



Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie

MPIbpc NEWS

25. Jahrgang | Februar / März 2019

In memoriam Manfred Eigen



Nachruf

Wir trauern um Institutsgründer und Nobelpreisträger Manfred Eigen

Im Fokus: Forschungsgruppe
Elektronenspinresonanz-Spektroskopie

Electrons meet nuclei: from electron spin resonance to dynamic nuclear polarization

Neues aus dem Institut

Reinhard Jahn retires? Never!



NACHRUF

- 4 Wir trauern um Manfred Eigen
- 10 Symposium in memoriam Manfred Eigen
- 12 Gedenken an Manfred Eigen auf Twitter

IM FOKUS

- 14 Research Group *Electron-Spin Resonance Spectroscopy*: Electrons meet nuclei: from electron spin resonance to dynamic nuclear polarization

NACHRICHTEN

- 19 Herbert Jäckle erhält Klaus Sander Preis

NEUES AUS DEM INSTITUT

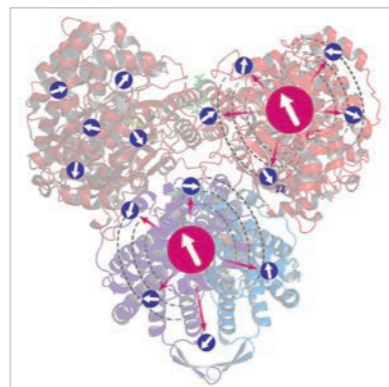
- 20 Reinhard Jahn gives retirement lecture
- 22 Reinhard Jahn retires? Never!
- 24 Neujahrsempfang des Instituts



4 *In memoriam Manfred Eigen*



20 *Reinhard Jahn: "I am not gone yet!"*



14 *Electrons meet nuclei: from electron spin resonance to dynamic nuclear polarization*



30 *Göttinger Nacht des Wissens 2019*

GÖTTINGEN CAMPUS AKTUELL

- Ein Plädoyer an die Wissenschaft: Raus aus dem Elfenbeinturm 26
- Großer Besucherandrang bei der 4. Nacht des Wissens 30

IMPRESSUM

Titelbild: Ruthild Oswatitsch-Eigen hat für das Symposium zu Ehren von Manfred Eigen den Saal mit einem Orchideen-Arrangement in Form eines Omegas geschmückt, das Teil ihres gemeinsamen Logos war als Zeichen der Vollendung. (Links ein Porträt von Manfred Eigen, © Ingrid von Kruse, 1986)

Cover image: For the symposium in honor of Manfred Eigen, Ruthild Oswatitsch-Eigen decorated the hall with an orchid arrangement in the form of an omega, which was part of their common logo as a sign of perfection. (On the left a portrait of Manfred Eigen, © Ingrid von Kruse, 1986)

Hinweis: Aus Gründen der Lesbarkeit haben wir im Text die männliche Form gewählt. Dennoch beziehen sich die Angaben stets auf Angehörige aller Geschlechter.



(Foto: Ingrid von Kruse / MPI-BPC)

Göttinger Nobelpreisträger Manfred Eigen verstorben

Er war einer der vielseitigsten deutschen Forscher und ein weit bekannter Vertreter der Wissenschaft. Manfred Eigen, Chemie-Nobelpreisträger und Begründer des MPI-BPC, ist am 6. Februar 2019 im Alter von 91 Jahren verstorben.

Mit dem Tod von Manfred Eigen verlieren wir einen herausragenden Denker und genialen Forscher, der das Leben von Mitarbeitern und Wissenschaftlern auf der ganzen Welt maßgeblich geprägt hat. Seine Vision, komplexe Lebensvorgänge mit biologischen, physikalischen und chemischen Methoden zu erforschen und das Entdeckte zum Nutzen für den Menschen anzuwenden, hat Manfred Eigen am Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie verwirklicht. Diese Vision und seine integrative Persönlichkeit prägen den Spirit unseres Instituts bis heute. Dass wir Manfred Eigen als Mentor haben durften, war ein Segen – für seine Mitarbeiter ebenso wie für das weitere Umfeld in Göttingen“, sagt Nobelpreisträger und Direktorenkollege Erwin Neher.

Seinem Anspruch, Wissenschaft auf höchstem Niveau zu betreiben, ist Manfred Eigen stets gerecht geworden. Wie nur wenige hatte er ein untrügliches Gespür dafür, welches Potenzial und welche Chancen in Entdeckungen stecken und er verstand es, diese zu nutzen. Von seinem Weitblick und

seinem großen Engagement für die Naturwissenschaften profitierte die Max-Planck-Gesellschaft (MPG), etwa als er eines der größten und erfolgreichsten Institute innerhalb der Forschungsgesellschaft gründete.

„Manfred Eigen hat 1967 schon mit 40 Jahren den Nobelpreis für Chemie erhalten“, betont MPG-Präsident Martin Stratmann. „Der Nobelpreis ist eigentlich die Krönung eines jeden Forscherlebens. Doch Eigen blieb auch in den Folgejahren wissenschaftlich höchst produktiv. Dabei war er seiner Zeit oft voraus. So waren seine theoretischen Überlegungen zur gerichteten Evolution von Enzymen aus den 1980er-Jahren Ausgangspunkt für jene Arbeiten, für die 2018 der Chemie-Nobelpreis vergeben wurde. Den wissenschaftlichen Campus in Göttingen hat Manfred Eigen maßgeblich mitgestaltet. Die Max-Planck-Gesellschaft verliert mit ihm einen bedeutenden Wissenschaftler.“

„Manfred Eigen verstand es wie kaum ein anderer, vorherrschende Denkmuster zu durchbrechen und mit Erfolg wissenschaftlich neue Richtungen einzuschlagen“, so

» Manfred Eigen war ein echtes Genie unserer Zeit. Es ist schier unmöglich, die Bedeutung seiner Arbeit für die moderne Wirkstoffforschung zu überschätzen. «

Werner Lanthaler, CEO Evotec

Herbert Jäckle, langjähriger Vize-Präsident der MPG und Emeritus-Direktor am MPI-BPC. „Diese Fähigkeit zeichnete ihn bereits zu den Anfängen seiner wissenschaftlichen Karriere aus und zieht sich als roter Faden durch sein gesamtes Leben.“

Wie schnell ist *unmessbar schnell*?

Schon gleich in seinen ersten Jahren als Wissenschaftler in Göttingen stellte Manfred Eigen seine Gabe als Querdenker unter Beweis. 1953 kam er als junger Assistent zu Karl Friedrich Bonhoeffer an das MPI für physikalische Chemie und fing an, extrem schnelle chemische Reaktionen zu untersuchen. Einige dieser Abläufe galten in der Wissenschaft als „unmessbar schnell“. Doch Eigen war nicht bereit, diese vorherrschende Lehrbuchmeinung zu akzeptieren. Er war der festen Überzeugung, dass in der Chemie nichts unmessbar sei, sondern die geeigneten Methoden fehlten. So begann der Physiko-Chemiker, die sogenannten Relaxations-Messmethoden zu entwickeln. 1954 stellte er diese bei der *Faraday Society* in London (England) vor. Was er dort präsentierte, war eine wissenschaftliche Sensation. Denn mit diesen Methoden war es erstmals möglich, Reaktionsgeschwindigkeiten im Mikro- und sogar Nanosekunden-Bereich zu messen. Sein wissenschaftlicher Durchbruch klärte zentrale Fragen der Chemie, beispielsweise die Geschwindigkeit der Neutralisationsreaktion, und brachte ihm 1967 den Nobelpreis für Chemie ein.

In der Folge erhielt Eigen zahlreiche Angebote von renommierten Forschungseinrichtungen und Universitäten. Der damalige MPG-Präsident Adolf Butenandt bemühte sich, Eigen zu halten und fragte ihn, was er sich wünsche. Daraufhin trat dieser mit der Idee zum Aufbau eines neuen, interdisziplinären Instituts in Göttingen an die MPG heran.

In den späten 1960er-Jahren stieß sein visionärer Vorschlag, physikalische, chemische und biologische Forschung an einem Institut zu vereinen, in der MPG zunächst auf Zurückhaltung. Nach kurzer Zeit gab die Gesellschaft den Weg frei, das MPI für physikalische Chemie mit dem MPI für Spektroskopie zu einem neuen Institut zusammenzulegen und um weitere Fachgebiete zu ergänzen. 1971 wurde das MPI für biophysikalische Chemie gegründet. Das neue Institut beherbergte bald folgende von Direktoren geleitete Abteilungen: *Biochemische Kinetik* (Manfred Eigen), *Neurobiologie* (Otto Creutzfeldt), *Experimentelle Methoden* (Leo De Maeyer), *Molekularbiologie* (Thomas Jovin), *Kinetik der*

Phasenbildung (Manfred Kahlweit), *Molekularer Systemaufbau* (Hans Kuhn), *Laserphysik* (Fritz Peter Schäfer), *Elektrochemie und Reaktionskinetik* (Hans Strehlow), *Biochemie und Zellbiologie* (Klaus Weber), *Spektroskopie* (Albert Weller) sowie *Neurochemie* (Victor Whittaker). Die Einrichtung der neuen Abteilungen begleitete Manfred Eigen gemäß seinem Grundsatz: „Es ist nicht das Forschungsgebiet, das zählt, sondern die Exzellenz der Individuen.“ Eine Überzeugung, der das Institut auch heute noch folgt.

Begründer der evolutiven Biotechnologie

Bereits seit den frühen 1970er-Jahren befasste sich Manfred Eigen mit dem Problem der molekularen Selbstorganisation und der Entstehung des Lebens – seine erste Arbeit zu diesem Thema erschien 1971 im Fachjournal *Naturwissenschaften* unter dem Titel *Selforganization of matter and the evolution of biological macromolecules*. Eigen stellte Charles Darwins Evolutionstheorie der natürlichen Auslese auf eine solide physikalische Basis und wandte dieses Konzept auf molekulare Systeme an. Damit gelang es ihm, eine Brücke zwischen Biologie und Physik zu schlagen. Die Begriffe Hyperzyklus, Quasispezies, Fehlerschwelle und Sequenzraum sind untrennbar mit seinem Namen verbunden.

„Alles, was neu ist, muss aus der Grundlagenforschung kommen, sonst ist es nicht neu“, so sagte es Manfred Eigen einmal. Dabei hat er nicht nur Neues entdeckt, sondern auch neue Anwendungen geschaffen. Seine Theorien über die Selbstorganisation komplexer Moleküle und seine Entwicklung von Evolutionsmaschinen, mit denen er diese Theorien in die Praxis umsetzte, führten in den 1980er-Jahren zu einem neuen Forschungszweig – der evolutiven Biotechnologie. Die Evolutionsmaschinen, für industrielle Anwendungen von Manfred Eigens Team am MPI-BPC zur Produktreife gebracht, wurden erfolgreich eingesetzt, um grundlegende Mechanismen der Evolution im Zeitraffer im Labor zu untersuchen. Mit Evolutionsmaschinen lassen sich zudem neue molekulare Wirkstoffe identifizieren.

Den Nobelpreis für Chemie 2018 erhielt Frances H. Arnold „für die gerichtete Evolution von Enzymen“. Dieses Prinzip fußt wesentlich auf einer Arbeit von Manfred Eigen, wie die Königlich Schwedische Akademie der Wissenschaften in ihrer Begründung des Preises hervorhebt: 1984 veröffentlichte er eine theoretische Arbeit, in der er den möglichen Ablauf einer gerichteten Evolution von Enzymen beschreibt.

» Manfred Eigen hat zahlreiche hochtalentierte Wissenschaftler nach Göttingen gelockt und das MPI für biophysikalische Chemie zu einer der exzellentesten Forschungseinrichtungen der Welt gemacht. «

Thomas Oppermann,
Vizepräsident des Bundestages

Er sagte vorher, dass es möglich sei, eine stufenweise iterative Maschine zu konstruieren, die optimierte Enzyme herstellt.

Manfred Eigen begründete somit gleich zwei große wissenschaftliche Schulen, zunächst in der chemischen Reaktionskinetik und später in der Entwicklung molekularer Theorien zur Evolutionsbiologie.

Wissenschaftler müssen kommunizieren

Überzeugt davon, dass Forscher ihre Erkenntnisse auch kommunizieren müssen – in Fachkreisen ebenso wie gegenüber der interessierten Öffentlichkeit – war es Manfred Eigen stets ein Anliegen, seine Begeisterung für Naturwissenschaften weiterzugeben. Als äußerst charmanter und mitreißender Redner begeisterte er Wissenschaftler und interessierte Laien gleichermaßen. Seine Forschung vermittelte er in zahlreichen öffentlichen Vorträgen und durch seine berühmten populärwissenschaftlichen Bücher wie *Das Spiel – Naturgesetze steuern den Zufall* (1975), *Stufen zum Leben. Die frühe Evolution im Visier der Molekularbiologie* (1987) oder sein letztes Buch *From strange simplicity to complex familiarity. A treatise on matter, information, life and thought* (2013), die er zusammen mit seiner Mitarbeiterin und späteren Ehefrau Ruthild Oswatitsch publizierte.

Manfred Eigen

wurde 1927 in Bochum geboren. Nach dem Zweiten Weltkrieg, in dem er 15-jährig als Flak-Helfer eingezogen wurde, studierte er Chemie und Physik in Göttingen und hörte unter anderem Vorlesungen bei Werner Heisenberg und Wolfgang Paul. Mit nur 24 Jahren schloss er seine Promotion in physikalischer Chemie bei Arnold Eucken ab. 1953 wechselte er als Assistent zu Karl Friedrich Bonhoeffer an das MPI für physikalische Chemie, wo er die Relaxationsmethoden entwickelte und an der Messung ultraschneller Reaktionen forschte. 1959 berief ihn die MPG als Wissenschaftliches Mitglied und er wurde zum Direktor und Leiter der Abteilung *Chemische Kinetik* am MPI für physikalische Chemie ernannt. Nach Gründung des MPI für biophysikalische Chemie leitete er dort von 1971 bis zu seiner Emeritierung 1995 die Abteilung *Biochemische Kinetik*. Anschließend war er am MPI-BPC sowie am *Scripps Research Institute* in La Jolla (Kalifornien, USA) viele weitere Jahre bis ins hohe Alter wissenschaftlich aktiv. Manfred Eigen ist Mitbegründer der Firmen *Evotec* und *DIREVO* (heute *Bayer HealthCare*).

