschäftsführern bilden diese die Geschäftsführung, die das Tagesgeschäft des Zentrums führt. Anders als in den Fachbereichen wird die inhaltliche Ausrichtung des Zentrums vom Direktorium koordiniert.

Die **LaMa-Geschäftsstelle** ist Schnittstelle und ‚Ideeninkubator‘, berät die Zentrumsmitglieder, hilft dabei, gemeinsame Projekte zu initiieren und begleitet diese auf dem Weg zur Umsetzung. Innerhalb dieser wissenschaftlichen Unterstützungsstruktur entlasten die beiden Koordinatoren gleichermaßen die Mitglieder sowie die beteiligten Fachbereiche von Aufgaben der Forschungsadministration und kümmern sich um die Innen- und Außendarstellung der materialwissenschaftlichen Aktivitäten.

Im Mittelpunkt der Arbeit des **Forschungskordinators** stehen dabei Beratung und Unterstützung der Leiterinnen und Leiter von Verbundprojekten bei der Ideenentwicklung, in der Antragsphase und bei der Durchführung. Zu Aufbau und Pflege von Netzwerken mit den wichtigen ‚Stakeholdern‘ (z. B. Drittmittelgebern, Verbänden und Forschungspartnern) repräsentiert der Forschungskordinator die Materialforschung an der JLU und ihre Projekte nach außen, z. B. auf Tagungen und Messen.

Die reibungslose Organisation der gemeinsamen Methodenplattformen gehört ebenso wie die Organisation des Kursprogramm der Promotionsplattform PriMa zu den Aufgaben des **Koordinators für Graduiertenbildung und Methodenplattformen**. Die Geschäftsstelle unterstützt zudem die Fachbereiche bei der Organisation der Studiengänge B. Sc. und M. Sc. Materialwissenschaft (z. B. im Re-Akkreditierungsprozess und bei Werbemaßnahmen) und ist für die Administration der dem Zentrum organisatorisch zugeordneten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter (derzeit Nachwuchsgruppe von Matthias T. Elm) und von größeren kooperativen Projekten (z. B. GRK 2204) zuständig.

Gemeinsame Veranstaltungen bilden ein wichtiges identitätsstiftendes Element innerhalb des ZfM und dienen gleichermaßen der wissenschaftlichen Profilierung und Weiterbildung sowie der internen Vernetzung. Diverse Veranstaltungsformate (LaMa-Kolloquium, Materialforschungstag Mittelhessen, ‚Meet the Expert‘, LaMa meets Industry, Seminare, Workshops und Tagungen) werden von der Geschäftsstelle organisiert.

Die Aktivitäten des ZfM sind vollständig auf die Professionalisierung der Infrastruktur im Bereich der Materialwissenschaft ausgerichtet, um so ein ideales Umfeld für exzellente Forschung und Lehre zu schaffen.

Dr. Thomas Leichtweiß   
Kordinator für Forschung

#### **Dr. Thomas Leichtweiß**

studierte Physik an der JLU Gießen und hat am I. Physikalischen Institut bei Prof. Dr. Bruno K. Meyer auf dem Gebiet der Festkörperphysik promoviert. Anschließend forschte er im Physikalisch-Chemischen Institut in der AG von Prof. Dr. Jürgen Janek an metastabilen dünnen Schichten sowie an Ober- und Grenzflächen von Feststoffbatterien. Seit Oktober 2016 ist er Koordinator für Forschung in der LaMa-Geschäftsstelle dort unter anderem für die Beratung, Unterstützung und Koordination von vernetzten Projekten zuständig.





Prof. Dr. Peter J. Klar ↑

*Stellvertretender Geschäftsführender Direktor*

↑ Prof. Dr. Jürgen Janek

*Geschäftsführender Direktor*

↑ Dr. Martin Güngerich

*Koordinator für Graduiertenbildung und Methodenplattformen*

### Prof. Dr. Peter J. Klar

studierte Physik an der U. Hamburg und schloss sein Studium 1993 mit dem Diplom ab. Er promovierte an der School of Physics an der University of East Anglia in 1997. Nach Postdoktoraten an der University of East Anglia in Norwich und an der University of Surrey in Guildford in England wechselte er als Wissenschaftlicher Mitarbeiter, später Akademischer Rat, an die Philipps-Universität in Marburg, wo er 2004 habilitierte und die *venia legendi* für Experimentalphysik erhielt. In 2005 wurde er Privatdozent an der Philipps-Universität Marburg, bevor er 2006 auf eine Professur für Experimentalphysik am I. Physikalischen Institut der JLU wechselte und die AG Mikro- und Nanostrukturphysik aufbaute. Seitdem engagiert er sich dort in der Materialwissenschaft. Er ist u. a. Wissenschaftlicher Leiter des von ihm aufgebauten MiNaLab, Stellvertretender Sprecher des DFG-GRK 2204 sowie Stellvertretender Direktor des ZfM. Darüber hinaus war er Gastprofessor an der Beijing University of Technology von 2008 bis 2017 und ist seit 2015 Gastprofessor an der Hubei-University in Wuhan in China.

### Prof. Dr. Jürgen Janek

wurde 1992 an der Universität Hannover im Fach Physikalische Chemie promoviert (Dr. rer. nat.). Seine Mentoren waren Hermann Schmalzried (Hannover) und Alan B. Lidiard (Oxford). Er habilitierte sich 1997 im Fach Physikalische Chemie und arbeitete danach in Hannover als Hochschuldozent. Nach einem Ruf an die Christian-Albrechts-Universität zu Kiel folgte er 1999 dem Ruf auf eine Professur für Physikalische Chemie an der Justus-Liebig-Universität und wurde Direktor des Physikalisch-Chemischen Instituts. Im Jahr 2004 arbeitete er als eingeladener Gastprofessor an der Seoul National University in Korea und der Tohoku University in Sendai/Japan; in 2008 hatte er eine Gastprofessur an der Université d'Aix-Marseille inne. Seit 2011 ist er wissenschaftlicher Direktor von BELLA (Batteries and Electrochemistry Laboratory), einem Gemeinschaftslabor von BASF SE and KIT in Karlsruhe, und Mitglied des Internationalen Netzwerks für Batterien und Elektrochemie der BASF SE. Seit 2016 ist er geschäftsführender Direktor des Zentrums für Materialforschung der Justus-Liebig-Universität.

### Dr. Martin Güngerich

studierte Physik an der Philipps-Universität in Marburg und hat dort auch promoviert. An der JLU war er zuvor u. a. für die Koordination des LOEWE-Schwerpunktes RITSAT zuständig. Seit August 2016 ist er Koordinator für Graduiertenbildung und Methodenplattformen in der LaMa-Geschäftsstelle und kümmert sich insbesondere um die Organisation der PriMa-Aktivitäten und um die Koordination der LaMa-Methodenplattformen.

## GLEICHSTELLUNG AM ZFM

Gleichstellung ist an der JLU als Leitungsaufgabe integraler Bestandteil des universitären Selbststeuerungskonzeptes, und die Umsetzung von Chancengleichheit ist als Aufgabe der obersten Führungsebene zugeordnet. Die ideale Repräsentation der Gleichstellungsverantwortung erfolgt im Ressort des Präsidenten, die Umsetzung der Familien- und Lebensphasengerechtigkeit erfolgt im Handlungsfeld der Kanzlerin. Gleichstellungspolitische Instrumente in Form von institutionalisierten Organisationseinheiten sichern die strukturelle Verankerung. Über diese strukturelle Verankerung hinaus wird Chancengleichheit verstanden als Konsequenz einer egalitären Hochschulkultur. Sie beruht auf einem steten Prozess, und sie ist nicht allein ein etablierter Grundsatz. Sie bedarf zu ihrer alltäglichen Sicherstellung neben gleichstellungspolitischen Gesetzen und Richtlinien des Engagements und der Verantwortung aller Mitglieder und Angehörigen der JLU.

Das ZfM sieht Gleichstellung in diesem Sinne als ein natürliches Ziel an und ist sich bewusst, dass gerade in den ‚harten Naturwissenschaften‘, zu denen die Materialwissenschaft zählt, eine erhöhte Sorgfaltspflicht und ein erhöhter Handlungsbedarf auf allen Qualifikationsebenen besteht. Deshalb ist es für uns selbst-

verständlich, Chancengleichheit für alle anzustreben. Schon aufgrund der Vielfalt der Gleichstellungsaufgaben kann dies nur über viele einzelne und oft verwobene Bausteine geschehen. Einige von diesen sind mittlerweile selbstverständlich geworden und finden generell Anwendung, so auch im ZfM, u. a. in der Unterstützung bei der Kinderbetreuung oder der Ermöglichung von Heimarbeit. Diese Maßnahmen bedürfen oft individueller Lösungen, was ein hohes Maß an gegenseitigem Verständnis erfordert.

Wir führen hier nur einige unserer Beiträge auf, die spezifisch für die Materialwissenschaft sind. In den Naturwissenschaften ist der Frauenanteil in Führungspositionen generell gering. Um dies zu ändern, muss schon in den Schulen mit gezielten Werbemaßnahmen begonnen werden. Einen Beitrag dazu haben wir durch den Workshop für Mädchen zu Themen der Energiespeicherung und -wandlung geleistet. Auch die Planungen für ein neues Erscheinungsbild des Webauftritts des Studienprogramms Materialwissenschaft berücksichtigen diese Aspekte. Wir laden alle Mitglieder des ZfM ein, ihre Ideen für eine noch wirksamere Gleichstellungsarbeit und Chancengleichheit in die Arbeit des ZfM einzubringen.

Die Aufgaben als dezentrale Gleichstellungsbeauftragte im ZfM nimmt Dr. Angelika Polity wahr.





## LEITBILD DES ZENTRUMS FÜR MATERIALFORSCHUNG

Das Zentrum für Materialforschung (ZfM) ist eine fachbereichsübergreifende Einrichtung der Justus-Liebig-Universität Gießen, die allen materialwissenschaftlich arbeitenden Gruppen der JLU offensteht. Das Zentrum für Materialforschung unterstützt und vernetzt diese Gruppen der JLU, koordiniert die materialwissenschaftliche Forschung und fördert die Lehre auf dem Gebiet der Materialwissenschaft. Schwerpunkt der Arbeit ist die Entwicklung von kooperativen Forschungsprojekten, deren Koordination und der Aufbau eines nachhaltigen Netzwerks mit externen akademischen und industriellen Partnereinrichtungen.

### Aufgaben und Ziele des ZfM

- Das ZfM initiiert und organisiert vernetzte Projekte innerhalb der JLU und mit anderen Hochschulen. Einen besonderen Stellenwert nimmt die Kooperation mit dem Wissenschaftlichen Zentrum für Materialwissenschaften (WZMW) der Uni Marburg ein.
- Das ZfM erhöht die Sichtbarkeit der Materialwissenschaft sowohl JLU-intern als auch in der Außendarstellung.
- Das ZfM organisiert und koordiniert die Doktorandinnen- und Doktorandenausbildung in den materialwissenschaftlich arbeitenden Gruppen der JLU.
- Das ZfM fördert den Aufbau und die Arbeit von wissenschaftlichen Nachwuchsgruppen im Bereich der Materialforschung.
- Das ZfM unterstützt die Fachbereiche bei der Durchführung und Organisation von materialwissenschaftlich orientierten Lehrveranstaltungen, insbesondere im Rahmen der B. Sc.- und M. Sc.-Studiengänge Materialwissenschaft, Chemie und Physik.
- Im Rahmen der Internationalisierung initiiert und begleitet das ZfM Kooperationen auf den Gebieten von Forschung und Lehre.
- Das ZfM koordiniert und unterstützt die gemeinsamen Methodenplattformen in den beteiligten Arbeitsgruppen.
- Das ZfM fördert und unterstützt den Wissens- und Technologietransfer aus der materialwissenschaftlichen Forschung.







# HIGHLIGHTS UND PROJEKTE

**020**

Heisenberg-Proffessur für Optische Spektroskopie

**022**

Theoretische Festkörperspektroskopie

**024**

Zusammenarbeit klärt Mechanismen des Zusammenhalts

**026**

HiKoMat

**028**

Neues Rastersondenmikroskop

**029**

Clusterinduzierte Desorption / Ionisation

**030**

„Werkstoffe für die Geweberegeneration im systemisch erkrankten Knochen“

**032**

Graduiertenkolleg

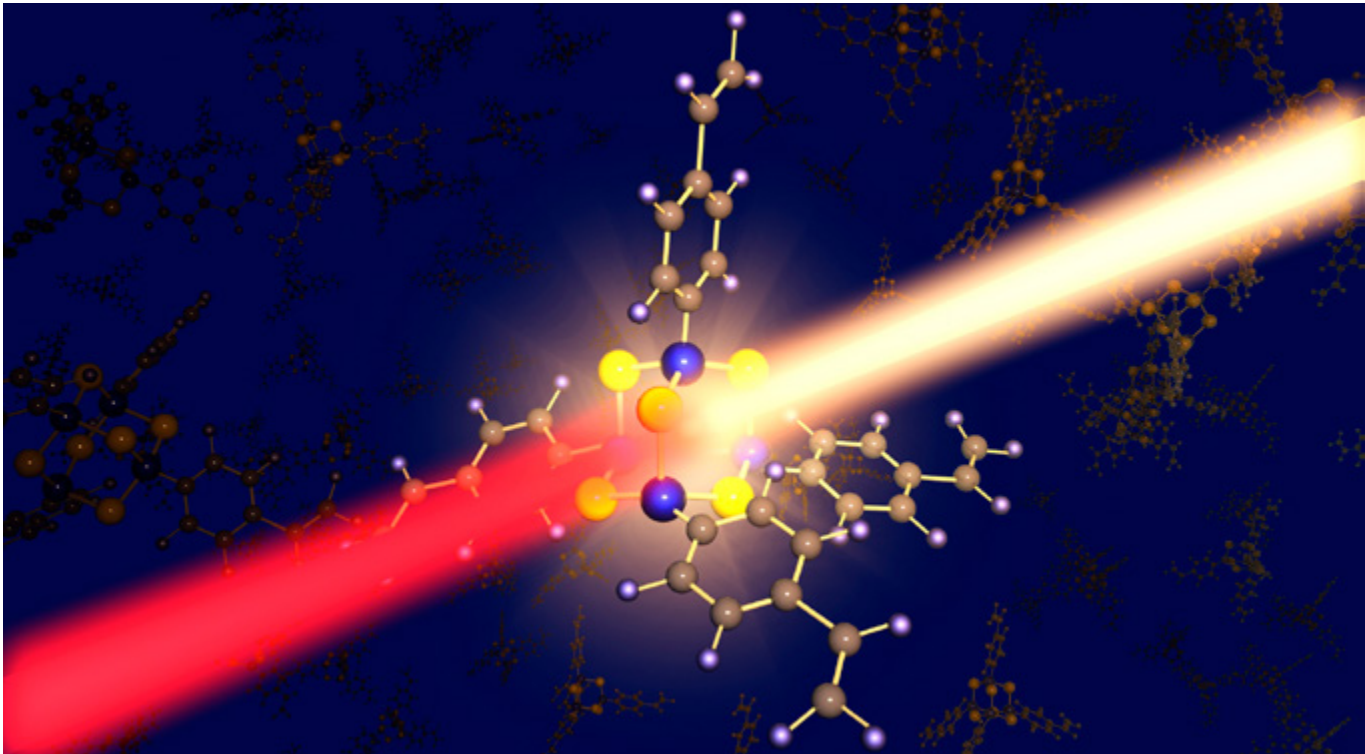
**033**

Zuwachs für ELCH



# Heisenberg-Professur für Optische Spektroskopie

## Prof. Dr. Sangam Chatterjee



Erzeugung von gerichtetem Weißlicht

Seit Dezember 2016 hat Prof. Sangam Chatterjee eine Heisenberg-Professur für ‚Optische Spektroskopie‘ inne und forscht am I. Physikalischen Institut der JLU. Diese Professur wird für fünf Jahre von der DFG gefördert und geht dann in eine aus Landesmitteln finanzierte W3-Professur über. Er symbolisiert die enge Zusammenarbeit von Marburger und Gießener Gruppen der Materialwissenschaften.

Im Rahmen einer solchen Zusammenarbeit unter Federführung von Prof. Sangam Chatterjee (Physik, ZfM) und Prof. Stefanie Dehnen (Chemie, WZWM) gelang es, die Vorzüge von weißen Leuchtdioden und Lasern zu kombinieren und ein maßgeschneidertes Halbleitermaterial zu nutzen, um gerichtetes, weißes Licht zu erzeugen. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler veröffentlichen ihre Ergebnisse jüngst in der Zeitschrift Science.

Weißleuchtdioden (LEDs) haben als langlebige und stromsparende Lichtquellen Einzug in fast jeden Haushalt gefunden. Dabei strahlen sie Licht in alle Richtungen gleichmäßig ab, während Laser ‚einfarbiges‘ gebündeltes Licht erzeugen.

Das Team hatte sich zum Ziel gesetzt, eine gerichtete Weißlichtquelle zu entwickeln, die niederenergetische Infrarotstrahlung aus energieeffizienten, handelsüblichen Laserdioden in sichtbares, warmweißes Licht umwandelt, ohne dass die Laserstahleigenschaften verloren gehen. Es gelang, eine Substanz basierend auf Clustermolekülen zu synthetisieren, die genau diese Umwandlung ermöglicht und dabei gerichtetes Weißlicht erzeugt. Die Weißlichterzeugung geht anders vonstatten als bei weißen LEDs. Das Weißlicht wird hier durch Umwandlung niederenergetischer Infrarotstrahlung aufgrund optischer Nichtlinearität erzeugt.

Die verwendeten Moleküle besitzen eine extrem niedrige Schwelle für nichtlineare Prozesse. Deshalb kann erstmals Weißlicht mit Laserdioden, die kommerziell schon für wenige Euro erhältlich sind, und der Substanz, die aus gängigen Chemikalien synthetisiert werden kann, sehr kostengünstig erzeugt werden.

Das Phänomen basiert auf dem folgenden mikroskopischen Mechanismus: Infrarotstrahlung versetzt die Elektronen in den einzelnen Clustern in Bewegung, diese strahlen dann als Hertz'sche Dipole unter Einbezug von Nichtlinearitäten Weißlicht ab. In Zusammenarbeit mit der AG Schreiner (Chemie, ZfM) konnte in nachfolgenden Arbeiten gezeigt werden, dass noch andere Klassen von Molekülen diesen Effekt aufweisen.

Konkrete Anwendungen dieser neuartigen Lichtquelle reichen von Mikroskopie bis zu Autoscheinwerfern.

#### Publikationen

Nils W. Rosemann, Jens P. Eussner, Andreas Beyer, Stephan W. Koch, Kerstin Volz, Stefanie Dehnen, Sangam Chatterjee (2016):

*A highly efficient directional molecular white-light emitter driven by a continuous wave laser diode.*  
Science 352 (6291), 1301–1304

Nils W. Rosemann, Harald Locke, Peter R. Schreiner, Sangam Chatterjee (2018):

*White-Light Generation through Nonlinear Optical Response of 1,3,5,7-Tetraphenyladamantane: Amorphous versus Crystalline States.*  
Advanced Optical Materials 6 (12), 1701162



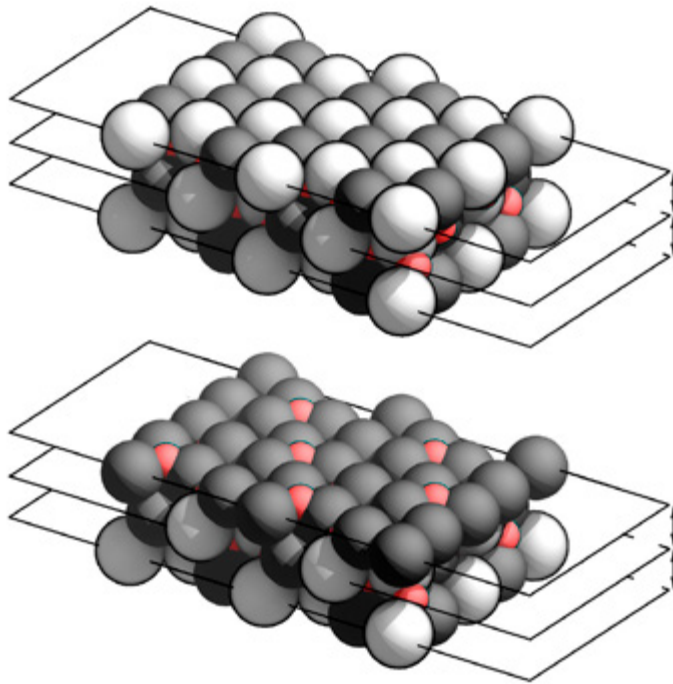
#### Prof. Dr. Sangam Chatterjee

##### WISSENSCHAFTLICHE VITA

- 2016 Heisenberg-Proessur am I. Physikalischen Institut der JLU
- 2010–2012 Vertretungsprofessur (W2), Philipps-Universität Marburg
- 2009 Habilitation (venia legendi) in Experimentalphysik und Privatdozentur, Philipps-Universität Marburg
- 2005–2009 Habilitand (Wiss. Mitarbeiter/Akademischer Rat / Akademischer Oberrat) an der Philipps-Universität Marburg
- 2003 Promotion, Ph.D. in Optical Sciences, The University of Arizona, Tucson, Arizona, USA.
- 2002 Master degree in Optical Sciences (M. Sc.), The University of Arizona, Tucson, Arizona, USA.
- 2000 Diplom in Physik, Universität Karlsruhe (TH)

# Theoretische Festkörperspektroskopie

## AG Prof. Dr. Simone Sanna



Die Herleitung makroskopischer Eigenschaften eines atomaren Systems aus den Grundgesetzen der Quantenmechanik und Elektrodynamik ist die anspruchsvolle Aufgabe, der sich die Arbeitsgruppe ‚Theoretische Festkörperspektroskopie‘ stellt. Um diesem Anspruch gerecht zu werden und z. B. spektroskopische Signaturen mit hoher Genauigkeit vorauszusagen, werden aufwändige Simulationen *ab initio* im Rahmen der Dichtefunktionaltheorie in Hochleistungsrechenzentren durchgeführt.

Damit ist es z. B. möglich, komplexe Materialsysteme wie Ferroelektrika zu modellieren. Ferroelektrika wie  $\text{LiNbO}_3$ ,  $\text{KNbO}_3$  und  $\text{BaTiO}_3$  zeichnen sich durch eine Vielfalt ungewöhnlicher und vorteilhafter Eigenschaften aus und sind für eine Vielzahl elektro-optischer und akusto-optischer

Bauteilkonzepte interessant. Volumen- und Oberflächeneigenschaften ferroelektrischer Kristalle sowie der ferroelektrische Phasenübergang werden in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Simone Sanna effizient aus einer atomaren Perspektive modelliert. Grundzustandseigenschaften, angeregte Zustände und die Mechanismen der Polarisationsumkehr können mikroskopisch berechnet werden und tragen zu einem besseren Verständnis der Materialien bei.

Die Eigenschaften dieser Materialien können durch die Einbindung von Fremdatomen und Dimensionsreduzierung maßgeschneidert werden. Die niedrigdimensionale Physik ist von einer Reihe von spannenden und interessanten Effekten gekennzeichnet, die noch nicht gänzlich verstanden sind. Hierzu will die AG Sanna im Rahmen ihrer Forschung an Punktdefekten

als 0D-Strukturen und an Elektronen in eindimensionalen Systemen einen Beitrag leisten. Hierzu werden mit atomistischen Strukturmodellen elektronische, vibronische und optische Eigenschaften solcher Systeme berechnet. Dazu gehören beispielsweise Nanodrähte aus Edelmetallen oder Silizide auf halbleitenden Substraten.

Ober- und Grenzflächen stellen eine Diskontinuität in der Materialstruktur dar. Diese kann als 2D-System betrachtet werden, welches sich von der zugehörigen 3D-Struktur stark unterscheiden kann. Aufgrund ihrer exklusiven Eigenschaften werden Ober- und Grenzflächen in vielen technologischen Anwendungen benutzt, z. B. bei der Katalyse chemischer Reaktionen, als Substrat für selbstorganisierende Molekularsysteme oder für die Realisierung von 2D-Elektronengasen. In der AG Sanna werden sowohl die Grenzflächen der Übergänge fest-fest, fest-flüssig, fest-gasförmig als auch die Oberflächen von Festkörpern zum Vakuum untersucht. Strukturelle, elektronische und vibronische Eigenschaften sowie Oberflächen-Phasendiagramme können mit Hilfe der Dichtefunktionaltheorie vorhergesagt und bestätigt werden. Mit demselben Ansatz werden die Adsorption von Atomen und Molekülen, Oberflächenrelaxationen und Rekonstruktionen sowie Ladungskompensationsmechanismen auf polaren Oberflächen simuliert.



#### Prof. Dr. Simone Sanna

ist seit April 2017 Professor für Theoretische Physik mit dem Schwerpunkt Festkörperspektroskopie am Institut für Theoretische Physik und am ZfM. Nach Abschluss seines Physikstudiums an der Università degli Studi di Cagliari (Italien) wechselte er im Frühjahr 2003 an die Universität Paderborn und dann an die Universität Bremen. Ende 2007 wurde er mit dem Thema ‚Rare Earth Point Defects in GaN‘ promoviert. Im Jahre 2008 ging Prof. Sanna als wissenschaftlicher Mitarbeiter an die Universität Paderborn zurück, in die Arbeitsgruppe Theoretische Materialphysik. April 2015 erhielt er den Ruf auf eine Juniorprofessur für Theoretische Physik mit dem Schwerpunkt ‚Ab-initio Theorie ferroelektrischer Systeme‘ an der Universität Paderborn, wo er bis zu seinem Ruf an die JLU tätig war.

Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der Theoretischen Materialphysik. In seiner Arbeitsgruppe werden quantenmechanische Simulationen durchgeführt, um die spektroskopischen Signaturen komplexer Materialien anhand ihrer atomaren Struktur zu verstehen. Prof. Sanna ist bei der Drittmittelakquise sowohl mit DFG Einzelanträgen als auch im Rahmen koordinierter Forschungsprojekte (Sonderforschungsbereichs-Transregio 142 ‚Tailored nonlinear photonics: From fundamental concepts to functional structures‘, Forschergruppe 1700 ‚Metallic nanowires on the atomic scale: Electronic and vibrational coupling in real world systems‘) erfolgreich.

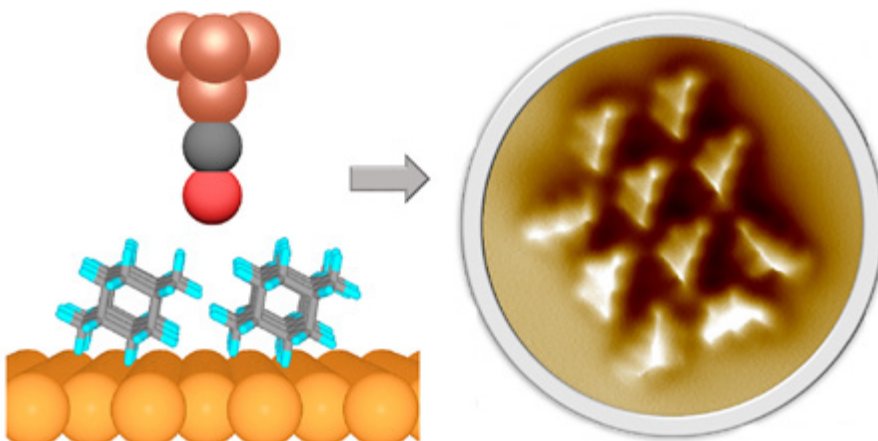
# Zusammenarbeit klärt Mechanismen des Zusammenhalts – die Londonsche Dispersionswechselwirkung zwischen Molekülen auf Metalloberflächen

Obwohl die Londonsche Dispersionswechselwirkung auf alle Atome und Moleküle wirkt, ist deren Rolle bei der Selbstorganisation monomolekularer Lagen von Einzelmolekülen auf (Metall)oberflächen noch unverstanden. Eine direkte Visualisierung einzelner Moleküle mittels atomar aufgelöster Rasterkraftmikroskopie mit CO-funktionalisierten Metallspitzen konnte durch die Arbeitsgruppen von Dr. Daniel Ebeling, Prof. Dr. André Schirmeisen und Prof. Dr. Peter R. Schreiner erstmals realisiert werden. Solche Experimente sind essenziell für das Zurückführen der Londonschen Dispersionswechselwirkung auf fundamentale Mechanismen bei der Selbstorganisation.

