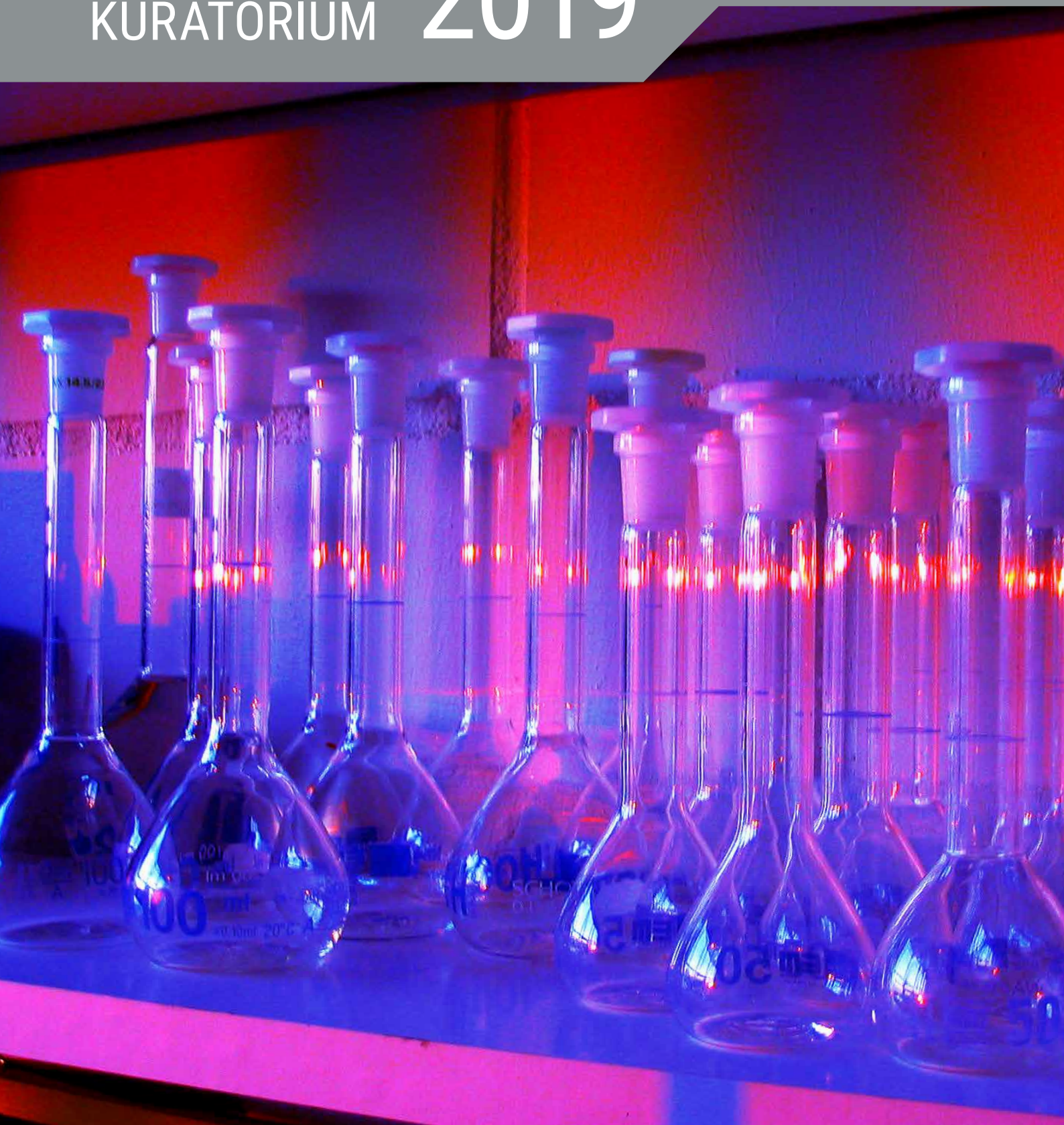




MAX-PLANCK-INSTITUT
FÜR POLYMERFORSCHUNG

BERICHT AN DAS KURATORIUM 2019



Titel: Meßkolben in einem Regal des Max-Planck-Instituts für Polymerforschung. Diese Kolben werden typischerweise verwendet, um Maßlösungen, beispielsweise in der Analytik, herzustellen. Das Bild wurde bei Sonnenaufgang fotografiert und die Farben stark nachbearbeitet. Bild: Katja Klein



MAX-PLANCK-INSTITUT
FÜR POLYMERFORSCHUNG

BERICHT AN DAS KURATORIUM

2019

VORWORT

Sehr geehrte Mitglieder des Kuratoriums,

2019 war ein Jahr, in dem die Konsolidierung unserer Infrastruktur wesentliche Fortschritte gemacht hat und wir uns dadurch jetzt noch mehr auf unsere gemeinsamen wissenschaftlichen Ziele konzentrieren können. Die wesentlichen Bau- und Renovierungsarbeiten sind abgeschlossen. Das betrifft vor allem die Renovierung der Labore von Tanja Weil. Damit kann ihre Gruppe jetzt endlich komplett aus Ulm nach Mainz umziehen.

Trotz dieser erfreulichen Entwicklung bleibt der Mangel an Platz ein großes aktuelles Problem. Dieser dringende Bedarf ist von allen zuständigen Gremien (MPG, GWK) bestätigt worden. Dazu ist ein neues Bürogebäude geplant, in dem nicht nur Büros, sondern auch zeitgemäße Räume für die Server der Theorie-Gruppe und erweiterten Platz für die Cafeteria vorhanden sein soll. Diese geplante Erweiterung würde uns den Platz bereitstellen, den wir dringend benötigen, um weiter international Spitzenforschung zu betreiben. Wir sind sehr dankbar, dass das Land Rheinland Pfalz dieses Vorhaben grosszügig unterstützen will.

Für ein Institut, welches so interdisziplinär arbeitet wie das Max-Planck-Institut für Polymerforschung, sind Kooperationen essentiell. Im vergangenen Jahr konnten wir unser Netzwerk aus Kooperationen weiter ausbauen. Neben dem bereits 2017 gegründeten Max Planck Center mit der Universität Twente für komplexe Fluide, kamen 2019 zwei Beteiligungen an Forschungszentren dazu: Am Max Planck-Bristol Center for Minimal Biology und am New York City Center for non-equilibrium Quantum Phenomena. Aufbauend auf einer langjährigen Kooperation haben wir außerdem ein Partnerlabor an der privaten Universität VISTEC in Thailand mit dem Schwerpunkt nachhaltige Materialien gegründet. Dazu kamen weitere vier Max Planck Partnergruppen mit ehemaligen Mitarbeitern in China, Spanien und Korea.

Das MPI-P bleibt eines der Max-Planck-Institute mit den meisten eingeworbenen individuellen Drittmitteln. Dabei sind das European Research Council und die Deutsche Forschungsgemeinschaft die wichtigsten Drittmittelquellen. So ist das Max-Planck-Institut für Polymerforschung an drei International Training Networks der EU beteiligt. Hervorzuheben ist die Genehmigung des Graduiertenkolleg 2516 „Structure formation of soft matter at interfaces“, in dem wir zusammen mit Kollegen der Fachbereiche Physik und Chemie der Universität Mainz Doktoranden ausbilden.

Auf Seiten der Gruppenleiter_innen entwickelt sich das Institut erfolgreich weiter. Wie schon in den vergangenen Jahren wurden 2019 einige Gruppenleiter_innen wie auch Postdoktorand_innen an internationalen Universitäten zu Professor_innen berufen. In den Jahren 2017-2019 wurden aus dem MPI-P 27 Mitarbeiter auf Professuren im In- und Ausland berufen. Gleichzeitig wurden vakante Gruppenleiterpositionen wieder gefüllt – die neuen Gruppenleiter_innen sind nun dabei, ihre Gruppen aufzubauen.

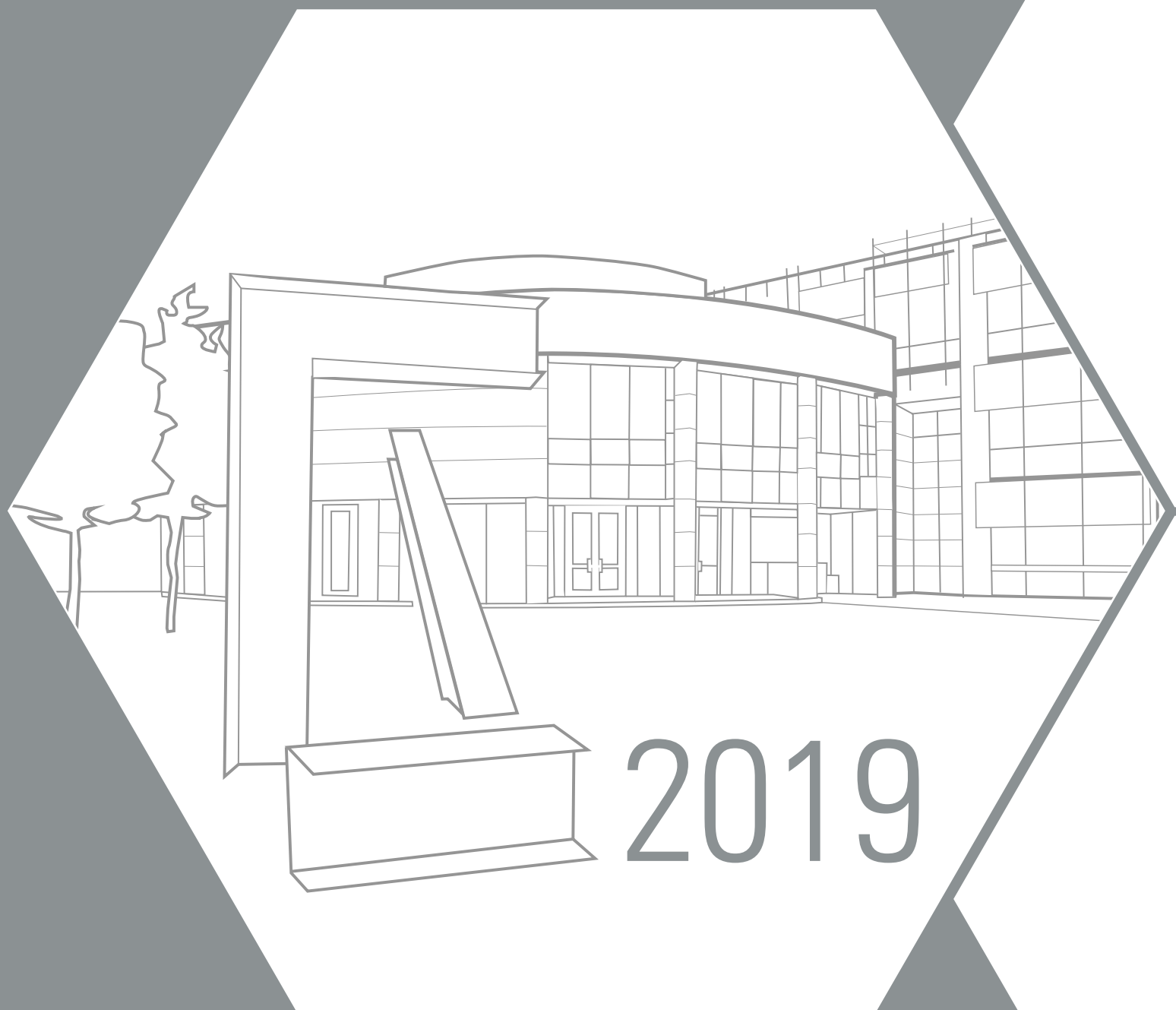
Das MPI-P war auch 2019 bestrebt, seine Forschung öffentlichkeitswirksam zu vermitteln. Im Online-Bereich wurde hierfür zum einen ein Twitter-Account gestartet, der sich inzwischen über 800 Followern erfreut. Zusätzlich wurde die Webseite des MPI-P komplett im neuen Corporate Design der Max-Planck-Gesellschaft überarbeitet und schließlich 2020 online geschaltet. Im Bereich der Durchführung von Veranstaltungen war das MPI-P u.a. auf dem Mainzer Wissenschaftsmarkt präsent und hat im Oktober gemeinsam mit dem benachbarten Max-Planck-Institut für Chemie einen Tag der Offenen Tür ausgerichtet.

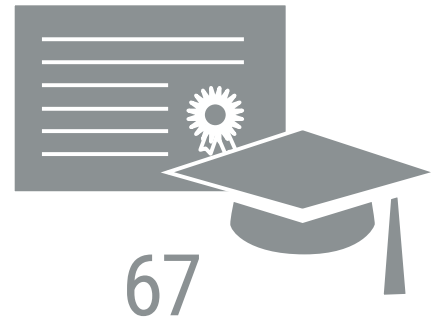
Mit den besten Grüßen

Hans-Jürgen Butt



DAS MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR POLYMERFORSCHUNG IN ZAHLEN





67

AKADEMISCHE
ABSCHLÜSSE



395

PUBLIKATIONEN
(BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENBEITRÄGE
& REVIEWS)



37 MIO. EURO
GESAMTBUDGET



589

PERSONEN



EINGANG



DAS INSTITUT

Geschichte des Instituts	2
Organigramm	6
Gremien des Instituts	8
Chancengleichheit	9
Außendarstellung des Instituts	10
Zentrale Wissenschaftliche Einrichtungen am MPI-P.....	12

GESCHICHTE DES INSTITUTS

Gegründet im Jahr 1984 blickt das Max-Planck-Institut für Polymerforschung in Mainz inzwischen auf eine über 30-jährige Geschichte zurück. Insgesamt elf Direktorinnen und Direktoren legten und legen bisher die wissenschaftliche Ausrichtung des Instituts fest. Seine Geschichte war geprägt von stetigem Fortschritt: Auf der wissenschaftlichen Seite wurden neue Forschungsbereiche erschlossen, auf der personellen Seite steigt die Personalzahl seit Gründung, und insgesamt wurde es um drei Bauabschnitte erweitert.



Prof. E. W. Fischer († 2011)



Prof. G. Wegner

Die kunststoffverarbeitende Industrie befand sich in den 1980er Jahren in einem bis dahin nicht gekannten Aufschwung. Hierdurch stieg der Bedarf der Industrie an Fachkräften mit Expertise im Bereich der Polymerwissenschaften. Über ein Drittel aller frisch promovierten Chemiker_innen fanden daher ihre erste Anstellung in einem Betrieb, der einen engeren Bezug zu Herstellung, Modifikation oder Verarbeitung von Kunststoffen hatte. Jedoch hatten nur ca. 10 % aller Hochschulabgänger_innen eine für diesen Themenbereich relevante Ausbildung erfahren.

Die wissenschaftliche Gemeinschaft konstatierte das Fehlen einer kritischen Masse an Personen, die Deutschland in diesem aufstrebenden Forschungs- und Industriegebiet international konkurrenzfähig machen sowie im wissenschaftlichen Bereich eine Exzellenz in der Forschung aufbauen konnte. Dies wurde nochmals verstärkt durch die Umstrukturierung des Fritz-Haber Instituts in Berlin und der damit verbundenen Einstellung der Forschung im Bereich der Polymerwissenschaften. 1979 führte diese Situation dazu, dass der Wissenschaftsrat eine „Kommission zur Lage der Polymerforschung in der Bundesrepublik Deutschland“ einberief. Diese und viele folgende Sitzungen führten

in ihrem Verlauf schlussendlich am 19.11.1982 zu einem Beschluss des Senats der Max-Planck-Gesellschaft, das „Max-Planck-Institut für Polymerforschung“ zu gründen.

Die Stadt Mainz konnte sich als Standort für das neu zu gründende Institut gegen die Städte Hamburg, Braunschweig, Bayreuth und Darmstadt durchsetzen, da hier die Möglichkeit bestand, ein eigenes Institutsgebäude in der Nachbarschaft des Campus der Johannes Gutenberg-Universität zu errichten. Des Weiteren existierten bereits starke Forschungsaktivitäten an der Universität in den Gebieten der Polymerchemie sowie -physik. Die Nähe zu großen industriellen Forschungszentren und die damit verbundenen Möglichkeiten der Kooperation unterstützten die Standortwahl nochmals.

Die Mission des neuen Instituts sollte sein, Forschung durchzuführen, um fundamentale Einsichten in die Eigenschaften von Polymermaterialien zu erhalten sowie deren Eignung zur Entwicklung von fortschrittlichen neuen Technologien zu überprüfen. Als Gründungsdirektoren wurden **Erhard W. Fischer** sowie **Gerhard Wegner** berufen, die ihrerseits bereits große Beiträge zur Gründung des Instituts geleistet hatten. Sie leiteten



Neubau des Max-Planck-Instituts für Polymerforschung 1985

die ersten Arbeitskreise zu den Thematiken Chemie bzw. Physik der Polymermaterialien. Im Jahr 1984 nahm schließlich das neue Institut die Forschung auf, damals noch in Übergangslaboratorien, die von der Universität Mainz bereitgestellt wurden. Gleichzeitig wurde **Hans W. Spiess** als weiterer Direktor berufen, um das Gebiet der Polymerspektroskopie aufzubauen.

Bereits 1985 begann man mit der Planung und Errichtung der ersten beiden Bauabschnitte des Institutsgebäudes am Rande des Geländes der Johannes-Gutenberg-Universität. Am 10. März 1986 konnte dann das Institut feierlich eröffnet werden.

Ende 1989 wurde **Klaus Müllen** als Direktor berufen, im Jahr 1993 **Wolfgang Knoll**. Mit der Berufung von **Kurt Kremer** auf dem Gebiet „Theorie der Polymere“ im Jahr 1995 kompletzte man die bei Institutsgründung geplante Anzahl von insgesamt sechs Arbeitskreisen.