Neben der Chemie und Physik galt Eigens Leidenschaft der Musik. Im Alter von 18 Jahren hatte er vor der Wahl gestanden, Wissenschaftler oder Pianist zu werden. Beides faszinierte ihn von Kindheit an. Da ihm aber während des Zweiten Weltkriegs die Gelegenheit fehlte, Klavier zu spielen, fiel die Entscheidung schließlich zugunsten der Naturwissenschaften aus. Doch Eigen blieb Zeit seines Lebens der Musik eng verbunden. Als Pianist gab er öffentliche Konzerte und spielte als Solist bei Aufnahmen von Mozart-Klavierkonzerten mit dem Kammerorchester Basel unter der Leitung von Paul Sacher und dem von David Epstein geleiteten *New Orchestra of Boston*.

„Manfred Eigens Interessen weit über sein eigenes Fachgebiet und die Naturwissenschaften hinaus, gepaart mit einem unbändigen Forschergeist, waren seine hervorstechenden Eigenschaften. Sein Ansatz war es stets, für Probleme die eleganteste und für alle am besten tragbare Lösung zu finden. Seine Persönlichkeit, seine Werte und sein respektvoller Umgang mit Kollegen und Mitarbeitern haben unser Institut maßgeblich geprägt. Sie sind Ansporn für uns und ein Anspruch, der uns immer wieder herausfordert und dem wir gerecht werden wollen“, so Nobelpreisträger und Direktorenkollege Stefan Hell. (cr/fk)

Manfred Eigen ist so häufig geehrt worden wie kaum ein anderer deutscher Wissenschaftler. Neben dem Nobelpreis für Chemie (1967) wurde er mit einer Vielzahl weiterer renommierter Preise ausgezeichnet, darunter dem Bodenstein-Preis (1956), dem Otto-Hahn-Preis für Chemie und Physik (1962), dem Paul Ehrlich- und Ludwig Darmstaedter-Preis (1992) und dem *Lifetime Achievement Award* des *Institute of Human Virology* in Baltimore, USA (2005). Er erhielt 15 Ehrendoktorwürden und war Mitglied zahlreicher nationaler und internationaler Akademien. Seine Geburtsstadt Bochum ernannte ihn 2001 zum Ehrenbürger der Universität. Die Stadt Göttingen würdigte ihn mit der Verleihung der Ehrenbürgerschaft im Jahr 2002. Seit 2018 vergibt das MPI-BPC seinem Institutsgründer zu Ehren den *Manfred Eigen Award* an einen herausragenden Wissenschaftler aus dem Forschungsfeld Manfred Eigens.



(Photo: Pressens Bild / picture-alliance / dpa)

Göttingen Nobel Laureate Manfred Eigen has died

He was one of the most versatile German researchers and a well-known representative of science. Manfred Eigen, Nobel Laureate in Chemistry and founder of the MPI-BPC, died on February 6, 2019, at the age of 91.

His loss will be felt deeply at our institute and within the scientific community. We will sorely miss this great thinker and ingenious scientist who made a formative impact on the lives of employees and researchers around the world. His vision to explore complex life processes with biological, physical, and chemical methods became a sustained reality at the Max Planck Institute for Biophysical Chemistry, which was founded by him in 1971. Eigen applied what he had discovered for the benefit of humans. His vision and his integrative personality continue to shape the spirit of our institute to this day. Having Manfred Eigen as a mentor was a blessing – for his employ-

ees, as well as for the wider environment in Göttingen,” says Nobel Laureate and Director colleague Erwin Neher.

Manfred Eigen had always lived up to and accepted only the highest scientific standards. Like only a few, he knew how to combine creativity and serendipity. The Max Planck Society (MPS) benefited from his vision and his great commitment to the natural sciences, for example when he founded one of the largest and most successful institutes within the research foundation.

“Manfred Eigen received the Nobel Prize in Chemistry in 1967 already at the age of 40,” emphasizes MPS President Martin Stratmann. “The Nobel Prize is the culmination of

every researcher's life. But Eigen remained scientifically highly productive in the years that followed and he was often ahead of his time. His theoretical considerations on the directed evolution of enzymes from the 1980s were the starting point for the work for which the Nobel Prize in Chemistry was awarded in 2018. Manfred Eigen was instrumental in shaping the scientific campus in Göttingen. With him, the Max Planck Society loses an eminent scientist."

"Perhaps more than anybody else, Manfred Eigen understood how to think out of the box and successfully pursue new scientific directions," emphasizes Herbert Jäckle, long-time Vice President of the MPS and Emeritus Director at the MPI-BPC. "This ability distinguished him already at the beginning of his scientific career and runs as a common thread throughout his life."

How fast is *immeasurably fast*?

Already in his first years as a scientist in Göttingen, Manfred Eigen proved his gift of an unconventional thinker. In 1953, when he began to study extremely fast chemical reactions as an assistant to Karl Friedrich Bonhoeffer at the MPI for Physical Chemistry, the scientific community considered some of these processes 'immeasurably fast'. But Eigen was not willing to accept this prevailing textbook opinion. He was firmly convinced that nothing in chemistry was immeasurable, but that the problem was simply a matter of insufficient methodology. Therefore, the physico-chemist began to develop the so-called relaxation methods. In 1954, he presented his results to the Faraday Society in London (England), showing for the first time that these methods made it possible to determine reaction rates at the micro- and even nanoseconds range – a scientific sensation! His breakthrough solved key issues in physical chemistry, for example by determining the speed of the neutralization reaction. Just about a decade after measuring the immeasurable, Manfred Eigen's major scientific achievement was honored with the Nobel Prize in Chemistry in 1967.

As a consequence, Eigen received numerous offers from renowned research institutions and universities. MPS president Adolf Butenandt, however, tried to hold him and asked Eigen what he wished for. Thus, Manfred Eigen approached the MPS with ideas for setting up a new, interdisciplinary institute in Göttingen.

In the late 1960s, his visionary proposal how multidisciplinary science should be combined at one single institute to study the complex processes of life and its evolution was met with skepticism by the MPS. Soon, however, the research foundation offered Manfred Eigen the opportunity to build a new institute by fusing two existing MPI in Göttingen, the MPI for Physical Chemistry and the MPI for Spectroscopy, and to design it both in architectural and scientific terms. Finally, in 1971, the MPI for Biophysical Chemistry was inaugurated. The new institute quickly grew to comprise the following departments headed by directors: *Biochemical Kinetics* (Manfred Eigen), *Neurobiology* (Otto Creutzfeldt), *Experimental Methods* (Leo De Maeyer), *Molecular Biology* (Thomas Jovin), *Kinetics of Phase Transitions* (Manfred

Kahlweit), *Molecular Systems* (Hans Kuhn), *Laser Physics* (Fritz Peter Schäfer), *Elektrochemistry and Reaction Kinetics* (Hans Strehlow), *Biochemistry and Cell Biology* (Klaus Weber), *Spectroscopy* (Albert Weller) as well as *Neurochemistry* (Victor Whittaker). Manfred Eigen accompanied the establishment of the new departments in accordance with his principle: "It is not the research area that counts, it is the excellence of the individuals." A conviction that the institute is still following today.

Founder of evolutionary biotechnology

In the early 1970s, Manfred Eigen focused on the problem of self-organization of matter and the evolution of biological macromolecules – which was also the title of his first article on this topic that was published in *Naturwissenschaften* in 1971. 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 physics and biology. The concepts hypercycle, quasispecies, error threshold, and sequence space are inseparably linked with his name.

"Everything which is new has to come out of fundamental research, otherwise it is not new," Manfred Eigen once said. But he has not only discovered new things, he also created new applications and products. His theories on the self-organization of complex molecules and his development of evolutionary machines, in which he put these theories into practice, led to a new branch of research in the 1980s – evolutionary biotechnology. The evolution machines, engineered for industrial applications by Manfred Eigen's team at the MPI-BPC, were used successfully to investigate basic mechanisms of evolution in time-lapse in the laboratory. They were further employed in single molecule detection to help in finding new active substances.

The Nobel Prize in Chemistry 2018 was awarded to Frances H. Arnold "for the directed evolution of enzymes". This principle is based to a considerable part on work by Manfred Eigen, as is emphasized by the Royal Swedish Academy of Sciences in its statement for the prize: In 1984, he published a theoretical paper describing a potential work flow for the directed evolution of enzymes. He predicted that it would be possible to construct a stepwise iterative machine to produce optimized enzymes.

Manfred Eigen thus established two large scientific schools, first in chemical reaction kinetics and later in the development of molecular theories in evolutionary biology.

You must communicate!

Convinced that researchers must communicate their findings, Manfred Eigen always shared his enthusiasm for science – with the scientific community as well as with interested laymen, be it in public lectures or by his popular science books such as *Laws of the game – how the principles of nature govern chance* (1975), *Steps to life* (1987), or his latest book *From strange simplicity to complex familiarity. A treatise on matter, information, life and thought* (2013),



(Photo: Baumann / MPI-BPC)

which he published together with his co-worker and later wife Ruthild Oswatitsch. Being an extremely charming and captivating speaker, he inspired scientists and non-scientists alike.

In addition to physics and chemistry, Manfred Eigen never lost his great passion for music. At the age of 18, he had faced the choice of becoming a scientist or a pianist. Both fascinated him from early childhood. But since he lacked the opportunity to practice piano playing during World War II, he finally decided in favor of the natural sciences. However, Eigen remained closely connected to music throughout his life. As a pianist he gave public concerts and played as soloist in Mozart piano concert recordings

with the *Kammerorchester Basel* under the direction of Paul Sacher and the New Orchestra of Boston led by David Epstein.

"Manfred Eigen's interests far beyond his own field of research and the natural sciences, paired with a pioneering spirit, were his outstanding personal qualities. His approach always was to find the most elegant solution to a problem that would also be acceptable to all parties. His personality, his values, and his deep respect for his colleagues and employees have imprinted his spirit at our institute. They are an incentive for us and set a high standard which remains a permanent challenge for the institute to live up to", says Nobel Laureate and Director Stefan Hell. (cr/fk)

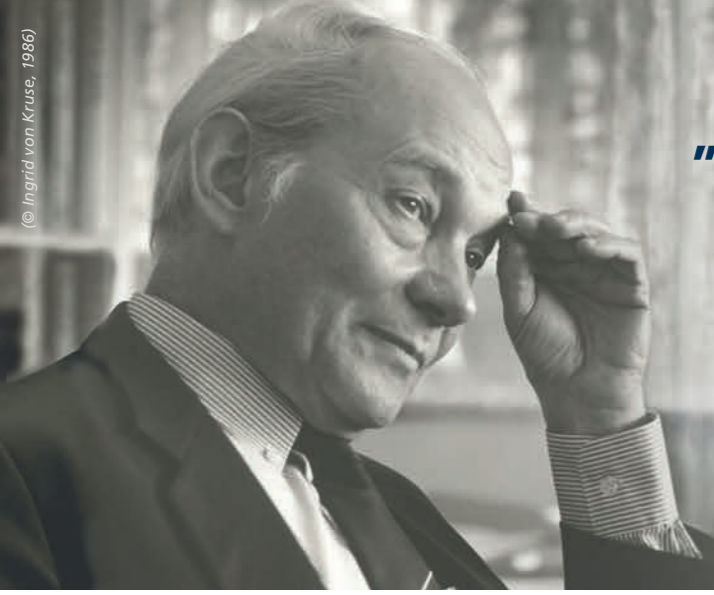
Manfred Eigen

was born in Bochum in 1927. After World War II, during which he was inducted as flak helper, he studied chemistry and physics in Göttingen and heard lectures by Werner Heisenberg and Wolfgang Paul. At the age of only 24, he completed his doctorate in physical chemistry under supervision of Arnold Eucken. In 1953, he became assistant to Karl Friedrich Bonhoeffer at the MPI for Physical Chemistry, where he developed the relaxation methods and studied the measurement of ultrafast reactions. In 1958, he became Scientific Member of the MPS and the Göttingen MPI for Physical Chemistry appointed him as Director and Head of the Department of *Chemical Kinetics*. After foundation of the MPI for Biophysical Chemistry on his initiative, he headed the Department of *Biochemical Kinetics* there from 1971 until his retirement in 1995. For many years after retirement, Manfred Eigen continued to play an active role in research at the MPI-BPC as well as at the Scripps Research Institute in

La Jolla (California, USA). Eigen is co-founder of *Evotec* and *DIREVO* (now *Bayer HealthCare*).

Manfred Eigen has been honored more often than practically any other German scientist. In addition to the Nobel Prize in Chemistry (1967), he was bestowed with a variety of other prestigious awards, including the Bodenstein Prize (1956), the Otto Hahn Prize for Chemistry and Physics (1962), the Paul Ehrlich and Ludwig Darmstaedter Prize (1992), and the Lifetime Achievement Award of the Institute of Human Virology in Baltimore, USA (2005). He received 15 honorary doctorates and was a member of numerous national and international academies. His birthplace Bochum named him Honorary Citizen of the University in 2001. The City of Göttingen awarded him an Honorary Citizenship in 2002.

Since 2018, the MPI-BPC confers the Manfred Eigen Award in his honor to an outstanding scientist in the research field of Manfred Eigen.



„Dieses Institut ist sein lebendes Vermächtnis“

Mit einem bewegenden Symposium in memoriam Manfred Eigen nahmen Mitarbeiter des MPI-BPC sowie ehemalige Kollegen, Freunde und Angehörige am 23. Februar Abschied vom Institutsgründer und Nobelpreisträger.

Über 250 Gäste waren an das Institut gekommen, um dem am 6. Februar verstorbenen Manfred Eigen mit einer würdigen Feier die letzte Ehre zu erweisen. Max-Planck-Präsident Martin Stratmann, die Emeritus-Direktoren Herbert Jäckle und Erwin Neher sowie Peter Schuster, emeritierter Professor der Universität Wien (Österreich) und ein enger Freund Manfred Eigens, beleuchteten in ihren Reden Leben und Werk des Verstorbenen.

Stratmann zeigte sich „tief beeindruckt von der wissenschaftlichen Stringenz und gedanklichen Klarheit“ Manfred Eigens. Er betonte sein Verdienst, mit dem MPI-BPC ein „Weltklasse-Institut“ geschaffen zu haben, das dessen „lebendes Vermächtnis“ sei.