Als Testmolekül wurde in diesen Experimenten das große, sperrige und vor allem stark polarisierbare [121] Tetramantan-Molekül herangezogen, das keinerlei konformative Freiheiten aufweist und sich so gut beobachten lässt. [121] Tetramantan gehört zur Familie der Nanodiamanten, also Molekülen, die sich auf das Kristallgitter von Diamant zurückführen lassen und

viele seiner Eigenschaften aufweisen. Die vollständig  $sp^3$ -hybridisierten [121] Tetramantane wurden aus der Gasphase auf Gold- und Kupfer-(111)-Oberflächen deponiert. Anschließend wurden die absoluten molekularen Orientierungen auf der jeweiligen Metalloberfläche bestimmt. In der Abbildung sind die Atome der Moleküle als helle Punkte klar zu erkennen. Die Helligkeit der Atome variiert innerhalb des Moleküls: je heller ein Atom erscheint, desto höher befindet es sich oberhalb der Metalloberfläche. Die beiden inneren Moleküle sind gleich orientiert, aber die Helligkeitsverteilung ihrer Atome erscheint an einer Ebene parallel zur Metalloberfläche gespiegelt. Dies zeigt klar, dass die beiden Moleküle chiral zueinander sind.

Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass die Londonsche Dispersionswechselwirkung maßgeblich für die Oberflächenabsorption und -rekonstruktion verantwortlich ist. Dies resultiert in wohlgeordneten, zweidimensionalen, selbstorganisierten molekularen Monolagen der [121] Tetramantan-Moleküle.



*Links:* Stilisierte Darstellung der Messung mit dem Rasterkraftmikroskop mit einer CO-besetzten Kupfer-Metallspitze über [121]Tetramantan-Molekülen (blau = Wasserstoff, grau = Kohlenstoff, rot = Sauerstoff, orange = Gold).

*Rechts:* Bild der vermessenen Moleküle in einer Cluster-Anordnung. Gut zu erkennen ist eine Variation der Helligkeit der Atome der Moleküloberflächen ebenso wie die Chiralität der beiden Moleküle in der Mitte des Clusters.



Die experimentellen Erkenntnisse werden durch Modellrechnungen mittels dispersionskorrigierter Dichtefunktionaltheorie (DFT) bestätigt. So kann die Molekül-Molekül-Wechselwirkung quantifiziert und die Vorzugsorientierung der Moleküle zueinander bei der Ausbildung der molekularen Cluster bestimmt werden.

#### Publikation

Daniel Ebeling, Marina Sekutor, Marvin Stieffermann, Jalmar Tschakert, Jeremy E. P. Dahl, Robert M. K. Carlson, André Schirmeisen, Peter R. Schreiner (2017): *London Dispersion Directs On-Surface Self-Assembly of [121] Tetramantane Molecules*. ACS Nano 11 (9), 9459–9466



**Daniel Ebeling**

studierte Physik an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster und promovierte 2009 bei Prof. Harald Fuchs und Prof. Lifeng Chi am Physikalischen Institut auf dem Gebiet der Weiterentwicklung der Rasterkraftmikroskopie. Nach Postdoc-Aufenthalt an der University of Twente in den Niederlanden und der University of Maryland in den USA begann er 2013 seine Habilitation am Institut für Angewandte Physik der Justus-Liebig-Universität in Gießen. Dort beschäftigt er sich mit der Untersuchung von einzelnen auf Oberflächen adsorbierten Molekülen mit Hilfe der Tieftemperatur-Rasterkraftmikroskopie. Das Hauptaugenmerk liegt auf der Erforschung von Reaktionsmechanismen auf Oberflächen sowie der Bestimmung von Adsorptionsgeometrien, Selbstassemblierungsprozessen und der Dynamik adsorbierter Moleküle. Weiterhin leitet er ein DFG-Projekt, in dem die Weiterentwicklung der verwendeten experimentellen Methoden im Vordergrund steht.



**André Schirmeisen**

studierte Physik an der RWTH Aachen und promovierte 1999 an der McGill University, Montréal, Kanada im Bereich der Raster-sondenmikroskopie. Nach einem Ausflugs in die strategische Top Managementberatung bei der Boston Consulting Group hat er sich 2008 an der Westfälischen Wilhelms Universität Münster im Bereich der Nanophysik habilitiert. Er ist seit 2011 Professor für Experimentalphysik an der Justus-Liebig-Universität Gießen und seit 2013 Geschäftsführender Direktor des Instituts für Angewandte Physik. Er leitet seit 2014 das TransMIT Zentrum für adaptive Kryotechnik und Sensorik. Spezialgebiete sind neben der Raster-sondenmikroskopie, die Nanotribologie, molekulare Elektronik, 2D-Oberflächenreaktionen sowie die Nano-Ionik.



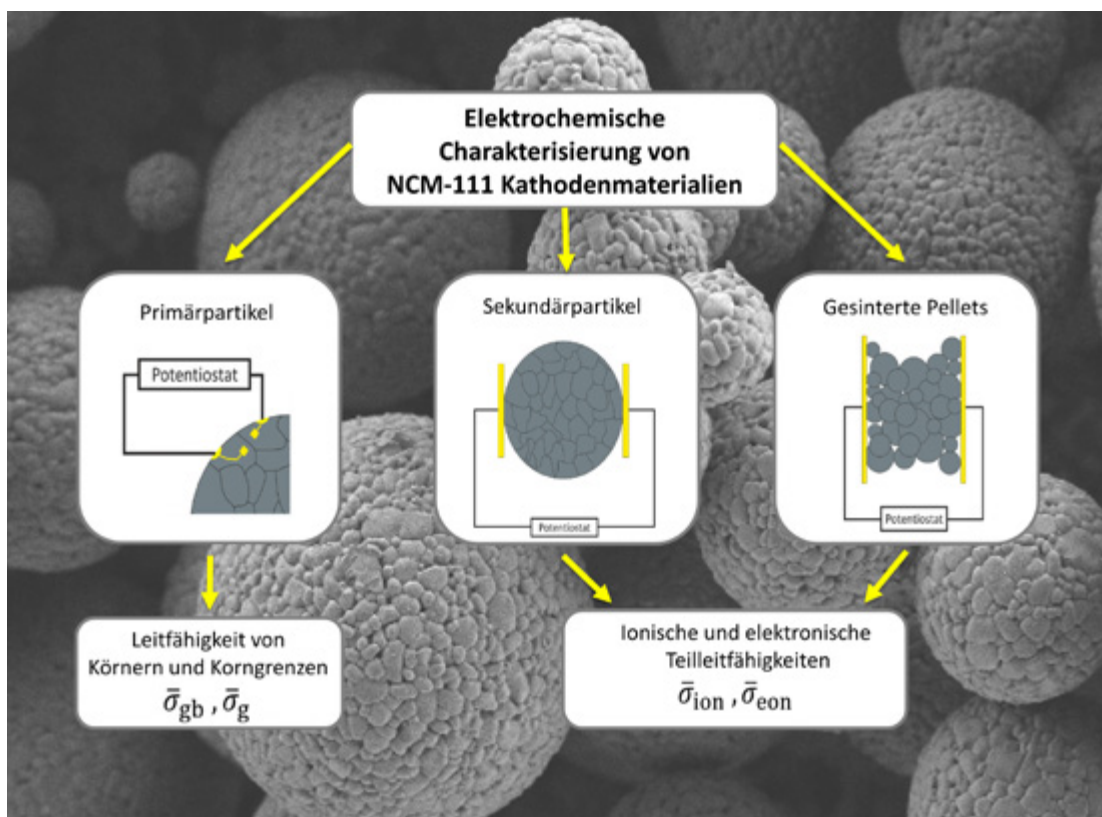
**Peter R. Schreiner**

wurde durch seine ‚duale‘ Ausbildung in preparativ-organischer Chemie (Dr. rer. nat. an der Universität Erlangen) und theoretischer Chemie (PhD an der University of Georgia, USA) ideal auf die für seine wissenschaftlichen Arbeiten prägende, fruchtbare Kombination von Experiment und Theorie vorbereitet. Seine in Göttingen 1999 eingereichte Habilitation wurde mit dem ADUC-Preis ausgezeichnet. Unmittelbar darauf erhielt er einen Ruf auf eine Associate Professorship in den USA und erhielt binnen zwei Jahren ‚tenure‘ und den Rang eines Full Professor, bevor er 2002 dem Ruf an die Justus-Liebig-Universität folgte. Neben anderen Auszeichnungen erhielt er 2003 die Dirac-Medaille und die Adolf-von-Baeyer Denkmünze (2017). Er ist Mitglied der Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften, der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste (Düsseldorf) und der Akademie der Wissenschaften und Kultur (Mainz). Peter Schreiner ist Editor des J. Comput. Chem., Editor-in-Chief des 2007 gegründeten WIREs-Computational Molecular Sciences und Associate Editor des Beilstein J. Org. Chem.

# HiKoMat – Skalenübergreifende Materialentwicklung für Batterien

Die Erforschung und Entwicklung von Batteriematerialien und Konzepten für Batterien nächster Generationen stellen einen starken Schwerpunkt in der Arbeit des ZfM dar. Große und langfristige Kooperationsprojekte, z. B. im Rahmen des Internationalen BASF-Netzwerks für Batterien und Elektrochemie und des BMBF-Kompetenzclusters für Festkörperbatterien ‚FestBatt‘, prägen den Schwerpunkt, zusammen mit zahlreichen weiteren Drittmittelprojekten.

‚HiKoMat‘ ist das Akronym des Verbundprojektes ‚Werkstoffentwicklung hierarchisch strukturierter Kompositmaterialien für elektrochemische Energiespeicher‘, das im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms der Bundesregierung durch das



Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert wird. Die Optimierung von immer komplexeren Materialien für spezifische Anwendungen durch gezieltes Einstellen der chemischen Zusammensetzung, der Struktur und der Morphologie – von der atomaren Skala über die Nano- und Mikroskala bis zur makroskopischen Skala, dem vollständigen Bauelement und Interface zum Menschen ist gerade für Kompositmaterialien eine Herkulesaufgabe, die sowohl von Seiten des Experiments als auch der theoretischen Beschreibung an die Grenzen des aktuell Möglichen stößt.

Dieser Aufgabe stellen sich Expertinnen und Experten der Chemie, der Physik, der Materialwissenschaft und der Mathematik des HiKoMat-Konsortiums, das sich aus Arbeitsgruppen an den Standorten Karlsruhe, Heidelberg, Berlin, Ulm und Gießen zusammensetzt. Das Konsortium versucht beispielhaft ein als Kathodenmaterial eingesetztes Komposit mit einem Multiskalenansatz durch eine spezifische Entwicklung seiner verschiedenen Hierarchieebenen für neue elektrochemische Speicher in Batterien zu optimieren.

Als Modellsystem dient ein NCM-Material (hier  $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$  mit  $x = y = z = 1/3$ ). Aus der Verbindung dieser ausgewählten Zusammensetzung (atomare Skala) werden Primärpartikel (Nanoskala) hergestellt und zu kugelförmigen Sekundärpartikeln (ca. 10  $\mu\text{m}$ ) zusammengefügt. Die Sekundärpartikel werden mit Additiven (Polymerbinder, Kohlenstoff) zu einer schichtartigen, makroskopischen Kathode zusammengefügt. Das Netzwerk aus Sekundärpartikeln mit den Additiven in Zwischenräumen bildet diese makroskopische Elektrode, deren elektrische und ionische Leitfähigkeit, Lithium-Speicherkapazität sowie mechanische Stabilität (beim Be- und Entladen mit Lithium dehnt sich das Material aus bzw. zieht es sich zusammen) für die Anwendung als Lithium-Speicher optimiert werden müssen. Für die Optimierung stehen auf jeder Längenskala andere Stellschrauben (Parameter) zur Verfügung, die es zu kontrollieren gilt. Verschiedene experimentelle Methoden müssen eingesetzt werden, um die Realstruktur über die acht Dekaden von der 0,1 nm-Skala bis zur Zentimeterskala

zu bestimmen. Der elektrische Transport von Elektronen und Ionen durch die makroskopische Elektrode hängt von Materialparametern und geometrischen Parametern auf allen Skalen ab. Hierzu gehören sowohl die mikroskopische Anordnung der Atome im NCM-Material, die die Leitfähigkeit innerhalb der Primärpartikel bestimmt, als auch die am Kontakt zwischen den Sekundärpartikeln entstehenden Grenzflächenwiderstände. Hinzu kommen Größenabhängigkeiten dieser Parameter sowie geometrische Aspekte, wie beispielsweise die Anordnung der Sekundärpartikel zu einem Netzwerk innerhalb der makroskopischen Elektrode. Die Bestimmung der Transportparameter auf den verschiedenen Längenskalen haben die Gießener Gruppen im Konsortium übernommen. Die AG Klar vermisst mit neu entwickelten Methoden die Leitfähigkeit einzelner Sekundärpartikel und gezielter Anordnungen mehrerer Partikel; die AG Janek übernimmt die Charakterisierung der makroskopischen Elektroden. Die Ergebnisse zu den elektrischen Eigenschaften und zur Strukturbestimmung werden auf den verschiedenen Längenskalen in Bezug gesetzt und sollen durch theoretische Modelle, die in Karlsruhe, Heidelberg und Ulm entwickelt werden, abgebildet werden. Auch in der Theorie müssen spezifische Modelle für die jeweiligen Längenskalen entwickelt werden, die für eine gesamtheitliche Beschreibung über alle Längenskalen hinweg miteinander verknüpft werden müssen. Nur durch dieses enge Zusammenspiel von Experiment und Theorie ist es möglich, ein umfassendes Verständnis der Prozess-Struktur-Eigenschaftsbeziehungen dieser komplexen Kompositmaterialien zu erlangen. Die Etablierung solcher ganzheitlichen Ansätze zum Materialverständnis sollte es ermöglichen, Optimierungsvorschläge für die Anwendung solcher Materialien in elektrochemischen Energiespeichern für die Elektromobilität zu erarbeiten. Die im Verbundprojekt entwickelten methodischen Ansätze lassen sich auch auf weitere Zellkonzepte mit anderen Zellreaktionen übertragen und anwenden.

# Neues Rastersondenmikroskop in der AG Schlettwein



Am Institut für Angewandte Physik, AG Schlettwein, wurde ein Hochvakuum-Rastersondenmikroskop VacuScope 1000 der Firma AIST-NT, gefördert durch die DFG (Art. 91b GG) und das ZfM, erfolgreich in Betrieb genommen.

Das Gerät ist für Messungen unter unterschiedlich definierten Gasumgebungen ausgelegt und kann in verschiedenen Messmodi wie Kelvin-Probe-Force-Microscopy (KPFM), Conductive AFM (c-AFM) oder Piezo-Response-Force-Microscopy (PFM) betrieben werden. Scangrößen bis zu  $100 \times 100 \mu\text{m}^2$  können erreicht werden. Mit diesem Gerät lässt sich z. B. das Schichtwachstum von organischen Dünnschichten

morphologisch sowie elektrisch charakterisieren. Die zusätzlich angebrachte Präparationskammer ermöglicht dabei die schrittweise Bedampfung von Proben mittels Physical Vapor Deposition (PVD) und die unmittelbar anschließende oder intermediäre Untersuchung ohne Brechung des Vakuums (in-situ Analyse). Um das Einbringen von Proben und Substraten auch von außerhalb unter Schutzgasatmosphäre oder unter Vakuum zu ermöglichen, wurde die Eingangsschleuse so gestaltet, dass das in anderen Großgeräten innerhalb der LaMa-Methodenplattformen genutzte Transfermodul auch hier verwendet werden kann.

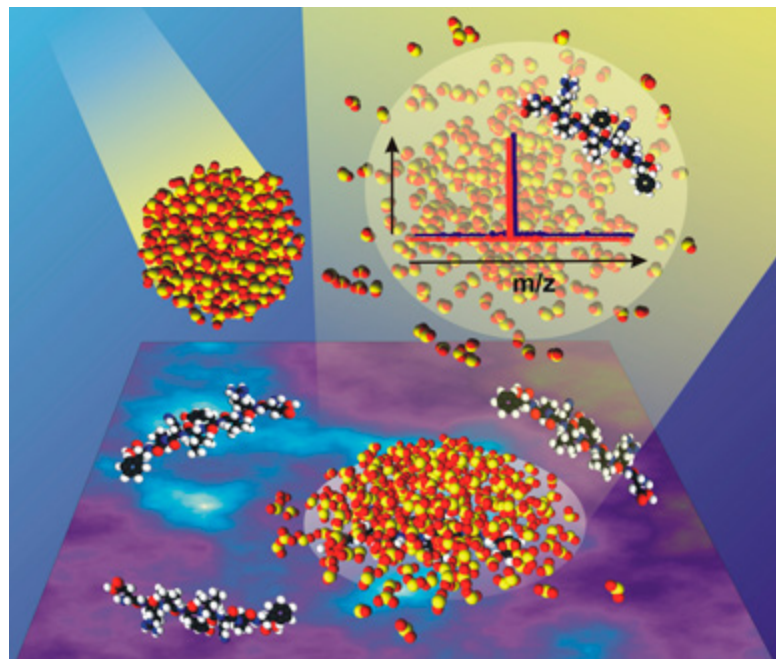


# Clusterinduzierte Desorption/Ionisation zur massenspektrometrischen Untersuchung komplexer Moleküle auf Oberflächen

Die Funktionalisierung von Oberflächen mit organischen Molekülen kann zu ganz neuen Oberflächeneigenschaften führen und damit auch neue Anwendungsgebiete erschließen. Dabei werden in jüngster Zeit immer kompliziertere Moleküle (z. B. auch Biomoleküle) für die Funktionalisierung eingesetzt oder auf der Oberfläche direkt synthetisiert. Die Analyse dieser Moleküle bzw. der sich ausbildenden makromolekularen Strukturen stellt für die Oberflächenanalytik eine große Herausforderung dar. So können mit Rastersondenmethoden zwar die Strukturen der erzeugten Systeme auf atomarer Skala abgebildet werden; chemische Informationen, die über die atomare Zusammensetzung der Strukturen hinausgehen, sind mit herkömmlichen Methoden aber nur sehr eingeschränkt zugänglich. Hier kann die in der

Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Michael Dürr (Institut für Angewandte Physik) neu entwickelte Methode der clusterinduzierten Desorption/Ionisation (engl.: Desorption/Ionisation induced by Neutral Clusters, kurz DINEC) und ihre Kombination mit der Massenspektrometrie (MS) einen entscheidenden Beitrag leisten: bei Beschuss der Oberfläche mit langsamen  $\text{SO}_2$  Clustern, die aus ca. 1000 bis 10 000  $\text{SO}_2$  Molekülen bestehen, können auf der Oberfläche adsorbierte Moleküle intakt von der Oberfläche gelöst und ionisiert in die Gasphase überführt werden. Sie stehen dann zur weiteren massenspektrometrischen Analyse zur Verfügung. Dabei zeichnet sich DINEC-MS insbesondere durch den sanften Ablösevorgang und die hohe Empfindlichkeit aus: Auch komplexe Biomoleküle werden fragmentationsfrei in die Gasphase überführt, dabei können sehr kleine Oberflächenkonzentrationen im Bereich kleiner 1 Promille nachgewiesen werden.

Schematische Darstellung der clusterinduzierten Desorption/Ionisation mit  $\text{SO}_2$ -Clustern. Während des Cluster-Oberflächen-Stoßes löst sich ein auf der Oberfläche adsorbiertes Biomolekül im Cluster und wird mit dem auseinanderfliegenden Cluster in die Gasphase überführt. Wird das Molekül beim Cluster-Oberflächen-Stoß ionisiert, kann es mittels Massenspektrometrie analysiert werden.

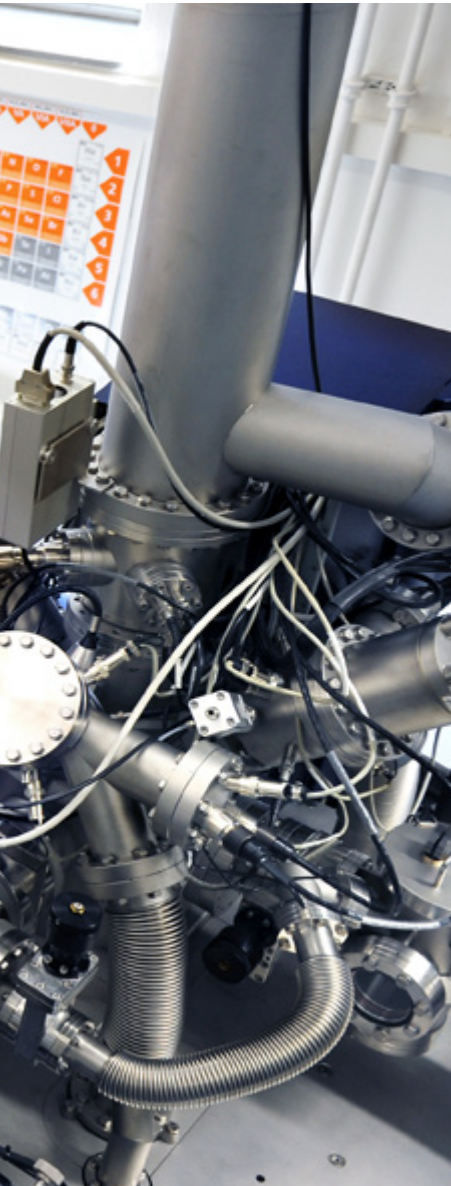


# **„Werkstoffe für die Geweberegeneration im systemisch erkrankten Knochen“**

## Sonderforschungsbereich Transregio 79



Wissenschaftler vor dem ToF-SIMS.  
Von links nach rechts: Prof. Dr. Christian  
Heiß, Dr. Anja Henß, Prof. Dr. Jürgen Janek,  
Dr. Marcus Rohnke.



Seit 2010 suchen Forscher der Universitäten Gießen, Dresden und Heidelberg gemeinsam nach innovativen Knochenersatzmaterialien für den systemisch erkrankten Knochen. Im Rahmen des von der DFG geförderten Sonderforschungsbereichs (SFB) Transregio 79 stehen die beiden Erkrankungen Osteoporose und das Multiple Myelom im Mittelpunkt der Forschungsaktivitäten. Aus dem Zentrum für Materialforschung sind die beiden Physikochemiker Dr. Marcus Rohnke und Prof. Dr. Jürgen Janek seit dem Projektbeginn im Juli 2010 als Teilprojektleiter mit dabei. In der interdisziplinären Kooperation mit Ärzten, Biologen, Veterinärmedizinern und Materialwissenschaftlern fokussiert sich das im ZfM verankerte Projekt M5 auf die oberflächliche Plasmaoxidation und gleichzeitige Oberflächenstrukturierung von metallischen Implantatmaterialien sowie auf die Analytik der Biomaterial/Knochen-Grenzfläche. Bei letzterer hatten die beiden Wissenschaftler die Idee, die Flugzeit-Sekundärionenmassenspektrometrie, eine der klassischen materialwissenschaftlichen Methoden zur dreidimensionalen Festkörperanalytik, zur Untersuchung biologischer Proben einzusetzen. Hierbei ist es ihnen gemeinsam mit einer Reihe von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern gelungen, sich auf dem Gebiet der bildgebenden Massenanalytik von Knochengewebe eine international führende Stellung zu erarbeiten.

Zu Beginn des gemeinsamen Projektes stellten die unterschiedlichen Sprach- und Kulturwelten von Lebens- und Materialwissenschaftlern eine besondere Herausforderung dar. Doch gemeinsam mit der Gruppe um den SFB-Sprecher Prof. Dr. Christian Heiß aus der Gießener Unfallchirurgie und der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Sabine Wenisch aus der Veterinärmedizin gelang es und gelingt es immer noch, sehr erfolgreich miteinander zu kommunizieren und zu arbeiten. Dies belegen 30 gemeinsame wissenschaftliche Publikationen, die seit Beginn des SFB im Teilprojekt M5 entstanden sind. Diese Einschätzung teilten auch zum dritten Mal in Folge die Gutachter bei der Wiederbegutachtung des SFB für die dritte Förderperiode Anfang Dezember 2017 an der TU Dresden. Die im Projekt M5 beschäftigte Postdoktorandin Dr. Anja Henß wurde für ihre wissenschaftliche Arbeit auf dem Behring-Röntgen-Symposium 2016 mit einem Posterpreis ausgezeichnet. Die Doktorandin Kaija Schäpe erhielt im September 2017 auf der internationalen SIMS-Tagung in Krakau den Preis für den besten wissenschaftlichen Vortrag im Bereich Bioanalytik. Über den Sonderforschungsbereich hat das Zentrum somit bereits zum Zeitpunkt seiner Gründung eine starke Brücke in die Gießener Lebenswissenschaften geschlagen, die sich durch weitere gemeinsame Projektanträge in der Zukunft sicher noch verstärken wird.



# Graduiertenkolleg ,Substitutionsmaterialien für nachhaltige Energietechnologien‘



Im Rahmen des Graduiertenkollegs (GRK) 2204 ‚Substitutionsmaterialien für nachhaltige Energietechnologien‘ beschäftigen sich Promovierende in Chemie und Physik seit dem Frühjahr 2016 mit neuen Konzepten zum Ersatz oder der Reduktion ressourcenkritischer Stoffe in Massentechnologien. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) unterstützt dieses Projekt mit ca. 3,6 Millionen Euro über einen Zeitraum von 4,5 Jahren.

Der Fokus des interdisziplinären Verbundprojektes liegt auf chemischen Elementen und Materialien für die effiziente Speicherung, den Transport und die Wandlung von Energie und umfasst hochaktuelle Forschungsthemen in Bereichen wie ‚Batterien‘, ‚Photovoltaik‘ und ‚Thermoelektrik‘ (Umwandlung von Wärme in elektrische Energie). Ausgangspunkt des Programms ist das grundlegende Problem, dass in aktuellen Technologien häufig Rohstoffe bzw. chemische Elemente verwendet werden, bei denen bei Massenproduktion absehbar eine Verknappung eintreten wird. Es besteht daher die Notwendigkeit eines teilweisen oder sogar vollständigen Umstiegs auf versorgungskritische Elemente. Beispielsweise sollen im Rahmen des GRKs neue Konzepte für ‚Metall-Luft-Batterien‘ entwickelt werden, bei denen als elektrochemische Hauptkomponenten gut verfügbare Elemente wie Natrium, Sauerstoff und Kohlenstoff verwendet werden sollen.

Das GRK soll somit zum einen in den jeweiligen Forschungsprojekten der Doktorandinnen und Doktoranden neue Ideen und Konzepte für die Lösung dieses für ein ressourcenarmes Land wie Deutschland fundamentalen Problems entwickeln. Zum anderen trägt das GRK durch die Ausbildung hervorragend qualifizierter Absolventinnen und Absolventen dazu bei, dass mittel- und langfristig entsprechende Expertise in Wissenschaft und Industrie aufgebaut werden kann. In dieser Hinsicht ist die Form eines ‚Graduiertenkollegs‘ ein innovatives und für die Promovierenden hochattraktives Forschungsformat, das den Absolventinnen und Absolventen im Anschluss an die Promotion vielfältige Karrieremöglichkeiten und Perspektiven bieten wird.

Das GRK umfasst zwölf Promotionsstellen zur eigenständigen Forschung und ein strukturiertes Graduiertenprogramm mit Spezialvorlesungen, Workshops mit internationalen Wissenschaftlern, sowie Praktika. Ein weiteres wichtiges Element ist die Kooperation mit externen Partnern, wie beispielsweise der Fraunhofer-Projektgruppe für Werkstoffkreisläufe und Werkstoffsubstitution (IWKS) in Hanau/Alzenau. Das GRK zeichnet sich zudem durch die Einbeziehung internationaler Institute, Arbeitsgruppen und Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in Forschung und Ausbildung der Promovierenden aus, beispielsweise von der Universität Padua. Dadurch können die Doktorandinnen und Doktoranden wichtige Impulse und zusätzliche Expertise in ihrem Forschungsprojekt erhalten und Kontakte z. B. hinsichtlich einer möglichen Tätigkeit als Postdoc knüpfen.

Durch dieses kohärente Ausbildungskonzept erhalten die Promovierenden eine umfassende Qualifikation im Themenfeld ‚Nachhaltigkeit‘ bei Materialien und deren Anwendungen. Das GRK wird daher die weitere Schwerpunktbildung im Bereich der chemisch und physikalisch orientierten Materialforschung an der JLU maßgeblich stärken und weiter vorantreiben können.



Struktur des Forschungskonzeptes im  
GRK 2204



# Zuwachs für das Elektrochemie- und Grenzflächenlabor (ELCH)

## Neues Elektronenmikroskop bewilligt



So (oder so ähnlich) wird das FIB-REM aussehen, die Installation ist für den Sommer 2018 vorgesehen.

