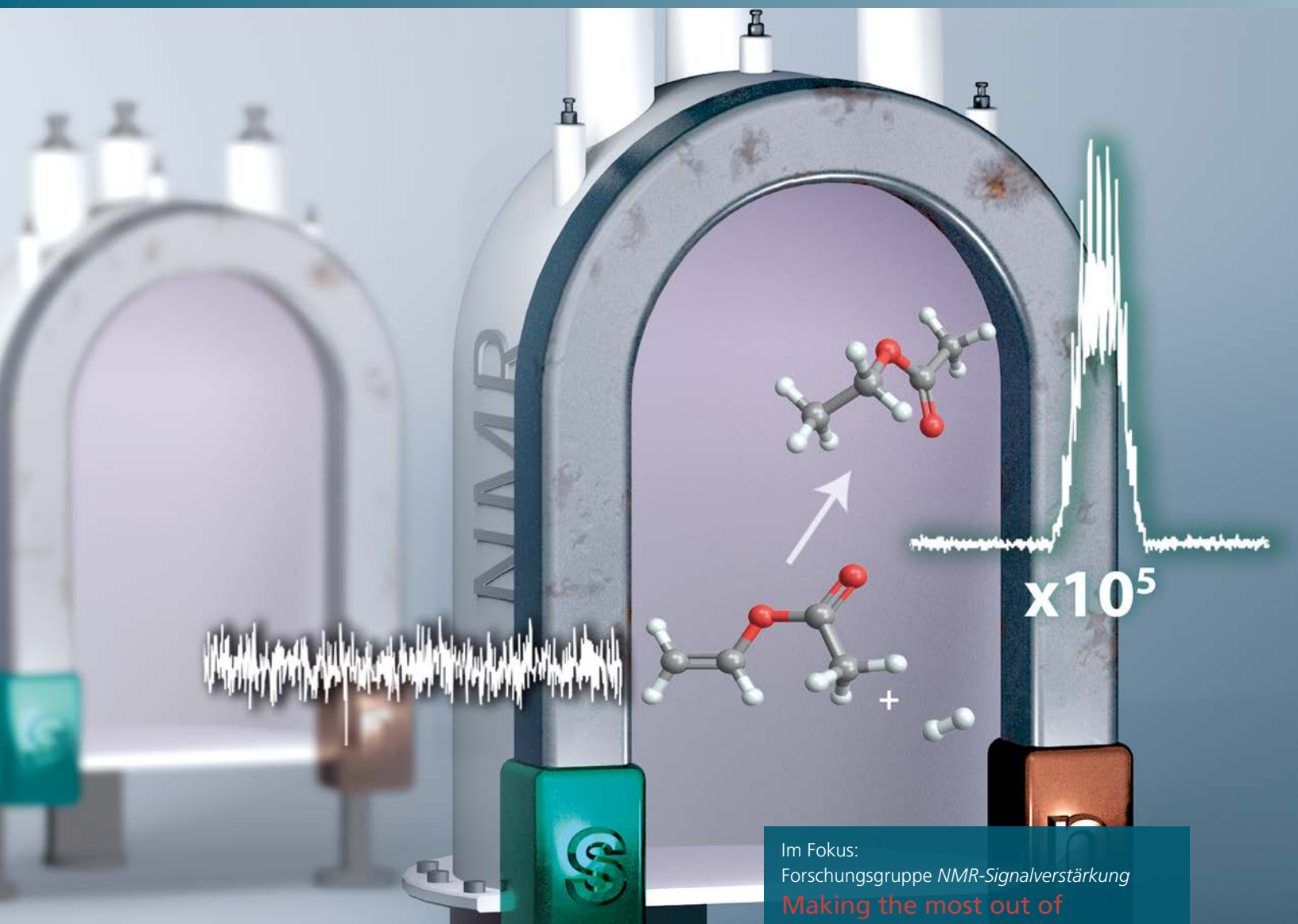




Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie

MPIbpc NEWS

26. Jahrgang | Februar - März 2020



Im Fokus:
Forschungsgruppe *NMR-Signalverstärkung*
**Making the most out of
nuclear spins**

Nachrichten
**Werner-von-Siemens-Ring
geht an Jens Frahm**

**Max-Planck-Gesellschaft
verlängert Biophysik-IMPRS**

Neues aus dem Institut
**Das Institut feiert das
neue Jahr(-zehnt)**



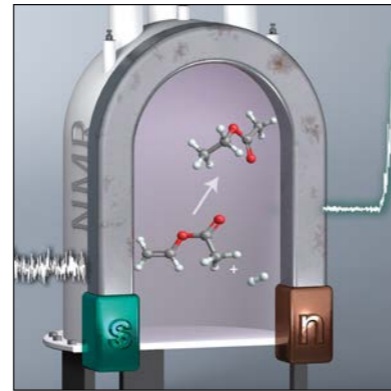
INHALT

IM FOKUS

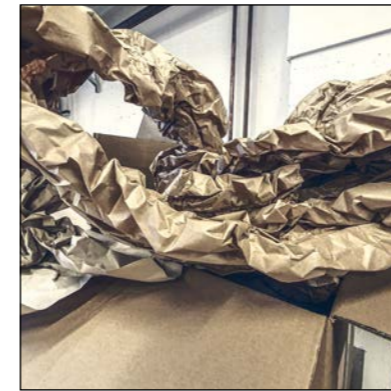
- 4 Making the most out of nuclear spins

NACHRICHTEN

- 15 MINFLUX-Nanoskopie sieht Zellen molekular scharf
- 16 Ein neues Kernspinresonanz-Verfahren macht bestimmte Bereiche von Molekülen sichtbar und reduziert störende Hintergrundsignale
- 18 Werner-von-Siemens-Ring geht an Jens Frahm
- 22 Max-Planck-Gesellschaft fördert internationales Doktorandenprogramm für weitere sechs Jahre



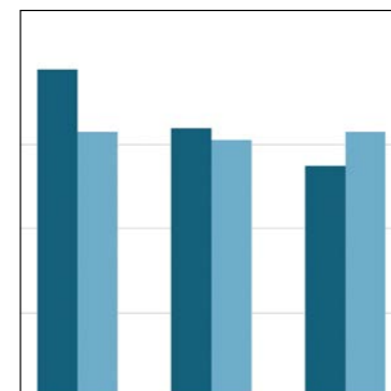
4 *Max-Planck-Forschungsgruppe NMR-Signalverstärkung – das Meiste aus Kernspins herausholen*



34 *Initiative für Nachhaltigkeit gegründet*



28 *BioDiversum – Ergebnisse der Bestandserfassungen auf dem Institutsgelände*



36 *Ausgewertet – die Umfrage zu den MPIbpc News*

NEUES AUS DEM INSTITUT

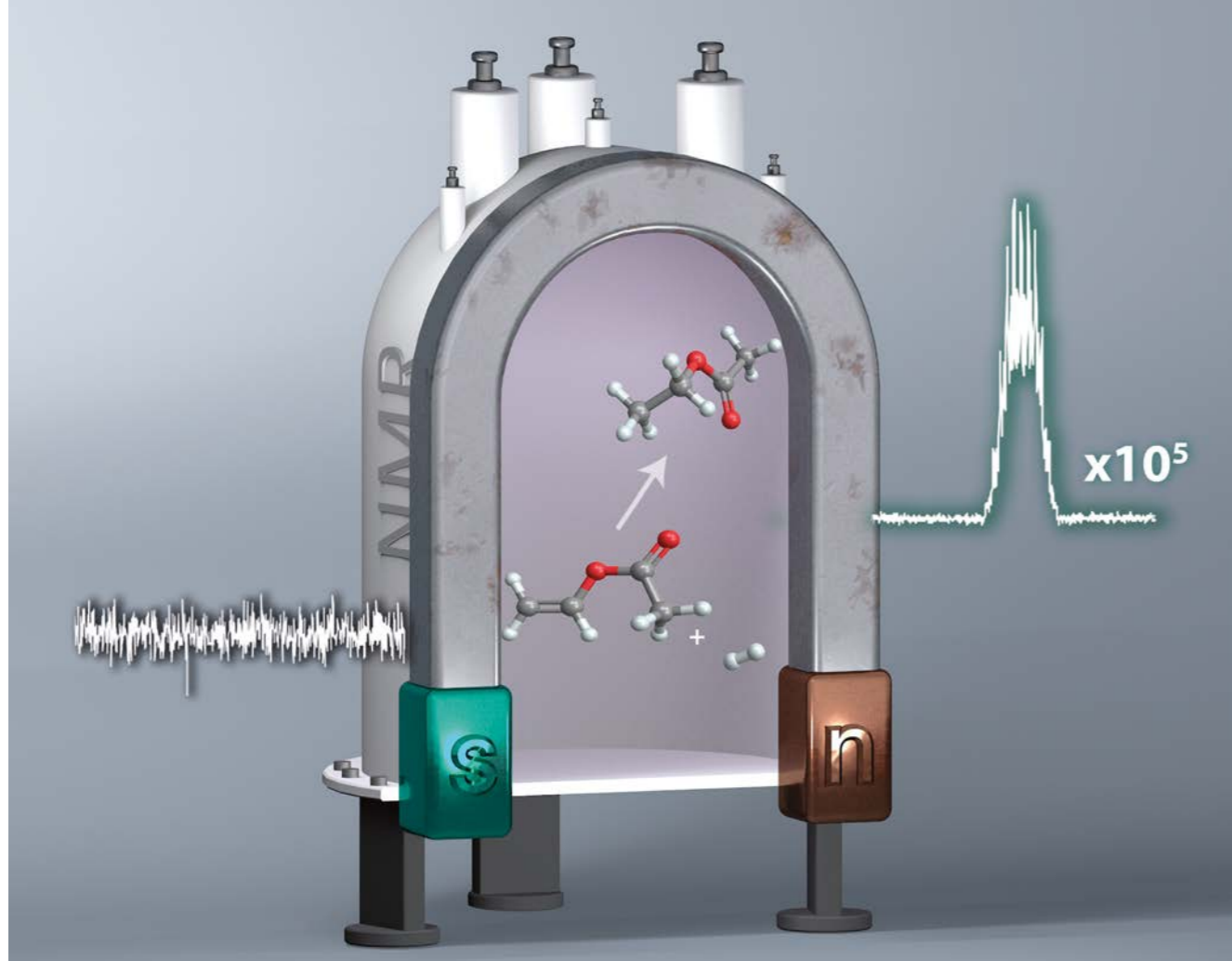
- Das Institut feiert das neue Jahr(-zehnt) 24
- Was auf unserem Institutsgelände lebt 28
- Geht das auch nachhaltiger? 34
- Das ist Ihre Meinung zu den *MPIbpc News* 36

IMPRESSUM 42

Titelbild: Verstärktes NMR-Signal von ^{13}C -Spins in $10\ \mu\text{M}$ Konzentration eines Acetatprecursors. Das Spektrum wurde in einer einzigen Messung aufgenommen und ist 100.000 mal größer als das normale/thermische Signal. (Abbildung: Stefan Glögger, MPI-BPC)

Cover image: Signal-enhanced NMR spectrum of ^{13}C spins at $10\ \mu\text{M}$ concentration of an acetate precursor. The signal was detected in a single scan and is 100,000-fold enhanced compared to the normal/thermal NMR spectrum. (Image: Stefan Glögger, MPI-BPC)