Anschließend stellte Jäckle den Menschen Manfred Eigen in den Mittelpunkt seiner Rede: „Der Respekt, der ihm entgegengebracht wurde, war nicht nur auf den Nobelpreis zurückzuführen. Er war sehr menschlich, nahbar und klug. Man konnte immer wieder nur bewundern, wie sich in ihm unbestechliches Qualitätsbewusstsein und abwägende Urteilskraft mit tiefer Menschlichkeit und absoluter Redlichkeit verbanden.“ Als Manfred Eigen ihm das Du anbot, sei das für ihn einem Ritterschlag gleichgekommen, so Jäckle.

Wie sehr ihn Manfred Eigen schon bei ihrer ersten Begegnung beeindruckt habe, schilderte Schuster: „Er ließ seinen

Mitarbeitern weitestgehende Freiheit, solange die Fragestellung interessant war und die Qualität der Arbeit stimmte. Manfred Eigen erkannte die wunden Punkte einer wissenschaftlichen Arbeit mit unglaublicher Geschwindigkeit.“ Er habe viele Menschen geprägt, ihren Werdegang unterstützt und ihr Leben bereichert.

Neher betonte die Bedeutung des Nobelpreisträgers für die wissenschaftliche Kultur am MPI-BPC, in der sich die Kreativität junger Forscher voll entfalten können. Es sei wesentlich Manfred Eigen zu verdanken, dass ihm mehrere Wissenschaftler des Instituts nach Stockholm folgen konnten.

Als musikalische Umrahmung erklangen Stücke von Brahms, Mozart und Schubert, dargeboten vom Hyperion Trio.

Zum Abschluss vereinte die Trauergäste ein Empfang im Foyer des Instituts, den sich Manfred Eigen laut Ruthild Oswatitsch-Eigen schon zu Lebzeiten gewünscht hatte: „Dies soll keine Trauerveranstaltung sein – vielmehr soll die Natürlichkeit eines abgeschlossenen Lebens im Vordergrund stehen und damit die Atmosphäre in besinnlicher Weise bestimmen und danach mit Champagner abgeschlossen werden.“ (fk)



(Foto: fkg)



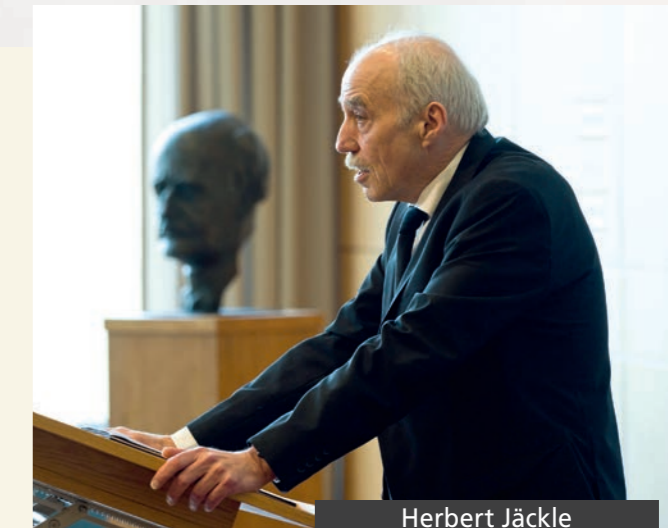
Peter Schuster



Martin Stratmann



Erwin Neher



Herbert Jäckle

(Photos: Peter Heiler)

“This institute is his living legacy”

With a moving symposium in memoriam Manfred Eigen, the employees of the MPI-BPC, former colleagues, friends, and relatives bid farewell to the institute’s founder and Nobel Laureate on February 23.

More than 250 guests had come to the institute to pay their last respects to Manfred Eigen, who died on February 6. In their speeches, Max Planck President Martin Stratmann, emeritus directors Herbert Jäckle and Erwin Neher, as well as Peter Schuster, emeritus professor at the University of Vienna (Austria) and a close friend of Manfred Eigen, shed light on the life and work of the deceased.

Stratmann showed himself “deeply impressed by the scientific stringency and mental clarity” of Manfred Eigen. He emphasized his merit for having created a “world-class institute” and called it “his living legacy”.

Afterwards, Jäckle focused on Manfred Eigen as a person: “The respect he received was not only due to the Nobel Prize. He was very human, approachable, and intelligent. Time and again one could only admire how he combined incorruptible awareness for quality and weighed judgement with deep humanity and absolute honesty.” When Manfred Eigen offered him the personal *Du*, it felt like a knightly accolade, Jäckle said.

Schuster described how Manfred Eigen impressed him already at their first encounter: “He gave his co-workers as

much freedom as possible as long as the question was interesting and the quality of the work was right. He identified the sore points of a scientific work with unbelievable speed.” Schuster emphasized that Manfred Eigen has left his mark on many people, supported their careers, and enriched their lives.

The importance of the Nobel Laureate for the scientific culture at the MPI-BPC, thanks to which the creativity of young researchers could fully unfold, was stressed by Neher. It was largely thanks to Manfred Eigen, Neher said, that a number of scientists from the institute were able to follow him to Stockholm.

As musical accompaniment, pieces by Brahms, Mozart, and Schubert were performed by the Hyperion Trio.

Finally, the bereaved guests were united at a reception in the institute’s foyer, as was Manfred Eigen’s wish already in his lifetime, according to Ruthild Oswatitsch-Eigen: “This shall not be a mourning ceremony – rather, the naturalness of a completed life shall be in the foreground and thus determine the contemplative atmosphere and thereafter be concluded with champagne.” (fk)

Gedenken an Manfred Eigen auf Twitter

Commemoration of Manfred Eigen on Twitter



ZDF heute @ZDFheute · 7. Feb.
Er war einer der vielseitigsten deutschen Wissenschaftler: Der #Chemie-Nobelpreisträger Manfred Eigen. Nun ist der Forscher im Alter von 91 Jahren gestorben.

Austrian Academy of Sciences @oaww · 7. Feb.
Der deutsche Chemie-Nobelpreisträger Manfred Eigen ist gestern 91-jährig verstorben. Er wurde 1917 zum Ehrenmitglied der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der #OAWW ernannt. science.apa.at/nachricht/natur_u... // @mpi_bpc

NDR Niedersachsen @NDRndr · 7. Feb.
Der Göttinger Chemie-Nobelpreisträger Manfred Eigen ist am Mittwoch gestorben. Der Wissenschaftler wurde 91 Jahre alt. 1967 hatte er den wichtigsten Forscherpreis gewonnen.

Max Planck Society @maxplanckpress · 7. Feb.
Wir trauern um **Manfred Eigen**: "Die Max-Planck-Gesellschaft verliert mit ihm einen bedeutenden Wissenschaftler", sagt Max-Planck-Präsident Martin Stratmann. bit.ly/2DXJlBs #Nobelpreis #Chemie @mpi_bpc

MPI-BPC @mpi_bpc · 7. Feb.
We are deeply saddened to announce that **Manfred Eigen** died yesterday aged 91. Our institute's founder and 1967 #Chemistry #NobelLaureate was a visionary thinker and ingenious scientist who made a formative impact on researchers worldwide. @maxplanckpress mpibpc.mpg.de/15874842/Manfr...

BMBF @BMBF_Bund · 7. Feb.
Bundesministerin @AnjaKarliczek zum Tod des deutschen Chemie-Nobelpreisträgers **Manfred Eigen**: „Wir trauern um einen Mann, der den Forschungsstandort Deutschland mit seinen Arbeiten entscheidend vorangebracht hat. Sein wissenschaftliches Vermächtnis bleibt unser Ansporn.“ pic.twitter.com/akiYmkGmO

SZ Wissen @SZ_Wissen · 7. Feb.
Manfred Eigen, einer der vielseitigsten und wichtigsten deutschen Naturwissenschaftler, ist im Alter von 91 Jahren gestorben.

SPIEGEL Wissen @SPIEGEL_Wissen · 7. Feb.
Zum Tod von Nobelpreisträger Manfred Eigen: Der Bezinger des Unmessbaren über AIQ/FBP

SWR Wissen @swr2wissen · 7. Feb.
Manfred Eigen ist tot. In einer Rede aus dem Jahr 1988 beschreibt er seine Arbeit als Grundlagenforscher.

Uni Göttingen @uniGoettingen · 7. Feb.
Der Göttinger #Nobelpreisträger Prof. Dr. **Manfred Eigen** ist am 6. Februar 2019 mit 91 Jahren verstorben. Universitätspräsidentin Prof. Dr. Ulrike Beisiegel würdigte ihn als „herausragende Persönlichkeit mit wichtiger Vorbildfunktion für den wissenschaftlichen Nachwuchs“.

HNA Göttingen @HNA_Goettingen · 7. Feb.
Göttinger Chemie-Nobelpreisträger **Manfred Eigen** gestorben twib.in /15jE4aqGjGARY #Göttingen #hna

Weitere Nachrufe in den Medien: <https://www.mpibpc.mpg.de/nachruf-eigen-medien>

SWR Aktuell @SWRAktuell · 7. Feb.
Der deutsche Chemie-Nobelpreisträger **Manfred Eigen** ist tot. Das hat Göttinger Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie mitgeteilt.

ZEIT ONLINE WISSEN @zeitonline_wis · 7. Feb.
Er forschte an schnellen chemischen Reaktion und erhielt dafür einen #Nobelpreis. Nun ist der Chemiker **Manfred Eigen** im Alter von 91 Jahren verstorben. zeit.de/wissen/2019-02...

BILD @BILD · 7. Feb.
1967 erhielt er den Preis - Deutscher Nobelpreisträger **Manfred Eigen** (191) ist tot

MDR AKTUELL @MDRAktuell · 7. Feb.
Deutscher Chemie-Nobelpreisträger **Manfred Eigen** im Alter von 91 Jahren gestorben. Eigen hatte 1967 den Nobelpreis für seine Arbeiten zu ultraschnellen chemischen Reaktionen erhalten.

radio ffn @radioffn · 7. Feb.
Trauer um den deutschen Chemie-#Nobelpreisträger Manfred #Eigen: Er ist im Alter von 91 Jahren gestorben. Das hat das Göttinger Max-Planck-Institut für bio-physikalische Chemie mitgeteilt, an dem er lange Jahre Direktor gewesen ist. #göttingen

FAZ Wissen @FAZ_Wissen · 7. Feb.
Er war einer der vielseitigsten deutschen Naturwissenschaftler und engagierter Förderer des wissenschaftlichen Nachwuchses. Am Mittwoch ist **Manfred Eigen** im Alter von 91 Jahren gestorben.

FOCUS Online @focusonline · 7. Feb.
Deutscher Chemie-Nobelpreisträger **Manfred Eigen** gestorben +++

ZEIT ONLINE @zeitonline · 7. Feb.
Ein Verlust für die Wissenschaft: **Manfred Eigen** ist gestorben. Vor über 50 Jahren hat er einen #Nobelpreis erhalten. Doch er prägte mit seinen Ideen nicht nur die Chemie. bit.ly/2DfyeT9

The Nobel Prize @NobelPrize · 7. Feb.
Today we remember **Manfred Eigen** who has sadly passed away aged 91. Awarded the Nobel Prize in Chemistry in 1967 for his research studying extremely fast chemical reactions, Eigen was also a gifted pianist and a committed science communicator: nobelprize.org/prizes/chemist...

DW News @dwnews · 8. Feb.
Manfred Eigen, a German Nobel Prize winning chemist, passed away at the age of 91.

guest @gsm1493149 · 7. Feb.
Manfred Eigen ist am 6.2.19 im Alter von 91 Jahren verstorben. Er bekam 1967 den Chemie-Nobelpreis für Messungen im Mikro- und sogar Nanosekundenbereich, er war Begründer des MPI für biophysikalische Chemie (G6) und Ehrenbürger der Stadt.

FAZ Wissen @FAZ_Wissen · 7. Feb.
Zum Tod von Manfred Eigen: Die Klaviatur des Lebens
Er war einer der vielseitigsten deutschen Naturwissenschaftler und engagierter Förderer des wissenschaftlichen Nachwuchses. Am Mittwoch ... faz.net

Lindau Nobel Laureate Meetings @lindanobel · 7. Feb.
We deeply mourn the loss of Nobel Laureate **Manfred Eigen** who passed away on 6 February 2019 at the age of 91. He received the 1967 Prize in #Chemistry for studies of extremely fast chemical reactions and founded the @mpi_bpc in Göttingen. He participated in 17 Lindau Meetings.

Braunschweiger @BS_Zeitung · 7. Feb.
Braunschweig: Der Musiker der Moleküle: Chemiker **Manfred Eigen** gestorben @braunschweiger

EIL MELDUNG

More obituaries in the media: <https://www.mpibpc.mpg.de/obituary-eigen-media>

Electrons meet nuclei: from electron spin resonance to dynamic nuclear polarization

Marina Bennati, Andreas Meyer, Tomas Orlando, Igor Tkach
Research Group of *Electron-Spin Resonance Spectroscopy*

Molecules containing unpaired electrons, often called paramagnetic centers, exhibit microscopic magnetic moments that, after microwave excitation, can be detected by electron spin resonance (ESR/EPR) spectroscopy. Large biomolecules can possess paramagnetic centers in the form of open-shell metal ions, clusters, or amino acid radicals, which are often involved in metabolic processes. Stable organic radicals can also be artificially attached to diamagnetic molecules to act as site-specific spin labels.

Beside the role as detection targets, paramagnetic centers can sense magnetic nuclei, such as ^1H or ^{14}N , in their vicinity up to 2 nm distance range via the so-called hyperfine coupling (Fig. 1b). As the electron magnetic moment is about three orders of magnitude larger than any nuclear one, paramagnetic centers can serve either for indirect detection of those nuclei (electron-nuclear double resonance, ENDOR) or for enhancement of the Nuclear Magnetic Resonance (NMR) signal via microwave irradiation (dynamic nuclear polarization, DNP).

