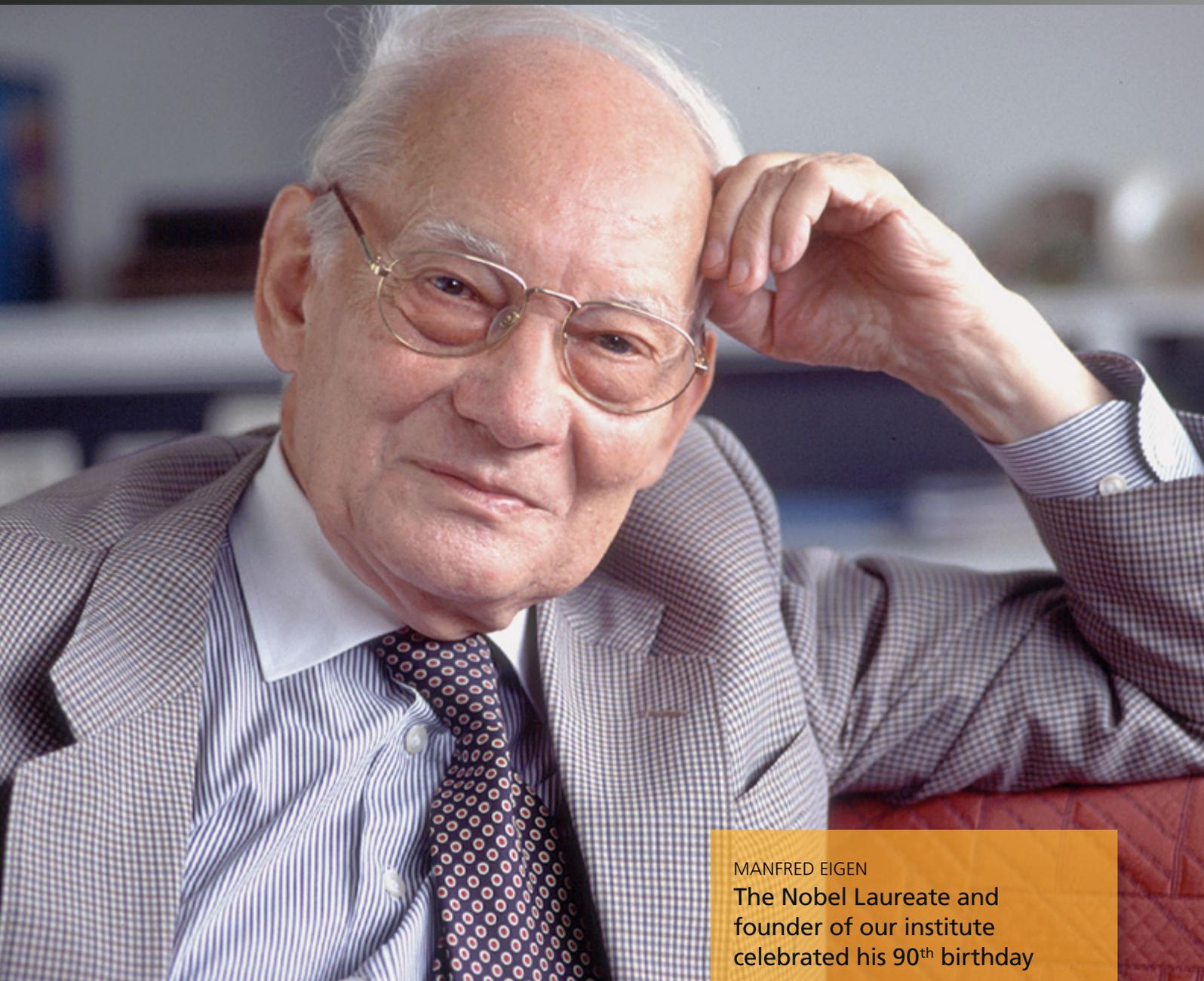




Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie

alumni NEWS

2017



MANFRED EIGEN

The Nobel Laureate and founder of our institute celebrated his 90th birthday

Research Reports

It cannot get sharper

News from the MPI-BPC

Leibniz Prize for Marina Rodnina



INHALT / CONTENT

MANFRED EIGEN – 90. GEBURTSTAG / 90TH BIRTHDAY

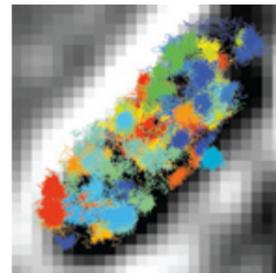
- 4 Das Institut gratuliert Manfred Eigen zu seinem 90. Geburtstag / The institute congratulates Manfred Eigen on his 90th birthday
- 14 50 Jahre Nobelpreisträger / 50 years a Nobel Laureate
- 18 Das MPI-BPC – wie alles begann / The MPI-BPC – how it all began



4 *Manfred Eigen begeht seinen 90. Geburtstag*

BERICHTE AUS DER WISSENSCHAFT / RESEARCH REPORTS

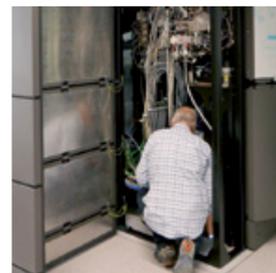
- 22 Schärfer geht es nicht / It cannot get sharper
- 26 Neuer Typ von Solarzellen nutzt Infrarotlicht
- 28 DNA: Nicht nur gut als Erbgut / DNA: Not just good for genes
- 32 Mit dem Strom ans Ziel / Messaging by flow in the brain



22 *Schärfer geht es nicht*

NEUES VOM MPI-BPC / NEWS FROM THE MPI-BPC

- 35 Leibniz-Preis für Marina Rodnina / Leibniz Prize for Marina Rodnina
- 40 Reinhard Jahn mit Balzan-Preis 2016 ausgezeichnet
- 42 Neues Kryo-Elektronenmikroskop am Institut / New cryo-electron microscope at the institute
- 44 Die *MPIbpc News* feierten 2015 runden Geburtstag
- 45 Ein neues Logo für das MPI-BPC / A new logo for the MPI-BPC



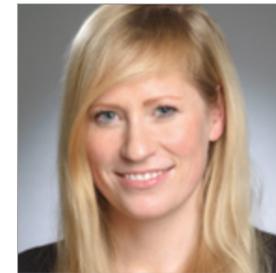
42 *Neues Kryo-Elektronenmikroskop*



46 *IMPRS feierten 15-jähriges Jubiläum*



48 *Holger Stark ist neuer Direktor am MPI-BPC*



50 *Melina Schuh als neue Direktorin berufen*

VERANSTALTUNGEN / EVENTS

- Wissenschaftsreihe beim Göttinger Literaturherbst 2017 45
- International Max Planck Research Schools (IMPRS)* 46
- feierten 15-jähriges Jubiläum

PERSONALIA / PEOPLE

- Holger Stark ist neuer Direktor am MPI-BPC / Holger Stark is new Director at the MPI-BPC 48
- Melina Schuh als neue Direktorin an das Institut berufen / Melina Schuh appointed as new Director at the institute 50
- Langjährige Max-Planck-Direktoren Victor Whittaker und Klaus Weber verstorben 52
- APPOINTMENTS 54
- GOODBYE 56
- Ausgezeichnet / Prizes and Awards 58
- Impressum / Imprint 60

Das Institut gratuliert Manfred Eigen zu seinem 90. Geburtstag!

Manfred Eigen, Nobelpreisträger und Gründer des MPI für biophysikalische Chemie, beging am 9. Mai 2017 seinen 90. Geburtstag. Zu seinem Ehrentag gratulieren ihm das Kollegium und alle Mitarbeiter am Institut von ganzem Herzen! Seine Vision, mit biologischen, physikalischen und chemischen Methoden komplexe Lebensvorgänge zu erforschen, hat die Philosophie und den Erfolg unseres Instituts maßgeblich mitbestimmt. Sein *Spirit* – drängende Neugier, höchster wissenschaftlicher Anspruch, außerordentliche Freiheit und große Kollegialität – ist bis heute ungebrochen.

Manfred Eigen - vielseitiger Forscher und visionärer Denker

TEXT CARMEN ROTTE

Manfred Eigen ist Wissenschaftler aus Leidenschaft, erreichte Großartiges auf ganz unterschiedlichen Forschungsgebieten und erhielt dafür zahlreiche Preise, Auszeichnungen und Ehrendoktorwürden. Allerdings gab es für ihn bis zum Alter von 18 Jahren eine ernst zu nehmende Alternative: Der am 9. Mai 1927 in Bochum geborene spätere Chemie-Nobelpreisträger stand vor der Wahl, Wissenschaftler oder Pianist zu werden. Aus einem sehr musikalischen Elternhaus stammend, war seine Kindheit von Konzerten und Klavierspiel geprägt. Aber er hatte auch ein kleines Labor zu Hause, das er für Experimente ausgiebig nutzte: „Es war ein richtiges Labor, das meine Mutter überhaupt nicht schätzte, vor allem, wenn wieder etwas explodierte“, erinnert sich Manfred Eigen. Im Zweiten Weltkrieg, in dem er bereits mit 15 Jahren Dienst als Luftwaffenhelfer leisten musste, hatte er keine Gelegenheit, Klavier zu spielen. So fehlten ihm wichtige Jahre der Übung, um sein Repertoire zu vervollkommen und er entschied sich schließlich, die Musik zum Hobby und die Wissenschaft zum Beruf zu machen.

Nach der gelungenen Flucht aus amerikanischer Kriegsgefangenschaft ging Eigen 1945 nach Göttingen, um sich dort in Physik und Chemie einzuschreiben. Die Göttinger Universität gehörte zu den ersten deutschen Hochschulen, die unmittelbar nach Ende des Zweiten Weltkrieges wieder öffneten. Dort hatte der junge Student sofort Kontakt zu erstklassigen Wissenschaftlern: Er hörte Physik bei Werner Heisenberg und Wolfgang Paul; ersterer war bereits Nobelpreisträger, letzterer sollte es noch werden.

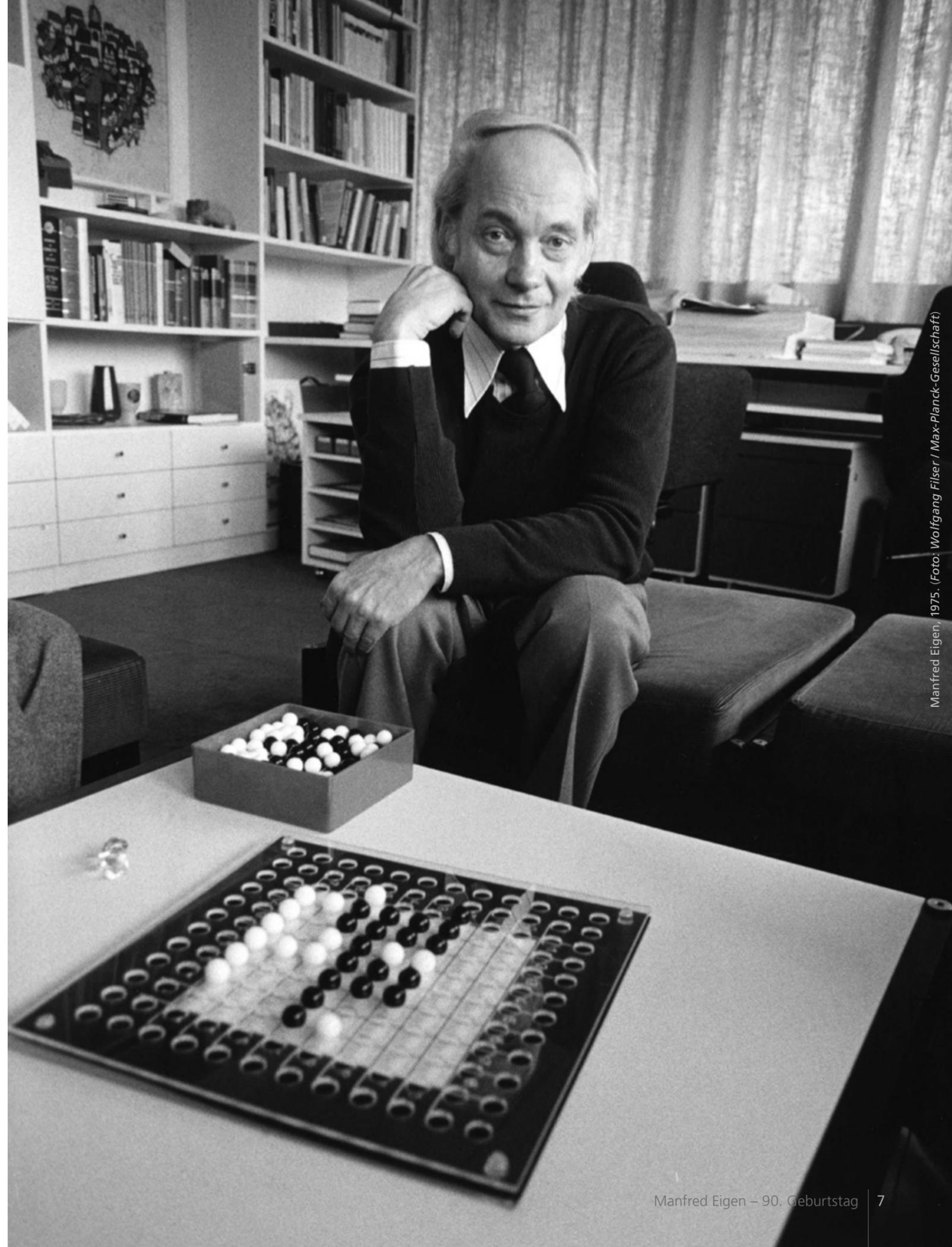
Seine Diplomarbeit fertigte er bei Arnold Eucken an, der so beeindruckt war von den herausragenden Fähigkeiten seines Studenten, dass er ihn direkt als Doktoranden übernahm. Manfred Eigen wurde den in ihn gesetzten Erwartungen spielend gerecht: Mit nur 24 Jahren schloss er seine Promotion in physikalischer

Chemie erfolgreich ab und war danach als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Physikalische Chemie der Universität Göttingen in der Bunsenstraße tätig.

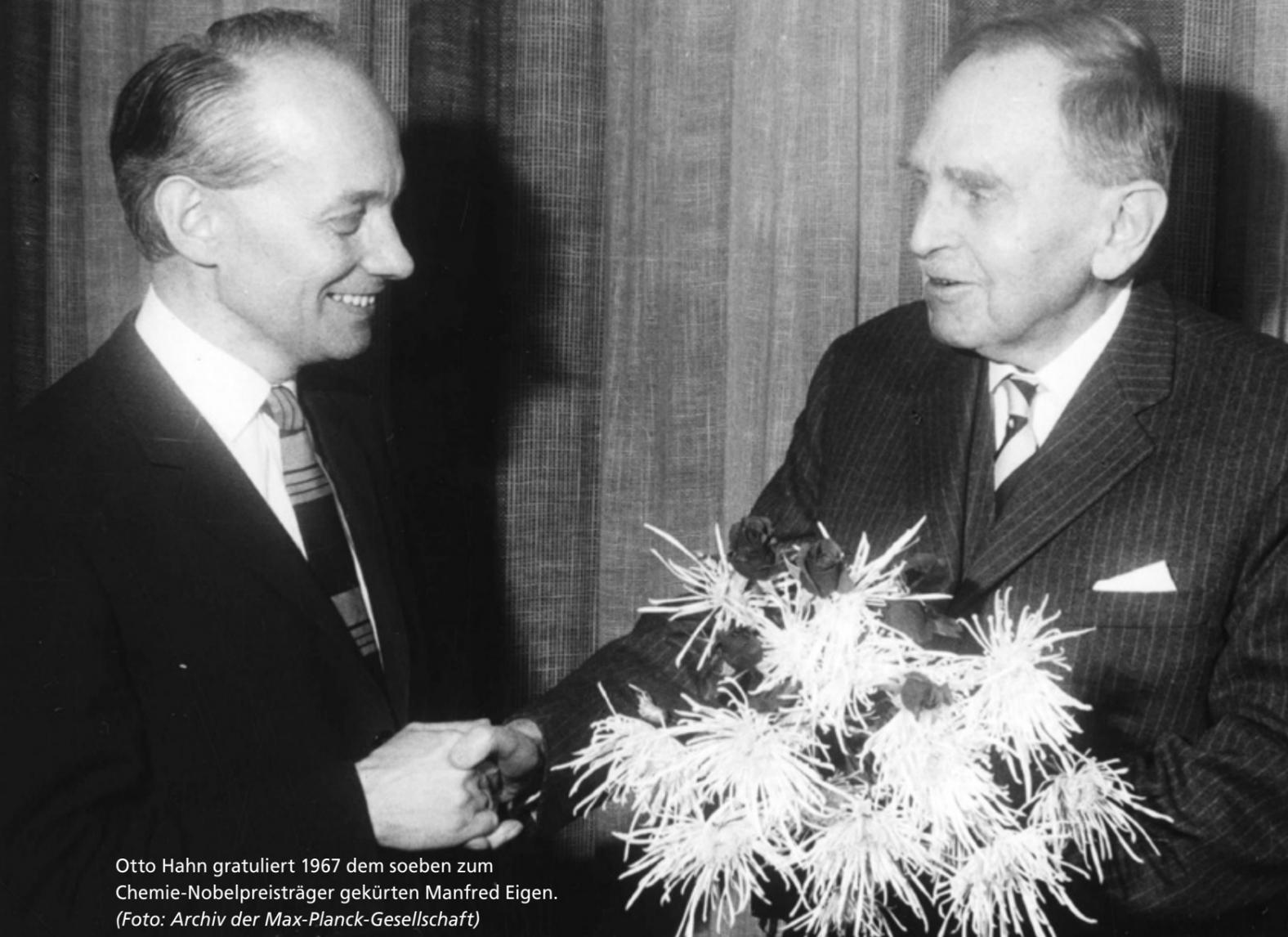
Wie schnell ist eine *unmessbar schnelle* Reaktion?

Die Rate wahrer Neutralisationsreaktionen hat sich als unmessbar schnell erwiesen. „Dieses Zitat hatte ich in Arnold Euckens *Lehrbuch der chemischen Physik* gefunden, während ich mich auf meine Doktorprüfung vorbereitete. Als sein Schüler war dieses Lehrbuch für mich die *Bibel der physikalischen Chemie*. Doch war ich damals in einem Alter, in dem man praktisch nichts akzeptierte, ohne es kritisch zu hinterfragen. Und so begann ich darüber nachzudenken, wie schnell eine *unmessbar schnelle* Reaktion wohl sein könnte“, erzählt Manfred Eigen. 1953 wechselte er als Assistent an das MPI für physikalische Chemie und wandte sich unter Karl Friedrich Bonhoeffer dem Studium extrem schneller chemischer Reaktionen zu.

Chemische Reaktionsgeschwindigkeiten waren zu der Zeit bis zu einer tausendstel Sekunde messbar. Überzeugt davon, dass in der Chemie nichts unmessbar sei und es allenfalls ungeeignete Methoden gäbe, begann Manfred Eigen erfolgreich die sogenannten *Relaxations-Messmethoden* zu entwickeln, die er 1954 bei der britischen *Faraday Society* vorstellte. Dabei wird ein sich im chemischen Gleichgewicht befindliches System gestört, beispielsweise durch Schallwellen, und dann die Zeit gemessen, die das System benötigt, um wieder in seinen ursprünglichen Gleichgewichtszustand zurückzukehren. Damit war es zum ersten Mal möglich, Reaktionsgeschwindigkeiten im Nanosekunden-Bereich zu messen – eine wissenschaftliche Sensation! Seine Methode klärte zentrale Fragen



Manfred Eigen, 1975. (Foto: Wolfgang Filser / Max-Planck-Gesellschaft)



Otto Hahn gratuliert 1967 dem soeben zum Chemie-Nobelpreisträger gekürten Manfred Eigen. (Foto: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft)

der Biochemie, beispielsweise wie Enzymaktivitäten gesteuert werden.

Im Jahr 1958 wurde der Physiko-Chemiker zum wissenschaftlichen Mitglied der Max-Planck-Gesellschaft berufen, vier Jahre später übernahm er die Leitung der Abteilung für *Chemische Kinetik* am MPI für physikalische Chemie, noch einmal zwei Jahre später ernannte ihn das Institut als Direktor. Sein Göttinger Labor wurde ein Anziehungspunkt für Chemiker aus aller Welt, die ultraschnelle Reaktionen untersuchen wollten.

Ausgezeichnete Forschung – Nobelpreis für Chemie 1967

Nur ein knappes Jahrzehnt später wurde Manfred Eigens großer wissenschaftlicher Durchbruch mit der höchsten Auszeichnung in der Forschung geehrt. Am 10. Dezember 1967 erhielt er, gemeinsam mit Ronald George Wreyford Norrish und George Porter, in Stockholm den Nobelpreis aus den Händen des schwedischen Königs Gustav VI. Adolf.

Neben seiner intensiven Aktivität in der Wissenschaft fand Manfred Eigen auch noch die Zeit, sich weiterhin der Musik zu widmen. Nach Abschluss seines Studiums hatte er sich wieder verstärkt der Musik zugewandt und trat gelegentlich bei Konzerten auf. Später folgten Aufnahmen mit dem *Kammerorchester Basel* unter der Leitung von Paul Sacher und dem *New Orchestra of Boston* unter der Leitung von David Epstein. Gemeinsam mit anderen namhaften Wissenschaftlern, Künstlern und Philosophen, darunter Werner Heisenberg, Carl Friedrich von Weizsäcker, Pierre Boulez, Georg Picht und Theodor Adorno engagierte sich Manfred Eigen besonders dafür, im Rahmen der Max-Planck-Gesellschaft ein Institut für Musikforschung zu etablieren – eine Idee, die während der Hauptversammlung der Max-Planck-Gesellschaft 1964 geboren wurde. Trotz so prominenter Befürworter wurde das Projekt am Ende nicht realisiert.

Überzeugen ließ sich die Max-Planck-Gesellschaft aber von einer anderen Vision des Nobelpreisträgers. Auf seine Initiative hin wurde 1971 durch Zusammenlegen der beiden Göttinger MPI

für physikalische Chemie und für Spektroskopie das MPI für biophysikalische Chemie gegründet, an dem Manfred Eigen seither bis zu seiner Emeritierung 1995 die Abteilung *Biochemische Kinetik* leitete. Von den anfänglich 297 Mitarbeitern ist das Institut heute auf rund 850 Beschäftigte angewachsen; mit seinen 13 Abteilungen und 23 Forschungsgruppen ist es eine der größten Einrichtungen der Max-Planck-Gesellschaft.

Brücke zwischen Physik und Biologie

Ab 1968 wandte sich Manfred Eigen mit gewohnter Intensität dem Problem der molekularen Selbstorganisation und der Entstehung des Lebens zu. Bei den Untersuchungen von Reaktionsmechanismen biochemischer Prozesse hatte ihn immer wieder die optimale Effizienz und Präzision des molekularen Zusammenwirkens in der Biologie fasziniert. Mit einer rein phänomenologischen Erklärung wie der optimalen Anpassung im Sinne Darwins konnte er sich jedoch nicht zufriedengeben. Er stellte Darwins Idee der Evolution mittels natürlicher Auslese auf eine solide physikalische Basis und wandte diese auf molekulare Systeme an. Ihm gelang es damit, eine Brücke zwischen Biologie und Physik zu schlagen. Die Begriffe *Hyperzyklus*, *Quasispezies* und *Fehlerschwelle* sind untrennbar mit seinem Namen verbunden.

Begründer der evolutiven Biotechnologie

Eigens Theorien zur Selbstorganisation komplexer Moleküle und seine Entwicklung von *Evolutionsmaschinen*, mit denen er diese Theorien in die Praxis umsetzte, begründeten einen neuen Zweig der Biotechnologie-Branche – die *evolutive Biotechnologie*. Mit den von ihm und seinen Mitarbeitern am Institut bis zur Produktionsreife entwickelten Evolutionsmaschinen werden heute erfolgreich grundlegende Mechanismen der Evolution im Zeitraffer im Labor untersucht, darunter auch die Tricks, die das AIDS-Virus und andere tückische Krankheitserreger nutzen, um das Immunsystem zu überlisten. Solche Evolutionsmaschinen können darüber hinaus mittels Einzelmoleküldetektion helfen, neue molekulare Wirkstoffe zu finden und für die Entwicklung von Medikamenten einzusetzen. Die evolutive Biotechnologie wird in den von Eigen mitgegründeten Firmen *Evotec Biosystems* (heute *Evotec AG*) und der *DIREVO Biotech AG* (heute *Bayer Health Care*) mit Erfolg angewandt.