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



Das Meiste aus Kernspins herausholen

Stefan Glögger

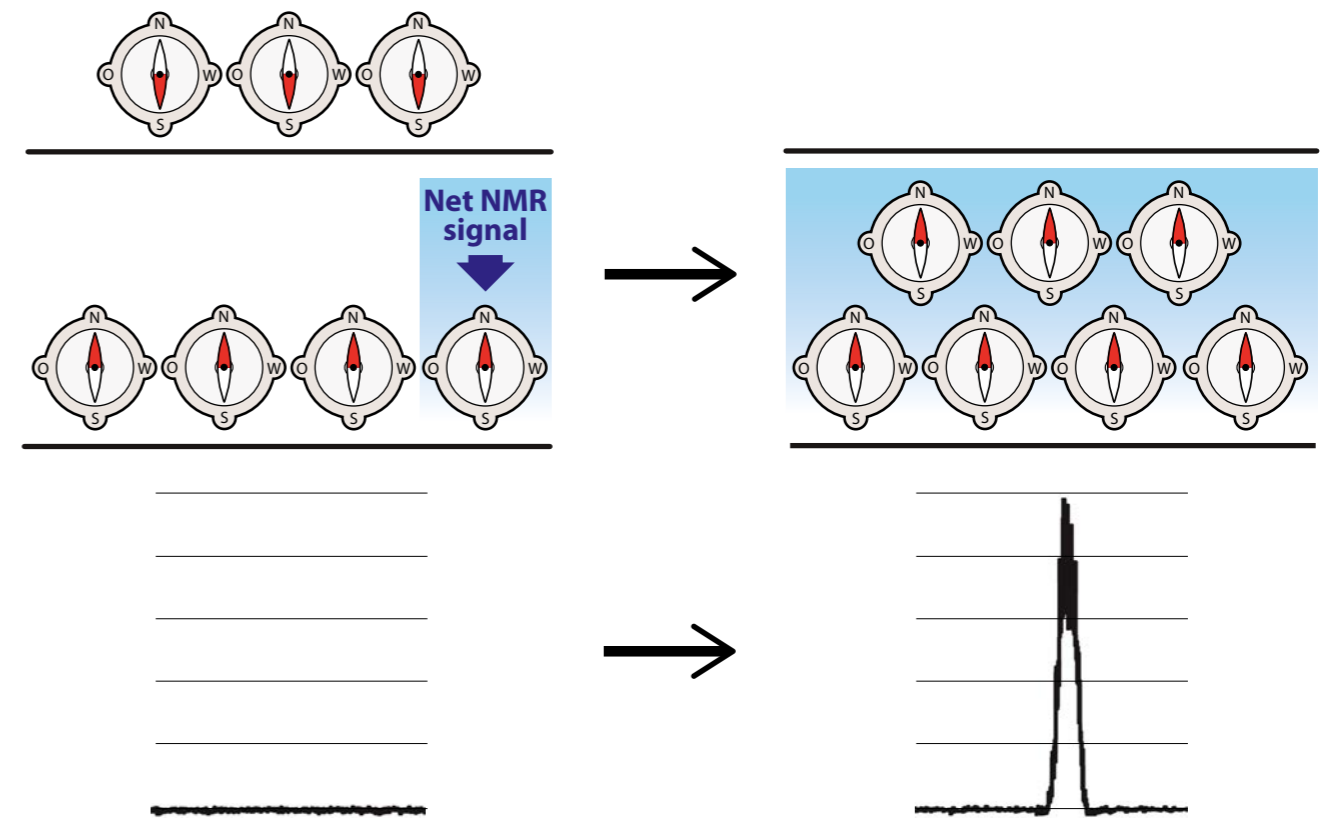
Max-Planck-Forschungsgruppe *NMR Signalverstärkung*

Die kernmagnetische Resonanz (NMR) hat unsere Welt massiv beeinflusst und wird täglich eingesetzt, beispielsweise zur Aufklärung von Molekülstrukturen und in der klinischen Diagnostik. Das NMR-Phänomen beruht auf den intrinsischen magnetischen Eigenschaften vieler Atomkerne – den Kernspins –, zu denen Protonen (^1H), Kohlenstoff- ^{13}C und Stickstoff- ^{15}N gehören. Obwohl die NMR eine vielseitige Technik ist, bleibt die größte Herausforderung, die es zu überwinden gilt, die geringe Empfindlichkeit im Vergleich zu anderen Analysemethoden.

Um zu verstehen, woher die geringe Empfindlichkeit kommt, überlegen wir uns, was passiert, wenn wir mehrere Spins in ein Magnetfeld einbringen. In einem solchen Feld können sich die Spins mit dem Magnetfeld ausrichten oder in die entgegengesetzte Richtung zeigen. Die Spins sind dabei mit Kompassnadeln vergleichbar, die in einem Magnetfeld entweder nach Norden oder Süden zeigen (Abb. 1, links). Die Kompassnadeln, die nach Norden – also in Richtung des Magnetfeldes zeigen –, besitzen eine geringere Energie. Dies führt zu einer etwas höheren Anzahl von nach Norden ausgerichteten Spins. Da wir nur die Unterschiede zwischen ausgerichteten und entgegen gerichteten Spins (nach

Süden zeigend) mit der NMR erfassen, sind typischerweise große Proben erforderlich. Wenn wir eine Million Protonen von zum Beispiel Wassermolekülen in ein Magnetfeld von 1 Tesla bringen – das ist etwa 100-mal stärker als Kühlschrankmagnete aus der Küche – tragen nur 3 Spins zum detektierbaren NMR-Signal bei. Um dieses NMR-Signal zu verbessern, also die Anzahl der nach Norden statt nach Süden gerichteten Spins zu erhöhen, arbeitet man gewöhnlich in höheren Magnetfeldern. Hierdurch wird ein Empfindlichkeitsgewinn für alle Kernspins einer Probe erreicht, der proportional zur Feldstärke ist.

Aus diesem Grund wird intensiv daran gearbeitet, NMR-Systeme mit steigenden Magnetfeldern zu entwickeln. In supraleitenden 20-Tesla-Magneten, die üblicherweise für die Strukturbiologie verwendet werden, tragen nun etwa 60 von einer Million Spins zum detektierten NMR-Signal bei. Wenn man die Feldstärke von 1 auf 20 Tesla erhöht, reduziert dies die Messzeit einer Probe um das 400-fache. Solche Empfindlichkeitsgewinne erlauben es überhaupt erst, Strukturen von Biomolekülen zu untersuchen und mittels Magnetresonanztomografie (MRT) tiefe Einblicke in physiologische Prozesse beim Menschen zu erhalten.



> 100 000-fold signal enhancement!

Abbildung 1: Die Kernmagnetresonanz (NMR) ist eine sehr unempfindliche Technik, bei der nur wenige Kernspins von Atomkernen zum Gesamtsignal einer Probe beitragen (links). Mittels der Hyperpolarisation können Signale um mehr als vier Größenordnungen gesteigert werden (rechts).

Magnetresonanz-Signale verstärken

Ein Schwerpunkt unserer Gruppe ist es, Phänomene zu untersuchen, die es uns ermöglichen, NMR-Signale über die Grenzen der stärksten hergestellten Magnete hinaus zu erhöhen. Im Idealfall sollten sich alle Spins mit dem Magnetfeld ausrichten. Damit würden wir ein NMR-Signal erhalten, das vier Größenordnungen höher wäre als die in 20-Tesla-Hochfeldmagneten erhaltenen Signale (Abb. 1, rechts). In der NMR wird solch eine Signalverstärkung als Hyperpolarisation bezeichnet. Um hyperpolarisierte Signale in bestimmten Molekülen zu erzeugen, nutzen wir para-Wasserstoff. Para-Wasserstoff ist ein Spin-Isomer von Wasserstoffgas, der von Karl Friedrich Bonhoeffer in den 1920er-Jahren experimentell nachgewiesen wurde.

Molekularer Wasserstoff H_2 besteht aus zwei Kernspins. Diese können sich parallel zueinander ausrichten wie bei ortho-Wasserstoff, der bei Raumtemperatur am stärksten angereichert ist, oder antiparallel zueinander, was dem para-Zustand entspricht. In Analogie zu Kompassnadeln können die Spins des Wasserstoffs entweder beide nach Norden zeigen oder in einen Zustand gebracht werden, in dem ein Spin nach Norden und der andere nach Süden zeigt (Abb. 2).

Letzteres ist der para-Wasserstoff, der quantenmechanisch gesehen ein Singulett-Zustand ist. Para-Wasserstoff kann auf nahezu 100 Prozent angereichert werden, wenn Wasserstoffgas in Gegenwart eines Katalysators wie Aktivkohle oder Eisenoxid auf 25 Kelvin gekühlt wird. Sobald die Anreicherung stattgefunden hat und der Katalysator entfernt wird, kann das Gas sogar auf Raumtemperatur erhitzt werden und bleibt für mehrere Tage in diesem angereicherten Zustand, bevor es wieder in den „normalen“ Zustand umgewandelt wird.

Der zu 100 Prozent angereicherte para-Wasserstoff ist ein reiner Spinzustand und NMR-inaktiv. Diese Spinordnung effizient zu nutzen, um hyperpolarisierte Signale zu erzeugen, ist unser Hauptziel. Deshalb kombinieren wir die Entwicklung von NMR-Experimenten zur effizienten Umwandlung des para-Wasserstoffs in beobachtbare, verstärkte Signale mit dem Design molekularer Sonden zur Untersuchung der physiologischen Funktion. Hauptsächlich arbeiten wir daraufhin, Metabolite mit para-Wasserstoff zu hyperpolarisieren, um kontinuierlich molekulare Sonden und/oder Kontrastmittel zu produzieren. Dies bietet in Zukunft die Möglichkeit, metabolische Veränderungen in Echtzeit auch in vivo zu beobachten. Solch eine Technik mit