Magnetism of unpaired electrons and nuclei is caused by their 'spin', a form of angular momentum of a particle that generates its magnetic moment. Experiments like ENDOR or DNP are based on the concept of a macroscopic (ensemble) spin polarization, a physical quantity reflecting the difference in number of magnetic moments aligned parallel versus those aligned antiparallel with respect to the applied magnetic field. According to the energy splitting of the spin quantum states (Fig. 1c), the degree of this difference (that is, polarization) rises while increasing the magnetic field, but depends also on the nature of the particle and its environment. Spin polarization can be manipulated by a combination of microwave (targeting the electron spins) and radio frequency (targeting the nuclei) pulse excitation, leading to a polarization transfer from the electron spin ensemble to the nuclear one.

Dynamic nuclear polarization

Addressing the sensitivity issue of NMR has been a long-standing goal in the field of magnetic resonance and has

continuously driven the community towards higher static magnetic fields, new detection technologies, and more complex radio frequency excitation schemes.

Dynamic nuclear polarization (DNP) allows for enhancing the NMR signal by transferring the higher polarization from a paramagnetic center (called polarizer) to surrounding nuclear spins via their hyperfine interaction. In a liquid DNP experiment, the polarizer is mixed in solution with the target molecule, from which the NMR spectrum is recorded (Fig. 2a). The EPR resonance of the polarizer is pumped with microwave (MW) irradiation, and the enhanced NMR signal is subsequently recorded.

Polarization transfer in liquids is driven by electron-nuclear cross relaxation resulting from molecular motion. Translational and rotational diffusion of molecules on the 10-100 ps time scale provide a cross relaxation pathway for polarization transfer, which results in an efficient DNP at low magnetic fields. However, this process becomes intrinsically ineffective at higher fields so that the generated NMR enhancements result negligible for the higher magnetic fields preferred for NMR spectroscopy.

However, we recently observed that fast molecular collisions in the pico- or sub-picosecond time scale can modulate the scalar part of the hyperfine interactions to ^{13}C nuclei, that is, the one involving molecular orbital overlap between the polarizer and the target molecule. Breakthrough results were obtained on $^{13}\text{CCl}_4$ as a model system with a nitroxide radical as a polarizer (Liu 2017). Taking advantage of an instrument combining EPR and NMR capabilities, an enhancement factor of $\sim 10^3$ of the ^{13}C -NMR signal was measured at 3.4 T (Fig. 2b-c). More recently, similar enhancements (up to ~ 600 fold) were obtained on halogenated compounds at even higher fields, namely 9.4 T (Orlando 2018).

The investigation of molecules with different ^{13}C chemical environments indicated a general applicability of ^{13}C DNP in high-field liquid NMR. DNP spectra obtained on organic metabolites at 9.4 T show signal enhancements up to 30-fold (Fig. 2d), which corresponds to a reduction of acquisition time by a factor of ~ 900 . Characterization of efficient

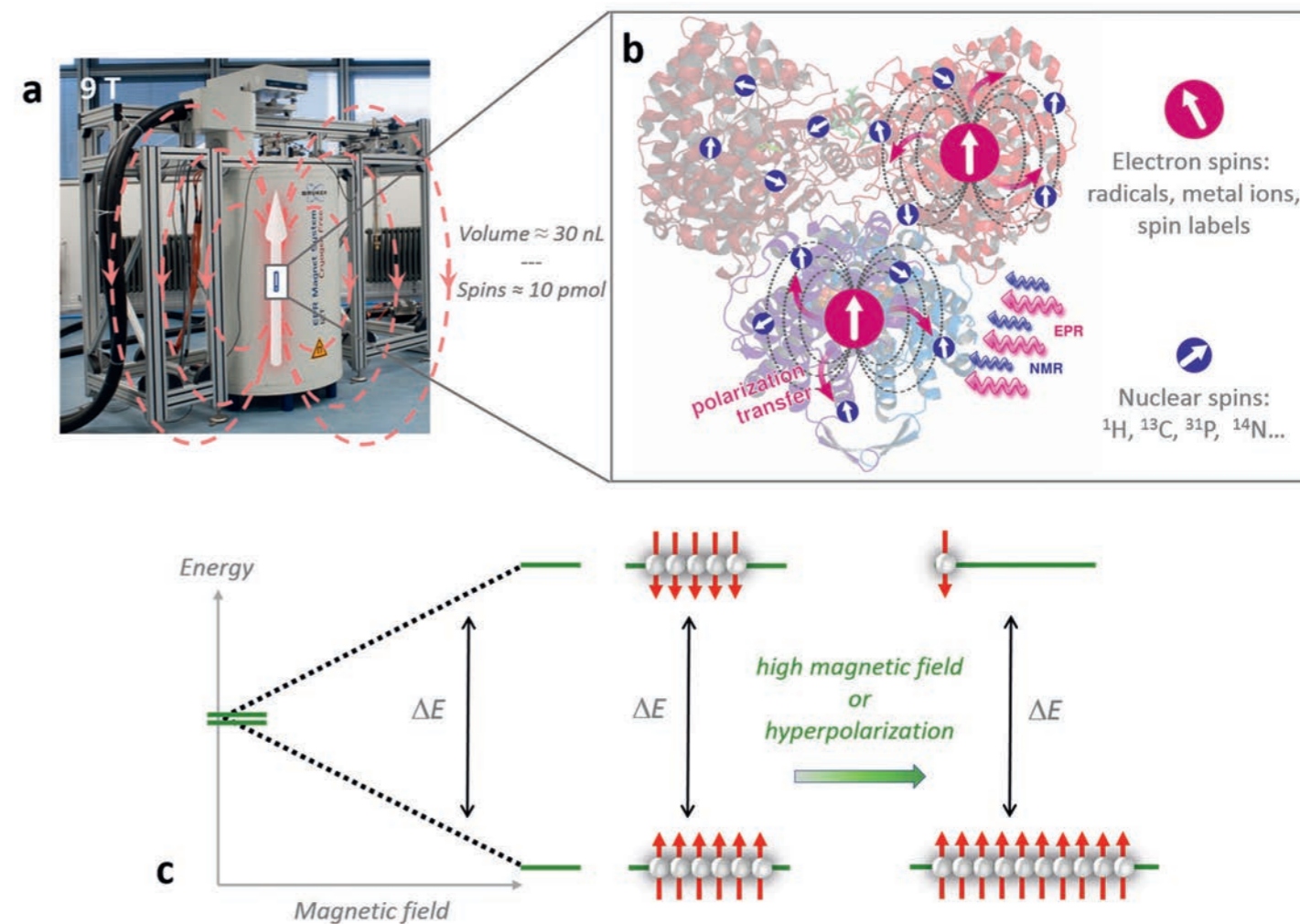


Fig. 1: a) Superconducting magnet for high-frequency/high-field (263 GHz/9.4 T) EPR and ENDOR spectroscopy. The sample is placed into the magnetic field in a specially designed EPR/ENDOR resonator (not shown). The magnetic field direction is indicated by the arrow. b) A protein can be investigated by detecting either electron or nuclear spin probes, which are magnetically coupled via hyperfine interaction. Illustrated (dashed lines) is the magnetic field produced by the magnetic moment of electron spins interacting with nuclear spins. Irradiation and detection can be performed by either microwave (EPR) or radio frequency (NMR). c) Energy splitting of two spin states as a function of an external magnetic field. The population difference is related to the spin polarization and determines the intensity of the observed signal.

Abb. 1: a) Supraleitender Magnet für Hochfrequenz/Hochfeld (263 GHz/9,4 T)- EPR- und ENDOR-Spektroskopie. Die Probe wird in einem speziell entwickelten EPR/ENDOR-Resonator (nicht abgebildet) in das Magnetfeld platziert. Der Pfeil zeigt die Richtung des Magnetfeldes an. b) Magnetresonanz-Untersuchungen an Proteinen können durchgeführt werden, indem entweder Elektronen- oder Kernspinübergänge detektiert werden. Die beiden Arten von Spins sind über die magnetische Hyperfeinwechselwirkung gekoppelt. Das Hyperfeinkopplungsfeld des Elektronenspins ist illustriert (gestrichelte Linien). Anregung und Detektion können sowohl mittels Mikrowellen-(EPR) als auch mit Radiofrequenzstrahlung (NMR) durchgeführt werden. c) Energetische Aufspaltung der beiden Spinzustände als Funktion des angelegten Magnetfeldes. Die Besetzungsdifferenz bestimmt die Polarisation und dadurch die Intensität des Signals.

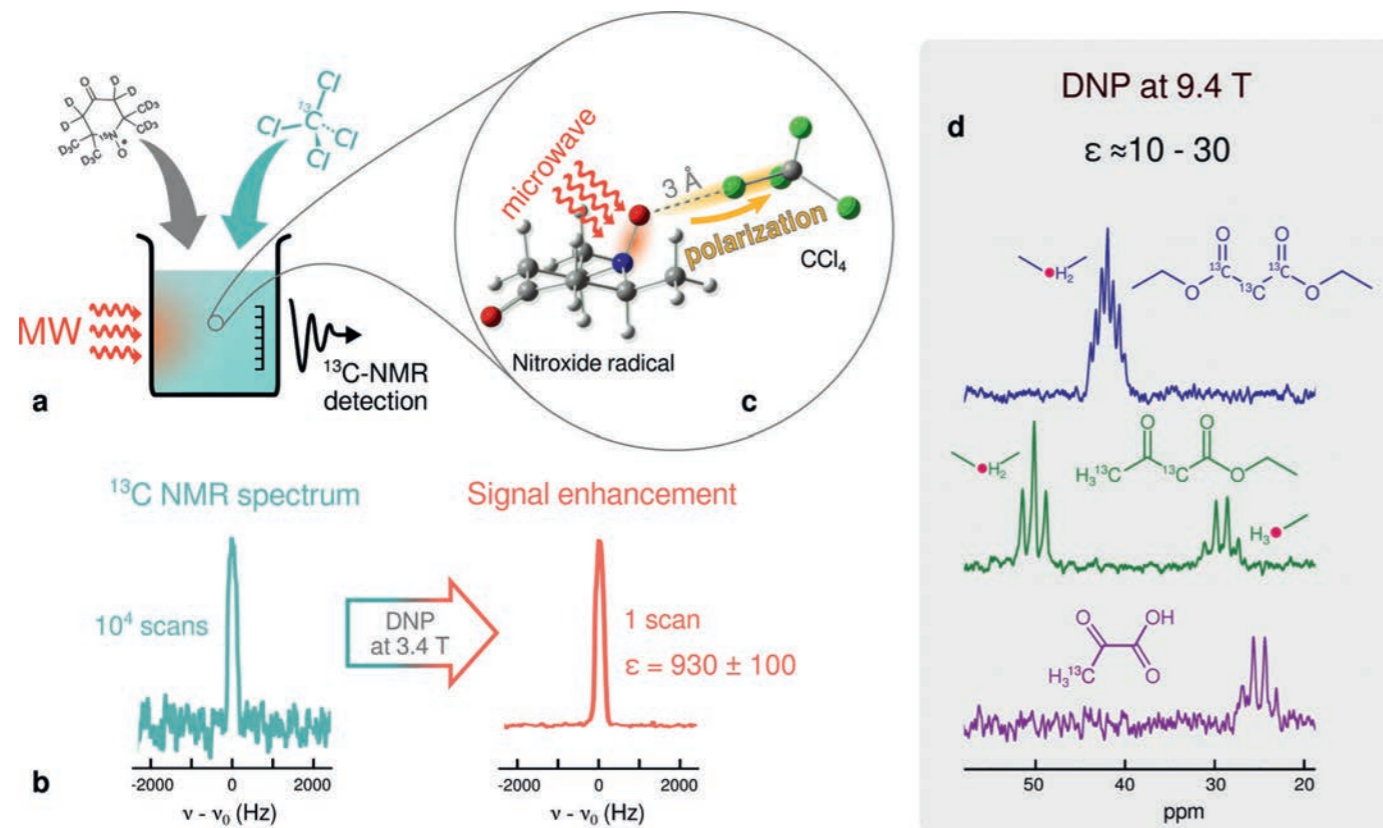


Fig. 2: a) Schematic of a DNP experiment in which a polarizer (nitroxide radical) is mixed with a target molecule (CCl_4) in the liquid state. The polarizer is then irradiated with MW for several seconds, right before detecting the NMR signal of the target molecule. b) Result of a liquid DNP experiment performed at 3.4 T on $^{13}\text{CCl}_4$. The ^{13}C -NMR signal obtained after microwave irradiation is ~ 1000 -fold larger than that at thermal equilibrium. c) Geometry of the complex nitroxide radical/ CCl_4 optimized via DFT calculations. d) ^{13}C -NMR spectra of various organic compounds obtained with liquid DNP at a high NMR field (9.4 T). Red dots represent the observed ^{13}C nuclei.

Abb. 2: a) Schematische Darstellung eines DNP-Experiments, bei dem ein Polarizer (Nitroxid-Radikal) mit einem Zielmolekül (CCl_4) in flüssiger Lösung vorgelegt wird. Der Polarizer wird dann mittels MW-Strahlung mehrere Sekunden lang angeregt. Anschließend wird das NMR-Signal des Zielmoleküls detektiert. b) Ergebnis eines Flüssigphasen-DNP-Experiments bei 3,4 T mit $^{13}\text{CCl}_4$ als Zielmolekül. Das zugehörige ^{13}C -NMR-Signal ist dank Hyperpolarisation durch die MW-Strahlung um einen Faktor ~ 1000 verstärkt im Vergleich zum Signal einer Probe mit thermischer Gleichgewichtspolarisation. c) Geometrie des Komplexes aus Nitroxid-Radikal und CCl_4 , erhalten mittels DFT-basierter Geometrieoptimierung. d) ^{13}C -NMR-Signale verschiedener organischer Moleküle, aufgenommen mit Flüssigphasen-DNP Signalverstärkung unter Hochfeldbedingungen (9,4 T, entspricht typischen NMR-Feldstärken). Die roten Punkte zeigen die detektierten ^{13}C Kerne an.

DNP mechanisms, as the one hereby presented, will help in designing optimal polarizer/target systems at specific magnetic fields, potentially boosting future new applications of NMR spectroscopy.