Durch die neuen Berufungen und die stetig anwachsende Mitarbeiterzahl wurde der Platz in dem 1986 eröffneten Institutsgebäude schnell zu klein. Es folgte der dritte Bauabschnitt,



Prof. H. W. Spiess



Prof. K. Müllen



Prof. W. Knoll



Prof. K. Kremer



Prof. H.-J. Butt



Prof. K. Landfester



Prof. M. Bonn



Prof. P. Blom



Prof. T. Weil

der auch das Hörsaalgebäude mit dem nach Hermann Staudinger benannten Hörsaal beinhaltete. 1998 konnten die neuen Räume fertiggestellt und bezogen werden.

2002 trat **Hans-Jürgen Butt** mit seinem Arbeitskreis, der sich der „Physik der Grenzflächen“ widmet, die Nachfolge von Erhard W. Fischer an, der 1997 emeritiert wurde. Im gleichen Jahr starteten die Planungen für einen weiteren Erweiterungsbau, der das weiter wachsende Institut mit neuen Auswerteräumen versorgte sowie ein größeres Labor für ein Kernspinresonanz-Spektroskop bereitstellte. Dieser Bau konnte 2006 fertiggestellt und eröffnet werden.

Im Jahr 2008 emeritierte Gründungsdirektor Gerhard Wegner. Nach Umbauarbeiten für den neuen Arbeitskreis „Physikalische Chemie der Polymere“ folgte ihm **Katharina Landfester**. Wolfgang Knoll verlies im April 2008 das MPI-P und nahm eine Position am Austrian Institute of Technology als Geschäftsführender Direktor an. Diese so freigewordene Direktorenposition wurde 2011 durch **Mischa Bonn** mit dem Themengebiet „Molekulare Spektroskopie“ neu besetzt. Nach der Emeritierung von Hans-Wolfgang Spiess im Jahr 2012 wurde **Paul Blom** berufen,

der sich heute mit seinem Arbeitskreis dem Themengebiet „Molekulare Elektronik“ widmet. Die Berufung schloss den Bau eines Reinraumes mit ein, der im Februar 2015 fertig gestellt werden konnte.

Als letzte Neuberufung kam im Februar 2016 **Tanja Weil** ans Max-Planck-Institut für Polymerforschung. Sie folgte Klaus Müllen nach seiner Emeritierung und forscht mit ihrem Arbeitskreis heute auf dem Gebiet der „Synthese von Makromolekülen“.

Die heutigen sechs Arbeitskreise von Paul Blom, Mischa Bonn, Hans-Jürgen Butt, Kurt Kremer, Katharina Landfester und Tanja Weil forschen in gemeinsamen und interdisziplinären Projekten. Ausgehend von den Kernthemen der Arbeitskreise wurden sechs Themenfelder identifiziert, in denen sich die enge Zusammenarbeit der Gruppen besonders deutlich zeigt. Diese Querschnittsthemen sind im Einzelnen:



DEFECT ENGINEERING

Die Herausforderung besteht einerseits in der Herstellung von defektfreien, vordefinierten Materialien durch hohe Präzision und Reproduzierbarkeit. Andererseits können Defekte gezielt genutzt werden, um Materialeigenschaften zu steuern und zu optimieren.

MULTISKALEN-HERAUSFORDERUNGEN

Viele Eigenschaften synthetischer und biologischer Materialien werden durch Interaktionen und Prozesse über mehrere Längens- und Zeitskalen gesteuert. Am MPI-P stellen wir uns diesen Herausforderungen sowohl mit experimentellen als auch theoretischen Ansätzen.

PROTEINE AN GRENZFLÄCHEN

Nanopartikel sind gezielt darauf ausgerichtet, Wirkstoffe genau an den Punkt im Körper zu transportieren, an dem sie gebraucht werden. Um diese gezielte Lieferung zu steuern, untersuchen wir am MPI-P, wie Proteinhüllen um diese Nanopartikel geformt sind und wie sich diese nutzen lassen.

NICHTGLEICHGEWICHTS-PHÄNOMENE IN WEICHER MATERIE

Die Entstehung komplexer, makromolekularer Strukturen und deren Funktionalitäten beruhen immer auf Nicht-Gleichgewichts-Prozessen.

Diese hängen von der Historie des Systems ab und führen (meist) nicht ins thermodynamische Gleichgewicht. Neue experimentelle Techniken und theoretische Ansätze werden am MPI-P entwickelt, um diese Nicht-Gleichgewichtsprozesse zu charakterisieren, zu verändern und zu verstehen.

NANOMATERIALIEN IN DER MEDIZIN

In der Medizin wird die Forschung auf dem Gebiet der Nanomaterialien oft als Nanomedizin bezeichnet und dient der Entwicklung neuer Materialien und Technologien für eine möglichst sensitive Diagnostik und effizientere Therapien verschiedener Krankheiten. Am MPI-P werden neue Nanomaterialien mit hoher Präzision und funktionaler Komplexität unter Berücksichtigung ihrer biologischen Aktivität entwickelt und hergestellt.

WASSER AN GRENZFLÄCHEN

Wasser ist eine einzigartige Flüssigkeit mit starken, hochdynamischen, intermolekularen Wechselwirkungen und zudem das wichtigste Lösungsmittel. Am MPI-P wird Wasser auf molekularer, mesoskopischer und makroskopischer Ebene untersucht. Auf molekularer Ebene liegt unser Interesse insbesondere auf Wasser an Grenzflächen, um der Frage nachzugehen, wie Wassermoleküle mit und an Oberflächen oder Grenzflächen reagieren und wechselwirken.

ORGANIGRAMM

STAND 04/2020

Molekulare Elektronik



Prof. Dr. P. Blom

Molekulare Spektroskopie



Prof. Dr. M. Bonn

Physik der Grenzflächen



Prof. Dr. H.-J. Butt
Geschäftsführender Direktor

Theorie der Polymere



Prof. Dr. K. Kremer

GRUPPENLEITER

Dr. P. Gkoupidenis

Organische Bioelektronik

Dr. R. Graf

Festkörper-NMR-Spektroskopie

Dr. T. Marszalek

Organische Feldeffekttransistoren

Dr. J. Michels

Synthese und Physik d. Polymere

Dr. C. Ramanan

Ultraschnelle Optik

Dr. G.-J. Wetzelaer

Physik der organischen Halbleiterbauelemente

Prof. Dr. M. Baumgarten

Dendrimere

Dr. G. Gonella

Nano-Grenzflächen

Dr. M. Grechko

Kollektive Vibrationen in Molekülen

Dr. H. Kim

Phononenspektroskopie

Dr. K. Meister

Umweltrelevante Grenzflächen

Dr. Y. Nagata

Theoretische Spektroskopie

Prof. Dr. S. Parekh

Molekulare Mikroskopie

Dr. R. Ulbricht

Ultraschnelle Mikroskopie

Dr. H. Wang

Nano-optoelektronische Materialien

Dr. R. Berger

Molekulare Kräfte

Dr. M. Kappl

Mikrokontakte

Dr. K. Koynov

Fluoreszenz-Korrelations-Spektroskopie

Jun.-Prof. Dr. M. Mezger

Oberflächensensitive Röntgenbeugung

Prof. Dr. D. Vollmer

Superhydrophobizität

Jun.-Prof. Dr. S. Weber

Hochauflösende AFM-Mikroskopie

Prof. Dr. S. Wu

Oberflächenchemie

Dr. D. Andrienko

Struktureigenschaftsbeziehung

Dr. R. Cortes-Huerto

Statistische Mechanik

Priv.-Doz. Dr. K. Daoulas

Multiskalenmodellierung

Prof. Dr. B. Duenweg

Dynamische Simulationen

Dr. O. Kukhareenko

Datengetriebene Ansätze

Dr. J. Rudzinski

Biomolekulare Multiskalen-Simulationen

Dr. T. Stühn

Softwareentwicklung und IT

Dr. O. Valsson

Computational Chemistry

Prof. Dr. T. Vilgus

Lebensmittelphysik

GRUPPENLEITER MIT UNABHÄNGIGEM FORSCHUNGSGRUPPENLEITERSTATUS

Dr. K. Asadi

Humboldt-Forschungsgruppe
Organische Multiferroika

Prof. Dr. E. Backus

ERC- & Minerva-Forschungsgruppe
Wasser an Grenzflächen

Prof. Dr. G. Fytas

ERC-Forschungsgruppe
Phononik weicher Materie

Dr. T. Berau

Emmy-Noether-Forschungsgruppe
Biomolekulare Simulationen

Dr. K. F. Domke

Emmy-Noether- & Boehringer
Ingelheim Plus 3-Forschungsgruppe
Electrochemical Surface Science

Dr. J. Hunger

ERC-Forschungsgruppe
Dynamik von Flüssigkeiten

INFRASTRUKTUR – NICHTWISSENSCHAFTLICHE SERVICEGRUPPEN

A. Becker

Elektroniklabor

A. Gerstenberg

Mechanische Werkstatt

Dr. C. Schneider

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Dr. T. Stühn

EDV

F. Westermann

Bibliothek

INFRASTRUKTUR – WISSENSCHAFTLICHE SERVICEGRUPPEN

Dr. R. Graf

NMR an Feststoffen

Prof. Dr. M. Bonn

Röntgen-Photoelektronen-Spektroskopie

Dr. J. Hunger

Ultraschnelle optische Spektroskopie

Dr. R. Berger

Rasterkraftmikroskopie

Dr. M. Kappl

Focused Ion Beam

Dr. K. Koynov

Mechanische / dielektrische Eigenschaften

Dr. M. Mezger

Röntgenmethoden

Physikalische Chemie der Polymere



Prof. Dr. K. Landfester

Synthese von Makromolekülen



Prof. Dr. T. Weil

Geschäftsführender Direktor

Emeritierte Direktoren, auswärtige wiss. Mitglieder & Max-Planck Fellow

Dr. L. Caire da Silva

Synthetische Biologie

Dr. C. T. J. Ferguson

Bio-Photokatalyse

Dr. I. Lieberwirth

Kristallisation

Prof. Dr. V. Mailänder

Partikel & Zellen

Dr. S. Morsbach

Polymeranalytik

Dr. A. Riedinger

2D-Photonik

Dr. H. Thérien-Aubin

Dynamik an Nanokolloiden

Priv.-Doz. Dr. F. Wurm

Polyphosphate

Dr. K. Zhang

Photokatalyse

Dr. M. Klapper

Polymer-Materialien

Dr. S. L. Kuan

Protein-Therapeutika

Dr. D. Y. Ng

Synthetische lebensähnliche Systeme

Dr. J. Räder

Massenspektrometrie

Dr. C. Synatschke

Biomaterialien

Dr. M. Wagner

Nanodiamanten



F. Hornig

Verwaltungsleiterin

Verwaltung | International Office



Dr. M. Klapper

Wissenschaftlich-Technischer

Koordinator

Wissenschaftliche Koordination |

Baukoordination | Arbeitssicherheit

EMERITI & EHEMALIGE

Prof. Dr. E. W. Fischer (†)

Physik der Polymere

Prof. Dr. G. Wegner

Festkörperchemie

Prof. Dr. H.-W. Spiess

Polymerspektroskopie

Prof. Dr. W. Knoll

Materialwissenschaften

Prof. Dr. K. Müllen

Synthetische Chemie

AUSWÄRTIGE MITGLIEDER

Prof. Dr. K Binder

Mainz

Prof. Dr. G. Fytas

Heraklion, Kreta

Prof. Dr. E. W. Meijer

Eindhoven, Niederlande

MAX-PLANCK FELLOW

Prof. Dr. J. Hofkens

KU Leuven, Belgien

Dr. S. Wegner

MaxSynBio- &
ERC-Forschungsgruppe
Licht-kontrollierte Systeme

Dr. L. Nuhn

Emmy-Noether-Forschungsgruppe &
Liebig-Stipendium
Makromolekulare Therapeutika

Prof. Dr. K. Müllen

Emeritus-Forschungsgruppe
Graphene
Gruppenleiter: Dr. Akimitsu Narita

R. Schmuck

Glasbläserei

V. Lörtsch

Haustechnik

Dr. I. Lieberwirth

Elektronenmikroskopie

Dr. S. Morsbach

Polymeranalytik

J. Quambusch

Biocore

Dr. J. Räder

Massenspektrometrie

Dr. M. Wagner

Hochauflösende NMR-
Spektroskopie

GREMIEN DES INSTITUTS

KURATORIUM

Mitglieder

Dr. Wolfgang Baiker

Präsident & CEO, Boehringer Ingelheim Pharmaceuticals, Inc., USA

Dr. Jürgen Barwich

BASF SE, Ludwigshafen

Prof. Dr. Michael Dröscher

ChemSite Initiative, Dorsten

Michael Ebling

Oberbürgermeister der Stadt Mainz

Ursula Groden-Kranich

Bundestagsabgeordnete für den Wahlkreis Mainz/Mainz-Bingen

Dr. Gerald Hauf

Polymer-Chemie GmbH, Bad Sobernheim

Prof. Dr. Gerald Haug

MPI für Chemie, Mainz | Präsident der Leopoldina, Halle

Prof. Dr. Georg Krausch

Präsident der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Inga Schäfer

Generalsekretärin der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz

Dr. Martin Vollmer

Clariant International, Pratteln (CH)

Prof. Dr. Kurt Wagemann

DECHEMA, Frankfurt a. M.

Prof. Dr. Konrad Wolf

Staatsminister für Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur des Landes Rheinland-Pfalz, Mainz

Max-Planck-Gesellschaft

Rüdiger Willems

Generalsekretär der Max-Planck-Gesellschaft

Institutsbetreuung

Simone Bischoff

Generalverwaltung der Max-Planck-Gesellschaft

FACHBEIRAT (2020)

Mitglieder

Prof. Dr. Ashutosh Chilkoti

Durham, NC, USA

Prof. Minhaeng Cho

Seoul, Südkorea

Prof. Dr. Daan Frenkel

Cambridge, Großbritannien

Prof. Dr. Stephen Garoff

Pittsburgh, PA, USA

Prof. Rainer Haag

Berlin, Deutschland

Prof. Dr. George Malliaras

Cambridge, Großbritannien

Prof. Iain McCulloch

London, Großbritannien

Prof. Dr. Eiichi Nakamura

Tokio, Japan

Prof. Dr. Monica Olvera de la Cruz

Evanston, IL, USA

Prof. Dr. Walter Richtering

Aachen, Deutschland

Prof. Martina Stenzel

Sydney, Australien

Prof. Dr. Helma Wennemers

Zürich, Schweiz

Prof. Dr. Karen Winey

Philadelphia, USA

Prof. Elsa Yan

New Haven, USA

CHANCENGLEICHHEIT

Die Schaffung von Chancengleichheit für Frauen ist ein zentrales Anliegen der Max-Planck-Gesellschaft sowie unseres Max-Planck-Instituts für Polymerforschung. Um Chancengleichheit auf allen Ebenen – von Direktorinnen und Direktoren bis zu Masterstudentinnen und Masterstudenten – zu realisieren, ist unsere Gleichstellungsbeauftragte Dr. Beate Schiewe aktiv und sichtbar.

2017 erstellte sie zusammen mit der Geschäftsleitung einen Gleichstellungsplan für die nächsten Jahre. In diesem Plan wurde der aktuelle Stand dargestellt und Maßnahmen wie Dual Career Service, Kinderbetreuung, flexible Arbeitszeiten, Karriereseminare und Mentoringprogramme für Wissenschaftlerinnen festgehalten, um den Anteil an Frauen in allen Karriereebenen zu halten und zu steigern.

Um Gleichstellung schon früh zu realisieren und auf lange Sicht ein ausgewogenes Geschlechterverhältnis im wissenschaftlichen Bereich zu realisieren, beteiligt sich das MPI-P jährlich am sogenannten „Girls' Day“, an dem Schülerinnen explizit zu einem Tag am MPI-P eingeladen werden. Der Girls' Day wird sowohl vom Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend als auch vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. Laut Aussage der Veranstalter erhalten ein Drittel aller teilnehmenden Unternehmen danach Bewerbungen der Teilnehmerinnen.

Institutsintern werden ebenfalls an Studentinnen, Doktorandinnen und Postdoktorandinnen gerichtete Veranstaltungen durchgeführt, wie beispielsweise ein Sicherheitstraining, Karriereberatung und Mentoring.