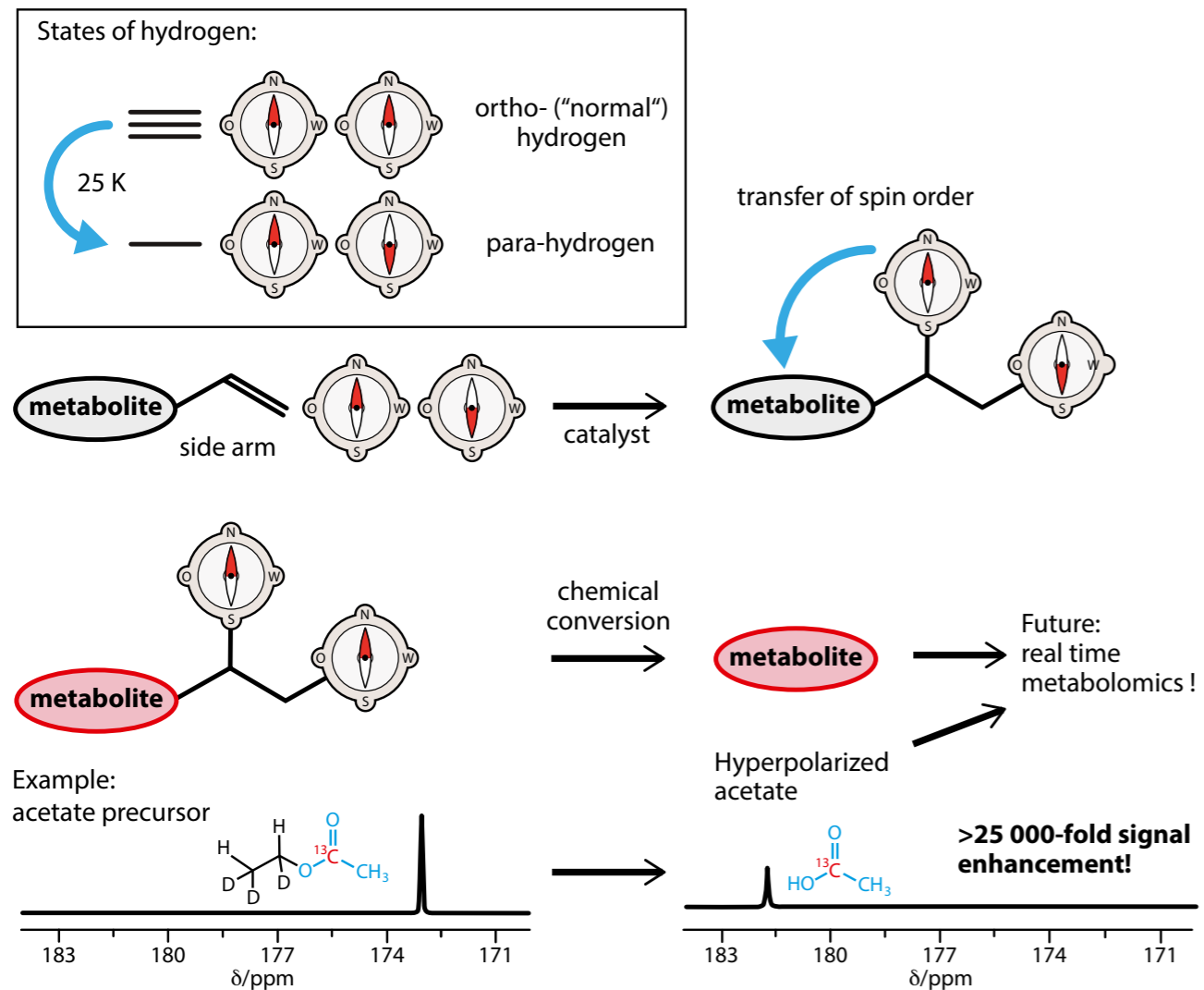


Abbildung 2: Das para-Wasserstoff-Spin-Isomer kann bei tiefen Temperaturen angereichert werden und ist zur Hyperpolarisation nutzbar. Die Abbildung zeigt schematisch die Hyperpolarisation von Metaboliten. Die letzte Zeile zeigt von uns gemessene Spektren von Acetat und dessen Vorstufe. In Zukunft planen wir, mittels dieser Methode metabolische Prozesse kontinuierlich und in Echtzeit zu verfolgen.

unerreichter Sensitivität wird es zukünftig erlauben, den Stoffwechsel und dessen Fehlfunktion besser zu untersuchen und uns neue Erkenntnisse über Krankheiten wie die Neurodegeneration liefern.

Zur Hyperpolarisierung von Metaboliten mit para-Wasserstoff (Abb. 2) wird eine ungesättigte Vorstufe des Metaboliten von Interesse benötigt. Über eine Hydrierungsreaktion wird para-Wasserstoff an diese ungesättigte Bindung addiert und die Spinordnung des para-Wasserstoffs auf einen Spin innerhalb des Metaboliten übertragen, wo sie in ein beobachtbares Signal umgewandelt wird. Typischerweise werden die Signale von ^{13}C -Spins verstärkt, da die hyperpolarisierten Signale in der Größenordnung von einer Minute bis drei Minuten gespeichert werden können. In Protonen, zum Vergleich, zerfällt das verstärkte Signal in wenigen Sekunden. In einem letzten Schritt wird die Metabolitenvorstufe schnell in den freien Metaboliten umgewandelt, der dann für die Stoffwechselanalyse verwendet werden kann.

Innerhalb dieses Prozesses haben wir Moleküle entwickelt, die eine optimale Hydrierung ermöglichen, sowie

NMR-Techniken erfunden, die die Übertragung der para-Wasserstoff-Spinordnung auf den Metaboliten maximieren. Durch Kombination dieser beiden Ansätze konnten wir zeigen, dass zirka 60 Prozent der para-Wasserstoff-Spinordnung in weniger als einer Minute in beobachtbare ^{13}C -Magnetisierung umgewandelt werden kann. Dies entspricht einem NMR-Signal, das vier Größenordnungen höher ist als das, was in den stärksten bisher produzierten supraleitenden Magneten erzeugt werden kann. Nun arbeiten wir daran, die Technik in präklinischen Experimenten anzuwenden und die Stoffwechselfunktion in vivo zu untersuchen.

Da ^{13}C -Spins in Metaboliten eine Speicherung der Hyperpolarisation über nur wenige Minuten ermöglichen, arbeiten wir darüber hinaus daran, die Lebensdauer der verstärkten Signale zu erhöhen. Insbesondere entwickeln wir Moleküle auf der Basis von ^{15}N -Spins, in denen Signale über eine Größenordnung länger als in ^{13}C -angereicherten Metaboliten gespeichert werden können. Dabei haben wir mehrere Verbindungen entdeckt, darunter Pyridinium- und Cholinderivate, in denen hyperpolarisierte Signale bis zu 60 Minuten

gespeichert werden können – also um das Zehnfache länger als bei den oben beschriebenen Metaboliten. Die gewonnenen Erkenntnisse nutzen wir derzeit, um neue molekulare Sonden zu entwickeln. Diese werden uns helfen, physiologische Funktionen auch auf längeren Zeitskalen zu untersuchen als dies mit ^{13}C -angereicherten Metaboliten möglich ist.

Molekülen den richtigen Spin geben

Neben der Hyperpolarisation ist ein zweiter Fokus unserer Forschung die Untersuchung des Phänomens der Kernspinsingulett-Zustände, um Methoden zu entwickeln, die es uns erlauben, selektiv molekulare Strukturen zu untersuchen und neue Kontrastmittel für physiologische Prozesse zu entwickeln. Wie für para-Wasserstoff beschrieben, sind in einem Singulett-Zustand zwei Spins antiparallel zueinander ausgerichtet, beziehungsweise einer zeigt nach Norden und der andere nach Süden (Abb. 3). Ein solcher Zustand kann prinzipiell in zwei beliebigen Spins existieren, die miteinander koppeln, was in vielen biologisch relevanten Molekülen

der Fall ist. Betrachten wir den normalen NMR-Zustand, bei dem zwei gekoppelte Spins nach Norden zeigen, so erfassen wir bei der Aufnahme eines Spektrums normalerweise eine Menge von Hintergrundsignalen, zum Beispiel von anderen Teilen eines Proteins, der zellulären Umgebung oder vom allgegenwärtigen Wasser.

Sobald wir einen Singulett-Zustand besetzen, indem wir einen Spin nach Süden drehen, während der andere nach Norden zeigt, erzeugen wir einen NMR-unsichtbaren und geschützten Zustand, der dem des para-Wasserstoffs ähnelt. In diesem Zustand haben wir zwei Möglichkeiten: Erstens können wir, da er geschützt ist, andere Signale, die uns nicht interessieren, unterdrücken und die Spins anschließend wieder in den Normalzustand zurückversetzen. Dadurch können wir ausschließlich den spezifischen Teil eines Moleküls untersuchen, der uns interessiert. Der beschriebene Prozess wird somit als Filter verwendet (Abb. 3, rechts). Zweitens dauert die Umwandlung des Singulettes zurück in den Normalzustand länger als die Gleichgewichtseinstellung nach der

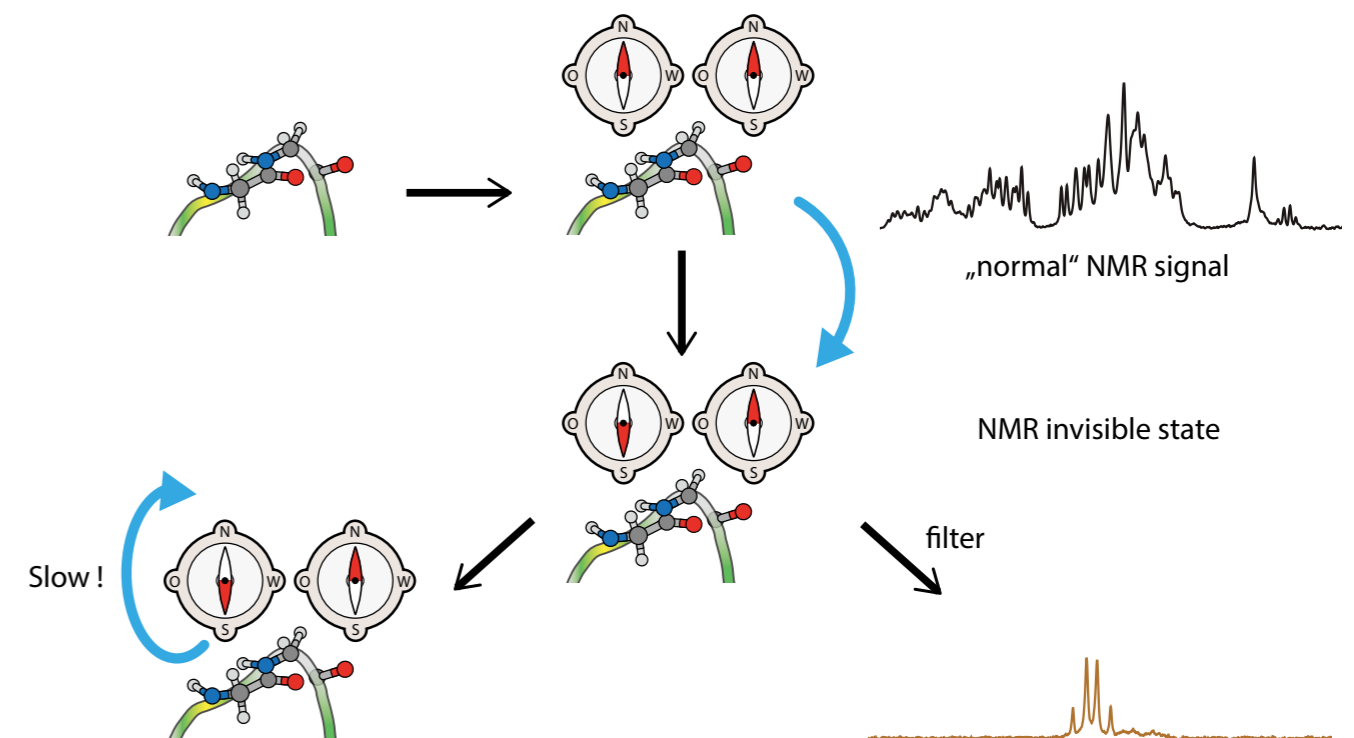


Abbildung 3: Viele Kernspinnpaare in wichtigen Biomolekülen koppeln miteinander. Hier: zwei Protonen eines Glycinrests des A β 40-Peptids. Wir können nun die Kopplung nutzen, um Kernspinsingulettzustände zu besetzen. Diesen einzigartigen Spinzustand nutzen wir anschließend, um spezifische Signale herauszufiltern oder um langsame dynamische Prozesse zu untersuchen.

Manipulation und Detektion des Normalzustandes. Dieser verlängerte Zeitraum erlaubt es uns nun, langsame Prozesse wie Proteinaggregation und Ligand/Wirkstoff-Wechselwirkung auf der NMR-Skala genauer zu untersuchen und als Kontrastmechanismen beim Design neuer molekularer Sonden zu nutzen (Abb. 3, links).

Um eine Reihe von Kopplungsmustern in einer Vielzahl von Molekülen zu nutzen, haben wir kürzlich ein vielseitiges, breitbandiges NMR-Experiment eingeführt, das es uns erlaubt, Singulett-Zustände zu besetzen. Wir konnten dieses Experiment nutzen und zeigen, dass Signale von Teilen des A β 40-Peptids, das mit neurodegenerativen Krankheiten in Verbindung gebracht wird, für selektive Untersuchungen an- und ausgeschaltet werden können. Außerdem konnten wir zeigen, dass Singulett-Zustände zum Filtern bestimmter Metabolite wie zum Beispiel Glutamin in Gewebe genutzt werden können. Selbst dort bleibt der Kontrastmechanismus der langsamen Rückkehr des Singulett- in den Normalzustand bestehen (Abb. 4). Dieses Ergebnis erlaubt es uns nun nicht nur, die Untersuchung endogener Verbindungen fortzusetzen. Wir können ferner Singulettzustände erforschen, um neue molekulare Sonden zur Untersuchung der physiologischen Funktion zu entwickeln.