EPR studies of biological proton-coupled electron transfer (PCET)

Methods such as EPR and ENDOR are uniquely suited to detect the H bonds to amino acid radicals and thus to locate protons involved in proton-coupled electron transfer (PCET) reactions. One of the key advantages of EPR spectroscopy is that it exclusively detects unpaired electrons, which allows investigating a single radical intermediate amidst thousands of other amino acids. For this reason, we have been extensively studying the long-range PCET in *E. coli* RNR, an enzyme that provides a paradigm for biological

PCET. Class I RNRs catalyze the reduction of nucleotides into deoxynucleotides using a transient cysteine radical ($\text{C}\cdot$). *E. coli* RNR is an $\alpha_2\beta_2$ heterodimer in its active form, in which the transient oxidation of C_{439} to yield $\text{C}_{439}\cdot$ involves a radical transfer over a distance of ~ 3.5 nm and across the subunit interface. The electron transport proceeds in a stepwise fashion, utilizing several pathway radicals as summarized in figure 3. Each electron transfer step is accompanied by a PCET. In a long-standing collaboration with the group of JoAnne Stubbe (MIT, Cambridge, United States), we have employed tyrosines with modified redox properties, such as 3-amino tyrosines (Lee 2018) as well as fluoro tyrosines, to trap various radical intermediates in this PCET process.

The electron and proton acceptor in the first step of the ET chain involves tyrosyl $\text{Y}_{122}\cdot$, which is the most stable radical in the process and resides in the β_2 subunit. The proton

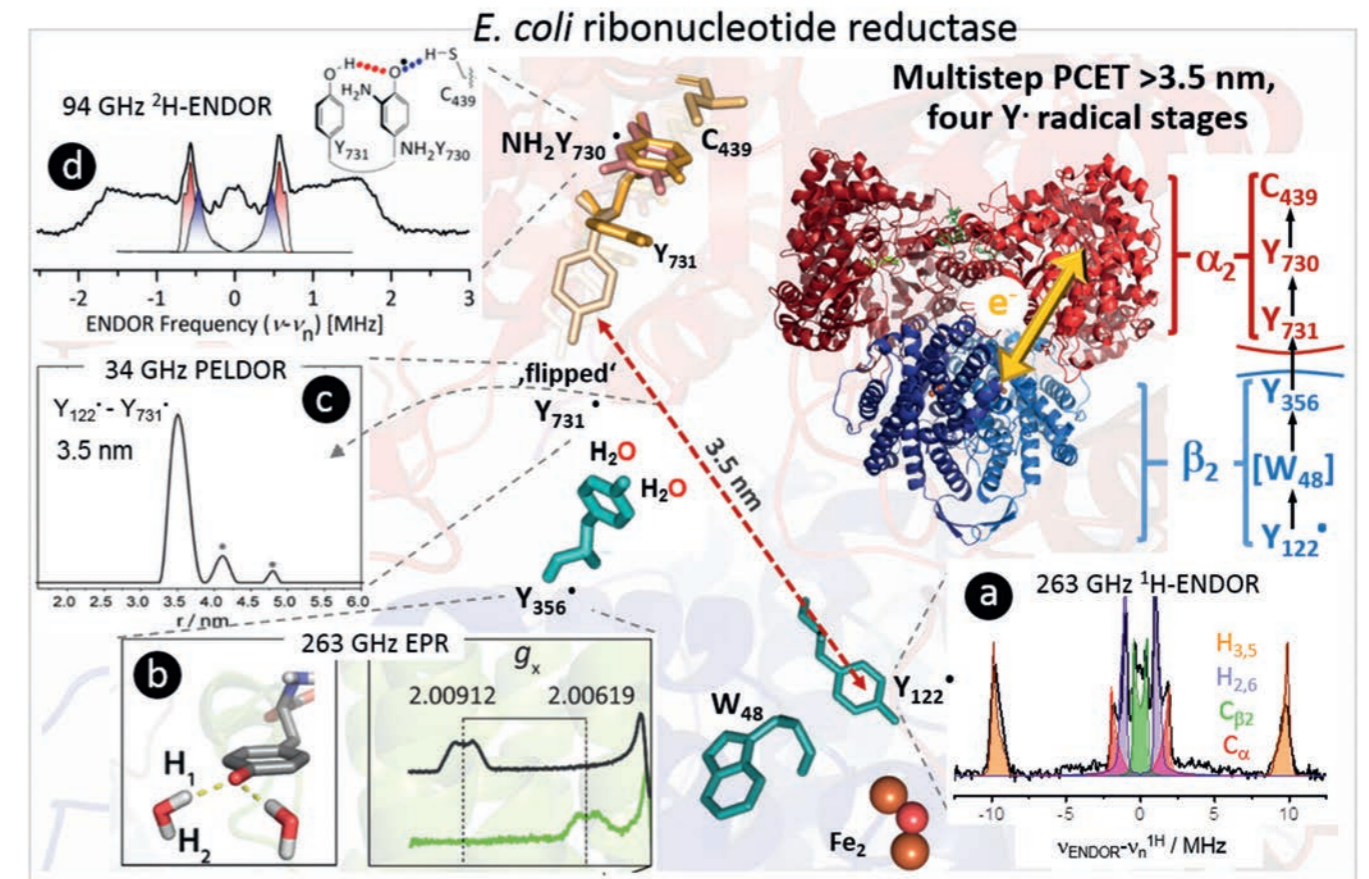


Fig. 3: The catalytic reduction of ribonucleotides in the *E. coli* RNR enzyme (top, right corner) involves a long-range (> 3.5 nm), multi-step electron transfer from C_{439} to $\text{Y}_{122}\cdot$ across the subunit interface. Along the pathway, three transient tyrosyl radicals ($\text{Y}_{356}\cdot$, $\text{Y}_{731}\cdot$, and $\text{Y}_{730}\cdot$) and possibly also a tryptophan radical occur as intermediates. Each individual electron transfer step is accompanied by the transfer of a proton (proton-coupled electron transfer, PCET in the English abbreviation). (a-d) Examples of advanced EPR techniques used to characterize the structure, H-bonding network, and location of the intermediate radicals.

Abb. 3: Die katalytische Reduktion von Ribonucleotiden im *E. coli* RNR-Enzym (oben rechts) beinhaltet einen mehrschrittigen Elektronen-transfer über einen Abstand von mehr als 3,5 nm von C_{439} zu $\text{Y}_{122}\cdot$, bei dem die Grenzfläche zwischen den Untereinheiten des Proteins überquert wird. Drei transiente Tyrosyl-Radikale ($\text{Y}_{356}\cdot$, $\text{Y}_{731}\cdot$, und $\text{Y}_{730}\cdot$) sowie möglicherweise ein Tryptophan-Radikal werden auf dem Elektronentransportpfad intermediär gebildet. Jeder Elektronenübertragungsschritt wird von einer Protonenübertragung begleitet (protonengekoppelter Elektronentransfer, PCET in der englischen Abkürzung). (a-d) Beispiele der Nutzung fortgeschrittener EPR-Methoden zur Charakterisierung der Struktur der intermediären Radikale und ihrer Umgebung (Wasserstoffbrückenbindungsnetzwerk) sowie ihrer Positionierung innerhalb des Enzymgerüsts.

ENDOR spectrum of $\text{Y}_{122}\cdot$ (Fig. 3a) was recently recorded in our group at the magnetic field of ~ 9.4 T and an EPR frequency close to 263 GHz, which led to a substantially increased spectral resolution as compared to older ENDOR data at lower fields. By extracting details on the individual hyperfine couplings, information about the orientation of this radical in the protein could be inferred. Interestingly, neither the EPR nor the ENDOR spectra of $\text{Y}_{122}\cdot$ point to the presence of hydrogen bonds directed to the oxygen atom of the radical, suggesting that PCET at this residue is accompanied by a conformational change. The subsequent steps involve less stable radicals, which need to be trapped by freeze-quenching to investigate them spectroscopically.

Trapping of the second radical $\text{Y}_{356}\cdot$ was possible by increasing the redox potential of Y_{122} via site-selective replacement with $\text{F}_3\text{-Y}_{122}$. Y_{356} resides in the so-called β -tail of

the β_2 subunit, for which very little structural information from other sources is available. The strongly shifted EPR g_x value ~ 2.0062 of $\text{Y}_{356}\cdot$ points to the presence of two H-bonds (Nick 2017) and contrasts with the situation encountered for $\text{Y}_{122}\cdot$, whose g_x value of 2.0091 indicates the absence of H bonds (Fig. 3b). In our current model, water molecules are proposed to be the H bond donors for $\text{Y}_{356}\cdot$, and thus likely involved in the following PCET step across the subunit interface that generates the third pathway radical $\text{Y}_{731}\cdot$.

Two conformations of Y_{731} could be found in different mutants of the α_2 subunit using crystallography (Fig. 3c). In the 'flipped' conformation, Y_{731} points towards the surface of the α_2 subunit. In our group, pulsed electron-electron double resonance provided the first evidence of the occurrence of this conformation for the $\text{Y}_{731}\cdot$ radical in the $\alpha_2\beta_2$ form of RNR, using a $\text{Y}_{731}\text{NH}_2\text{Y}_{411}\text{A}$ double mutant of the

α_2 subunit (Kasanmascheff 2016). This flipping towards the interface might be involved in the PCET step between Y_{356}^\bullet and Y_{731}^\bullet .

The second, 'stacked' conformation places Y_{731}^\bullet in close contact to Y_{730}^\bullet , which is required for so-called collinear PCET between these two amino acids (Fig. 3d). Collinear PCET means that the electron and the proton of Y_{730} are transferred to the same acceptor, that is, Y_{731}^\bullet . In agreement with this mechanism, the ^2H ENDOR spectra of Y_{730}^\bullet indicated

the presence of H bonding towards Y_{731} as well as to C_{439} , which facilitates the final PCET step yielding C_{439}^\bullet in the catalytic cycle.

Overall, these results taken together with rapid kinetic techniques and biochemical methods provided first evidence at molecular level for the different PCET mechanisms used by this enzyme, that is a collinear PCET in α and an orthogonal in β . These studies begin to reveal the mechanistic underpinnings of the radical transfer process.

References

- Liu G, Levien M, Karschin N, Parigi G, Luchinat C, Bennati M:** One-thousand-fold enhancement of high field liquid nuclear magnetic resonance signals at room temperature. *Nat Chem* **9**, 676-680 (2017).
- Orlando T, Dervisoglu R, Levien M, Tkach I, Prisner TF, Andreas L, Denysenkov V, Bennati M:** Dynamic nuclear polarization of ^{13}C nuclei in the liquid state over a 10 Tesla field range. *Angew Chem Int Ed* **58**, 1402-1406 (2019).
- Lee W, Kasanmascheff M, Huynh M, Quartararo A, Costentin C, Bejenke I, Nocera DG, Bennati M, Tommos C, Stubbe J:** Properties of site-specifically incorporated 3-Aminotyrosine in proteins to study redox-active

- tyrosines: *Escherichia coli* ribonucleotide reductase as a paradigm. *Biochemistry* **57**, 3402-3415 (2018).
- Nick TU, Ravichandran KR, Stubbe J, Kasanmascheff M, Bennati M:** Spectroscopic evidence for a H bond network at Y_{356} located at the subunit interface of active *E. coli* ribonucleotide reductase. *Biochemistry* **56**, 3647-3656 (2017).
- Kasanmascheff M, Lee W, Nick TU, Stubbe J, Bennati M:** Radical transfer in *E. coli* ribonucleotide reductase: a $\text{NH}_2 Y_{731}/R_{411}$ A- α mutant unmasks a new conformation of the pathway residue 731. *Chem Sci* **7**, 2170-2178 (2016).

Elektronen treffen Kerne: Von Elektronenspinresonanz zu dynamischer Kernspinpolarisation

Moleküle mit ungepaartem Elektron – sogenannte paramagnetische Zentren – besitzen einen Spin, der ein magnetisches Moment verursacht und im Magnetfeld zwei mögliche Spinzustände einnehmen kann. Diese sind entweder parallel oder antiparallel zum äußeren magnetischen Feld. Paramagnetische Zentren treten in Proteinen in Form paramagnetischer Metallionen oder als reaktive Aminosäure-Radikale auf und sind an vielen Stoffwechselprozessen beteiligt. Das magnetische Moment des Elektrons wechselwirkt über die sogenannte Hyperfeinkopplung mit Atomkernen in einem Radius von bis zu 2 Nanometern, sofern diese Kerne ebenfalls ein magnetisches Moment besitzen (zum Beispiel ^1H oder ^{14}N).

Mithilfe der Magnetresonanz-Spektroskopie können Übergänge zwischen den verschiedenen Spinzuständen eines Moleküls beobachtet werden, um auf diese Weise Informationen über die Struktur und die Umgebung der Moleküle zu gewinnen. Die Messungen werden umso empfindlicher, je größer der Besetzungsunterschied zwischen den verschiedenen Spinzuständen ist. Wegen ihres größeren magnetischen Momentes ist der Besetzungsunterschied und damit die Polarisation bei Elektronenspins um etwa drei Größenordnungen größer als bei Kernspins. Die dynamische Kernspinpolarisation ermöglicht es, die Hyperfeinkopplung zwischen Elektronen- und Kernspin zu nutzen, um die große Polarisation der Elektronenspins auf Kernspins zu übertragen und damit die Empfindlichkeit der Kernspinresonanz-Spektroskopie zu erhöhen. Dazu werden paramagnetische Moleküle als so-

genannte *Polarizer* in Proben beigemischt, die nachfolgend mit der Kernspinresonanz-Spektroskopie (NMR) untersucht werden sollen. Kürzlich konnten wir zeigen, dass auf diese Weise in flüssiger Phase NMR-Signalverstärkungen um drei Größenordnungen erzielt werden können.

Bei der Elektron-Kern-Doppelresonanz-Spektroskopie (ENDOR) wird die Hyperfeinwechselwirkung untersucht, um auf diese Weise die Struktur paramagnetischer Zentren und ihrer Umgebung aufzuklären. ENDOR wird in unserer Gruppe eingesetzt, um den Reaktionsmechanismus des Enzyms Ribonucleotid-Reduktase (RNR) zu untersuchen, das die Umwandlung (Reduktion) von Ribonucleotiden zu Desoxyribonucleotiden in allen lebenden Zellen katalysiert. Für diese Reduktion wird ein Cysteinradikal benötigt, das mittels Oxidation durch ein stabiles Tyrosylradikal über einen Abstand von 3,5 Nanometern vorübergehend erzeugt wird. Aufgrund der großen Distanz werden hierzu mehrere Aminosäure-Radikalstufen benötigt. Diese Zwischenstufen können durch Wahl geeigneter Punktmutationen ausreichend stabilisiert werden, um sie durch schnelles Einfrieren der Probe während der Reaktion einzufangen und spektroskopisch zu untersuchen. In unserer Gruppe ist es gelungen, jedes vorübergehend gebildete Tyrosylradikal einzufangen und Informationen über dessen Struktur und Lage innerhalb des Proteins zu ermitteln. So konnten wir Schlüsselinformationen zur Aufklärung der Funktionsweise dieses Proteins beitragen.