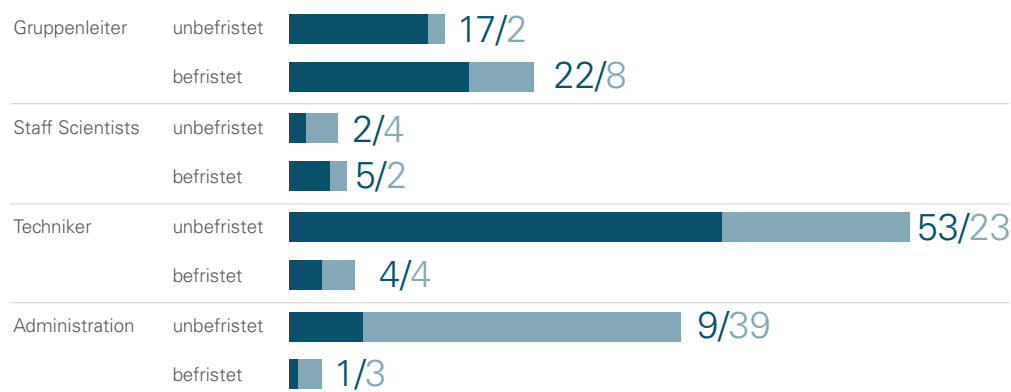
Auch auf der Direktoratsebene hat das MPI-P eine Vorreiterrolle: Als erstes Institut der CPT-Sektion wurden zwei

Arbeitskreise von Direktorinnen geleitet: Der Arbeitskreis „Physikalische Chemie der Polymere“ von Prof. Katharina Landfester sowie der Arbeitskreis „Synthese von Makromolekülen“ von Prof. Tanja Weil. Mit einem Anteil von 33 % Wissenschaftlerinnen auf der W3 Ebene liegt das Institut weit über dem Durchschnitt der MPG (16,4 %)

Schon 2013 gründete Prof. Katharina Landfester mit Kolleginnen und Kollegen aus der CPT-Sektion das Elisabeth-Schiemann-Kolleg – ein Mentoring-Netzwerk, um hervorragende Wissenschaftlerinnen zu unterstützen, eine Professur, eine Max-Planck-Direktion oder eine gleichwertige Position zu erhalten. Drei MPI-P-Gruppenleiterinnen waren Mitglieder des Kollegs.

Das MPI-P zieht Wissenschaftlerinnen erfolgreich durch eine Vielzahl von Aktivitäten an und versucht ständig, ihre Anzahl zu erhöhen. Durch die sehr guten Karriereaussichten nach einem Forschungsarbeiten am Institut vermindert sich zwar die Anzahl, macht uns aber sehr stolz und spricht für die hervorragenden Bedingungen am MPI-P. So erhielt Seraphine Wegner eine Professur an der Uni Münster und Ellen Backus an der Uni Wien.

Am MPI-P sind 39 % der Doktoranden weiblich (in der CPT-Sektion sind es 28,2 %), 41 % der Postdocs sind Wissenschaftlerinnen (25,4 % in CPT-Sektion) und 20 % Gruppenleiter sind weiblich (18,2 % in CPT-Sektion) und insgesamt beschäftigt das Institut rund 37 % Wissenschaftlerinnen (u. a. Doktorandinnen, leitende Wissenschaftlerinnen, W2 und W3-Professorinnen (entspricht den Direktorinnen)). Bezogen auf festangestellte Mitarbeiter_innen sind derzeit 25 Wissenschaftler_innen (ohne Direktor_innen) permanent angestellt. Von diesen festen Stellen sind 24 % mit Frauen besetzt.



Unbefristete bzw. befristete Stellen von Frauen und Männern am Institut im Vergleich (Stichtag: 31.12.2019)

AUSSENDARSTELLUNG DES INSTITUTS

Als öffentlich gefördertes Forschungsinstitut ist uns die Außendarstellung unserer Forschung ein wichtiges Anliegen. Dabei möchten wir einerseits einen Beitrag zum positiven gesellschaftlichen Ansehen der Grundlagenforschung leisten; zum anderen dient die Sichtbarkeit des Instituts und seiner Mitarbeiter_innen national wie international auch dazu, neue Nachwuchswissenschaftler_innen für unsere Forschung zu interessieren und zu gewinnen. Unsere Aktivitäten der Außendarstellung richten sich daher sowohl an die Medien in ihrer Funktion als Multiplikatoren als auch direkt an die interessierte Öffentlichkeit.

Pressemitteilungen zählen zu unseren wichtigsten Kommunikationswerkzeugen und werden regelmäßig zu Forschungsergebnissen, zu Personalien, zu Preisen oder zur Einwerbung neuer Forschungsprojekte veröffentlicht. Im Jahr 2019 haben wir Pressemitteilungen zu unterschiedlichen Themen herausgegeben, wie z. B. „Den Regen für Hydrovoltaik nutzen“, „Molekulare Milch-Mayonnaise“ oder „Nylon als Baustein für transparente elektronische Geräte“ (siehe Kapitel „Forschung“). Viele der insgesamt 22 im Jahr 2019 herausgegebenen Mitteilungen wurden von Tageszeitungen und Zeitschriften oder auch von Fernsehsendern aufgegriffen. Beispiele hierfür sind unter anderem ein Artikel in der Zeitschrift „Elektronik“ (Weka Fachmedien) über einen neuen Typ organischer Leuchtdioden (Gruppenleiter Gert-Jan Wetzelaer) und ein Fernsehbeitrag über die „Wundheilung mit Nanofasern“ durch den Fernsehsender Sat.1 (Gruppenleiter Christopher Synatschke).

Neben den medialen Reaktionen auf Pressemitteilungen wird die Presseabteilung des Instituts auch angefragt, um Expert_innen aus dem Institut zu spezifischen Themen zu vermitteln. Zudem werden teilweise unsere Wissenschaftler_innen auch direkt von Journalist_innen angefragt, die zu aktuellen Themen recherchieren. Katharina Landfester wurde beispielsweise mehrmals zum Thema Kunststoffe kontaktiert - so auch für die Sendung „Scobel“ zum Thema „Plastikflut“ (3Sat) oder für einen Podcast des Deutschlandfunks zum Einsatz von Plastik in der Medizin. Frederik Wurm präsentierte seine Forschung bei den „Campus Talks“ von ARD alpha mit dem Vortrag „Nanotechnologie statt Pestizide in der Landwirtschaft“.

In der direkten Kommunikation stellen externe Wissenschaftler_innen wie auch die allgemeine Öffentlichkeit zwei wichtige Zielgruppen dar, die wir mit Hilfe von Social Media-Kanälen beziehungsweise Veranstaltungen adressieren.

Anfang 2019 haben wir beispielsweise einen Twitter-Account für das Institut gestartet, der inzwischen über 800 Follower zählt – die Tendenz ist steigend. Viele Follower sind Wissenschaftler_innen anderer Institutionen. Zudem werden unsere Inhalte teilweise auch über die Social Media-Kanäle der Max-Planck-Gesellschaft verbreitet, die mit einer Follower-Zahl von über 150.000 (Twitter) für eine nochmal stärkere Verbreitung unserer Nachrichten sorgt.



Blick in die Senderegie bei der 3Sat-Sendung Scobel zum Thema „Plastikflut“. Auf den Monitoren ist Katharina Landfester zu sehen, die als Expertin eingeladen war.

Ein weiteres wichtiges Werkzeug der Kommunikation stellt die Webseite des Instituts dar. Mitte 2019 startete das Relaunch-Projekt unserer Webinhalte in ein zeitgemäßes und modernes Erscheinungsbild der Max-Planck-Gesellschaft. Bereits Anfang 2020 konnten wir unsere Webseite erfolgreich freigeben. Durch ihr responsives Design kann sie nun auch problemlos über mobile Endgeräte besucht werden.

Ein weiteres wichtiges Standbein der direkten Kommunikation sind Veranstaltungen, die unsere teils sehr komplexen wissenschaftlichen Themen einer breiten Öffentlichkeit im direkten Kontakt nahe bringen. So war das MPI-P in 2019 wie auch in den Jahren zuvor auf dem Mainzer Wissenschaftsmarkt vertreten. Der Arbeitskreis von Tanja Weil lockte hunderte von Besuchern mit spielerischen Elementen zu den Themen Verkapselung von Medikamenten, Superabsorber oder auch der Heilung geschädigter Nervenbahnen mittels so genannter „Hydrogele“ an.

Im Oktober 2019 waren wir gemeinsam mit dem Max-Planck-Institut für Chemie Gastgeber des alljährlich stattfindenden Mainzer Familientags, zu dem mehr als 600 Besucher kamen. An diesem Tag präsentierten sich verschiedene Mainzer Institutionen mit Mitmach-Angeboten unter dem Motto „Kunst-Stoffe“. Die beiden Mainzer MPis nutzten diese Gelegenheit, um ihre Türen zu öffnen und auch Laborführungen anzubieten.

Eine andere uns wichtige Zielgruppe sind Schülerinnen und Schüler. Für diese bieten wir Laborführungen an, um diese mit unserer Forschung vertraut zu machen. Besonders interessierte Schülerinnen und Schüler haben auch die Möglichkeit, sich für ein Praktikum zu bewerben und so Einblicke in den Arbeitsalltag am MPI-P zu gewinnen.

Für das Jahr 2020 sind weitere Maßnahmen der Presseabteilung geplant, unter anderem einen Youtube-Channel, um so die Forschung auch audiovisuell mit entsprechenden Erklärgrafiken und -animationen zu vermitteln. Aufgrund der Corona-Pandemie muss dies jedoch situationsabhängig entschieden werden, so dass zunächst einmal an der Konzeption und Umsetzung einer Mitarbeiterzeitschrift gearbeitet werden soll.



Wissenschaftsmarkt 2019. Im Hintergrund ein Puzzle, an dem die Besucherinnen und Besucher nachvollziehen konnten, wie Hydrogele zur Nervenregeneration beitragen können. V. l. n. r.: Prof. Georg Krausch, Präsident der JGU, Gruppenleiter Dr. Christopher Synatschke und Direktorin Prof. Tanja Weil.



Gruppenleiter Dr. Konrad Meister präsentiert jungen Besucherinnen und Besuchern seine Forschung am Tag der Offenen Tür der Mainzer Max-Planck-Institute



Twitter-Kanal des Instituts mit Stand vom 15. Mai 2020.

ZENTRALE WISSENSCHAFTLICHE EINRICHTUNGEN AM MPI-P

Das Institut verfügt über eine Reihe von zentralen Einrichtungen, wie z. B. Analytik der Polymere, NMR-Spektroskopie, EDV, Röntgenstrukturanalyse, Rasterkraftmikroskopie, Elektronenmikroskopie und mechanische Spektroskopie. Diese als „Servicegruppen“ bezeichneten Einrichtungen sind zwar jeweils einem Direktor zugeordnet, können aber von allen Mitarbeitern in Anspruch genommen werden.

EDV DR. TORSTEN STUEHN



Die EDV-Abteilung ist verantwortlich für die IT-Infrastruktur des Instituts. Sie kümmert sich um den Betrieb, die Pflege und den Ausbau des Netzwerks sowie der hierüber bereitgestellten IT-Dienste samt der erforderlichen Server-Hardware, inklusive der HPC Systeme der Theoriegruppe. Darüber hinaus versorgt und berät sie die Mitarbeiter_innen in IT-Belangen und bietet Hilfe bei Problemen.

ELEKTRONENMIKROSKOPIE DR. INGO LIEBERWIRTH



Die zentrale Einrichtung Elektronenmikroskopie betreibt am MPI-P zwei Rasterelektronenmikroskope und drei Transmissionselektronenmikroskope. Das Tätigkeitsfeld umfasst neben dem Betrieb der Mikroskope die Probenpräparation, die Ausbildung junger Wissenschaftler_innen an den Geräten, Servicemessungen für verschiedenste Projekte und die Entwicklung neuer Mess- und Präparationsmethoden.

FOCUSED ION BEAM DR. MICHAEL KAPPL



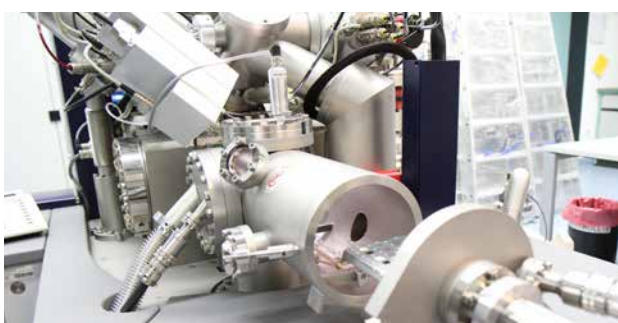
Die fokussierte Ionenstrahl-Ätzanlage erlaubt die Mikro- bzw. Nanostrukturierung von Oberflächen mit einer Genauigkeit von bis zu 10 Nanometern. Ferner können Dünnschnitte für die Transmissionselektronenmikroskope oder Querschnitte von dünnen Schichten oder Partikeln präpariert werden.

HOCHAUFLÖSENDE NMR-SPEKTROSKOPIE DR. MANFRED WAGNER



Die NMR-Gruppe analysiert neue organische und anorganische Substanzen, die in Lösung oder als Gel vorliegen. Die NMR-Spektroskopie kann dreidimensionale Strukturen berechnen und sorgt so für ein tieferes Verständnis von Zusammensetzung und molekularem Aufbau unterschiedlichster chemischer Verbindungen wie z. B. Monomeren, Polymeren und funktionalen Materialien.

MASSENSPEKTROMETRIE DR. HANS-JOACHIM RÄDER



In der Massenspektrometrie werden im Prinzip Moleküle „gewogen“. Das „Wiegen“ erfolgt mit sehr hoher Genauigkeit und funktioniert mit kleinsten Probenmengen. Die Servicegruppe Massenspektrometrie untersucht Proben aus der Synthesechemie und liefert Informationen zur Identifikation neuer Verbindungen, Struktur und Reinheit von sowohl kleinen organischen Molekülen als auch großen Polymermolekülen.

MECHANISCHE / DIELEKTRISCHE EIGENSCHAFTEN DR. KALOIAN KOYNOV



Das Labor bietet zahlreiche Möglichkeiten, um die mechanischen und dielektrischen Eigenschaften von Polymer-schmelzen und -lösungen sowie Hydrogelen zu charakterisieren. Materialeigenschaften wie Viskosität, Elastizität und dielektrische Konstanten können durch eine Vielzahl von hochmodernen Analysegeräten gemessen werden.

NMR AN FESTSTOFFEN DR. ROBERT GRAF



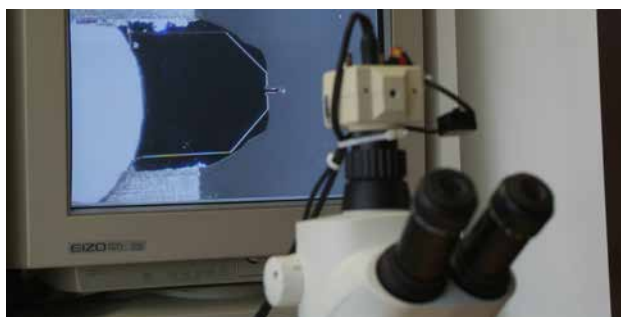
Mit dem Verfahren der Kernmagnetischen Resonanzspektroskopie werden Feststoffe auf ihre chemische Struktur und lokale Wechselbeziehungen hin untersucht. Die gewonnenen Erkenntnisse schaffen ein tieferes Verständnis molekularer Prozesse von thermischen sowie elektronischen Eigenschaften und bilden daher die Grundlage zum Verständnis von Struktur-Eigenschafts-Beziehungen.

POLYMERANALYTIK DR. SVENJA MORSBACH



Die wichtigsten Tätigkeitsbereiche der Polymeranalytikgruppe umfassen Servicemessungen für Arbeitsgruppen des Instituts, die Weiterentwicklung von analytischen Methoden und Geräten sowie verschiedene Forschungsprojekte. Eine Vielfalt an Methoden wird zur Charakterisierung von Polymeren und funktionellen Materialien angewendet, u. a. chromatographische Methoden, Lichtstreuung, Thermoanalytik und Viskosimetrie.

RASTERKRAFTMIKROSKOPIE DR. RÜDIGER BERGER



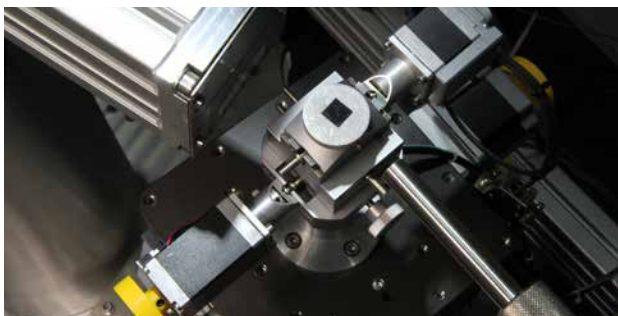
Mit dieser Methode können sowohl Topografie als auch Reibung, Adhäsion, Elastizität, elektrische und magnetische Felder, elektrische Potentiale sowie Ströme von Materialien auf Nanometer-Skala untersucht werden. Die Rasterkraftmikroskopie wird vor allem in Luft und in Flüssigkeiten angewendet. Wissenschaftler_innen können Messungen als Service beauftragen oder nach Anleitung Messungen auch selbstständig durchführen.

REINRAUM HANS-JÜRGEN GUTTMANN



Der neue Reinraum wurde im Juli 2016 vollständig funktionsfähig an das Institut übergeben. Er ist eine Grundvoraussetzung für die Mikrostrukturierung sowie für die Probenpräparation unter besonders reinen Bedingungen – mit weniger als 29 Partikeln pro Kubikmeter, die größer als 5 µm sind. Zur Strukturierung von Polymeren sowie Metallen stehen photolithographische Verfahren und eine reaktive Ionen-Ätzanlage zur Verfügung.

RÖNTGENMETHODEN DR. MARKUS MEZGER



Die röntgenographischen Streuungsmethoden am Institut erlauben die strukturelle Charakterisierung von harten und weichen Materialien sowie Feststoffen und Flüssigkeiten. Typische Längenskalen reichen von wenigen Ångström (0,1 nm) für kristalline, anorganische Materialien bis zu ca. 100 nm bei supramolekularen Strukturen. Temperaturabhängige Messungen erlauben es z. B., Phasenübergänge oder Relaxationsprozesse im thermodynamischen Gleichgewicht zu studieren.