Im Hinblick auf neue Moleküle, die den Singulett-Mechanismus nutzen, haben wir damit begonnen, Verbindungen

zu entwickeln, die sich gezielt an- und ausschalten lassen (Abb. 5). Dies bedeutet, dass die Moleküle zu Beginn in einem bestimmten Zustand sind, in dem kein Singulett besetzt werden kann. Die Kompassnadeln können folglich nicht entgegengesetzt ausgerichtet werden. Bei einer Veränderung der molekularen Umgebung verändert sich die Sonde schließlich so, dass ein Singulett besetzbar wird. Um diesen Mechanismus zu nutzen, haben wir Makromoleküle derart gestaltet, dass sie auf die Anwesenheit von Ionen oder Änderungen des pH-Wertes reagieren. Zusätzlich haben wir ein Molekül entwickelt, das mittels Licht in einen Zustand geschaltet werden kann, in dem Singulett-Zustände besetzt werden können. Das Molekül folgt dabei einem Mechanismus, der der DNA-Schädigung durch UV-Licht ähnelt. Dies bietet spannende Anwendungen als Kontrastmechanismus für zukünftige molekulare Sonden und Strukturuntersuchungen.

NMR-Signale weit über die Grenzen der heutigen Magnettechnologie hinaus zu erhöhen, eröffnet großartige Möglichkeiten, um biologische Funktionen zu untersuchen. Gepaart mit neuen molekularen Sonden und Kontrastmechanismen, die beispielsweise auf dem Kernspin-Singulett-Phänomen basieren, ergeben sich neue Ansätze, Mechanismen zu entschlüsseln, die zu Krankheiten führen. Letztlich werden es uns diese Erkenntnisse ermöglichen, in Zukunft neue Therapien zu entwickeln.

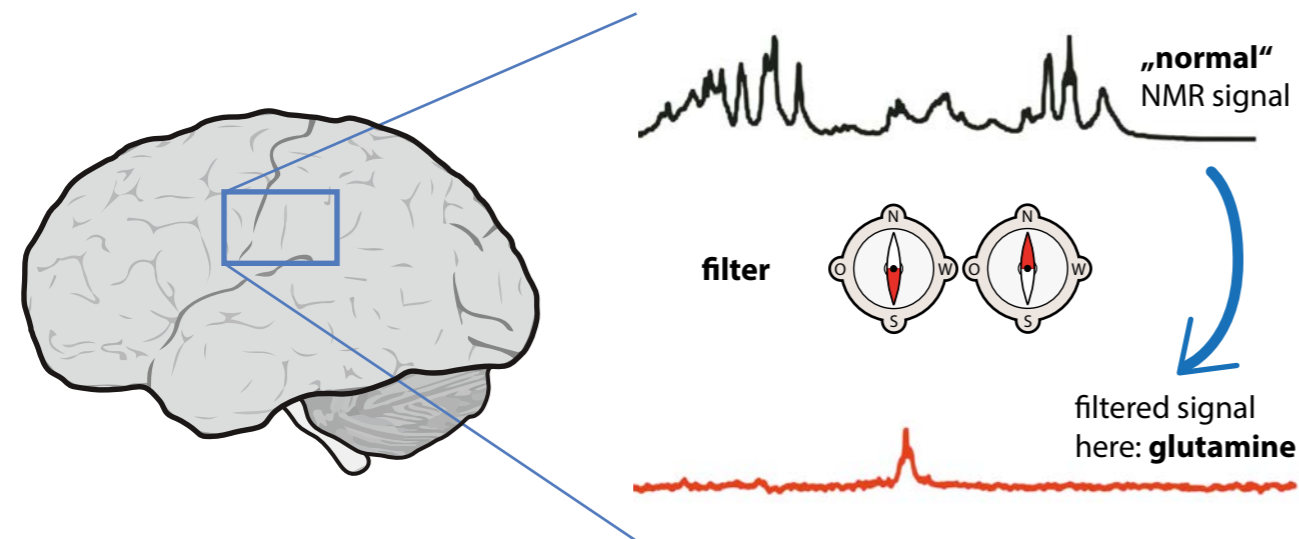


Abbildung 4: Metabolit-Spektrum eines Gehirns mittels „normaler“ NMR-Detektion und nach Anwendung unseres Singulett-Filters. Der Metabolit Glutamin kann zum Beispiel spezifisch beobachtet werden.

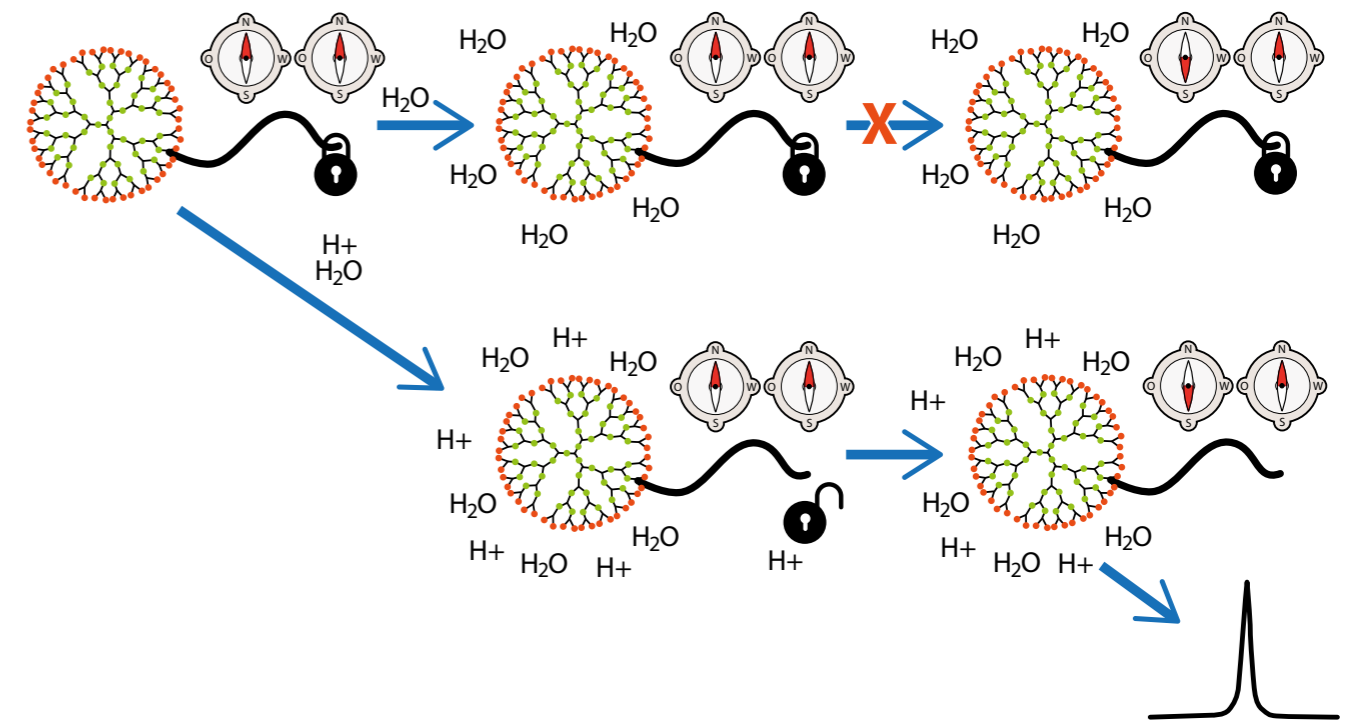


Abbildung 5: Synthetisiertes Makromolekül, das als Kernspin-Singulett-Schalter funktioniert. Im Ausgangszustand kann kein Singulett-Zustand besetzt werden, und Nutzen des Singulettfilters führt zu keinem Signal (oben). Durch einen Stimulus wie der Veränderung des pH-Wertes verändert sich die Molekülstruktur, und ein Singulettzustand lässt sich besetzen. Dieser kann nun genutzt werden, um das gewünschte Signal des Moleküls herauszufiltern und zu beobachten (unten).

Wichtige Veröffentlichungen: Hyperpolarisation:

Korchak S, Emondts M, Mamone S, Blümich B, Glögger S:

Production of highly concentrated and hyperpolarized metabolites within seconds in high and low magnetic fields. *Phys Chem Chem Phys* **21**, 22849-22856 (2019).

Jagtap AP, Kaltschnee L, Glögger S: Hyperpolarization of ^{15}N -pyridinium and ^{15}N -aniline derivatives by using parahydrogen: new opportunities to store nuclear spin polarization in aqueous media. *Chem Sci* **10**, 8577-8582 (2019).

Kaltschnee L, Jagtap A, McCormick J, Bouchard L, Wagner S, Utz M, Griesinger C, Glögger S: Hyperpolarization of amino acids in water utilizing parahydrogen on a rhodium nanocatalyst. *Chem Eur J* **47**, 11031-11035 (2019).

Korchak S, Mamone S, Glögger S: Over 50% ^1H and ^{13}C polarization for generating hyperpolarized metabolites – A para-hydrogen approach. *ChemistryOpen* **7**, 672-676 (2018).

McCormick J, Korchak S, Mamone S, Ertas Y, Liu Z, Verlinsky L, Wagner S, Glögger S, Bouchard L: More than 12 % polarization and 20 minute lifetime of ^{15}N in a choline derivative utilizing parahydrogen and Rhodium nanocatalyst in water. *Angew Chem Int Ed* **57**, 10692-10696 (2018).

Korchak S, Yang S, Mamone S, Glögger S: Pulsed magnetic resonance to signal-enhance metabolites within seconds by utilizing para-hydrogen. *ChemistryOpen* **7**, 344-348 (2018).