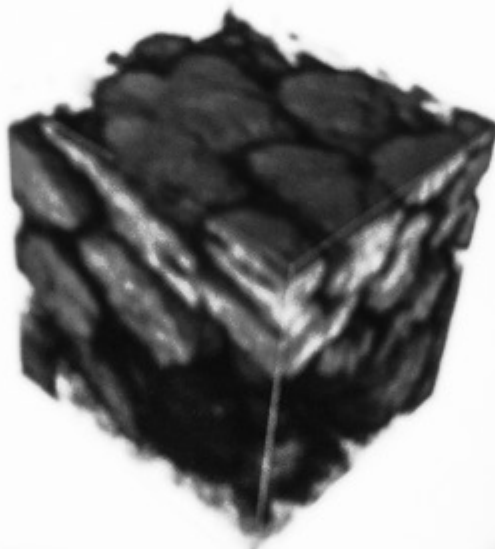
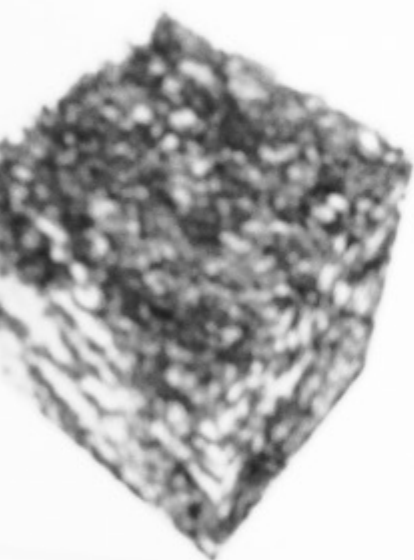
Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hat den Antrag des ZfM auf Beschaffung eines neuartigen Raster-Elektronenmikroskops (REM) mit fokussiertem Ionenstrahl (focussed ion beam, FIB) für die Methodenplattform ELCH bewilligt. Das Gerät mit einem Kaufpreis von ca. 1,6 Mio. € wird zu je 50 % aus Mitteln der JLU Gießen und aus Mitteln der DFG finanziert und soll im Laufe des Jahres 2018 in Laborräumen des Physikalisch-Chemischen Instituts (Arbeitsgruppe Prof. Dr. Jürgen Janek) installiert werden.

Die Kombination eines Rasterelektronenmikroskops mit einem fokussierten Ionenstrahl (FIB-REM) ermög-

licht die dreidimensionale Analyse von Materialien auf der Nanometer-Skala. Dabei wird der Ionenstrahl zum Abtragen der Oberfläche verwendet, während die beim Rastern mit dem Elektronenstrahl von der Probe ausgesandten bzw. zurückgestreuten Elektronen zur Bildgebung verwendet werden. Im Modell ‚XEIA3‘ des Herstellers TESCAN wird ein hochauflösendes Rasterelektronenmikroskop (REM) mit einer Auflösung von 0,7 nm mit einem Xenon-Plasma-FIB (Auflösung ca. 15 nm) miteinander kombiniert. Laut Hersteller wird an der JLU in Gießen das deutschlandweit erste Gerät dieser Art installiert.



# WISSENSCHAFTLICHER NACHWUCHS



**036**

*NanoMatFutur-Nachwuchsgruppe Nanoionik und Nanoelektronik*

**038**

*Emmy-Noether-Nachwuchsgruppe Mesostrukturierte Oxide für solare Energieumwandlung*

**040**

*Emmy-Noether-Nachwuchsgruppe Materials by Design*

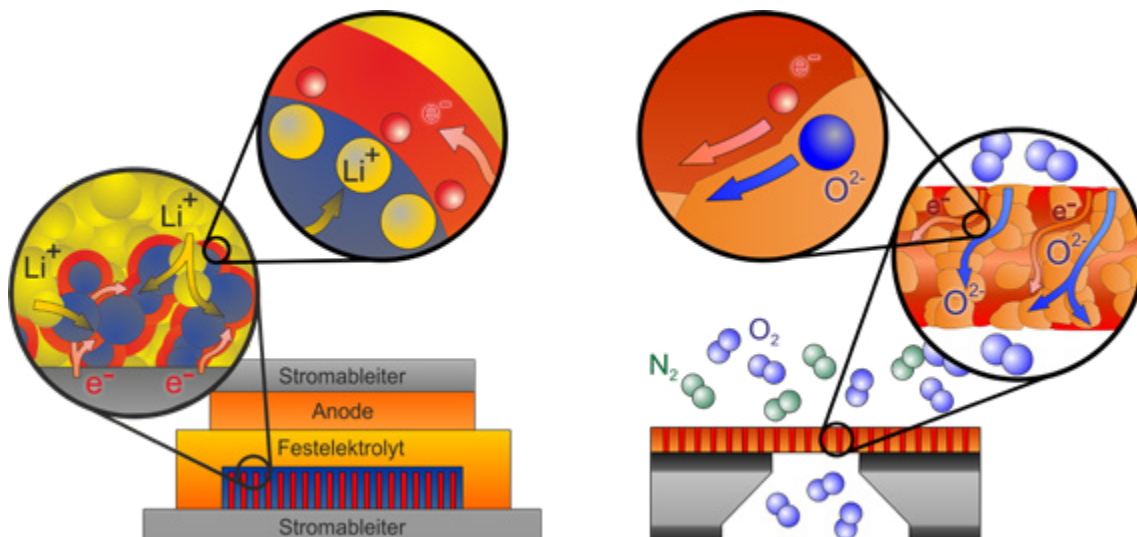
# NanoMatFutur-Nachwuchsgruppe Nanoionik und Nanoelektronik

In der Nachwuchsgruppe ‚Nanoionik und Nanoelektronik‘ von Dr. Matthias T. Elm am Zentrum für Materialforschung der Justus-Liebig-Universität Gießen werden verschiedene mikro- und nanostrukturierte Materialsysteme für Anwendungen im Bereich der Energie- oder Informationsspeicherung untersucht. Der Fokus der Forschung liegt hierbei vor allem auf dem Einfluss von Grenz- und Oberflächeneffekten auf die Transporteigenschaften der ionischen und elektronischen Ladungsträger.

Im Bereich der Nanoionik werden im Rahmen des vom BMBF im kompetitiven Nachwuchsprogramm ‚NanoMatFutur‘ geförderten Projekts ‚NIKO – Nanostrukturierte Ionenleiter-Komposite als Schlüsselkomponenten für effiziente Energiespeicher- und -wandlertechnologien‘ nanostrukturierte Komposit-Materialien für Anwendungen im Bereich von Sauerstoffmembranen und Lithium-Ionen-Batterien entwickelt. Sauerstoffmembrane und Lithium-Ionen-Batterien spielen in modernen Energiewandlungs- und Speichertechnologien eine entscheidende Rolle. Die Membranen dienen als Filter zur Herstel-

lung von reinem oder auch chemisch aktiviertem Sauerstoff, der als Oxidationsmittel benötigt wird. Lithiumionen-Batterien werden in immer stärkerem Maße als Energiespeicher eingesetzt. Die weitere Verbesserung der Speichereigenschaften der Batterien und die Verringerung der Betriebstemperatur von Sauerstoffmembranen sind hierbei wichtige Aufgaben. In beiden Anwendungen spielen sogenannte gemischte Leiter, also Materialien, in denen sowohl Ionen als auch Elektronen zum Ladungsträgertransport beitragen, eine zentrale Rolle. In dem Projekt werden daher neue Methoden zur Herstellung von Elektronenleiter-Ionenleiter-Kompositen mit wohl-definierter Nanostruktur entwickelt, um die Speicherfähigkeit und die Transportprozesse an der Grenzfläche zu untersuchen und zu optimieren. Hierfür werden die physikalischen Methoden der Mikro- und Nanostrukturierung auf ionenleitende Systeme übertragen, um gezielt Grenzflächen auf der mikroskopischen Skala einzubauen. Insbesondere sollen die inneren Grenzflächen derart modifiziert werden, dass eine signifikant erhöhte Lithium-Speicherfähigkeit bzw. ein schnellerer Transport für Sauerstoff erreicht wird.

Schematische Darstellung des Funktionsprinzips einer Batterieelektrode (links) und einer Sauerstoffmembran (rechts) auf Basis von nanostrukturierten Komposit-Materialien.

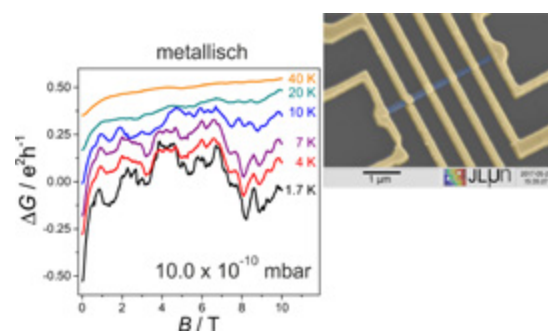




In einem weiteren, DFG-geförderten Projekt werden in Kooperation mit Torsten Brezesinski (Karlsruher Institut für Technologie) mesoporöse Oxide als Modellmaterialien sauerstoffionenleitende Keramiken wie z. B. Cerdioxid ( $\text{CeO}_2$ ) und Yttrium-stabilisiertes Zirkoniumoxid (YSZ) untersucht. Solche Systeme sind im Bereich der Katalyse, der Sauerstoffspeicherung oder als Festelektrolyt in Sauerstoffbrennstoffzellen von großem Interesse. Hierbei spielt die Oberfläche eine entscheidende Rolle für den Ein- bzw. Ausbau des Sauerstoffs. Diese mesoporösen Oxide zeichnen sich durch eine regelmäßige Anordnung von nanometergroßen Poren und somit durch ein sehr großes Oberflächen-zu-Volumen-Verhältnis aus, womit sie ideale Modellsysteme zur Untersuchung des Einflusses der Oberfläche auf katalytische und Speichereigenschaften darstellen.

Im Bereich der Nanoelektronik werden in der AG Elm in Kooperation mit der AG Klar elektronische Transportprozesse in nanostrukturierten Materialsystemen vor allem an halbleitenden Nanodrahtstrukturen untersucht, welche Anwendungen im Bereich der Halbleiterlaser, Fotodioden, Solarzellen oder Transistoren finden. Halbleiternanodrahtstrukturen können mittels verschiedener Methoden gewachsen werden und zeichnen sich durch einen Durchmesser von wenigen hundert Nanometern und einer Länge von bis zu einigen Mikrometern aus. Aufgrund ihrer geringen Abmessungen dienen solche Nanodrähte nicht nur als Bausteine für miniaturisierte Halbleiterbauelemente, sondern zeigen auch interessante mesoskopische Transporteigenschaften, wie zum Beispiel Fluktuationen der Leitfähigkeit in Abhängigkeit eines angelegten externen Magnetfelds. Neben den Transporteigenschaften einzelner GaN Nanodrähte, welche vor allem für optische Anwendungen interessant sind, werden in Kooperation mit Prof. Hara (Hokkaido University, Sapporo, Japan) im Rahmen eines DFG-Projekts auch die Transporteigenschaften von ferromagnetischen MnAs/InAs-Hybridnanodrahtstrukturen untersucht. Durch den Einbau von ferromagnetischen MnAs-Nanoclustern in halbleitende InAs-Nanodrähte werden diese Nanodrähte für den Bereich der Spintronik interessant, wo nicht die elektrische Ladung der Elektronen für die Informationsverarbeitung genutzt wird, sondern deren Spin.

Universelle Leitfähigkeitsfluktuation in GaN-Nanodrahtstrukturen in Abhängigkeit des externen magnetischen Feldes. Solche Quanteneffekte treten in Halbleiterstrukturen auf, sobald diese eine gewisse Größe unterschreiten.



**Matthias Elm**

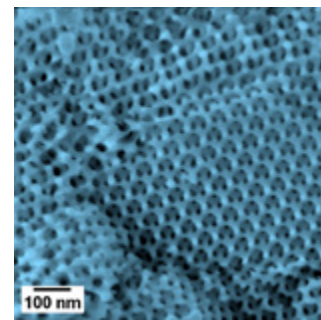
studierte Physik an der Philipps-Universität in Marburg. 2010 promovierte er in Gießen in der Arbeitsgruppe von Prof. Peter Klar am I. Physikalischen Institut auf dem Gebiet granularer Hybridstrukturen. Anschließend forschte er ein Jahr in Japan am ‚Research Center for Integrated Quantum Electronics‘ an der Hokkaido University in Sapporo, wo er sich mit dem Wachstum und der Charakterisierung ferromagnetischer Nanocluster für spintronische Anwendungen beschäftigte. Nach seiner Rückkehr nach Gießen 2013 kehrte er in die Arbeitsgruppe von Prof. Klar zurück, wo er sich vor allem mit den Transporteigenschaften in Nanostrukturen beschäftigt. Gleichzeitig weitete er seine Forschungsaktivitäten auf den Bereich der Festkörperchemie am Physikalisch-Chemischen Institut in der Arbeitsgruppe von Prof. Jürgen Janek aus, wobei der Schwerpunkt auf Untersuchungen der Transporteigenschaften von nanostrukturierten ionischen und gemischtleitenden Oxiden liegt. Im Zentrum für Materialforschung der Justus-Liebig-Universität Gießen leitet er seit Februar 2017 die vom BMBF geförderte ‚NanoMatFutur‘-Nachwuchsgruppe ‚Nanoionik und Nanoelektronik‘. Außerdem engagiert sich Dr. Elm als assoziierter Nachwuchswissenschaftler im GRK 2204.

# Emmy-Noether-Nachwuchsgruppe

## Mesostrukturierte Oxide für solare Energieumwandlung

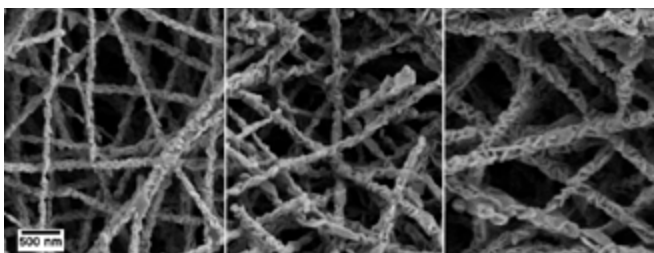
Solare Energie zur Herstellung nachhaltiger Brennstoffe und zur Bereitstellung sauberen Trinkwassers einzusetzen, ist ein hochaktuelles Forschungsgebiet. Mit Hilfe der so genannten ‚Photokatalyse‘ und ‚Photoelektrochemie‘ ist es möglich, durch Nutzung von Sonnenlicht nachhaltige Energieträger wie Wasserstoff aus Wasser zu erzeugen. Um die Effizienz solcher Reaktionen zu erhöhen, erforscht die Arbeitsgruppe von Dr. Roland Marschall neue Materialkonzepte und Strategien zur ‚Mesostrukturierung‘.

Die Erhöhung der spezifischen Oberfläche von Materialien durch Templatsynthesen stellt einen Schwerpunkt der Forschung von Dr. Marschall dar. Mit Hilfe von templatierenden Polymeren ist es möglich, geordnet poröse Materialien herzustellen, die aufgrund ihrer erhöhten Oberfläche effizientere Photokatalyse ermöglichen. Diese porösen Halbleiter-Oxide können sowohl als Beschichtungen (Dünnschichten) als auch in Pulverform hergestellt werden. So konnte mit Arbeiten der Arbeitsgruppe erstmals gezeigt werden, dass nicht allein die erzeugte Oberfläche, sondern insbesondere die Porengröße einen starken Einfluss auf die photokatalytische Aktivität hat.



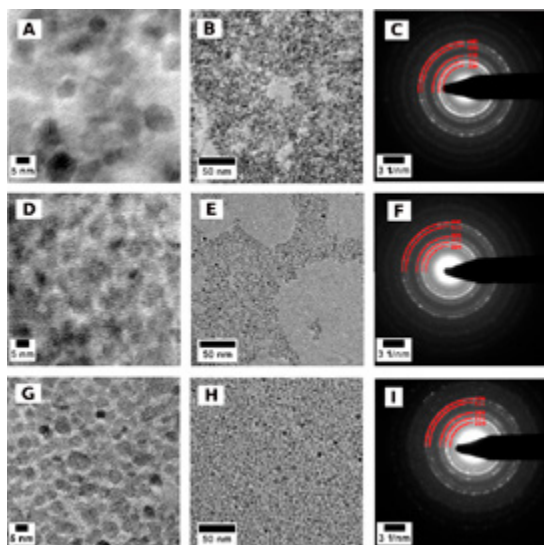
Der erste geordnet-mesoporöse quaternäre Halbleiter ( $\text{CsTaWO}_6$ ) für photokatalytische Wasserstoffproduktion, *Nanoscale* 6 (2018) 3225

Elektrogesponnene  $\text{Ba}_5\text{Ta}_4\text{O}_{15}$  Nanofasern, *J. Mater. Chem. A* 6 (2018) 1971



Elektrospinnen ist eine weitere Technik, welche die Arbeitsgruppe von Roland Marschall verwendet, um die Morphologie von Halbleiter-Oxiden zu kontrollieren, und damit die Wasserspaltung zu verbessern. In den letzten Jahren hat die Arbeitsgruppe verschiedene Materialien erstmals in Faserform herstellen können, darunter  $\text{CuO}$ ,  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  und so komplexe Materialien wie  $\text{Ba}_5\text{Ta}_4\text{O}_{15}$ . Kürzlich gelang es, den Durchmesser der Fasern bereits im Syntheseprozess zu kontrollieren, und damit maßgeschneiderte Oxid-Fasern für maximale Effizienz in der Wasserspaltung zu erzeugen. Mit Elektrospinnen ist es außerdem möglich, faserförmige Beschichtungen herzustellen, die resultierenden Filme besitzen intrinsische Porosität zwischen den Fasern.

Ressourcenknappheit ist ein wichtiges Thema in der Materialforschung. Daher erforscht die AG Marschall außerdem neue Materialien für solare Energieumwandlung, die ausschließlich aus häufig vorkommenden Elementen der Erdkruste bestehen, und untersucht deren Morphologiekontrolle. Ein Beispiel dafür ist  $\text{MgFe}_2\text{O}_4$ , welches aus drei der häufigsten Elemente der Erdkruste besteht, und mittels einer an der JLU in Gießen entwickelten Mikrowellensynthese in Form definierter Nanopartikel hergestellt werden kann.  $\text{MgFe}_2\text{O}_4$  ist auch deshalb ein besonderes Material, da es eine rot-braune Farbe hat und somit bereits 50 % des Sonnenlichts für photokatalytische Reaktionen nutzen. Der erfolgreiche Einsatz dieses Materials in der Aufreinigung von Wasser mittels Sonnenlicht konnte bereits gezeigt werden. Protonenleitende Materialien stellen ein weiteres Forschungsgebiet der AG Marschall dar. Es werden neuartige poröse Feststoff-Protonenleiter erforscht, neue Funktionalisierungsstrategien entwickelt, und deren Einsatz in Brennstoffzell-Membranen, in der Photoelektrochemie und in Sensoren untersucht.



Nanopartikel aus  $\text{MgFe}_2\text{O}_4$ ,  
*J. Phys. Chem. C* 121 (2017) 27126

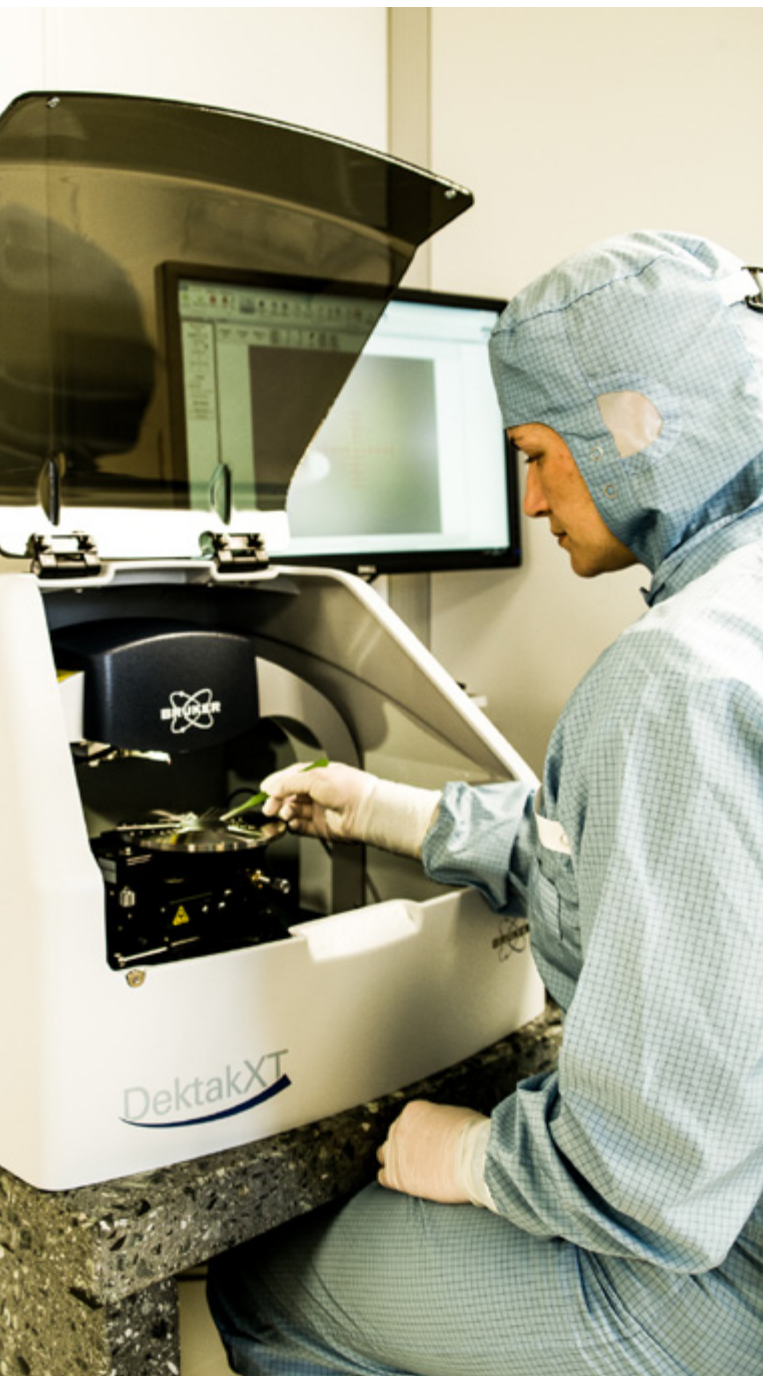


### Roland Marschall

studierte Chemie an der Leibniz Universität Hannover und promovierte 2008 bei Prof. Jürgen Caro am Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie auf dem Gebiet der porösen Festkörper-Protonenleiter. Nach PostDoc-Aufenthalten an der University of Queensland in Brisbane/Australien und dem Fraunhofer Institut für Silicatforschung ISC in Würzburg begann er 2011 bis 2013 seine Habilitation an der Ruhr-Universität Bochum. Seit Mitte 2013 ist er Emmy-Noether-Nachwuchsgruppenleiter im Physikalisch-Chemischen Institut der Justus-Liebig-Universität Gießen. Dort beschäftigt er sich mit der Materialforschung für solare Energieumwandlung, insbesondere photokatalytische Wasserspaltung mit Mischoxiden. 2014 erhielt er den renommierten ADUC-Habilitandenpreis, 2016 den Preis der Justus-Liebig-Universität. Außerdem ist er assoziierter Nachwuchswissenschaftler des GRK 2204. 2018 folgte Dr. Marschall einem Ruf an die Universität Bayreuth und hat dort den Lehrstuhl für Physikalische Chemie III inne.

# Emmy-Noether-Nachwuchsgruppe

## Materials by Design



Die AG Zeier untersucht die Struktur-Eigenschaftsbeziehungen in anorganischen Festkörpern für die Entwicklung von Funktionsmaterialien für die saubere Gewinnung und Speicherung von Energie. Im Speziellen fokussiert sich die AG auf thermoelektrische Anwendungen, sowie auf feste Ionenleiter für Feststoffbatteriekonzepte. Hierbei steht hauptsächlich das Verständnis des Einflusses von chemischen Bindungen auf die Struktur und auf reaktive Strukturveränderungen, sowie die sich daraus ergebenden Änderungen im elektronischen und atomaren Transport im Vordergrund. Im Kern der Forschung stehen die Materialsynthese und Strukturaufklärung - komplementiert durch die Messung und die Modellierung der ionischen, elektronischen und thermischen Transporteigenschaften. Mit dem Wissen über den Einfluss von Struktur und Bindungsinteraktionen auf den Transport ist anschließend ein gezieltes Design der Materialien möglich.

Im Rahmen der Forschung an Thermoelektrika wird in der AG Zeier die Bedeutung von Defekten und Leerstellen für die thermische Leitfähigkeit untersucht, um gezielt Gitterschwingungen in Materialien zu kontrollieren (Dalton Trans. 2017, 46, 3906). Des Weiteren werden gezielt die Bindungsinteraktionen in thermoelektrischen Materialien verändert, um Änderungen der Bandstruktur zu induzieren und den thermoelektrischen Transport zu optimieren (Adv. Sci. 2017, 4, 1700080; Chem. Mater. 2017, 29, 11560). Hierfür kommt routinemäßig eine 2017 aus Mitteln des ZfM beschaffte Spark-Plasma-Sinteranlage zum Einsatz, um die wichtigen Funktionsmaterialien zu verdichten.



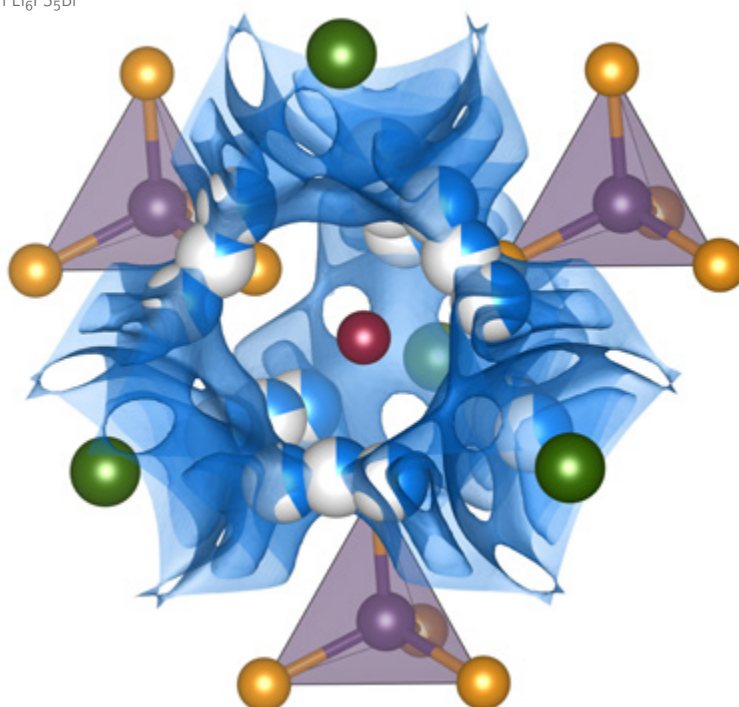


**Wolfgang Zeier**

promovierte 2013 an der Universität Mainz bei Wolfgang Tremel und Jeffrey Snyder (California Institut of Technology) in anorganischer Festkörperchemie mit einem Fokus auf thermoelektrischen Materialien. Nach Postdokoraten an der University of Southern California und am California Institute of Technology leitet er seit 2015 eine Nachwuchsgruppe an der Justus-Liebig-Universität Gießen und ist assoziierter Nachwuchswissenschaftler des GRK 2204. Im Rahmen einer Emmy-Noether-Gruppe sind seine Forschungsinteressen die Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Materialien mit Blick auf Thermoelektrika, feste Ionenleiter und Feststoffbatterien. Die Arbeiten der Gruppe wurden unter anderem mit dem Young Scientist Award der International Society of Solid State Ionics ausgezeichnet.

Ein weiteres Forschungsthema der AG Zeier ist der Einfluss von Gitterschwingungen auf die Beweglichkeit von Ionen in Festkörpern. Die ‚chemische Intuition‘ besagt, dass weichere, leicht polarisierbare Anionengitter den Ionentransport in Festkörpern stark beeinflussen sollten. Aktuelle Arbeiten der AG Zeier zeigen nun, dass der Effekt der Weichheit auf den Ionentransport tatsächlich stark unterschätzt wurde (J. Am. Chem. Soc. 2017, 139, 10909; Chem. Mater. 2017, 29, 8859; Chem. Mater. 2018, 30, 1791). Neben der Aktivierungsenergie wird auch die Migrationsentropie beeinflusst, was eine höhere Leitfähigkeit in weicheren Materialien verhindert. Der Ansatz ‚je weicher, desto besser‘ ist demnach nicht vollständig korrekt. In den kommenden Jahren stehen weiterführende Untersuchungen der Wirkung von Gitterschwingungen auf den Ionentransport an. Die Gruppe zeigte kürzlich, dass neben der Weichheit eines Gitters auch ‚induktive Effekte‘ die Beweglichkeit von Ionen in Festkörpern beeinflussen (Chem. Mater. 2018, 30, 1791). Stark elektropositive Elemente polarisieren das Anionengitter und verringern die Ladungsdichte zwischen  $\text{Li}^+$  und Anion, was zum Sinken der Aktivierungsbarriere führt.