RÖNTGEN-PHOTOELEKTRONEN-SPEKTROSKOPIE PROF. MISCHA BONN



Ein Schlüsselaspekt der Forschung am MPI-P ist das Design bzw. die Modifikation von Oberflächen, um Eigenschaften wie Benetzung oder chemische Reaktivität gezielt zu kontrollieren. Hierzu bietet die Röntgen-Photoelektronen-Spektroskopie die Möglichkeit, die molekulare Zusammensetzung der Oberfläche mit Hilfe von Röntgenstrahlung zu untersuchen und zu quantifizieren.

ULTRASCHNELLE OPTISCHE SPEKTROSKOPIE DR. JOHANNES HUNGER



Mit Hilfe der ultraschnellen optischen Spektroskopie können die Eigenschaften von Oberflächen auf molekularer Ebene untersucht werden. Untersuchungen von Molekülschwingungen an Oberflächen erlauben es die Umgebung und Ausrichtung eines Moleküls zu bestimmen. Mittels ultrakurzer Laserpulse können auch Photoreaktionen in Echtzeit verfolgt werden.



FORSCHUNG

Nylon als Baustein für transparente elektronische Geräte?	18
Kleine Teilchen, große Wirkung	20
Den Regen für Hydrovoltaik nutzen	22
Molekulare Milch-Mayonnaise	24
Magnetische Mikroboote	26
Wie Nerven wachsen können	28
Publikationsstatistik	31
Ausgewählte Publikationen	32

NYLON ALS BAUSTEIN FÜR TRANSPARENTE ELEKTRONISCHE GERÄTE?



ÜBER KAMAL ASADI

Kamal Asadi erhielt seinen Master- und Dokortitel in Physik in den Jahren 2005 bzw. 2010 von der Universität Groningen (Niederlande). Seine Doktorarbeit befasste sich mit der Realisierung von ferroelektrischen Speicherdiolen und optoelektronischen Bauelementen auf der Basis ferroelektrischer Polymere, für die er im April 2010 von der Materials Research Society mit der Silbermedaille des Graduate Student Award ausgezeichnet wurde. Anschließend wechselte er zu den Philips Research Laboratories in Eindhoven, Niederlande.

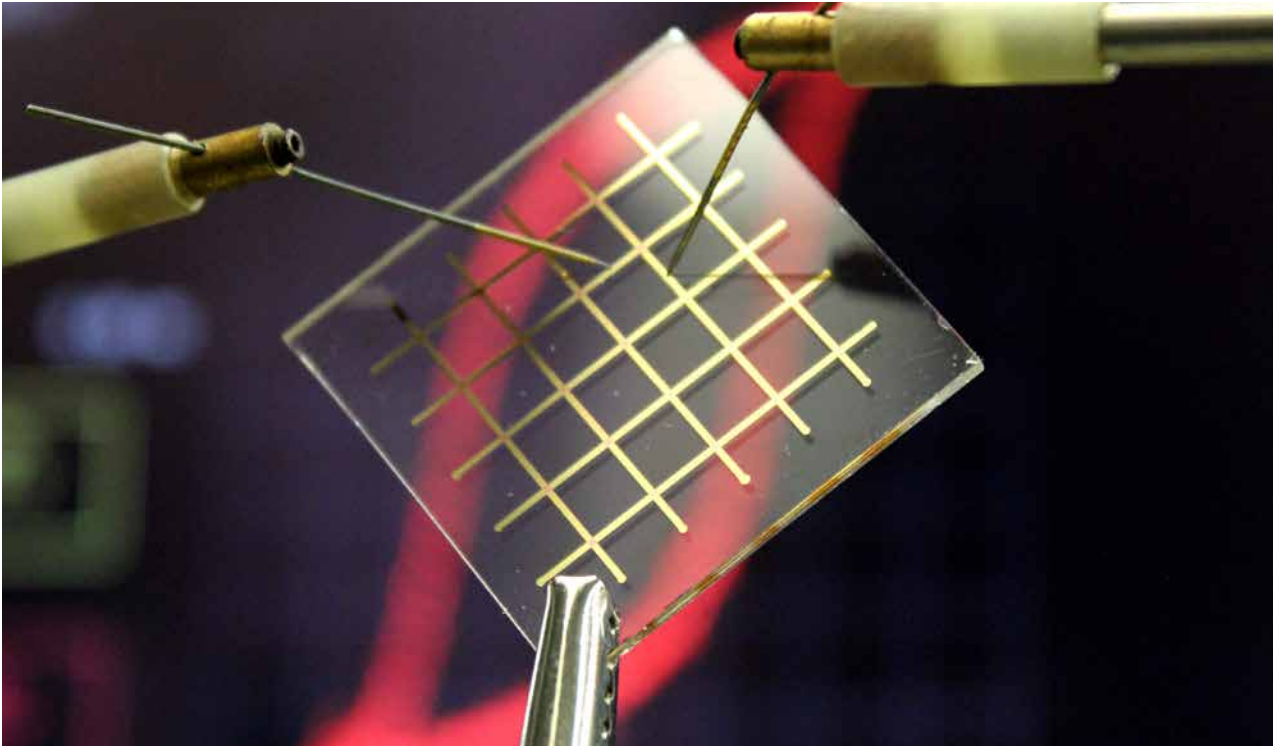
Nach seinem Wechsel ans Max-Planck-Institut für Polymerforschung erhielt er den hoch angesehenen Sofja Kovalevskaja-Preis der Alexander von Humboldt-Stiftung in Deutschland, um seine Forschung über organisch-anorganische multiferroelektrische Hybride fortzusetzen. Seine Gruppe arbeitet nun aktiv an der Materialwissenschaft, von der Synthese bis zur Physik, der verschiedenen ferroelektrischen Polymere für die Anwendung in bleifreien flexiblen optoelektronischen Bauelementen sowie in Energy Harvestern und Sensoren.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben unter der Leitung von Dr. Kamal Asadi eine vier Jahrzehnte alte Herausforderung gelöst. Sie haben dünne Nylonschichten hergestellt, die beispielsweise in elektronischen Speicherkomponenten eingesetzt werden können. Die dünnen Nylonschichten sind mehrere 100-mal dünner als ein menschliches Haar und könnten daher für Anwendungen in biegsamen elektronischen Geräten oder für Elektronik in Kleidungsstücken attraktiv sein.

ARBEITSKREIS PROF. PAUL BLOM

Da sich die Elektronik-Industrie heutzutage immer mehr in Richtung tragbarer Geräte sowie elektronischer (E-)Textilien verlagert, könnten in Zukunft elektronische Materialien wie Ferroelektrika in unsere Kleidung integriert werden. Nylon, eine Familie synthetischer Polymere, wurde erstmals in den 1940er Jahren für Damenstrümpfe eingeführt und gehört heute zu den am häufigsten verwendeten synthetischen Fasern in Textilien. Es besteht aus einer langen Kette von sich wiederholenden molekularen Einheiten, d. h. Polymeren, wobei jede sich wiederholende Einheit eine bestimmte Anordnung von Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff sowie Kohlenstoffatomen enthält.

Neben der Verwendung in Textilien wurde gezeigt, dass einige Nylons auch sogenannte „ferroelektrische Eigenschaften“ aufweisen. Dies bedeutet, dass positive und negative elektrische Ladungen getrennt werden können und dieser Zustand aufrechterhalten werden kann. Ferroelektrische Materialien werden beispielsweise in Sensoren, Aktuatoren, Speichern und Geräten zur Energiegewinnung eingesetzt. Der Vorteil beim Einsatz solcher Polymere besteht darin, dass sie mit geeigneten Lösungsmitteln verflüssigt und somit in gelöstem Zustand kostengünstig zu flexiblen Dünnschichten verarbeitet werden können, die sich für elektronische Komponenten wie Kondensatoren, Transistoren und Dioden eignen. Dies macht ferroelektrische Polymere zu einer geeigneten Wahl für die Integration in Textilien. Obwohl Nylonpolymere im Laufe der Jahre bedeutende kommerzielle Anwendungen in Geweben und Fasern gefunden ha-



Transparentes Nylon könnte in Zukunft einen wichtigen Baustein für die Entwicklung transparenter elektronischer Schaltungen darstellen.

ben, wurde sie bisher in elektronischen Geräten nur selten eingesetzt, da es unmöglich war, hochwertige dünne Schichten aus ferroelektrischem Nylon durch Lösungsverarbeitung herzustellen.

Wissenschaftler des MPI-P haben nun in Zusammenarbeit mit Forschern der Johannes Gutenberg-Universität Mainz und der Universität Lodz dieses vierzig Jahre alte Problem gelöst und ein Verfahren zur Herstellung ferroelektrischer Nylon-Dünnschichtkondensatoren entwickelt, indem sie Nylon in einer Mischung aus Trifluoressigsäure und Aceton aufgelöst und im Vakuum wieder verfestigt haben. Sie konnten dünne Nylonschichten herstellen, die typischerweise nur wenige 100 Nanometer dick sind, also mehrere 100 mal dünner als ein menschliches Haar. „Mit dieser Methode haben wir extrem glatte Dünnschichten hergestellt. Dies ist sehr wichtig, da es den elektrischen Durchbruch von beispielsweise Kondensatoren und somit die Zerstörung elektronischer Schaltungen verhindert. Gleichzeitig sind die dünnen Filme aufgrund der Glätte transparent, was transparente elektronische Geräte ermöglicht“, sagt Gruppenleiter Dr. Kamal Asadi.

Mit ihrem neu entwickelten Verfahren konnte die Gruppe um Kamal Asadi Hochleistungs-Nylonkondensatoren

herstellen. Die Wissenschaftler unterzogen die Prototypen ausgedehnten Spannungszyklen und bewiesen die Stabilität des ferroelektrischen Nylons bei Millionen von Auf- und Entladevorgängen. Die dünnen Nylonschichten könnten in Zukunft zu einem wichtigen Bestandteil für den Einsatz in der flexiblen Elektronik werden und Anwendung in biegsamen elektronischen Geräten oder für Elektronik in Kleidungsstücken finden. Diese neuen Erkenntnisse ebnen den Weg zu multifunktionalem Gewebe, das sowohl als Stoff für Kleidung dient als auch gleichzeitig aus unserer Körperbewegung Strom erzeugen kann.

ORIGINALPUBLIKATION

S. Anwar, D. Pinkal, W. Zajaczkowski, P. von Tiedemann, H. S. Dehsari, M. Kumar, T. Lenz, U. Kemmer-Jonas, W. Pisula, M. Wagner, R. Graf, H. Frey and K. Asadi: [Solution-processed transparent ferroelectric nylon thin films](#), SCIENCE ADVANCES 5(8), eaav3489 (2019)

KLEINE TEILCHEN, GROSSE WIRKUNG



ÜBER MISCHA BONN

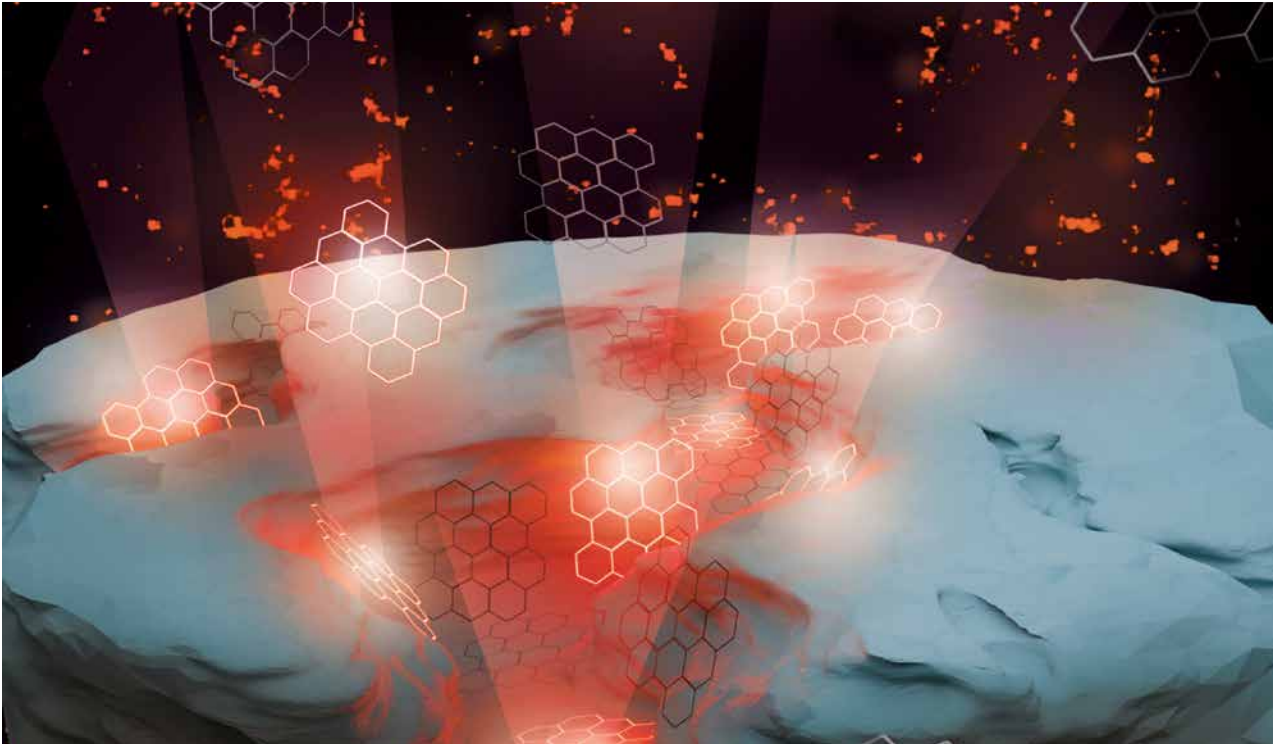
Mischa Bonn ist seit 2011 Mitglied der MPG. Er schloss 1993 an der Universität Amsterdam (NL) seinen MSc in Physikalischer Chemie mit höchster Auszeichnung ab und promovierte 1993-1996 am FOM-Institut für Atom- und Molekularphysik in Amsterdam. Nach zwei Postdoc-Aufenthalten am Fritz-Haber-Institut (1997-1999) und der Columbia University, New York (1998-1999), wurde er 1999 Assistenzprofessor an der Leiden University. 2002 erhielt er eine Anstellung und Beförderung zum außerordentlichen Professor. Im Jahr 2004 kehrte er als Gruppenleiter an das FOM-Institut zurück. Seit 2005 ist er außerordentlicher Professor an der Universität Amsterdam und seit 2012 Honorarprofessor an der Universität Mainz. Er hat für seine Arbeit mehrere Preise und Auszeichnungen erhalten, darunter die Goldmedaille der Royal Dutch Chemical Society und den Van't Hoff Preis der Deutschen Bunsengesellschaft. Seine wissenschaftlichen Interessen konzentrieren sich auf die Entwicklung und Anwendung von laserbasierter (Ultrakurzzeit-) Spektroskopie, um unser Verständnis von Naturphänomenen zu verbessern, insbesondere an Grenzflächen - oft mit seinem Lieblingsmolekül Wasser.

Konventionelle Lichtmikroskope können Strukturen nicht mehr abbilden, wenn diese einen Abstand haben, der kleiner als etwa die Lichtwellenlänge ist. Mit „Super-resolution Microscopy“, entwickelt seit den 80er Jahren, kann man diese Einschränkung jedoch umgehen, indem fluoreszierende Materialien eingesetzt werden. An unserem Institut haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nun entdeckt, dass aus Graphen bestehende Nano-Moleküle genutzt werden können, um diese Mikroskopie-Technik zu verbessern. Diese Nano-Moleküle bieten eine Reihe essentieller Vorteile gegenüber den bisher verwendeten Materialien, die die Mikroskopie-Technik noch vielfältiger einsetzbar machen.

ARBEITSKREIS PROF. MISCHA BONN

Mikroskopie ist eine wichtige Untersuchungsmethode in der Physik, Biologie, Medizin und vielen anderen Wissenschaften. Sie hat jedoch einen Nachteil: Ihre Auflösung ist durch physikalische Prinzipien beschränkt. Strukturen können nur abgebildet werden, wenn diese räumlich eine Distanz größer als die halbe Lichtwellenlänge haben. Dies entspricht, bei blauem Licht, dann ungefähr einem Abstand von 200 Nanometern, also 200 millionstel Millimetern.

Diese Grenze kann durch die sogenannte „Superresolution-Microscopy“ umgangen werden. Heute gibt es eine Reihe verschiedener solcher Verfahren. Bei der hier angewandten Mikroskopie-Technik werden fluoreszierende Partikel durch Licht zum Leuchten angeregt. Das wieder ausgesendete Licht besitzt jedoch eine leicht andere Wellenlänge, also andere Farbe, als das anregende Licht. Die Position dieser fluoreszierenden Partikel kann mit einer größeren Genauigkeit bestimmt werden als durch die Lichtwellenlänge vorgegeben: Wenn sie hierbei zufällig blinken, leuchten zwei benachbarte Partikel typischerweise nicht gleichzeitig. Dies bedeutet, dass deren Signale sich nicht überlagern und hierdurch die Positionen der einzelnen Partikel unabhängig voneinander bestimmt werden können, die Partikel also auch bei sehr kleinen Abständen getrennt voneinander abgebildet, also „aufgelöst“ werden können. Unsere Forscherinnen und Forscher haben nun gezeigt, dass aus Graphen hergestellte Nanopartikel – sogenanntes „Nanographen“, welches aus einer nur eine Atomlage dicken Kohlenstoff-Schicht besteht – Eigenschaften besitzt, die ideal für diese spezielle Mikroskopie-Technik sind.