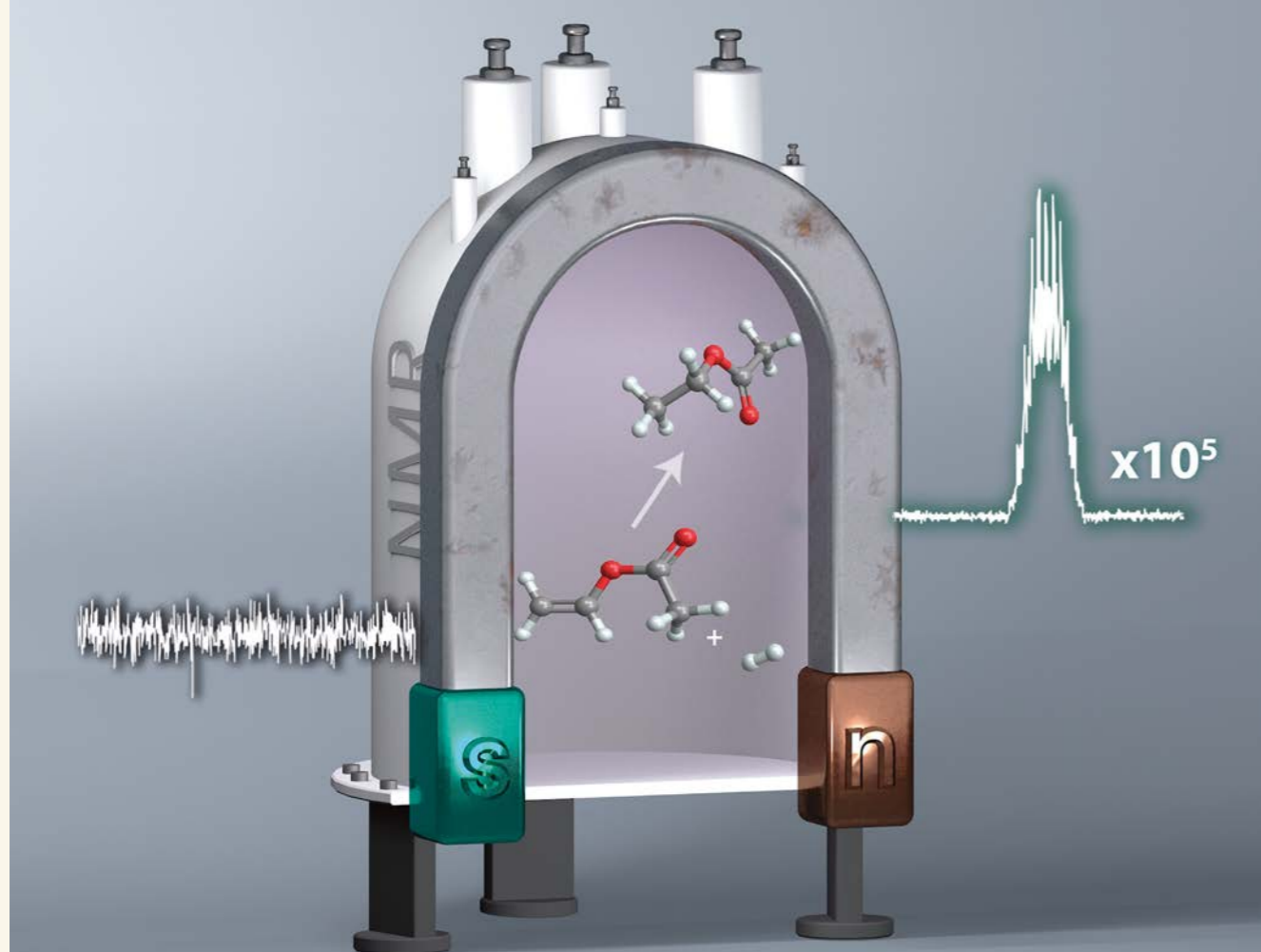
Singulett NMR:

Mamone S, Rezaei-Ghaleh N, Opazo F, Griesinger C, Glögger S: Singlet filtered NMR spectroscopy. *Sci Adv* **6**, eaaz1955 (2020).

Yang S, McCormick J, Mamone S, Bouchard L-S, Glögger S: Nuclear spin singlet states in photoactive molecules: From Fluorescence/NMR bimodality to a bimolecular spin singlet state switch. *Angew Chem Int Ed* **58**, 2879-2883 (2019).

Saul P, Mamone S, Glögger S: Nuclear spin singlet multimers (NUSIMERS) with long-lived singlet states. *Chem Sci* **10**, 413-417 (2019).

Mamone S, Glögger S: Nuclear spin singlet states as magnetic on/off probes in self-assembling systems. *Phys Chem Chem Phys* **20**, 22463-22467 (2018).



Making the most out of nuclear spins

Stefan Glögger

Max Planck Research Group *NMR Signal Enhancement*

Nuclear magnetic resonance (NMR) has massively influenced our world and is used every day for instance to elucidate molecular structures and for clinical diagnostics. The NMR phenomenon is based on intrinsic magnetic properties, the nuclear spins, of many atomic nuclei which include protons (^1H), carbon- ^{13}C , and nitrogen- ^{15}N . Although NMR is a versatile technique, its main challenge is the low sensitivity compared to other analytical methods.

To understand where the sensitivity issue comes from let us consider what happens once we bring several spins into a magnetic field. In such a field the spins can align with the magnetic field or point in the opposite direction. One can compare the spins to compass needles that point either towards north or south in a magnetic field (Fig. 1). The compasses pointing north, thus in direction of the magnetic field, possess a lower energy, leading to a slightly higher amount of aligned spins. As we only detect the differences between aligned and anti-aligned spins with NMR, typically large samples are required. If we place one million protons from for example water molecules into a magnetic field of 1 Tesla – which is about 100-times stronger than refrigerator magnets from the kitchen – only three spins will contribute to the net NMR signal we can detect. To improve the net NMR signal, hence to increase the amount of spins pointing north

rather than south, working at higher magnet fields will lead to a uniform sensitivity gain proportional to the field strength.

This is why constant efforts are being made to develop NMR systems with increasing magnetic fields. In superconducting 20 Tesla magnets, which are commonly used for structural biology, about 60 out of the one million spins will now contribute to the detectable NMR signal. In terms of measurement time, increasing the field strength from 1 to 20 Tesla will reduce detection times by 400-fold for the same sample. Such sensitivity gains allow us to better investigate structures of biomolecules and to obtain insights into physiological processes even in humans via magnetic resonance imaging (MRI).

Boosting magnetic resonance signals

The main focus of our group is to investigate phenomena that allow us to boost NMR signals beyond limitations given by the magnetic field strengths. Ideally, all of the spins should align with the magnetic field leading to four orders of magnitude increase in NMR signal compared to that obtained in 20 Tesla high-field magnets. In NMR, this increase in signal is referred to as hyperpolarization. To create hyperpolarized signals in specific molecules we investigate the use of para-hydrogen. Para-hydrogen is a spin isomer of hydrogen gas the existence of which was

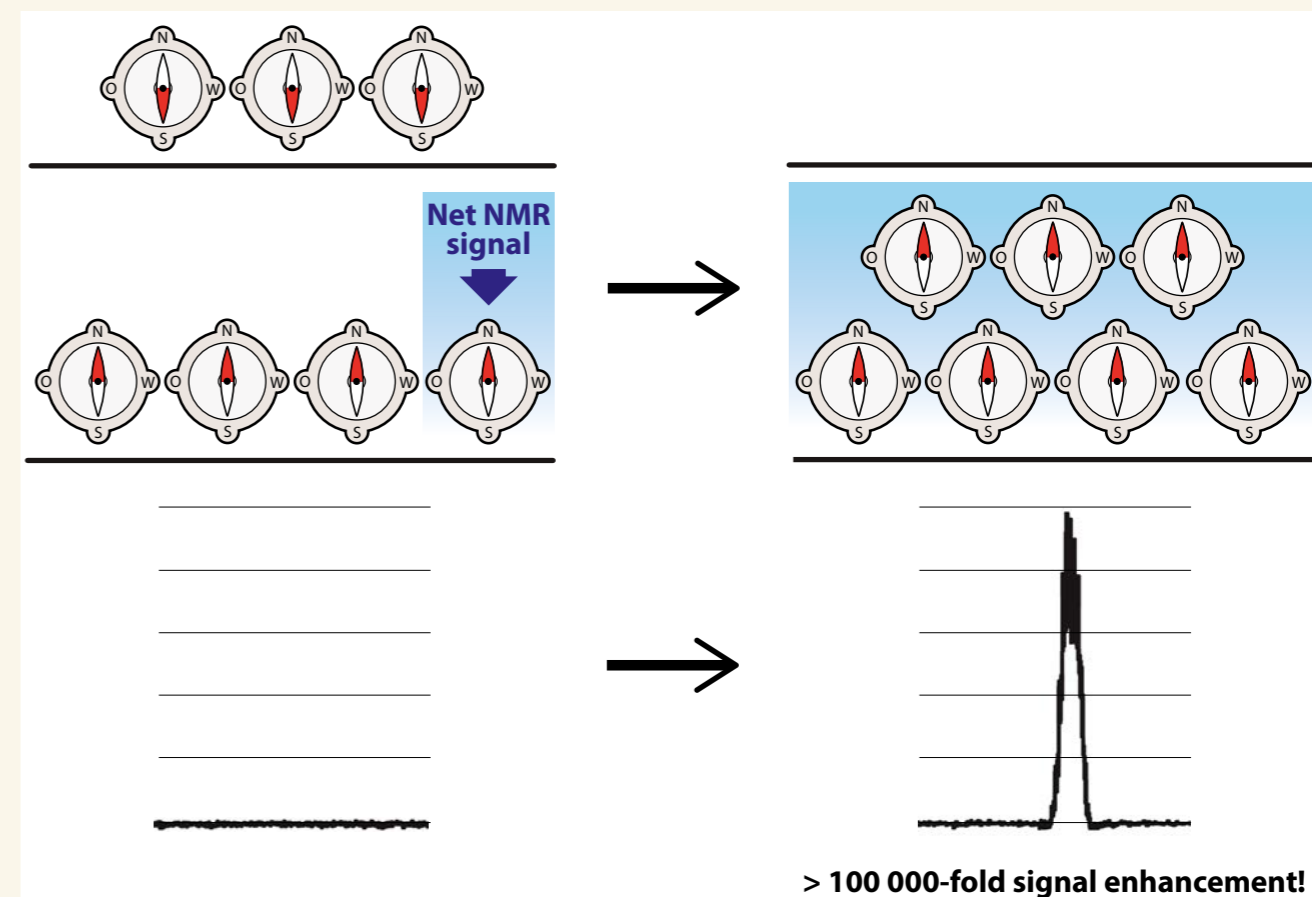


Figure 1: Nuclear magnetic resonance (NMR) is a very insensitive technique. Only a few nuclear spins of atomic nuclei contribute to the net NMR signal of a large sample (left). Hyperpolarization is an NMR method that enhances signals by more than four orders of magnitude (right).

experimentally verified by Karl Friedrich Bonhoeffer in the 1920s.

Molecular hydrogen, H_2 , consists of two nuclear spins that can either align parallel to each other, which is ortho-hydrogen and mostly abundant at room temperature, or anti-parallel to each other, which resembles the para-state. In the analogy of compass needles, the spins of hydrogen can either both point north or can be brought into a state in which one spin points north and the other points south (Fig. 2). The latter is the para-hydrogen, which is, quantum mechanically speaking, a singlet state. Para-hydrogen can be enriched to nearly 100 percent if hydrogen gas is cooled to 25 K in the presence of a catalyst such as charcoal or iron oxide. Once the enrichment has taken place and the catalyst is removed, the gas can be heated up to room temperature and will remain in the enriched state up to days before it is converted back into the „normal“ state.

The 100 percent enriched para-hydrogen is a pure spin state and NMR inactive. Harvesting this spin order to create hyperpolarized signals is our main aim. Therefore, we combine the development of experiments to efficiently convert the NMR inactive para-hydrogen into observable, enhanced signals with the design of molecular probes to investigate physiological function. Our main efforts are directed towards hyperpolarizing metabolites with para-hydrogen

to continuously produce molecular probes and/or contrast agents leading to the future opportunity of monitoring real-time metabolic changes even in vivo. Consequently, a technique with unprecedented sensitivity that allows us to probe metabolism and its dysfunction will lead to new insights into illnesses such as neurodegenerative diseases.

To hyperpolarize metabolites with para-hydrogen (Fig. 2), an unsaturated precursor of the metabolite of interest is required. Via a hydrogenation reaction, para-hydrogen is added to the unsaturated bond and the anti-parallel spin order of para-hydrogen is transferred to a spin within the metabolite where it is converted into an observable signal. Typically, the signal-enhanced spins of the metabolite are from ^{13}C -nuclei because the hyperpolarized signals can be maintained on the order of one minute to three minutes as compared to protons where the enhanced signal decays in a few seconds. In a last step, the metabolite precursor is rapidly converted into the free metabolite that can be used for metabolic analysis.