Inspiration und uneigennützig Unterstützung

Aufgrund seiner zahlreichen Errungenschaften und vielfach beachteten Publikationen auf unterschiedlichen Fachgebieten gilt Manfred Eigen als einer der vielseitigsten deutschen Forscher. *Wir waren hungrig nach Wissenschaft* – mit dieser Einstellung hat der musikalische Naturwissenschaftler bis heute das Leben einer Vielzahl von Mitarbeitern und Forscherkollegen geprägt, die einstimmig von der Inspiration und uneigennützig Unterstützung schwärmen, die er immer bereit war zu geben. Seine Vorträge spiegelten nicht nur sein breites Interessen- und Wissensspektrum wider, sondern auch seine uneingeschränkte Begeisterung für die Forschung, mit der er die Zuhörer mitzureißen und zu faszinieren verstand. Zur Tradition wurden das von ihm gemeinsam mit Fritz Cramer gegründete *Molekularbiologische Colloquium* in Göttingen und das von Eigen 1966 ins Leben gerufene *Winterseminar*. Anfänglich ein Abteilungstreffen im kleinen Kreis, wurde das Winterseminar in den folgenden Jahren immer größer: Renommiertere Wissenschaftler aus der ganzen Welt, darunter bis heute mehr als 50 Nobelpreisträger, zählen zu den Teilnehmern der berühmten Tagungen in Klosters in der Schweiz – einer Umgebung, die Manfred Eigen als passionierter Bergsteiger und Skifahrer liebt.

Mit entscheidenden Impulsen hat Eigen nicht zuletzt die Förderung der Wissenschaft maßgeblich vorangebracht, ob als Vorsitzender des EMBO-Rates oder als Vorsitzender des wissenschaftlichen Beirats des Instituts für Immunologie in Basel (Schweiz). In den elf Jahren als Präsident der *Studienstiftung des deutschen Volkes* setzte er sich mit großem Engagement für den wissenschaftlichen Nachwuchs ein und etablierte unter anderem einen festgelegten, elternunabhängigen Betrag für Promotionsstipendien. Seine Geburtsstadt Bochum ernannte Eigen 2001 zum Ehrenbürger der Universität, die Stadt Göttingen würdigte ihn mit der Verleihung der Ehrenbürgerschaft im Jahr 2002.

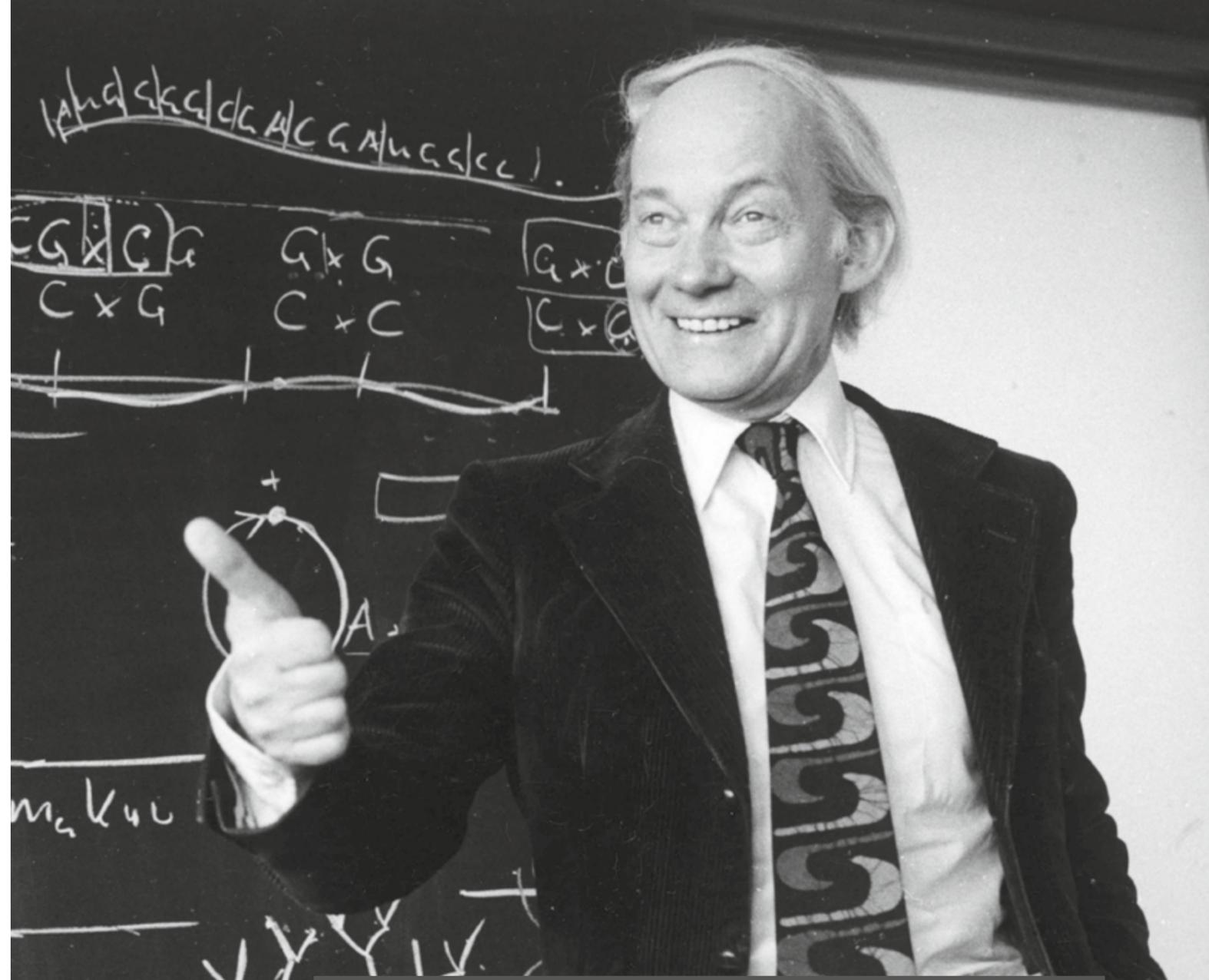
Mit dem MPI für biophysikalische Chemie hat Manfred Eigen eine Forschungseinrichtung aufgebaut, die bis heute seiner Vision folgt, Antworten auf scheinbar unlösbare wissenschaftliche Probleme durch fachübergreifendes, multidisziplinäres Forschen zu finden und das Entdeckte zugunsten der Menschen zu nutzen. Ideenreichtum und visionäres Denken im Sinne Manfred Eigens prägen bis heute unsere Wissenschaft.

Danke, Manfred Eigen! ■

The institute congratulates Manfred Eigen on his 90th birthday!

Manfred Eigen, Nobel Laureate and the founder of our institute, celebrated his 90th birthday on May 9, 2017. The Board of Directors and all the staff of the MPI for Biophysical Chemistry send their warmest congratulations on this big day! His visionary investigations of complex life processes with biological, physical, and chemical methods have had enormous impact on the philosophy and the success of our research. His *spirit* – characterized by insatiable curiosity, the highest scientific standards, exceptional autonomy and an extremely helpful and considerate attitude towards his colleagues – remains vital and unbroken.

TEXT CARMEN ROTTE



Manfred Eigen during a lecture in 1979. (Photo: Peter Blachian / Max Planck Society)

Manfred Eigen has a great passion for science and has made fundamental contributions in widely differing research fields, for which he has been awarded numerous prizes and honorary doctorates. But until the age of 18, there was a serious alternative to science in his life: The future Nobel Laureate in Chemistry, born in Bochum on May 9, 1927, was faced with the choice of becoming a scientist or a pianist. He came from a very musical family, and concerts and piano music were a characteristic part of his childhood. However, he also had a small laboratory at home, which he extensively used for experimentation: “It was a real laboratory which my mother was not at all happy with, especially when something exploded yet again,” Manfred Eigen remembers. During World War II, he was forced to serve as an air force auxiliary

even though he was only 15 years of age. Thus, he had no opportunity to play the piano. Having lost important years of practice needed to perfect his repertoire, he finally decided to make music his hobby and scientific research his career.

The University of Göttingen was one of the first German universities to open up again immediately after the end of World War II. After managing to escape from an American prisoner-of-war camp, Eigen went to Göttingen in 1945 to enroll at its university in physics and chemistry. The young student instantly had contact with exceptional scientists: He attended physics lectures by Werner Heisenberg and Wolfgang Paul; the former was already a Nobel Laureate, the latter would become one.

He completed his diploma thesis under Arnold Eucken, who was so impressed by Eigen’s

outstanding abilities that he immediately took him on as a doctoral student. Manfred Eigen effortlessly measured up to the expectations placed upon him: He was only 24 years of age when he successfully completed his doctorate in physical chemistry, subsequently becoming a research assistant at the Institute for Physical Chemistry at the University of Göttingen located on Bunsenstrasse.

How fast is an
immeasurably fast reaction?

The rate of true neutralization reactions has proven to be immeasurably fast. “I had found this quote in Arnold Eucken’s chemistry textbook *Lehrbuch der chemischen Physik* while I was preparing for my doctoral examination. As

Eucken’s pupil, this textbook was the *Bible of physical chemistry* for me. But I was then of an age at which you accept practically nothing without asking critical questions. And so I started to reflect on just how fast an *immeasurably fast* reaction might be,” Manfred Eigen explains. In 1953, he accepted a position as an assistant at the MPI for Physical Chemistry and under Karl Friedrich Bonhoeffer he turned his attention to the study of extremely fast chemical reactions.

At that time, chemical reaction rates could be measured down to a thousandth of a second. Convinced that nothing in chemistry was immeasurable and that the problem was simply a matter of unsuitable experimental methods, Manfred Eigen successfully began to develop the so-called *relaxation measurement methods*, which he presented to the British Faraday Society in 1954. The



The institute in the early 1970s: Heinz Winkler and Ingrid Botta in the lab of the Department of *Biochemical Kinetics* headed by Manfred Eigen. (Photo: MPI-BPC)

approach involves the perturbation of a system in chemical equilibrium, by a sound wave, for example, to then measure the time the system requires to return to its original state of equilibrium. This made it possible, for the first time, to determine reaction rates on the micro- and nanosecond scale – a scientific sensation! His methods solved key issues in biochemistry, for example how enzyme activities are controlled.

In 1958, Manfred Eigen was appointed a Scientific Member of the Max Planck Society. Four years later he became head of the Department of *Chemical Kinetics* at the MPI for Physical Chemistry, and two years after that the institute appointed him as Director. His laboratory in Göttingen attracted chemists from all over the world who wanted to investigate ultra-fast reactions.

Just about ten years later, Manfred Eigen's major scientific breakthrough was honored with the highest award in research. In Stockholm, on December 10, 1967, together with Ronald George Wreyford Norrish and George Porter, he received the Nobel Prize from King Gustav VI Adolf of Sweden.

Apart from his great scientific achievements, Manfred Eigen also succeeded in retaining his enthusiasm for music. After completing his studies, he had again devoted more of his attention to music and occasionally played in concerts. He would later make recordings with the *Basel Chamber Orchestra* conducted by Paul Sacher and the *New Orchestra of Boston* conducted by David Epstein. Together with other renowned scientists, artists, and philosophers, including Werner Heisenberg, Carl Friedrich von Weizsäcker, Pierre Boulez, Georg Picht, and Theodor Adorno, Manfred Eigen championed the idea of establishing an institute for music research within the Max Planck Society – an idea born during the Max Planck Society's General Meeting in 1964. Despite having such prominent advocates, the project never came to fruition.

The Max Planck Society, however, was convinced by another vision of the Nobel Laureate. At his initiative, two Max Planck Institutes in Göttingen – the MPI for Physical Chemistry and the MPI for Spectroscopy – were merged to create the MPI for Biophysical Chemistry, where Manfred Eigen headed the Department of

Biochemical Kinetics until he retired in 1995. The institute has grown from an initial staff of 297 to its current strength of 850; with its 13 departments and 23 research groups it is today one of the Max Planck Society's largest and most successful institutes.

Bridge between biology and physics

Starting in 1968, Manfred Eigen turned his attention with his usual intensity to the problem of molecular self-organization and the evolution of life. While investigating reaction mechanisms of biochemical processes, he had been fascinated time and again by the optimum efficiency and precision of the molecular interactions in biology. However, he was not satisfied with a purely phenomenological explanation such as optimum adaptation as put forward by Darwin. He put Darwin's idea of evolution by means of natural selection on a firm physical footing and applied it to molecular systems, thereby establishing a fundamental bridge between biology and physics. The concepts of *hypercycle*, *quasispecies*, and *error threshold* are inseparably linked to his name.

Founder of evolutionary biotechnology

Eigen's theories on the self-organization of complex molecules and his development of *evolution machines*, in which he put these theories into practice, gave rise to a new branch of biotechnology – *evolutionary biotechnology*. The evolution machines, developed to a level of industrial applicability by Eigen and his colleagues at the institute, are currently used successfully to investigate basic mechanisms of evolution at high speed in the laboratory, thus elucidating and exploiting the tricks used by the AIDS virus and other insidious pathogens to outwit the immune system. Such evolution machines can moreover employ single molecule detection to help find new active substances and use them to develop drugs. Evolutionary biotechnology is being applied by the companies co-founded by Manfred Eigen – *Evotec Biosystems* (now *Evotec AG*) and *DIREVO Biotech AG* (now *Bayer Health Care*).

Because of his numerous achievements and widely acknowledged publications in different fields, Manfred Eigen acquired the reputation of being one of the most versatile German research-

ers. *We were hungry for science* – this attitude has enabled the musical natural scientist to make a formative impact to this very day on the lives of a great many staff and research colleagues, who are unanimous in their enthusiasm about the inspiration and unselfish support which he has always been prepared to give. His lectures reflected not only his wide range of interests and broad spectrum of knowledge, but also his enormous fascination for research, which he communicated to his audiences. The *Molekularbiologisches Colloquium* founded by him and Fritz Cramer in Göttingen in the early 1960s, and the *Winterseminar* Eigen established in 1966, became traditions. What started out as a departmental meeting involving a small circle of people turned into a *Winterseminar* of ever-increasing proportions in the years that followed: Renowned scientists from all over the world, including more than 50 Nobel Laureates to date, are among those who have taken part in the famous winter conferences in Klosters, Switzerland – surroundings much loved by Manfred Eigen, a passionate hiker and skier.

Eigen's decisive impetus was in no small way responsible for crucially advancing the promotion of science in general, whether as Chairperson of the EMBO Council or as Chairperson of the Scientific Advisory Board of the Basel Institute for Immunology (Switzerland). In the eleven years he served as President of the *Studienstiftung des deutschen Volkes* (German Academic Scholarship Foundation) he demonstrated great commitment to the next generation of scientists and established a fixed amount for doctoral grants regardless of the parental income, one of many incentives. Bochum, the city of his birth, named Eigen as Honorary Citizen of the University in 2001; the city of Göttingen awarded him an honorary citizenship in 2002.

Visionary founder of the institute

In the MPI for Biophysical Chemistry, Manfred Eigen has created a research institution that still pursues his vision of finding answers to seemingly insoluble scientific problems by means of inter- and multi-disciplinary research, and exploiting the resulting discoveries for the benefit of mankind.

Successful, visionary ideas in the tradition of Manfred Eigen shape our scientific program to this very day.

Thank you, Manfred Eigen! ■

50 Jahre Nobelpreisträger

TEXT CARMEN ROTTE



Manfred Eigen erhält den Nobelpreis von König Gustav VI. Adolf von Schweden am 10. Dezember 1967. (Foto: Pressens Bild / picture-alliance / dpa)

Am 30. Oktober 1967 vormittags erreichte Manfred Eigen in seinem Büro am Göttinger Max-Planck-Institut für physikalische Chemie in der Bunsenstraße ein ungewöhnlicher Anruf: Ein schwedisches Kamerateam meldete sich und bat um ein Interview, und zwar am selben Tag. „Wir sind vor Ort in Göttingen“, lautete die Antwort auf die verwunderte Frage des Max-Planck-Forschers, wie die Kameraleute denn so schnell aus Schweden nach Göttingen kommen wollten. Manfred Eigen stimmte dem Anliegen zu.

Rund eine Stunde später wurde der Wissenschaftler offiziell als diesjähriger Nobelpreisträger für Chemie verkündet. Einer der ersten, der ihm gratulierte, war Otto Hahn. Die Post fragte schließlich aufgrund der Flut an Telegrammen verzweifelt an, ob man diese nicht gesammelt an ihn ausliefern dürfte. Dass er die nächsten Wochen bis zur Verleihung des Preises nicht

hätte arbeiten können bei den vielen Interviewanfragen und Gratulationen aus aller Welt, ist dem Physiko-Chemiker gut im Gedächtnis geblieben.

Am 10. Dezember 1967 erhielten Manfred Eigen und die mit ihm ausgezeichneten britischen Kollegen Ronald Norrish und George Porter die Nobelpreise vom schwedischen König Gustav VI. Adolf überreicht.

Große Lücke in unserem Wissen über Chemie gefüllt

Die Königlich Schwedische Akademie der Wissenschaften ehrte Manfred Eigen damit für seinen wissenschaftlichen Durchbruch, bei dem es ihm gelang, den Verlauf sehr schneller chemischer Reaktionen zu verfolgen, die sich im Bereich von Mikro- bis Nanosekunden abspielen. Der Physiko-Chemiker hatte damit eine grund-

legende Grenze durchbrochen, denn solche sehr schnellen Reaktionsabläufe wurden bis dahin für unmessbar gehalten. Seine sogenannten *Relaxations-Messmethoden* klärten wichtige Fragen in der Biochemie und sind weit über die Chemie hinaus von fundamentaler Bedeutung.

„Obwohl Chemiker schon lange von sofortigen Reaktionen gesprochen hatten, bestand für sie keine Möglichkeit, die tatsächlichen Reaktionsgeschwindigkeiten zu bestimmen. Es gab viele sehr wichtige Reaktionen dieser Art wie die Neutralisation. Dank Ihnen, Professor Manfred Eigen, haben Chemiker jetzt eine ganze Reihe von Methoden, die verwendet werden können, um diese schnellen Prozesse zu verfolgen, sodass nun eine große Lücke in unserem Wissen über Chemie gefüllt wurde“, würdigte Laudator H.A. Ölander, Mitglied des Nobel-Komitees für Chemie der Königlich Schwedischen Akademie

der Wissenschaften, die Arbeiten des Göttinger Forschers. Angeregt unterhielt Eigen sich im Laufe des festlichen Abends mit dem König – ein geachteter Archäologe und eine Autorität auf dem Gebiet chinesischer Kunst – über Wissenschaft.

Ein Nobelpreis in jeder Forschergeneration

Zu Manfred Eigens großer Freude blieb dies nicht der einzige Nobelpreis, der für Forschungsarbeiten an *seinem* Institut verliehen wurde. Auch in den nächsten beiden Generationen wurde Wissenschaftlern des MPI für biophysikalische Chemie diese hohe Ehre zuteil. Erwin Neher und Bert Sakmann erhielten 1991 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin. Stefan Hell wurde 2014 mit dem Nobelpreis für Chemie ausgezeichnet. ■

«In biology, pure theory –
in the absence of
experimental results –
proves to be poor theory.»

Manfred Eigen

50 years a Nobel Laureate

TEXT CARMEN ROTTE

On the morning of October 30, 1967, Manfred Eigen was in his office at the Göttingen MPI for Physical Chemistry on Bunsenstrasse when he received an unusual phone call: A Swedish camera team was on the line, asking for an interview that very same day. In answer to his question as to how the camera team intended to get from Sweden to Göttingen so quickly, the Max Planck researcher heard in amazement: “We are already here in Göttingen”. He agreed to the request.

An hour or so later, Manfred Eigen was officially announced as one of that year’s recipients of the Nobel Prize in Chemistry. Among the first people to congratulate him was Otto Hahn. The German Post Office finally inquired in desperation if it would be all right to deliver all his telegrams together in one batch. The enormous number of requests for interviews and congratu-

lations from all over the world also meant that he was unable to do any work at all in the weeks following the announcement until the award ceremony, as Eigen recalls.

Large gap in our knowledge about chemistry filled

On December 10, 1967, Manfred Eigen and his British colleagues Ronald Norrish and George Porter, received their Nobel Prizes from King Gustav VI Adolf of Sweden. The Royal Swedish Academy of Sciences therewith honored Eigen’s success in following the progress of very rapid chemical reactions with an unprecedented time resolution extending down to micro- and even nanoseconds. He had thus overcome a fundamental barrier, inasmuch as such very rapid



Manfred Eigen at the Nobel Prize Party in honor of Stefan Hell (right) at the institute on December 18, 2014, together with Erwin Neher (left), and Max Planck President Martin Stratmann. (Photo: Peter Goldmann)

reaction processes had previously been considered to be *immeasurable*. His so-called *relaxation measurement methods* solved important questions in biochemistry and are still of fundamental importance way beyond the confines of chemistry.

“Although chemists had long been talking of instantaneous reactions, they had no way of determining the actual reaction rates. There were many very important reactions of this type, such as neutralization. It is thanks to you, Professor Manfred Eigen, that chemists now have a whole range of methods that can be used to follow these rapid processes, so that a large gap in our knowledge about chemistry has now been filled,” acknowledged H.A. Ölander, a member of the Nobel Committee for Chemistry of the Royal Swedish Academy of Sciences, in his tribute to the work of the Göttingen-based researcher.

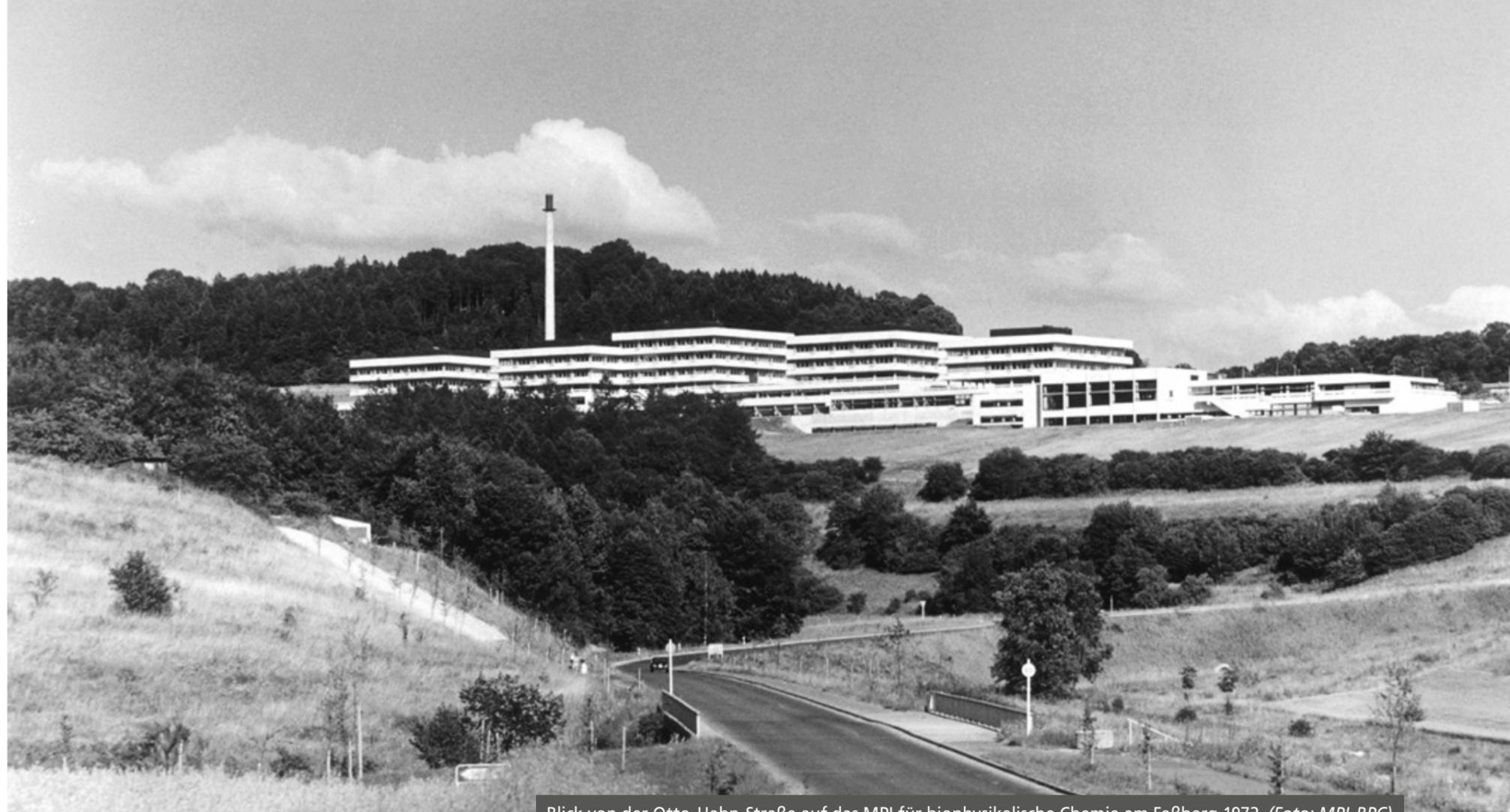
During the course of the festivities that evening, Eigen had a lively discussion about science with the King – a respected archaeologist and an authority on Chinese art.