Diffusionspfade von  $\text{Li}^+$  in  $\text{Li}_6\text{PS}_5\text{Br}$





Vier italienische Gäste in Gießen (v.l.n.r.:  
Enrico Trevisanello, Silvia Gross,  
Nicoló Minafra, Michele Bastianello)

# INTERNATIO- NALISIERUNG



**044**  
Internationalisierung

**045**  
Outgoing

**046**  
Incoming



# Internationalisierung



Materialwissenschaften agieren per se international. Alle am ZfM beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben individuelle Forschungs-kooperationen mit ausländischen Kolleginnen und Kollegen. So bestehen wissenschaftliche Beziehungen zu mehr als 20 Ländern in Europa, Nordamerika und Asien.

Viele ausländische Doktorandinnen und Doktoranden, Postdoktorandinnen und Postdoktoranden kommen an die JLU nach Gießen, viele unserer Absolventen gehen ins Ausland. Diese ständig wachsenden, individuellen Netzwerke werden unter Nutzung der vielfältigen Förderprogramme ausgebaut und intensiviert, beispielsweise durch individuelle Stipendienanträge, Projekte innerhalb der ppp-Programme des DAAD oder durch Aktivitäten unterstützt durch das DFG-GRK 2204.

Neben den individuellen Aktivitäten versuchen wir mit ausgesuchten Partnern wissenschaftlichen Austausch auf verschiedenen Qualifikationsebenen gezielt zu institutionalisieren. Dies beginnt mit dem ERASMUS-Austausch für Bachelor- und Master-Studierende, der Einführung von formalisierten Double-Degrees im

MSc Materialwissenschaft, zum einen mit den Universitäten Osaka und Kansai in Japan und zum anderen mit der Universität Padua in Italien. Diese Zusammenarbeit auf der grundständigen Qualifikationsebene sollen zukünftig auf die höheren Qualifikationsebenen gezielt ausgeweitet werden, z. B. durch Gastaufenthalte auch der Betreuerinnen und Betreuer an den jeweiligen Partnerinstitutionen und daraus resultierenden Forschungs Kooperationen. Herausragendes Beispiel ist die Einbindung von Prof. Silvia Gross (U. Padua) als Mercator-Fellow in das DFG-GRK 2204.

Den Facettenreichtum und die Vielseitigkeit unserer Internationalisierungsbestrebungen illustrieren die nachfolgenden Kurzprofile von ‚Incomings‘ und ‚Outgoings‘.

Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Truls Norby, FERMIO – Functional Energy Related Materials In Oslo, Norwegen





**OUTGOING**

**Prof. Dr. Christian Heiliger**  
Universität Osaka  
Japan

Prof. Heiliger war im Oktober 2016 für zwei Monate als Gastprofessor zu einem Forschungsaufenthalt an der Universität von Osaka, Japan. Dort beschäftigte er sich mit neuen Entwicklungen im Bereich der Spintronik, in denen versucht wird, neben dem Spin vor allem die Spin-Bahn-Kopplung technisch nutzbar zu machen. Während Prof. Heiliger sich mit der theoretischen Beschreibung von neuen Materialzusammensetzungen in elektronischen Bauelementen beschäftigt, werden diese in Osaka in der Arbeitsgruppe von Prof. Suzuki hergestellt und experimentell untersucht. Insbesondere ging es bei den Arbeiten während des Osaka-Aufenthalts um sogenannte Tunnel-

elemente, die zum Beispiel als Leseköpfe in Festplatten oder als Speicherelemente in Magnetspeichern eingesetzt werden. Im Rahmen des Forschungsaufenthalts sind viele neue Ideen entstanden, die nun in den jeweiligen Arbeitsgruppen weiterverfolgt werden und die Basis für eine zukünftige fruchtbare Zusammenarbeit legen. Neben der Forschung diente der Aufenthalt auch der Weiterentwicklung des Master Double Degree Programms in der Materialwissenschaft. Philipp Risius, ein Student von Prof. Heiliger, war der erste Studierende innerhalb dieses Programms und absolvierte zu diesem Zeitpunkt gerade ein Auslandsjahr in Osaka.



**M. Sc. Hendrik Hemmelmann**  
Università degli Studi di Padova  
Italien

Hendrik Hemmelmann absolvierte seine Masterthesis an der JLU in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Bernd Smarsly. In diesem Rahmen synthetisierte und charakterisierte er nanostrukturierte Ceroxid-Partikel mit unterschiedlicher Dotierung und untersuchte sie auf ihre katalytischen Eigenschaften. Im Verlauf des Masterstudiums absolvierte er ein Praktikum an der Università degli Studi di Padova in der Arbeitsgruppe ‚Wet Chemistry & Colloids‘ von Prof. Dr. Silvia Gross.

In der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Silvia Gross werden umweltfreundliche, nasschemische Synthesemethoden verwendet und weiterentwickelt, um vorwiegend kristalline, anorganische Nanostrukturen sowie Metall-oxocluster-Hybridmaterialien herzustellen. Der Fokus liegt dabei auf ‚grünen‘ Niedrigtemperatursynthesen mittels Hydrothermalbehandlung sowie kolloidalen Herstellungsverfahren. In diesem Bereich konnte die sehr

aktive Arbeitsgruppe in den letzten Jahren eine Vielzahl an Veröffentlichungen publizieren. Neben der Herstellung anorganischer Nanostrukturen und Hybridmaterialien ist die Gruppe in der Materialcharakterisierung mittels hochenergetischer Röntgenstrahlung ausgewiesen.

Hendrik Hemmelmann gewann während seines Aufenthalts in Padua umfangreiche Kenntnisse für die verschiedenen anorganischen Synthesemethoden von Eisen-Erbium-Vanadat ( $\text{Fe}_x\text{Er}_{1-x}\text{VO}_4$ ). Insbesondere auf dem Gebiet der Hydrothermalsynthese konnte er sein Wissen im Dialog mit den Doktorandinnen und Doktoranden und Masterstudierenden der AG vertiefen. Neben der grundlegenden strukturellen Analyse (XRD, XPS, Raman-Spektroskopie, SEM) konnte er seine Proben mittels Röntgenabsorptionsspektroskopie (XAS) am Synchrotron SOLEIL in Saint-Aubin (Frankreich) charakterisieren.



**M. Sc. Kathrin Michel**  
Universitetet i Oslo  
Norwegen

Die Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Truls Norby führt sowohl experimentelle als auch theoretische Untersuchungen an Festkörperbrennstoffzellen und Gas-Separations-Membranen durch. Im Bereich der Wasserstoff-Technologie und Photoelektrochemie publizierte er in den letzten Jahren mehrere Veröffentlichungen zum Einfluss von Raumladungszonen auf Ladungsträgerkonzentrationen und Transportmechanismen in der Nähe von Grenzflächen – was in engem Bezug zum Promotionsthema von Kathrin Michel steht. Die Gruppe ist im Forschungspark in Oslo zusammen mit dem Forschungsinstitut SINTEF und dem Unternehmen NorECs ansässig, welches auf die Charakterisierung und Anwendung von Elektrokeramiken ausgerichtet ist. Durch diese Kombination ergibt sich eine einmalige Vielfalt an Expertise und Methodik, wodurch Oslo ein ausgezeichnete Standort für Forschungsarbeiten an keramischen Funktionsmaterialien ist.

Während ihres Aufenthaltes in Norwegen erlernte Kathrin Michel Methoden zur theoretischen Beschreibung des von ihr bereits experimentell charakterisierten Ma-

terialsystems Pr-dotiertes Cerdioxid mittels Dichtefunktionaltheorie, um aus dem Zusammenspiel der experimentellen und theoretischen Erkenntnisse den elektrochemischen Transportmechanismus der beteiligten Ladungsträger auf atomarer Ebene sowie Tendenzen in der katalytischen Aktivität des Materials aufzuklären. Der Dialog mit den wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern innerhalb der Gruppen Elektrochemie und Strukturphysik der Universität und von SINTEF sowie NorECs ermöglichte es ihr, eine Vielzahl neuer Erkenntnisse zu gewinnen.

Kathrin Michel promoviert im Rahmen des GRK 2204 in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Jürgen Janek und untersucht die katalytischen und elektrochemischen Transporteigenschaften von nanostrukturierten Cerdioxid-basierten Materialien. Innerhalb des zweiten Promotionsjahres absolvierte sie einen sechsmonatigen Forschungsaufenthalt an der Universität Oslo im Zentrum für Materialwissenschaften und Nanotechnologie in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Truls Norby, FERMIO – Functional Energy Related Materials In Oslo.

## INCOMING



**M. Sc. Michele Bastianello**  
Università degli Studi di Padova  
Italien

During my chemistry master program at Padova University (Italy) a three months Erasmus project at JLU was proposed to me in order to complete my thesis project. I felt that in Giessen the approach to science is different - I was granted access to all resources and equipment needed to successfully complete my project. This freedom in conducting my project work and the trust in my abilities was the main reason why I decided to join Dr. Elm's research group at ZfM and to study for a PhD in Giessen.

My research project deals with oxide conductivity in mixed oxide thin films for the preparation of oxygen separation

membranes. As a scientist working at ZfM I have the opportunity to manage my research independently and to access all the scientific equipment provided by the methodical platforms which are needed to achieve my research goals.

Now, I am halfway through the first year of my PhD. I have been working together with people from Germany, India, and Iran contributing my share to a versatile intercultural environment. So far, I am very happy with the choice I have made, and I am looking forward to further improve my skills to be well prepared for professional life.



**Sean Culver, PhD**  
University of Southern California  
USA

*Humboldt Research Fellow  
Alexander von Humboldt Stiftung*

At the end of 2015, I visited Jürgen Janek at JLU Giessen to interview for a postdoctoral position. I was instantly impressed with Professor Janek's research group and the quality of not just the vast, readily available instrumentation, but also all of the incredibly interesting science being conducted in his laboratories. For this reason, I decided to work with Jürgen Janek and Wolfgang Zeier within ZfM starting in November 2016.

My research has focused on investigating structure-property relationships within solid ionic conductors, in addition to the

construction and optimization of both lithium and sodium solid-state batteries. The ZfM has enabled our research group to grow into the highly effective and diverse laboratory that it is today. Ultimately, I consider my decision to become part of ZfM, to be one of the best I have made thus far. I look forward to all future projects and collaborations that come about during my stay here at ZfM.



**Prof. Dr. Silvia Gross**  
Università degli Studi di Padova  
Italien

*Mercator Fellow, DFG*

Since 2013, I have regularly visited JLU for about two months each summer. Initially I was part of the Erasmus Teaching Staff. In 2016 I became a DFG Mercator Fellow within the framework of GRK 2204. This official appointment has consolidated a long-standing relationship between the Department of Chemical Sciences at the University of Padova and JLU. This collaboration led to more than 15 joint publications in the last 12 years and about 25 students and 15 teaching staff were exchanged leading finally to the double degree program between both universities in Chemistry as well as in Materials Sciences. Moreover, joint beamtimes at synchrotron radiation sources and joint projects are regularly conducted.

I started this cooperation with Prof. Smarsly in 2007, and I have extended it to further members of the LaMa Team, such as Prof. Over, Dr. Marschall, and Dr. Elm. I also profitably made use of the LaMa 'Methodenplattformen'. Last, but not least, I really enjoy the excellent working conditions (in terms of infrastructure and equipment) as well as the very pleasant 'Arbeitsklima' at JLU. The colleagues are extremely friendly and the landscape of Mittelhessen is very beautiful.

Silvia Gross is Full Professor of Inorganic Chemistry at the University of Padova. Since 2016, she is also a DFG Mercator Fellow at the Justus-Liebig-Universität Gießen, where she is regularly visiting since 2013. Her current research activity is mainly focused on the synthesis and characterization of organically modified transition metal oxoclusters and of functional inorganic-organic hybrid materials and on green synthesis of crystalline inorganic colloids by wet chemistry and colloidal routes. Born in Padova in 1971, Silvia Gross studied Chemistry at the University of Padova, where she got her master degree and Ph.D. in Chemical Sciences (2001). In 2001, she got a Lise Meitner Postdoctoral Fellowship from the FWF and spent 18 months at the TU Wien. In 2002, she was appointed Research Scientist of the Italian National Research Council (CNR) and from 2010 to 2017, she had been Senior Researcher at the Institute ICMATE-CNR. She is Italian delegate in ESUO and member of the board (Giunta) of the Italian Synchrotron Light Society (SILS), for the term 2014-2020. About 40 invited lectures have been given at universities and research centres, as well as several invited talks at international conferences and symposia. She is member of the Editorial Boards of 'Materials' and 'Coatings'.





# VERANSTALTUNGEN



**051**

Vom LaMa-Kolloquium bis zu ‚Meet the Expert‘

**052**

LaMa-Veranstaltungen 2016/2017



# Vom **LaMa-Kolloquium** bis zu ‚**Meet the Expert**‘

## VERANSTALTUNGEN DES ZENTRUMS FÜR MATERIALFORSCHUNG

Die Veranstaltungsreihen des ZfM liefern einen wichtigen Beitrag zur wissenschaftlichen Weiterbildung sowie zur internen und externen Vernetzung der Gießener Materialforscherinnen und Materialforscher. Die Geschäftsstelle unterstützt die Arbeitsgruppen bei der Organisation und Durchführung solcher Veranstaltungen.

**LaMa-Kolloquien** widmen sich aktuellen Themen der Materialforschung und finden drei- bis viermal jährlich jeweils freitagnachmittags statt. Die Kolloquien umfassen zwei Vorträge von Gastrednerinnen und Gastrednern, die das Thema aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchten – oftmals aus Sicht der Grundlagenforschung und aus Sicht der möglichen Anwendungen. Zwischen und nach den Vorträgen ist ausreichend Zeit für die ausführliche Diskussion mit den Gästen gegeben – nach dem Motto ‚LaMa meets Industry‘. LaMa-Kolloquien sind öffentlich, und Gäste aus der Universität, von Industrieunternehmen oder der interessierten Öffentlichkeit sind herzlich eingeladen.

Im Rahmen von **LaMa-Seminaren** werden einzelne Vorträge von eingeladenen Gästen angeboten, deren Inhalt für viele der im Zentrum organisierten Arbeitsgruppen von Interesse ist. LaMa-Seminare finden in unregelmäßigen Abständen auf Anregung einzelner Arbeitsgruppen statt.

Im Rahmen der Seminarreihe ‚**Meet the Expert**‘ werden Expertinnen und Experten eingeladen, die lange Zeit auf einem Gebiet geforscht haben und somit sehr detailliert über die Entwicklung ihres Themengebietes berichten können. Zielgruppe sind insbesondere Promovierende, die so einen umfassenden Einblick erhalten. Im Anschluss an den Vortrag bleibt Zeit zum Austausch und zu Gesprächen in lockerer Atmosphäre.

Der **Materialforschungstag Mittelhessen** ist eine gemeinschaftliche Veranstaltung der Justus-Liebig-Universität Gießen, der Philipps-Universität Marburg und der Technischen Hochschule Mittelhessen, deren langjährige Zusammenarbeit seit 2017 auch im Campusschwerpunkt Materialforschung des Forschungscampus Mittelhessen gebündelt wird. Er findet im jährlichen Wechsel in Marburg und Gießen statt. Ziel des Treffens ist die Stärkung der regionalen Vernetzung und der Zusammenarbeit insbesondere des wissenschaftlichen Nachwuchses.

Des Weiteren führt das Zentrum für Materialforschung auch **mehrtägige Veranstaltungen** durch – von kleineren Seminaren bis hin zu internationalen Workshops und Konferenzen.



### BUNSEN-KOLLOQUIUM ZU FESTKÖRPERBATTERIEN

Wieder aufladbare Batterien, die keinen flüssigen Elektrolyten enthalten – sogenannte Festkörperbatterien, versprechen höhere Energiedichten bei gleichzeitig verbesserten Sicherheitseigenschaften gegenüber der heutigen Lithium-Ionen-Technologie. Aufgrund dieser auch für den Einsatz in Elektroautos attraktiven Eigenschaften stehen Festkörperbatterien im Fokus der Forschungsanstrengungen in Industrie und Akademia. Gemeinsam mit der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für physikalische Chemie e. V. organisierte das ZfM im November 2016 im House of Logistics and Mobility (Frankfurt) bereits zum zweiten Mal ein dreitägiges Kolloquium, an dem mehr als 150 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus dem In- und Ausland teilgenommen haben. Die in den Vorträgen und Posterbeiträgen vorgestellten Ergebnisse zeigten, dass sich das Gebiet der Festkörperbatterien rasch entwickelt, es aber bis zu einer möglichen Marktreife nichtsdestotrotz noch großer Forschungsanstrengungen bedarf.

### LaMa-Veranstaltungen 2016/2017 mit eingeladenen Gästen

#### Timeline

<p>05.–06. 10. 2016 JLU Gießen</p> <p>Workshop <b>1. Internationaler Workshop über Substitutionsmaterialien und Ressourcenstrategien (GRK 2204)</b></p> <p>u. a. Prof. Dr. Alex Freundlich <i>University of Houston, USA</i> Prof. Dr. Koop Lammertsma <i>Freie Universität Amsterdam, Niederlande</i> Prof. Dr. Armin Reller <i>Universität Augsburg</i> Prof. Dr. Volker Presser <i>Universität Saarbrücken</i> Prof. Dr. Anke Weidenkaff <i>Universität Stuttgart</i></p>	<p>04. 11. 2016 JLU Gießen</p> <p>LaMa-Kolloquium <b>Theory of Solid State Ionics and Lithium-ion Batteries</b></p> <p>Dr. Sabrina Sicolo und Prof. Dr. Karsten Albe <i>TU Darmstadt, FG Materialmodellierung</i> Dr. Payam Kaghazchi <i>FU Berlin, Theoretical Electrochemistry</i></p>	<p>23.–25. 11. 2016 House of Logistics and Mobility (HOLM), Frankfurt/Main</p> <p>Konferenz <b>Solid-State Batteries II – From Fundamentals to Application</b></p> <p>u. a. Dr. Yuki Katoh <i>Toyota Motor Europe NV/SA, Belgium</i> Prof. Dr. Yoon Seok Jung <i>Ulsan, South Korea</i> Dr. Yifei Mo <i>University of Maryland, College Park, USA</i></p>
--	--	---



### MATERIALFORSCHUNG MIT VEREINTEN KRÄFTEN – MATERIALFORSCHUNGSTAG MITTELHESSEN AM 28. JUNI 2017

Das Zentrum für Materialforschung der Justus-Liebig-Universität Gießen und das Wissenschaftliche Zentrum für Materialwissenschaften der Philipps-Universität Marburg luden am 28. 06. 2017 zum 11. Materialforschungstag Mittelhessen in das neue Chemiegebäude der JLU ein. Fast 300 Materialforscherinnen und Materialforscher aus Marburg und Gießen präsentierten und diskutierten ihre Arbeiten und Ergebnisse.

Die eingeladenen Gastredner Prof. Dr. Josef Breu (Universität Bayreuth) und Dr. Ilia Valov (RWTH Aachen / FZ Jülich) berichteten über ihre Forschungsarbeiten an neuartigen Nanokompositen mit besonderen Eigenschaften und an Informationsspeichern nächster Generation. Zusätzlich haben Gießener und Marburger Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler ihre Arbeiten in Vorträgen und im Rahmen einer großen Posterschau präsentiert. Um die Kooperation zwischen dem Wissenschaftlichen Zentrum für Materialwissenschaften (WZMW) und dem ZfM zu intensivieren, trafen sich im Anschluss an das wissenschaftliche Tagungsprogramm die Arbeitsgruppenleiterinnen und -leiter beider Einrichtungen. Der Materialforschungstag Mittelhessen findet im jährlichen Wechsel an der Philipps-Universität und an der Justus-Liebig-Universität statt und stärkt die regionale Vernetzung und Zusammenarbeit.



17. 02. 2017  
JLU Gießen

LaMa-Kolloquium  
**Hybrid Perovskites in  
Photovoltaics**

Dr. Giulia Grancini  
*EPFL Valais Wallis  
Sion, Schweiz*  
Prof. Dr. Thomas Lenzer  
*Universität Siegen,  
Physikalische Chemie*

22. 02. 2017  
JLU Gießen

Meet the Expert  
**Lithium Batteries with  
Metal Anodes**

Dr. Klaus Brandt

05. 05. 2017  
JLU Gießen

LaMa-Kolloquium  
**Surface Analysis in  
Materials Science**

Dr. Vincent Fernandez  
*Institut des matériaux Jean  
Rouxel, Nantes, Frankreich*  
Dr. Jean-Paul Barnes  
*CEA, LETI, Grenoble,  
Frankreich*

28. 06. 2017  
JLU Gießen

Materialforschungstag  
**Materialforschungstag  
Mittelhessen**

u. a.  
Prof. Dr. Josef Breu  
*Universität Bayreuth*  
Dr. Ilia Valov  
*RWTH Aachen/FZ Jülich*



21.–23. 08. 2017  
Schloss Rauschholzhausen

Workshop  
**2. Internationaler  
Workshop über  
Substitutionsmaterialien  
und Ressourcen-  
strategien (GRK 2204)**

u. a.  
Prof. Dr. Joachim Maier  
*MPI Stuttgart*  
Prof. Dr. Claes-Göran  
Granqvist  
*Uppsala, Schweden*  
Prof. Dr. Jeffrey Snyder  
*Northwestern University, USA*

24. 08. 2017  
JLU Gießen

LaMa-Seminar  
**Electron and Grain bound-  
ary engineering  
in thermoelectrics**

Prof. Dr. Jeffrey Snyder  
*Northwestern University, USA*

08. 09. 2017  
JLU Gießen

LaMa-Seminar  
**Analyzing Batteries  
and Fuel Cells by the  
Distribution of  
Relaxation Times (DRT)**

Andreas Mertens  
*Forschungszentrum Jülich,  
Institut für Energie- und  
Klimaforschung*

27. 09. 2017  
JLU Gießen

LaMa-Seminar  
**Metal-ceria interactions  
and the catalytic  
activity for hydrogen  
production and  
methane dry reforming:  
A theoretical  
perspective**

Dr. María Verónica Ganduglia  
Pirovano  
*Instituto de Catálisis y Petro-  
leoquímica (ICP), Madrid*

## THEORY MEETS EXPERIMENT BATTERIEMATERIALIEN

Zu einem intensiven Austausch über die derzeitigen und zukünftigen Ansätze und Möglichkeiten im Bereich der theoretischen Methoden zur Modellierung von Batterien auf verschiedenen Längenskalen trafen sich im Oktober 2017 20 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in der JLU-Tagungsstätte Schloss Rauschholzhausen.

Im Fokus des Treffens stand das bessere wechselseitige Verständnis der Potentiale und Limitierungen von experimentellen und theoretischen Methoden im Bereich der Forschung an Materialien für Batterien. Der LaMa-Workshop wurde gemeinsam mit dem Batterie- und Elektrochemielabor (BELLA) am Karlsruher Institut für Technologie organisiert und von der BASF SE finanziell unterstützt.



18. 10. 2017  
JLU Gießen

LaMa-Seminar  
**Speeding up materials  
discovery through  
ab-initio computing  
and high-throughput  
screening**

Prof. Dr. Geoffroy Hautier  
*Université catholique de  
Louvain, Belgien*

19./20.10.2017  
Schloss Rauschholzhausen

Workshop  
**Theory meets  
Experiment – Battery  
Materials**

u. a.  
Prof. Dr. Dan T. Major  
*Bar-Ilan University, Israel*  
Prof. Dr. Geoffroy Hautier  
*Université catholique de  
Louvain, Belgien*

19. 11. 2017  
JLU Gießen

LaMa-Kolloquium  
**Scanning Probe  
Microscopy**

Prof. Dr. Ernst Meyer  
*Departement Physik, Uni-  
versität Basel, Schweiz*  
Prof. Dr. Karina Morgenstern  
*Physikalische Chemie I,  
Ruhr-Universität Bochum*

18. 12. 2017  
JLU Gießen

LaMa-Seminar  
**Die Batterie als  
Schlüsselkomponente  
der Elektromobilität**

Dr. Peter Lamp  
*BMW Group, München*







## OUTREACH

**058**

Experimentiertag für Schülerinnen zu nachhaltigen Energieträgern

**060**

Vorlesungsreihe des Präsidenten der JLU ‚Energie(w)ende‘



## Experimentiertag für Schülerinnen zu nachhaltigen Energieträgern

Nachhaltige Energietechnologien bestimmen auch den Alltag von Schülerinnen und Schülern. Deshalb ist das Thema des GRK 2204 ‚Substitutionsmaterialien für nachhaltige Energietechnologien‘, in dem von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern an der JLU forschen, auch für diese Zielgruppe interessant.

Schulische Bildungsprozesse adressieren nachhaltige Energieträger wie Wind, Sonne und Wasser, sowie die Speicherung von erneuerbaren Energien mithilfe geeigneter Batterietechnologien. Die Verzahnung von Forschung und alltäglicher Begegnung im Kontext von Energietechnologien haben das GRK 2204,

vertreten durch den Sprecher Prof. Bernd Smarsly, und die Institute für Didaktik der Chemie und Physik genutzt, um zielgerichtet eine Förderung von Mädchen im Bereich Naturwissenschaften und Technik anzuregen. Dr. Kathrin Steckenmesser-Sander und Prof. Claudia v. Aufschnaiter (Institut für Didaktik der Physik und Schülerlabor PiA) sowie Prof. Nicole Graulich und Larissa Otto (Institut für Didaktik der Chemie) haben am 08.06.2017 einen Experimentiertag für Schülerinnen zur Speicherung und Nutzung nachhaltiger Energieträger gestaltet, in dessen Mittelpunkt die eigenständige Auseinandersetzung mit chemischen und physikalischen Aufgaben stand. 20 Mädchen

der Klassen 7 oder 8 der Weidigschule (Butzbach), des Landgraf-Ludwig-Gymnasiums (Gießen), der Liebigsschule (Gießen), der Gesamtschule Gießen-Ost und der Theo-Koch-Schule (Grünberg) haben im und um das neue Chemiegebäude ausprobiert, experimentiert und in einem abschließenden Wettbewerb das Gelernte spielerisch angewendet. Eine Einführung von Prof. Smarsly über die Herausforderungen, denen sich die Forschung am Graduiertenkolleg stellt, sowie eine Gebäude- und Laborführung von Dr. Bjoern Luerßen rundeten den Experimentiertag ab.

Die Rückmeldungen der Schülerinnen zeigen deutlich: Der Experimentiertag war ein Erfolg. Gelobt wurden nicht nur die individuelle Betreuung und die spannenden Experimente, sondern auch der Wettbewerb. ‚Beeindruckend ist, wie intensiv die Schülerinnen an allen Experimenten gearbeitet haben. Nebengespräche oder inhaltliche Ablenkung haben wir überhaupt nicht gesehen, und das, obwohl die Schülerinnen mehr als 120 Minuten am Stück experimentiert haben.‘ so Dr. Kathrin Steckenmesser-Sander. Prof. Smarsly begrüßt sehr, dass auf diesem Weg eine frühe Verzahnung zwischen Forschung und Lebenswelt stattfindet und ‚die Schülerinnen angeregt werden, über die Aufnahme eines Studiums mit naturwissenschaftlichem Inhalt nachzudenken‘. Prof. Graulich und Larissa Otto betonen zudem Erträge für die Lehrerbildung, die sich ‚aus der Unterstützung von Studierenden des Lehramtes bei der Durchführung der Experimente‘ ganz konkret am Experimentiertag ergeben haben. Die sehr gut koordinierte und fruchtbare gemeinsame Gestaltung des Experimentiertages soll, auch dank der finanziellen Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft, im folgenden Jahr wiederholt werden.