Herbert Jäckle erhält Klaus Sander Preis

Die Gesellschaft für Entwicklungsbiologie (GfE) ehrt Herbert Jäckle, Emeritus-Direktor am MPI-BPC, mit dem Klaus Sander Preis. Die mit 10000 Euro dotierte Auszeichnung wurde dem Biologen am 19. Februar 2019 auf der GfE-Jahrestagung in Wien (Österreich) überreicht.

Der Max-Planck-Forscher erhalte den höchsten Preis der Gesellschaft für sein Lebenswerk in der entwicklungsbiologischen Forschung sowie für seinen herausragenden Beitrag zur Entwicklungsbiologie in Deutschland und zum erfolgreichen Werdegang der GfE, begründet der Vorstandsvorsitzende Ulrich Technau die Wahl.

„Klaus Sander war mein Mentor, dem ich verdanke, dass ich Wissenschaftler geworden bin. Daher habe ich einen sehr persönlichen Bezug zu ihm“, freut sich Jäckle, der am MPI-BPC die Emeritusgruppe *Molekulare Entwicklungsbiologie* leitet.

Jäckle ist seit 1981 Mitglied der GfE und war von 1994 bis 1995 deren Vorstandsvorsitzender. In dieser Zeit hat er eine Reihe von Projekten angestoßen, die bis heute nachwirken. So initiierte er unter anderem die alle zwei Jahre stattfindende *GfE School*, die Promovierende und Postdocs mit führenden Entwicklungsbiologinnen und -biologen in Kontakt bringt.

Mit seiner Forschung hat Jäckle fundamentale Erkenntnisse über die frühe Entwicklung der Fruchtfliege *Drosophila melanogaster* beigetragen. Diese halfen insbesondere dabei, im Detail zu verstehen, wie diese Entwicklung molekular reguliert wird und wie die Fliege ihren Energiestoffwechsel im Gleichgewicht hält.

Weiter gelang es ihm gemeinsam mit Kollegen, bedeutende Gene und molekulare Mechanismen zu identifizieren, die auch beim Menschen die Bildung von Organen und den Energiestoffwechsel kontrollieren. Dies eröffnet neue Ansätze, um Therapien für Erkrankungen zu entwickeln, bei denen die normale Struktur und Funktion bestimmter Organe eingeschränkt ist, wie etwa bei Diabetes oder Fettleibigkeit. Das von Jäckle gemeinsam mit seinem Institutskollegen Peter Gruss gegründete Biotech-Unternehmen *DeveloGen AG* (heute *Evotec AG*) arbeitet daran, aus derartigen Ergebnissen der Grundlagenforschung Therapien zu entwickeln.

Neben seiner Tätigkeit in der Forschung hat sich Jäckle auch in besonderem Maße als Wissenschaftsmanager verdient gemacht. So war er von 2002 bis 2014 Vizepräsident der Max-Planck-Gesellschaft (MPG) und hat in dieser Funktion mehrere Entwicklungen in der nationalen und internationalen Forschungslandschaft angestoßen. Er initiierte

etwa das Institut für Computergestützte Biologie in Shanghai (China), das die MPG gemeinsam mit der Chinesischen Akademie der Wissenschaften trägt, sowie ein biomedizinisches Partner-Institut der MPG und des argentinischen Wissenschaftsministeriums in Buenos Aires (Argentinien). Außerdem baute Jäckle innerhalb der MPG ein sehr erfolgreiches Programm zur Förderung von talentierten Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern auf, um diese bereits am Anfang ihrer Karriere zu unterstützen. (fk)



(Foto: ibg)

Herbert Jäckle

promovierte 1977 an der Universität Freiburg in Biologie. Anschließend arbeitete er an der *University of Texas* in Austin (USA), am *European Molecular Biology Laboratory* in Heidelberg und am MPI für Entwicklungsbiologie in Tübingen. Im Jahr 1987 wurde er Ordinarius für Genetik an der Ludwig-Maximilians-Universität München. 1991 wechselte er nach Göttingen an das MPI-BPC, wo er als Direktor bis zu seiner Emeritierung 2017 die Abteilung *Molekulare Entwicklungsbiologie* leitete. Seit 1993 lehrt er zudem als Honorarprofessor an der Universität Göttingen.

Herbert Jäckle erhielt zahlreiche Preise und Auszeichnungen, darunter den Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis (1986), den Feldberg-Preis (1990), den Otto Bayer-Preis (1992), den Louis Jeantet-Preis für Medizin (1999), den Deutschen Zukunftspreis (1999) sowie den *China International Cooperation Award* und den Preis für internationale wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit der Volksrepublik China (beide 2013). Im Jahr 2010 wurde er mit dem Verdienstkreuz erster Klasse der Bundesrepublik Deutschland ausgezeichnet. Der argentinische Staat ehrte ihn 2014 mit dem Luis Federico Leloir-Preis. Er hält Ehrendoktorwürden der Universität Konstanz, des *Weizmann Institute of Science* in Rehovot (Israel) und der Universität Basel (Schweiz).

Der Klaus Sander Preis

der GfE würdigt das Lebenswerk renommierter Wissenschaftler auf dem Gebiet der Entwicklungsbiologie. Er wird in unregelmäßigem Abstand verliehen und ersetzt seit 2017 den Otto Mangold Preis als höchste Auszeichnung der Gesellschaft.



“I am not gone yet!”

With 2018 drawing to a close, Reinhard Jahn’s time as Director at the MPI-BPC came to an end, as well. The good news is: He will continue his research with an emeritus group at the institute. However, he seized the occasion to invite all his current and former co-workers to a ‘retirement lecture’.

Reinhard Jahn’s career in science spans four decades, with his doctorate dating back to the late 1970s. In this long time, he has been working with many different people, all of whom he invited on the occasion of his official retirement. And about two thirds of those invited indeed came to Göttingen in December, some from as far away as Australia. This impressive number alone reflects how much Jahn is valued not only for his scientific excellence, but also for his personality. He is well known to be a great mentor to current and former lab members as well as to many others seeking advice.

Among those coming were scientists who had only recently left Jahn’s lab at the MPI-BPC, but also long-time

companions like Nils Brose, one of Jahn’s first PhD students and now Director at the MPI for Experimental Medicine.

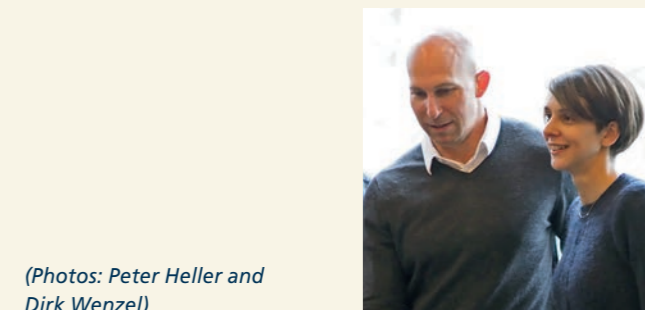
In his lecture on December 14, Jahn revisited the development of his research area, the fusion of synaptic vesicles, in a furious tour de force. Afterwards, everyone met again for snacks and drinks in his department, and many a chat about former times could be heard on that afternoon.

Lucky for our institute and the scientific community, Jahn emphasized “I am not gone yet!” – he will continue his research for another at least five years with his emeritus group. Still, we would like to take the opportunity to say in the name of the whole institute: Thank you, Reinhard Jahn, for all you have done for the MPI-BPC and Göttingen! (fk)

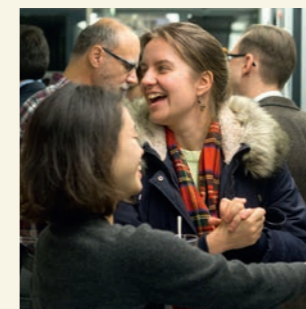
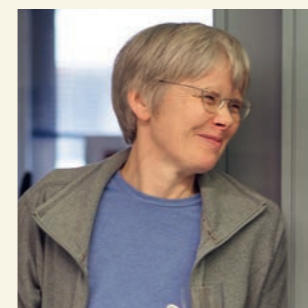
Reinhard Jahn

studied biology and chemistry and received his PhD from the University of Göttingen in 1981. From 1983 until 1986, he worked at Rockefeller University (New York, United States) before he became a group leader at the MPI for Psychiatry (today: MPI for Neurobiology). In 1991, he was appointed professor at Yale University (Connecticut, United States) and joined the MPI-BPC in 1997 as Director and Head of the Department of *Neurobiology*. Jahn is also an honorary pro-

fessor at the University of Göttingen and was the initiator and speaker of the Göttingen Graduate School for Neurosciences, Biophysics, and Molecular Biosciences (GGNB). He received numerous awards, among them the Max Planck Research Award, the Gottfried Wilhelm Leibniz Prize, the Ernst Jung Prize for Medicine, the Communitas Prize, and the Balzan Prize.



(Photos: Peter Heller and Dirk Wenzel)



Reinhard Jahn retires? Never!

He is allegedly 68 years old while I am 'only' 56, but Reinhard Jahn has always looked younger than me. In the late 1980s, when I was a PhD student in his newly established lab in Martinsried, we had these recurring scenes with clueless visitors asking Reinhard where his boss might be. And then, with large and enquiring eyes, they would turn to me or one of my colleagues. Hilarious!

Too young

For confirmation, I just looked very carefully at Reinhard the other day: He can't possibly be 68; he looks like 43. He doesn't even have grey hair, and he swears that he doesn't dye it ... not that I suspected him. Anyway, there is no way Reinhard can be retiring. Somebody must have made a mistake somewhere. Or committed a fraud. Manipulations of age-related documents are known in competitive youth

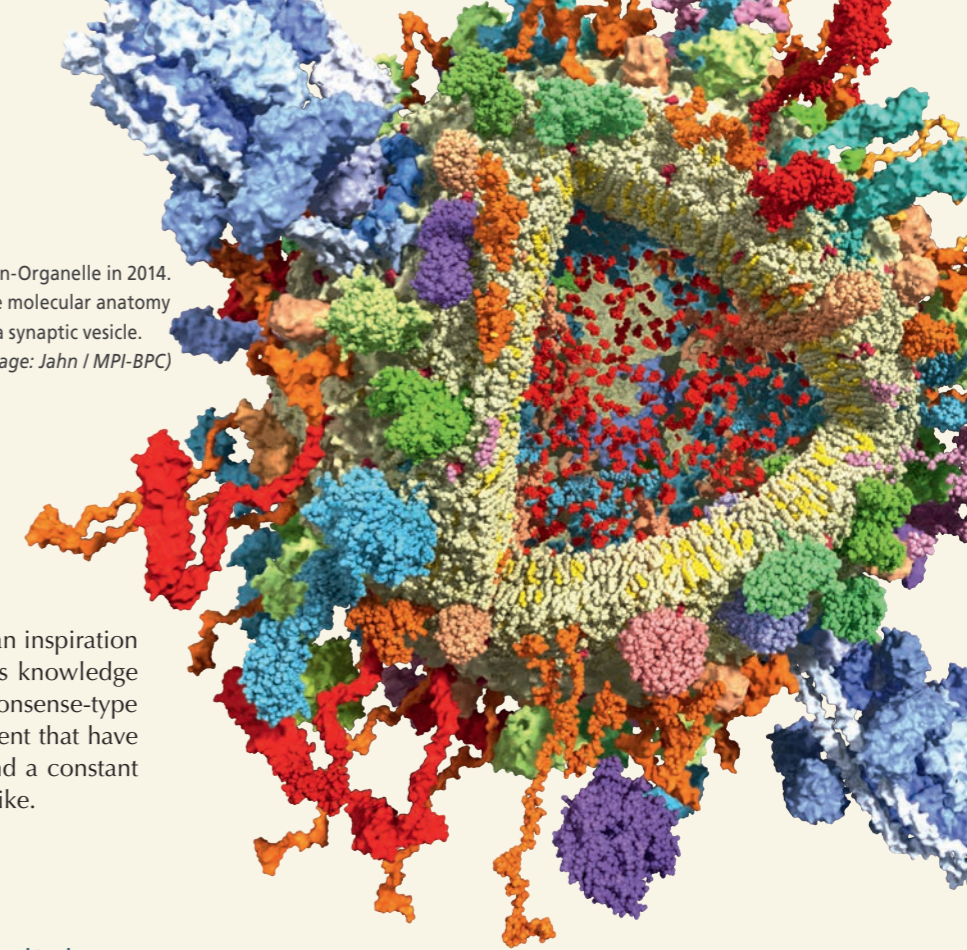
sports, where kids are made younger than they are to have an athletic advantage. Reinhard seems to have made himself older instead, which is strange, unless he wanted an early exit from all the tedious responsibilities and more time for science only.

'Science only' is a concept that I have always associated with Reinhard. An esteemed MPI-BPC colleague once likened Reinhard's scientific approach to a botanist of former times, who walks across a beautiful meadow and identifies, with absolute precision, only those plants that require his interest and attention – while others take a hydraulic excavator, scoop up huge shovels of grass and dirt, and check what they might find. A fitting image, I believe. Reinhard has the ability to 'read' the landscape of biochemistry and biology, he seems to always know where to look for the most interesting questions and problems, and he 'breathes' science with a



Jahn Lab in 1987. The three oldest-looking members are not the boss. (Copyright unknown)

Jahn-Organelle in 2014.
The molecular anatomy
of a synaptic vesicle.
(Image: Jahn / MPI-BPC)



mixture of love and seriousness that has been an inspiration to me and many others. And he combines his knowledge and scientific 'penetration depth' with a no-nonsense-type discourse and an unfailing drive for improvement that have been a blessing, a motivation, an example, and a constant challenge for students, coworkers, and peers alike.