A Nobel Prize for each generation of researchers

To Manfred Eigen’s great delight, this was not the only Nobel Prize to be awarded for research work at *his* institute. This prestigious award was also bestowed on scientists of the next two generations at the MPI for Biophysical Chemistry. Erwin Neher and Bert Sakmann were awarded the 1991 Nobel Prize in Physiology or Medicine, and Stefan Hell was a recipient of the Nobel Prize in Chemistry in 2014. ■

Das MPI-BPC – wie alles begann

TEXT CARMEN ROTTE



Blick von der Otto-Hahn-Straße auf das MPI für biophysikalische Chemie am Faßberg 1972. (Foto: MPI-BPC)

Das weitläufige Weide- und Ackerland am Faßberg hatte Manfred Eigen zusammen mit Leo De Maeyer während eines Spaziergangs rund um Nikolausberg entdeckt: groß genug für die Umsetzung seiner Idee, ein neues Max-Planck-Institut mit vielen Abteilungen zu gründen und nahe genug an der Stadt Göttingen, um Kontakt zur Universität zu halten. Um die von ihm entwickelten Methoden zur Messung ultraschneller Reaktionen und weitere physikalische Techniken auf biologische Fragestellungen anzuwenden, brauchte es mehr Platz als Manfred Eigen und seinen Kollegen am damaligen MPI für physikalische Chemie in der Bunsenstraße zur Verfügung stand.

Kurz nach der Verleihung des Nobelpreises mangelte es Eigen nicht an Angeboten renommierter Forschungsinstitutionen weltweit, dort seine Arbeit weiter fortzusetzen. Und so stieß er mit seiner Idee, durch Zusammenlegung der beiden bestehenden Göttinger MPI für physikalische Chemie und für Spektroskopie ein neues, großes Institut zu schaffen, bei der Max-Planck-

Gesellschaft auf Unterstützung; schließlich wollte man ihn als Direktor unbedingt halten.

Bauzeit und Kosten eingehalten

Zwischen den Jahren 1968 und 1972 wuchs das Institut auf dem Göttinger Faßberg in die Höhe – mit zunächst fünf Türmen. Entworfen hatte es der Architekt Walter Henn, der auch für die Bauausführung verantwortlich war. Die Beschreibung der Bauleistungen umfasste neben 80 Bauplänen mehrere 1000 Seiten Dokumentation, die Fertigstellung des Instituts dauerte 30 Monate und kostete rund 47 Millionen Deutsche Mark. Sowohl die veranschlagten Kosten als auch die Bauzeit wurden eingehalten!

Die Anlage sei großzügig, wirke aber insgesamt etwas monumental – „betonierter Erfolgswang“ sagten damals einige Göttinger mit unbehaglichem Gefühl, die glaubten, dass Geld stamme aus der *Stadtkasse*. Doch tatsächlich war das Institut weit davon entfernt: In den einzelnen Abteilungen und Laboren herrschte nüchterne

Zweckmäßigkeit als Folge des Baukastenprinzips. Für die anfänglich 267 Institutsmitarbeiter gab es viel *Bau in Serie* statt individuellen Aufwand.

Mit der Zusammenführung der Institute wurde auch die Otto-Hahn-Bibliothek übernommen, die seit 1946 als selbstständige Institution der Max-Planck-Gesellschaft in Göttingen bestand und deren Grundstock noch aus den Kaiser-Wilhelm-Instituten in Berlin stammte.

Am 10. Mai 1972 erfolgte die offizielle feierliche Einweihung des neuen Instituts auf dem Faßberg in Anwesenheit von Max-Planck-Präsident Adolf Butenandt. Das wissenschaftliche Festkolloquium umfasste Vorträge von Sir John Eccles, Max Delbrück und Manfred Eigen. Der Festvortrag von Paul Harteck war der Person Karl Friedrich Bonhoeffers gewidmet. Der Physiko-Chemiker Bonhoeffer hatte 1949 das einstige Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie in Göttingen wieder aufgebaut. Er verfolgte dabei einen stark interdisziplinären Ansatz und verstand es in hervorragendem Maße, jüngere Forscher dafür zu begeistern, wissenschaftliche Fragen

selbstständig zu beantworten. Bonhoeffer zu Ehren wurde das MPI für biophysikalische Chemie in seinem Zweitnamen nach ihm benannt.

Zu den zunächst fünf Abteilungen aus den beiden Vorläufer-Instituten kamen im Laufe der ersten Institutsjahre sieben weitere hinzu. „*Zugereiste* und *Alte* bereicherten sich mit Anregungen und ergänzendem Fachwissen“, beschrieb es der damalige Max-Planck-Direktor Otto D. Creutzfeldt in den *Berichten und Mitteilungen der Max-Planck-Gesellschaft* 1975. „Zahlreiche Arbeitsgruppen sind hier netzwerkartig miteinander verbunden und arbeiten an der Lösung spezieller und allgemein naturwissenschaftlicher Probleme – geplant, spontan, miteinander wetteifernd und konkurrierend.“

Ganz in der Tradition von Manfred Eigen verfolgt das Institut bis heute einen stark inter- und multidisziplinären Ansatz, bei dem die klassischen Naturwissenschaften – Biologie, Chemie und Physik – vernetzt und auf biologische Fragestellungen angewendet werden. Eine Vision, die nun seit fast 50 Jahren trägt. ■



Max Planck President Adolf Butenandt giving a speech at the festive inauguration of the institute on May 10, 1972.



The MPI for Biophysical Chemistry growing in height at the Faßberg between 1968 and 1972.



Manfred Eigen and Max Delbrück discussing science during the institute's inauguration. (All photos: MPI-BPC)

The MPI-BPC – how it all began

TEXT CARMEN ROTTE

Manfred Eigen and Leo De Maeyer had discovered the expanse of meadow and farmland on the Faßberg hill while taking a walk around Nikolausberg: It was large enough to realize Eigen's vision of founding a new Max Planck Institute with several departments and close enough to the city of Göttingen and the university. The physico-chemist had developed methods to measure ultra-fast reactions and other physical techniques, but to apply them to biological problems he needed more space than he and his colleagues at the then MPI for Physical Chemistry on Bunsenstrasse had at their disposal.

Having recently received the Nobel Prize, Eigen was not short of offers to continue his research at renowned research institutions all over the world. And thus his idea of creating a new, larger institute by merging two existing MPIs in Göttingen – the MPI for Physical Chemistry and the MPI for Spectroscopy – found willing listeners within the Max Planck Society. Furthermore, his

colleagues very much wanted him to remain as Director.

Budget and construction deadlines were met

Between 1968 and 1972, the institute shot up at the Faßberg – initially with five towers. It was designed by architect Walter Henn, who was also responsible for the construction work. The building specification covered 80 architectural plans as well as several thousand pages of documentation. It took 30 months for the whole building to be completed at a cost of around 47 million Deutsche mark. Both the estimated budget and the construction deadline were met!

On May 10, 1972, the new institute on Faßberg hill was officially inaugurated in the presence of Max Planck President Adolf Butenandt. The scientific celebratory colloquium

included talks by Sir John Eccles, Max Delbrück, and Manfred Eigen. The celebratory lecture given by Paul Harteck was dedicated to Karl Friedrich Bonhoeffer. In 1949, the physical chemist Bonhoeffer had re-established the former Kaiser Wilhelm Institute for Physical Chemistry in Göttingen.

The approach he followed was strongly interdisciplinary and he had an outstanding grasp of how to imbue young chemists, biologists, and physicists with the enthusiasm required to answer scientific questions on their own. As a special honor, the MPI for Biophysical Chemistry was given a second name in recognition of him: Karl Friedrich Bonhoeffer Institute.

The institute complex was spacious but had a somewhat monumental effect overall – “pressure to succeed cast in concrete” was the comment made by some of Göttingen's residents at the time, who had an uncomfortable feeling that the money had come from the *city's coffers*.

But this was not an accurate description of the institute by any means: The individual departments and labs were built to purpose as a result of the modular design concept. Thus, the 267 members of the institute staff who were there at the outset experienced a highly functional, but by no means extravagant working environment.

By merging the two institutes, the Otto Hahn Library was also incorporated; it had been an independent institution of the Max Planck Society in Göttingen since 1946 and its basic holdings had come from the Kaiser Wilhelm Institutes in Berlin.

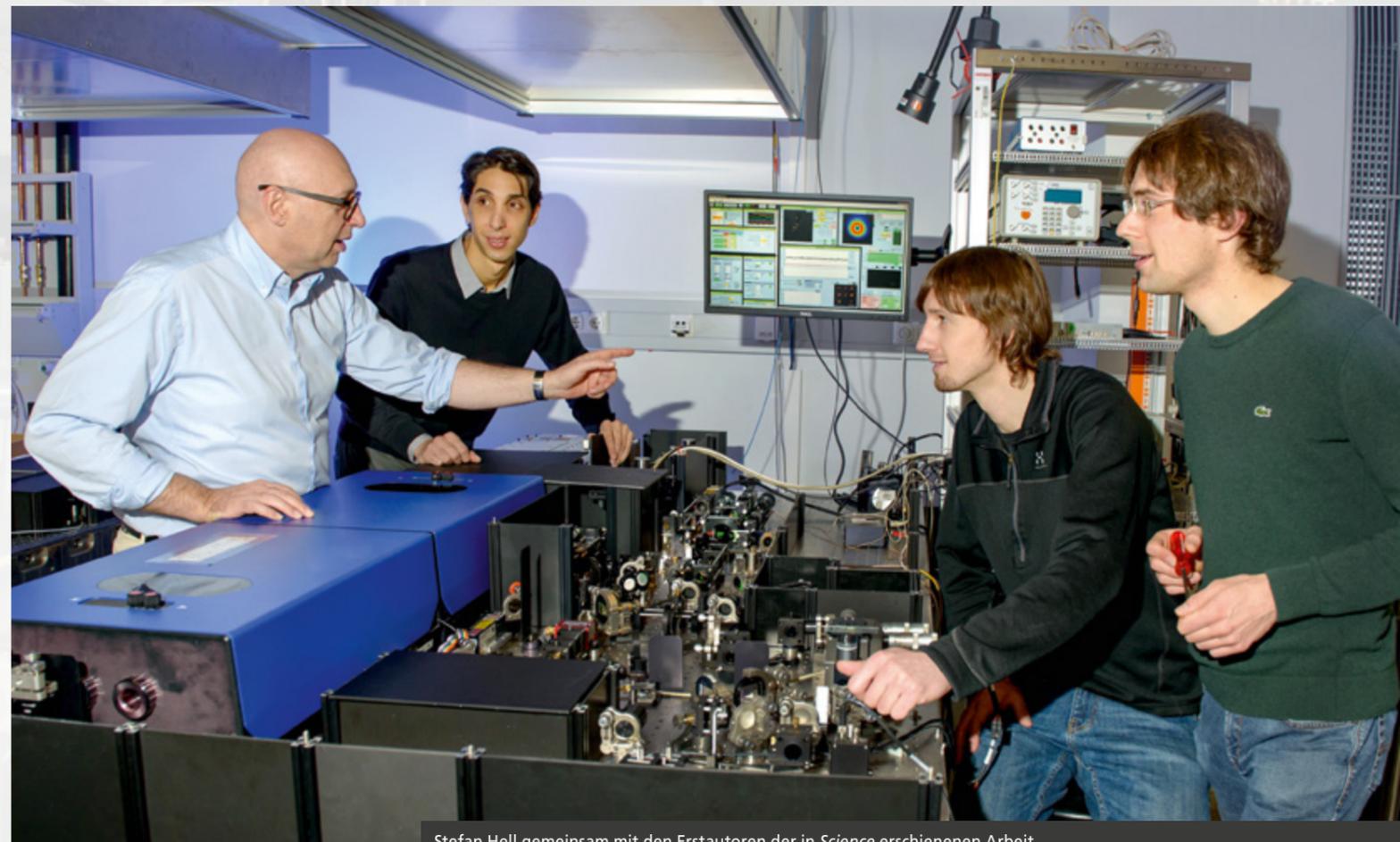
Newcomers and old-timers

There were initially five departments originating from the antecedent institutes, which increased by seven during the first years of the new institute's life. “*Newcomers and old-timers* enriched themselves with suggestions and complementary specialist knowledge,” is how the former Max Planck Director Otto Creutzfeldt described the situation in the publication *Berichte und Mitteilungen der Max-Planck-Gesellschaft* 1975. “Numerous research groups are networked here and are working on finding solutions to special and general scientific problems – planned, spontaneous, competing with each other, and in rivalry.”

Following the tradition set by Manfred Eigen, the institute still maintains a strongly inter- and multidisciplinary approach, according to which the classical natural sciences – biology, chemistry, and physics – are interlinked and applied in studies of biological phenomena. This vision has endured for almost 50 years! ■

Schärfer geht es nicht

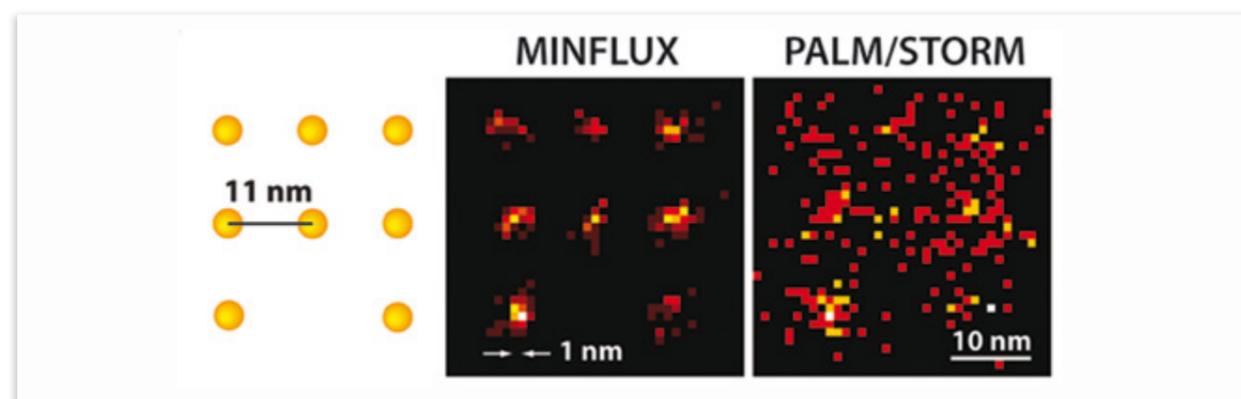
Es ist der „Heilige Gral“ der Lichtmikroskopie: die Trennschärfe dieser Methode so weit zu verbessern, dass man dicht benachbarte Moleküle einzeln auflösen kann. Wissenschaftler um Nobelpreisträger Stefan Hell vom MPI-BPC haben geschafft, was lange Zeit als unmöglich galt: Sie haben ein neues Fluoreszenzmikroskop entwickelt, MINFLUX genannt, mit dem sich erstmals Moleküle trennen lassen, die nur Nanometer (millionstel Millimeter) voneinander entfernt sind. Dieses Mikroskop ist mehr als 100 Mal schärfer als herkömmliche Lichtmikroskopie und übertrifft selbst die bisher besten lichtmikroskopischen Methoden – das von Stefan Hell zuerst entwickelte STED und das von Nobelpreiskollege Eric Betzig erfundene PALM/STORM – um das bis zu 20-Fache. Für MINFLUX nutzte Stefan Hell die Stärken von STED und PALM/STORM in einem völlig neuen Konzept. Dieser Durchbruch eröffnet Wissenschaftlern grundlegend neue Möglichkeiten zu erforschen, wie Leben auf molekularer Ebene abläuft. (*Science*, 22. Dezember 2016)



Stefan Hell gemeinsam mit den Erstellern der in *Science* erschienenen Arbeit, Francisco Balzarotti, Yvan Eilers und Klaus Gwosch, am Mikroskop (von links). (Foto: Irene Böttcher-Gajewski)

Mit MINFLUX erreichen wir Auflösungen von einem Nanometer, das ist der Durchmesser einzelner Moleküle – die ultimative Grenze dessen, was in der Fluoreszenzmikroskopie möglich ist“, erklärt Stefan

Hell, Leiter der Abteilung *NanoBiophotonik*. „Ich bin überzeugt, dass MINFLUX-Mikroskope das Zeug dazu haben, eines der grundlegenden Werkzeuge der Zellbiologie zu werden. Mit diesem Verfahren wird es in Zukunft



Mit dem MINFLUX-Mikroskop kann man erstmals Moleküle optisch trennen, die nur wenige Nanometer voneinander entfernt sind. Links ist schematisch die Anordnung fluoreszierender Moleküle dargestellt. Während PALM/STORM bei gleicher Molekül-Helligkeit nur ein diffuses Bild liefern kann (hier in einer Simulation unter idealen technischen Bedingungen), ist die Anordnung der Moleküle mit dem praktisch realisierten MINFLUX-Mikroskop (Mitte) klar zu erkennen. (Abbildung: Klaus Gwosch / MPI-BPC)

With MINFLUX microscopy one can, for the first time, separate molecules optically which are only a few nanometers apart from each other. On the left, a schematic of the fluorescing molecules is presented. Whereas the ultra-high resolution PALM/STORM microscopy at the same molecular brightness (right) delivers a diffuse image of the molecules (here in a simulation under ideal technical conditions), the position of the individual molecules can be easily discerned with the practically realized MINFLUX (middle). (Image: Klaus Gwosch / MPI-BPC)

möglich sein, Zellen molekular zu kartografieren und schnelle Vorgänge in ihrem Inneren in Echtzeit sichtbar zu machen. Das könnte unser Wissen über die molekularen Abläufe in lebenden Zellen revolutionieren.“

Der Göttinger Physiker, der auch am MPI für medizinische Forschung und am Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg arbeitet, war sich schon lange sicher, dass die Fluoreszenzmikroskopie mit ihrer Auflösung in die Dimension einzelner Moleküle vordringen kann – unter klassischer Verwendung von fokussiertem Licht und normalen Objektiven.

Zwar hatte der Physiker Ernst Abbe 1873 formuliert, dass die Auflösung von Lichtmikroskopen auf die halbe Wellenlänge des Lichts begrenzt ist – das sind etwa 200 Nanometer. Und auch mehr als 100 Jahre später behält dieses Abbe-Limit physikalisch seine Gültigkeit. Doch Stefan Hell zeigte als Erster mit der von ihm 1994 erdachten und fünf Jahre später experimentell umgesetzten STED-Mikroskopie, dass sich diese Grenze überwinden lässt.

STED und das ein paar Jahre später entwickelte PALM/STORM erreichen in der Praxis eine Trennschärfe von etwa 20 bis 30 Nanometern – rund zehn Mal besser als das Abbe-Limit. Für die Entwicklung dieser ultrahochoflösenden Lichtmikroskopie-Techniken wurden Stefan Hell und Eric Betzig gemeinsam mit ihrem Kollegen William E. Moerner im Jahr 2014 mit dem Nobelpreis für Chemie ausgezeichnet.

Stärken von STED und PALM/STORM kombiniert

Sowohl STED als auch PALM/STORM trennen benachbarte fluoreszierende Moleküle, indem sie diese nacheinander an- und ausschalten und so sequenziell zum Leuchten bringen. Die beiden Methoden unterscheiden sich aber in einem wesentlichen Punkt: Die STED-Mikroskopie setzt einen Donut-förmigen Laserstrahl ein, um das Leuchten der Moleküle an genau festgelegten Koordinaten in der Probe zu unterdrücken. Der Vorteil: Durch den definierten Donut-Strahl weiß man präzise, an welchem Punkt im Raum sich das gerade leuchtende Molekül befindet. Der Nachteil: Den Laserstrahl kann man in der Praxis nicht stark genug machen, um nur ein einziges Molekül anzusteuern. Bei PALM/STORM hingegen erfolgt das An- und Ausschalten an zufälligen Orten Molekül für Molekül – mit dem Vorteil, dass man bereits auf der Ebene einzelner Moleküle arbeitet, aber auch dem Nachteil, dass man deren genaue Positionen nicht kennt und erst herausfinden muss. In der Praxis lässt sich so routinemäßig keine molekulare Auflösung erreichen.

Stefan Hell hatte die Idee, die Stärken beider Techniken in einem neuen Konzept zu verbinden. „Diese Aufgabe war alles andere als trivial. Aber meine Mitarbeiter Francisco Balzarotti, Yvan Eilers und Klaus Gwosch haben hervorragende Arbeit geleistet und die Idee experimentell mit mir umgesetzt.“ Ihre neue Technik MINFLUX (von englisch *MIN*imal *emission FLUX*es, minimale Emissionsflüsse) stellte

Stefan Hell mit den drei Nachwuchswissenschaftlern als Erstautoren im Fachjournal *Science* vor.

MINFLUX schaltet – wie PALM/STORM – einzelne Moleküle zufällig an und aus. Gleichzeitig bestimmt es aber – wie STED – deren exakte Position mit einem Donut-förmigen Laserstrahl, der im Gegensatz zu STED nicht zum Abregen, sondern zum Anregen der Fluoreszenz benutzt wird. Liegt das Molekül auf dem Donut-Ring, so leuchtet es; liegt es exakt in seinem dunklen Zentrum, so leuchtet es nicht, doch man hat seine genaue Position gefunden. Damit diese Position mit höchster Präzision schnell bestimmt werden kann, entwickelte Francisco Balzarotti einen ausgeklügelten Algorithmus. „Mit diesem Algorithmus konnten wir das volle Potenzial des Donut-Laserstrahls ausschöpfen“, erläutert der Nachwuchswissenschaftler. Klaus Gwosch, dem die Aufnahme der molekular aufgelösten Bilder gelang, ergänzt: „Es war ein unglaubliches Gefühl, als wir zum ersten Mal mit MINFLUX Moleküle auf der Skala von wenigen Nanometern unterscheiden konnten.“

Neben der molekularen Auflösung bietet die Kombination von STED und PALM/STORM einen weiteren großen Vorteil: „MINFLUX ist im Vergleich sehr viel schneller: Da die Technik mit dem Donut-Laserstrahl arbeitet, kommt sie mit wesentlich weniger Lichtsignal, das heißt Fluoreszenz-Photonen, pro Molekül aus als PALM/STORM“, so Stefan Hell. Bereits mit STED konnte man Echtzeit-Videos aus dem Inneren lebender Zellen aufnehmen. Doch nun sei es möglich, die Bewegung von Molekülen in einer Zelle mit einer 100 Mal besseren zeitlichen Auflösung zu verfolgen, wie Yvan Eilers betont. Er hatte es geschafft, mit MINFLUX die Bewegung von Molekülen in einem lebenden *E. coli*-Bakterium in bisher unerreichter Zeitauflösung zu „filmen“. „Und bei der Geschwindigkeit haben wir die Möglichkeiten von MINFLUX noch längst nicht ausgereizt“, sagt Eilers. Die Forscher sind überzeugt, dass sich zukünftig selbst extrem schnelle Abläufe in lebenden Zellen untersuchen lassen – etwa die Bewegung zellulärer Nanomaschinen oder die Faltung von Proteinen. ■ Frederik Köpper, Carmen Rotte

It cannot get sharper

It is the holy grail of light microscopy: improving the resolving power of this method such that one can individually discern molecules that are very close to each other. Last year, scientists around the Nobel Laureate Stefan Hell at the MPI-BPC in Göttingen have achieved what was for a long time considered impossible – they have developed a new fluorescence microscope, called MINFLUX, allowing, for the first time, to optically separate molecules, which are only nanometers (millionths of a millimeter) apart from each other. This microscope is more than 100 times sharper than conventional light microscopy and surpasses even the best super-resolution light microscopy methods to date, namely STED developed by Stefan Hell and PALM/STORM described by Nobel Laureate Eric Betzig, by up to 20 times. For MINFLUX, Stefan Hell used the advantages of STED and PALM/STORM in a completely new concept. This break-through opens up new opportunities for researchers to investigate how life functions at the molecular level. (*Science*, December 22, 2016)

We have routinely achieved resolutions of a nanometer with MINFLUX, which is the diameter of individual molecules – the ultimate limit of what is possible in fluorescence microscopy,” explains Stefan Hell, Director at the MPI-BPC. “I am convinced that MINFLUX microscopes have the potential to become one of the most fundamental tools of cell biology. With this concept it will be possible to map cells in molecular detail and to observe the rapid processes in their interior in real time. This could revolutionize our knowledge of the molecular processes occurring in living cells.”