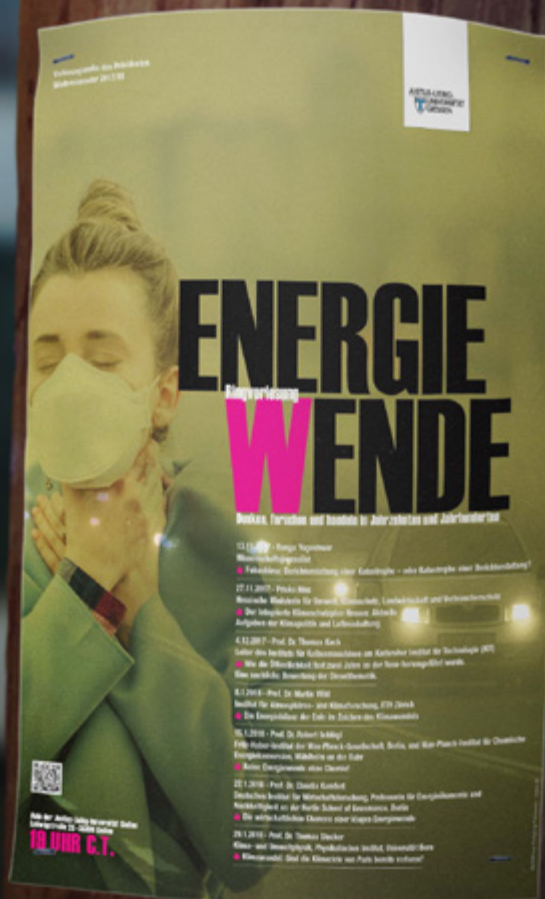




# Vorlesungsreihe des Präsidenten der JLU ,Energie(w)ende‘

## BEGLEITPROGRAMM AUS DEM ZFM

Die Ringvorlesung des Präsidenten der JLU Gießen ,ENERGIE(W)ENDE - Denken, forschen und handeln in Jahrzehnten und Jahrhunderten‘ wurde im Wintersemester 2017/2018 federführend von Prof. Jürgen Janek geplant und koordiniert. Die Vorträge beleuchteten die wissenschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Zusammenhänge und Hintergründe rund um das wichtige Zukunftsthema ,Energie‘. Hierfür konnten mit Ranga Yogeshwar, der hessischen Staatsministerin Priska Hinz, Prof. Dr. Thomas Koch (Karlsruher Institut für Technologie), Prof. Dr. Martin Wild (ETH Zürich), Prof. Dr. Robert Schlögl (Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft und Max-Planck-Institut für Chemische Energiekonversion), Prof. Dr. Claudia Kemfert (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Berlin) und Prof. Dr. Thomas Stocker (Universität Bern) exzellente und hochkarätige Rednerinnen und Redner gewonnen werden.







Materialien zur Speicherung und Wandlung von Energie stehen im Mittelpunkt der Forschung von vielen ZfM-Gruppen. Um einige der komplexen Sachverhalte im Kontext der Themen der Ringvorlesung aufzuarbeiten und um wichtige naturwissenschaftliche Grundbegriffe zu erläutern, bot das ZfM eine Reihe von begleitenden öffentlichen Veranstaltungen für Schülerinnen und Schüler sowie für interessierte Erwachsene an. In den vier gut besuchten Vorlesungen, die von Wissenschaftlern aus dem ZfM gehalten wurden, wurden Themen wie die Definition des Begriffs ‚Energie‘, der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, aber auch die Bedeutung der Verfügbarkeit und Versorgung mit Rohstoffen und Materialien für neue Technologien behandelt.







# METHODEN- PLATTFORMEN

**065**

Gemeinsam stark in der Forschung

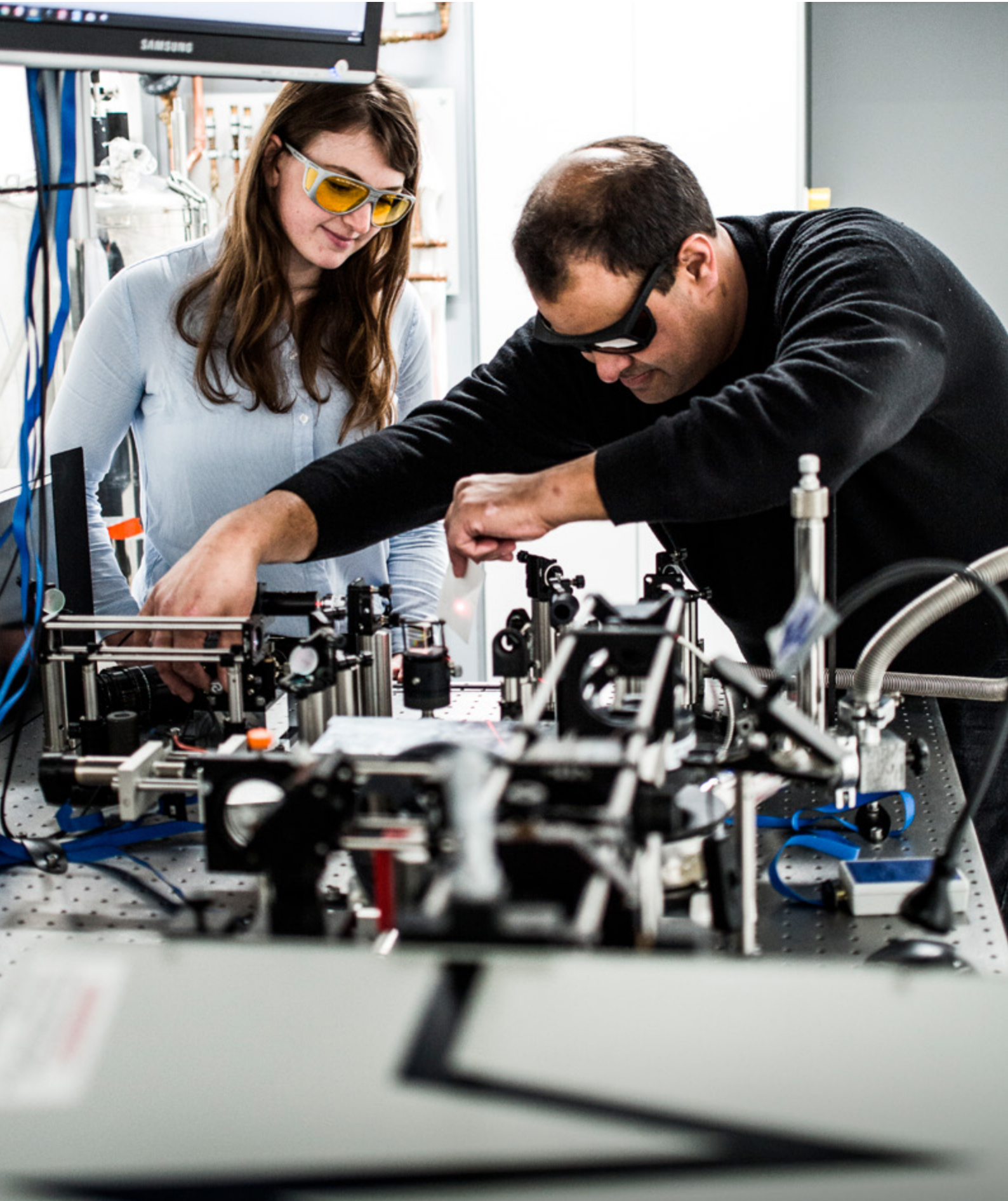
**066**

Mikro- und Nanostrukturierungslabor *MiNaLab*

**067**

Elektrochemie- und Grenzflächenlabor *ELCH*







# Die Methodenplattformen

## GEMEINSAM STARK IN DER FORSCHUNG

Die Begleitung und Koordination interdisziplinärer Forschung gehört zu den wichtigsten Aufgaben des ZfM. Viele Methoden zur Materialpräparation und -charakterisierung der am Zentrum beteiligten Arbeitsgruppen werden von mehreren Gruppen genutzt und sind zu sogenannten Methodenplattformen zusammengefasst. Diese Plattformen garantieren den barrierefreien Zugang zu den am Standort vorhandenen Techniken und stellen dadurch ein starkes, profilbildendes Standbein des Zentrums dar.

Studierende, Promovierende und Nachwuchsgruppen profitieren in besonderem Maße von diesen Strukturen und erhalten schon während der Ausbildung durch die Möglichkeit der Nutzung einen Einblick in eine Vielzahl von Techniken.

Grundsätzlich steht die Nutzung neben den im Zentrum organisierten Gruppen nach individueller Absprache auch weiteren Gruppen offen – innerhalb der JLU, aber auch an anderen Hochschulen oder Forschungseinrichtungen. So sind auch Forscherinnen und Forscher von den mittelhessischen Partnerhochschulen, THM und Philipps-Universität Marburg, häufig als Nutzerinnen und Nutzer zu Gast in den Laboren des ZfM.

Der Grundstein für dieses Konzept wurde in der Gießener Materialforschung bereits im Jahr 2006 gelegt, als im Zuge der Berufung von Prof. Peter J. Klar an das I. Physikalische Institut ein Reinraum mit verschiedenen Methoden zur funktionellen Mikro- und Nanostrukturierung von Festkörperoberflächen aufgebaut wurde. Heute bildet dieser Reinraum die Methodenplattform ‚Mikro- und Nanostrukturierungslabor‘ (MiNaLab).

Jede Methodenplattform wird von einer oder mehreren Professuren mit besonderer Expertise auf dem betreffenden Gebiet geleitet. So wird eine optimale Betreuung sichergestellt, da Erhalt und kontinuierliche Erneuerung einer jeden Methode im ureigenen Interesse der verantwortlichen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler liegen. Die Plattformen umfassen keineswegs nur vorkonfektionierte Großgeräte – auch eine Vielzahl individuell für die Bearbeitung konkreter Forschungsthemen in Eigenleistung aufgebauter Geräte ist für

die gemeinsame Nutzung zugänglich und wird in enger Absprache mit den Nutzergruppen ständig an die aktuellen wissenschaftlichen Erfordernisse angepasst.

Die Einrichtung der Methodenplattformen stellt insbesondere die optimale Auslastung bei Forschungs Großgeräten sicher, deren Anschaffung und Unterhalt hohe Kosten verursachen. Die Einbindung von Methoden in Plattformen vergrößert somit entscheidend die Chancen, Investitionsmittel für die Erst- und Wiederbeschaffung von Geräten zu erhalten. Nutzung und finanzielle Aufwandsentschädigungen, die den jeweiligen Betreiber-Arbeitsgruppen zufließen, werden durch Nutzungsordnungen geregelt, die mit den Grundsätzen der DFG konform sind.

Derzeit sind zwei Methodenplattformen etabliert, das Mikro- und Nanostrukturierungslabor (MiNaLab) und das Elektrochemie- und Grenzflächenlabor (ELCH). Weitere Plattformen, das Dünnschicht- und Epitaxielabor (DünE), sowie die Methodenplattformen zur Charakterisierung nanoskaliger Systeme (NanoSys) und für die Theoretische Materialforschung (TheMa) befinden sich im Aufbau.

Bereits jetzt spiegelt sich im Kanon der existierenden bzw. geplanten Plattformen die breite materialwissenschaftliche Basis des ZfM wider, die sich von der Synthese über die Charakterisierung bis zur theoretischen Modellierung neuer Materialien erstreckt. Aus Sicht des ZfM stellen die Methodenplattformen ein zentrales Element der interdisziplinären Zusammenarbeit dar. Sie bündeln Fachkompetenz und optimieren die Beschaffung und die Nutzung kostenintensiver Großgeräte.



## MIKRO- UND NANOSTRUKTURIERUNGSLABOR (MINALAB)

Das MiNaLab bietet eine umfassende Ausstattung zur Strukturierung und -übertragung für kritische Abmessungen im Bereich einiger Mikrometer (Fotolithografie) bis in den Submikrometerbereich (Elektronenstrahlithografie). Der Großteil der Geräte ist untergebracht im Reinraumlabor (Gesamtfläche 41 m<sup>2</sup>) im Institutsgebäude der Physik im Heinrich-Buff-Ring 16. Die Arbeitsgruppe von Prof. Klar (Mikro- und Nanostrukturphysik) betreibt das MiNaLab, zum Personal gehören neben der Laborleitung eine ausgebildete Mikrotechnologin und ein bis zwei Auszubildende.

Für die Herstellung von Strukturen mit lateralen Abmessungen ab einigen Mikrometern steht ein Maskaligner MA-56 von Suss mit UV-Breitbandbelichtung mittels Fotomasken zur Verfügung, mit dem die Strukturierung auf Wafern von zwei Zoll Durchmesser erfolgen kann. Im Gegensatz dazu erfolgt die Herstellung von Strukturen bis zu wenigen 10 Nanometern an der

Elektronenstrahlithografie direkt ‚from file‘. Der niedrigeren Schreibgeschwindigkeit als Nachteil stehen als Vorteile kürzere Entwicklungszyklen und natürlich die wesentlich höhere Auflösung entgegen. Das Gerät für die Elektronenstrahlithografie ist ein Rasterelektronenmikroskop mit thermischer Feldemission (JEOL JSM 7001-F) mit einem Schreibzusatz (XENOS XeDraw 2). Das Gerät kann auch für die mikroskopische Charakterisierung der hergestellten Strukturen verwendet werden. Die Auflösung in diesem Betriebsmodus liegt im Bereich einiger Nanometer. Ist eine höhere Auflösung erforderlich, kann auf andere Mikroskope in der Methodenplattform ELCH zurückgegriffen werden.

Die Strukturübertragung von der Resistmaskierung auf die Funktionsschicht, oftmals ein Halbleitermaterial, ist eine der zentralen Aufgaben der Mikro- und Nanostrukturierung. Hierzu stehen sowohl Nassarbeitsplätze mit und ohne Abzug zur

Verfügung als auch Geräte zum Trockenätzen, vor allem ein Reaktivionenätzter und ein Ionenstrahlätzter. Die Herstellung metallischer Dünnschichten, vor allem im Rahmen additiver Strukturierung, kann im Reinraumlabor an zwei Aufdampfanlagen (resistiv-thermisch bzw. mit Elektronenkanone) erfolgen. Daneben wird für die Schichterzeugung die gesamte im ZfM vertretene Palette von Verfahren zur physikalischen (insbesondere Sputtern) oder zur chemischen Schichtabscheidung verwendet.

Das MiNaLab ist nicht zuletzt auch eine Ausbildungseinrichtung, zu deren Philosophie es gehört, die in experimentellen Forschungsprojekten (Thesis, Promotionsprojekt) arbeitenden Studierenden ihre Proben größtenteils selbst herstellen zu lassen. Neben der Bereitstellung des Labors sind deshalb Beratungsleistungen rund um die Mikro- und Nanostrukturierung von besonderer Bedeutung.

## ELEKTROCHEMIE- UND GRENZFLÄCHENLABOR (ELCH)

Die Methodenplattform ELCH unter der Leitung der Arbeitsgruppe von Prof. Janek bietet verschiedenste Analysemethoden und umfassendes Anwendungs-Know-How im Bereich der elektrochemischen Material- und Oberflächenanalyse. Die Großgeräte für die Strukturanalytik verfügen ausnahmslos über Transfersysteme zum Arbeiten unter Atmosphärenausschluss, Heizprobenhalter bis mind. 600 °C sowie elektrische Kontaktmöglichkeiten für elektrochemische in-situ-Experimente, und es stehen Argon-Handschuhboxen für die Probenpräparation zur Verfügung.

Das Rasterelektronenmikroskop (REM) MERLIN der Firma Zeiss liefert Oberflächeninformationen in hoher Auflösung bis zu 0,7 nm. Quantitative chemische Analyse ist mittels EDX-Detektor möglich, Kristallsymmetrien und -orientierungen können mit Hilfe der Elektronenrückstreuung (EBSD) untersucht werden. Mit dem in 2018 neu beschafften Focused-Ion-Beam-REM (FIB-REM) der Fa. Tescan wird die Geräteausrüstung ein leistungsfähiges

Elektronenmikroskop zur 3D-Tomographie erweitert (s. 033).

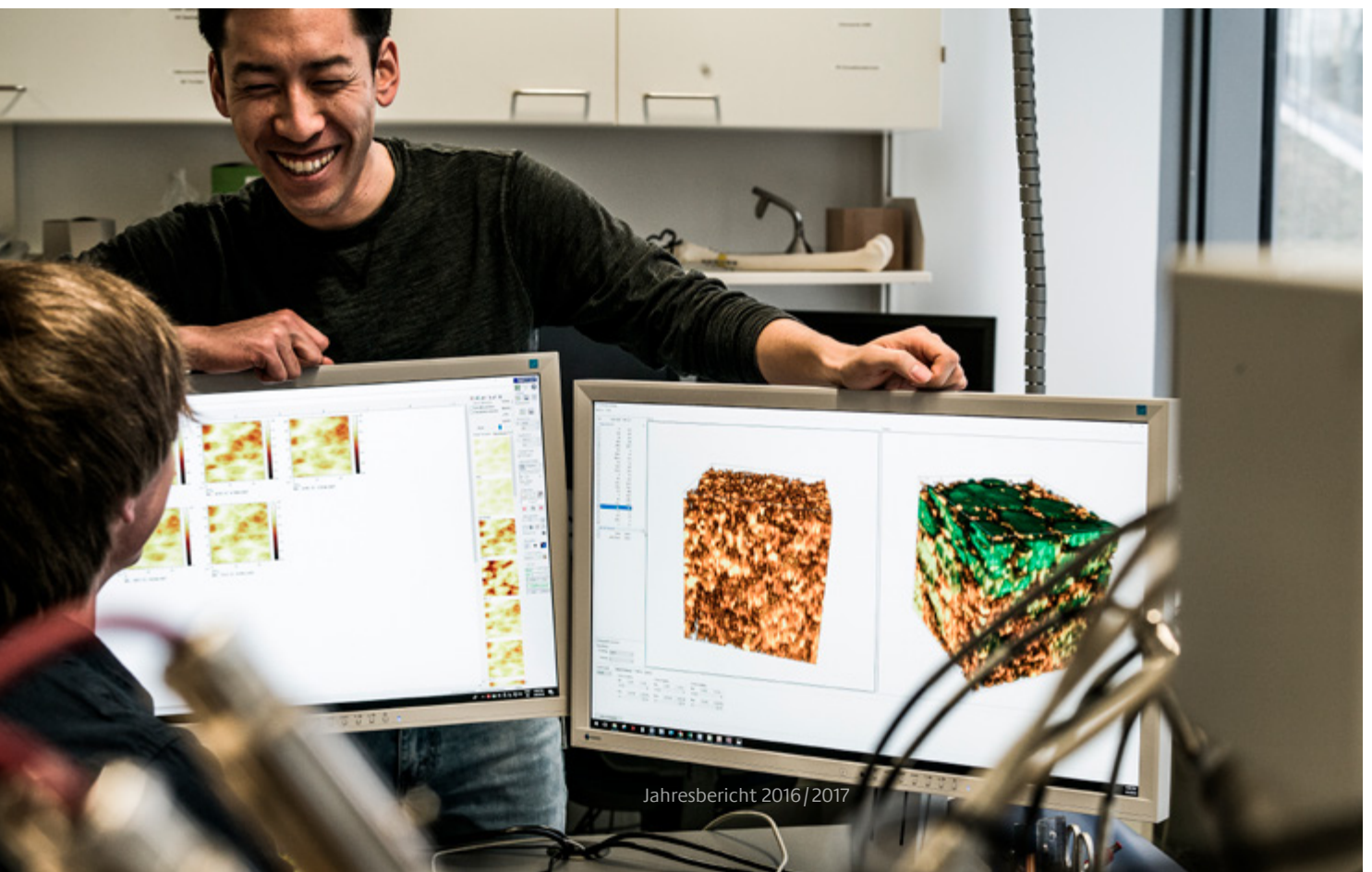
Zur chemischen Probenanalyse mit Hilfe der Photoelektronenspektroskopie (XPS, X-ray Photoelectron Spectroscopy) steht ein Versaprobe II von Physical Electronics zur Verfügung, welches die qualitative und quantitative Elementanalytik in oberflächennahen Bereichen von Festkörpern ermöglicht und Informationen über die Bindungsverhältnisse liefert. Bei dieser oberflächensensitiven Methode beträgt die durchschnittliche Tiefeninformation 5 nm, so dass sie besonders für die Untersuchung dünner Schichten geeignet ist. Die Nachweisgrenze ist element- und probenabhängig und beträgt 0.1 bis 1 Atom-%.

Mit der Sekundärionenmassenspektrometrie (ToF-SIMS V, IonTOF GmbH) sind die ersten 1–3 Monolagen eines Festkörpers mit hoher Sensitivität analytisch zugänglich. ToF-SIMS liefert atomare und molekulare Information über die chemische Zusammensetzung einer Probe mit einer

lateralen Auflösung von bis zu 100 nm. Da die Probe durch Ionenbeschuss abgetragen werden kann, erhält man zusätzliche Tiefeninformation und im bildgebenden Modus eine Visualisierung der Probenzusammensetzung in 3D. Die eigentlich aus der Materialwissenschaft stammende Methode zur Untersuchung von anorganischen Festkörpern wird mittlerweile auch für die Analytik von Polymeren eingesetzt und zunehmend für Fragestellungen aus den Lebenswissenschaften genutzt (Untersuchung von Zellen, Geweben, Biomolekülen und Wirkstoffdetektion).

Für die strukturelle Charakterisierung von kristallinen Festkörperproben stehen zwei Röntgendiffraktometer zur Verfügung, die für Pulverproben (Empyrean) bzw. Dünnschichtproben (X'Pert Pro) optimiert sind.

Darüber hinaus verfügt die Methodenplattform über diverse Impedanzmessbrücken von BioLogic, Zahner, Novocontrol, Solartron und EG&G sowie Multikanal-Zyklisierer für elektrochemische Zellen.





Let's Work!

© 2018, Karlsruher Institut für Technologie (KIT) | 10/18/2018

Leistung  
Ansehen  
Macht

Erwartungen

Vorgehen Theorie Führung  
- hängt mit subjektiven Erwartungen zusammen  
- wichtig = soziale Führung  
- "Einfluss beifolgt"  
- Kaufkraft  
- Verhalten Mitarbeiter/innen  
- positiv - langfristig  
- Verhalten = die Führungskraft  
- → Kaufkraft  
- ...





# GRADUIERTENAUSBILDUNG



# Die Promotionsplattform **PriMa**

## DIE BERUFLICHE ZUKUNFT DES NACHWUCHSES FEST IM BLICK

Die ‚harten Naturwissenschaften‘ verfügen an der JLU im Gegensatz zu den Lebenswissenschaften, den Kultur-, Sozial-, Wirtschafts- und Rechtswissenschaften bisher über kein eigenes Graduiertenzentrum, das solche Angebote koordinieren könnte. Diese Aufgabe übernimmt PriMa; die Erweiterung in Richtung eines naturwissenschaftlichen Graduiertenzentrums der JLU gehört mit zu den Projekten des ZfM.

Die Finanzierungsmöglichkeiten für Doktorandinnen und Doktoranden in den Naturwissenschaften sind sehr heterogen. Die Promovierenden sind aktuell nur zu einem geringen Anteil in strukturierte Promotionsprogramme eingebunden. Zudem ist die Bewilligung größerer koordinierter Projekte, die auf die Förderung von Promotionen abzielen, wie etwa DFG-Graduiertenkollegs, in zunehmenden Maße an die Bereitstellung promotionsbegleitender Ausbildungsangebote durch die antragstellende Institution geknüpft.

Angesichts dieser Ausgangssituation wurde im Jahr 2013 auf Initiative von Prof. Jürgen Janek (Chemie) und Prof. Peter J. Klar (Physik) im Rahmen des hessischen Studienstrukturprogramms die ‚Plattform für strukturierte Promotionsausbildung in den Materialwissenschaften‘ (PriMa) aufgebaut. Sie bietet den ca. 150 Promovierenden in der Materialforschung einen Grundkanon promotionsbegleitender Weiterbildungselemente an. PriMa ist zudem offen für Postdocs oder auch für interessierte Masterstudierende aus den Arbeitsgruppen. In 2016 wurde PriMa aufgrund der positiven Resonanz der Promovierenden in das ZfM überführt und wird seitdem von der Geschäftsstelle koordiniert.

### Kursangebot

Transferable Skills			
Wissenschaftliches Arbeiten	Karriereplanung	Unternehmertum	Persönliche und kommunikative Kompetenzen
Wissenschaftliches Schreiben Publizieren in Fachzeitschriften Präsentationskompetenzen Forschungsdatenmanagement Literaturverwaltung Gute Wissenschaftliche Praxis Moderne Softwareentwicklung Messunsicherheit	Planung der wissenschaftlichen Karriere Berufliche Strategieentwicklung Stellen von Forschungsanträgen	Patentwesen Projektmanagement Innovationsmanagement Qualitätsmanagement BWL-Grundlagen Unternehmensgründung	Mitarbeiterführung Gesprächs-/Verhandlungskompetenzen Moderation

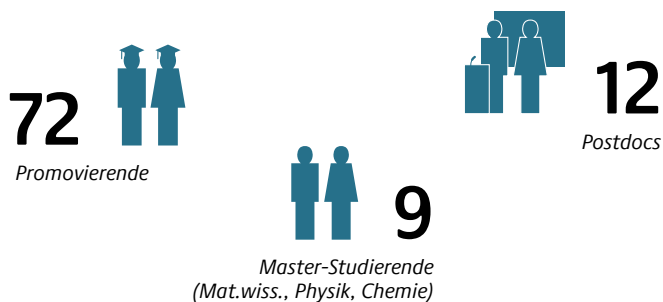
Das Kursangebot für ‚Transferable Skills‘ wird kontinuierlich erweitert und auf die Anforderungen der natur- und technikkwissenschaftlichen Fachkultur abgestimmt.

Die Workshops werden von erfahrenen externen Referentinnen und Referenten durchgeführt. Vielfach konnten Trainerinnen und Trainer gewonnen werden, die selbst einen natur- oder technikkissenschaftlichen Hintergrund haben. Dort wo es sinnvoll ist, bringt die JLU bzw. das ZfM eigene personelle Ressourcen in das Programm ein.

Die Frequenz der Kurse zu bestimmten Themen liegt meist zwischen anderthalb und zweieinhalb Jahren, so dass alle Promovierenden während ihrer Promotion die Chance haben, einen Kurs zu einem bestimmten Thema zu besuchen. Diese Veranstaltungen werden mit Hilfe von Freitext-Fragebögen evaluiert – dies wird zur Optimierung des Kursangebots genutzt. Die bisherigen Evaluationsergebnisse sind durchweg positiv. Auf die hohe Qualität der Veranstaltungen ist es wohl auch zurückzuführen, dass seit 2014 über 100 Promovierende an mindestens einem der Workshops teilgenommen haben. Dies sind etwa zwei Drittel der im entsprechenden Zeitraum in den Arbeitsgruppen tätigen Promovierenden. Um auf die inhaltlichen und organisatorischen Bedürfnisse der Zielgruppe künftig noch besser eingehen zu können, wird sich PriMa im Jahr 2018 mit einem spezifischen Fragenkatalog an einer JLU-weiten Promovierendenbefragung beteiligen.

Schon jetzt kooperiert PriMa im Bereich der ‚Soft-Skills‘ eng mit dem Gießener Graduiertenzentrum Lebenswissenschaften (GGL) und dem Graduiertenzentrum der Technischen Hochschule Mittelhessen, z. B. durch den Austausch von Restplätzen in den Kursen. Das ZfM strebt an, die Graduiertenausbildung im Bereich der Materialwissenschaft weiter zu professionalisieren und mit den entsprechenden Strukturen an der JLU zu verflechten.