Within this process, we have developed precursor molecules that allow for an optimal hydrogenation and have invented NMR techniques that maximize the transfer of para-hydrogen spin order to metabolite. Combining these two approaches, we were able to show that about 60 percent spin order of para-hydrogen can be converted into observable ^{13}C magnetization within less than one minute. This corresponds

to an NMR signal that is four orders of magnitude higher than what can be generated in the strongest superconducting magnets produced to date. With this technology at hand, we are currently working towards its applicability in preclinical experiments and probing metabolic function in vivo.

As ^{13}C spins in metabolites allow for storing hyperpolarization over a few minutes only, we are furthermore working on extending the lifetime of enhanced signals. Particularly, we are developing molecules based on ^{15}N spins in which signals can be stored over an order of magnitude longer than in ^{13}C -enriched metabolites. Thereby, we have discovered several compounds including pyridinium and choline derivatives in which hyperpolarized signals can be generated and stored up to 60 minutes, one order of magnitude longer than for the metabolites described above. We are currently using our obtained insights to design new molecular probes that will help us to investigate physiological function even on longer time scales than allowed with ^{13}C -enriched metabolites.

Giving molecules the right spin

In addition to hyperpolarization, a second branch of our research is to investigate the phenomenon of nuclear spin singlet states to develop methods that allow us to selectively investigate molecular structures and to design contrast agents for physiological processes. As described above for para-hydrogen, in a singlet state two spins are aligned anti-parallel to each other or one is pointing north whereas the other is pointing south (Fig. 3). Such a state can, in principle, exist in any two spins that couple to each other which is a condition found in many biologically relevant molecules. We start from the normal NMR state where two coupled spins point north and once we acquire a spectrum, a lot of background signal is detected from other parts of for example proteins, the cellular environment, or omnipresent water.

Once we populate a singlet state by turning one spin to point south while the other points north, we create an NMR-invisible and protected state similar to that of para-hydrogen. In this state we have two options: Firstly, as it is protected, we can suppress other signals that we are not interested in and convert the spins back into the normal state. As a result, we

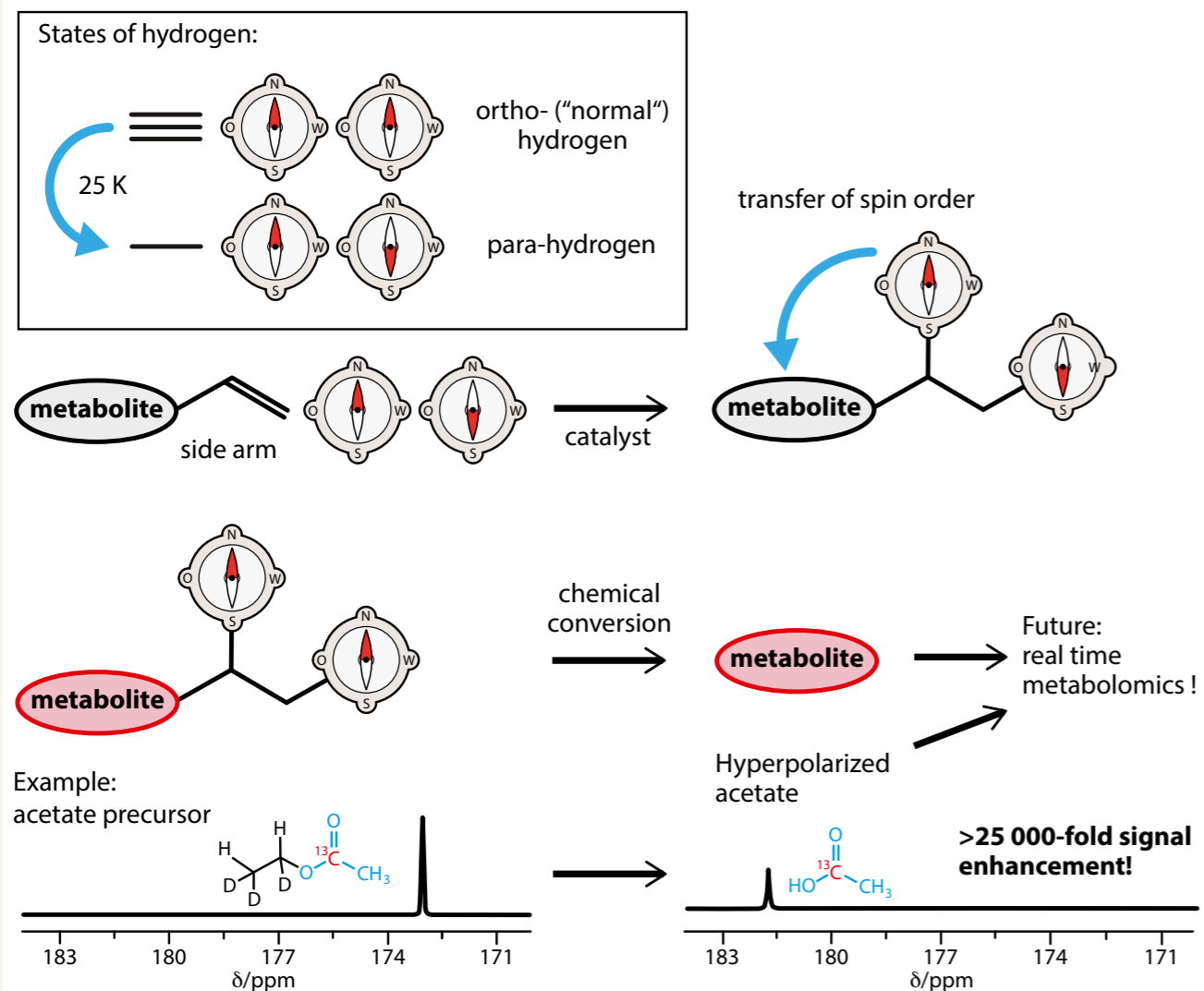


Figure 2: The para-hydrogen spin isomer can be enriched at low temperatures and subsequently used for hyperpolarization experiments. The figure schematically depicts the hyperpolarization of metabolites. In the last row, a measured spectrum of acetate and its precursor is depicted. We now plan to make use of this technique to investigate metabolic processes continuously and in real time.

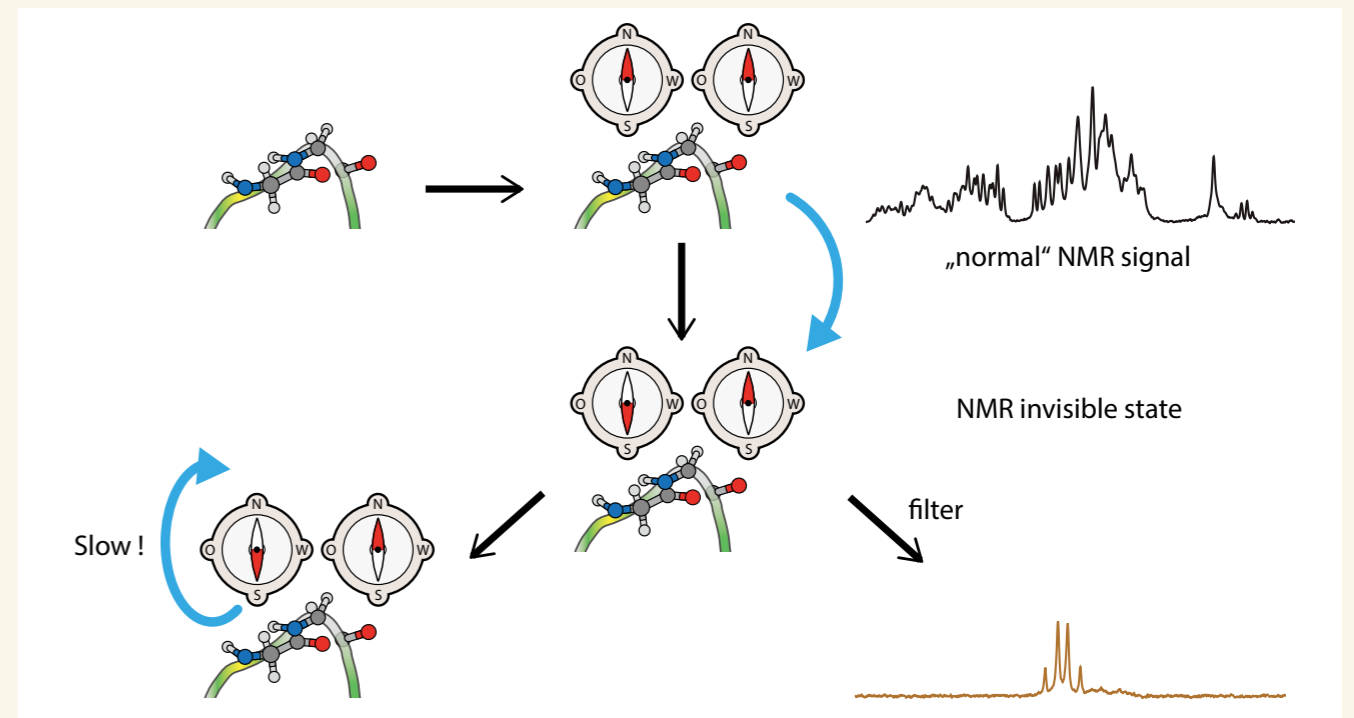


Figure 3: Many nuclear spin pairs in important biomolecules couple to each other. Here: two protons of a glycine residue of the A β 40 peptide. Using the coupling feature, we can populate nuclear spin singlet states and make use of this unique spin state to filter specific NMR signals of interest or to study slow dynamic phenomena.

can exclusively investigate the specific part of a molecule that we are interested in and use the described process as a filter (Fig. 3, right). Secondly, the conversion of the singlet back into the normal state takes longer than the equilibration of the normal state once it has been manipulated. These extended time periods now allow us to investigate slow processes such as protein aggregation and ligand/drug interaction on the NMR-scale more accurately and to use them as contrast mechanisms in the design of molecular probes (Fig. 3, left).

To make use of a range of coupling patterns in a variety of molecules, we have recently introduced a versatile, broadband NMR experiment that allows us to populate singlet

states. We were able to use this experiment and demonstrate that parts of the A β 40 peptide, which is connected to neuro-generative diseases, can be switched on and off for selective investigation. We were furthermore able to demonstrate that singlet states can be populated to filter out certain metabolites, for example glutamate, in the brain and that even in tissue the contrast mechanism of slow equilibration between the singlet and the normal state persists (Fig. 4). This is an encouraging finding not only for investigating endogenous compounds but also for using such a mechanism to develop new molecular probes to investigate physiological function.