The Göttingen physicist, who also works at the MPI for Medical Research and the German Cancer Research Center in Heidelberg, has long been convinced that fluorescence microscopy resolution can be increased down to the dimension of individual molecules – with classical use of focused light and conventional lenses.

In fact, the physicist Ernst Abbe had formulated in 1873 that the resolution of light microscopes is limited to half the

wavelength of light, which is about 200 nanometers. More than 100 years later, this Abbe limit is still valid. However, Stefan Hell was the first to show that this limit can be overcome with STED microscopy, which he conceived in 1994 and established experimentally five years afterwards.

STED as well as PALM/STORM, developed a few years later, in practice achieve a separation sharpness of about 20 to 30 nanometers – about ten times better than the Abbe limit. For the development of these ultra-high resolution light microscopy techniques, Stefan Hell and Eric Betzig, together with William E. Moerner, were awarded the 2014 Nobel Prize in Chemistry.

Advantages of STED and PALM/STORM combined

Both STED and PALM/STORM separate neighboring fluorescing molecules by switching them on and off one after the other so that they emit fluorescence sequentially. However, the methods differ in one essential point: STED microscopy uses a doughnut-shaped laser beam to turn off molecular

fluorescence at a fixed location in the sample, that is everywhere in the focal region except at the doughnut center. The advantage is that the doughnut beam defines exactly at which point in space the corresponding glowing molecule is located. The disadvantage is that in practice the laser beam is not strong enough to confine the emission to a single molecule at the doughnut center. In the case of PALM/STORM, on the other hand, the switching on and off is at random locations and at the single-molecule level. The advantage here is that one is already working at the single-molecule level, but a downside is that one does not know the exact molecule positions in space. The positions have to be found out by collecting as many fluorescence photons as possible on a camera; more than 50,000 detected photons are needed to attain a resolution of less than 10 nanometers. In practice, one therefore cannot routinely achieve molecular (one nanometer) resolution.

Stefan Hell had the idea to uniquely combine the strengths of both methods in a new concept. “This task was anything but trivial. But my co-workers Francisco Balzarotti, Yvan Eilers, and Klaus Gwosch have done a wonderful job in implementing this idea experimentally with me.” Their new technique, called MINFLUX (MINimal emission FLUXes), was introduced by Stefan Hell together with the three junior scientists as first authors in *Science*.

MINFLUX, like PALM/STORM, switches individual molecules randomly on and off. However, at the same time, their exact positions are determined with a doughnut-shaped laser beam as in STED. In contrast to STED, the doughnut beam here excites the fluorescence. If the molecule is on the ring, it will glow; if it is exactly at the dark center, it will not glow but one has found its exact position. Francisco Balzarotti developed a clever algorithm so that this position could be located very fast and with high precision. “With this algorithm it was possible to exploit the potential of the doughnut excitation beam,” the young scientist explains.

Klaus Gwosch, who obtained the molecular resolved images, adds “It was an incredible feeling as we, for the first time, were able to distinguish details with MINFLUX on the scale of a few nanometers.”

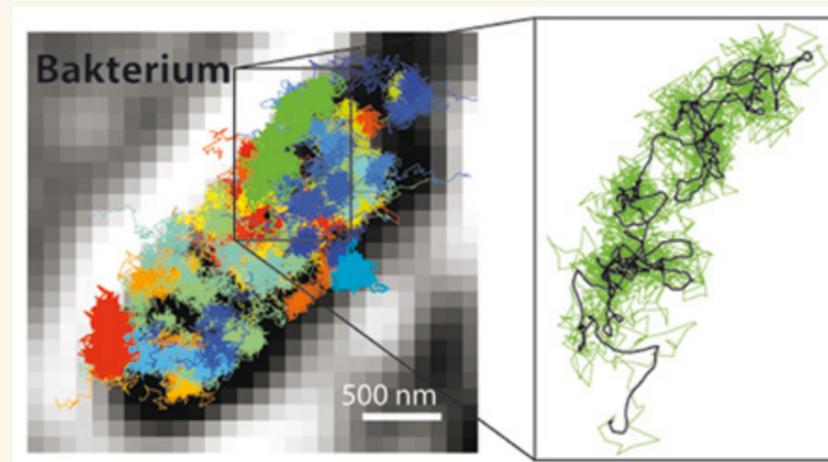
100 times better resolution

In addition to the molecular resolution, the combination of STED and PALM/STORM offers an additional major advantage: “MINFLUX is much faster in comparison. Since it works with a doughnut laser beam, it requires much lower light signal, that is fewer fluorescence photons, per molecule as compared to PALM/STORM for attaining the ultimate resolution,” Stefan Hell states. Already with STED one could record real-time videos from the inside of living cells. But now it was possible to trace the movement of molecules in a cell with a 100 times better temporal resolution, as Yvan Eilers emphasizes. He managed to film the movement of molecules in a living *E. coli* bacterium with MINFLUX for the first time, with an unprecedented spatio-temporal resolution. “As far as speed is concerned, we have not made the most of the possibilities with MINFLUX,” Eilers says. The researchers are convinced that even extremely fast-occurring changes in living cells can be investigated in the future, like for example the movement of cellular nanomachines or the folding of proteins. ■

(translation by Jaydev Jethwa)

Original-Veröffentlichung / Original publication

Francisco Balzarotti, Yvan Eilers, Klaus C. Gwosch, Arvid H. Gynnä, Volker Westphal, Fernando D. Stefani, Johan Elf, Stefan W. Hell: Nanometer resolution imaging and tracking of fluorescent molecules with minimal photon fluxes. *Science* **355**, 606-612 (2017).



MINFLUX allows to follow much faster movements compared to STED or PALM/STORM microscopy. It is therefore possible to make the movements of fluorescence labeled molecules visible in a living cell. Left: Movement pattern of 30S ribosomes (parts of protein factories, colored) in an *E. coli* bacterium (black-white). Right: Movement pattern of a single 30S ribosome (green) shown enlarged. (Image: Yvan Eilers / MPI-BPC)

Mit MINFLUX lassen sich Bewegungen zeitlich genauer verfolgen als mit der STED- oder PALM/STORM-Mikroskopie. Dadurch ist es möglich, sehr viel schnellere Bewegungen einzelner fluoreszenzmarkierter Moleküle in einer lebenden Zelle sichtbar zu machen. Links: Bewegungsmuster von 30S-Ribosomen (Bestandteile von Proteinfabriken, farbig) im Bakterium *E. coli* (schwarz-weiß). Rechts: Bewegungsmuster eines einzelnen 30S-Ribosoms (grün) vergrößert dargestellt. (Abbildung: Yvan Eilers / MPI-BPC)



Bewegungsmuster von 30S-Ribosomen in einem Bakterium

www.mpibpc.mpg.de -> Aktuelles -> Pressemitteilungen -> Schärfer geht es nicht

Movement pattern of 30S ribosomes in a bacterium

www.mpibpc.mpg.de/en -> News -> Press Releases -> It cannot get sharper

Neuer Typ von Solarzellen nutzt Infrarotlicht

Ein internationales Wissenschaftlerteam hat die Grundlage für einen neuen Typ von Solarzellen geschaffen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Solarzellen wandelt die von den Forschern neu entwickelte Festkörper-Solarzelle Infrarotlicht in elektrische Energie um. Sie besteht aus dem Mineral Perowskit, dessen Wirkmechanismus auf sogenannten Polaron-Anregungen, also kombinierten Anregungen von Elektronen und Gitterschwingungen des Festkörpers, beruht. Beteiligt an der Entwicklung der innovativen Methode waren Wissenschaftler des MPI-BPC, der Universität Göttingen, der Technischen Universität Clausthal und des Deutschen Elektronen-Synchrotrons (DESY) in Hamburg. (*Advanced Energy Materials*, 24. Januar 2017)

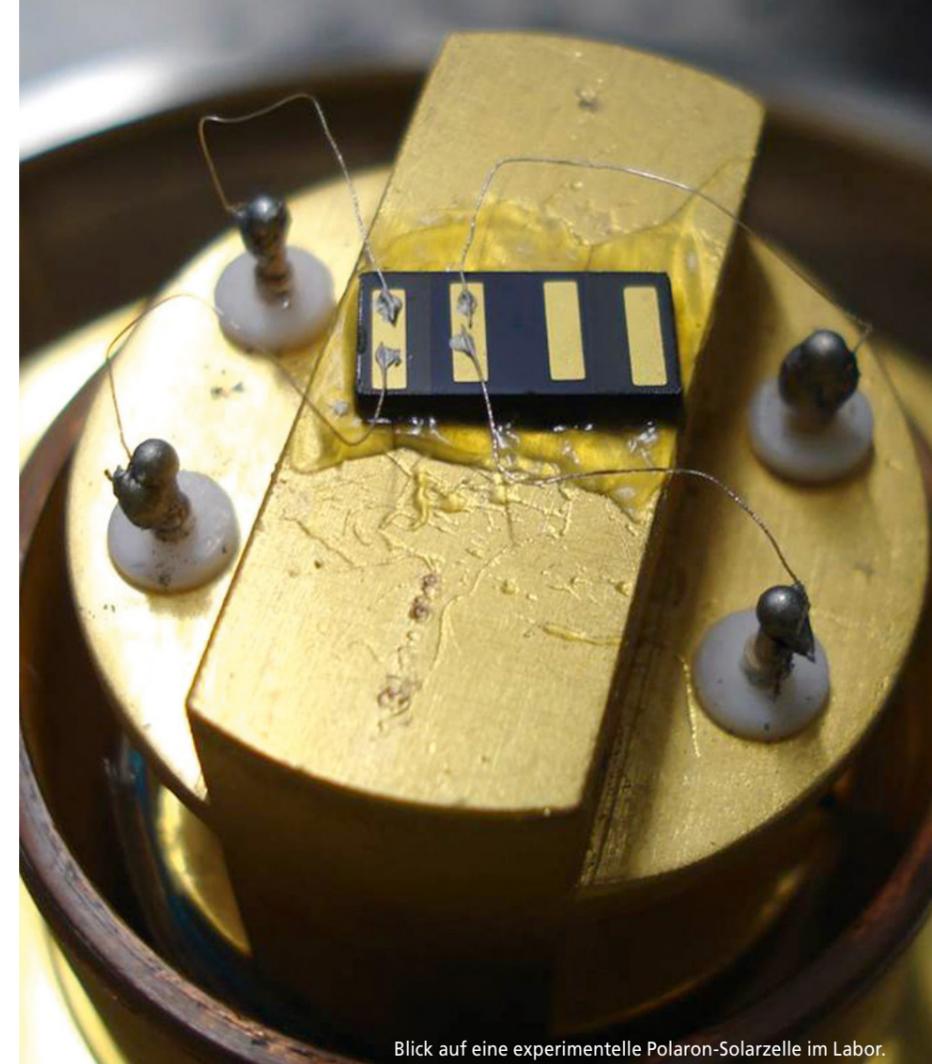
Während in konventionellen Solarzellen die Wechselwirkung von Elektronen mit Gitterschwingungen zu unerwünschten Verlusten führt und daher ein wesentliches Problem darstellt, können diese Polaron-Anregungen in der Perowskit-Solarzelle bei bestimmten Betriebstemperaturen fraktal gebildet und langlebig genug werden, damit ein ausgeprägter photovoltaischer Effekt auftritt“, erläutert Dirk Raiser vom MPI-BPC und DESY, der zugleich Erstautor der im Januar veröffentlichten Arbeit in *Advanced Energy Materials* ist. „Dies erfordert jedoch einen geordneten Grundzustand der Ladungen, der einer Art Kristallisation der Ladungen entspricht und so starke kooperative Wechselwirkungen der Polaronen ermöglicht.“

Die untersuchten Perowskit-Solarzellen mussten im Labor auf etwa minus 35 Grad Celsius gekühlt werden, damit der Effekt einsetzte. Voraussetzung für eine praktische Anwendung ist die Realisation geordneter Polaronen-Zustände bei höheren Temperaturen. „Die vorliegenden Messungen wurden an einem gut charakterisierten Referenzmaterial durchgeführt, um das Prinzip des Effektes zu verdeutlichen. Dafür wurde die tiefe Übergangstemperatur in Kauf genommen“, so Ko-Autorin Simone Techert vom Institut für Röntgenphysik der Universität Göttingen, Forschungsgruppenleiterin am MPI-BPC und leitende Wissenschaftlerin bei DESY.

Göttinger Materialphysiker arbeiten bereits daran, das Material so zu modifizieren und zu optimieren, dass eine höhere Betriebstemperatur erreicht werden kann. „Der kooperative Zustand könnte sich unter Umständen auch durch geschickte Anregung mit weiterem Licht vorübergehend einstellen lassen“, sagt Simone Techert. Sofern eine dieser Strategien erfolgreich ist, könnten zukünftig Solarzellen oder photochemische Energieträger mittels reichlich vorhandener Perowskit-Oxidverbindungen erzeugt werden.

„Hocheffiziente und einfach gebaute Festkörper-Solarzellen zu entwickeln, ist immer noch eine wissenschaftliche Herausforderung, der sich viele Arbeitsgruppen auf der Welt stellen, um die künftige Energieversorgung zu gewährleisten“, betont Forschungsleiter Christian Joos vom Institut für Materialphysik der Universität Göttingen. „Neben der Material- oder Bauoptimierung schon etablierter Solarzellen beinhaltet dies auch die Erforschung neuer grundlegender Mechanismen des lichtinduzierten Ladungstransports und der Umwandlung in elektrische Energie. Auf diese Weise sollte es möglich sein, Solarzellen basierend auf neuen Wirkprinzipien zu entwickeln.“

Genau dies ist der interdisziplinären Gruppe von Materialphysikern, Theoretikern, chemischen Physikern und Röntgenphysikern im Rahmen des Göttinger Sonder-



Blick auf eine experimentelle Polaron-Solarzelle im Labor.

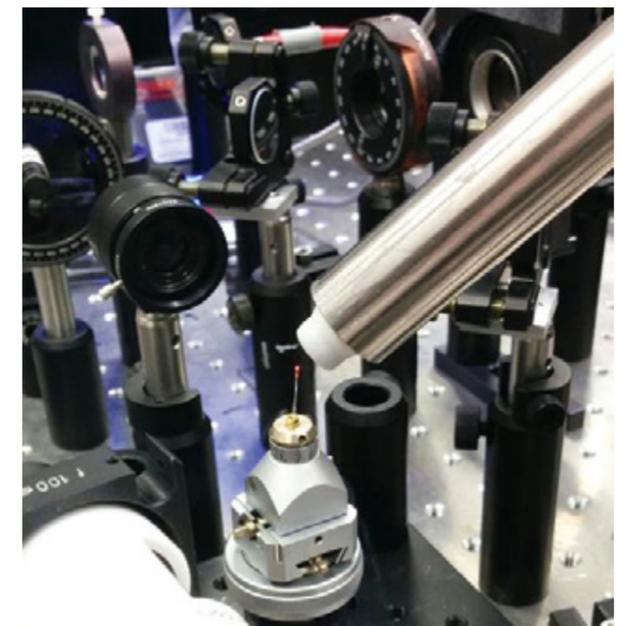
forschungsbereichs (SFB) 1073 *Kontrolle der Energiewandlung auf atomaren Skalen* gelungen. Für die Erforschung der neuartigen Solarzellenfunktion waren dabei ultraschnelle optische und strukturelle Analysemethoden entscheidend, wie sie in aktuellen und früheren Arbeiten zu diesem Thema zum Einsatz kamen.

Im Zentrum des Interesses steht dabei, Materialien zu entwickeln, deren Anregungen sich mittels starker Wechselwirkungen steuern lassen. Dies wird im Rahmen des SFB 1073 durch die theoretischen Arbeiten von Peter Blöchl von der Technischen Universität Clausthal intensiv begleitet. Sie erlauben, ein fundamentales Verständnis der neuen Wirkmechanismen zu erlangen und damit das Design neuer Materialien zielgerichtet durchzuführen. ■

Nach einer Pressemitteilung der Universität Göttingen

Original-Veröffentlichung

Dirk Raiser, Stephanie Mildner, Benedikt Iffland, Mohsen Sotoudeh, Peter Blöchl, Simone Techert, Christian Joos: Evolution of hot polaron states with a nanosecond lifetime in a manganite perovskite. *Advanced Energy Materials*, doi: 10.1002/aenm.201602174 (2017).



Prinzip des experimentellen Aufbaus der ultraschnellen Untersuchungen, hier exemplarisch mit Kühlung. (Fotos: Dirk Raiser / MPI-BPC & DESY)

DNA: nicht nur gut als Erbgut

Das „Kerngeschäft“ der Desoxyribonukleinsäure (DNA) ist zweifelsohne, unsere genetische Information zu codieren und zu speichern. Doch sie hat noch mehr im Repertoire: Ebenso wie viele Proteine und Ribonukleinsäuren (RNAs) kann auch DNA wie ein Enzym chemische Reaktionen katalysieren. Göttinger Forscher um Claudia Höbartner und Vlad Pena haben Anfang 2016 erstmals die räumliche Struktur eines DNA-Enzyms im atomaren Detail sichtbar gemacht. Die Wissenschaftler erbringen damit den Beweis, dass sich auch DNA zu komplexen dreidimensionalen Formen faltet, um katalytisch aktiv zu sein. Die neuen Erkenntnisse lösen ein langjähriges Rätsel der Nukleinsäure-Chemie und sind ein wichtiger Schritt, um DNA-Enzyme besser zu verstehen und als Werkzeuge nutzbar zu machen. (*Nature*, 14. Januar 2016)

Anders als katalytische Proteine und RNAs hat man DNA-Enzyme, auch Desoxyribozyme genannt, bisher in lebenden Zellen nicht gefunden. Wissenschaftler stellen diese künstlich her, indem sie eine Vielzahl einzelner DNA-Stränge produzieren und anschließend jene herausfiltern, die enzymatisch aktiv sind, also chemische Reaktionen katalysieren. Die Desoxyribozyme können dann als Werkzeuge in der Forschung dienen. Sie werden beispielsweise dafür eingesetzt, RNA-Moleküle an einer definierten Stelle zu schneiden oder zwei RNAs miteinander zu verknüpfen. Außerdem hofft man, sie auch in der Medizin nutzen zu können, um etwa an Krankheiten beteiligte Gene gezielt auszuschalten.

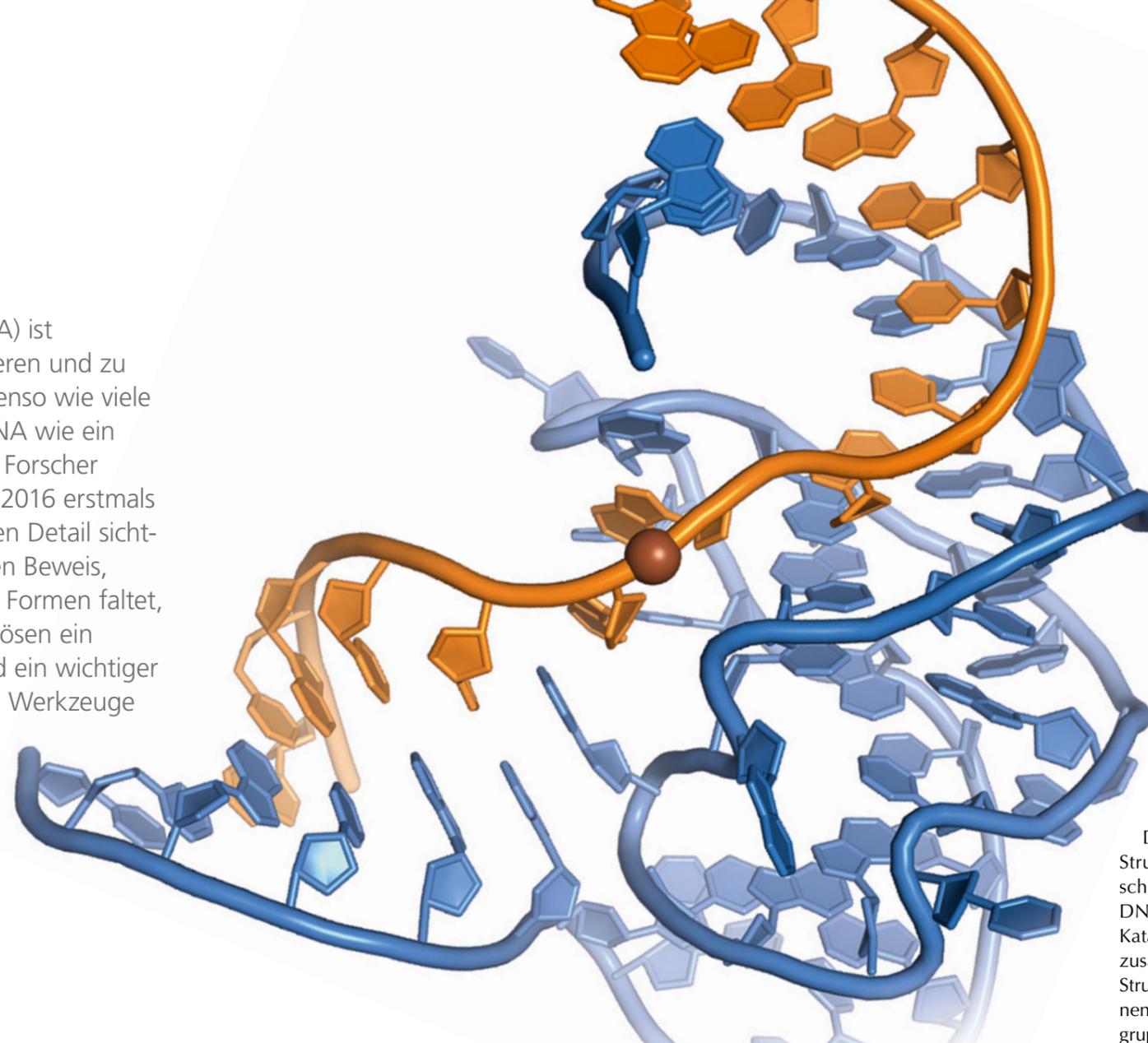
„Um wirksame Desoxyribozyme für einen bestimmten Zweck zu optimieren, müssen wir zunächst mehr darüber lernen, wie sie im Detail funktionieren“, erläutert Claudia Höbartner, Leiterin der Gruppe *Nukleinsäurechemie* am MPI-BPC und Professorin am Institut für Organische und Biomolekulare Chemie an der Universität Göttingen. „Dafür ist es nötig zu verstehen, welche dreidimensionale Struktur der DNA-Strang einnimmt und wie es der DNA gelingt, unter den vielen möglichen Stellen in der RNA genau eine einzige für

die Reaktion auszuwählen.“ Eine solche Desoxyribozym-Struktur zu ermitteln, versuchten Forscher, seit DNA-Enzyme vor mehr als 20 Jahren entdeckt wurden. Dem Team um Claudia Höbartner und Vlad Pena ist schließlich der Durchbruch gelungen: Sie haben die räumliche Struktur eines Desoxyribozyms mit atomarer Genauigkeit analysiert und damit detaillierte Einblicke in dessen Funktionsweise gewonnen – ein Meilenstein in der Forschung an Nukleinsäure-Enzymen.

»Um Desoxyribozyme zu optimieren, müssen wir mehr darüber lernen, wie sie im Detail funktionieren.«

Claudia Höbartner

Das untersuchte DNA-Enzym katalysiert das Ausbilden einer natürlichen chemischen Bindung zwischen zwei RNA-Molekülen, die dadurch zu einem einzigen RNA-Strang verschmelzen. Die Struktur der Göttinger Chemiker



Die erste dreidimensionale Struktur eines DNA-Enzyms. Das Desoxyribozym (blau) hat zwei RNA-Stränge (orange) miteinander verknüpft. (Abbildung: Claudia Höbartner und Vlad Pena / MPI-BPC)

zeigt das Desoxyribozym am Ende dieser Reaktion. „Wie wir sehen konnten, hat sich der DNA-Strang zu einer kompakten Einheit zusammengefaltet. Dadurch kommen bestimmte Bauteile der DNA an einem Punkt mit den Enden der RNA-Stränge zusammen und bilden ein Zentrum, in dem die chemische Reaktion abläuft“, erklärt Vlad Pena, der am MPI-BPC die Forschungsgruppe *Makromolekulare Kristallografie* leitet. Mit der ersten dreidimensionalen Struktur eines Desoxyribozyms zeigen die Göttinger Wissenschaftler, was lange vermutet, bis dahin aber nicht belegt werden konnte: DNA-Enzyme nehmen, ebenso wie enzymatische RNAs und Proteine, eine definierte dreidimensionale Struktur ein, um ihre katalytische Aufgabe zu erfüllen. „Daraus ergibt sich die spannende Frage, ob komplexere DNA-Strukturen nicht auch in der Natur eine Rolle spielen könnten, ähnlich wie wir es bisher nur von RNAs und Proteinen kennen“, so Pena.