« Reinhard has the ability to 'read' the landscape of biochemistry and biology, he seems to always know where to look for the most interesting questions and problems. »

Science only – synaptic vesicles

When I joined Reinhard's lab in Martinsried in 1987, he had just returned to Germany from a postdoc stint with Paul Greengard in New York. His plan was to decipher the molecular mechanisms of vesicle fusion in nerve cell synapses, which sounded quite insane to a somewhat ignorant and much less laterally thinking PhD student like me because not a single molecular component of the process was known at the time. The subsequent decades, which led Reinhard via Yale University to his 'alma mater' Göttingen and the MPI-BPC, showed that I was a 'doubting Thomas'. Joining forces with his long-term ally Tom Südhof, Reinhard went on to identify the key components of the vesicle fusion machinery and several of its regulators, he then characterized the central mechanisms of the fusion reaction, he co-discovered the core toxicity mechanisms of clostridial neurotoxins that proteolytically cleave vesicle fusion proteins, he elucidated the mechanisms and key proteins involved in neurotransmitter loading into synaptic vesicles, and he determined the molecular anatomy of synaptic vesicles. A truly towering achievement that earned him worldwide fame and numerous prestigious prizes and honors.

Not only science – fostering new generations

The gumption that characterizes Reinhard's scientific approach is matched by his indefatigable drive to improve science management, teaching, and the promotion of young scientists. Clearly influenced by his time at Yale University, Reinhard was a key driving force in the establishment of the MSc/PhD Programs in Molecular Biology and Neuroscience, and he conceptualized the Göttingen Graduate School for Neurosciences, Biophysics and Molecular Biosciences (GGNB) as a role model of modern graduate training in Germany. In a country with formerly quite antiquated structures in graduate education, these achievements are nothing short of a revolution. Reinhard's contributions to national and international committees and organizations are countless, and his role in the Max Planck Society as the all-purpose, go-to guy for solutions of diplomatic and strategic gridlock is legendary. A man of his alleged age couldn't possibly have done all this stuff. He can't be 68.

This is not the end, beautiful friend

Fortunately, it doesn't matter how old Reinhard really is. Refuting Jim Morrison of The Doors, "this is NOT the end, beautiful friend ... of our elaborate plans". Reinhard was just awarded an ERC Advanced Grant, which guarantees him five more years at the MPI-BPC. So, retirement is a mere formality, and I know of several people who have had three such grants. Even three more decades of science should be no problem, and if he truly wants to retire at some point, there is always the option to clone him. The technology exists ...

Nero Bliss



Das Institut begrüßt das neue Jahr mit einem Empfang am 17. Januar

Der Empfang war auf Initiative von Tommaso Cavazza, Postdoktorand der Abteilung *Meiose*, und auf Wunsch nach einer gemeinsamen Veranstaltung für alle Institutsmitglieder entstanden.

Bereits der Vormittag stand im Zeichen der Teamarbeit. So kümmerte sich die Organisatorin Helena Miletic gemeinsam mit Eckhard Grützner und einigen Helfern aus der *Happy Hour Community* darum, das Foyer festlich zu dekorieren. Der Göttinger Pianist, Sänger und Songwriter Kilian Recknagel eröffnete die Veranstaltung mit dem Titel *Piano Man* von Billy Joel. Anschließend begrüßte Gregor Eichele – in Vertretung des Geschäftsführenden Direktors Dirk Görlich – die Anwesenden und gab einen informativen Rückblick auf das Jahr 2018. So informierte er das Publikum im Rahmen einer Präsentation unter anderem über zurückliegende Veranstaltungen, aktuelle Baufortschritte, künftige Baupläne, Personaländerungen sowie über neue Projekte und

Netzwerke. Darüber hinaus stellte Tommaso Cavazza das freitägliche Treffen der *Happy Hour Community* vor, die im Anschluss an den Neujahrsempfang eine Party organisierte. Kilian Recknagel begeisterte das Publikum mit Stücken von Elton John, Michael Bublé und Metallica und begleitete die geselligen Gesprächsrunden bei dem anschließenden Empfang im Foyer. Für das Catering sorgte Kantinenchef Uwe Krüger mit seinem Team. Der Neujahrsempfang soll nun jährlich Mitte Januar stattfinden, um die Mitarbeiter zu informieren, den Austausch zu fördern und vielleicht auch Raum für neue Kooperationen zu schaffen.

Helena Miletic

The institute welcomes the new year with a reception on January 17

The reception was launched on the initiative of Tommaso Cavazza, postdoc at the Department of *Meiosis*, and the desire to organize a gathering for all members of the Institute.

The morning was already marked by teamwork as the organizer Helena Miletic, together with Eckhard Grützner and some helping hands from the Happy Hour Community, decorated the foyer. The Göttingen pianist, singer, and songwriter Kilian Recknagel opened the event with the song *Piano Man* by Billy Joel. Gregor Eichele – representing Managing Director Dirk Görlich – welcomed the attendees and gave an informative review of the year 2018. Within the framework of a presentation, the audience was informed about last year's events, current construction progress, future construction plans, personnel changes, new projects, new networks, and many other things. In addition, Tommaso Cavazza introduced the weekly get-together of the Happy Hour Community, which had organized the party following the New Year's reception.

Kilian Recknagel impressed the audience with songs by Elton John, Michael Bublé, and Metallica and continued his performance during the social conversations at the subsequent reception in the foyer. Canteen head Uwe Krüger and his team took care of the catering.

The New Year's reception is intended to take place annually in the middle of January in order to inform the employees, promote exchange, and perhaps also create opportunities for new cooperations.

Helena Miletic



Ein Plädoyer an die Wissenschaft: Raus aus dem Elfenbeinturm!

Wissenschaftler aus aller Welt zeigen Gesicht und Göttingen macht mit. Mit der *Humans of Science Göttingen*-Kampagne geben Forscher der Öffentlichkeit einen Einblick in ihren privaten Alltag. Damit zeigen sie die bunte Vielfalt der Persönlichkeiten, die hinter aktuellen wissenschaftlichen Fortschritten steckt.

Denken Sie an jemand Prominentes. Wer fällt Ihnen ein? Eine Musikerin oder ein Schauspieler? Oder vielleicht ein Politiker oder eine Sportlerin? Aller Wahrscheinlichkeit nach eine Persönlichkeit, die Ihren Alltag maßgeblich beeinflusst, sei es als Vorbild oder durch Gesetze und öffentliche Debatten. Doch eine Berufsgruppe, die unseren Alltag mindestens genauso mitgestaltet, ist in einer solchen Aufzählung deutlich unterrepräsentiert: Wissenschaftler. Fragt man heute nach berühmten Forschern, so werden häufig Albert Einstein oder Galileo Galilei genannt, doch kaum einer könnte drei führende Wissenschaftler der Gegenwart aufzählen.

Dabei werden auch heute noch Meilensteine in der wissenschaftlichen Forschung gesetzt. Ist nicht die von Shin'ya Yamanaka entdeckte Möglichkeit, Körperzellen so umzuprogrammieren, dass sie fast jedes beliebige Gewebe neu bilden können, faszinierend und ungeheuer nützlich? Auch die von Emmanuelle Charpentier und Jennifer Doudna erst vor wenigen Jahren beschriebene Genschere CRISPR/Cas9 hat die Forschung revolutioniert und könnte eines Tages die Therapie von Krankheiten beim Menschen nachhaltig verändern.

Obwohl Forscherpersönlichkeiten durch den Nobelpreis und durch Präsenz in den Nachrichten schon eine für Wissenschaftler ungewöhnliche Popularität erlangt haben, erinnert sich nur ein Bruchteil der Bevölkerung an ihre Leistungen. Warum ist das so? Vermutlich vor allem, weil ihre Themen häufig sehr komplex und abstrakt sind. Daher ist es schwierig zu verstehen, wie weitreichend neue wissenschaftliche Entdeckungen sind und welche Anwendungen sich daraus ergeben können. Und vielleicht auch, weil heute selten ein Wissenschaftler allein ein Gebiet revolutionieren kann, sondern Forschungserfolge sich aus kleinen Erkenntnissen zahlreicher junger und erfahrener Wissenschaftler zusammensetzen.

Das Image von Wissenschaftlern: irgendwo zwischen stiller Held und abgehobener Kittelträger

Außerdem ist jede wissenschaftliche Erkenntnis erst einmal vorläufig, weshalb es nicht selten Jahre bis Jahrzehnte

dauert, bis ein Ergebnis sich als hinreichend reproduzierbar erwiesen hat und anerkannt ist. Dass viele vermeintliche Erkenntnisse heute überdacht werden müssen, ja in den letzten zehn Jahren sogar von einer Reproduzierbarkeitskrise die Rede ist, hat das Image der Wissenschaft zusätzlich geschwächt. Dabei ist die eigene Kritik eine ihrer Stärken. Die Wissenschaft ist nicht zufrieden mit dem Status Quo, sondern hinterfragt und korrigiert sich ständig selbst. Aber dieser Prozess braucht Zeit, und bis zur Anerkennung des neuen Wissens streiten Verfechter widersprüchlicher Theorien um die breitere Zustimmung.

Kurzum, das Bild von Forschern in der Gesellschaft ist im besten Falle eines von stillen Helden, die an für Laien viel zu komplexen Themen forschen, oder im schlechtesten Fall das Bild abgehobener Kittelträger, die von der Wirtschaft eingespannt werden.

Vor diesem Hintergrund ist es umso problematischer, wenn die Integrität der Wissenschaft auch von Regierungen in Zweifel gezogen wird. Ende Januar 2017 löschte das Weiße Haus unter dem Präsidenten Donald Trump alle Informationen zum Klimawandel von seiner Webseite. Grund dafür war, dass Trump die wissenschaftliche Evidenz dafür anzweifelte und wirtschaftliche Interessen seines Landes an erste Stelle setzte, wozu die Abschaffung des *Climate Action Plans* gehörte. Dies, sowie die angedrohte drastische Kürzung von Forschungsgeldern, löste eine weltweite Bewegung von Forschern und Verfechtern der evidenzbasierten Wissenschaft gegen den Vormarsch sogenannter „alternativer Fakten“ aus. In mehr als 600 Städten auf allen sieben Kontinenten organisierte sich der Protest am 19. März 2017 zu einem *March for Science* mit über einer Million Teilnehmern, bei dem Demonstrationen in vielen großen und kleinen Städten stattfanden – der kleinste sogar hier in Deutschland auf Helgoland.

Das Image der Wissenschaft zu verändern ist das Ziel

Doch demonstrieren alleine reicht nicht, um gehört zu werden. Deshalb hat parallel dazu Chiara Heide, Doktorandin im Institut für chemische Verfahrenstechnik am *Imperial College London* (England), die Initiative der *Humans of*



(Foto: March for Science, Creative Commons Licence CC0 1.0)

Science ins Leben gerufen. Sie will das Image der unnahbaren Wissenschaftler durchbrechen. Dafür veröffentlichen die Gründerin und ihr Co-Chefredakteur Parth Sah auf ihrer Webseite und in sozialen Medien Porträts und Interviews von und mit weltweit führenden Forschern. Sie bieten Einblicke in deren berufliches und privates Leben und schlagen damit eine Brücke zwischen der abstrakten wissenschaftlichen Forschung und der allgemeinen Öffentlichkeit. Ziel ist es, das Bild von Wissenschaftlern in der Öffentlichkeit zu ändern, von anonymen Außenseitern hin zu nahbaren Mitmenschen.

Davon inspiriert hat ein Göttinger Team die Kampagne *Humans of Science Göttingen* im Stil des Internet-Phänomens *Humans of New York* gegründet. Sie veröffentlichen Fotos, Hobbys und Statements lokaler Wissenschaftler aller Karriere-stufen und zeigen so die menschliche Seite von Göttinger Forschern. „Unser Ziel ist es, dem Klischee zu widersprechen, dass Wissenschaftler vom Rest der Welt getrennt sind – und somit zu zeigen, dass Wissenschaft von Menschen betrieben wird, die genau sind wie alle anderen auch“, sagt Julia Uraji vom Göttinger *March for Science*-Team.

Außerdem habe die Gesellschaft ein Recht darauf, sich basierend auf wissenschaftlichen Fakten ein eigenes Urteil bilden zu können. Der *March for Science* und die *Humans of Science Göttingen*-Kampagne sollen daher auch vermitteln, dass Forscher sich dieses Recht immer wieder ins Bewusstsein rufen und die dafür notwendigen Fakten verständlich vermitteln wollen. So soll auch die Gesellschaft selbst mit fundiertem Wissen an öffentlichen Debatten wie solchen über den Klimawandel oder Ethik in der Gentechnik teilnehmen können. Mit diesem Wissen soll sie „alternative Fakten“ und fragwürdige Theorien selbst kritisch hinterfragen können.

Forscher müssen zeigen, dass Wissenschaft glaubwürdig und verständlich ist

Dass Wissenschaftler dafür ihre eigene Glaubwürdigkeit immer wieder unter Beweis stellen müssen, steht angesichts der aktuellen Entwicklung hin zu immer mehr post-faktischem Denken außer Frage. Doch dafür dürfen Erkenntnisse nicht nur mit Fachvokabular anderen Experten auf dem Gebiet zugänglich gemacht werden. Wissenschaft muss auch für die Öffentlichkeit verständlich und ihr Nutzen plausibel dargestellt sein, wenn ihre teils unbequemen Wahrheiten sich gegen leichter bekömmliche „alternative Fakten“ durchsetzen sollen. Den Menschen muss bewusst werden, dass Wissenschaft die Gesellschaft, wie wir sie heute kennen, mit aufgebaut hat. So wurden beispielsweise durch Impfstoffe weitverbreitete und oft tödliche Krankheiten soweit zurückgedrängt, dass Menschen vergessen, wie viel Leid durch sie verursacht wurde. Deshalb schätzen einige die potenziellen Nebenwirkungen der Impfungen als viel gefährlicher ein und werden dadurch möglicherweise zu Impfgegnern.