Nanopartikel aus Graphen blinken unregelmäßig, wenn sie mit Licht angeregt werden. Dies sorgt für eine höhere Auflösung in der Mikroskopie.

In der Vergangenheit wurden für diese Art der Mikroskopie bereits andere Materialien eingesetzt, wie Farbstoffe, sogenannte Quantenpunkte oder auch fluoreszierende Proteine. Nanographen zeigt hierbei optische Eigenschaften, die mit den besten dieser Materialien mithalten können. Zusätzlich zu seinen exzellenten optischen Eigenschaften ist Nanographen nicht toxisch und sehr klein. Im Vergleich zu allen anderen Materialien zeichnet es sich durch die Eigenschaft aus, dass seine Blinkfrequenz unabhängig von der jeweiligen Umgebung ist. Somit kann Nanographen sowohl in Luft wie auch in wässrigen Lösungen oder anderen Lösungsmitteln verwendet werden. Nanographen kann zusätzlich modifiziert werden, damit es nur an bestimmten interessanten Stellen einer zu untersuchenden Probe haftet, z. B. an einer spezifischen Organelle in einer Zelle.

„Wir haben Nanographen mit dem goldenen Standard bei dieser Mikroskopie-Technik verglichen – dem organischen Farbstoff Alexa 647“, so Direktor Prof. Mischa Bonn. „Wir konnten dabei feststellen, dass Nanographen ähnlich effizient ist wie dieser Farbstoff, also ähnlich viel des eingestrahnten Lichts in eine andere Farbe umwandeln kann, hierbei jedoch keine speziell zugeschnittenen Umgebungsbedingungen benötigt, wie dies bei Alexa der Fall ist“.

Um das am Max-Planck-Institut für Polymerforschung hergestellte Nanographen zu testen, haben die Wissenschaftler mit der Gruppe von Prof. Christoph Cremer am Institut für Molekulare Biologie (IMB) in Mainz zusammengearbeitet. Es wurde eine Glasoberfläche präpariert, die nanometergroße Risse aufwies. Hier wurden Nanographen-Partikel aufgebracht, die sich vor allem in den Rissen anlagerten. Im Vergleich mit konventioneller Mikroskopie konnten sie so zeigen, dass unter Nutzung der Graphen-Nanopartikel die Auflösung um einen Faktor 10 gesteigert werden konnte.

Die Wissenschaftler sehen die Entwicklung ihres Materials als einen wichtigen Schritt bei der Superresolution-Mikroskopie.

ORIGINALPUBLIKATION

X. Liu, S.-Y. Chen, Q. Chen, X. Yao, M. Gelléri, S. Ritz, S. Kumar, C. Cremer, K. Landfester, K. Müllen, S. H. Parekh, A. Narita and M. Bonn: [Nanographenes: Ultrastable, Switchable, and Bright Probes for Super-Resolution Microscopy](#), ANGEWANDTE CHEMIE INTERNATIONAL EDITION 59(1), 496–502 (2020)

DEN REGEN FÜR HYDROVOLTAIK NUTZEN



ÜBER AMY STETTEN

Amy Stetten absolvierte ihre Bachelor-Arbeit in Physik am Barnard College der Columbia University in Manhattan. Danach besuchte sie die Carnegie Mellon University (CMU) in Pittsburgh, Pennsylvania, wo sie sowohl einen Master in Physik und Chemieingenieurwesen als auch einen Dokortitel in Physik erwarb. Während ihrer Zeit an der CMU arbeitete sie in der multidisziplinären Gruppe der Professoren Stephen Garoff, Robert Tilton und Todd Przybycien, wo sie sich mit weicher kondensierter Materie und der Physik von Flüssigkeitsgrenzflächen befasste. Ihre Doktorarbeit konzentrierte sich auf Kapillar- und Transportphänomene von Flüssigkeitstropfen auf mischbaren flüssigen Subphasen.

Nach ihrer Promotion zog sie nach Deutschland, um am MPI-P als Postdoc bei Projektleiter Stefan Weber und Direktor Hans-Jürgen Butt zu arbeiten. In dieser Gruppe kombiniert sie ihren Hintergrund in der Kapillarphysik mit dem Fachwissen ihrer neuen Gruppe in Elektronik und Oberflächenscan-Techniken, um die Ladungstrennung zwischen Flüssigkeitstropfen und festen Oberflächen zu untersuchen.

Wassertropfen, die auf Oberflächen fallen oder über sie gleiten, können Spuren elektrischer Ladung hinterlassen, so dass sich die Tropfen selbst aufladen. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus dem Arbeitskreis von Hans-Jürgen Butt haben dieses Phänomen, das uns auch in unserem Alltag begleitet, nun detailliert untersucht. Sie entwickelten eine Methode zur Quantifizierung der Ladungserzeugung und entwickelten zusätzlich ein theoretisches Modell zum besseren Verständnis. Nach Ansicht der Wissenschaftler könnte der beobachtete Effekt eine Möglichkeit zur Energieerzeugung und ein wichtiger Baustein zum Verständnis der Reibungselektrizität sein.

ARBEITSKREIS PROF. HANS-JÜRGEN BUTT

Wassertropfen, die über nicht leitende Oberflächen gleiten, sind überall in unserem Leben zu finden: Vom Tropfen einer Kaffeemaschine über eine Dusche bis hin zu einem Regenschirm bei Sturm. Wenn ein Tropfen über eine solche Oberfläche gleitet, erzeugt er eine Ladungsspur. Folglich sammelt der Tropfen die umgekehrte Ladung. Obwohl dieses Aufladungsphänomen allgegenwärtig vorhanden ist, ist nur wenig darüber bekannt.

Unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben diesen Effekt nun genauer untersucht. Dazu ließen sie nacheinander Tropfen über eine geneigte Fläche aus hydrophobem Glas gleiten. Sie maßen die gesammelte Ladung in Abhängigkeit von der Gleitlänge sowie von der Ladung, die durch frühere rutschende Tropfen zurückgelassen wurde. Sie entwickelten ein theoretisches Modell, das zwei gegensätzliche Effekte kombiniert: die schnelle Deposition von Ladung durch aufeinanderfolgende Tropfen und die langsame Entladung der Oberfläche hinter den Tropfen.

„Das Modell passt perfekt zu unseren experimentellen Beobachtungen“, sagt Dr. Amy Stetten, die als Postdoc in der Gruppe der beiden Professoren Stefan Weber und Hans-Jürgen Butt arbeitet. Mit ihrem



Tropfen, die über Oberflächen gleiten, können Ladungen trennen. Dieser Effekt kann möglicherweise genutzt werden, um kleine Energiemengen zu erzeugen, wenn keine andere Quelle verfügbar ist

neu entwickelten Modell wollen die Forscher grundlegende physikalische Effekte wie Reibungselektrizität verstehen und auch Oberflächen entwickeln, die diesen Effekt für die Stromerzeugung ausnutzen und verstärken.

Der damit verbundene Effekt der Reibungselektrizität ist ebenfalls wenig verstanden. Es ist jedoch möglich, dass der beobachtete Effekt und Reibungselektrizität eng miteinander verbunden sind. Viele von uns erleben dies beim Föhnen der Haare. „Wenn zwei Haare in Kontakt kommen und sich aufladen, sind es nie nur die beiden Haare, sondern die beiden Haare mit einer Wasserschicht dazwischen. Einige Experimente in der Literatur zeigen, dass man bei einer Luftfeuchtigkeit nahe Null keine Aufladung aufgrund von Reibung mehr sieht“, sagt Stetten.

Aus Anwendungssicht könnte der Effekt genutzt werden, um kleine Mengen an Strom zu erzeugen, wo keine andere Quelle zur Verfügung steht. Dies kann beispielsweise bei kleinen, stromsparenden Sensoren in isolierten, regnerischen Umgebungen der Fall sein.

Die Forscher werden die Arbeit fortsetzen, um besser zu verstehen, wie das Material der Oberfläche oder Eigenschaften wie Oberflächenrauigkeit die Trennung von Ladungen beeinflussen. Sie zielen darauf ab, Materialien herzustellen, die Ladungen effektiver trennen, damit diese Oberflächen für reale Anwendungen genutzt werden können.

ORIGINALPUBLIKATION

A. Z. Stetten, D. S. Golovko, S. A. L. Weber and H.-J. Butt: [Slide electrification: charging of surfaces by moving water drops](#), *SOFT MATTER* **15**(43), 8667–8679 (2019)

MOLEKULARE MILCH-MAYONNAISE



ÜBER THOMAS VILGIS

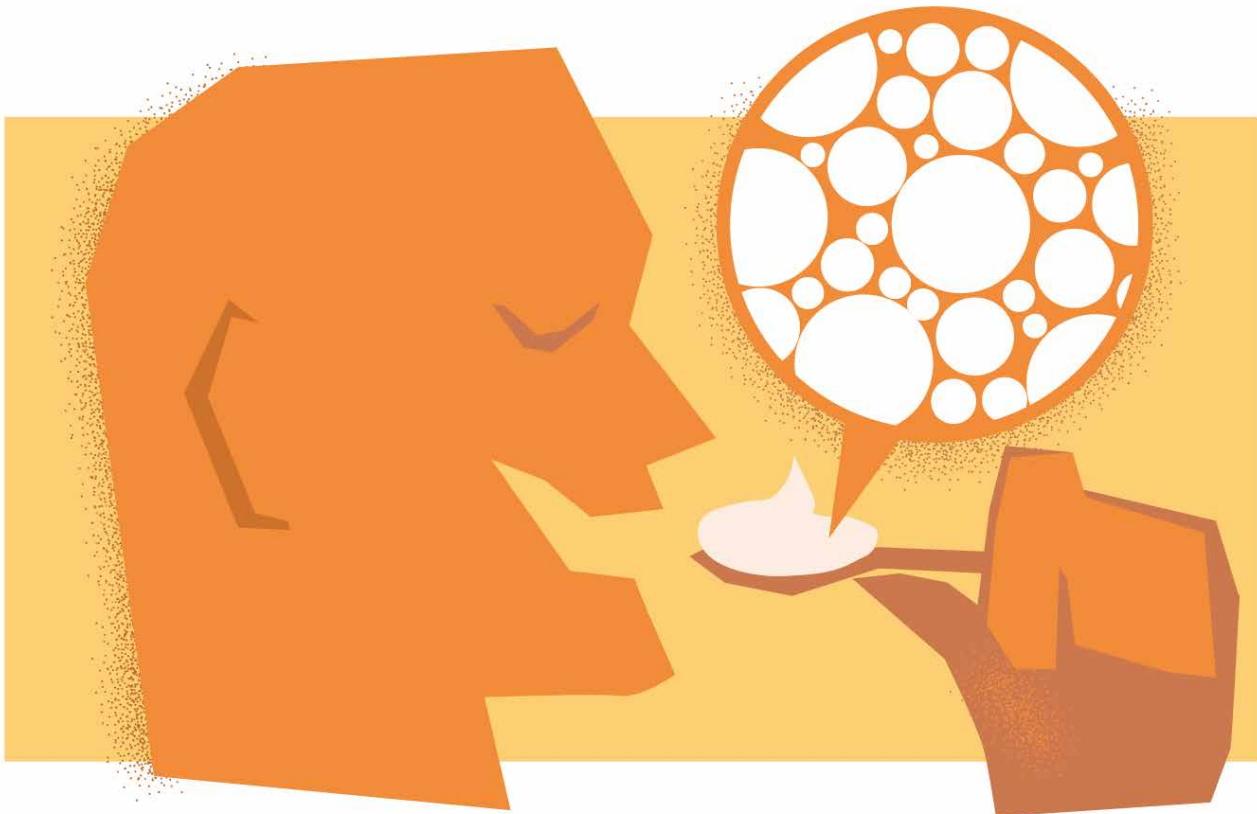
Thomas Vilgis studierte Physik und Mathematik in Ulm. Für die darauf folgende Promotion wechselte er ans Cavendish-Laboratorium in Cambridge. Im Jahr 1990 habilitierte er sich an der Universität Mainz, wohin er auch 1996 als Professor berufen wurde. Seit 1985 ist er Forschungsgruppenleiter am Max-Planck-Institut für Polymerforschung in Mainz. Neben seiner Forschung ist Thomas Vilgis bekannt für seine zahlreichen Buchpublikationen auf dem Gebiet der physikalischen und chemischen Aspekte des Essens und gerngesehener Gast in Radio- und Fernsehbeiträgen. Sein „Journal Culinaire“, bei dem er als Herausgeber fungiert, wurde unlängst beim „World Cookbook Award“ als „Best of the World – 2. Platz“ ausgezeichnet.

Ob im Kartoffelsalat oder zu Pommes: Mayonnaise auf Ei-basis wird in vielfältigen Gerichten verwendet. Mayonnaise aus Milch ist ungewöhnlich, sie kann aber viel mehr. Wie deren mikroskopischen Eigenschaften und das Gefühl, welches sie im Mund hinterlässt – die sogenannten Textur – zusammenhängen, haben nun Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler um Prof. Thomas Vilgis genauer untersucht. Sie konnten hierbei Zusammenhänge zwischen dem Ölanteil sowie der Festigkeit nachweisen. Weiterhin konnten Sie Milchmayonnaise durch Erwärmen so verändern, dass sie bei gleichen Inhaltsstoffen eine andere, gallertartige Textur aufwies.

ARBEITSKREIS PROF. KURT KREMER

Milch-Mayonnaise kann auch zu Hause einfach hergestellt werden, indem mit einem Mixer Öl mit Milch vermischt wird. Auf molekularer Ebene spielen hierbei die beiden Emulgatoren Kasein und Molke eine entscheidende Rolle: Diese sorgen dafür, dass sich Öl gut in der größtenteils aus Wasser bestehenden Milch lösen kann. Molke beispielsweise ist ein Molekül, das in roher Milch in einem zusammengefalteten bzw. verknüllten Zustand vorliegt. Wird eine Milch-Öl-Mischung mit einem Mixer aufgeschlagen, entfaltet sich dieses Molekül und kann sich als Grenzschicht um das Öl legen und so kleine Öltröpfchen in die wässrige Milch einbetten. Das Resultat ist eine Mayonnaise.

Die Größe dieser Öltröpfchen bestimmt entscheidend, wie cremig die Mayonnaise am Ende im Mund wirkt. „Wir konnten zeigen, dass die Größe der Tröpfchen direkt mit dem Mischungsverhältnis zwischen Öl und Milch zusammenhängt“, so Thomas Vilgis, Gruppenleiter der „Food-Science“ Gruppe im Arbeitskreis von Prof. Kurt Kremer. „Größe und Anzahl beeinflussen direkt, wie frei sich ein einzelnes Öltröpfchen bewegen kann bzw. wie stark es zwischen anderen Tröpfchen eingesperrt ist“.



In der Milch-Mayonnaise bilden sich kleine Öltröpfchen, deren Größe und Anordnung maßgeblich für die Konsistenz der Mayonnaise verantwortlich sind.

Kleinere Tröpfchen können sich viel enger zusammenlagern. Betrachtet man also nur ein einziges Tröpfchen, so ist dies von anderen, eng benachbarten Tröpfchen eingesperrt – es bildet sich eine Art Käfig. Dies macht es für das Öltröpfchen immer schwieriger, sich zu bewegen. Im Resultat wird die Mayonnaise hierdurch fester. Erst bei genügend Kraft auf die einzelnen Tropfen – wie sie z. B. mit der Zunge beim Essen ausgeübt wird – können sich die Tröpfchen aus ihrem Käfig befreien und fangen an, gegeneinander zu fließen: Die ursprünglich feste Mayonnaise wird cremig. Diese Vorgänge lassen sich im Labor mittels Mikroskopie bei gleichzeitiger Scherung, d. h. mechanischer Belastung, direkt beobachten - sogenannte „Rheo-optics“.

„Wir konnten zeigen, dass für eine feste Mayonnaise ein Mindest-Öl-Anteil von 68 % benötigt wird, am cremigsten wird sie mit 73 % Öl“, so Vilgis. „Will man die Mayonnaise noch weiter stabilisieren, kann man sie auf 65 - 70 Grad erwärmen“. Beim Erwärmen bilden sich an den Molkeprotei-

nen, welche die Öltröpfchen umhüllen, freie Bindestellen, die sich mit benachbarten Molkeproteinen verbinden – ähnlich Puzzleteilen, die sich mit anderen Puzzleteilen zu einem Bild zusammenfügen. Dabei werden die Öltröpfchen in einem Proteinnetz festgezurr.

Die auf diese Art hergestellte Masse hat dann, so Vilgis, eher die Textur eines weichen, cremigen und doch gelierten Puddings als von Mayonnaise, besteht aber nach wie vor aus den gleichen Inhaltsstoffen.

ORIGINALPUBLIKATION

Braun, Hanewald and Vilgis: [Milk Emulsions: Structure and Stability](#), FOODS 8(10), 483 (2019)

MAGNETISCHE MIKROBOOTE



ÜBER H LO SE THÉRIEN-AUBIN

H lo se Thérien-Aubin studierte Chemie an der Universit  de Montréal in Kanada. Sie promovierte über die Diffusion in Polymersystemen mittels NMR-Spektroskopie in der Gruppe von Prof. Julian Zhu. Anschließend war sie Postdoktorandin am Department of Materials Science and Engineering der Cornell University und entwickelte bei Prof. Christopher K. Ober Antifouling-Polymer-B rschenbeschichtungen. Danach schloss sie sich der Gruppe von Prof. Eugenia Kumacheva an der University of Toronto an und beschäftigte sich mit der Selbstorganisation von Nanopartikeln sowie der Herstellung von nanostrukturierten Materialien und funktioneller weicher Materie. Seit 2016 ist sie als Gruppenleiterin in der Abteilung von Prof. Katharina Landfester am MPI-P tätig. Ihre Forschungsinteressen reichen von der Konformation und Dynamik von Polymeren in räumlich begrenzten Umgebungen bis hin zur Herstellung adressierbarer Nanokolloide.