Die Erkenntnisse der Forscher sind auch hilfreich, um den genauen Ablauf der Reaktion zu verstehen und DNA-Enzyme als Werkzeuge zu verbessern: Dank der neuen Informationen konnten sie das DNA-Enzym so modifizieren, dass es seine „Vorlieben“ für bestimmte RNAs änderte.

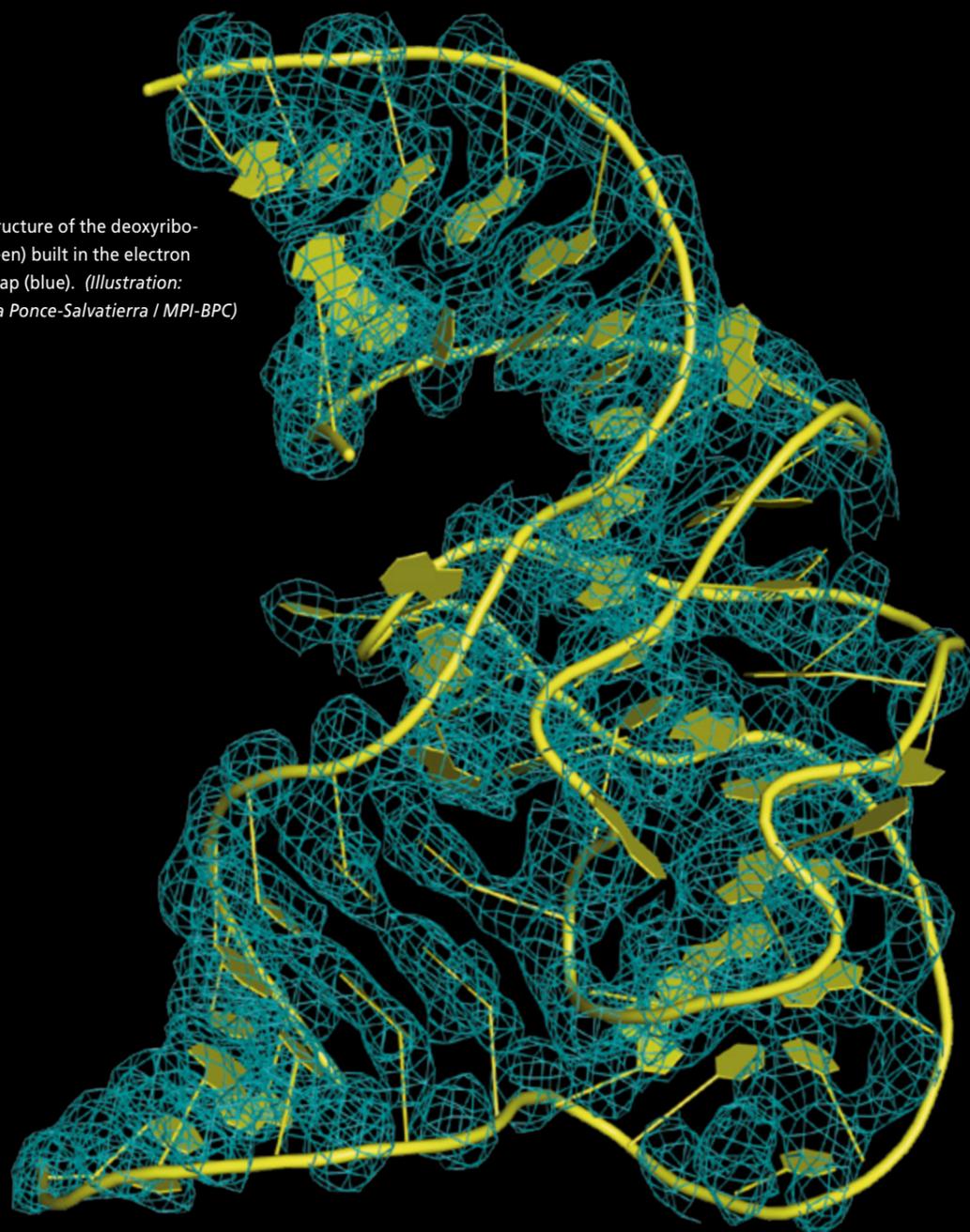
Des Weiteren lösten die Chemiker mit der ersten Struktur eines Desoxyribozyms ein Rätsel, das Wissenschaftler beschäftigt hat, seit man von katalytisch aktiven DNA-Molekülen weiß: RNA-Enzyme sind besonders gute Katalysatoren, weil sie an jedem einzelnen Baustein eine zusätzliche sogenannte Hydroxylgruppe besitzen, die für die Struktur der RNA-Enzyme und für die Katalyse der Reaktionen eine wichtige Rolle spielt. Diese zusätzliche Hydroxylgruppe fehlt der DNA. Wie also schaffen es Desoxyribozyme, Reaktionen ähnlich gut zu katalysieren wie die chemisch doch viel besser ausgestatteten RNA-Enzyme? „Die Struktur des Desoxyribozyms zeigt, dass die fehlende Hydroxylgruppe für die DNA kein Nachteil ist“, berichtet Almudena Ponce-Salvatierra, Erstautorin der Arbeit. „Ihre Abwesenheit macht den DNA-Strang nämlich viel flexibler. Er kann sich daher zu ganz anderen Formen zusammenfalten, als es einem RNA-Strang möglich wäre. Dadurch hat ein Desoxyribozym noch mehr Möglichkeiten, seine chemischen Bausteine so zusammenzubringen, dass sie Reaktionen katalysieren können.“

In Zukunft will Claudia Höbartner noch mehr über diese besonderen Nukleinsäure-Moleküle herausfinden: „Wir werden versuchen, ein Desoxyribozym nicht nur nach, sondern vor oder während der chemischen Reaktion ‚einzufrieren‘ und seine Struktur zu analysieren. Diese würde uns noch mehr Details über den Mechanismus verraten, mit dem das Enzym seine Reaktion katalysiert.“ ■ Frederik Köpper

Original-Veröffentlichung

Ponce-Salvatierra A, Wawrzyniak-Turek K, Steuerwald U, Höbartner C, Pena V: Crystal structure of a DNA catalyst. *Nature* **529**, 231-234 (2016).

Crystal structure of the deoxyribozyme (green) built in the electron density map (blue). (Illustration: Almudena Ponce-Salvatierra / MPI-BPC)



DNA: Not just good for genes

The main job of deoxyribonucleic acid (DNA) is to encode and store our genetic information. But there is more to it: Like many proteins and ribonucleic acids (RNAs), DNA can also catalyze chemical reactions like an enzyme. At the beginning of 2016, a team of Göttingen researchers headed by Claudia Höbartner and Vlad Pena has, for the first time, visualized the spatial structure of a DNA enzyme in atomic detail. The scientists thus provide evidence that also DNA folds into complex three-dimensional shapes to be catalytically active. The new findings solve a long-standing puzzle in nucleic acid chemistry and are an important step to better understand DNA enzymes as well as to utilize them as tools. (*Nature*, January 14, 2016)

«A fascinating question is whether DNA structures of such complexity might play a role in nature.»

Vlad Pena

Unlike catalytic proteins and RNAs, DNA enzymes – also termed deoxyribozymes – have not been found in living cells so far. Scientists prepare them synthetically by producing a large number of individual DNA strands and then fishing out those which are able to catalyze chemical reactions. The deoxyribozymes can then serve as tools in research. They are used for example for cutting RNA molecules at a specific site or for linking two RNAs. The hope is that they can also be applied in medicine, for example to target genes involved in certain diseases.

“In order to generate more efficient variants of deoxyribozymes by rational optimization we need to know how they function,” explains Claudia Höbartner, head of the Group *Nucleic Acid Chemistry* at the MPI-BPC and Professor at the Institute for Organic and Biomolecular Chemistry at the University of Göttingen. “To this end, it is important to learn how the DNA specifically selects only one out of many possible sites in the RNA for carrying out the reaction. This can only be explained when we understand the DNA’s three-dimensional structure.” Researchers have been trying to solve such a deoxyribozyme structure since DNA enzymes were discovered more than 20 years ago. The team headed by Claudia Höbartner and Vlad Pena has finally achieved the breakthrough: They have unveiled the spatial structure of a deoxyribozyme with atomic accuracy. This provided detailed insight into how DNA enzymes work – a milestone in research on nucleic acids and structural biology.

The examined DNA enzyme catalyzes the formation of a natural chemical bond between two RNA molecules, resulting in a single strand of RNA. The structure identified by the Göttingen chemists shows the deoxyribozyme after the reaction has occurred. “We saw that the DNA strand folded up to form a compact unit. Thereby, certain building blocks of the DNA juxtapose with the RNAs’ reactive ends in one spot, forming a center where the chemical reaction takes place,” explains Vlad Pena, head of the Research Group *Macromolecular Crystallography* at the MPI-BPC. With the first three-dimensional structure of a deoxyribozyme, the Göttingen scientists have finally shown what has long been

suspected but could not be verified so far: Just like enzymatic RNAs and proteins, DNA enzymes adopt a defined three-dimensional structure to fulfill their catalytic task. “This poses the fascinating question of whether more complex DNA structures might also play a role in nature, similar to what is currently known only for RNAs and proteins,” Pena says. The researchers’ findings also help to understand the exact course of the reaction and to improve DNA enzymes as tools. Thanks to the new information, they were able to modify the DNA enzyme so that it changed its preference for certain RNA substrates.

With the first structure of a deoxyribozyme, the chemists solved a long-standing puzzle of catalytically active DNA molecules: RNA enzymes are particularly good catalysts because on each individual building block they have an additional so-called hydroxyl group which plays an important role for the 3D organization and catalysis. This additional hydroxyl group is missing in DNA. So how do deoxyribozymes manage to catalyze reactions equally well as the chemically much better equipped RNA enzymes? “The structure of the deoxyribozyme shows that lack of the hydroxyl group is not a disadvantage for DNA,” reports Almudena Ponce-Salvatierra, first author of the publication. “This endows DNA with structural properties more versatile than those of RNA, enabling more possibilities to bring together its chemical building blocks for catalysis.”

In the future, Max Planck researcher Claudia Höbartner wants to find out even more about these particular nucleic acid molecules. “We will try to ‘freeze’ a deoxyribozyme not only after, but also before or during the chemical reaction to analyze its structure. This would give us additional information about the catalytic mechanism.” ■

Claudia Höbartner, Vlad Pena, Frederik Köpper

Original publication

Ponce-Salvatierra A, Wawrzyniak-Turek K, Steuerwald U, Höbartner C, Pena V: Crystal structure of a DNA catalyst. *Nature* **529**, 231-234 (2016).



Strömungskarte im dritten Ventrikel des Mausehirns. Farbige Linien symbolisieren Ströme entlang der Ventrikelwand. Weiße Pfeile veranschaulichen die Hauptstromrichtungen in einzelnen Bereichen. Die verschiedenen Farbbereiche auf den Bildern zeigen, dass Flimmerhärchen sich je nach Ort in sehr unterschiedliche Richtungen bewegen und so ein „Straßensystem“ bilden. (Bild: Regina Faubel, Hartmut Sebesse / MPI-BPC)

Mit dem Strom ans Ziel

Wenn wir uns den Kopf anstoßen, geht das meist harmlos aus. Dies verdanken wir den mit Flüssigkeit gefüllten Hirnkammern in unserem Gehirn. Sie fangen Stöße oder Erschütterungen auf und polstern empfindliche Bestandteile unseres Nervensystems wirksam ab. Das Hirnwasser hat aber weit mehr als eine Schutzfunktion: Es entfernt zellulären Müll, versorgt unser Nervengewebe mit Nährstoffen und transportiert wichtige Botenstoffe. Doch wie diese Botenstoffe im Gehirn an ihr Ziel befördert werden, ist bisher ungeklärt. Göttinger Max-Planck-Forscher haben herausgefunden, dass winzige Flimmerhärchen auf der Oberfläche spezialisierter Zellen den Weg weisen könnten. Durch ihre synchronisierten Schlagbewegungen erzeugen sie ein komplexes Netzwerk dynamischer Ströme, die wie Förderbänder fungieren und darüber molekulare „Fracht“ transportieren. Die Ergebnisse der Wissenschaftler lassen vermuten, dass diese Ströme Botenstoffe gezielt an ihre Wirkorte im Gehirn weiterleiten. (*Science*, 8. Juli 2016)

Millionen von Flimmerhärchen auf der Oberfläche spezialisierter Zellen im Inneren unseres Körpers machen diesen buchstäblich zu einer haarigen Angelegenheit. Flimmerhärchen befreien unsere Atemwege von Staub, Schleim und Krankheitserregern, transportieren Eizellen durch den Eileiter, und Spermien bewegen sich mit ihrer Hilfe vorwärts. Auch die vier Hirnkammern in unserem Gehirn – die sogenannten Ventrikel – werden von einer Schicht hoch spezialisierter Zellen ausgekleidet, die auf ihrer Oberfläche mit Bündeln von Flimmerhärchen besetzt sind. Zwar ist jedes einzelne von ihnen nur wenige tausendstel Millimeter groß. Doch wenn Hunderte von ihnen im Gleichklang peitschenartig schlagen, können diese Härchen kräftige Ströme erzeugen.

Gregor Eichele und Regina Faubel vom MPI-BPC ist es gemeinsam mit Eberhard Bodenschatz und Christian Westendorf vom MPI für Dynamik und Selbst-

organisation (MPIDS) gelungen, das komplexe Netzwerk dieser Ströme in isoliertem Hirnkammerngewebe sichtbar zu machen. Für ihre Untersuchungen konzentrierten sich die Göttinger Forscher auf die dritte Hirnkammer, die in den Hypothalamus eingebettet ist. „Der Hypothalamus ist eine sehr wichtige Schaltzentrale. Er steuert beispielsweise Kreislauf und Körpertemperatur, aber auch Sexualverhalten, Nahrungsaufnahme und Hormonhaushalt. Es gibt daher einen umfangreichen Transport von Botenstoffen über das Hirnwasser vom und zum Hypothalamus“, erklärt Gregor Eichele, Leiter der Abteilung *Gene und Verhalten* an unserem Institut.

Leuchtmarker im Nervengewebe verfolgen

Die Flüssigkeitsbewegung lässt sich allerdings unter einem Mikroskop nicht direkt beobachten. Um diese sichtbar zu machen, entwickelte Regina Faubel, wissenschaftliche

Mitarbeiterin in Eicheles Abteilung, einen neuen experimentellen Ansatz mit isoliertem Hirnkammerngewebe aus der Maus. In der Kulturschale injizierte sie dem Nervengewebe winzige fluoreszierende Kügelchen, die daraufhin als Leuchtmarker mit dem Nährmedium mitschwammen. Nachfolgend erfasste die Wissenschaftlerin den Weg eines jeden Kügelchens innerhalb des Nervengewebes unter dem Mikroskop. Mithilfe eines von ihrem Kollegen Christian Westendorf eigens dafür entwickelten Computerprogramms setzten die Forscher die umfangreichen Daten dann zu einem wissenschaftlich auswertbaren Bild zusammen.

„Wir sehen auf diesen Bildern ein komplexes Netz von ‚Flüssigkeitsstraßen‘ entlang der Innenseite der Hirnkammer. Doch anders als das Blut, das durch unsere Blutgefäße fließt, sind diese Straßen nicht durch Wandungen begrenzt. Die spannende Frage für uns war daher: Wird das Strömungsmuster allein durch das synchronisierte Schlagen der Flimmerhärchen erzeugt?“, berichtet Regina Faubel, Erstautorin der Studie, die im Juli 2016 in dem renommierten Wissenschaftsjournal *Science* veröffentlicht wurde. Im nächsten Schritt filmten die Wissenschaftler die Flimmerhärchen daher live in Aktion und bestimmten die Schlagrichtung der Flimmerhärchen sowie die daraus resultierende Strömung. „Unsere Experimente haben gezeigt, dass die Ströme tatsächlich allein durch die Bewegungen der Härchen erzeugt werden. Diese funktionieren wie Förderbänder und wären damit durchaus in der Lage, Botenstoffe an den richtigen Ort im Gehirn zu transportieren“, so Eberhard Bodenschatz, Leiter der Abteilung *Hydro-*

dynamik, Strukturbildung und Biokomplexität am MPIDS. „Auch könnten die Ströme dazu beitragen, Substanzen lokal zu begrenzen, indem die gegeneinander verlaufenden Flüssigkeitsstraßen wie Barrieren wirken“, ergänzt Christian Westendorf, Zweitautor der Studie.

Doch anders als das Straßennetz, in dem wir uns täglich mit dem Auto oder Fahrrad bewegen, sind diese Flüssigkeitsstraßen keinesfalls starr. Zur Überraschung der Forscher wechselten die Härchen in einem zeitlichen Rhythmus ihre Schlagrichtung. Nach vorherrschender Lehrmeinung gilt die Schlagrichtung der Flimmerhärchen jedoch als unveränderbar.

„Im Hirnwasser bei uns Menschen gibt es Hunderte, wenn nicht sogar Tausende physiologisch wirksamer Substanzen“, wie Gregor Eichele betont. „Das von uns entdeckte Netzwerk von Strömen spielt vermutlich eine wichtige Rolle, um diese Stoffe zu verteilen. In weiteren Versuchen möchten wir aufklären, welche Botenstoffe über die Ströme transportiert und wo diese schließlich im Gewebe deponiert werden.“ „Auch ist das Verständnis von der Physik der Strömungsdynamik der Flimmerhärchen selbst ein Forschungsziel“, ergänzt Eberhard Bodenschatz. ■

Carmen Rotte

Original-Veröffentlichung

Regina Faubel, Christian Westendorf, Eberhard Bodenschatz, Gregor Eichele:

Cilia-based flow networks in the brain ventricles. *Science* **353**, 176-178 (2016).



Christian Westendorf, Regina Faubel, Eberhard Bodenschatz und Gregor Eichele (von links). (Foto: Irene Böttcher-Gajewski)



Messaging by flow in the brain

We have all bumped our heads at some point, and such incidents are usually harmless. This is thanks to fluid-filled chambers in our brain that offset minor knocks and jolts and provide padding for sensitive components of our nervous system. Cerebral fluid, however, has more than just a protective function: It removes cellular waste, supplies our nervous tissue with nutrients, and transports important messenger substances. How these messenger substances are actually being delivered to their destination in the brain, however, was unclear so far. Göttingen-based Max Planck researchers have discovered that tiny cilia on the surface of specialized cells could lead the way. Through synchronized beating movements, they create a complex network of dynamic flows that act like conveyor belts transporting molecular “freight”. The results obtained by the scientists suggest that these flows send messenger substances directly to where they are needed. (*Science*, July 8, 2016)

Millions of cilia on the surface of specialized cells inside our body literally make this a hairy affair. Cilia free our airways of dust, mucus, and pathogens, transport egg cells through the fallopian tubes, and help sperm to move forward. The four chambers in our brain, so-called cerebral ventricles, are also lined with a layer of highly specialized cells covered with bundles of cilia on their surface. Although each one is just a few thousandths of a millimeter in size, hundreds of them beating in unison can generate powerful flows.

Gregor Eichele and Regina Faubel of the MPI-BPC, together with Eberhard Bodenschatz and Christian Westendorf at the MPI for Dynamics and Self-Organization (MPIDS), have succeeded in making the complex network of these flows visible in an isolated cerebral ventricle tissue. For their experiments, the researchers in Göttingen concentrated on the third cerebral ventricle, which is embedded in the hypothalamus. “The hypothalamus is a very important control center, regulating functions like the circulatory system, body temperature, sexual behavior, food intake, and hormonal balance. To our surprise, there is a sophisticated transport system to and from the hypothalamus for distributing messenger substances via cerebral fluid,” explains Gregor Eichele, Head of the Department of *Genes and Behavior* at our institute.

Fluorescent tracers visualize flows

The movement of the fluid, however, cannot be directly observed under a microscope. To visualize the movement, Regina Faubel of Eichele’s Department developed a new experimental approach using isolated cerebral ventricle tissue from the mouse. In a culture dish, the scientist injected the nerve tissue with tiny fluorescent particles that subsequently moved with the culture medium as tracer. She then recorded the path of each particle within the nerve tissue under the microscope. With the aid of a computer program specially developed by her colleague Christian Westendorf, the researchers finally combined the exten-

sive data to create a picture that could be scientifically analyzed.

“In these images, we can see a complex network of fluid paths inside the cerebral ventricle. However, in contrast to the blood which flows through our blood vessels, these paths are not confined by walls. The exciting question for us was therefore: Is the flow pattern created solely by the synchronized beating of the cilia?” reports Regina Faubel, first author of the study that has been published in the renowned science journal *Science* in July 2016. The researchers then filmed the cilia live in action, thus determining the direction of the beating as well as the resulting flows. “Our experiments have shown that the flows are actually generated solely by the movements of the cilia. These act like conveyor belts and would therefore be an ideal means of transporting messenger substances to the right place in the brain,” says Eberhard Bodenschatz, Head of the Department of *Fluid Dynamics, Pattern Formation and Biocomplexity* at the MPIDS. “These flows could also help to restrict substances locally, in that the fluid paths flowing against one another could act like barriers,” adds Christian Westendorf, second author of the study.

However, in contrast to the road networks that we travel on daily by car or bicycle, these fluid paths are by no means rigid. To the researchers’ surprise, the cilia changed the direction of beating in a temporal rhythm. According to the prevalent school of thought the direction of cilia beating cannot be changed.

“In the cerebral fluid of humans, there are hundreds – if not thousands – of physiologically active substances,” Gregor Eichele explains. “We are assuming that the network of flows we discovered plays an important role in distributing these substances. In other experiments, we would like to look at which messenger substances are transported via the flows, and where these are ultimately deposited in the tissue.” “But the understanding of the physics of fluid dynamics of cilia is also itself a research objective,” Eberhard Bodenschatz adds. ■ Carmen Rotte



Leibniz-Preis für Marina Rodnina

Mehrmals hatte die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) am 10. Dezember 2016 vergeblich versucht, Max-Planck-Direktorin Marina Rodnina telefonisch zu erreichen. Es sei dringend, wird ihrer Assistentin Dimitra Papastavrou mitgeteilt. Doch wegen der gerade laufenden wissenschaftlichen Vorträge vor dem Fachbeirat ist die Forscherin nicht zu sprechen. Nur wenige Minuten, bevor die Biochemikerin mit ihrem Vortrag an der Reihe ist, steht offiziell auf der DFG-Webseite, was man ihr hat mitteilen wollen: Marina Rodnina erhält den wichtigsten deutschen Wissenschaftspreis, den Leibniz-Preis 2016.

Eine Nachricht, die auch den damaligen Geschäftsführenden Direktor Herbert Jäckle im Ludwig-Prandtl-Saal auf seinem Handy erreicht. Und so kündigt er – außer der Reihe – die nächste Sprecherin persönlich an: „Den nächsten Vortrag wird die Leibniz-Preisträgerin 2016 Marina Rodnina halten. Soeben wurde ihr von der DFG diese wunderbare Auszeichnung zuerkannt. Wir gratulieren ihr ganz herzlich zu diesem großartigen Erfolg!“ Wohl selten war der Zeitpunkt für eine Auszeichnung so passend!

„Ich freue mich sehr, dass unsere Forschung diese große Anerkennung erfährt. Glücklicherweise habe ich ein wundervolles Team, das solche erfolgreichen Arbeiten möglich macht. Dieser Preis hilft uns, weitere herausfordernde Fragestellungen auf unserem Gebiet anzugehen“, sagte Marina Rodnina im Anschluss an die Vorträge. „Es ist immer etwas Besonderes für Wissenschaftler, wenn sie etwas erreicht haben und andere dies anerkennen. Mit ihrer Forschung an Ribosomen hat Marina Rodnina bahnbrechende Erkenntnisse



Kommunikation von Turm zu Turm einmal anders. Die Abteilung *NanoBiophotonik* aus Turm 2 sendet Glückwünsche an die Abteilung *Physikalische Biochemie* in Turm 1 ...

über einen grundlegenden Prozess des Lebens gewonnen – wie Zellen Proteine herstellen. Die DFG hat diese wichtigen Arbeiten mit dem Leibniz-Preis geadelt. Wir sind stolz auf den großartigen Erfolg unserer Kollegin“, freute sich Herbert Jäckle.