With respect to new molecules that make use of the singlet mechanism, we have started to design molecules that

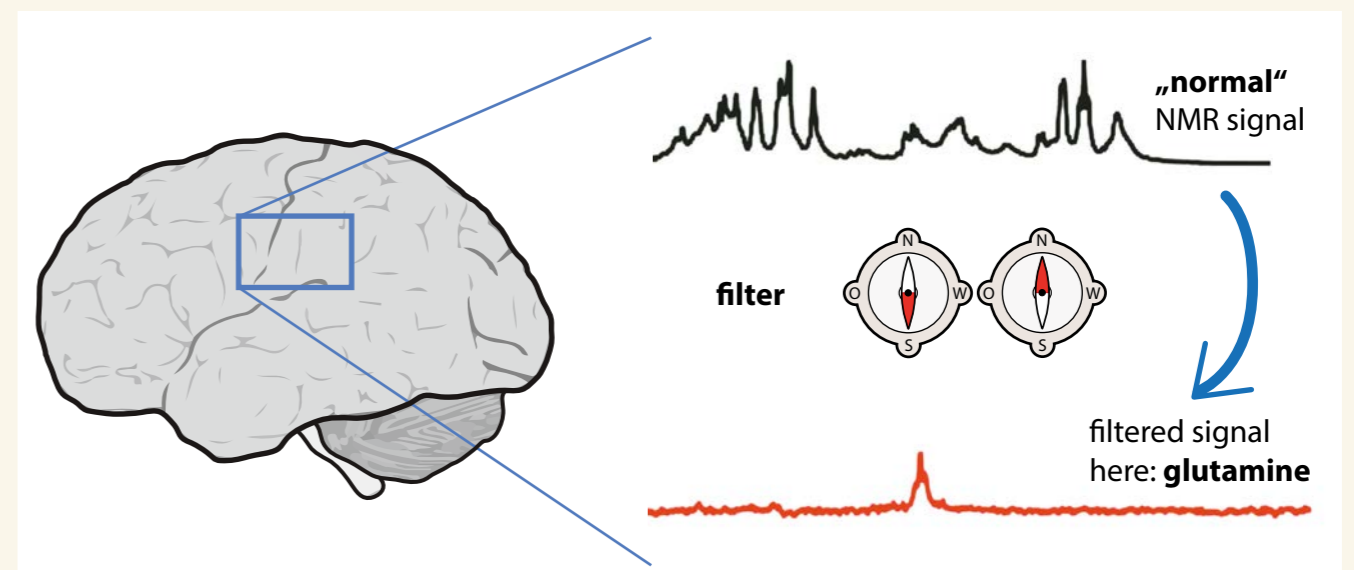


Figure 4: Metabolite spectrum of a brain via 'normal' NMR detection and after applying our singlet filter. Glutamine can be observed specifically, for example.

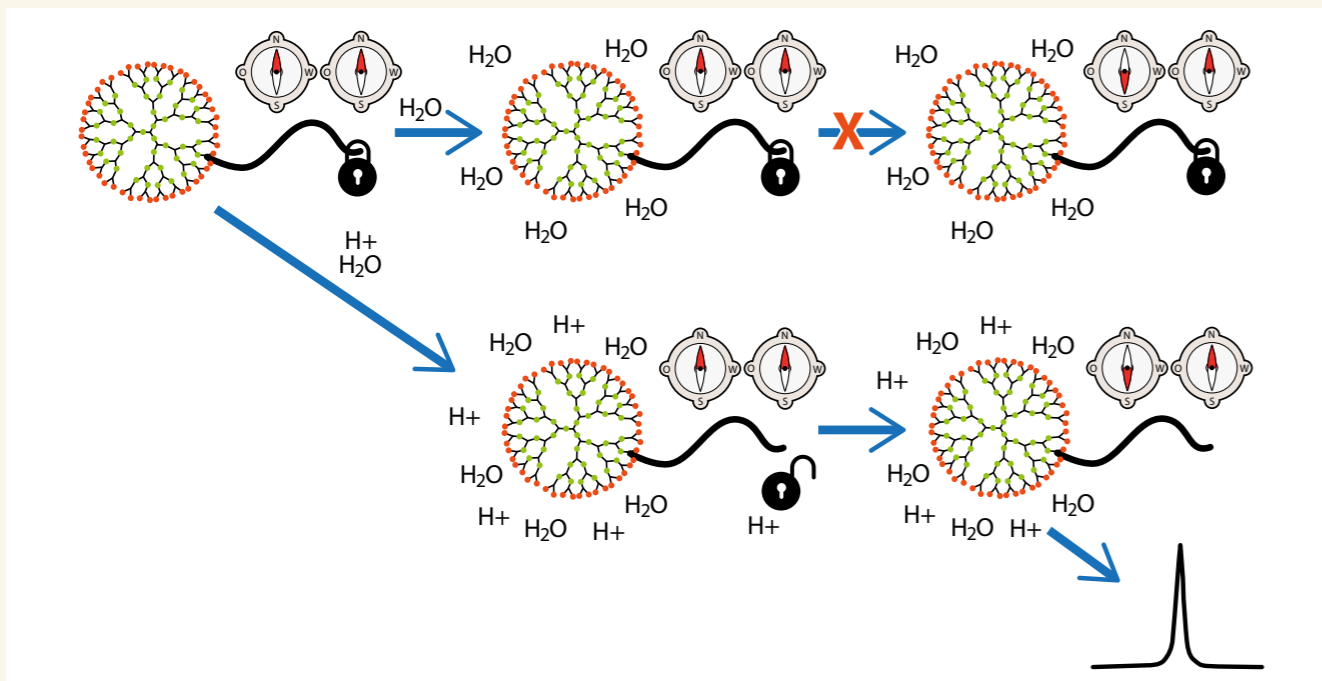


Figure 5: Synthetic macromolecule that acts as a nuclear spin singlet switch. A singlet state cannot be populated in the initial state and usage of the singlet filters results in not observable signal (top). The molecular structure changes if a stimulus, such as the change of pH, acts on the molecule. As a consequence, the singlet state can be populated and used to filter out and observe the desired signal.

possess an on-off-switchable behavior upon a stimulus (Fig. 5). This means that the molecules are in a certain state in which no singlet can be populated, hence the compass needles cannot be aligned with opposite directions. Upon a change in their environment, a singlet can be accessed. We have shown that macromolecules can be designed in a way that they respond to the presence of ions or changes in pH which can be probed precisely via singlet states and not the normal NMR signal. Additionally, we have developed a light switchable singlet state molecule that can be turned on and off by irradiation with different wavelengths. The molecule thereby follows a mechanism that is similar to processes observed when DNA is damaged by UV light. This provides exciting applications as contrast mechanism for future molecular probes and structural investigations.

Overall, the possibility of creating NMR signals far beyond limitations of today's magnet technology holds great promises to investigate biological function. Paired with new molecular probes and contrast mechanisms, for example based on the nuclear spin singlet phenomenon, opportunities open up to unravel and understand mechanisms that lead to diseases. Ultimately, these insights will allow to develop new cures and treatments in the future.

Important publications:

Hyperpolarization:

Korchak S, Emondts M, Mamone S, Blümich B, Glöggler S:

Production of highly concentrated and hyperpolarized metabolites within seconds in high and low magnetic fields. *Phys Chem Chem Phys* **21**, 22849-22856 (2019).

Jagtap AP, Kaltschnee L, Glöggler S: Hyperpolarization of ^{15}N -pyridinium and ^{15}N -aniline derivatives by using parahydrogen: new opportunities to store nuclear spin polarization in aqueous media. *Chem Sci* **10**, 8577-8582 (2019).

Kaltschnee L, Jagtap A, McCormick J, Bouchard L,

Wagner S, Utz M, Griesinger C, Glöggler S: Hyperpolarization of amino acids in water utilizing parahydrogen on a rhodium nanocatalyst. *Chem Eur J* **47**, 11031-11035 (2019).

Korchak S, Mamone S, Glöggler S: Over 50% ^1H and ^{13}C polarization for generating hyperpolarized metabolites – A para-hydrogen approach. *ChemistryOpen* **7**, 672-676 (2018).

McCormick J, Korchak S, Mamone S, Ertas Y, Liu Z, Verlinsky L, Wagner S, Glöggler S*, Bouchard L: More than 12 % polarization and 20 minute lifetime of ^{15}N in a choline derivative utilizing parahydrogen and Rhodium nanocatalyst in water. *Angew Chem Int Ed* **57**, 10692-10696 (2018).

Korchak S, Yang S, Mamone S, Glöggler S: Pulsed magnetic resonance to signal-enhance metabolites within seconds by utilizing para-hydrogen. *ChemistryOpen* **7**, 344-348 (2018).

Singlet State NMR:

Mamone S, Rezaei-Ghaleh N, Opazo F, Griesinger C, Glöggler S: Singlet filtered NMR spectroscopy. *Sci Adv* **6**, eaaz1955 (2020).

Yang S, McCormick J, Mamone S, Bouchard L-S, Glöggler S: Nuclear spin singlet states in photoactive molecules: from fluorescence/NMR bimodality to a bimolecular spin singlet state switch. *Angew Chem Int Ed* **58**, 2879-2883 (2019).

Saul P, Mamone S, Glöggler S: Nuclear spin singlet multimers (NUSIMERS) with long-lived singlet states. *Chem Sci* **10**, 413-417 (2019).

Mamone S, Glöggler S: Nuclear spin singlet states as magnetic on/off probes in self-assembling systems. *Phys Chem Chem Phys* **20**, 22463-22467 (2018).

MINFLUX-Nanoskopie sieht Zellen molekular scharf

Vor drei Jahren stellten der Göttinger Nobelpreisträger Stefan Hell und sein Team die MINFLUX-Nanoskopie vor. Mit ihr war es erstmals möglich, fluoreszierende Moleküle mit Licht getrennt sichtbar zu machen, die nur ein paar Nanometer (millionstel Millimeter) voneinander entfernt sind – die Technik ist also hundertmal schärfer als die herkömmliche Lichtmikroskopie. Schärfer geht es nicht. Jetzt haben die Max-Planck-Forscher eine neue Entwicklungsstufe dieser Technik vorgestellt: MINFLUX erreicht diese Auflösung nun auch in Zellen, und das mehrfarbig und in 3D. Damit lässt sich die MINFLUX-Nanoskopie auf vielfältige biologische Fragestellungen anwenden.

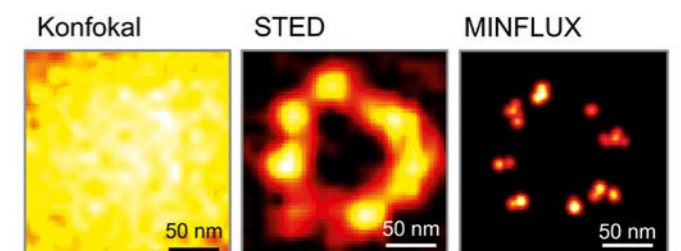
Es war ein großes Versprechen für die biologische Forschung, das Hell gab, als er und sein Team im Jahr 2016 MINFLUX vorgestellt hatten: Er sei davon überzeugt, dass die Methode das Zeug dazu habe, eines der mächtigsten Werkzeuge der Zellbiologie zu werden, sagte der Physiker vom MPI-BPC damals. „Mit diesem Verfahren wird es möglich sein, Zellen molekular zu kartografieren.“

Für MINFLUX hatte Hell die Stärken der beiden bis dato hochauflösendsten Fluoreszenz-Nanoskopie-Techniken zusammengeführt: PALM/STORM und die von ihm selbst entwickelte STED-Mikroskopie, für die er 2014 den Nobelpreis für Chemie erhalten hatte. MINFLUX erreichte erstmals eine Trennschärfe von wenigen Nanometern und war auch bis zu hundertmal schneller im Verfolgen sich in der Zelle bewegender Moleküle. Allerdings war MINFLUX damals nur für künstliche Testobjekte gezeigt worden und noch nicht für die Untersuchung von (lebenden) Zellen einsetzbar.