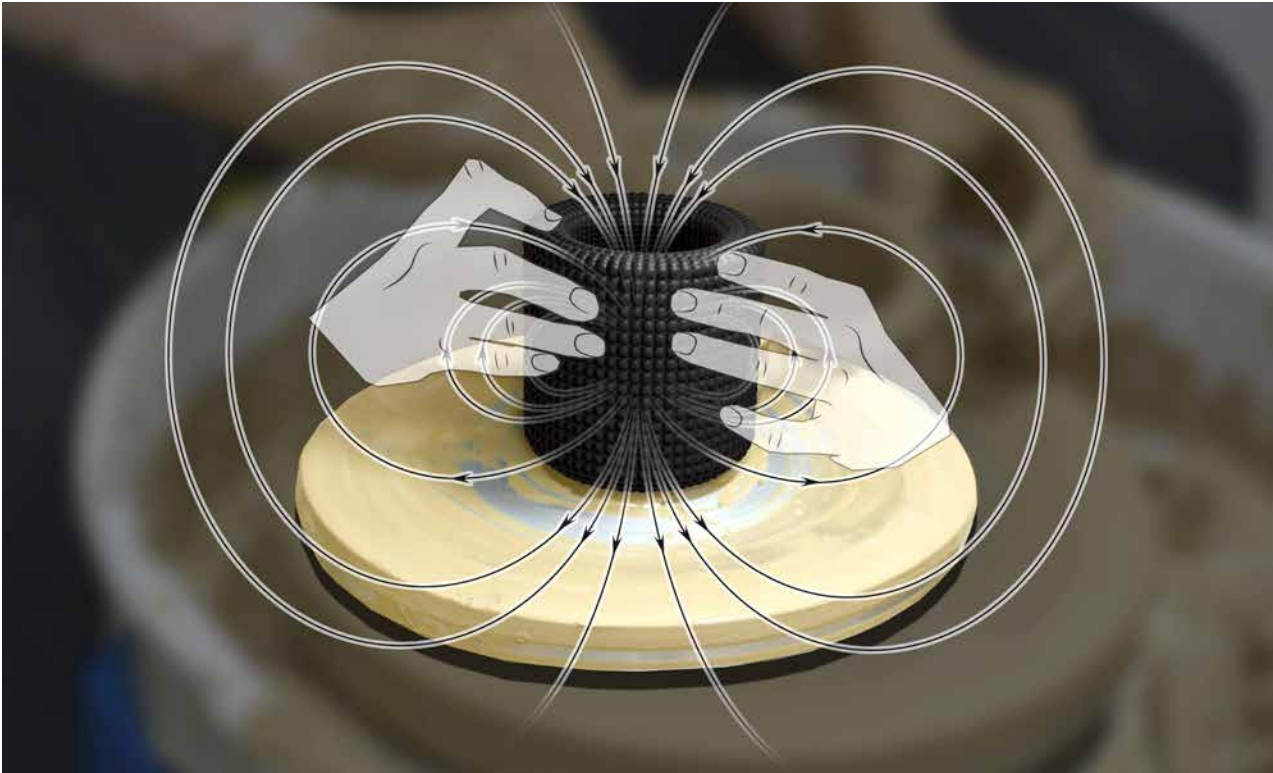
Nano- und Mikrotechnologie sind nicht nur für medizinische Anwendungen wie in der Wirkstofffreisetzung vielversprechende Kandidaten, sondern auch für die Entwicklung kleiner Roboter oder flexibler integrierter Sensoren. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler um H lo se Thérien-Aubin haben mit einer neu entwickelten Methode magnetische Mikropartikel hergestellt, die den Weg für den Bau von Mikromotoren oder die Zielführung von Medikamenten im menschlichen Körper, wie z.B. zu einem Tumor, ebnen könnten. Die Herstellung solcher Strukturen sowie deren Bewegung kann einfach durch Magnetfelder gesteuert werden und findet daher Anwendung in einer Vielzahl von Bereichen.

ARBEITSKREIS PROF. KATHARINA LANDFESTER

Die magnetischen Eigenschaften eines Materials bestimmen, wie dieses Material auf das Vorhandensein eines Magnetfeldes reagiert. Eisenoxid ist der Hauptbestandteil von Rost, aber auch - in einer anderen kristallinen Form - von Flachmagneten, die an vielen Kühlschränken zu finden sind. Diese beiden Formen von Eisenoxid weisen unterschiedliche magnetische Eigenschaften und Reaktion auf das Vorhandensein eines Magnetfeldes auf, da sich die Ausrichtung der kleinen magnetischen Bereiche im Inneren ändert. Im Nanometerbereich - im Größenbereich von etwa 30 Millionstel Millimetern - kommt bei einer Größe, die der einer magnetischen Domäne entspricht, ein neuer Effekt ins Spiel: der Superparamagnetismus. Superparamagnetische Nanopartikel weisen nur in Gegenwart eines Magnetfeldes eine hohe Magnetisierung auf, sie behalten jedoch keine Magnetisierung, wenn das magnetische Feld abgeschaltet wird.

Dieser reversible Effekt könnte in zukünftigen medizinischen Anwendungen genutzt werden, bei denen Medikamente nichtinvasiv im Blut zu einem bestimmten Ort geleitet werden müssen. Wenn sich jedoch mehrere dieser Nanopartikel zu größeren Strukturen - so genannten Clustern - verbinden, verlieren sie ihre superparamagnetischen Eigenschaften. Darüber hinaus ist es eine technische Herausforderung, mit einem solchen Material beliebige Strukturformen herzustellen.

In Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern aus der Gruppe von Dr. H lo se Thérien-Aubin aus dem Arbeitskreis von Prof. Katharina



Mit einem magnetischen Feld können Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Polymerforschung die Struktur bestimmen, die von sogenannten „superparamagnetischen Nanopartikeln“ gebildet wird.

Landfester, die auf die Herstellung von Nanopartikeln spezialisiert ist, und Wissenschaftlern aus dem Arbeitskreis von Prof. Hans-Jürgen Butt, die an wasserabweisenden Oberflächen arbeiten, wurde ein neues Verfahren zur Lösung dieser beiden Probleme entwickelt. Zunächst wurden superparamagnetische Nanopartikel aus Eisenoxid in eine Schutzhülle aus Polystyrol, einem nicht-magnetischen Kunststoff, eingekapselt, um ihren Superparamagnetismus auch bei der Bildung großer Aggregate zu erhalten. Die Schutzhülle fungiert in diesem Fall als Abstandshalter zwischen den Nanopartikeln.

Nach der Herstellung dieser Nanopartikel setzen die Wissenschaftler Tröpfchen bestehend aus einer Suspension von superparamagnetischen Nanopartikeln in Wasser auf eine Oberfläche, auf der wie auf einem Lotusblatt Wasser abgewiesen wird. Dadurch bilden die Tropfen eine kugelförmige Form. Nach dem Verdampfen des Wassers erhielten die Wissenschaftler eine dreidimensionale Struktur, die nur aus Nanopartikeln besteht.

Die Forscher konnten zeigen, dass sie die Größe und Form der resultierenden Struktur variieren können, wenn sie die Konzentration der Nanopartikel im Wasser verändern und einen externen Magneten verwenden, während sie das Wasser verdampfen. Die Veränderung der Konzentration

der Nanopartikel führt zu unterschiedlichen Strukturgrößen von mehreren Mikrometern (Millionstel Meter) bis zu mehreren Millimetern. Eine Variation der Stärke des äußeren Magnetfeldes führt zu unterschiedlichen Formen, da die Nanopartikel mit dem Magneten und auch untereinander interagieren.

Mit diesem Präparationsverfahren wurden nicht-kugelförmige Strukturen wie tonnenförmig, kegelartig oder zweitürmig erhalten. „Dies ist ein großer Schritt in Richtung Einsatz von superparamagnetischen Mikrostrukturen in modernen Anwendungen, da unsere Methode sehr vielseitig einsetzbar sowie zeit- und materialeffizient ist“, sagt Héloïse Thérien-Aubin.

ORIGINALPUBLIKATION

M. Hu, H.-J. Butt, K. Landfester, M. B. Bannwarth, S. Wooh and H. Thérien-Aubin: [Shaping the Assembly of Superparamagnetic Nanoparticles](#), ACS NANO 13(3), 3015–3022 (2019)

WIE NERVEN WACHSEN KÖNNEN



ÜBER CHRISTOPHER SYNATSCHKE

Christopher Synatschke hat an der Universität Bayreuth zunächst Diplom-Chemie studiert, um anschließend seine Doktorarbeit in der Arbeitsgruppe von Prof. Axel H.E. Müller anzufertigen. Während dieser Zeit konnte er Forschungsaufenthalte an der University of New South Wales (Sydney, Australien) und der University of Tokyo (Japan) durchführen. Nach Abschluss der Doktorarbeit mit Bestnote (summa cum laude) im Jahr 2013, führte er seine Forschung in der Gruppe von Prof. Samuel Stupp an der Northwestern University (Chicago, USA) fort. Dabei wurde er durch ein Feodor Lynen Stipendium der Humboldt Stiftung unterstützt. Im Jahr 2017 kehrte Christopher Synatschke zunächst als Post-Doc in der Arbeitsgruppe von Prof. Tanja Weil am Max-Planck Institut für Polymerforschung (MPI-P) nach Deutschland zurück. Seit 2018 ist er als Gruppenleiter am MPI-P tätig.

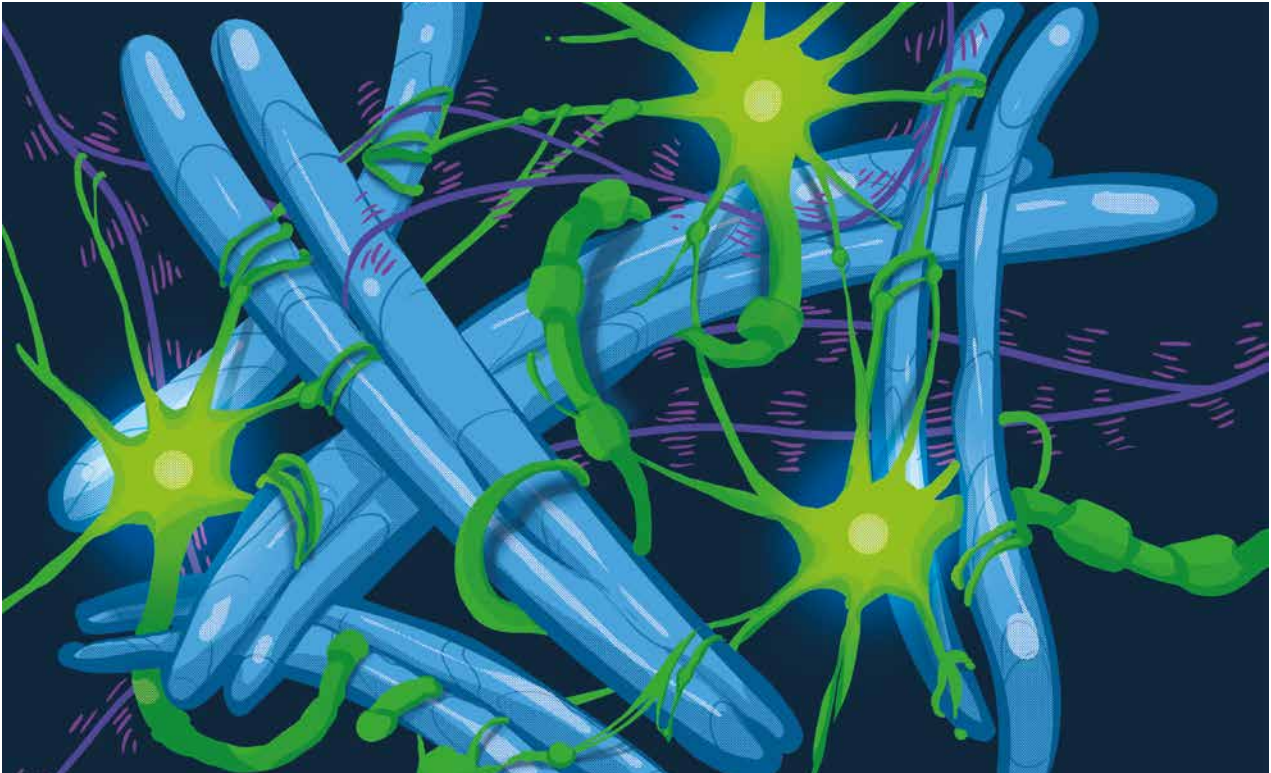
Durch eine Verletzung durchtrennte Nervenbahnen sind nur schwer behandelbar. Teils aufwändige Operationen sind erforderlich. Wir haben uns gefragt: Ist es möglich, Nervenzellen mittels maßgeschneiderter Materialien zum Wachstum zu stimulieren? Dies würde den Zellen helfen, eine Lücke im Nerv wieder zu schließen. Mit einem künstlich im Labor hergestellten Material sind wir der Lösung dieses Problems ein ganzes Stück nähergekommen und wir forschen daran, dass unser Material in Zukunft eine Alternative zu Operationen darstellen könnte.

ARBEITSKREIS PROF. TANJA WEIL

Haben Sie schon einmal versucht, einen Stift ohne Verwendung Ihres Daumens festzuhalten? Dann werden Sie festgestellt haben, wie schwierig dies ist. Was zunächst wie eine nette Fingerübung klingt, ist für manch einen bittere Realität: Verletzungen und Durchtrennungen von Nervenbahnen, wie sie beispielsweise bei Autounfällen oder auch in manchen Berufen passieren können, führen oftmals dazu, dass Glieder oder ganze Körperteile unbeweglich werden. Die einzige Chance, die Funktionalität wiederherzustellen, war bisher eine Operation: Bei einigen Operationen werden z. B. Nervenstränge an einer anderen Körperstelle entnommen und an der durchtrennten Stelle wieder eingefügt. Die Nervenenden können so wieder zusammenwachsen und das Körperteil wird wieder beweglich.

WACHSTUM BRAUCHT STRUKTUR

In unserer Forschung versuchen wir, Nerven durch ein von uns entwickeltes Material aus körpereigenen Bausteinen zum Wachsen zu bewegen. Denn: Nerven sind durchaus in der Lage, eine durchtrennte Stelle wieder zu überbrücken. Bei Verletzungen wird jedoch neben der Nervenbahn selbst auch oft das Gerüst, welches diese Bahnen trägt, zerstört. Diese sogenannte „extrazelluläre Matrix“ bildet den Haftgrund für Nervenbahnen – ähnlich wie Tomatenpflanzen ein Rankgitter benötigen, benötigen Nervenzellen diese Matrix, um daran entlangzuwachsen. Chemisch gesehen besteht die Matrix aus speziellen Arten von Proteinen, langen Molekülketten, die wie ein Wollknäuel zusammengefaltet sind. Viele dieser winzig kleinen



Schematische Darstellung der Funktionsweise des neuen Fasermaterials: Die gebildeten Fasern (blau) wirken als Haftgrund für Nervenzellen (grün). Diese können daran entlangwachsen und so Unterbrechungen von Nervensträngen überbrücken.

Wollknäuel lagern sich nebeneinander an und formen lange Fasern. Ein Gewirr aus verschiedenen Fasern bildet dann wiederum die extrazelluläre Matrix, an denen sich die Nervenzellen festhalten können.

FASERN AUS DEM LEGOBAUKASTEN

Damit sich solche Fasern bilden, finden im Körper viele komplexe biomolekulare Prozesse statt – zu komplex, um diese künstlich im Reagenzglas nachzubilden. Daher gehen wir in unserer Forschung einen etwas anderen Weg: Wir verwenden die gleichen Grundmaterialien, setzen sie jedoch anders zusammen. Hierbei nutzen wir kurze Molekülketten, sogenannte Peptide, die aus den gleichen körpereigenen Bausteinen wie Proteine bestehen. Diese Peptide stellen wir chemisch gezielt her, so dass die Position jedes einzelnen Bausteins genau festgelegt werden kann. Im übertragenen Sinne erzeugen wir auf diese Weise an den Molekülen etwas analoges wie die Noppen und zugehörigen Löcher, die wir von Legosteinen kennen: Ein so synthetisiertes Peptid-Molekül lagert sich am liebsten so mit anderen Peptiden zusammen, dass Noppen und Löcher aufeinandertreffen, nur dann entsteht eine stabile neue Struktur. Auf diesem Weg lassen sich lange Fasern herstellen, die in ihrer mikroskopischen Struktur zwar anders aufgebaut sind, jedoch von ihren räumlichen Maßen

und ihrer chemischen Zusammensetzung den Fasern der extrazellulären Matrix sehr ähnlich sind.

VOM REAGENZGLAS ZUR MAUS

Wie verhalten sich Nervenzellen nun, wenn sie auf dieser künstlich erzeugten extrazellulären Matrix wachsen sollen? Und wie verändern sich diese Wachstumseigenschaften, wenn die ursprünglich zur Herstellung der Matrix verwendeten Peptide chemisch verändert werden? Diese Fragen haben wir gemeinsam mit unserem Kooperationspartner Bernd Knöll, Professor am Institut für Physiologische Chemie der Universität Ulm, untersucht. Hierzu haben wir viele verschiedene Peptid-Strukturen hergestellt, auf Glassubstrate aufgebracht und hierauf Nervenzellen kultiviert. Während manche Faserstrukturen quasi kein Wachstum erlaubten, konnte man bei anderen nach kurzer Zeit einen deutlichen Einfluß auf Nervenzellen feststellen: Sie bildeten sogenannte Axonen aus – zylinderförmige Fortsätze, welche die Verbindung zu anderen Nervenzellen herstellen.