Mit der Auszeichnung ehrte die DFG die Biochemikerin für ihre wegweisenden Beiträge zum Verständnis der Funktion von Ribosomen – den Proteinfabriken lebender Zellen. Marina Rodnina ist es gelungen, zentrale Prinzipien der Funktionsweise von Ribosomen aufzuklären. Ihre Erkenntnisse haben dazu beigetragen, die hohe Präzision bei der Proteinherstellung zu verstehen. Proteine sind als molekulare „Arbeiter“ an praktisch allen zellulären Vorgängen beteiligt. Die Bauanleitungen für die Proteine sind als genetische Information in der DNA einer jeden Zelle festgeschrieben. Bei der Proteinherstellung wird diese genetische Information in eine Kette von Aminosäuren übersetzt, die sich dann zu der dreidimensionalen Struktur eines Proteins faltet. Für diese Übersetzung ist das Ribosom zuständig. Die komplexe Miniatur-Maschine besteht selbst aus über 50 Proteinkomponenten sowie drei bis vier Ribonukleinsäure-Molekülen. Mit einem Durchmesser von 20 bis 30 Nanometern (millionstel Millimeter) ist sie winzig. Ihre Funktionsweise lässt sich daher nur mit großem Aufwand untersuchen.

Marina Rodnina und ihr Team nutzen dazu verschiedene biophysikalische Methoden wie Fluoreszenzmessungen und Verfahren, die den Ablauf schneller chemischer Reaktionen verfolgen. Ihre Abteilung *Physikalische Biochemie* setzt weltweit Maßstäbe, diese komplexen Methoden für die Ribosomenforschung anzuwenden und weiterzuentwickeln.

Die Wissenschaftlerin interessiert unter anderem, wie „Störfälle“ in der Proteinfabrik vermieden werden. „Der

Zusammenbau der Proteine muss äußerst genau sein und Proteine mit exakt der richtigen räumlichen Struktur liefern. Nur dann sind sie auch funktionsfähig. Wir möchten verstehen, welche Prozesse am Ribosom für die Qualitätskontrolle sorgen und wie Fehler verhindert werden. Denn selbst kleine Fehler können für die Zelle fatale Folgen haben“, erklärt die Biochemikerin. Wichtige Grundprinzipien der Qualitätskontrolle hat Marina Rodnina in der Vergangenheit bereits erfolgreich aufklären können. Ihre Forschungsarbeiten haben sich dabei vor allem auf den Zusammenbau der Proteine in Bakterien konzentriert. Unter anderem fand sie heraus, wie das Ribosom mit einem als *induced fit* bezeichneten Mechanismus erkennt, welche Aminosäure für jede einzelne Position im Protein die richtige ist.

Ein weiterer zentraler Gegenstand von Marina Rodninas Forschung ist es, mehr über die strukturelle Dynamik des Ribosoms zu erfahren. „Während sie Proteine herstellt, ist die Proteinfabrik ständig in Bewegung. Wir wollen diese Dynamik sichtbar machen, um die Abläufe am Ribosom besser zu verstehen.“ Außerdem untersucht die Max-Planck-Direktorin „absichtliche“ Fehler des Ribosoms: Gelegentlich muss die molekulare Maschine einen scheinbaren Fehler machen, um ungewöhnliche Aminosäuren in ein Protein einzubauen. Die Biochemikerin möchte wissen, welche molekularen Mechanismen diese Ausnahmen von der Regel steuern.

Für die nächsten Jahre hat sich die Wissenschaftlerin mit ihrem Team noch einiges mehr vorgenommen: „Wir wollen unsere Methoden zukünftig anwenden, um die Proteinproduktion in höheren Zellen wie zum Beispiel Hefen zu untersuchen, einem noch sehr viel komplexeren System.“ Die grundsätzlichen Prozesse sind denen in Bakterien zwar

»Der Leibniz-Preis hilft uns, weitere herausfordernde Fragestellungen auf unserem Gebiet anzugehen.«

ähnlich, doch es gibt wichtige Unterschiede. Dies macht man sich beim Einsatz bestimmter Antibiotika zunutze: Denn solche Antibiotika blockieren nur bakterielle Ribosomen, die Proteinfabriken menschlicher Zellen bleiben dagegen verschont. Die Struktur und Funktion des Ribosoms besser zu verstehen ist daher unerlässlich, um zukünftig neue Antibiotika entwickeln zu können, die am Ribosom ansetzen. „Der Leibniz-Preis gibt uns große Freiheit, diesen Plan weiter voranzutreiben“, so die Forscherin.

Neben Marina Rodnina zeichnete die DFG neun weitere Wissenschaftler aus verschiedenen Forschungsbereichen aus. Mit ihr haben nun bereits 13 Wissenschaftler, die am MPI-BPC forschen oder geforscht haben, den renommierten Leibniz-Preis erhalten. Die Auszeichnung ist mit 2,5 Millionen Euro dotiert. Überreicht wurden die Leibniz-Preise 2016 am 1. März 2016 in Berlin. ■ Carmen Rotte, Frederik Köpper

... die Antwort ließ nicht lange auf sich warten.



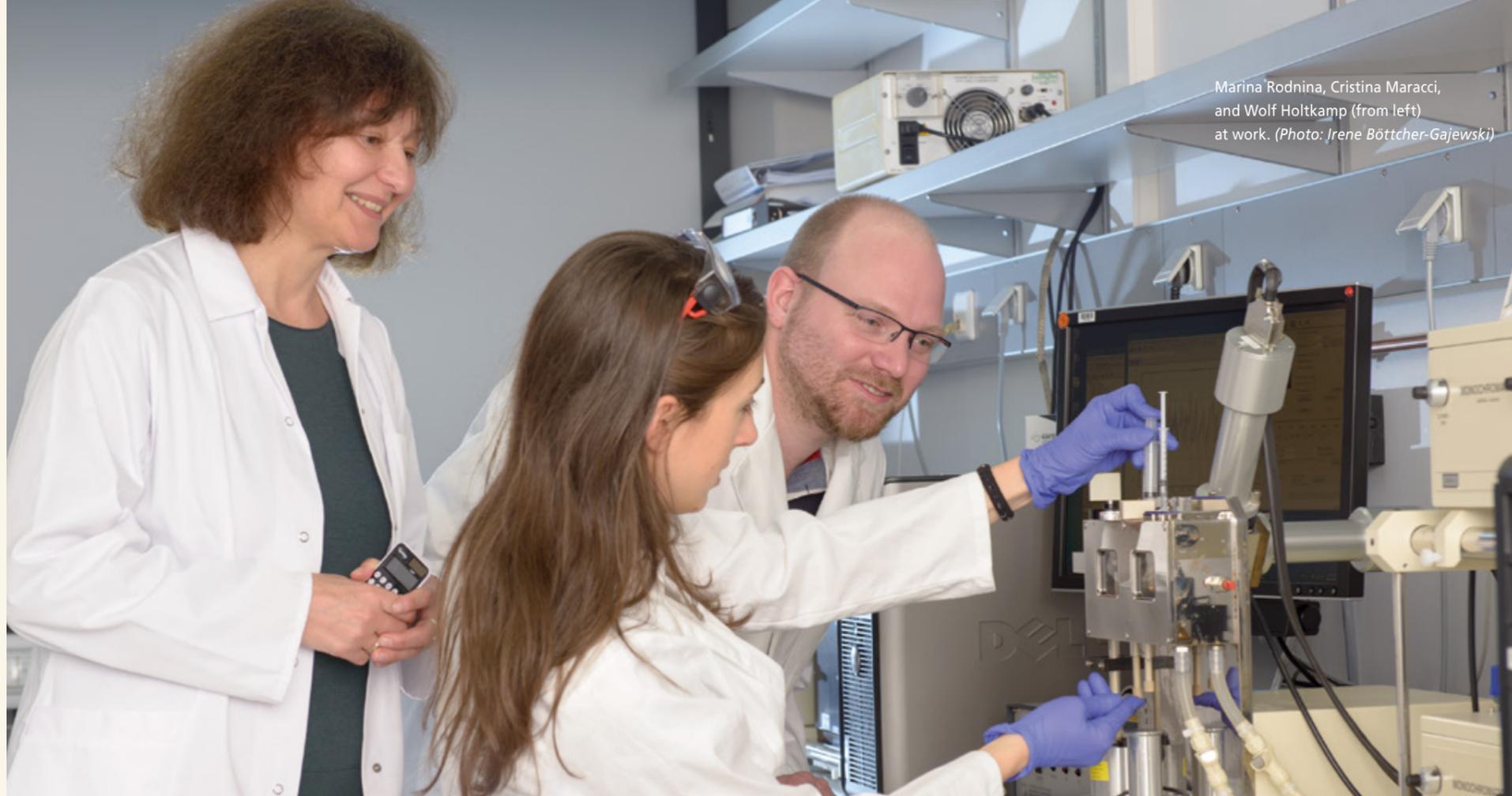
Marina Rodnina

hat in Kiew (Ukraine) Biologie studiert und dort 1989 promoviert. Anschließend kam sie mit einem Forschungsstipendium der Alexander von Humboldt-Stiftung an die Universität Witten/Herdecke, wo sie von 1992 bis 1997 als wissenschaftliche Assistentin arbeitete. Nach der Habilitation 1997 wurde sie dort zur Universitätsprofessorin berufen und hatte von 2000 bis 2009 den Lehrstuhl für Physikalische Biochemie inne. 2008 wechselte sie als Direktorin an das MPI-BPC, wo sie seither die Abteilung *Physikalische Biochemie* leitet. Sie ist Mitglied der *European Molecular Biology Organization (EMBO)* und der *Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina*. Im Jahr 2015 wurde sie mit dem *Hans Neurath Award der Protein Society* ausgezeichnet.



Leibniz Prize for Marina Rodnina

Several times the German Research Foundation (DFG) had tried to reach Max Planck Director Marina Rodnina by phone on December 10, 2016. It is urgent, her Assistant Dimitra Papastavrou is told. But due to the ongoing scientific talks in front of the Scientific Advisory Board the researcher is not available. Only a few minutes before the biochemist starts with her presentation the DFG website announces the news the foundation has tried to tell her first-hand: Marina Rodnina receives the most important German research award, the Leibniz Prize 2016.



Marina Rodnina, Cristina Maracci, and Wolf Holtkamp (from left) at work. (Photo: Irene Böttcher-Gajewski)

News that also reached former Managing Director Herbert Jäckle on his mobile phone in the Ludwig Prandtl Hall. And thus he introduces – out of turn – the next speaker personally: “The next talk will be given by the 2016 Leibniz Prize winner Marina Rodnina. Just a few minutes ago she was conferred this wonderful award by the DFG. We heartily congratulate her on this great success!” It was perfect timing!

“I am very happy that our work received this high recognition. Luckily, I have a wonderful team working with me. This prize will allow us to address even more challenging questions in the field,” Marina Rodnina said after the talks. “It is always something special for scientists when their achievements are recognized by others. With her research on ribosomes, she has gained ground-breaking insights into an essential process of life – how cells produce proteins. The DFG honors this important work with the Leibniz Prize. We are very happy with Marina Rodnina and are proud of our colleague’s great success,” Herbert Jäckle added delightedly.

The DFG honored the biochemist for her pioneering contribution to the understanding of the functioning of ribosomes. Marina Rodnina succeeded in elucidating central principles of how ribosomes work. Her insights helped to understand the high precision of protein production. As molecular “workers”, proteins are involved in virtually all cellular activities. The proteins’ building plans are written down as genetic information in the DNA of each cell. During protein production, this genetic information is translated

into a chain of amino acids which then folds into the three-dimensional structure of a protein. This translation is performed by the ribosome. The complex molecular machine itself consists of more than 50 protein components and three to four ribonucleic acid molecules. With a diameter of 20 to 30 nanometers (millionth of a millimeter) it is tiny. To investigate how it works, therefore, is extremely laborious and time-consuming.

To this end, Marina Rodnina and her team use different biophysical methods such as fluorescence measurements and techniques that monitor the course of fast chemical reactions. Her Department of *Physical Biochemistry* sets global standards when it comes to applying and further developing these complex methods to investigate ribosomes.

The scientist wants to find out how “incidents” in the protein factories are avoided. “The protein assembly has to be extremely accurate and deliver proteins with precisely the right spatial structure. Only then can they fully function. We want to understand which processes in the ribosome control the quality and how mistakes are avoided. Even small mistakes can be fatal for the cell,” the biochemist explains. Important basic principles of quality control have already been identified by Marina Rodnina. In this context, her research mainly focused on the assembly of proteins in bacteria. Among other things she found out how the ribosome uses a mechanism known as *induced fit* to identify which amino acid is the right one for each individual position in the protein.

Another central objective of Marina Rodnina’s research is to learn more about the ribosome’s structural dynamics. “While producing proteins the ribosome is constantly moving. We want to visualize these dynamics to better understand the processes at the protein factory.” Furthermore, the Max Planck researcher investigates “deliberate” mistakes of the ribosome: Occasionally, the nanomachine has to make an apparent mistake in order to integrate an unusual amino acid into the protein. The biochemist strives to identify the molecular mechanisms controlling these exceptions to the rule.

For the upcoming years the scientist and her team already have ambitious plans: “We want to apply our methods to examine the protein production of higher cells such as yeast – a much more complex system.” The basic processes are similar to those in bacteria, but there are important differences. This is taken advantage of when using certain antibiotics: They block the bacterial ribosome only while sparing the protein factories of human cells. Understanding the structure and function of the ribosome is therefore indispensable for the development of new antibiotics acting at the ribosome. “The Leibniz Prize gives us the freedom to now push ahead in this direction even faster,” the researcher says.

Along with Marina Rodnina the DFG honored nine scientists from different research areas. She is now one of 13 Leibniz Prize winners who presently carry out research at our institute or have worked here in the past. The award is endowed with 2.5 million euros. The Leibniz Prizes 2016 were awarded on March 1, 2016 in Berlin. ■

Carmen Rotte, Frederik Köpper

to

Marina Rodnina

studied biology in Kiev (Ukraine), where she also received her PhD in 1989. She joined the University of Witten/Herdecke with a research fellowship of the *Alexander von Humboldt Foundation* and worked there as a scientific assistant from 1992 until 1997. Following her habilitation in 1997, she was appointed University Professor and held the Chair of Physical Chemistry from 2000 until 2009. In 2008, Rodnina joined the MPI-BPC as Director and heads the Department of *Physical Biochemistry* since. She is Member of the *European Molecular Biology Organization (EMBO)* and the *German National Academy of Science*. In 2015, she received the *Hans Neurath Award of the Protein Society*.

About the Leibniz Prize

Since 1986, the *Gottfried Wilhelm Leibniz Prize* is annually awarded by the DFG. Apart from high reputation, the award gives the scientists more freedom for their research. They can use the prize money of 2.5 million euros over a period of seven years according to their own ideas and without bureaucracy. It is meant to improve research conditions, to reduce administrative workload, and to facilitate the employment of outstanding young scientists. So far, 374 scientists have received the Leibniz Prize.

Reinhard Jahn mit Balzan-Preis 2016 ausgezeichnet

Der mit 750.000 Schweizer Franken dotierte Balzan-Preis im Bereich *Molekulare und zelluläre Neurowissenschaften* ging im letzten Jahr an den Göttinger Forscher Reinhard Jahn. Die Auszeichnung wird von der *Internationalen Stiftung Balzan Preis* verliehen und jährlich in wechselnden Fachbereichen vergeben. Der Neurobiologe wurde damit für seine bahnbrechenden Arbeiten zur Übertragung von Signalen zwischen Nervenzellen geehrt. Der italienische Staatspräsident Sergio Mattarella überreichte den Preis im Rahmen einer Festveranstaltung am 17. November 2016 im Palazzo del Quirinale in Rom.

Es ist eine große Ehre, als einer der diesjährigen Balzan-Preisträger auserwählt zu sein. Wenn ich die Liste der berühmten Künstler, Gelehrten und Wissenschaftler betrachte, die die Auszeichnung in der Vergangenheit erhalten haben, fühle ich mich sehr demütig“, sagte Reinhard Jahn, Direktor am MPI-BPC, in seiner Dankesrede anlässlich der feierlichen Verleihung in Rom. Er betonte, dass auf seinem Forschungsgebiet Teams die Arbeit vorwärts trieben, die überwiegend aus jungen Wissenschaftlern bestünden. Für ihn sei es ein Privileg, mit jungen Kollegen zu arbeiten und seine Begeisterung für das Gebiet an die nächste Generation weiterzugeben.

Reinhard Jahn untersucht mit seinen Mitarbeitern, wie Nervenzellen miteinander kommunizieren. Dazu tauschen sie mit anderen Nerven- oder Muskelzellen über spezielle Botenstoffe Signale aus. Portionsweise verpackt liegen diese Botenstoffe in kleinen Membranbläschen, den synaptischen Vesikeln, im Inneren der Nervenzelle bereit. Wenn elektrische Signale anzeigen, dass eine Botschaft übermittelt werden soll, verschmelzen einige synaptische Vesikel der sendenden Zelle mit der Zellmembran und entleeren

ihren Inhalt – sogenannte Botenstoffe – nach außen. Die empfangende Zelle nimmt das Signal auf und reagiert nach „Anweisung“. Der Prozess der Botenstoff-Freisetzung, Exozytose genannt, kann in einer einzelnen Nervenendigung über hundertmal in der Sekunde ablaufen – und erfordert daher einen äußerst effizienten und zugleich extrem schnellen Auslösemechanismus.

Der Preisträger Reinhard Jahn habe mit seinem Team entscheidende Beiträge zu unserem Verständnis der molekularen Details dieses Prozesses geliefert, begründete die *Internationale Stiftung Balzan Preis* ihre Entscheidung für die Auszeichnung. Der Neurobiologe sei nicht nur maßgeblich daran beteiligt gewesen, das Protein Synaptotagmin als Kalziumsensor zu identifizieren, der die Freisetzung von Botenstoffen und Hormonen steuert. Reinhard Jahns Arbeiten lieferten auch den überzeugendsten Beweis, dass sogenannte SNARE-Proteine bei diesem Prozess eine entscheidende Rolle spielen. Mit seinen Mitarbeitern zeigte der Wissenschaftler darüber hinaus, dass SNARE-Proteine auch Ziel der Gifte des Botulismus- und Tetanus-Erregers sind, und etablierte Neurotoxine als effektive Werkzeuge, um den Vorgang



Der italienische Staatspräsident Sergio Mattarella (2. von links) mit Preisträger Reinhard Jahn (rechts) bei der feierlichen Verleihung in Rom. (Foto: Carletti / Internationale Stiftung Balzan Preis)

der Exozytose zu untersuchen. Nicht zuletzt gelang es dem Forscher, die Topologie und Struktur des SNARE-Komplexes und das Proteininventar synaptischer Vesikel aufzuklären.

Neben seiner wissenschaftlichen Arbeit setzt sich Reinhard Jahn mit großem Engagement und ebensolchem Erfolg für den wissenschaftlichen Nachwuchs ein. So war er für die wissenschaftliche und organisatorische Konzeption der *Göttinger Graduiertenschule für Neurowissenschaften, Biophysik und molekulare Biowissenschaften* (GGNB) verantwortlich und leitete diese als ihr Sprecher bis zum Jahr 2015. Das strukturierte Promotionsprogramm hat die Doktorandenausbildung in Deutschland grundlegend reformiert und wird von der Exzellenzinitiative gefördert. Darüber hinaus gründete er den hoch kompetitiven Studiengang *International Max Planck Research School for Molecular Biology*, dessen intensive Studierendenbetreuung deutschlandweit Modellcharakter erlangte. Nicht zuletzt fokussiert sich der Wissenschaftler seit 2013 auf die Verbesserung der Rahmenbedingungen für den wissenschaftlichen Nachwuchs in der gesamten Max-Planck-Gesellschaft. ■

Carmen Rotte

Über den Balzan-Preis

Die *Internationale Stiftung Balzan Preis* fördert die Kultur und Wissenschaften sowie verdienstvolle Initiativen für Frieden und Brüderlichkeit weltweit. Sie vergibt dazu alljährlich vier Preise, zwei auf dem Gebiet der Geistes-, Sozialwissenschaften und der Kunst sowie zwei auf dem Gebiet der Physik, Mathematik, Naturwissenschaften und Medizin. Seit 2001 geben die Statuten der Stiftung den Preisträgern vor, die Hälfte der Preissumme für Forschungsprojekte zu verwenden, an denen vorzugsweise junge Wissenschaftler beteiligt sind.

Neben Reinhard Jahn wurden 2016 der Anglist Piero Boltani von der römischen Universität La Sapienza (Italien) in *Vergleichende Literaturwissenschaften* und der Physiker Federico Capasso von der Harvard University (Cambridge, USA) in *Angewandte Photonik* geehrt. Der vierte Preis wurde ausnahmsweise nicht vergeben.

(Fotos: Irene Böttcher-Gajewski, Dirk Wenzel / MPI-BPC)



Neues Kryo-Elektronenmikroskop am Institut

Im Winter 2015 hat es mächtig rumort im Sockeluntergeschoss von Turm 3 – für ein neues Kryo-Elektronenmikroskop wurde ausgiebig umgebaut. Inzwischen ist die Arbeit am Gebäude abgeschlossen, Ende März 2016 wurde das Gerät pünktlich geliefert. Hauptanwender sind die Abteilungen von Patrick Cramer und Holger Stark, es kann prinzipiell aber auch von allen anderen Forschern am Institut genutzt werden, die ein entsprechendes Projekt haben.

Bevor das neue Kryo-Elektronenmikroskop bereit war für seine Nutzer, war nach der Lieferung noch Einiges zu tun. Wer zu dem Zeitpunkt in den neuen Räumen vorbeischaute, mochte den Eindruck bekommen, ein vollständig montiertes und einsetzbares Elektronenmikroskop vor sich zu haben, doch: „Diese Maschinen sind leider keine *plug-and-play*-Geräte“, schmunzelt Holger Stark. „Es gibt unzählige Dinge einzurichten, zu testen und zu optimieren – wir werden das Gerät auf Höchstleistung trimmen.“ Für die gesamte Installation waren drei Monate angesetzt.

Die Initiative für den Kauf kam von Patrick Cramer, Leiter der Abteilung *Molekularbiologie*. Er hatte die Neuanschaffung gemeinsam mit dem Institut und der Max-Planck-Gesellschaft finanziert und sieht in der Anwendung hervorragende Möglichkeiten. „Rasante Entwicklungen in der Kryo-Elektronenmikroskopie ermöglichen es nun, Strukturen von sehr großen und transienten makromolekularen Komplexen zu bestimmen – und zwar bei einer Auflösung, die jahrzehntelang der Röntgenkristallografie vorbehalten war. Wir können jetzt sogar Transkriptionskomplexe aus humanen Zellen strukturell aufklären. Insbesondere die Kombination der Kryo-Elektronenmikroskopie mit der Kristallographie, Kernspinresonanz-Spektroskopie und Massenspektrometrie hat enormes Potenzial. In dieser integrierten Strukturbio-logie ist unser Institut weltweit führend, auch wegen der guten Interaktionen zwischen Forschungsgruppen“, erklärt Patrick Cramer.

Holger Stark hatte aufgrund seiner Expertise in der Elektronenmikroskopie die Anschaffung im Detail organisiert –

von den Verhandlungen mit der Firma *FEI* über den Umbau der Räume bis hin zur technischen Abnahme des Mikroskops. Die Mitarbeiter seiner Abteilung *Strukturelle Dynamik* betreuen das Hightech-Gerät und führen neue Nutzer an die Bedienung heran.

Das neue Kryo-Elektronenmikroskop wird in seinem Raum langfristig Gesellschaft bekommen: In den nächsten Jahren will Holger Stark weitere Geräte für seine Abteilung anschaffen, aber nicht alles „von der Stange“, wie er betont. Dem Strukturbio-logen liegt viel daran, die technischen Errungenschaften seiner Abteilung weiter voranzutreiben, etwa neue Bildgebungsverfahren zu entwickeln und bessere Detektoren zu konstruieren. „Wir planen unter anderem, ein noch stabileres und automatisierbares *next generation*-Elektronenmikroskop zu konzipieren“, erklärt er. Diese Neuentwicklung wird frühestens in drei Jahren einsatzbereit sein und soll der Elektronenmikroskopie ganz neue Möglichkeiten eröffnen.

Drei Elektronenmikroskope in einem Raum – das wäre früher nicht möglich gewesen, weil sich die von den Mikroskopen erzeugten elektromagnetischen Felder gegenseitig gestört hätten. Da diese Geräte aber heutzutage alle einen eigenen Schutzmantel haben, kann man sie relativ dicht nebeneinander stellen und so den vorhandenen Raum optimal nutzen. Vorausgesetzt, er ist groß genug, wie es nach den Umbauten am MPI-BPC der Fall ist. ■

Anne Morbach, Frederik Köpper

New cryo-electron microscope at the institute

In winter 2015, it has been very noisy in the basement of tower 3 – rooms were being prepared for a new cryo-electron microscope. Meanwhile, the rebuilding is completed and end of March 2016, the new tool was delivered on time. It is mainly used by the Departments of Patrick Cramer and Holger Stark, but in principal the microscope is available to any researcher at the institute with a suitable project.