#### Teilnehmer\*



\*Anzahl der dem ZfM angehörenden Wissenschaftler/innen, die im Berichtszeitraum (2016 – 2017) an mindestens einer PriMa-Veranstaltung teilgenommen haben



#### TEILNEHMERBERICHT

‚Gesprächskompetenzen Erweitern‘ von Giuliana Beck (AG Prof. Smarsly)

*Argumentieren und Diskutieren gehören genauso zum Alltag einer Doktorandin wie das Arbeiten im Labor und die Auswertung der Messdaten. Daher habe ich mich sehr über das Angebot eines Workshops zur Erweiterung der persönlichen Gesprächskompetenzen bei Oliver Leibrecht gefreut.*

*In kleiner Runde haben wir in den zwei Tagen eigene Erfahrungen ausgetauscht und anhand von konkreten Beispielen die vermittelten Techniken erprobt. Dabei konnten wir die unterschiedlichen Wirkungsweisen von deduktiven oder induktiven Schlussfolgerungen hautnah erleben, testeten verschiedene Gesprächstechniken und lernten unsere Argumente zu strukturieren, um in jeder Situation möglichst überzeugend auftreten zu können. Nach einem kurzen Abstecker zur Gestik, Mimik, Körperhaltung und zum Sprachausdruck ging es weiter in ein Planspiel. Anhand des ‚Harvard-Konzepts‘ lernten wir, schwierige Verhandlungen zu führen und uns auf jede Situation richtig vorzubereiten.*

*Oliver Leibrecht verstand es, Definitionen und Schemata mit Leben zu füllen und zu zeigen, wie die erlernten Techniken auch nach dem Workshop in den Alltag integriert werden können, um dauerhaft verinnerlicht zu werden. Die Anschaulichkeit und Praxisnähe der Beispiele zusammen mit den vielen aktiven Übungen erlauben, das Erlernte direkt umzusetzen und im nächsten Gespräch zu glänzen.*



*Expertise ist ein weit gefasster Begriff. Jeder der sich mit einer aktuellen Forschungsfragestellung befasst, sei es im Rahmen einer Bachelorarbeit oder als Leiter eines großen Forschungsverbundes, ist natürlich in irgendeiner Art und Weise Experte für diese Sache – ob nun klein oder groß. Hier führen wir nur einige der Expertinnen und Experten im ZfM auf – nämlich solche, die permanente Stützen der Forschungsstruktur innerhalb des Zentrums darstellen. Das heißt wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die eine Universitätskarriere anstreben oder eine permanente Stelle innehaben, die Nachwuchsgruppenleiterinnen und -leiter sowie die Professorinnen und Professoren.*





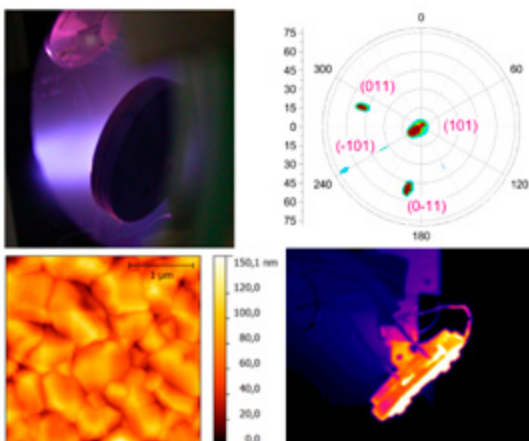
**EXPERTINNEN  
UND EXPERTEN  
DES ZFM  
UND IHRE  
FORSCHUNG-  
THEMEN**

## Dünnschicht- technologie



### Dr. Martin Becker

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am I. Physikalischen Institut. Seine Forschungsschwerpunkte liegen auf der vergleichenden Herstellung funktionaler Dünnschichten mit unterschiedlichen Methoden. Diese umfassen sowohl rein physikalische Verfahren wie Kathoden- und Ionenstrahlzerstäubung, als auch Verfahren, welche auf Basis von Gasphasenreaktionen ablaufen. Hierbei kommen plasma-assistierte Molekularstrahlepitaxie (PAMBE) sowie Atomlagenabscheidung (ALD) – ein verändertes CVD-Verfahren, in welchem zyklisch die Ausgangsstoffe in die Reaktionskammer eingelassen werden – zum Einsatz. Zur Analyse der Dünnschichteigenschaften (strukturell, optisch, elektrisch, thermisch) nutzt er eine Vielzahl von Charakterisierungsmethoden, welche größtenteils im Rahmen der Methodenplattform ELCH bereitgestellt werden. Zur Strukturierung der hergestellten Schichten nutzt er die Angebote des MiNaLabs. Untersuchte Materialklassen sind optoelektronische und photovoltaische Beschichtungen sowie Materialien zur Energiespeicherung und -wandlung.



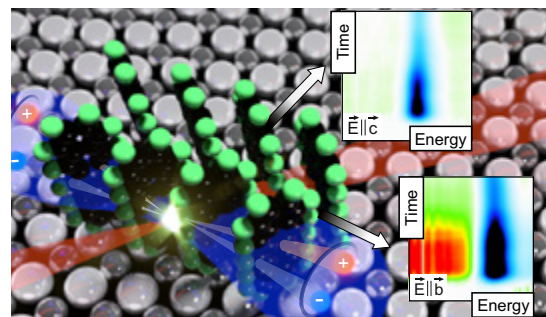
Dr. Martin Becker  
AG Chatterjee/I. Physikalisches Institut  
Tel. +49 (0) 641 99 33 103  
Fax +49 (0) 641 99 33 139  
Martin.Becker@exp1.physik.uni-giessen.de  
Physik-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 16, Raum 227a

## Spektroskopie & Optik



### Prof. Dr. Sangam Chatterjee

ist Professor am I. Physikalischen Institut. Seine Arbeitsgruppe untersucht den Zusammenhang der optodynamischen Eigenschaften halbleitender Materialien mit ihrer mikroskopischen Struktur wie der lokalen Ordnung oder dem Einfluss innerer Grenzflächen. Neben Modellsystemen wie klassischen anorganischen Halbleitern oder molekularen Kristallen, arbeitet sie an der Charakterisierung neuer Materialien für aktive und passive optische Elemente beispielsweise in der Hochleistungsphotovoltaik oder für Anwendungen im Mittelinfraroten. Optische Methoden mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung erlauben die Kontrolle und Abfrage dielektrischer, struktureller, elektronischer und magnetischer Eigenschaften dieser Systeme. Die Wechselwirkungen der (Quasi-)Teilchen elementarer Anregungen mit Photonen entsprechender Energie erlauben damit Rückschlüsse auf Korrelationen und kollektive Phänomene.



Prof. Dr. Sangam Chatterjee  
I. Physikalisches Institut  
Tel. +49 (0) 641 99 33 100  
Fax +49 (0) 641 99 33 139  
Sangam.Chatterjee@exp1.physik.uni-giessen.de  
Physik-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 16, Raum 432

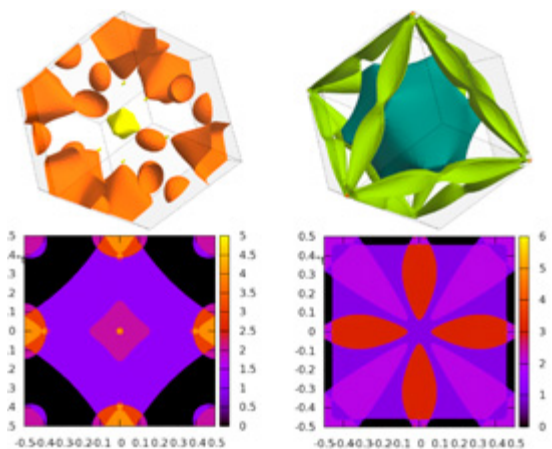


## Theoretische Festkörperphysik



### Dr. Michael Czerner

ist Akademischer Rat am Institut für Theoretische Physik. Seine Forschungsschwerpunkte liegen auf der methodischen Weiterentwicklung der theoretischen Verfahren, insbesondere der Korringa-Kohn-Rostoker Green-Funktions Methode. Die KKR ermöglicht voll-relativistische Bandstrukturberechnungen von komplexen Systemen und deren spinabhängigem Transport. Weitere Forschungsschwerpunkte liegen auf Spindynamik-Simulationen und Phononentransport.



Dr. Michael Czerner  
 Institut für Theoretische Physik  
 Tel. +49 (0) 641 99 33 370  
 Fax +49 (0) 641 99 33 369  
 Michael.Czerner@theo.physik.uni-giessen.de  
 Physik-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 16, Raum 443

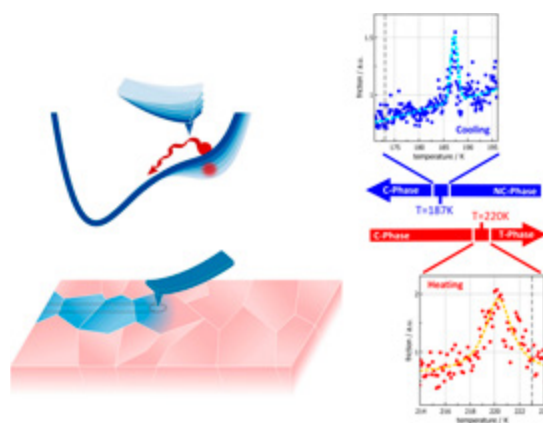
## Tribologie, Nanotribologie & Ionenleitung auf Nanometerskalen



### Dr. Dirk Dietzel

hat seine Stelle im Rahmen eines eigenen DFG-Projektes erworben und strebt eine Habilitation am Institut für Angewandte Physik an. In seinem Team ‚Nano-Tribologie und Nano-Ionik‘ werden Rastersondenmikroskopiemethoden eingesetzt, um Reibungs- und Ionenleitungsphänomene mit hoher lateraler Auflösung zu analysieren. Im Rahmen der Nanotribologie stehen dabei speziell Fragestellungen im Vordergrund, die sich beim Übergang von atomaren zu ausgedehnten Kontakten ergeben, wie z. B. Kontakalterung und Superlubrität, ein neuartiger Zustand nahezu verschwindender Reibung. Im Bereich der Nano-Ionik werden basierend auf der Rastersondenmikroskopie neuartige Messmethoden entwickelt und angewendet, die eine hochauflösende Analyse nanostrukturierter Festkörperelektrolyten ermöglichen.

Ergänzt werden diese Aktivitäten im Bereich der Nanotechnologie durch makroskopische Tribologieuntersuchungen, bei denen besonders die Übertragung nanoskaliger Konzepte auf reale Systeme eine wesentliche Motivation darstellen.



Dr. Dirk Dietzel  
 Institut für Angewandte Physik  
 Tel. +49 (0) 641 99 33 402  
 Fax +49 (0) 641 99 33 409  
 Dirk.Dietzel@ap.physik.uni-giessen.de  
 Physik-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 16, Raum 136a



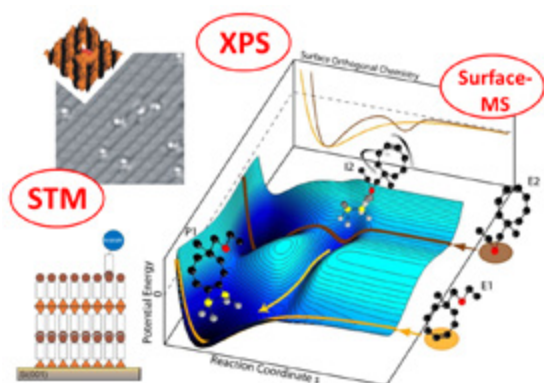
## Reaktionen an Oberflächen – Oberflächen- funktionalisierung & Analyse



### Prof. Dr. Michael Dürr

ist Professor am Institut für Angewandte Physik. Seine Arbeitsgruppe beschäftigt sich zum einen mit der Untersuchung von Oberflächenreaktionen auf Halbleiteroberflächen. In Experimenten mit dem Rastertunnelmikroskop (STM) und der Photoelektronenspektroskopie (XPS) steht dabei die Adsorption organischer Moleküle mit dem Ziel der kontrollierten Funktionalisierung der Oberfläche im Vordergrund. Dazu nutzt die Gruppe ihre Kenntnisse der Reaktionsdynamik zur Steuerung der Oberflächenreaktionen.

Ein zweiter Schwerpunkt der Arbeitsgruppe ist die Untersuchung clusterinduzierter Desorptionsphänomene, insbesondere der Desorption organischer Moleküle und Biomoleküle zur weiteren Analyse mittels Massenspektrometrie. Dabei sind sowohl die zu Grunde liegenden Reaktionsmechanismen als auch mögliche Anwendungen in der Bio- und Oberflächenanalytik von Interesse. So können auch analytisch schwierig zugängliche Reaktionen größerer (Bio-)Moleküle auf Oberflächen in Echtzeit untersucht werden.



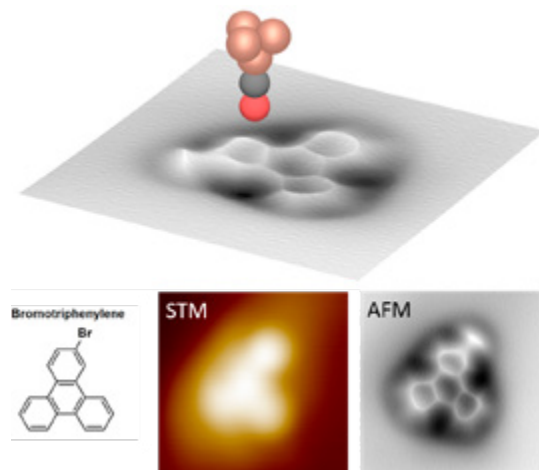
Prof. Dr. Michael Dürr  
Institut für Angewandte Physik  
Tel. +49 (0) 641 99 33 490  
Fax +49 (0) 641 99 33 409  
Michael.Duerr@ap.physik.uni-giessen.de  
Physik-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 16, Raum 135

## Tiefemperatur- Rasterkraft- mikroskopie



### Dr. Daniel Ebeling

ist Akademischer Rat auf Zeit am Institut für Angewandte Physik und strebt eine Habilitation an. In seinem Team werden einzelne auf einer Oberfläche adsorbierte Moleküle mit Hilfe der Tieftemperatur-Rasterkraftmikroskopie studiert. Durch die Anwendung der sog. ‚Bond-Imaging-Technik‘ können einzelne Moleküle mit submolekularer Auflösung abgebildet und sowohl intra- als auch intermolekulare Bindungen sichtbar gemacht werden. Das Hauptaugenmerk liegt auf der Erforschung von Reaktionsmechanismen auf Oberflächen, Bestimmung von Adsorptionsgeometrien, Selbstassemblierungsprozessen und der Dynamik adsorbierter Moleküle. Darüber hinaus werden neue experimentelle Techniken, wie z. B. Multifrequenz-Betriebsmodi entwickelt, mit denen die Abbildungseigenschaften der verwendeten Methode verbessert werden können.



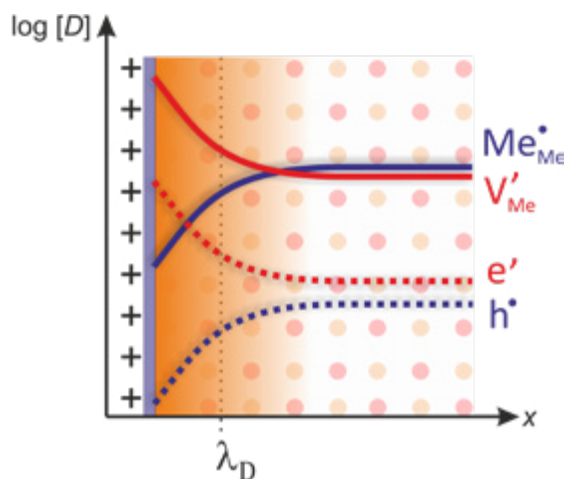
Dr. Daniel Ebeling  
Institut für Angewandte Physik  
Tel. +49 (0) 641 99 33 482  
Fax +49 (0) 641 99 33 409  
Daniel.Ebeling@ap.physik.uni-giessen.de  
Physik-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 16, Raum 218

## Nanoionik & Nanoelektronik



### Dr. Matthias Elm

ist Akademischer Rat auf Zeit am ZfM und hat beim BMBF eine Nachwuchsgruppe im NanoMatFutur-Programm eingeworben. In seiner Arbeitsgruppe werden elektronische und ionische Transportprozesse in mikro- und nanostrukturierten Materialien untersucht. Durch die Reduzierung der geometrischen Dimensionen können Festkörper modifizierte Eigenschaften im Vergleich zu ihren Volumengegenständen aufweisen, was zu verbesserten oder auch vollkommen neuen Funktionalitäten für Anwendungen in nanoskaligen Bauelementen führen kann. Der Einfluss der Nanostrukturierung auf die Transporteigenschaften wird hierbei an verschiedenen mesoskopischen sowie mikro- und nanostrukturierten Modellsystemen untersucht.



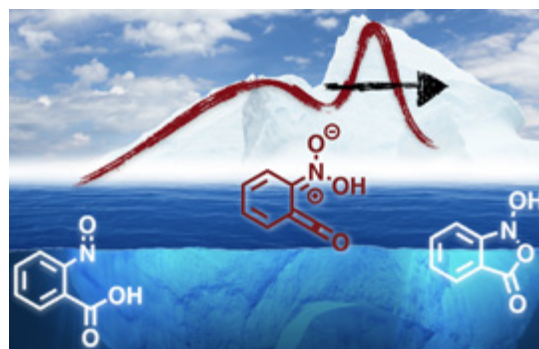
Dr. Matthias Elm  
Zentrum für Materialforschung  
Tel. +49 (0) 641 9933132  
Fax +49 (0) 641 9933139  
Matthias.Elm@expl.physik.uni-giessen.de  
Physik-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 16, Raum 329

## Reaktive Intermediate – Tunnelphänomene/ Matrixlabor



### Dr. Dennis Gerbig

ist Akademischer Rat am Institut für Organische Chemie. Sein Team beschäftigt sich mit der Erzeugung, Isolation und Untersuchung reaktiver Intermediate mittels Matrixisoliations-Infrarotspektroskopie (MI-IR), insbesondere zur Erforschung von Leicht- und Schweratomtunneln. Außerdem werden die Chiralitätstransfermechanismen kleiner (bio)organischer Moleküle mittels Vibrationscirculardichroismus unter Matrixisoliationsbedingungen (MI-VCD) untersucht.



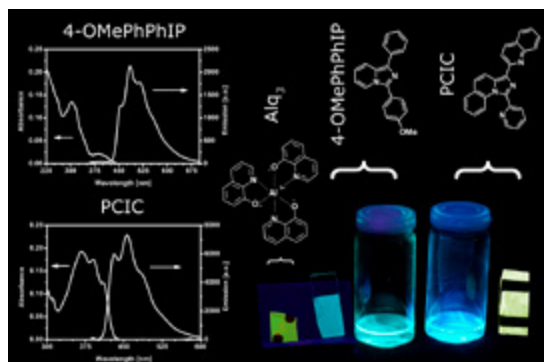
Dr. Dennis Gerbig  
Institut für Organische Chemie  
Tel. +49 (0) 641 9934380  
Fax +49 (0) 641 9934309  
Dennis.Gerbig@org.chemie.uni-giessen.de  
Chemie-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 17, Raum B 219

## Organische Synthese



### Prof. Dr. Richard Göttlich

ist Professor am Institut für Organische Chemie. Seine Arbeitsgruppe entwickelt Methoden zur selektiven und effizienten Synthese von Zielverbindungen. Im Fokus der Forschung stehen folgende Themen: Alkylierungsmittel für Chemotherapie, DNA-Alkylierung, Urolithine und Derivate sowie deren biologische Aktivitäten, Imidazopyridine und deren optische Eigenschaften sowie Methylen-verbrückte Heterocyclen als Liganden.



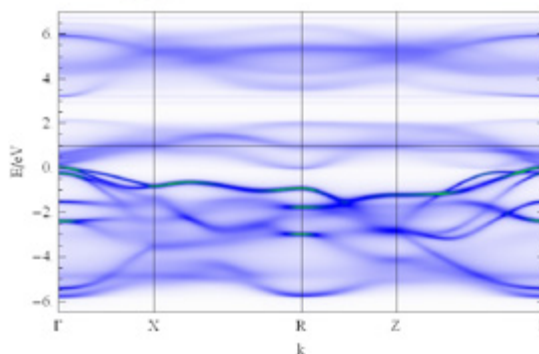
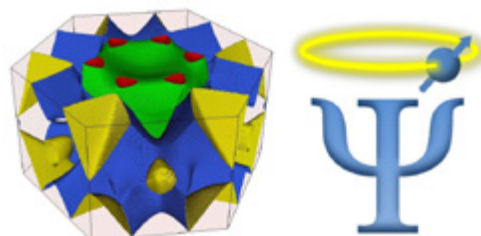
Prof. Dr. Richard Göttlich  
 Institut für Organische Chemie  
 Tel. +49 (0) 641 99 34 340  
 Fax +49 (0) 641 99 34 349  
 Richard.Goettlich@org.chemie.uni-giessen.de  
 Chemie-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 17, Raum B 225

## Theorie der kondensierten Materie



### Prof. Dr. Christian Heiliger

ist Professor am Institut für Theoretische Physik. Seine Arbeitsgruppe beschäftigt sich mit der theoretischen Beschreibung von Festkörpern. Dabei kommen vor allem ab-initio Methoden zur Berechnung der Elektronenstruktur zum Einsatz. Speziell stehen dabei Transportphänomene (Elektronen, Phononen, Ionen) im Vordergrund. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Beschreibung der Gitter- und Elektronenstruktur von oxidischen Halbleitern, insbesondere die Berechnung von Ramanspektren. Neben reinen Berechnungen liegt der Augenmerk auf der methodischen Weiterentwicklung der verwendeten Verfahren und der Klärung fundamentaler Fragestellungen.



Prof. Dr. Christian Heiliger  
 Institut für Theoretische Physik  
 Tel. +49 (0) 641 99 33 360  
 Fax +49 (0) 641 99 33 369  
 Christian.Heiliger@theo.physik.uni-giessen.de  
 Physik-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 16, Raum 422

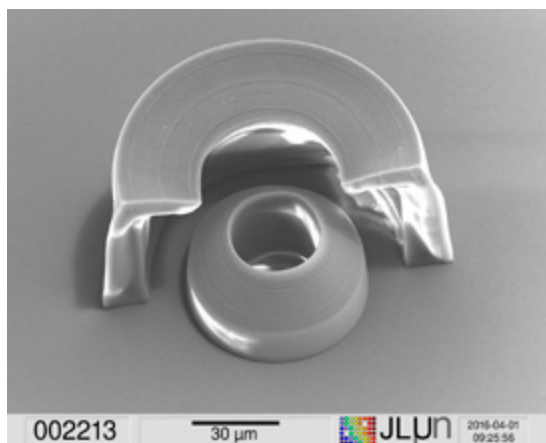


## Mikro- & Nanostrukturierung



### Dr. Torsten Henning

ist Akademischer Rat am I. Physikalischen Institut. Er hat die technische Leitung der Methodenplattform MiNaLab inne. Seine Forschungsinteressen liegen im Bereich der Mikro- und Nanotechnologie insbesondere in der Entwicklung neuer Strukturierungsverfahren und der Einbindung nano- und mikrostrukturierter Komponenten in funktionstüchtige Bauelemente. Darüber hinaus leitet er die Ausbildung der Mikrotechnologinnen und Mikrotechnologen am ZfM.



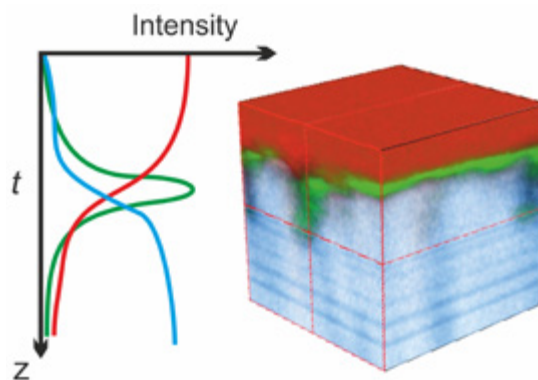
Dr. Torsten Henning  
I. Physikalisches Institut  
Tel. +49 (0) 641 99 33 191  
Fax +49 (0) 641 99 33 139  
Torsten.Henning@exp1.physik.uni-giessen.de  
Physik-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 16, Raum 429

Administrative & technische Leitung der Methodenplattform ‚Elektrochemie und Grenzflächenlabor‘ im Rahmen des ZfM



### Dr. Anja Henß

ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Physikalisch-Chemischen Institut. Sie ist Expertin für die Methode der Flugzeit-Sekundärionenmassenspektrometrie (ToF-SIMS). Sie bearbeitet Projekte im Bereich der elektrochemischen Energietechnologie und zu Materialien für Energiewandlung und -speicherung und führt physikalisch-chemische Experimente mittels instrumenteller Material- und Oberflächenanalytik durch. In-situ Experimente mittels ToF-SIMS und XPS stehen dabei besonders im Fokus. Zudem setzt Sie die klassische materialwissenschaftliche Methode des ToF-SIMS auch für Anwendungen in den Lebenswissenschaften ein.



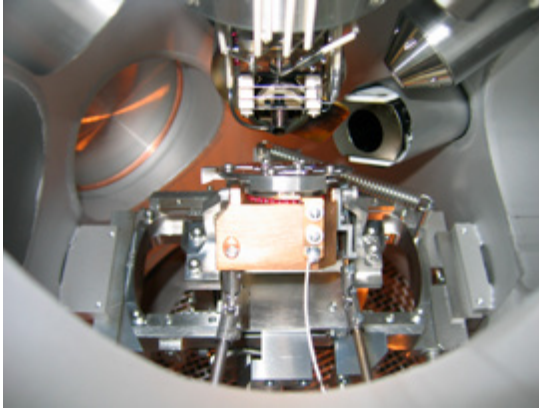
Dr. Anja Henß  
Physikalisch-Chemisches Institut  
Tel. +49 (0) 641 99 34 515  
Fax +49 (0) 641 99 34 509  
Anja.Henss@phys.chemie.uni-giessen.de  
Chemie-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 17, Raum B 72

## Festkörper- Charakterisierung



### Prof. Dr. Detlev Hofmann

ist außerplanmäßiger Professor am I. Physikalischen Institut. Er ist ausgewiesener Experte für Defekte in Festkörpern und deren Charakterisierung mittels optischer Spektroskopie und Elektronenspinresonanz-Spektroskopie. In seinem Team werden funktionelle Dünnschichten und Festkörper untersucht, die zuvor mit einem der einschlägigen Depositionsverfahren synthetisiert wurden (z. B. mittels Sputterdeposition oder Molekularstrahl-Epitaxie). Zur Analyse der elektrischen, optischen, kristallinen und magnetischen Eigenschaften steht eine Vielzahl an Messmethoden zur Verfügung.



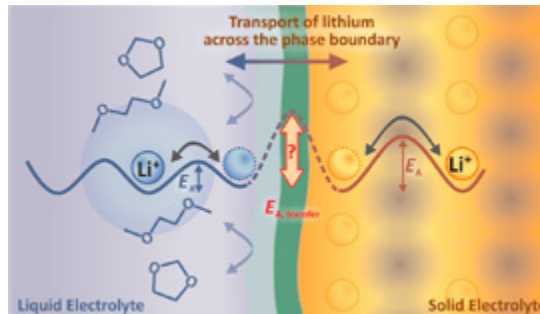
Prof. Dr. Detlev Hofmann  
I. Physikalisches Institut  
Tel. +49 (0) 641 99 33105  
Fax +49 (0) 641 99 33139  
Detlev.M.Hofmann@exp1.physik.uni-giessen.de  
Physik-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 16, Raum 36

## Physikalische Festkörperchemie & Festkörperionik



### Prof. Dr. Jürgen Janek

ist Professor am Physikalisch-Chemischen Institut. Seine Arbeitsgruppe forscht im Bereich der Physikalischen Festkörperchemie, speziell der Festkörperelektrochemie, der Festkörperreaktionen und atomaren Transportprozesse. Zu den besonderen Arbeitsschwerpunkten gehören die Kinetik des Ionentransports im Volumen und an Grenzflächen, die Kinetik von Festkörperreaktionen, Degradations- und Alterungsphänomene elektrochemischer Funktionsmaterialien, elektrochemo-mechanische Kopplungseffekte, thermoelektrische Effekte und diffusionskontrollierte Phänomene, Materialien und Konzepte für Batterien und Brennstoffzellen. Die AG Janek betreibt eine ganze Reihe von Methoden der Festkörperanalytik (XPS/UPS, ToF-SIMS, HREM, in-situ XRD) in Kopplung mit elektrochemischen Methoden, die in die Methodenplattform ELCH eingebunden sind.



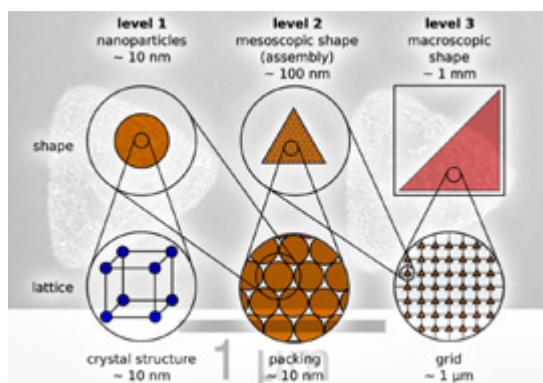
Prof. Dr. Jürgen Janek  
Physikalisch-Chemisches Institut  
Tel. +49 (0) 641 99 34 500  
Fax +49 (0) 641 99 34 509  
Juergen.Janek@phys.chemie.uni-giessen.de  
Chemie-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 17, Raum B 62

## Mikro- & Nanostrukturphysik



### Prof. Dr. Peter J. Klar

ist Professor am I. Physikalischen Institut. Im Forschungsinteresse seiner Arbeitsgruppe ‚Mikro- und Nanostrukturphysik‘ liegen die physikalischen Eigenschaften nanostrukturierter Materialien. Dies sind insbesondere die elektronischen, phononischen, magnetischen und plasmonischen Eigenschaften sowie deren Zusammenspiel. Die Untersuchungen umfassen: die Charakterisierung und das physikalische Verständnis der Eigenschaften der Volumenmaterialien und ihrer Nanostrukturen, die gezielte Manipulation der Eigenschaften durch Kontrolle von Form, Größe und Anordnung der Nanostrukturen und schließlich die Anwendungsmöglichkeiten solcher Strukturen in neuartigen Bauelementen. Voraussetzung für solche Studien sind die kontrollierte Herstellung der Nanostrukturen durch Selbstorganisation oder top-down Verfahren und die Entwicklung von geeigneten Untersuchungsmethoden für Nanostrukturensembles und auch einzelne Nanostrukturen mittels optischer Spektroskopie oder elektrischen Messungen.