Die auf diese Weise als am effizientesten gefundene Faserstruktur wurde in eine chirurgisch erzeugte Nervenlücke an einem Gesichtsnerv einer Maus injiziert – dieser Nerv ist für die Bewegung der Schnurrhaare verantwort-

lich. Nach einer Heilungszeit von 18 Tagen konnte die Maus ihre Schnurrhaare bereits wieder bewegen – die Nervenbahnen sind selbstständig wieder zusammengewachsen.

GESUNDHEITLICH UNBEDENKLICH

Die verwendeten Peptide sind chemisch den natürlichen Proteinen, welche die extrazelluläre Matrix der Zelle bilden, sehr ähnlich. Dies ist besonders wichtig, denn schließlich soll die künstlich erzeugte Matrix nur für die begrenzte Zeit der Heilung im Körper verbleiben und dort mit der Zeit abgebaut werden.

RICHTUNGSWEISENDE EIGENSCHAFTEN

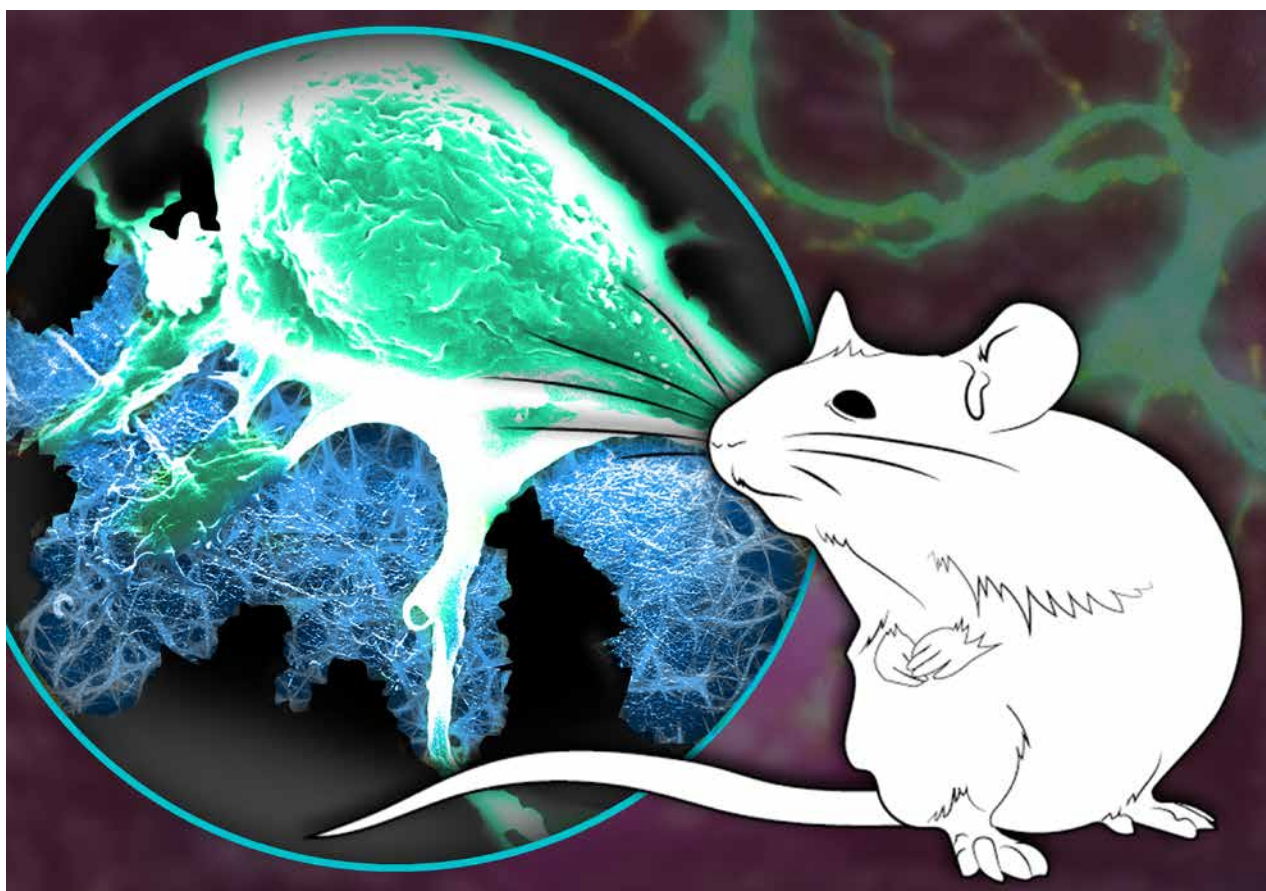
Bisher können mit unserer künstlichen Matrix bereits erste Schädigungen an Nervenbahnen repariert werden, wie das Laborexperiment mit einer Maus gezeigt hat. Bis zum Einsatz werden noch weitere Optimierungen nötig sein, um das Nervenbahnwachstum noch effizienter zu gestalten. So wachsen Nervenzellen auf unserem Material noch nicht so gut wie in der natürlichen Matrix und recht ungeordnet in alle Richtungen. Ziel für die Zukunft ist daher, in die künstliche Matrix noch so genannte „Wachstumsfaktoren“ einzubetten, um die Heilung weiter zu beschleunigen.

Zusätzlich können Wachstumsfaktoren dafür sorgen, die Richtung der Fasern gezielt zu beeinflussen, um Nervenzellen in eine bestimmte Richtung wachsen zu lassen.

Wir sind zuversichtlich, dass in Zukunft für kleine Verletzungen an Nervenbahnen unsere künstliche extrazelluläre Matrix eine gute Alternative zu aufwändigen Operationen darstellen könnte – und gegebenenfalls, nach weiterer Forschung, man nicht nur Verletzungen am peripheren Nervensystem, sondern ebenfalls am zentralen Nervensystem behandeln kann.

ORIGINALPUBLIKATION

C. Schilling, T. Mack, S. Lickfett, S. Sieste, F. S. Ruggeri, T. Sneideris, A. Dutta, T. Bereau, R. Naraghi, D. Sinske, T. P. J. Knowles, C. V. Synatschke, T. Weil and B. Knöll: [Sequence-Optimized Peptide Nanofibers as Growth Stimulators for Regeneration of Peripheral Neurons](#), *ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS* 29(24), 1809112 (2019)



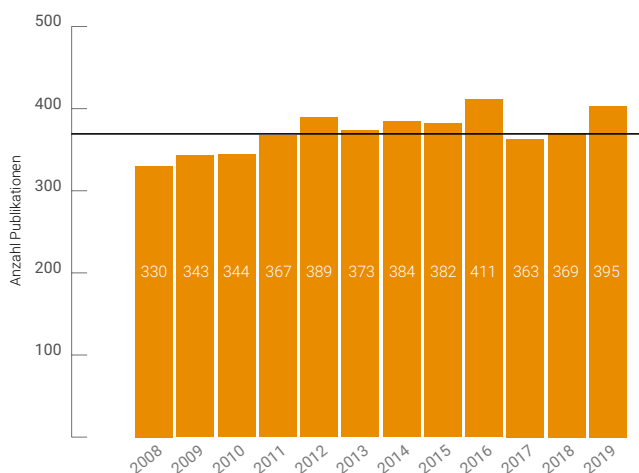
Ein durchtrennter Gesichtsnerv bei einer Maus konnte nach 18 Tagen von selbst wieder zusammenwachsen. Durch die künstlich hergestellte Faserstruktur (blau) konnte eine Haftstruktur für Nervenzellen (grün) geschaffen werden.

PUBLIKATIONSSTATISTIK

Die Ergebnisse der am MPI-P durchgeführten Grundlagenforschung werden größtenteils bei begutachteten Zeitschriften eingereicht. Im Jahr 2019 wurden fast 400 Publikationen, teilweise in Kooperation mit anderen Universitäten und Forschungseinrichtungen, veröffentlicht. Damit befindet sich die Anzahl der Publikationen, verglichen mit den vorangegangenen Jahren, auf einem gleichbleibenden und hohen Stand.

Im Mittel wurden damit von 2008 bis 2019 pro Jahr 370 Publikationen veröffentlicht (markiert durch die schwarze Linie im nebenstehenden Diagramm).

Die internationale Ausrichtung und Kooperation des Instituts spiegelt sich beim Blick auf die an den Publikationen beteiligten Institutionen wie-



Anzahl der Publikationen zwischen 2008 und 2019. Die schwarze Linie markiert den Mittelwert der in diesem Zeitraum veröffentlichten Publikationen.

der. Aufgrund der räumlichen Nähe zur benachbarten Universität und des thematischen Überlapps sind über 70 der wissenschaftlichen Veröffentlichungen in Kooperation zwischen MPI-P und JGU entstanden. Mit ins-

gesamt 26 gemeinsamen Veröffentlichungen folgt direkt im Anschluss die Technische Universität Dresden, danach mit 17 bzw. 15 Publikationen die Universitäten Ulm bzw. Lodz.



Anzahl der wissenschaftlichen Veröffentlichungen mit ausgewählten nationalen und internationalen Partnern. Die Grafik zeigt die zwölf Forschungseinrichtungen, mit denen am häufigsten kooperiert wurde.

AUSGEWÄHLTE PUBLIKATIONEN

ARBEITSKREIS PROF. PAUL BLOM

E. Khodabakhshi, B. Klöckner, R. Zentel, J. J. Michels and P. W. M. Blom: [Suppression of electron trapping by quantum dot emitters using a grafted polystyrene shell](#), MATERIALS HORIZONS 6(10), 2024–2031 (2019)

N. Kotadiya, P. Blom and G. Wetzelaer: [Trap-Free Space-Charge-Limited Hole Transport in a Fullerene Derivative](#), PHYSICAL REVIEW APPLIED 11(2), eaav3489 (2019)

N. B. Kotadiya, P. W. M. Blom and G.-J. A. H. Wetzelaer: [Efficient and stable single-layer organic light-emitting diodes based on thermally activated delayed fluorescence](#), NATURE PHOTONICS 13(11), 765–769 (2019)

N. B. Kotadiya, A. Mondal, P. W. M. Blom, D. Andrienko and G.-J. A. H. Wetzelaer: [A window to trap-free charge transport in organic semiconducting thin films](#), NATURE MATERIALS 18(11), 1182–1186 (2019)

D. A. Koutsouras, T. Prodromakis, G. G. Malliaras, P. W. M. Blom and P. Gkoupidenis: [Functional Connectivity of Organic Neuromorphic Devices by Global Voltage Oscillations](#), ADVANCED INTELLIGENT SYSTEMS 1(1), 1900013 (2019)

L. V. Lingstedt, M. Ghittorelli, M. Brückner, J. Reinholz, N. I. Crăciun, F. Torricelli, V. Mailänder, P. Gkoupidenis and P. W. M. Blom: [Monitoring of Cell Layer Integrity with a Current-Driven Organic Electrochemical Transistor](#), ADVANCED HEALTHCARE MATERIALS 8(16), 1900128 (2019)

ARBEITSKREIS PROF. MISCHA BONN

S. Das, S. Imoto, S. Sun, Y. Nagata, E. H. G. Backus and M. Bonn: [Nature of Excess Hydrated Proton at the Water-Air Interface](#), JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY 142(2), 945–952 (2019)

X. Jia, M. Hu, K. Soundarapandian, X. Yu, Z. Liu, Z. Chen, A. Narita, K. Müllen, F. H. L. Koppens, J. Jiang, K.-J. Tielrooij, M. Bonn and H. I. Wang: [Kinetic Ionic Permeation and Interfacial Doping of Supported Graphene](#), NANO LETTERS 19(12), 9029–9036 (2019)

D. Zhao, T. Lenz, G. H. Gelinck, P. Groen, D. Damjanovic, D. M. de Leeuw and I. Katsouras: [Depolarization of multido-main ferroelectric materials](#), NATURE COMMUNICATIONS 10(1), eaav3489 (2019)

A. G. Ricciardulli, S. Yang, N. B. Kotadiya, G.-J. A. H. Wetzelaer, X. Feng and P. W. M. Blom: [Improved Hole Injection into Perovskite Light-Emitting Diodes Using A Black Phosphorus Interlayer](#), ADVANCED ELECTRONIC MATERIALS 5(2), 1800687 (2018)

D. Abbaszadeh, A. Kunz, N. B. Kotadiya, A. Mondal, D. Andrienko, J. J. Michels, G.-J. A. H. Wetzelaer and P. W. M. Blom: [Electron Trapping in Conjugated Polymers](#), CHEMISTRY OF MATERIALS 31(17), 6380–6386 (2019)

L. V. Lingstedt, M. Ghittorelli, H. Lu, D. A. Koutsouras, T. Marszalek, F. Torricelli, N. I. Crăciun, P. Gkoupidenis and P. W. M. Blom: [Effect of DMSO Solvent Treatments on the Performance of PEDOT:PSS Based Organic Electrochemical Transistors](#), ADVANCED ELECTRONIC MATERIALS 5(8), 1800804 (2019)

M. Wang, M. Ballabio, M. Wang, H.-H. Lin, B. P. Biswal, X. Han, S. Paasch, E. Brunner, P. Liu, M. Chen, M. Bonn, T. Heine, S. Zhou, E. Cánovas, R. Dong and X. Feng: [Unveiling Electronic Properties in Metal-Phthalocyanine-Based Pyrazine-Linked Conjugated Two-Dimensional Covalent Organic Frameworks](#), JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY 141(42), 16810–16816 (2019)

Z. Liu, H. Zhang, M. Eredia, H. Qiu, W. Baaziz, O. Ersen, A. Ciesielski, M. Bonn, H. I. Wang and P. Samori: **Water-Dispersed High-Quality Graphene: A Green Solution for Efficient Energy Storage Applications**, ACS NANO **13**(8), 9431–9441 (2019)

C. Yang, R. Dong, M. Wang, P. S. Petkov, Z. Zhang, M. Wang, P. Han, M. Ballabio, S. A. Bräuninger, Z. Liao, J. Zhang, F. Schwotzer, E. Zschech, H.-H. Klaus, E. Cánovas, S. Kaskel, M. Bonn, S. Zhou, T. Heine and X. Feng: **A semiconducting layered metal-organic framework magnet**, NATURE COMMUNICATIONS **10**(1), eaav3489 (2019)

F. Xu, C. Yu, A. Tries, H. Zhang, M. Kläui, K. Basse, M. R. Hansen, N. Bilbao, M. Bonn, H. I. Wang and Y. Mai: **Tunable Superstructures of Dendronized Graphene Nanoribbons in Liquid Phase**, JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY **141**(28), 10972–10977 (2019)

B. Ensing, A. Tiwari, M. Tros, J. Hunger, S. R. Domingos, C. Pérez, G. Smits, M. Bonn, D. Bonn and S. Woutersen: **On the origin of the extremely different solubilities of polyethers in water**, NATURE COMMUNICATIONS **10**(1), eaav3489 (2019)

X. Ling, M. Bonn, K. F. Domke and S. H. Parekh: **Correlated interfacial water transport and proton conductivity in perfluorosulfonic acid membranes**, PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES **116**(18), 8715–8720 (2019)

J. D. Cyran, E. H. G. Backus, M.-J. van Zadel and M. Bonn: **Comparative Adsorption of Acetone on Water and Ice Surfaces**, ANGEWANDTE CHEMIE INTERNATIONAL EDITION **58**(11), 3620–3624 (2019)

J. D. Cyran, M. A. Donovan, D. Vollmer, F. S. Brigiano, S. Pezzotti, D. R. Galimberti, M.-P. Gageot, M. Bonn and E. H. G. Backus: **Molecular hydrophobicity at a macroscopically hydrophilic surface**, PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES **116**(5), 1520–1525 (2019)

ARBEITSKREIS PROF. HANS-JÜRGEN BUTT

F. Geyer, M. D'Acunzi, C.-Y. Yang, M. Müller, P. Baumli, A. Kaltbeitzel, V. Mailänder, N. Encinas, D. Vollmer and H.-J. Butt: **How to Coat the Inside of Narrow and Long Tubes with a Super-Liquid-Repellent Layer-A Promising Candidate for Antibacterial Catheters**, ADVANCED MATERIALS **31**(2), 1801324 (2019)

H. Tan, S. Wooh, H.-J. Butt, X. Zhang and D. Lohse: **Porous supraparticle assembly through self-lubricating evaporating colloidal ouso drops**, NATURE COMMUNICATIONS **10**(1), eaav3489 (2019)

M. Hu, H.-J. Butt, K. Landfester, M. B. Bannwarth, S. Wooh and H. Thérien-Aubin: **Shaping the Assembly of Superparamagnetic Nanoparticles**, ACS NANO **13**(3), 3015–3022 (2019)

F. Geyer, Y. Asaumi, D. Vollmer, H.-J. Butt, Y. Nakamura and S. Fujii: **Polyhedral Liquid Marbles**, ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS **29**(25), 1808826 (2019)

W. Liu, J. Midya, M. Kappl, H.-J. Butt and A. Nikoubashman: **Segregation in Drying Binary Colloidal Droplets**, ACS NANO **13**(5), 4972–4979 (2019)