However, before the microscope was ready to use, a lot of work still needed to be done after delivery. Someone who dropped by the premises at that time might get the impression that the microscope was completely assembled and operational, but: “These appliances are not at all plug and play, unfortunately,” Holger Stark says with a smile. “There are still numerous things to be set up, tested, and optimized – we will gear the machine towards maximum performance.” The entire installation process was planned to be completed within three months.

The purchase was initiated by Patrick Cramer, head of the Department of *Molecular Biology*. He financed the new acquisition jointly with the institute and the Max Planck Society and sees great possibilities. “Rapid developments in cryo-electron microscopy now make it possible to determine the structure of very huge and transient macromolecular complexes – and this at a resolution which was reserved for X-ray crystallography for decades. Now, we can structurally analyze even transcription complexes of human cells. Especially the combination of cryo-electron microscopy with crystallography, nuclear magnetic resonance spectroscopy, and mass spectrometry has enormous potential. In this field of integrated structural biology our institute is world leader, not least because of the good interaction between the research groups,” Patrick Cramer explains.

Due to Holger Stark’s expertise in electron microscopy he oversaw the acquisition details: negotiations with the company *FEI*, remodeling of the rooms, and technical inspection



(Photo: Zoe Möller / MPI-BPC)

as well as approval of the microscope. The members of his Department take care of the instrument’s maintenance and train new users.

Within the next years, Holger Stark plans to acquire more microscopes, but not all “from the rack”, as he points out. The structural biologist is highly interested in furthering his Department’s technical accomplishments, for example by developing new imaging modes and constructing novel kinds of detectors. “Among other things we are planning to design an even more stable and automatable next generation electron microscope,” he says. This newly developed tool will be ready in no less than three years and shall open up completely new possibilities in electron microscopy.

Three electron microscopes in one room – this would have been impossible in the past, as the electromagnetic fields generated by the instruments would have interfered. But nowadays the microscopes are equipped with a protective covering so that they can be set up in relatively close proximity and the available space can be used in the best possible way – provided that the room is big enough, as is the case at the MPI-BPC after the reconstruction. ■

Anne Morbach, Frederik Köpper



Tom Jovin zeigt die Titelseite der allerersten News-Ausgabe.

Die MPIBpc News feierten 2015 runden Geburtstag

Im Januar 1995 erschien die erste Ausgabe der *MPIBpc News*. Seitdem sind über 22 Jahre vergangen und mehr als 200 Ausgaben gedruckt worden. Erstherausgeber war der damalige Geschäftsführende Direktor des MPI-BPC, Thomas Jovin. Wir sprachen mit ihm über die Institutszeitschrift und die Veränderungen seit den Anfängen.

Herr Jovin, lesen Sie jede aktuelle Ausgabe der MPIBpc News?

Ja, natürlich lese ich die *News* komplett durch. Es ist ja jeden Monat höchst interessant zu erfahren, was sich am Institut abspielt. Ein Panorama der Wissenschaften! Ich lese sehr gerne die Forschungsbeiträge und wer was publiziert. Da wir so viele Abteilungen und Gruppen haben, ist der Lesestoff immer sehr abwechslungsreich.

Sie schrieben in Ihrem ersten Editorial im Jahr 1995, „die MPIBpc News sind ein Experiment, Informationen auf eine interessante und unterhaltsame Weise zu vermitteln“, ganz im Sinne des Instituts, an dem zielstrebig neue Wege eingeschlagen werden. Ist das Experiment geglückt?

Die Tatsache, dass die *MPIBpc News* noch existieren, beweist ja, dass das Experiment geglückt ist und dass es angenommen wurde. Ich höre von allen, dass sie die *MPIBpc News* schätzen. Auch durch die Zweisprachigkeit und wissenschaftliche wie nicht-wissenschaftliche Themen werden ja alle Institutsangehörige angesprochen und finden sich wieder.

Wie kamen Sie auf die Idee, an einem Forschungsinstitut eine Mitarbeiterzeitschrift ins Leben zu rufen?

Früher gab es einen gelben Zettel mit den Informationen aus der Forschung, die sogenannten Hausmitteilungen. Ich wollte den Informationsfluss verbessern und ein Medium schaffen, das die wissenschaftlichen und sozialen Verbindungen stärkt. Unser Institut ist einfach zu groß, als dass sich alle täglich begegnen. Auch unsere vielen Nichtwissenschaftler, die eine tolle Arbeit machen, sollten das Neueste aus der Forschung am Institut erfahren.

Was empfanden Sie bei den ersten Ausgaben als die größte Herausforderung?

Natürlich war ich mir im ersten und zweiten Jahr nicht sicher, ob wir die *News* regelmäßig und langfristig heraus-

geben können. Wir waren schließlich anfangs auf Freiwillige angewiesen. Die größte Herausforderung war, die Beiträge zu sammeln und zu layouten. Dazu hatte man damals ja noch viel schlechtere Werkzeuge. Artikel wurden auf unterschiedlichsten Wegen eingereicht und mussten erst einmal zusammengestellt werden. Jürgen Arve und die Kollegen der damaligen Reprostelle haben die Inhalte dann in Form gebracht. Das war damals noch um einiges komplizierter als es heute ist.

Die Ansprüche der Leser haben sich über die Jahre sehr gewandelt. Was sind aus Ihrer Sicht die größten Veränderungen?

Im Layout hat es umfangreiche Veränderungen gegeben. Alles ist farbig, es gibt tolle, große Abbildungen. Das konnten wir am Anfang bei Weitem noch nicht so umsetzen. Die Vielfalt ist auch stark gestiegen. Leser sind heute gewohnt, dass Magazine toll aussehen. Da müssen die *MPIBpc News* mithalten; sie konkurrieren ja mit anderen Zeitschriften.

Erinnern Sie sich an eine Ausgabe oder einen Artikel ganz besonders gerne?

Das Thema der ersten Ausgabe war die Suche nach einem Institutslogo. Das illustriert sehr gut das Anliegen der *MPIBpc News*: den Zusammenhalt zu stärken und die Verbindung zwischen Biologie, Chemie und Physik herzustellen. Und natürlich sind die Aprilscherze jedes Jahr sehr kreativ und unterhaltsam.

Braucht unser Institut auch in Zukunft sein Hausmagazin, die MPIBpc News?

Ja, auf jeden Fall. Die *MPIBpc News* bleiben unersetzlich für den Informationsaustausch unter unseren rund 850 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Die Zeitschrift bringt das Institut zusammen wie eine kleine Gesellschaft. ■

Die Fragen stellten Carmen Rotte und Elisa Schubert

Ein neues Logo für das MPI-BPC

Seit August 2016 hat das MPI-BPC ein neues Logo, das zusätzlich zur Minerva der Max-Planck-Gesellschaft für unser Institut steht.



Biologie, Chemie und Physik als ineinandergreifende Elemente: Der interdisziplinäre Ansatz der Forschung am Institut fand sich seit 1995 auch im Design des vormaligen Logos wieder. Dieser Symbolcharakter bleibt auch im neuen Logo erhalten. Statt durch Quadrat, Dreieck und Kreis werden die Wissenschaftszweige nun jedoch durch drei verschiedenfarbige, ineinandergreifende Bögen repräsentiert. Dieses mathematische Symbol, der

sogenannte Kleeblattknoten, wird in stark abgewandelter Form übrigens auch im Logo des Deutschen Fußballbundes wieder. Das Design unseres neuen Logos stammt von Hartmut Sebesse aus dem *MediaService*. Nach zahlreichen Entwürfen und in Abstimmung mit dem damaligen Geschäftsführenden Direktor Herbert Jäckle und der *Faculty* kristallisierte sich schließlich die Version heraus, die Sie auf dieser Seite sehen. ■ Anne Morbach

A new logo for the MPI-BPC

Since August 2016, the MPI-BPC has a new logo, which represents our institute in addition to the Minerva of the Max Planck Society.

Biology, chemistry, and physics as interconnected elements: The multi- and interdisciplinary research at our institute was also present in the former logo of 1995. This symbolic character was kept for the new logo. However, instead of square, triangle, and circle, the three scientific branches are now represented by three interlocking arcs in different colors. By the way, an altered version of this mathematical symbol, called trefoil knot, was also used for the logo of the *Deutsche Fußballbund* (DFB). The design for our new logo was created by Hartmut Sebesse of the *MediaService*. After numerous drafts and in agreement with the former Managing Director Herbert Jäckle and the *Faculty*, the version shown here finally emerged. ■

Anne Morbach



Wissenschaft beim Göttinger Literaturherbst – 13.-22. Oktober 2017

Bereits zum elften Mal veranstaltet die *Göttinger Literaturherbst GmbH* 2017 gemeinsam mit den fünf Göttinger Max-Planck-Instituten und der Niedersächsischen Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen die Wissenschaftsreihe – eine innerhalb eines Literaturfestivals einmalige Veranstaltung! International führende Wissenschaftler werden auch dieses Jahr wieder Spannendes und Faszinierendes aus ihrer Forschung präsentieren. Das Programm finden Sie ab August unter: www.literaturherbst.com/wissenschaftsprogramm

International Max Planck Research Schools feierten 15-jähriges Jubiläum

Es ist eine besondere Erfolgsgeschichte: Seit 16 Jahren bilden die Göttinger *International Max Planck Research Schools* (IMPRS) *Molecular Biology* und *Neuroscience* auf höchstem Niveau Nachwuchswissenschaftler aus. Ende Mai 2015 feierten die beteiligten Einrichtungen des Göttingen Campus und die Universität Göttingen das 15-jährige Jubiläum der beiden Master- und Promotionsprogramme mit einem Festakt in der Universitätsaula. Am darauffolgenden Alumnitag stand das Thema Karriere im Fokus. Mehr als 450 Gäste waren der Einladung gefolgt, darunter ein Drittel Alumni der beiden Studiengänge.

Schon lange vor Beginn der Feierlichkeiten war die Aula am Wilhelmsplatz gut gefüllt, der Geräuschpegel hoch. Lebhaft wurde in Erinnerungen geschwelgt, das Neueste ausgetauscht, die Wiedersehensfreude unter den ehemaligen Studierenden war unübersehbar. In ihrer Zeit als Master- oder Promotionsstudent war Göttingen für viele zur zweiten Heimat, Kommilitonen zu guten Freunden geworden. „Die gemeinsame Zeit schweißt zusammen“, erzählte der Kolumbianer Lope Andrés Flórez Weidinger, Alumnus der *IMPRS for Molecular Biology*. „Aus meinem Jahrgang haben alle noch engen Kontakt miteinander, egal wo wir nach der Promotion hingegangen sind.“

Nach der feierlichen Eröffnung des Festaktes in der Aula durch Gregor Eichele, Sprecher der *IMPRS for Neuroscience*, sprach Nobelpreisträger Stefan Hell zum Auftakt über seine Forschung auf dem Gebiet der Nanoskopie mit fokussiertem Licht. Er forderte die Teilnehmer auf, ihre eigenen wissenschaftlichen Ideen gründlich zu prüfen. Sei man von ihrer Richtigkeit überzeugt, solle man sie auch vertreten und sich nicht durch Kritik oder Rückschläge entmutigen lassen, so der Physiker – und sprach aus eigener Erfahrung. Auch in seiner Forschung musste er immer wieder Widerstände überwinden, um die ultrahochauflösende STED-Mikroskopie und damit verwandte Verfahren realisieren zu können.

Im Anschluss hieß Universitätspräsidentin Ulrike Beisiegel die jungen Wissenschaftler herzlich willkommen. Sie betonte, dass beide Programme signifikant zum Erfolg des Göttingen Campus beigetragen hätten und Modellcharak-

ter für die heutigen Graduiertenschulen besäßen. Eine der größten Herausforderungen für die nächsten Jahre sei nun, die internationale Sichtbarkeit der Studiengänge weiter zu erhöhen und auch für Postdoktoranden ein gutes Netzwerk und eine eigene Kultur zu entwickeln.

»Es ist vor allem engagierten Menschen und ihren Anstrengungen zu verdanken, dass Göttingen heute für nationale und internationale Wettbewerbsfähigkeit steht.«

Mathias Pätzold

Als im Jahr 2000 die Universität, die MPI für biophysikalische Chemie, für Dynamik und Selbstorganisation und für Experimentelle Medizin sowie das Deutsche Primatenzentrum die strukturierten Studiengänge ins Leben riefen, betraten sie Neuland. Die Semesterstruktur wurde aufgelöst und die Lehre intensiviert. In enger Betreuung führen die Graduiertenschulen in vier bis fünf Jahren vom Bachelor bis zur Promotion. Bevor die Studierenden sich spezialisieren, erhalten sie einen umfassenden Einblick in die Forschungsgebiete der beteiligten Institutionen. Während der Doktorarbeit werden die Nachwuchsforscher zudem durch ein jeweils dreiköpfiges Komitee umfassend betreut.



(Alle Fotos auf diesen Seiten: Peter Heller)



Patrick Cramer (stellvertretender GGNB-Sprecher), Rudolf Amann (Vorsitzender der Biologisch-Medizinischen Sektion der Max-Planck-Gesellschaft), Koordinator Steffen Burkhardt (2. Reihe, von links) sowie Reinhard Jahn (GGNB-Sprecher bis 2015), Marina Rodnina (Sprecherin der *IMPRS for Molecular Biology*) und die Studierenden Dragomir Milovanovic und Siv Vingill (1. Reihe, von links) bei der Jubiläumsveranstaltung in der Universitäts-Aula am Wilhelmsplatz.

ter heute in Göttingen in der Doktorandenausbildung Standard ist, war im Jahr 2000 ein Novum.

Der Generalsekretär der Wissenschaftlichen Kommission Niedersachsen, Mathias Pätzold, machte in seiner Ansprache gleich drei Gründe für den Erfolg der beiden Göttinger Studienprogramme aus: „Neben der hohen wissenschaftlichen Qualität am Göttingen Campus und seiner internationalen Ausrichtung ist es vor allem engagierten Menschen und ihren Anstrengungen zu verdanken, dass Göttingen heute für nationale und internationale Wettbewerbsfähigkeit steht.“ Er dankte allen voran den Professoren Reinhard Jahn, Detlef Schild und den Koordinatoren Steffen Burkhardt und Michael Hörner für ihr großes Engagement.

Inzwischen hat das Göttinger Modell Schule gemacht. 65 *International Max Planck Research Schools* gibt es heute deutschlandweit und die strukturierte Promotion nach Göttinger Art diente vielen weiteren Graduiertenschulen als Vorbild. Nicht zuletzt waren die beiden *IMPRS* auch die Wegbereiter für den Erfolg der *Göttinger Graduiertenschule für Neurowissenschaften, Biophysik und molekulare Biowissenschaften* (GGNB) in der Exzellenzinitiative.

Marina Rodnina, Sprecherin der *IMPRS for Molecular Biology*, verriet in ihrer Rede den Zuhörern, dass sie bereits zehn Jahre zuvor versucht hatte, das Erfolgsgeheimnis der beiden Göttinger *IMPRS* zu lüften. Im Zuge der Umstellung der Studiengänge von Diplom auf Master wurde die damalige Professorin an der Universität Witten-Herdecke damit betraut, nach Göttingen zu reisen, um das dortige Studiengang-Modell kennenzulernen. Auf ihre Frage „Wie schaffen Sie es hier in Göttingen, dass ein derart intensives, anspruchsvolles Studienprogramm funktioniert?“ antwortete Koordinator

Steffen Burkhardt kurz und knapp: „Es funktioniert, weil wir exzellent sind.“

Die Doktoranden Dragomir Milovanovic und Siv Vingill gefolgt von den Alumni Lope Andrés Flórez Weidinger und Ira Milosevic beschlossen den Festakt mit weiteren Geschichten, persönlichen Eindrücken und vielen Bildern. Bei den Fotos wurde manch andere Erinnerung wach, die Gesprächsstoff bis weit über das gemeinsame Abendessen hinaus lieferte.

Auch die folgenden zwei Tage hielten für die Alumni ein spannendes Programm bereit. Der Samstag begann mit Führungen durch verschiedene Einrichtungen des Göttingen Campus, darunter auch die Abteilung *NanoBiophotonik* von Chemie-Nobelpreisträger Stefan Hell. Anschließend konnten sich die Alumni auf dem Karriere-Forum am MPI-BPC mit *Vision Talks* bei anderen Absolventen der Studiengänge über verschiedene Berufswege informieren und wertvolle Kontakte knüpfen.

Alumni gestalten gemeinsam mit ihren Kindern ein Kunstwerk

Den Ausklang bildete am Sonntag ein gemütlicher Spaziergang zur Burg Plesse mit einem gemeinsamen Essen, bevor es für die Alumni mit neuen Erinnerungen im Gepäck zurück nach Hause ging. Eine ganz besondere Erinnerung allerdings verbleibt in Göttingen. Ein Kunstwerk, das Alumni mit ihren Kindern während der Feier gemalt haben, ziert nun die Koordinationsstelle der *IMPRS for Molecular Biology*. Es ist so bunt wie der Mix aus Nationalitäten in den beiden Studienprogrammen: Seit ihrer Gründung wurden darin über 400 junge Forscher aus 57 Ländern ausgebildet. ■

Carmen Rotte

Holger Stark ist neuer Direktor am MPI-BPC

Das Institut hat Holger Stark im September 2015 zum Direktor berufen. In der neu eingerichteten Abteilung *Strukturelle Dynamik* untersucht der Biochemiker mithilfe der Kryo-Elektronenmikroskopie die dreidimensionale Struktur molekularer Maschinen in hoher Auflösung. Daneben setzt er zeitaufgelöste Kryo-Elektronenmikroskopie ein, um die dynamischen Bewegungen dieser Maschinen sichtbar zu machen und so ihre Funktion im Detail zu verstehen. Holger Stark hatte seit dem Jahr 2000 bereits eine Forschungsgruppe am Institut geleitet.

Wir Kollegen sind begeistert, dass es uns gelungen ist, Holger Stark trotz attraktiver Gegenangebote aus dem Ausland am MPI-BPC zu halten. Seine Expertise und sein wissenschaftliches Interessensgebiet bilden eine wichtige Brücke zwischen der Biochemie, den molekularen Strukturen und der Funktion zellulärer Nanomaschinen, die im Fokus unserer Forschung am Institut stehen“, sagte der damalige Geschäftsführende Direktor Herbert Jäckle. „Die hochaufgelöste Strukturbestimmung von Makromolekülen mithilfe der Kryo-Elektronenmikroskopie konnte in den letzten beiden Jahren bereits das große Potenzial der Methode aufzeigen. Die Berufung gibt mir nun die Möglichkeit, sowohl die technische Weiterentwicklung der Methode voranzutreiben, als auch deren Anwendung auf spannende Fragen in der Biologie zu realisieren“, so der neue Direktor Holger Stark.

Schwerpunkt von Holger Starks Forschung sind Nanomaschinen, die an wichtigen Schaltstellen zellulärer Prozesse wie der Proteinherstellung, der Zellteilung oder der Informationsverarbeitung sitzen. Solche Maschinen sind äußerst komplexe Moleküle aus mehreren Proteinen, die häufig auch RNA- oder DNA-Elemente enthalten. Nur wenn alle ihre „Bauteile“ wie in einem 3D-Puzzle richtig zusammengesetzt sind, können sie ihre Aufgabe in der Zelle korrekt ausführen. Um diese Maschinen zu untersuchen, setzt der Forscher die Kryo-Elektronenmikroskopie ein. Durch blitzartiges Einfrieren bei etwa -195°C wird die molekulare Maschine dabei in zufälliger Orientierung in einer dünnen Eisschicht im Elektronenmikroskop abgebildet.

Aus mehreren Tausend bis Millionen Einzelbildern berechnet der Göttinger Wissenschaftler dann mit Hochleistungscomputern und aufwendiger Software ihre 3D-Struktur. Dafür entwickelt Holger Starks Team die nötigen Bildverarbeitungs-Programme und erforderliche Computer-Hardware beständig weiter und optimiert die Probenaufbereitung für den jeweiligen Molekülkomplex. Methoden und Software in der Kryo-Elektronenmikroskopie neu zu entwickeln und zu optimieren, ist in seiner Abteilung ein weiterer wichtiger Forschungsschwerpunkt.

Um die molekularen Maschinen möglichst ohne Informationsverlust abzubilden, setzt Stark am Institut das welt-

weit erste Kryo-Elektronenmikroskop mit einer speziellen Korrekturlinse ein. „Wie eine fein abgestimmte Brille reduziert diese Korrekturlinse die wichtigsten Abbildungsfehler und ermöglicht so schärfere Bilder als je zuvor“, erklärt der Biochemiker. Erst im April 2015 hatte sein Team mithilfe dieses Mikroskops, kombiniert mit neuen methodischen Weiterentwicklungen, die Proteinfabrik der Zelle – das Ribosom – schärfer dargestellt als je zuvor. Mit einem Auflösungsrekord für elektronenmikroskopische Strukturen von unter 3 Ångström (ein Ångström entspricht etwa dem Durchmesser eines Atoms) konnten Holger Stark und seine Mitarbeiter so erstmals die „Chemie“ im Ribosom direkt beobachten.

Molekulare Maschinen in Aktion „filmen“

Darüber hinaus setzt der Forscher die Technik der zeitaufgelösten 3D-Kryo-Elektronenmikroskopie erfolgreich ein, um die dynamischen Bewegungen molekularer Maschinen zu „filmen“. Denn wie bei echten Maschinen erschließt sich auch hier die genaue Funktionsweise erst, indem man sie „bei der Arbeit“ beobachtet. Dafür nutzen Holger Stark und seine Mitarbeiter einen Trick: Sie bringen die Makromoleküle im Reagenzglas dazu, ihre biochemische Reaktion zu starten. Durch extrem schnelles Einfrieren zu verschiedenen Zeitpunkten wird dann die molekulare Maschinerie während unterschiedlicher Arbeitsschritte gestoppt. Das Elektronenmikroskop liefert mit diesen Proben eine Serie von Aufnahmen, die die Bewegungen ihrer „Bauteile“ wie in einem Film sichtbar machen. In Kooperation mit Marina Rodnina konnten die Wissenschaftler so dem Ribosom direkt beim Bau der Proteine zusehen.

„Durch die großen Fortschritte bei der Elektronenoptik, den Detektoren, den Computerprogrammen und der Hardware rückt unser Ziel, biologische Prozesse auf nahezu atomarer Ebene zu verfolgen, in greifbare Nähe. Das macht dieses Forschungsgebiet derzeit ungeheuer spannend. Zukünftig möchten wir großen, makromolekularen Maschinen bei der Arbeit zusehen; und das hoffentlich bei atomarer Auflösung! Davon versprechen wir uns ganz neue Einblicke, wie zelluläre Abläufe gesteuert und reguliert werden“, sagt Holger Stark. ■ Carmen Rotte

Holger Stark is new Director at the MPI-BPC

In September 2015, the institute appointed Holger Stark as new Director. In the newly established Department of *Structural Dynamics* the biochemist investigates the three-dimensional structure of molecular machines in high resolution using cryo-electron microscopy. In addition, Holger Stark applies time-resolved cryo-electron microscopy to visualize the dynamic movements of these machines in order to understand their function in detail. Holger Stark had already headed a Research Group at the institute since 2000.

We as colleagues are delighted that we succeeded to keep Holger Stark at the MPI-BPC in spite of attractive counteroffers from abroad. His expertise and his scientific field of interest form an important bridge between the biochemistry, the molecular structures, and the function of nanomachines our institute's research focuses on,” former Managing Director Herbert Jäckle said.

Holger Stark's research focuses on nanomachines that are located at important checkpoints of cellular processes such as protein production, cell division, or information processing. Such machines are extremely complex molecules composed of many proteins which often also contain RNA or DNA elements. Only when all components are correctly assembled like in a 3D puzzle they can correctly carry out their task in the cell. To investigate these machines, the researcher applies cryo-electron microscopy. There, by rapid freezing at about -195°C , the molecular machine is reproduced in random orientation in a thin layer of ice in the electron microscope. From many thousands to millions of single images the Göttingen scientist and his team then calculate the 3D structure of these molecules using high-performance computers and elaborate software. For this, Holger Stark and his coworkers constantly improve the programs for image processing and the required computer hardware and optimize the sample preparation for the respective molecular complex. To newly develop and optimize methods and software in cryo-electron microscopy is another important research focus in the department.