Es wird Zeit, dass aus Wissenschaftlern nicht-mehr-stille Helden werden und es als Teil ihrer Verantwortung begreifen, nicht nur wissenschaftlichen Fortschritt zu generieren, sondern diesen auch in die Öffentlichkeit zu tragen, damit er in konkreten politischen wie persönlichen Entscheidungen berücksichtigt wird. Am 4. Mai 2019 ist eine weltweite Neuaufgabe des *March for Science* geplant. Wenn Wissenschaft ihr volles Potenzial, Leben zu verbessern und zu retten, entfalten soll, dann muss sie glaubwürdig und verständlich sein. Und es ist die Verantwortung der Wissenschaftler, genau dafür zu sorgen. *Science (Communication)* statt *Silence!*

Marina Sinner

Weitere Informationen zum *March for Science* und zu *Humans of Science Göttingen* gibt es unter <https://marchforscience.de/en> und <https://marchforsciencegoe.de/de/2018/03/16/humans-of-science-goettingen/>

A call to science: Get out of the ivory tower!

Scientists from all over the world allow a look behind their façade and Göttingen contributes its share. With the *Humans of Science Göttingen* campaign, researchers give the public insight into their private lives, thereby showing the colorful variety of personalities behind current scientific progress.

Think of a famous personality. Who comes to your mind? A musician or an actor? Or maybe a politician or an athlete? Probably it is a personality that has a noticeable influence on your everyday life, be it as a role model or by public debates or legislation. But one professional group that is at least as involved in shaping our daily lives is clearly underrepresented in such an enumeration: scientists. If you ask people to name famous researchers, they will most often think of Albert Einstein or Galileo Galilei, but hardly anyone can name three leading scientists of the present.

However, highly important and impressive scientific progress is still being achieved today. The possibility of reprogramming body cells so that they can develop into almost any tissue, as discovered by Shin'ya Yamanaka, is fascinating and immensely useful, is it not? A second highly impressive example are the gene scissors CRISPR/Cas9, that were described by Emmanuelle Charpentier and Jennifer Doudna only a few years ago. They have revolutionized research already and will presumably change the treatment of human diseases substantially one day.

Although being awarded the Nobel Prize or being mentioned in the news has already given some researchers unusual popularity, only a fraction of people remembers their accomplishments. Why is that? Presumably because their research topics are usually very complex and abstract. Therefore, it is difficult to grasp how far-reaching new scientific discoveries are and to understand which applications might result. Another reason may be that today rarely one scientist alone can revolutionize a field, but research success is rather composed of small findings of many different young and experienced scientists.

The image of researchers: somewhere between silent hero and insufferable whitecoat

In addition to the complexity of research progress, it often takes years or even decades for a result to prove reproducible and be approved, as every scientific finding is preliminary. The fact that so many supposed findings have to be reconsidered that in the past ten years the term reproducibility crisis became popular, has weakened the image of science

even further. However, its self-criticism is one of the biggest strengths of science. Research is never satisfied with the status quo but constantly scrutinizes and corrects itself. But this process takes time and until new knowledge is approved, proponents of contradictory theories fight for the broader support.

In short, the image of researchers in society is, at best, one of silent heroes investigating topics that are far too complicated for laymen, or in the worst case, one of insufferable whitecoats that are influenced by private business and its interest.

Against this background, it is all the more problematic if governments officially question the integrity of science. At the end of January 2017, the White House under President Donald Trump erased all information on climate change from its website. The reason was that Trump doubted the scientific evidence for global warming and put his country's economic interests first, which included the abolishment of the *Climate Action Plan*. This, as well as the threat of dramatic cuts in research funding, triggered a worldwide movement of researchers and advocates of evidence-based science against the advance of 'alternative facts'. In more than 600 cities distributed over all seven continents, the protest was organized on March 19, 2017, in a *March for Science* with more than one million participants. Demonstration marches took place in many large and small cities – the smallest even here in Germany, in Helgoland.

The goal is to change the image of science

However, demonstrating alone is not enough to be heard. For this reason, Chiara Heide, a PhD student at the Institute of Advanced Chemical Engineering at Imperial College London (England), has launched the initiative *Humans of Science*. She wants to break the image of the unapproachable scientists. For this, the founder and her co-editor, Parth Sah, publish portraits and interviews from and with world-leading researchers on their website and in social media. They provide insights into their professional and private lives, thereby bridging the gap between abstract scientific research and the general public. The aim is to change the image of scientists in public, from anonymous outsiders towards relatable people.

Inspired by this, a local team founded the *Humans of Science Göttingen* campaign, adapting the style of the internet phenomenon *Humans of New York*. They publish photos, hobbies, and statements of local scientists of all career levels and thus show the human side of Göttingen researchers. "Our goal is to counter the stereotype that scientists are separated

from the rest of the world – thereby showing that science is driven by people who are exactly like everyone else," says Julia Uraji, a member of the *Göttingen March for Science* team.

In addition, the *March for Science* and the *Humans of Science Göttingen* campaign should convey that scientists know that the public has the right to be able to form its own opinion based on scientific facts. These campaigns should show that researchers are permanently aware of this right and that it is their responsibility to get across the necessary facts in an easily understandable manner. In this way, people should be able to participate in public debates such as those on climate change or ethics in genetic engineering with in-depth knowledge. Moreover, they should be able to critically question 'alternative facts' and questionable theories themselves.

Researchers have to show that science is credible and understandable

The fact that scientists have to prove their own credibility time and again is beyond any doubt with regard to the current development towards more and more post-factual thinking. Therefore, it is all the more important that new scientific findings are not exclusively accessible to other experts in the field by publishing them using specialist vocabulary only. Science must be understandable to the public and its utility has to be presented in a plausible manner. This is the only way to help scientific truth – which can be uncomfortable in some cases – to win over more convenient 'alternative facts'. People need to realize that science has helped to build the society we know today. For example, vaccines have pushed back widespread and often deadly diseases to the point where people forget how much suffering they have caused. Therefore, some consider the potential side effects of the vaccinations to be much more dangerous, and may become strong opponents to immunization.

It is time for scientists to become non-silent heroes and see it as part of their responsibility not only to generate scientific progress, but also to bring it to the public, so that it is reflected in concrete political and personal decisions. On May 4, 2019, a worldwide relaunch of the *March for Science* is planned. If science should rise to its full potential of improving and saving lives, it must be credible and understandable. And it is the responsibility of the scientists to ensure that exactly this is the case. *Science (Communication) not Silence!*

Marina Sinner

Further information on the *March for Science* and *Humans of Science Göttingen* can be found at <https://marchforscience.de/en> and <https://marchforsciencegoe.de/de/2018/03/16/humans-of-science-goettingen/>

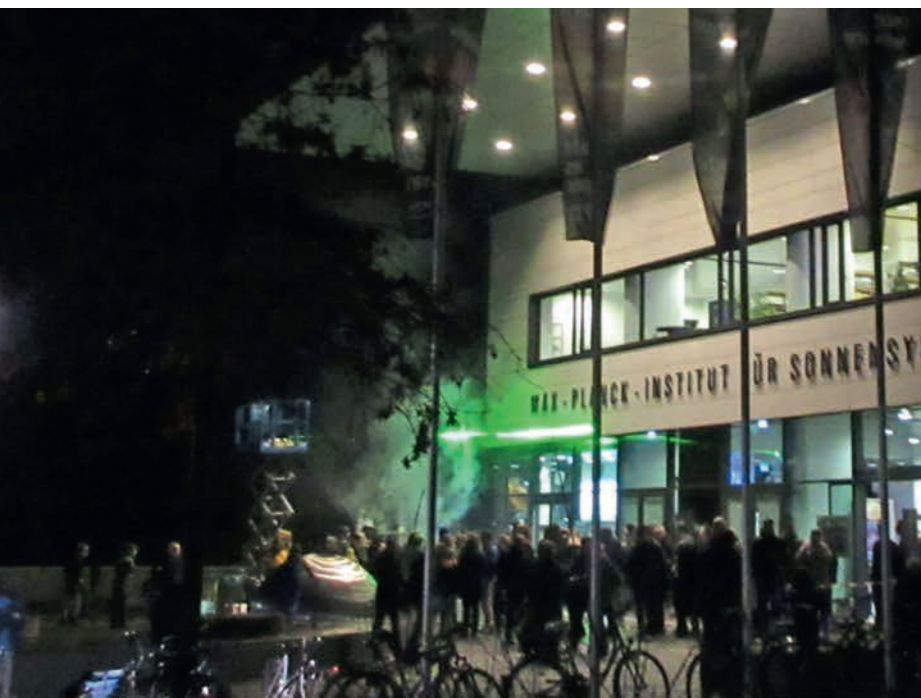


Foto: Birgit Krummheuer

Photos: cr, ibg

Großer Besucherandrang bei der 4. Nacht des Wissens

Am 26. Januar 2019 fand in Göttingen die 4. Nacht des Wissens statt. Insgesamt 25 000 Gäste ließen sich an 25 Standorten für Wissenschaft und Forschung begeistern. Die vier naturwissenschaftlichen Göttinger MPI waren auch dieses Jahr beim MPI für Sonnensystemforschung zu Gast. Rund 9 300 Besucher fanden von 17 bis 24 Uhr – trotz Regenwetters – den Weg in das Institut.

Im ersten Stock informierten Wissenschaftler des MPI-BPC das neugierige Publikum. Nikolai Petkau und seine Kollegen aus der Abteilung *Gene und Verhalten* halfen den Besuchern, ihre Chronotypen zu ermitteln und festzustellen, ob diese eher Frühaufsteher oder Langschläfer sind. „Die Nacht des Wissens war wirklich sehr gut besucht. Durchgehend konnten wir den Interessierten noch mehr zu ihren Ergebnissen erzählen und weiter informieren“, so Petkau.

Neben weiteren Mitarbeitern der Forschungsgruppe *Schlaf und Wachsein* berichtete Marina Sinner begeistert von der Forschung zu müden Würmern: „Es hat extrem viel Spaß gemacht, den Menschen einen Blick durchs Mikroskop und auf unsere Arbeit zu ermöglichen. Besonders toll fand ich, dass sich so viele Personen auch auf die Erklärung von komplexen Zusammenhängen eingelassen haben.“ Für Sinner habe die 4. Nacht des Wissens auf jeden Fall zum guten Image der Wissenschaft beigetragen.

„Am Stand der Abteilung *Theoretische und computergestützte Biophysik* führten die interaktive MD-Simulationen sowie eine Präsentation zu zahlreichen und intensiven Gesprächen mit Menschen aller Altersstufen bis spät in die Nacht hinein“, sagt Reinhard Klement. Gerade beim jungen Pub-

likum hofft er, dass die Begeisterung für die Naturwissenschaften an diesem Abend auch später weiter von den Schulen gefördert wird.

Eizellen unter dem Mikroskop und wie sich die Chromosomen während der Eizellreifung trennen, konnten die Gäste am Stand der Abteilung *Meiose* beobachten. Auch die Kleinsten konnten beim Dekorieren von Keksen und beim Ausmalen von Aufklebern die Geheimnisse der Eizellen erforschen.

Um 19 Uhr hielt Jens Frahm, Leiter der *Biomedizinischen NMR*, einen Vortrag über die Technik der Echtzeit-MRT, die es erlaubt, beliebige Vorgänge im Inneren des Körpers wie Gelenke in Bewegung, das schlagende Herz oder komplexe Abläufe wie das Sprechen live zu beobachten.

Ab 23 Uhr präsentierten Wissenschaftler der vier MPI in rascher Abfolge und lockerer Atmosphäre ihre Forschungsthemen. Kristian Blom, Forschungsgruppe *Mathematische Biophysik*, stellte sein Promotionsthema vor: *The dynamics of adhesion molecules under an external force*. „Jede Präsentation durfte gerade einmal fünf Minuten dauern“, berichtet Blom. Aber gerade diese Herausforderung habe ihm besonders Spaß gemacht. (jpy)

Many visitors at the 4th Science Night

On January 26, 2019, the 4th Science Night took place in Göttingen. A total number of 25,000 guests were inspired by science and research at 25 locations. The four Göttingen MPIs in the natural sciences once again presented their research at the MPI for Solar System Research. Around 9,300 visitors would not let the rainy weather stop them and made their way to the institute from 5 pm to midnight.

On the first floor, scientists from the MPI-BPC informed the interested audience. Nikolai Petkau and his colleagues from the Department of *Genes and Behaviour* helped the visitors to determine their chronotypes and to find out whether they are early or late risers. “The Science Night was really well attended. We were approached by interested people non-stop and asked to tell them more about their results and provide further information,” Petkau said.

Marina Sinner and other members of the Research Group *Sleep and Waking* reported enthusiastically about their research on tired worms: “It was a lot of fun to give people the opportunity to look through the microscope and at our work. I especially liked that so many people were open for explanations of complex contexts.” For Sinner, the 4th Science Night definitely contributed to a good image of science.

“At the stand of the Department of *Theoretical and Computational Biophysics*, the interactive MD simulations and a presentation led to numerous and intense discussions with people of all ages until late at night,” reported Reinhard Klement. He hopes that the young audience in particular

will keep the enthusiasm for the natural sciences even later at school.

Egg cells under the microscope and how the chromosomes separate during egg cell maturation could be observed at the stand of the Department of *Meiosis*. Children could also discover the secrets of egg cells by decorating biscuits and painting stickers.

At 7 pm, Jens Frahm, head of the *Biomedical NMR*, gave a lecture on the technology of real-time MRI, which makes it possible to observe any processes inside the body such as joints in motion, the beating heart, or speech live.

From 11 pm, scientists of the four MPIs presented their research topics in rapid succession and in a casual atmosphere. Kristian Blom of the Research Group *Mathematical Biophysics* presented his doctoral thesis: *The dynamics of adhesion molecules under an external force*. “Each presentation was allowed to last just five minutes,” Blom explained. But it was this challenge that he particularly enjoyed. (jpy)

More pictures / mehr Bilder:
<https://www.mpibpc.mpg.de/16168591/nachtdeswissens>

IMPRESSUM



Redaktionsleitung

Carmen Rotte (cr), Tel. 1304

Redaktion

Frederik Köpper (fk), Tel. 1310

Johannes Pauly (jpy), Tel. 1308

Carmen Rotte

Layout

Claus-Peter Adam, Tel. 1474

Hartmut Sebesse, Tel. 1580

Fotos

Irene Böttcher-Gajewski (ibg), Tel. 1135

Carmen Rotte

Druck

Bonifatius GmbH, Paderborn

Max-Planck-Institut für
biophysikalische Chemie
Am Faßberg 11, 37077 Göttingen
Tel. +49 551 201-0
Fax +49 551 201-1222
www.mpibpc.mpg.de