Q. Sun, D. Wang, Y. Li, J. Zhang, S. Ye, J. Cui, L. Chen, Z. Wang, H.-J. Butt, D. Vollmer and X. Deng: **Surface charge printing for programmed droplet transport**, NATURE MATERIALS **18**(9), 936–941 (2019)

A. Klasen, P. Baumli, Q. Sheng, E. Johannes, S. A. Bretschneider, I. M. Hermes, V. W. Bergmann, C. Gort, A. Axt, S. A. L. Weber, H. Kim, H.-J. Butt, W. Tremel and R. Berger: **Removal of Surface Oxygen Vacancies Increases Conductance Through TiO₂ Thin Films for Perovskite Solar Cells**, THE JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY C **123**(22), 13458–13466 (2019)

N. N. Nguyen, R. Berger and H.-J. Butt: **Surface Premelting and Interfacial Interactions of Semi-Clathrate Hydrate**, THE JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY C **123**(39), 24080–24086 (2019)

A. Z. Stetten, D. S. Golovko, S. A. L. Weber and H.-J. Butt: **Slide electrification: charging of surfaces by moving water drops**, SOFT MATTER **15**(43), 8667–8679 (2019)

Y. Xing, M. Xu, X. Gui, Y. Cao, M. Rudolph, H.-J. Butt and M. Kappl: **The role of surface forces in mineral flotation**, CURRENT OPINION IN COLLOID & INTERFACE SCIENCE **44**(8), 143–152 (2019)

ARBEITSKREIS PROF. KURT KREMER

H.-P. Hsu and K. Kremer: [Clustering of Entanglement Points in Highly Strained Polymer Melts](#), *MACROMOLECULES* **52**(17), 6756–6772 (2019)

D. Abbaszadeh, A. Kunz, N. B. Kotadiya, A. Mondal, D. Andrienko, J. J. Michels, G.-J. A. H. Wetzelaer and P. W. M. Blom: [Electron Trapping in Conjugated Polymers](#), *CHEMISTRY OF MATERIALS* **31**(17), 6380–6386 (2019)

C. Greco, A. Melnyk, K. Kremer, D. Andrienko and K. C. Daoulas: [Generic Model for Lamellar Self-Assembly in Conjugated Polymers: Linking Mesoscopic Morphology and Charge Transport in P3HT](#), *MACROMOLECULES* **52**(3), 968–981 (2019)

M. Heidari, R. Cortes-Huerto, R. Potestio and K. Kremer: [Steering a solute between coexisting solvation states: Revisiting nonequilibrium work relations and the calculation of free energy differences](#), *THE JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS* **151**(14), 144105 (2019)

N. B. Kotadiya, A. Mondal, P. W. M. Blom, D. Andrienko and G.-J. A. H. Wetzelaer: [A window to trap-free charge transport in organic semiconducting thin films](#), *NATURE MATERIALS* **18**(11), 1182–1186 (2019)

D. Mukherji, M. D. Watson, S. Morsbach, M. Schmutz, M. Wagner, C. M. Marques and K. Kremer: [Soft and Smart: Co-nonsolvency-Based Design of Multiresponsive Copolymers](#), *MACROMOLECULES* **52**(9), 3471–3478 (2019)

J. Smrek, K. Kremer and A. Rosa: [Threading of Unconjugated Ring Polymers at High Concentrations: Double-Folded vs Time-Equilibrated Structures](#), *ACS MACRO LETTERS* **8**(2), 155–160 (2019)

G. Zhang, A. Chazirakis, V. A. Harmandaris, T. Stuehn, K. C. Daoulas and K. Kremer: [Hierarchical modelling of polystyrene melts: from soft blobs to atomistic resolution](#), *SOFT MATTER* **15**(2), 289–302 (2019)

S. Schott, U. Chopra, V. Lemaur, A. Melnyk, Y. Olivier, R. D. Pietro, I. Romanov, R. L. Carey, X. Jiao, C. Jellett, M. Little, A. Marks, C. R. McNeill, I. McCulloch, E. R. McNellis, D. Andrienko, D. Beljonne, J. Sinova and H. Sirringhaus: [Polaron spin dynamics in high-mobility polymeric semiconductors](#), *NATURE PHYSICS* **15**(8), 814–822 (2019)

J. F. Rudzinski, M. Radu and T. Berau: [Automated detection of many-particle solvation states for accurate characterizations of diffusion kinetics](#), *THE JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS* **150**(2), 024102 (2019)

ARBEITSKREIS PROF. KATHARINA LANDFESTER

S. Han, M. Raabe, L. Hodgson, J. Mantell, P. Verkade, T. Lasser, K. Landfester, T. Weil and I. Lieberwirth: [High-Contrast Imaging of Nanodiamonds in Cells by Energy Filtered and Correlative Light-Electron Microscopy: Toward a Quantitative Nanoparticle-Cell Analysis](#), *NANO LETTERS* **19**(3), 2178–2185 (2019)

M. Hu, H.-J. Butt, K. Landfester, M. B. Bannwarth, S. Wooh and H. Thérien-Aubin: [Shaping the Assembly of Superparamagnetic Nanoparticles](#), *ACS NANO* **13**(3), 3015–3022 (2019)

T. P. Haider, C. Völker, J. Kramm, K. Landfester and F. R. Wurm: [Plastics of the Future? The Impact of Biodegradable Polymers on the Environment and on Society](#), *ANGEWANDTE CHEMIE INTERNATIONAL EDITION* **58**(1), 50–62 (2018)

D. Prozeller, J. Pereira, J. Simon, V. Mailänder, S. Morsbach and K. Landfester: [Prevention of Dominant IgG Adsorption on Nanocarriers in IgG-Enriched Blood Plasma by Clusterin Precoating](#), *ADVANCED SCIENCE* **6**(10), 1802199 (2019)

J. Fischer, S. J. Beckers, D. Yiamsawas, E. Thines, K. Landfester and F. R. Wurm: [Targeted Drug Delivery in Plants: Enzyme-Responsive Lignin Nanocarriers for the Curative Treatment of the Worldwide Grapevine Trunk Disease Esca](#), *ADVANCED SCIENCE* **5**(8), 1802315 (2019)

C. T. J. Ferguson, N. Huber, K. Landfester and K. A. I. Zhang: [Dual-Responsive Photocatalytic Polymer Nanogels](#), *ANGEWANDTE CHEMIE INTERNATIONAL EDITION* **58**(31), 10567–10571 (2019)

C. Weber, S. Morsbach and K. Landfester: **Possibilities and Limitations of Different Separation Techniques for the Analysis of the Protein Corona**, *ANGEWANDTE CHEMIE INTERNATIONAL EDITION* **58**(37), 12787–12794 (2019)

C. Champanhac, J. Simon, K. Landfester and V. Mailänder: **Timing of Heparin Addition to the Biomolecular Corona Influences the Cellular Uptake of Nanocarriers**, *BIOMACROMOLECULES* **20**(10), 3724–3732 (2019)

N. Nazarova, Y. Avlasevich, K. Landfester and S. Baluschev: **All-Optical Temperature Sensing in Organogel Matrices via Annihilation Upconversion**, *CHEMPHOTOCHEM* **3**(10), 1020–1026 (2019)

B. C. Ma, L. C. da Silva, S.-M. Jo, F. R. Wurm, M. B. Bannwarth, K. A. I. Zhang, K. Sundmacher and K. Landfester: **Polymer-Based Module for NAD⁺ Regeneration with Visible Light**, *CHEMBIOCHEM* **20**(20), 2593–2596 (2019)

ARBEITSKREIS PROF. TANJA WEIL

S. Hafner, M. Raabe, Y. Wu, T. Wang, Z. Zuo, V. Rasche, T. Syrovets, T. Weil and T. Simmet: **High-Contrast Magnetic Resonance Imaging and Efficient Delivery of an Albumin Nanotheranostic in Triple-Negative Breast Cancer Xenografts**, *ADVANCED THERAPEUTICS* **2**(11), 1900084 (2019)

M. Hebel, A. Riegger, M. M. Zegota, G. Kizilsavas, J. Gačanin, M. Pieszka, T. Lückerath, J. A. S. Coelho, M. Wagner, P. M. P. Gois, D. Y. W. Ng and T. Weil: **Sequence Programming with Dynamic Boronic Acid/Catechol Binary Codes**, *JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY* **141**(36), 14026–14031 (2019)

S. Harvey, M. Raabe, A. Ermakova, Y. Wu, T. Zapata, C. Chen, H. Lu, F. Jelezko, D. Y. W. Ng and T. Weil: **Transferin-Coated Nanodiamond-Drug Conjugates for Milliwatt Photothermal Applications**, *ADVANCED THERAPEUTICS* **2**(11), 1900067 (2019)

Y. Wu, L. Li, L. Frank, J. Wagner, P. Andreozzi, B. Hammer, M. D'Alicarnasso, M. Pelliccia, W. Liu, S. Chakraborty, S. Krol, J. Simon, K. Landfester, S. L. Kuan, F. Stellacci, K. Müllen, F. Kreppel and T. Weil: **Patchy Amphiphilic Dendrimers Bind Adenovirus and Control Its Host Interactions and in Vivo Distribution**, *ACS NANO* **13**(8), 8749–8759 (2019)

A. J. Heck, T. Ostertag, L. Schnell, S. Fischer, B. K. Agrawalla, P. Winterwerber, E. Wirsching, M. Fauler, M. Frick, S. L. Kuan, T. Weil and H. Barth: **Supramolecular Toxin Complexes for Targeted Pharmacological Modulation of Polymorphonuclear Leukocyte Functions**, *ADVANCED HEALTHCARE MATERIALS* **8**(17), 1900665 (2019)

J. Friebe, C. P. Ender, M. Mezger, J. Michels, M. Wagner, K. B. Wagener and T. Weil: **Synthesis of Precision Poly(1,3-adamantylene alkylene)s via Acyclic Diene Metathesis Polycondensation**, *MACROMOLECULES* **52**(12), 4483–4491 (2019)

C. Schilling, T. Mack, S. Lickfett, S. Sieste, F. S. Ruggeri, T. Sneideris, A. Dutta, T. Bereau, R. Naraghi, D. Sinske, T. P. J. Knowles, C. V. Synatschke, T. Weil and B. Knöll: **Sequence-Optimized Peptide Nanofibers as Growth Stimulators for Regeneration of Peripheral Neurons**, *ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS* **29**(24), 1809112 (2019)

T. Lueckerath, T. Strauch, K. Koynov, C. Barner-Kowollik, D. Y. W. Ng and T. Weil: **DNA-Polymer Conjugates by Photo-induced RAFT Polymerization**, *BIOMACROMOLECULES* **20**(1), 212–221 (2019)

S. Han, M. Raabe, L. Hodgson, J. Mantell, P. Verkade, T. Lasser, K. Landfester, T. Weil and I. Lieberwirth: **High-Contrast Imaging of Nanodiamonds in Cells by Energy Filtered and Correlative Light-Electron Microscopy: Toward a Quantitative Nanoparticle-Cell Analysis**, *NANO LETTERS* **19**(3), 2178–2185 (2019)

J. Gačanin, J. Hedrich, S. Sieste, G. Glaßer, I. Lieberwirth, C. Schilling, S. Fischer, H. Barth, B. Knöll, C. V. Synatschke and T. Weil: **Autonomous Ultrafast Self-Healing Hydrogels by pH-Responsive Functional Nanofiber Gelators as Cell Matrices**, *ADVANCED MATERIALS* **31**(2), 1805044 (2019)

FORSCHUNGSGRUPPE DR. KAMAL ASADI

S. Anwar, D. Pinkal, W. Zajaczkowski, P. von Tiedemann, H. S. Dehsari, M. Kumar, T. Lenz, U. Kemmer-Jonas, W. Pisula, M. Wagner, R. Graf, H. Frey and K. Asadi: *Solution-processed transparent ferroelectric nylon thin films*, SCIENCE ADVANCES **5**(8), eaav3489 (2019)

M. M. Abolhasani, M. Naebe, K. Shirvanimoghaddam, H. Fashandi, H. Khayyam, M. Joordens, A. Pipertzis, S. Anwar, R. Berger, G. Floudas, J. Michels and K. Asadi: *Thermodynamic approach to tailor porosity in piezoelectric polymer fibers for application in nanogenerators*, NANO ENERGY **62**(8), 594–600 (2019)

FORSCHUNGSGRUPPE DR. TRISTAN BEREAU

R. Menichetti, K. H. Kanekal and T. Berau: *Drug-Membrane Permeability across Chemical Space*, ACS CENTRAL SCIENCE **5**(2), 290–298 (2019)

M. Bause, T. Wittenstein, K. Kremer and T. Berau: *Microscopic reweighting for nonequilibrium steady-state dynamics*, PHYSICAL REVIEW E **100**(6), eaav3489 (2019)

FORSCHUNGSGRUPPE DR. JOHANNES HUNGER

V. Balos, B. Marekha, C. Malm, M. Wagner, Y. Nagata, M. Bonn and J. Hunger: *Specific Ion Effects on an Oligopeptide: Bidentate Binding Matters for the Guanidinium Cation*, ANGEWANDTE CHEMIE INTERNATIONAL EDITION **58**(1), 332–337 (2019)

S. Cha, B. Marekha, M. Wagner and J. Hunger: *Hydrogen-Bond Structure and Dynamics of TADDOL Asymmetric Organocatalysts Correlate with Catalytic Activity*, CHEMISTRY - A EUROPEAN JOURNAL **25**(42), 9984–9990 (2019)

FORSCHUNGSGRUPPE DR. ELLEN BACKUS

S. Das, M. Bonn and E. H. G. Backus: *The Surface Activity of the Hydrated Proton Is Substantially Higher than That of the Hydroxide Ion*, ANGEWANDTE CHEMIE INTERNATIONAL EDITION **58**(44), 15636–15639 (2019)

J. D. Cyran, M. A. Donovan, D. Vollmer, F. S. Brigiano, S. Pezzotti, D. R. Galimberti, M.-P. Gaigeot, M. Bonn and E. H. G. Backus: *Molecular hydrophobicity at a macroscopically hydrophilic surface*, PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES **116**(5), 1520–1525 (2019)

FORSCHUNGSGRUPPE DR. KATRIN DOMKE

J. H. K. Pfisterer, M. Baghernejad, G. Giuzio and K. F. Domke: *Reactivity mapping of nanoscale defect chemistry under electrochemical reaction conditions*, NATURE COMMUNICATIONS **10**(1), eaav3489 (2019)

J. H. K. Pfisterer, U. E. Zhumaev, W. Cheuquepan, J. M. Feliu and K. F. Domke: *Stark effect or coverage dependence? Disentangling the EC-SEIRAS vibrational shift of sulfate on Au(111)*, THE JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS **150**(4), 041709 (2019)

FORSCHUNGSGRUPPE DR. LUTZ NUHN

N. Leber, L. Kaps, A. Yang, M. Aslam, M. Giardino, A. Klefenz, N. Choteschovsky, S. Rosigkeit, A. Mostafa, L. Nuhn, D. Schuppan and R. Zentel: *α -Mannosyl-Functionalized Cationic Nanohydrogel Particles for Targeted Gene Knock-down in Immunosuppressive Macrophages*, MACROMOLECULAR BIOSCIENCE **19**(7), 1970019 (2019)

Z. Zhang, H. Li, S. Kasmi, S. V. Herck, K. Deswarte, B. N. Lambrecht, R. Hoogenboom, L. Nuhn and B. G. D. Geest: *A Synthetic, Transiently Thermoresponsive Homopolymer with UCST Behaviour within a Physiologically Relevant Window*, ANGEWANDTE CHEMIE INTERNATIONAL EDITION **58**(23), 7866–7872 (2019)

D. Xu, S. M. Bartelt, S. Rasoulinejad, F. Chen and S. V. Wegner: [Green light lithography: a general strategy to create active protein and cell micropatterns](#), MATERIALS HORIZONS **6**(6), 1222–1229 (2019)

O. I. Sentürk, E. Chervyachkova, Y. Ji and S. V. Wegner: [Independent Blue and Red Light Triggered Narcissistic Self-Sorting Self-Assembly of Colloidal Particles](#), SMALL **15**(25), 1901801 (2019)

KONTAKT

Max-Planck-Institut für Polymerforschung

Ackermannweg 10
55128 Mainz
Deutschland

Telefon: 06131 - 379 - 0
EMail: info@mpip-mainz.mpg.de
www.mpip-mainz.mpg.de

IMPRESSUM

HERAUSGEBER (V.I.S.D.P.)

Max-Planck-Institut für Polymerforschung
Mainz, Mai 2020

KONZEPTION / REDAKTION / TEXT

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit des MPI-P,
Dr. Christian Schneider, Corinna Probst

GRAFIK

Katharina Maisenbacher

GESTALTUNG

Grübelfabrik e. K. / www.gruebelfabrik.de

BILDNACHWEIS

K. Klein (Titel), I. Hofschild (S.3 oben),
C. Costard (S.5, S.12 unten rechts, S.13 oben
links, S.14 unten links), P. Pulkowski (S. 11 Mitte),
Dr. R. Graf (S.13 oben rechts), Pixabay (S.12
unten links), S. Schuhmacher (S.14 oben rechts),
J. Wirthl (S.16), Frank Keller (S.19)

DRUCK

Druck: Hasel Druck & Medien GmbH, Kriftel,
www.hasel-druck.de



MAX-PLANCK-INSTITUT
FÜR POLYMERFORSCHUNG

Ackermannweg 10 | 55128 Mainz
Postfach 3148 | 55021 Mainz

info@mpip-mainz.mpg.de
www.mpip-mainz.mpg.de