Moreover, the biochemist successfully applies the technique of time-resolved 3D cryo-electron microscopy to “film” dynamic movements of molecular machines. Like in real machines, the exact functioning can only be understood when they are observed “at work”. To this end, Holger Stark and his team make the macromolecules start their biochemical reaction *in vitro*. By rapid freezing at various time points, the molecular machine is then stopped at different steps. From these samples the electron microscope creates a series of images that visualize the movements of the macromolecule's components like in a movie. In cooperation with Marina Rodnina the scientists could thus directly watch the ribosome building proteins.

“Through the huge progress in electron optics, detectors, computer programs, and hardware, our goal to visualize biological processes at almost atomic level comes within reach. That makes this field of research incredibly exciting. In future, we would like to watch big macromolecular machines at work; and that hopefully at atomic resolution! With that we hope to gain new insights as to how cellular processes are controlled and regulated,” Holger Stark states. ■ Carmen Rotte, Frederik Köpper



Melina Schuh als neue Direktorin an das Institut berufen

Die Biochemikerin wechselte im Januar 2016 mit ihrer Gruppe vom renommierten *MRC Laboratory of Molecular Biology* in Cambridge (England) an das MPI-BPC. Dort erforscht sie in der neu eingerichteten Abteilung *Meiose*, wie sich befruchtungsfähige Eizellen in Säugetieren entwickeln. Darüber hinaus interessiert die Wissenschaftlerin, wie Fehler bei diesem Vorgang Fehlgeburten, Unfruchtbarkeit und Down-Syndrom verursachen.

Es ist großartig, dass wir eine junge, engagierte und international anerkannte Wissenschaftlerin für unser Institut als Direktorin gewinnen und damit die Forschung auf dem Gebiet der organismischen Biologie verstärken konnten“, freute sich der damalige Geschäftsführende Direktor des Instituts, Herbert Jäckle.

Mit ihrem Team erforscht Melina Schuh, wie befruchtungsfähige Eizellen durch spezialisierte Zellteilungen – Meiose genannt – entstehen. „Unser Forschungsthema ist auch medizinisch von großer Relevanz, da Eizellen von Säugetieren und Menschen sehr häufig eine falsche Zahl von Chromosomen enthalten. Wissenschaftler bezeichnen diesen Defekt als Aneuploidie“, erklärt die neue Direktorin.

Bevor eine Eizelle mit einer Samenzelle verschmelzen kann, muss sie ihren Chromosomensatz halbieren. Nur einer der beiden Chromosomensätze verbleibt in der reifen Eizelle, während der andere unter Bildung eines sogenannten Polkörpers aus dem Zellplasma ausgeschleust wird. Fehler bei diesem Prozess führen zu Eizellen mit überzähligen oder fehlenden Chromosomen. Werden diese befruchtet, stirbt der Embryo häufig ab oder zeigt Auffälligkeiten wie das Down- oder Klinefelter-Syndrom. Über viele Details bei der Chromosomen-Verteilung wissen Forscher bisher jedoch nur wenig.

Eizellen älterer Frauen anfälliger für Anomalien

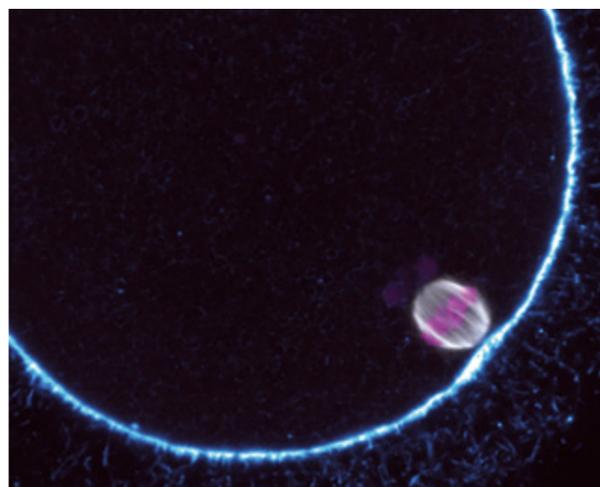
Melina Schuh möchte mit ihrem Team aufklären, wie es bei der Chromosomen-Trennung zu Fehlern kommt und ob sich die Genauigkeit bei diesem Vorgang erhöhen lässt. Auch will die Biochemikerin herausfinden, weshalb die Fruchtbarkeit der Frau mit dem Alter nachlässt: Ältere Frauen erleiden öfter eine Fehlgeburt und bringen häufiger Kinder mit Chromosomen-Anomalien zur Welt.

Eine wichtige Rolle dabei spielt, dass die Qualität unreifer Eizellen – die bereits von Geburt an bei jeder Frau angelegt sind – mit deren Alter abnimmt. Doch warum ist das so? Wie Melina Schuh mit ihrem Team herausfand, scheinen dabei altersbedingte Veränderungen in der Chromosomen-Architektur eine wichtige Rolle zu spielen. So konnte ihr Forscherteam zeigen, dass zusammengehörige (homologe) Chromosomen in unreifen Eizellen bei Frauen über 35 Jahren schlechter aneinander binden als bei jüngeren.

Homologe Chromosomen reihen sich vor der Teilung der Eizelle mithilfe sogenannter Spindelfasern auf. Sie werden dann getrennt und der Spindelapparat transportiert je eine Kopie zu den beiden Spindelpolen. „Unter dem Mikroskop konnten wir direkt beobachten, dass unvollständig gepaarte Chromosomen während der Teilung dazu neigen, sich zu drehen. Manchmal fallen sie sogar zu früh auseinander. Als Folge können die Spindelfasern die Chromosomen nicht mehr richtig greifen und voneinander trennen. Dies erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass die Chromosomen nicht mehr präzise auf Eizelle und Polkörper verteilt werden“, berichtet die Biologin von ihren Forschungsergebnissen.

„Unsere Erkenntnisse tragen dazu bei, besser zu verstehen, wie befruchtungsfähige Eizellen entstehen. Sie helfen auch, im molekularen Detail aufzuklären, warum Kinder älterer Frauen häufiger unter Chromosomenanomalien leiden als die jüngerer. Dieses Wissen könnte zukünftig helfen, Frauen in ihren späten 30ern und frühen 40ern ihren Kinderwunsch zu erfüllen“, so die neue Max-Planck-Direktorin. ■

Carmen Rotte



Machine for chromosome separation in human egg cells. The spindle apparatus (gray) separates the chromosomes (magenta). The cytoskeletal protein actin is colored blue. (Image: Zuzana Holubcova and Melina Schuh / MRC Laboratory of Molecular Biology)

Melina Schuh appointed as new Director at the institute

In January 2016, the biochemist moved with her group from the prestigious *MRC Laboratory of Molecular Biology* in Cambridge (England) to the MPI-BPC. In the newly established Department of *Meiosis* she investigates how fertilizable egg cells develop in mammals. She also focuses on how problems in this process can cause miscarriage, infertility, and Down's Syndrome. With her appointment as Director the institute now has thirteen Departments.

It is a great pleasure to have a young, committed, and internationally acknowledged scientist as Director at our institute to boost our research in the field of organismic biology,” former Managing Director Herbert Jäckle was pleased to announce.

Melina Schuh and her team investigate how fertilizable egg cells are produced by specialized cell divisions known as meiosis. “The subject of our research is also of particular medical relevance because egg cells in humans very often do not contain the right number of chromosomes, a defect scientists term aneuploidy,” the new Director explains.

Before an egg can merge with a sperm, it must halve its set of chromosomes. Only one of the two sets of chromosomes remains in the mature egg cell while the other is transferred out of the cell plasma to form a so-called polar body. Problems in this process lead to egg cells with too many or too few chromosomes, and if these are fertilized the embryo often dies or exhibits anomalies such as Down's Syndrome or Klinefelter's Syndrome. Until now, however, little is known about many of the details of chromosome distribution.

Egg cells of older women more prone to anomalies

Melina Schuh and her team want to discover how problems in chromosome division arise and whether precision in this process can be increased. Her aim is further to find out why fertility in women decreases with age. Miscarriage is more common in older women and they give birth to children with chromosome anomalies more frequently.



(Photo: Irene Böttcher-Gajewski)

In this context, an important factor is that the quality of immature egg cells – that every woman is born with – decreases with age. But why is that? As Melina Schuh and her team have discovered, age-related changes in the chromosome architecture seem to play an important role. Her research team has been able to show that matching (homologous) chromosomes in immature egg cells in women over the age of 35 bind together less readily than in younger women.

Before the egg cell divides, pairs of homologous chromosomes are sorted and lined up by so-called spindle fibers. They are then separated and the spindle apparatus transports one copy each to the two spindle poles. “Under the microscope, we were able to observe directly that incompletely paired chromosomes tend to turn on the spindle. Sometimes, they even fall apart too early. In consequence, the spindle fibers can no longer hold the chromosomes correctly and cannot separate them from one another. This increases the probability that the chromosomes are no longer distributed precisely between egg cell and polar body,” the biochemist reports from her research results.

“Our findings help us to better understand how fertilizable egg cells are produced. They are also important to explain in molecular detail why children born to older women suffer from chromosome anomalies more often than those born to younger women. This knowledge could in the future help women in their late 30s and early 40s to fulfill their desire to have a child,” the new Max Planck Director says. ■

Carmen Rotte

Langjährige Max-Planck-Direktoren Victor Whittaker und Klaus Weber verstorben

Das MPI-BPC trauert um zwei seiner emeritierten Direktoren. Der Neurochemiker Victor P. Whittaker verschied am 5. Juli 2016 im Alter von 97 Jahren in Cambridge (Großbritannien). Knapp einen Monat später, am 8. August, starb Klaus Weber im Alter von 80 Jahren.

Herr Whittaker stand auf seinem Forschungsgebiet, der Neurochemie, international an der Spitze. Seinen innovativen Methoden verdanken wir ganz wesentliche Erkenntnisse darüber, wie Nervenzellen miteinander kommunizieren. Für seine großen Verdienste um die Forschung und seinen engagierten Einsatz für den wissenschaftlichen Nachwuchs sind wir Herrn Whittaker zutiefst dankbar“, sagte Herbert Jäckle, damaliger Geschäftsführender Direktor des MPI-BPC. „Unser ganzes Mitgefühl gilt nun seinen Angehörigen und Freunden.“

Dank origineller Forschungsansätze war es Victor Whittaker als Erstem gelungen, Nervenendigungen (Synapsen) vom Nervengewebe abzutrennen und zu isolieren. Diese sogenannten Synaptosomen eröffneten völlig neue Möglichkeiten, die Signalübertragung zwischen Nervenzellen im Reagenzglas zu untersuchen. Synaptosomen gehören heute zum Standard-Repertoire eines jeden neurobiologischen Labors. Darüber hinaus erbrachte er den entscheidenden Nachweis, dass Membranbläschen (sogenannte synaptische Vesikel) Botenstoffe enthalten, die die Übertragung von Signalen zwischen Nervenzellen vermitteln.

»Victor Whittaker war der führende molekulare und zelluläre Neurowissenschaftler seiner Zeit.«

Thomas C. Südhof
Nobelpreis für
Physiologie oder Medizin 2013

Neben seiner Forschungstätigkeit war es Victor Whittaker ein großes Anliegen, den wissenschaftlichen Nachwuchs zu fördern: Er hat eine Reihe sehr erfolgreicher Neurobiologen ausgebildet, darunter den späteren Nobelpreisträger Thomas C. Südhof, der seine Doktorarbeit in Victor Whittakers Abteilung *Neurochemie* an unserem Institut anfertigte. „Victor Whittaker war der führende molekulare und zelluläre Neurowissenschaftler seiner Zeit, dessen Beiträge das Forschungsgebiet maßgeblich geformt haben. Er war immer bereit, seine Leidenschaft für die Wissenschaft und



Victor P. Whittaker

sein enzyklopädisches Wissen zu teilen. Ich durfte von ihm eine enorme Menge lernen. Er wird schmerzlich vermisst werden“, so Thomas Südhof.

Der gebürtige Brite Victor Whittaker wechselte nach seinem Studium der Chemie und Biochemie in Oxford (Großbritannien) zunächst als Fakultätsmitglied an das *College of Medicine der University of Cincinnati* (USA) und forschte anschließend am *Institute of Animal Physiology* in Babraham (Großbritannien). 1966 ernannte ihn die *University of Cambridge* (Großbritannien) zum *Sir William Dunn Reader* in Biochemie. Von 1967 bis 1971 war er darüber hinaus *Chief Research Scientist* am *New York Institute for Basic Research in Mental Retardation* (USA). Im Jahr 1973 ernannte die Max-Planck-Gesellschaft Victor Whittaker zu ihrem wissenschaftlichen Mitglied. Gleichzeitig berief ihn das MPI-BPC als Direktor, wo er bis zu seiner Emeritierung 1987 die Abteilung *Neurochemie* leitete. Auch nach seiner Emeritierung war er dort weiter wissenschaftlich aktiv, bevor er schließlich nach Cambridge zurückkehrte. Bis zuletzt blieb Victor Whittaker dem MPI-BPC eng verbunden und fuhr noch mit über 90 Jahren für Institutsbesuche mit dem eigenen Auto die Strecke von Cambridge nach Göttingen. Bis ins hohe Alter war er zudem ein treuer Besucher der jährlichen Göttinger *Händel-Festspiele*.

Durch den Tod von Klaus Weber verlieren wir einen großartigen Wissenschaftler, der die Forschung und die Menschen, die mit ihm gearbeitet haben, inspiriert hat. Er hat unser Institut maßgeblich mitgestaltet, indem er dazu beitrug, dass molekularbiologische, biochemische und entwicklungsbiologische Abteilungen ihren festen Platz fanden“, sagte Herbert Jäckle, damals Geschäftsführender Direktor des MPI-BPC. „Klaus Weber hat viele Werte geprägt, die wir noch heute am Institut als gut und selbstverständlich erachten. Wir haben ihm viel zu verdanken. Unser ganzes Mitgefühl gilt nun seinen Angehörigen und ganz besonders seiner Frau, Mary Osborn.“

Klaus Webers Interesse galt unterschiedlichsten biologischen Problemen, die er dank seines detaillierten Fachwissens, seines tiefen Verständnisses für die Wissenschaft, seiner großen Neugier und nicht zuletzt seiner ansteckenden Begeisterung über neue Ergebnisse elegant zu lösen verstand.

Mit seinem Namen untrennbar verbunden sind gleich mehrere wissenschaftliche Methoden, die heute aus der molekularbiologischen und biochemischen Forschung nicht mehr wegzudenken sind. So etablierte er gemeinsam mit Mary Osborn die SDS-Polyacrylamid-Gelelektrophorese in kürzester Zeit als Standardmethode, um das Molekulargewicht von Proteinen zu bestimmen. Die dazugehörige Publikation der beiden Wissenschaftler zählt zu den weltweit meistzitierten naturwissenschaftlichen Artikeln. Darüber hinaus entwickelte er gemeinsam mit Elias Lazarides und Mary Osborn die Technik der Immunfluoreszenz-Mikroskopie: Mithilfe von Antikörpern machten sie Strukturen des Zellskeletts (Zytoskelett) unter dem Lichtmikroskop sichtbar und revolutionierten unser Verständnis von dessen Aufbau, Organisation und biochemischer Anatomie. Mittels Immunfluoreszenzmikroskopie-Experimenten und biochemischen Analysen von zytoskeletalen Proteinen entdeckte Klaus Weber, dass Zellen verschiedene Typen von Intermediärfilamenten besitzen, die gesunden Körperzellen wie bösartigen Krebszellen einen charakteristischen „Fingerabdruck“ verleihen. Dies lässt sich für die Krebsdiagnostik beim Menschen direkt nutzen. Nicht zuletzt arbeitete sein Labor zusammen mit Tom Tuschl daran, die sogenannte RNA-Interferenz (RNAi)-Technologie für Säugerzellen zu entwickeln. Diese Methode nutzt künstliche RNA-Schnipsel, um Gene gezielt auszuschalten.

„Klaus Weber war ein Wissenschaftler von ganzem Herzen, ein hoch gebildeter Mensch mit analytisch messerscharfem Verstand. Mit Fug und Recht kann man ihn als Pionier der modernen Zellbiologie und der Biochemie des Zytoskeletts bezeichnen. Mit Klaus Weber verliert die moderne Zellbiologie einen ihrer Großen und ich persönlich

einen hoch geschätzten Mentor“, so Volker Gerke, der als Nachwuchswissenschaftler in Klaus Webers Abteilung forschte und heute das *Institut für Medizinische Biochemie* an der Universität Münster leitet.



Klaus Weber

Nach dem Studium der Chemie an den Universitäten Tübingen, Innsbruck und Freiburg mit anschließender Promotion wechselte Klaus Weber 1965 an die *Harvard University* (USA) in die Gruppe von Nobelpreisträger James D. Watson. Gleichzeitig forschte er bei William Konigsberg (*Yale University*, USA). 1972 wurde er zum *Full Professor* an der *Harvard University* ernannt, drei Jahre später erwählte ihn die Max-Planck-Gesellschaft zu ihrem wissenschaftlichen Mitglied. Als Direktor am MPI-BPC leitete er bis zu seiner Emeritierung im Jahr 2004 dort die Abteilung *Biochemie und Zellbiologie*. In seiner Forscherkarriere veröffentlichte er knapp 600 wissenschaftliche Originalarbeiten und wurde für seine Erfolge mehrfach ausgezeichnet, darunter mit der Otto-Warburg-Medaille und dem Ernst Jung-Preis für Medizin. Er war Generalsekretär der *European Molecular Biology Organization* (EMBO) von 1981 bis 1984. ■ Carmen Rotte

APPOINTMENTS



Stefan Glögger

Max-Planck-Forschungsgruppe NMR-Signalverstärkung

Verstärkung grundsätzlich schwacher NMR-Signale, um sensitivere Detektionsmethoden zu erlauben und die Untersuchung von Krankheiten zu verbessern.

Max Planck Research Group NMR Signal Enhancement

Enhancing inherently weak NMR signals allowing for more sensitive detection methods and improved investigation of diseases.



Tobias Moser

Max Planck Fellow, Forschungsgruppe Synaptische Nanophysiologie

Entschlüsselung der Mechanismen der synaptischen Transmission in der frühen Hörbahn durch Analyse der molekularen Nanoanatomie und Nanophysiologie der Synapsen.

Max Planck Fellow, Research Group Synaptic Nanophysiology

Deciphering the mechanisms of synaptic transmission in the central auditory pathway by analyzing the molecular nanoanatomy and nanophysiology of the synapses.



Aljaz Godec

Emmy Noether-Forschungsgruppe Mathematische Biophysik

Entwicklung und Anwendung analytischer Methoden der mathematischen Physik und der Wahrscheinlichkeitstheorie, um komplexe dynamische Prozesse in der Biophysik zu erforschen.

Emmy Noether Research Group Mathematical Biophysics

Developing and applying the methods of mathematical physics and the theory of stochastic processes to study complex dynamic phenomena in biophysics.



Axel Munk

Max Planck Fellow, Verlängerung der Forschungsgruppe Statistische Inverse Probleme in der Biophysik

Entwicklung mathematischer Methoden, um aus den in biophysikalischen Experimenten erhaltenen Messdaten die tatsächlichen Informationen zu rekonstruieren.

Max Planck Fellow, prolongation of the Research Group Statistical Inverse Problems in Biophysics

Development of mathematical methods to extract the actual information from the data obtained in biophysical experiments.



Juliane Liepe

Forschungsgruppe Quantitative und System-Biologie

Entwicklung und Anwendung verschiedener computergestützter Methoden, um die Signalwege des Proteasoms zu untersuchen, die das Immunsystem regulieren.

Research Group Quantitative and Systems Biology

Developing and employing of different computer based approaches to study the pathways of the proteasome that regulate the human immune response.

GOODBYE



Michael Kessel

Forschungsgruppe *Entwicklungsbiologie*

Erforschung der molekularen Mechanismen der embryonalen Zellteilung und Zelldifferenzierung in Säugetieren.

Research Group *Developmental Biology*

Understanding the molecular mechanisms of embryonic cell division and cell differentiation in mammals.



Ronald Kühnlein

Forschungsgruppe *Molekulare Physiologie*

Identifikation und funktionelle Charakterisierung regulatorischer Gene, deren Fehlfunktion autonom oder durch Interaktion mit Umweltbedingungen die Energiehomöostase bei *Drosophila* beeinflussen.

Research Group *Molecular Physiology*

Identification and functional characterization of regulatory genes and the genome-environment interactions, which eventually control energy homeostasis in *Drosophila*.



Manfred Konrad

Forschungsgruppe *Enzym-Biochemie*

Erforschung mehrerer Klassen von Enzymen, die bei der Therapie verschiedener Erkrankungen eine kritische Rolle spielen.

Research Group *Enzyme Biochemistry*

Investigating several classes of enzymes which play critical roles in the therapy of various diseases.



Rasmus Linser

Emmy Noether-Forschungsgruppe *Festkörper-NMR-Spektroskopie*

Untersuchung von Membranproteinen sowie von Amyloiden, die traditionell schlecht für andere Methoden in der Strukturbiologie zugänglich sind.

Emmy Noether Research Group *Solid-State NMR Spectroscopy*

Analyzing membrane proteins and amyloidogenic proteins that are traditionally ill-suited for other structural biology methods.



AUSGEZEICHNET!



Prizes and Awards 2015 - 2017

Beyenech Binotti	Otto-Hahn-Medaille 2016
Verena Börger	Beste bei der Gesellenprüfung im Tischlerhandwerk Südniedersachsen 2015 Siegerin im Wettbewerb der Tischlerei-Innung „Die Gute Form“ 2015
Patrick Cramer	Centenary Award 2016
Jean-Philippe Demers	Otto-Hahn-Medaille 2015
Christoph Engel	Promotionspreis der Gesellschaft für Biologie und Molekularbiologie 2015
Regina Faubel	David S. Miller Young Scientist Award 2016
Jens Frahm	Jacob-Henle-Medaille 2017 Hall of Fame der deutschen Forschung 2016
Christian Griesinger	KMRS-Preis 2016
Stefan Hell	Auswärtiges Mitglied der National Academy of Sciences 2016 Bundesverdienstkreuz 2016 Markgräfler Gutedelpreis 2016 Ehrenmitglied der Deutschen Bunsen-Gesellschaft 2015 Ehrenmitglied der European Physical Society 2015 Entrepreneur of the year 2015 Fellow der Physical American Society 2015 Orden der Krone von Rumänien im Rang eines Kommandanten 2015 Glenn T. Seaborg-Medaille 2015 Stern von Rumänien im Rang eines Großkreuzes 2015
Reinhard Jahn	Balzan-Preis 2016 Communitas-Preis der Max-Planck-Gesellschaft 2016
Nicholas Leioatts	Marie-Curie-Stipendium 2016
Rasmus Linser	Felix-Bloch-Vorlesung 2015
Milot Mirdita	Stefan-Hell-Stipendium 2016
Tobias Moser	Ernst Jung-Preis für Medizin 2017
Ulrich Nauber	Ehrenmitglied der Gesellschaft für Entwicklungsbiologie 2017
Stefan Oberdieck	Azubipreis der Max-Planck-Gesellschaft 2016
Clemens Plaschka	Otto-Hahn-Medaille 2016 Kulturpreis Bayern 2015
Atanas Rachev	IT-Award 2016
Marina Rodnina	Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis 2016
Patricia Scholtyssek	Azubipreis der Max-Planck-Gesellschaft 2015
Melina Schuh	BINDER Innovationspreis 2016 EMBO-Mitglied 2016
Paulina Seweryn	Marie-Curie-Stipendium 2016
Jürgen Troe	Ehrenmitglied des Physikalischen Vereins 2016 Otto-Hahn-Preis 2015

ERC Grants

Patrick Cramer	ERC Advanced Grant 2016
Alexander Stein	ERC Starting Grant 2016
Alec Wodtke	ERC Advanced Grant 2017

Honorary Degrees

Herbert Jäckle	Universität Konstanz 2016 Universität Basel 2015
Stefan Hell	Königlich Technische Hochschule Stockholm 2015
Erwin Neher	Universidad de Buenos Aires 2017 Macau University of Science and Technology 2016

IMPRINT



Editor-in-Chief & Content Authority
Carmen Rotte

Editorial Staff

Alina Dressler
Ulrike Gerischer
Frederik Köpper
Anne Morbach
Carmen Rotte
Elisa Schubert

Layout & Typesetting

Claus-Peter Adam

Photos

Irene Böttcher-Gajewski
Peter Goldmann

Printing

Bonifatius GmbH, Paderborn

Publisher

Max Planck Institute for Biophysical Chemistry
Am Faßberg 11, 37077 Göttingen, Germany
Phone +49 551 201-0
Fax +49 551 201-1222
www.mpibpc.mpg.de