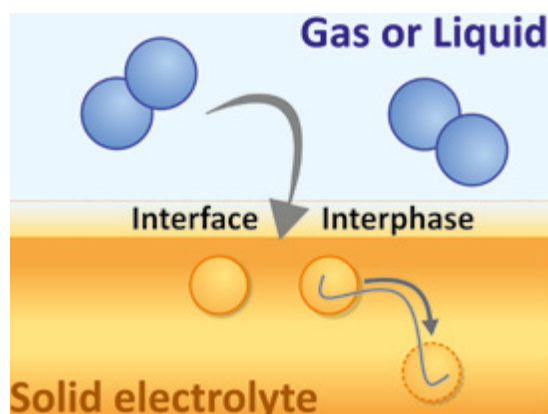
Prof. Dr. Peter J. Klar  
I. Physikalisches Institut  
Tel. +49 (0) 641 99 33 190  
Fax +49 (0) 641 99 33 139  
Peter.J.Klar@exp1.physik.uni-giessen.de  
Physik-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 16, Raum 430

## Physikalische Festkörperchemie, Festkörperionik & Grenzflächenkinetik



### Dr. Bjoern Luerßen

ist Akademischer Oberrat am Physikalisch-Chemischen Institut. Seine Forschungsinteressen liegen auf den Gebieten der Kinetik von Grenzflächenreaktionen, insbesondere der Reduktion/Oxidation von Sauerstoff an Metall/Festelektrolyt-Grenzflächen (z. B. Pt/YSZ), aber auch der Grenzschicht-(SEI)-Bildung in Lithiumionenbatterien. Hierbei steht die Kombination elektrochemischer Messungen mit Methoden zur Oberflächencharakterisierung (XPS, SIMS) im Vordergrund, um Reaktionsmechanismen aufzuklären. In jüngerer Zeit ist die Untersuchung der Kinetik der Wasserspaltung an Mangankatalysatoren als Interessensgebiet hinzugekommen. Zudem ist Dr. Luerßen Ansprechpartner für die Röntgendiffraktometer der Methodenplattform ELCH zur Charakterisierung von Pulverproben und Dünnschichten. Ein weiteres Interessensgebiet ist schließlich die Erstellung wissenschaftlicher Grafiken und Abbildungen.



Dr. Bjoern Luerßen  
Physikalisch-Chemisches Institut  
Tel. +49 (0) 641 99 34 504  
Fax +49 (0) 641 99 34 509  
Bjoern.Luerssen@phys.chemie.uni-giessen.de  
Chemie-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 17, Raum B 69

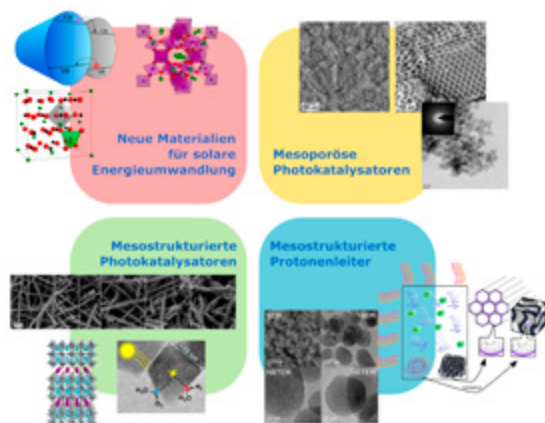


## Neue Materialien für solare Energieumwandlung



### Dr. Roland Marschall

hat seine eigene Stelle im Rahmen des Emmy-Noether Nachwuchsprogramms der DFG eingeworben und forscht am Physikalisch-Chemischen Institut an modernen chemischen Synthesetechniken. Diese bilden den Ausgangspunkt zur Herstellung neuer nanostrukturierter Materialien mit maßgeschneiderten Eigenschaften, optimierten Oberflächen und Funktionalitäten, und kontrollierten Partikelgrößen und -formen. Die Arbeitsgruppe untersucht die katalytischen Eigenschaften solcher Materialien in photokatalytischen und photoelektrochemischen Reaktionen oder verwendet sie als Bausteine für die Herstellung von Kompositmaterialien. Anwendungen liegen im Bereich der Aufbereitung von Abwässern, der Wasserstoff-Erzeugung und der Wasserspaltung. Des Weiteren stellt die Arbeitsgruppe mesoporöse Festkörper-Protonenleiter her und nutzt diese für protonenleitende Membranen und Katalyse.



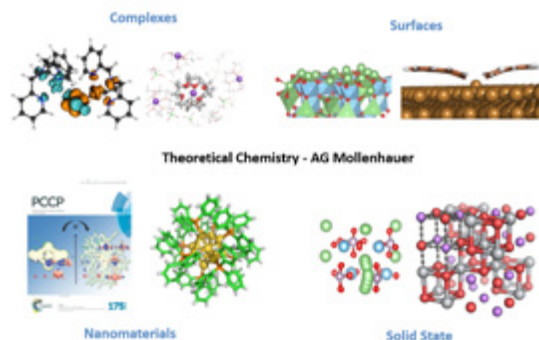
Dr. Roland Marschall  
 Physikalisch-Chemisches Institut  
 Tel. +49 (0) 641 99 34 592  
 Fax +49 (0) 641 99 34 599  
 Roland.Marschall@phys.chemie.uni-giessen.de  
 Chemie-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 17, Raum B 31

## Theoretische Chemie, Materialmodellierung, Modellierung von Nanomaterialien



### Prof. Dr. Doreen Mollenhauer

ist Junior-Professorin am Physikalisch-Chemischen Institut. Die Kernarbeitsgebiete ihrer Arbeitsgruppe liegen im Bereich der Theoretischen Chemie, nämlich in der quantenchemischen Berechnung und Modellierung stofflicher und energetischer Speichersysteme und Nanomaterialien. Weiterhin forscht sie an Oberflächen- und Grenzflächenphänomenen. Darüber hinaus sind materialchemische und komplexchemische Fragestellungen Gegenstand ihres Interesses. Dem besseren Verständnis der Natur chemischer Bindungen kommt hierbei besondere Bedeutung zu. Methodisch finden sowohl hochkorrelierte wellenfunktionsbasierte Ansätze als auch die Dichtefunktionaltheorie mit aktuellen Dispersion-Korrekturen Anwendung. Ab-initio Molekulardynamische Simulationen als auch Multiskalenansätze werden ebenso verwendet.



Prof. Dr. Doreen Mollenhauer  
 Physikalisch-Chemisches Institut  
 Tel. +49 (0) 641 99 34 560  
 Fax +49 (0) 641 99 34 509  
 Doreen.Mollenhauer@phys.chemie.uni-giessen.de  
 Chemie-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 17, Raum B 105

## Thermoelektrische Materialien



### Prof. Dr. Eckhard Müller

ist Professor am Institut für Anorganische und Analytische Chemie und als Gruppenleiter am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) in Köln tätig. Er untersucht hocheffektive Materialien zur thermoelektrischen Energieumwandlung, substanzspezifische verbindungstechnische Materialprobleme sowie kontinuumstheoretische Systemaspekte thermoelektrischer Generatoren (TEG) und Sensoren. Diese sind für den Einsatz bei mittleren und hohen Temperaturen in Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt, in Fahrzeugen und Energieanlagen, ausgelegt. Die Materialentwicklung konzentriert sich auf nanostrukturierte Thermoelektrika, darunter komplexe Chalkogenide, Antimonide, Silizide und Halb-Heusler-Verbindungen. Neue Charakterisierungsverfahren für temperatur- und ortsabhängige Funktionseigenschaften sowie zur Untersuchung von TEG-Modulen werden eingesetzt und weiterentwickelt. Mit dem Ziel der industriellen Herstellbarkeit werden pulverbasierte Materialtechnologien und hochtemperaturtaugliche Fügetechniken für thermoelektrische Module entwickelt.



Prof. Dr. Eckhard Müller  
 Institut für Anorganische und Analytische Chemie  
 Tel. +49 (0) 2203 60135 56  
 Fax +49 (0) 2203 6964 80  
 Eckhard.Mueller@dlr.de  
 DLR-Institut für Werkstoff-Forschung, Linder Höhe, 51147 Köln

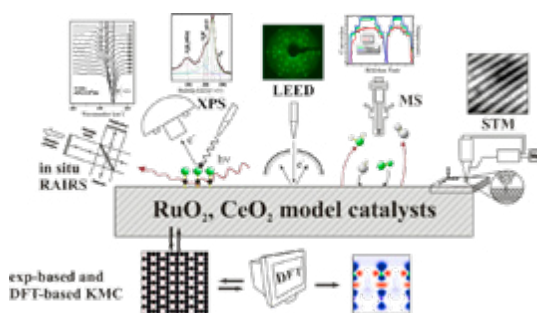
## Oberflächenchemie & Modellkatalyse



### Prof. Dr. Herbert Over

ist Professor am Physikalisch-Chemischen Institut. Seine Arbeitsgruppe nutzt oberflächenchemische Methoden und Techniken zur Untersuchung molekularer Prozesse, wie sie bei heterogen katalysierten Reaktionen vorkommen, etwa der HCl-Oxidation über RuO<sub>2</sub>- oder CeO<sub>2</sub>-basierten Materialien. Um neue Erkenntnisse über die zu Grunde liegenden mikroskopischen Prozesse zu erlangen, werden an diesen Katalysatoren für korrosive Reaktionen auf Basis dieser Materialien Stabilitäts- und Aktivitätsstudien durchgeführt. Ergänzt werden diese durch kinetische ab-initio Monte-Carlo-Simulationen.

In der Oberflächen-Elektrokatalyse entwickelt und charakterisiert die Arbeitsgruppe neuartige, ultradünne, einkristalline Metalloxid-Elektroden, die in Kinetik- und Stabilitätsuntersuchungen von Sauerstoff- und Chlorentwicklungsreaktionen eingesetzt werden. Eines der zentralen Forschungsziele ist es, die elementaren Reaktionsschritte in diesen Gasentwicklungsreaktionen zu entschlüsseln und durch Kombination elektrochemischer Techniken mit theoretischen ab-initio-Methoden deren Freie-Energie-Profile zu ermitteln. Außerdem werden Synchrotron-Experimente durchgeführt, um in-situ die Korrosionsprozesse solcher Modellelektroden unter stark oxidierenden Bedingungen zu untersuchen.



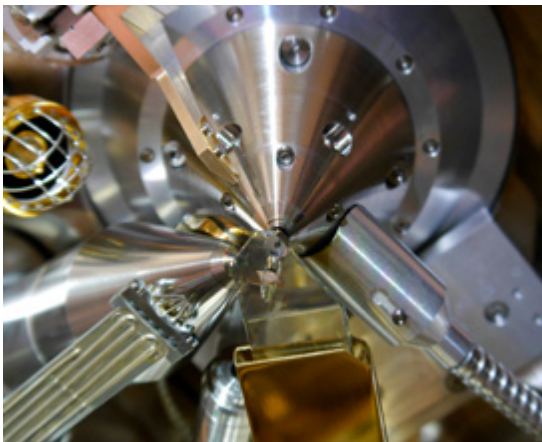
Prof. Dr. Herbert Over  
 Physikalisch-Chemisches Institut  
 Tel. +49 (0) 641 99 34 550  
 Fax +49 (0) 641 99 34 599  
 Herbert.Over@phys.chemie.uni-giessen.de  
 Chemie-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 17, Raum B 41

## Elektronen- mikroskopie & Elektrochemie



### Dr. Klaus Peppler

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Physikalisch-Chemischen Institut und befasst sich mit Fragestellungen der Festkörperelektrochemie insbesondere im Bereich Metallelektroden. Er ist Experte für elektronenmikroskopische Methoden und ist Operateur der Elektronenmikroskope der Methodenplattform ELCH.



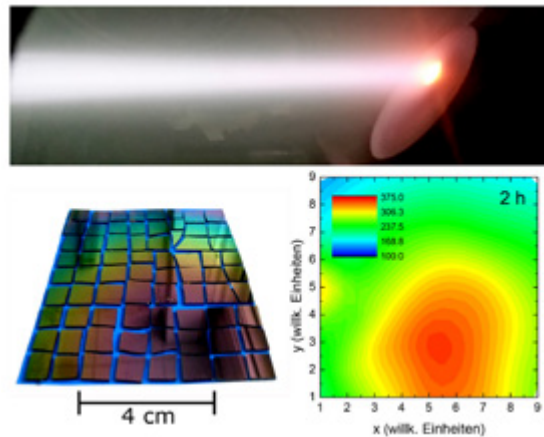
Dr. Klaus Peppler  
Physikalisch-Chemisches Institut  
Tel. +49 (0) 641 99 34 505  
Fax +49 (0) 641 99 34 509  
Klaus.Peppler@phys.chemie.uni-giessen.de  
Chemie-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 17, Raum A 12

## Funktionelle Dünnschichten



### PD Dr. Angelika Polity

ist Akademische Rätin am I. Physikalischen Institut. In Ihrem Team werden funktionale Dünnschichten mittels Kathoden- und Ionenstrahlzerstäubung synthetisiert, anschließend charakterisiert und anwendungsorientiert optimiert. Zur Analyse der Transporteigenschaften und der optischen und kristallinen Charakteristika wird eine Vielzahl von Messmethoden verwendet, die in den anderen Arbeitsgruppen des Zentrums für Materialforschung zur Verfügung stehen. Die wichtigsten Forschungsthemen sind Festelektrolyte für Batterieanwendungen, optoelektronische und photovoltaische Materialien sowie thermo- und elektrochrome Beschichtungen.



PD Dr. Angelika Polity  
I. Physikalisches Institut  
Tel. +49 (0) 641 99 33 117  
Fax +49 (0) 641 99 33 139  
Angelika.Polity@exp1.physik.uni-giessen.de  
Physik-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 16, Raum 229

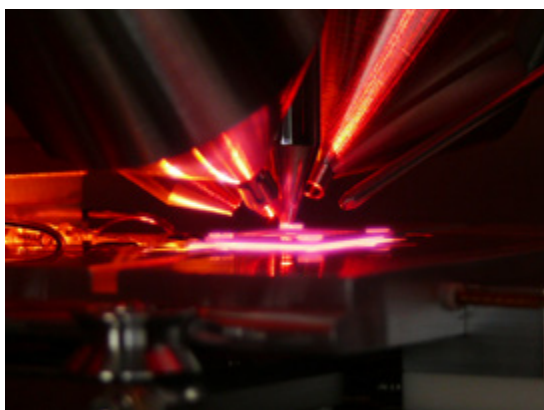


## Biomaterialien, Plasmen & ToF-SIMS



### Dr. Marcus Rohnke

ist Akademischer Oberrat am Physikalisch-Chemischen Institut und beabsichtigt zu habilitieren. In seinem Team wird die physikalisch-chemische Expertise zur Herstellung und Modifikation neuer Biomaterialien für den Knochenersatz genutzt. Die Themen reichen von der Plasmaoberflächenbehandlung bis zur Wirkstoffdetektion mittels ToF-SIMS im Knochen. Ein weiterer Fokus liegt auf der ToF-SIMS Analytik von SOFC Elektroden mittels in-situ Experimenten.



Dr. Marcus Rohnke  
Physikalisch-Chemisches Institut  
Tel. +49 (0) 641 99 34 502  
Fax +49 (0) 641 99 34 509  
Marcus.Rohnke@phys.chemie.uni-giessen.de  
Chemie-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 17, Raum B 67

## Festkörperanalytik & dünne Schichten



### Dr. Joachim Sann

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Physikalisch-Chemischen Institut und befasst sich mit Fragestellungen der Festkörperelektrochemie. Seine Forschungsinteressen beinhalten Grenzflächen in Festkörperbatterien, Defektchemie, Oxidische Funktionsmaterialien sowie Dünnschichtmaterialien für die Energiespeicherung. Er ist zudem Experte für Festkörperspektroskopie, insbesondere für Photoelektronenspektroskopie und ist Operateur der XPS im Rahmen der Methodenplattform ELCH.



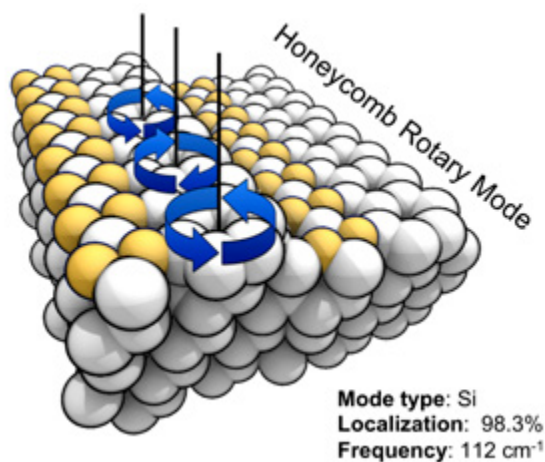
Dr. Joachim Sann  
Physikalisch-Chemisches Institut  
Tel. +49 (0) 641 99 34 506  
Fax +49 (0) 641 99 34 509  
Joachim.Sann@phys.chemie.uni-giessen.de  
Chemie-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 17, Raum A 13a

## Theoretische Festkörperspektroskopie



### Prof. Dr. Simone Sanna

ist Professor am Institut für Theoretische Physik. In seiner Arbeitsgruppe ‚Theoretische Festkörperspektroskopie‘ werden quantenmechanische Simulationen durchgeführt, um die Eigenschaften komplexer Materialien anhand ihrer atomaren Struktur vorauszusagen und zu verstehen. Der elektronische Grundzustand des untersuchten Systems wird im Rahmen der Dichtefunktionaltheorie (DFT) modelliert. Darauf aufbauend können sowohl strukturelle als auch elektronische Anregungen und spektroskopische Signaturen berechnet werden. Ab-initio Molekulardynamik wird benutzt, um die zeitliche Entwicklung atomarer Systeme zu verfolgen und Erkenntnisse über Phasenübergänge zu gewinnen. Festkörperoberflächen, Grenzflächen und Ferroelektrika stehen im Fokus der Untersuchungen.



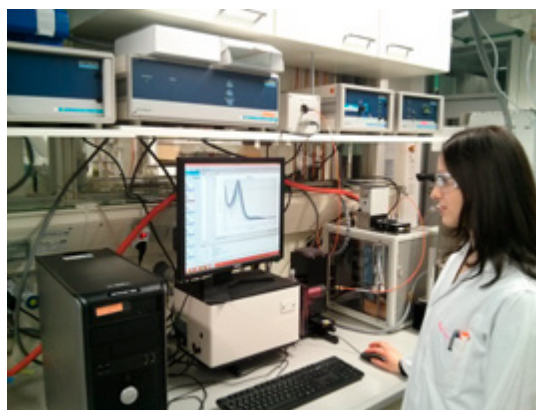
Prof. Dr. Simone Sanna  
Institut für Theoretische Physik  
Tel. +49 (0) 641 99 33362  
Fax +49 (0) 641 99 33369  
Simone.Sanna@theo.physik.uni-giessen.de  
Physik-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 16, Raum 439

## Koordinationschemie



### Prof. Dr. Siegfried Schindler

ist Professor am Institut für Anorganische und Analytische Chemie. Seine Arbeitsgruppe synthetisiert und untersucht Modellkomplexe für Kupfer- und Eisenenzyme, die für die selektive Oxidation organischer Substrate mit Sauerstoff verantwortlich sind. Reaktive Intermediatkomplexe werden spektroskopisch detektiert, aber auch falls möglich präpariert. Mit Hilfe der Tieftemperatur-, ‚Stopped-Flow‘-Technik werden reaktionskinetische Analysen durchgeführt. Ein weiteres Interessengebiet sind homogene und heterogene Katalysen von Oxidationen mit Sauerstoff.



Prof. Dr. Siegfried Schindler  
Institut für Anorganische und Analytische Chemie  
Tel. +49 (0) 641 99 34140  
Fax +49 (0) 641 99 34149  
Siegfried.Schindler@anorg.Chemie.uni-giessen.de  
Chemie-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 17, Raum B 122

## Atom- & Molekül-physik



### Prof. Dr. Stefan Schippers

ist außerplanmäßiger Professor am I. Physikalischen Institut. Sein Team beschäftigt sich mit der Physik atomarer Stoßprozesse. Dabei geht es sowohl um grundlegende Fragen der atomaren und molekularen Struktur und Stoßdynamik als auch um Anwendungen in der Atom- und Molekülspektroskopie, der Astro- und Plasmaphysik sowie der Oberflächenphysik. Die Gruppe experimentiert mit geladenen Teilchenstrahlen (Elektronen, hochgeladene atomare Ionen, Molekül- und Clusterionen) an hauseigenen Apparaturen und an externen Großforschungseinrichtungen wie den Ionenspeicherringen bei FAIR/GSI und am Heidelberger MPI für Kernphysik sowie der Synchrotronstrahlungsquelle PETRA III bei DESY. Um für diese Experimente intensive Elektronen- und Ionenstrahlen bereitstellen zu können, werden entsprechende Quellen für geladene Teilchenstrahlen fortlaufend weiterentwickelt. Zusätzlich betreibt die Gruppe hochauflösende Spektrometer zum Nachweis von Elektronen und von Röntgenstrahlung.



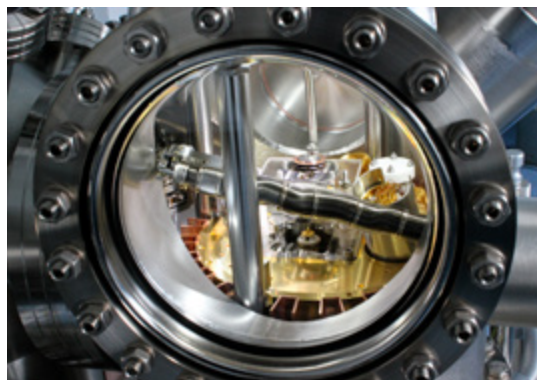
Prof. Dr. Stefan Schippers  
I. Physikalisches Institut  
Tel. +49 (0) 641 99 15 203  
Fax +49 (0) 641 99 15 109  
Stefan.Schippers@exp1.physik.uni-giessen.de  
Strahlenzentrum, Leihgesterner Weg 217, Raum 204

## Rasterkraftmikroskopie, Nanotribologie & Ionenleitung



### Prof. Dr. André Schirmeisen

ist Professor am Institut für Angewandte Physik. Die Forschungsarbeit seiner AG ist fokussiert auf die Entwicklung und Anwendung von Rastersondenmethoden für die Analyse von nanoskaligen Materialien. Untersuchte Materialklassen sind zum einen organische Moleküle auf Oberflächen, mit Fokus auf die chemischen Reaktionspfade in 2D, des weiteren tribologisch aktive Oberflächen, sowie Grenzflächen für die Energiespeicherung. Methoden umfassen die Sondenanalyse und -modifikation, Feldionenmikroskopie (FIM), molekulare Manipulationsstrategien mittels Rasterkraftmikroskopie (AFM), Tip-enhanced Raman scattering (TERS) und Flüssigkeitszellen-AFM. Zudem entwickelt die Arbeitsgruppe Pulsrohrkleinkühler, die zur Kühlung von wissenschaftlichen Instrumenten im sub-4K Bereich eingesetzt werden.



Prof. Dr. André Schirmeisen  
Institut für Angewandte Physik  
Tel. +49 (0) 641 99 33 411  
Fax +49 (0) 641 99 33 409  
Andre.Schirmeisen@ap.physik.uni-giessen.de  
Physik-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 16, Raum 137

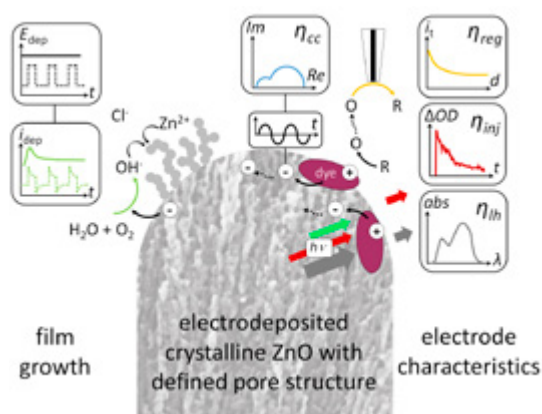


## Molekulare Materialien



### Prof. Dr. Derck Schlettwein

ist Professor am Institut für Angewandte Physik. Themen seiner Forschung sind die Präparation und Charakterisierung von neuen Elektrodenmaterialien aus organischen oder organisch-anorganischen Hybridmaterialien und zielen auf die Entwicklung von Bauteilen für die Photovoltaik, organische Feldeffekttransistoren oder elektrochrome Beschichtungen ab. Filme werden mittels physikalischer Dampfphasenabscheidung oder lösungsbasiert bei niedrigen Prozesstemperaturen präpariert. Hergestellte Systeme reichen von ultradünnen leitfähigen Schichten für die Verwendung in organischen Feldeffekttransistoren über schnell schaltende organische elektrochrome Schichten über nachhaltig bei niedrigen Temperaturen und basierend auf wässrigen Lösungen prozessierte farbstoffsensibilisierte Elektroden bis hin zu bleifreien und chemisch stabilisierten Hybridperowskitschichten. Zudem werden Details zum Ladungsinjektions- und Rekombinationsverhalten von farbstoffsensibilisierten Solarzellen und zur persistenten Polarisation in organisch-anorganischen Perowskitschichten erarbeitet.



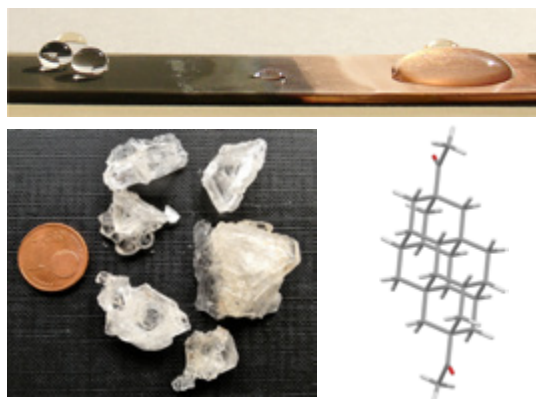
Prof. Dr. Derck Schlettwein  
 Institut für Angewandte Physik  
 Tel. +49 (0) 641 99 33 401  
 Fax +49 (0) 641 99 33 409  
 Derck.Schlettwein@ap.physik.uni-giessen.de  
 Physik-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 16, Raum 139

## Physikalisch-organische Chemie



### Prof. Dr. Peter R. Schreiner

ist Professor am Institut für Organische Chemie. Seine Arbeitsgruppe ist besonders an neuen organokatalytischen Reaktionen und Methoden (Thioharnstoffe, Oligopeptide), Nanodiamanten (Diamantoide) als Bausteine für neue organische Materialien (z. B. organische Elektronik), der Matrixisolation reaktiver Zwischenstufen (z. B. Carbene) und der computational chemistry interessiert. Im Bereich der ‚experimentellen Quantenchemie‘ verfolgt sie äußerst spannende Tunneleffekte und Auswirkungen der Londonschen Dispersionswechselwirkung. Grundsätzlich kommen synthetische, spektroskopische und quantenmechanische Rechenmethoden zum Einsatz.



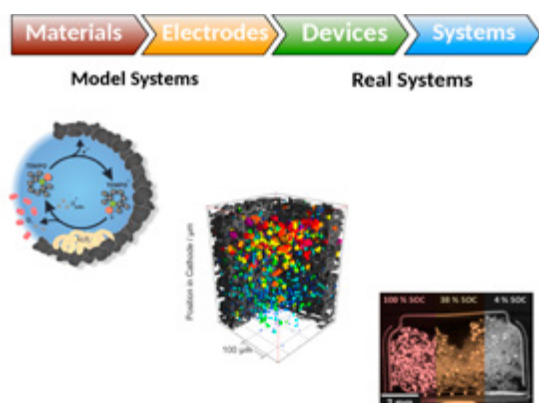
Prof. Dr. Peter R. Schreiner  
 Institut für Organische Chemie  
 Tel. +49 (0) 641 99 34 300  
 Fax +49 (0) 641 99 34 309  
 PRS@uni-giessen.de  
 Chemie-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 17, Raum B 211

## Kombination von Operando Analyse & Modellierung/ Simulation elektrochemischer Energiespeicher



### Dr. Daniel Schröder

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Physikalisch-Chemischen Institut und strebt eine Habilitation an. Die Forschungsschwerpunkte seines Teams liegen auf der operando Analyse und der Modellierung/Simulation von elektrochemischen Energiespeichern (vor allem Lithium-, Natrium-, Zink-Sauerstoff-Batterien und organische Redox-Flow-Batterien), um gezielt ein tieferes Verständnis der ablaufenden Reaktions- und Transportvorgänge, sowie über das Degradationsverhalten der Batterien zu erhalten. Hierfür werden spezielle operando Zellen (z. B. für XRD oder Transmissions-Tomographie) designt und betrieben, sowie einfache, maßgeschneiderte mathematische Modelle der Energiespeicher aufgestellt und mit Simulationen zusätzliche Informationen gewonnen. Letztlich können mit der Kombination beider Methoden anwendungsorientierte Vorhersagen über das Optimierungspotential der elektrochemischen Systeme und der eingesetzten Materialien gegeben werden.



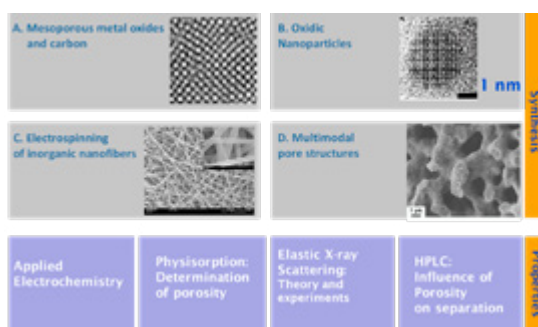
Dr. Daniel Schröder  
 Physikalisch-Chemisches Institut  
 Tel. +49 (0) 641 99 34 515  
 Fax +49 (0) 641 99 34 509  
 Daniel.Schroeder@phys.chemie.uni-giessen.de  
 Chemie-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 17, Raum B 72

## Funktionelle Nanomaterialien



### Prof. Dr. Bernd Smarsly

ist Professor am Physikalisch-Chemischen Institut. Die Forschungsarbeiten seiner Arbeitsgruppe konzentrieren sich zum einen auf die Entwicklung nasschemischer Methoden zur Nanostrukturierung von Materialien in Form von Schichten, Pulvern und Formkörpern („Monolithen“). Neben Metalloxiden stehen Synthesestrategien für so genannte ‚nicht-graphitische‘ Kohlenstoffe in meso- und makroporöser Form im Vordergrund. Zum anderen stellt die strukturelle und physikochemische Charakterisierung dieser Materialien einen langjährigen Schwerpunkt der Arbeitsgruppe dar, und wird sowohl als Routineanalytik als auch im Sinne der Methoden-Weiterentwicklung betrieben. Die Charakterisierung umfasst dabei die quantitative Untersuchung von Kristallinität und Nanostruktur mittels Röntgenbeugung (XRD, SAXS), Porosität (Physisorption, Hg-Porosimetrie), Elektronenmikroskopie, sowie auch elektrochemischer Methodik (Zyklovoltammetrie).



Prof. Dr. Bernd Smarsly  
 Physikalisch-Chemisches Institut  
 Tel. +49 (0) 641 99 34 590  
 Fax +49 (0) 641 99 34 599  
 Bernd.Smarsly@phys.chemie.uni-giessen.de  
 Chemie-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 17, Raum B 43

## Atom- Plasma- & Raumfahrtphysik



### Prof. Dr. Markus Thoma

ist Professor am I. Physikalischen Institut. Seine Arbeitsgruppe untersucht komplexe (staubige) Niedertemperaturplasmen im Labor und in der Schwerelosigkeit (ISS, Parabelflüge) als Modell für stark gekoppelte Vielteilchensysteme. Im Bereich der Plasmamedizin werden Plasmaquellen, die bei atmosphärischem Druck arbeiten, entwickelt und ihre Anwendung zur Sterilisation untersucht. Außerdem führt die Arbeitsgruppe mikrobiologische Versuche mit Plasmen durch und analysiert die Oberflächen von plasmabehandelten Materialien.



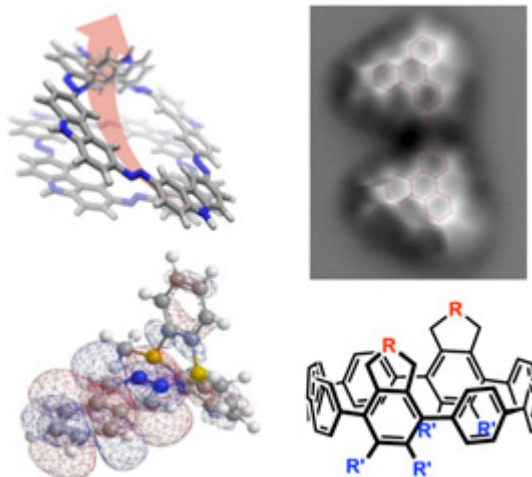
Prof. Dr. Markus Thoma  
I. Physikalisches Institut  
Tel. +49 (0) 641 99 3310  
Fax +49 (0) 641 99 33139  
Markus.H.Thoma@exp1.physik.uni-giessen.de  
Physik-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 16, Raum 234

## Organische Synthese & molekulare Materialien



### Prof. Dr. Hermann A. Wegner

ist Professor am Institut für Organische Chemie. Seine Arbeitsgruppe beschäftigt sich mit der Entwicklung neuer effizienter Prozesse für die organische Synthese und deren Anwendung zur Kontrolle von Funktionsmaterialien auf molekularer Ebene.



Prof. Dr. Hermann A. Wegner  
Institut für Organische Chemie  
Tel. +49 (0) 641 99 34330  
Fax +49 (0) 641 99 34349  
Hermann.A.Wegner@org.chemie.uni-giessen.de  
Chemie-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 17, Raum B 229

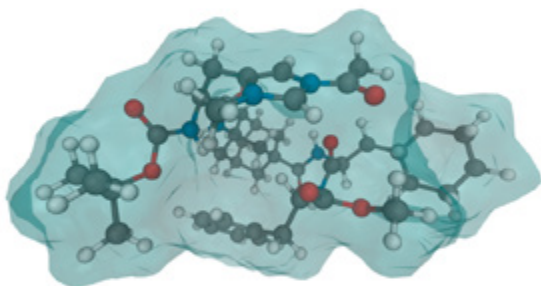


## Peptidsynthese & Organokatalyse



### Dr. Raffael C. Wende

ist Akademischer Rat am Institut für Organische Chemie. Sein Team synthetisiert neuartige Oligopeptide und untersucht deren Einsatz in der (Multi-)Katalyse und als potentielle Biomaterialien. Weitere Interessengebiete sind die Immobilisierung von Katalysatoren sowie die Untersuchung von Reaktionen mittels quantenmechanischer Rechenmethoden, Chromatographie und Massenspektrometrie.



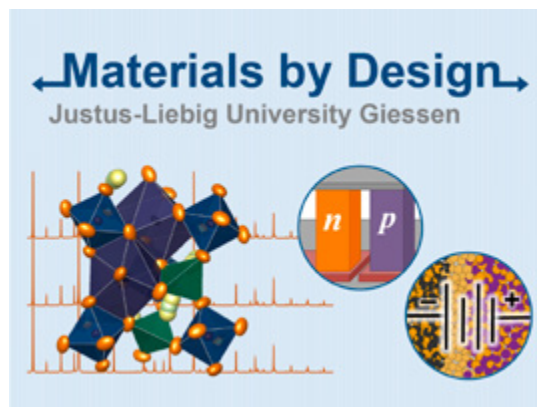
Dr. Raffael C. Wende  
 Institut für Organische Chemie  
 Tel. +49 (0) 641 99 34 317  
 Fax +49 (0) 641 99 34 309  
 Raffael.Wende@org.chemie.uni-giessen.de  
 Chemie-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 17, Raum B 237

## Materials by Design: Struktur-Eigen- schaftsbeziehungen in Ionenleitern & Thermoelektrika



### Dr. Wolfgang Zeier

ist Leiter einer Emmy-Noether-Nachwuchsgruppe am Physikalisch-Chemischen Institut. Seine Arbeitsgruppe untersucht die Struktur-Eigenschaftsbeziehungen in anorganischen Festkörpern für die Entwicklung von Materialien für die saubere Energiespeicherung und Energiegewinnung. Im Speziellen fokussiert sie sich auf thermoelektrische Anwendungen sowie Feststoff-Batterie-Konzepte. Im Kern der Forschung stehen die Materialsynthese und die Strukturaufklärung. An den Proben durchgeführte Messungen und entsprechende Modellierungen der ionischen, elektronischen und thermischen Transporteigenschaften werden mit den Struktureigenschaften in Bezug gesetzt.



Dr. Wolfgang Zeier  
 Physikalisch-Chemisches Institut  
 Tel. +49 (0) 641 99 34 508  
 Fax +49 (0) 641 99 34 509  
 Wolfgang.G.Zeier@phys.chemie.uni-giessen.de  
 Chemie-Institutsgebäude, Heinrich-Buff-Ring 17, Raum B 104



ZUFAHRT FREIHALTEN

**PUBLIKATIONEN**



# Publikationen 2016/2017

- 2016** **Daniel Ebeling, Stephan Bradler, Bernhard Roling, André Schirmeisen** (2016):  
*3-Dimensional Structure of a Prototypical Ionic Liquid-Solid Interface: Ionic Crystal-Like Behavior Induced by Molecule-Substrate Interactions.*  
JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY C 120 (22), S. 11947–11955
- Michael Feldmann, Dirk Dietzel, Antoni Tekiel, Jessica Topple, Peter Grütter, André Schirmeisen** (2016):  
*Universal Aging Mechanism for Static and Sliding Friction of Metallic Nanoparticles.*  
PHYSICAL REVIEW LETTERS 117 (2), 025502
- Milena Funk, Derck Schlettwein, Ulrich Leist** (2016):  
*Migration Characteristics under Long-term Storage and a Combination of UV and Heat Exposure of Poly(Amide)/Poly(Ethylene) Composite Films for Food Packaging.*  
PACKAGING TECHNOLOGY AND SCIENCE 29 (6), S. 289–302
- Agata Kamińska, Anna Dużyńska, Małgorzata Nowakowska, Andrzej Suchocki, Thomas A. Wassner, Bernhard Laumer, Martin H. Eickhoff** (2016):  
*Luminescent properties of ZnO and ZnMgO epitaxial layers under high hydrostatic pressure.*  
JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS 672, S. 125–130
- Philipp P. T. Krause, Hava Camuka, Thomas Leichtweiss, Herbert Over** (2016):  
*Temperature-induced transformation of electrochemically formed hydrous RuO<sub>2</sub> layers over Ru(0001) model electrodes.*  
NANOSCALE 8 (29), S. 13944–13953
- Martin von der Lehr, Ruediger Ellinghaus, Bernd M. Smarsly** (2016):  
*Hierarchically porous monolithic silica with varying porosity using bis(trimethoxysilyl)arenes as precursors.*  
NEW JOURNAL OF CHEMISTRY 40 (5), S. 4455–4463
- Martin von der Lehr, Christopher F. Seidler, Dereje H. Taffa, Michael Wark, Bernd M. Smarsly, Roland Marschall** (2016):  
*Proton Conduction in Sulfonated Organic-Inorganic Hybrid Monoliths with Hierarchical Pore Structure.*  
ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES 8 (38), S. 25476–25488
- Marc O. Loeh, Felix M. Badaczewski, Kristin Faber, S. Hintner, Massimo F. Bertino, P. Mueller, J. Metz, Bernd M. Smarsly** (2016):  
*Analysis of thermally induced changes in the structure of coal tar pitches by an advanced evaluation method of X-ray scattering data.*  
CARBON 109, S. 823–835
- Ricardo Pinedo, Dominik A. Weber, Benjamin Bergner, Daniel Schröder, Philipp Adelhelm, Jürgen Janek** (2016):  
*Insights into the Chemical Nature and Formation Mechanisms of Discharge Products in Na-O<sub>2</sub> Batteries by Means of Operando X-ray Diffraction.*  
JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY C 120 (16), S. 8472–8481
- Martina Stumpp, Raffael Ruess, Jonas Horn, Jan Tinz, Christoph Richter, Derck Schlettwein** (2016):  
*I-V hysteresis of methylammonium lead halide perovskite films on microstructured electrode arrays: Dependence on preparation route and voltage scale.*  
PHYSICA STATUS SOLIDI A-APPLICATIONS AND MATERIALS SCIENCE 213 (1), S. 38–45
- Jennifer Torres Damasco Ty, Nadine Dannehl, Derck Schlettwein, Hisao Yanagi** (2016):  
*Hybrid Organic-Inorganic Solar Cells with Electrodeposited Al-Doped Zinc Oxide.*  
JOURNAL OF NANOSCIENCE AND NANOTECHNOLOGY 16 (4), S. 3402–3406

**Sven Urban, Paolo Dolcet, Maren Möller, Limei Chen, Peter J. Klar, Igor Djerdj, Silvia Gross, Bernd M. Smarsly, Herbert Over** (2016):

*Synthesis and full characterization of the phase-pure pyrochlore  $Ce_2Zr_2O_7$  and the  $\kappa$ - $Ce_2Zr_2O_8$  phases.*

APPLIED CATALYSIS B-ENVIRONMENTAL 197 (SI), S. 23–34

**Pascal Vöpel, Christian Suchomski, Anja Hofmann, Silvia Gross, Paolo Dolcet, Bernd M. Smarsly** (2016):

*In-depth mesocrystal formation analysis of microwave-assisted synthesis of  $LiMnPO_4$  nanostructures in organic solution.*

CRYSTENGCOMM 18 (2), S. 316–327

**Manuel Weiss, Jonas Horn, Christoph Richter, Derck Schlettwein** (2016):

*Preparation and characterization of methylammonium tin iodide layers as photovoltaic absorbers.*

PHYSICA STATUS SOLIDI A-APPLICATIONS AND MATERIALS SCIENCE 213 (4), S. 975–981

**Tobias Weller, Joachim Sann, Roland Marschall** (2016):

*Pore Structure Controlling the Activity of Mesoporous Crystalline  $CsTaWO_6$  for Photocatalytic Hydrogen Generation.*

ADVANCED ENERGY MATERIALS 6 (16), 1600208

**Sebastian Wenzel, Thomas Leichtweiss, Dominik A. Weber, Joachim Sann, Wolfgang G. Zeier, Jürgen Janek** (2016):

*Interfacial Reactivity Benchmarking of the Sodium Ion Conductors  $Na_3PS_4$  and Sodium beta-Alumina for Protected Sodium Metal Anodes and Sodium All-Solid-State Batteries.*

ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES 8 (41), S. 28216–28224

**Sebastian Wenzel, Simon Randau, Thomas Leichtweiss, Dominik A. Weber, Joachim Sann, Wolfgang G. Zeier, Jürgen Janek** (2016):

*Direct Observation of the Interfacial Instability of the Fast Ionic Conductor  $Li_{10}GeP_2S_{12}$  at the Lithium Metal Anode.*

CHEMISTRY OF MATERIALS 28 (7), S. 2400–2407

**Sebastian Wenzel, Dominik A. Weber, Thomas Leichtweiss, Martin R. Busche, Joachim Sann, Jürgen Janek** (2016):

*Interphase formation and degradation of charge transfer kinetics between a lithium metal anode and highly crystalline  $Li_7P_3S_{11}$  solid electrolyte.*

SOLID STATE IONICS 286, S. 24–33

**Sören Zint, Daniel Ebeling, Sebastian Ahles, Hermann A. Wegner, André Schirmeisen** (2016):

*Subsurface-Controlled Angular Rotation: Triphenylene Molecules on Au(111) Substrates.*

JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY C 120 (3), S. 1615–1622

## 2017

**Martin Becker, Angelika Polity, Peter J. Klar** (2017):

*NiO films on sapphire as potential antiferromagnetic pinning layers.*

JOURNAL OF APPLIED PHYSICS 122 (17), 175303

**Marc K. Dietrich, Florian Kuhl, Angelika Polity, Peter J. Klar** (2017):

*Optimizing thermochromic  $VO_2$  by co-doping with W and Sr for smart window applications.*

APPLIED PHYSICS LETTERS 110 (14), 141907

**Daniel Ebeling, Marina Šekutor, Marvin Stieffermann, Jalmar Tschakert, Jeremy E. P. Dahl, Robert M. K. Carlson, André Schirmeisen, Peter R. Schreiner** (2017):

*London Dispersion Directs On-Surface Self-Assembly of [121] Tetramantane Molecules.*

ACS NANO 11 (9), S. 9459–9466

**Daniel Ebeling, Qigang Zhong, Sebastian Ahles, Lifeng Chi, Hermann A. Wegner, André Schirmeisen** (2017):

*Chemical bond imaging using higher eigenmodes of tuning fork sensors in atomic force microscopy.*

APPLIED PHYSICS LETTERS 110 (18), 183102

**Marcus Einert, Tobias Weller, Thomas Leichtweiss, Bernd M. Smarsly, Roland Marschall** (2017):

*Electrospun CuO Nanofibers: Stable Nanostructures for Solar Water Splitting.*

CHEMPHOTOCHEM 1 (7), S. 326–340

**Alexander Fabian, Matthias T. Elm, Detlev M. Hofmann, Peter J. Klar** (2017):

*Hierarchical structures of magnetic nanoparticles for controlling magnetic interactions on three different length scales.*

JOURNAL OF APPLIED PHYSICS 121 (22), 224303

**Ekrem Guenes, Felix Gundlach, Matthias T. Elm, Peter J. Klar, Sabine Schlecht, Mathias S. Wickleder, Eckhard Mueller** (2017):

*Nanostructured Composites of Bi<sub>1-x</sub>Sb<sub>x</sub> Nanoparticles and Carbon Nanotubes and the Characterization of Their Thermoelectric Properties.*

ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES 9 (51), S. 44756–44765

**Jie Jiang, Lars Ostheim, Matthias Kleine-Boymann, Detlev M. Hofmann, Peter J. Klar, Martin Eickhoff** (2017):

*Evidence for nitrogen-related deep acceptor states in SnO<sub>2</sub> grown by chemical vapor deposition.*

JOURNAL OF APPLIED PHYSICS 122 (20), 205702

**Raimund Koerver, Isabel Ayguen, Thomas Leichtweiss, Christian Dietrich, Wenbo Zhang,**

**Jan O. Binder, Pascal Hartmann, Wolfgang G. Zeier, Jürgen Janek** (2017):

*Capacity Fade in Solid-State Batteries: Interphase Formation and Chemomechanical Processes in Nickel-Rich Layered Oxide Cathodes and Lithium Thiophosphate Solid Electrolytes.*

CHEMISTRY OF MATERIALS 29 (13), S. 5574–5582

**Raimund Koerver, Felix Walther, Isabel Ayguen, Joachim Sann, Christian Dietrich, Wolfgang G. Zeier, Jürgen Janek** (2017):

*Redox-active cathode interphases in solid-state batteries.*

JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY A 5 (43), S. 22750–22760

**Marvin A. Kraft, Sean P. Culver, Mario Calderon, Felix Böcher, Thorben Krauskopf, Anatoliy Senyshyn, Christian Dietrich, Alexandra Zavalkink, Jürgen Janek, Wolfgang G. Zeier** (2017):

*Influence of Lattice Polarizability on the Ionic Conductivity in the lithium superionic argyrodites Li<sub>6</sub>PS<sub>5</sub>X (X = Cl, Br, I).*

JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY 139 (31), S. 10909–10918

**Thorben Krauskopf, Constantin Pompe, Marvin A. Kraft, Wolfgang G. Zeier** (2017):

*Influence of Lattice Dynamics on Na<sup>+</sup> Transport in the Solid Electrolyte Na<sub>3</sub>PS<sub>4-x</sub>Se<sub>x</sub>.*

CHEMISTRY OF MATERIALS 29 (20), S. 8859–8869

**Valon Lushta, Stephan Bradler, Bernhard Roling, André Schirmeisen** (2017):

*Correlation between drive amplitude and resonance frequency in electrochemical strain microscopy: Influence of electrostatic forces.*

JOURNAL OF APPLIED PHYSICS 121 (22)

**Rafael Meinus, Rüdiger Ellinghaus, Kristof Hormann, Ulrich Tallarek, Bernd M. Smarsly** (2017):

*On the underestimated impact of the gelation temperature on macro- and mesoporosity in monolithic silica.*

PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS 19 (22), S. 14821–14834

**Felix Mertens, Thomas Göddenhenrich, Dirk Dietzel, André Schirmeisen** (2017):

*Image contrast mechanisms in dynamic friction force microscopy: Antimony particles on graphite.*

JOURNAL OF APPLIED PHYSICS 121 (4), 044307

**Kathrin Michel, Jens-Peter Eufinger, Gregor Ulbrich, Martin Lerch, Jürgen Janek,**

**Matthias T. Elm** (2017):

*Combining two redox active rare earth elements for oxygen storage - electrical properties and defect chemistry of ceria-praseodymia single crystals.*

PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS 19 (27), S. 17661–17669



- Christian Reitz, Di Wang, Daniela Stoeckel, Andre Beck, Thomas Leichtweiss, Horst Hahn, Torsten Brezesinski** (2017):  
*Applying Capacitive Energy Storage for In-situ Manipulation of Magnetization in Ordered Mesoporous Perovskite-Type LSMO Thin Films.*  
ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES 9 (27), S. 22799–22807
- Marcus Rohnke, Kaija Schäpe, A. K. Bachmann, M. Laenger, Jürgen Janek** (2017):  
*In-situ ToF-SIMS monitoring of SOFC cathodes - A case study of  $\text{La}_{0.74}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{1.01}\text{O}_{2.9}$  model electrodes.*  
APPLIED SURFACE SCIENCE 422, S. 817–827
- Patrick Schichtel, Matthias Geiss, Thomas Leichtweiss, Joachim Sann, Dominik A. Weber, Jürgen Janek** (2017):  
*On the impedance and phase transition of thin film all-solid-state batteries based on the  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  system.*  
JOURNAL OF POWER SOURCES 360, S. 593–604
- Christoph Seitz, Giuliana Beck, Jorg Hennemann, Christian Kandzia, Karl P. Hering, Angelika Polity, Peter J. Klar, Andrej Paul, Thorsten Wagner, Stefanie Russ** (2017):  
 *$\text{H}_2\text{S}$  dosimeter with controllable percolation threshold based on semi-conducting copper oxide thin films.*  
JOURNAL OF SENSORS AND SENSOR SYSTEMS 6 (1), S. 163–170
- Kai J. Spychala, Gerhard Berth, Alex Widhalm, Michael Ruessing, Lei Wang, Simone Sanna, Artur Zrenner** (2017):  
*Impact of carbon-ion implantation on the nonlinear optical susceptibility of  $\text{LiNbO}_3$ .*  
OPTICS EXPRESS 25 (18), S. 21444–21453
- Christian Suchomski, David J. Weber, Paolo Dolcet, Anja Hofmann, Pascal Vöpel, Junpei Yue, Marcus Einert, Maren Möller, Sebastian Werner, Silvia Gross, Igor Djerdj, Torsten Brezesinski, Bernd M. Smarsly** (2017):  
*Sustainable and surfactant-free high-throughput synthesis of highly dispersible zirconia nanocrystals.*  
JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY A 5 (31), S. 16296–16306
- Pascal Vöpel, Christoph Seitz, Jan M. Waack, Stefan Zahn, Thomas Leichtweiss, Aleksandr Zaichenko, Doreen Mollenhauer, Heinz Amenitsch, Markus Voggenreiter, Sebastian Polarz, Bernd M. Smarsly** (2017):  
*Peering into the Mechanism of Low-Temperature Synthesis of Bronze-type  $\text{TiO}_2$  in Ionic Liquids.*  
CRYSTAL GROWTH & DESIGN 17 (10), S. 5586–5601
- Pascal Vöpel, Bernd M. Smarsly** (2017):  
*Synthesis of Titanium Oxide Nanostructures in Ionic Liquids.*  
ZEITSCHRIFT FÜR ANORGANISCHE UND ALLGEMEINE CHEMIE 643 (1, SI), S. 3–13
- Junpei Yue, Christian Suchomski, Pascal Vöpel, Rüdiger Ellinghaus, Marcus Rohnke, Thomas Leichtweiss, Matthias T. Elm, Bernd M. Smarsly** (2017):  
*Mesoporous niobium-doped titanium dioxide films from the assembly of crystalline nanoparticles: study on the relationship between the band structure, conductivity and charge storage mechanism.*  
JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY A 5 (5), S. 1978–1988
- Wenbo Zhang, Dominik A. Weber, Harald Weigand, Tobias Arlt, Ingo Manke, Daniel Schröder, Raimund Koerver, Thomas Leichtweiss, Pascal Hartmann, Wolfgang G. Zeier, Jürgen Janek** (2017):  
*Interfacial Processes and Influence of Composite Cathode Microstructure Controlling the Performance of All-Solid-State Lithium Batteries.*  
ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES 9 (21), S. 17835–17845
- Sören Zint, Daniel Ebeling, Tobias Schlöder, Sebastian Ahles, Doreen Mollenhauer, Hermann A. Wegner, André Schirmeisen** (2017):  
*Imaging Successive Intermediate States of the On-Surface Ullmann Reaction on  $\text{Cu}(111)$ : Role of the Metal Coordination.*  
ACS NANO 11 (4), S. 4183–4190

# Impressum

## Zentrum für Materialforschung – Center for Materials Research

Justus-Liebig-Universität Gießen  
 Heinrich-Buff-Ring 16  
 35392 Gießen  
 Telefon +49 641 99 33 601  
 info@lma.uni-giessen.de  
 www.uni-giessen.de/lama

## Herausgeber

Prof. Dr. Jürgen Janek  
*Geschäftsführender Direktor*

## Agentur

NIGGEMANN KOMMUNIKATION, Wetzlar

## Konzeption & Gestaltung

Isabelle Laxa-Breuer

## Bildnachweis

Clemens Geis: Seite 28  
 Franz Möller: Seite 25 mitte, 30/31, 88 rechts  
 Georg Kronenberg: Seite 83 rechts  
 Heiko Barth: Seite 56/57, 58, 59  
 Isabelle Laxa-Breuer: Seite 44 oben, 60 links (Composing)  
 Jeweiliges Graduiertenkolleg: Seite 32  
 Jeweilige Nachwuchsgruppe: Seite 36, 37 unten, 38, 39 links, 41 links  
 Jeweilige Postdoktoranden/innen: Seite 25 rechts, 37 oben, 39 rechts, 74–91  
 Jeweilige Professoren/innen: Seite 21, 22, 24, 25 links, 26, 45, 74–91  
 Jeweilige Stipendiaten/innen: Seite 45  
 Kathrin Michel: Seite 44 unten  
 Martin Güngerich: Seite 33, 42/43, 47 unten, 68/69, 71  
 Michael Dürr: Seite 29  
 Nils W. Rosemann: Seite 20  
 Ralf Niggemann: Titelfoto/Umschlag, Seite 8/9, 10, 16, 17, 18/19, 34/35, 40, 62/63, 64, 66, 67, 72/73, 98/99  
 Rolf K. Wegst: Seite 7, 15, 23, 41 rechts oben, 46, 47 oben, 61, 79, 80, 81, 85 oben, 86 links, 89 links, 91 rechts  
 Simon Schneider: Seite 29  
 Thomas Leichtweiß: Seite 52, 55, Flyer 60 & 61, 85 unten rechts  
 Thomas X. Stoll: Seite 48/49, 50, 53, 54  
 Wolfgang Polkowski: Seite 60 (Plakat)  
 Zentrum für Materialforschung: Seite 12 (Grafikvorlage)

## Druck

Jürgen Haas Print Consulting e. K., Bad Endbach

## Auflage

200 Exemplare



**Zentrum für Materialforschung – Center for Materials Research**

Heinrich-Buff-Ring 16

35392 Giessen

Telefon +49 (0) 641 99 33 601

[info@lma.uni-giessen.de](mailto:info@lma.uni-giessen.de)

[www.uni-giessen.de/lama](http://www.uni-giessen.de/lama)