Die aktuelle Veröffentlichung mit den Erstautoren Klaus Gwosch, Jasmin Pape und Francisco Balzarotti löst nun dieses Versprechen ein und zeigt das ganze Potenzial der Methode. „Wir haben MINFLUX so weit entwickelt, dass wir fluoreszierende Moleküle in Zellen mit maximaler, molekularer Auflösung, in zwei Farben und dreidimensional sichtbar machen können“, fasst Pape zusammen. „Damit erfüllt MINFLUX bereits heute viele Anforderungen, um Moleküle und Prozesse in lebenden Zellen molekular scharf abzubilden und zu untersuchen.“

Bis auf wenige Nanometer exakte Ergebnisse

MINFLUX nutzt einen Donut-förmigen Laserstrahl mit einer Intensitäts-Nullstelle in der Mitte, um einzelne fluoreszierende Moleküle zum Leuchten zu bringen. Aus der Stärke der Fluoreszenz lässt sich die ungefähre Position des Moleküls relativ zur Donutmitte bestimmen. Anschließend bewegt das Mikroskop den Donut so, dass sich die Intensitäts-Nullstelle näher am Molekül befindet. Weil die Position der Nullstelle bekannt ist, ist somit auch die Molekülposition genauer bestimmt – und das mit vergleichsweise wenigen Fluoreszenzphotonen. Die Wissenschaftler optimierten diesen Prozess, bis er auf ein bis drei Nanometer exakte Ergebnisse lieferte. MINFLUX ist nun auch für größere Proben einsetzbar,



Der Vergleich dokumentiert die epochalen Auflösungs-Durchbrüche in der Fluoreszenzmikroskopie: Die von Stefan Hell und Mitarbeitern entwickelte STED-Mikroskopie erreichte bereits vor über zehn Jahren eine etwa zehn Mal höhere Auflösung als die weitverbreitete Konfokal-Mikroskopie. Mit MINFLUX steigerten sie nun die Detailschärfe noch einmal um das 10-Fache, also insgesamt 100-fach und damit bis in den Bereich weniger Nanometer. (Abbildung: Stefan Hell | MPI-BPC)

wie sie typischerweise unter dem Mikroskop von Biologen liegen, wenn sie lebende Zellen analysieren.

Außerdem nutzt MINFLUX jetzt eine dreidimensionale Donut-Intensitäts-Nullstelle, um Molekülverteilungen auch in allen Raumrichtungen – also in 3D – molekular aufzulösen. Mit dem neuesten Versuchsaufbau können die Forscher noch dazu die Verteilung zweier unterschiedlich markierter Molekülarten zeitgleich beobachten.

„MINFLUX ist nun bereit für zellbiologische Fragestellungen. Trotz der neuen, fundamentalen Weiterentwicklung besteht immer noch Potenzial, MINFLUX zu verbessern: Sowohl die Aufnahmezeit als auch störende Hintergrundsignale lassen sich in Zukunft weiter reduzieren, was die Methode noch verbessern wird. Es wird kräftig weitergehen“, so die Max-Planck-Forscher. (fk/jp)

Originalpublikation

Gwosch KC, Pape JK, Balzarotti F, Hoess P, Ellenberg J, Ries J, Hell SW: MINFLUX nanoscopy delivers 3D multicolor nanometer resolution in cells. *Nat Methods* **17**, 217-224 (2020).

Ein neues Kernspinresonanz-Verfahren macht bestimmte Bereiche von Molekülen sichtbar und reduziert störende Hintergrundsignale

Mit einem neuen NMR-Verfahren können spezifische Bereiche von Molekülen untersucht und störende Hintergrundsignale während der Messung unterdrückt werden. Die von Stefan Glögger und seinem Team am Institut entwickelte Methode soll zukünftig auch für die medizinische Diagnostik mittels Magnetspinresonanz-Tomografie (MRT) nutzbar sein.

Die Kernspinresonanz (kurz NMR) hat unsere heutige Welt massiv beeinflusst. Auf ihr basiert die MRT, mit der Kliniken und Praxen weltweit Millionen von Kernspin-Bildern jährlich aufnehmen, um Krankheiten zu erkennen und zu erforschen oder Therapieverläufe zu beobachten. Die NMR ist zudem eine der Standardmethoden, um Proteine und andere Moleküle in atomarer Auflösung zu untersuchen: Welche dreidimensionale Form haben Proteine in der Zelle und wie verrichten sie ihre Aufgabe? Wie wechselwirken sie miteinander oder mit einem Wirkstoff?

Die NMR macht sich zunutze, dass viele Atomkerne magnetische Eigenschaften besitzen, den sogenannten Kernspin. Dieser verhält sich wie ein kleiner Stabmagnet: Wird der Atomkern einem Magnetfeld ausgesetzt, orientiert sich der Spin entlang dieses Feldes. Mittels eingestrahler Radiowellen werden die Spins gedreht und kehren mit dem Ausschalten der Radiowellen wieder in ihren Ausgangszustand zurück. Dabei senden die Spins elektromagnetische Signale aus, die stark von ihrer Umgebung abhängen. Indem Wissenschaftler diese Signale detektieren, erhalten sie wichtige Informationen über die Struktur und Dynamik von Molekülen.

Hintergrundsignale reduziert

Ein Problem dabei: Forscher empfangen nicht nur Signale der gewünschten Molekülstruktur oder chemischen Gruppe, sondern auch eine Menge Hintergrundsignale von anderen Proteinen in der Umgebung oder dem allumgebenden Wasser. Hier setzt das neue Verfahren von Glögger an, das in der aktuellen Ausgabe des Fachmagazins *Science Advances* mit Salvatore Mamone als Erstautor veröffentlicht wird. „Es erlaubt uns, die Signale einzelner Protein-Bausteine oder Stoffwechselprodukte gezielt an- oder auszuschalten“, berichtet der Chemiker.

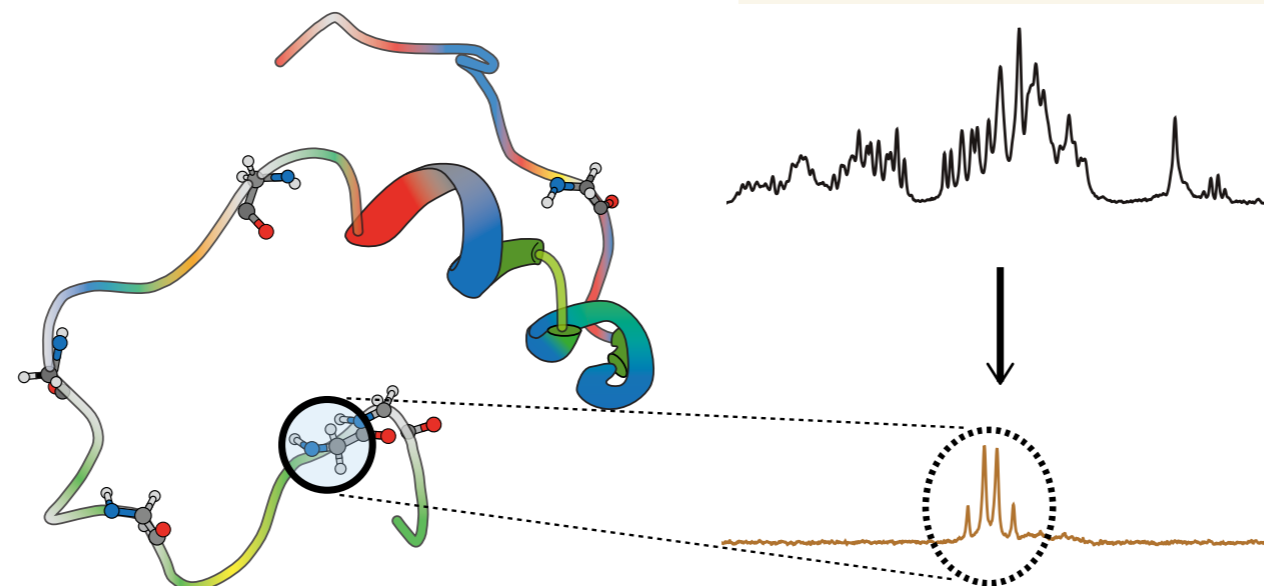
Damit dies funktioniert, verwendet Glöggers Team einen ausgeklügelten Trick: „Für unseren Schalter nutzen wir aus, dass viele Moleküle mehrere Wasserstoffatome enthalten. Diese verhalten sich wie Kompassnadeln, die immer nach Norden zeigen – der typische Zustand, der über Kernspin detektiert wird“, erklärt der Forschungsgruppenleiter, „Und jeweils zwei Wasserstoffatome koppeln über chemische Bindungen miteinander. Wenn wir dann eine dieser Kompassnadeln so verdrehen, dass sie nach Süden zeigt, während die andere nach Norden ausgerichtet bleibt, schaffen wir einen für den Kernspindetektor unsichtbaren, geschützten Zustand“, so der Chemiker weiter. Diesen geschützten Zustand erzeugen die Forscher in beliebig koppelnden Spins genau in dem Bereich des Moleküls, den sie untersuchen

wollen. Im nächsten Schritt werden alle anderen, ungeschützten Hintergrundsignale unterdrückt. Nun müssen die geschützten Spins nur noch wieder in den Normalzustand zurückversetzt werden und die Wissenschaftler können die gewünschten Signale dann detektieren – ganz ohne Überlagerung.

Sehr langsame dynamische Prozesse untersuchbar

Der geschützte Zustand hat einen weiteren großen Vorteil: Der nach Süden zeigende Spin schwenkt von allein nur langsam wieder Richtung Norden. Mit der neuen Methode lassen sich daher sehr langsam verlaufende, dynamische Prozesse besser untersuchen als mit herkömmlichen Kernspinverfahren.

Die Technik will Glögger zukünftig auch einsetzen, um krankheitsbedingte Protein-Verklumpungen besser zu verstehen. Solche Ablagerungen sind unter anderem im Gehirn von Patienten zu finden, die an neurodegenerativen Erkrankungen wie Alzheimer und Parkinson leiden. Darüber hinaus lässt sich mit dem neuen NMR-Verfahren aufklären, wie Wirkstoffe mit Zielmolekülen wechselwirken. Auch die Anwendung der neuen Methode für Patienten hat der Göttinger Wissenschaftler im Blick und möchte diese für die MRT direkt nutzbar machen. „Insbesondere wollen wir Stoffwechselprodukte direkt im Gewebe analysieren, um die Veränderungen des Stoffwechsels bei Erkrankungen genauer zu untersuchen. Wir hoffen, dass solche Erkenntnisse auch in der medizinischen Diagnostik verwendet werden können“, sagt der Max-Planck-Forscher. (Stefan Glögger/cr)



New NMR method facilitates investigation of specific parts of molecules and reduces background signals

A new magnetic resonance method can make specific areas of molecules visible while suppressing disturbing background signals during the measurement. The method, developed by Stefan Glögger and his team at the institute, shall in future also be used for medical diagnostics using magnetic resonance imaging (MRI).

Nuclear magnetic resonance (short: NMR) has a massive impact on our today's world. MRI, for example, is based on this technology: It is used by clinics and doctor's practices worldwide to take millions of magnetic resonance images every year to identify and investigate diseases or to monitor the progress of therapies. NMR is also one of the standard methods for examining proteins and other molecules in atomic resolution: What is the three-dimensional structure of proteins in the cell and how do they carry out their job? How do they interact with each other or with a drug?

The NMR method makes use of the fact that many atomic nuclei have magnetic properties, the so-called nuclear spin. This spin behaves like a small bar magnet: When the atomic nucleus enters a magnetic field, the spin orients itself along this field. The spins are rotated by radio wave irradiation and return to their original state when the radio waves are switched off. In doing so, the spins emit electromagnetic signals that are strongly dependent on their environment. By detecting these signals, researchers can obtain important information about the structure and dynamics of molecules they investigate.

One problem with this technique is, however, that scientists not only receive signals of the desired molecular structure or chemical group, but also a lot of background signals from other proteins in the environment or the omnipresent water. This is where the new method comes into play, which is being published in the current issue of the journal *Science Advances* with first author Salvatore Mamone. "This

method allows us to switch the signals of individual protein building blocks or metabolic products specifically on or off," Glögger summarizes.

To make this work, Glögger's team uses a sophisticated trick: "For our switch we exploit the fact that many molecules contain several hydrogen atoms. These behave like compass needles that always point north – the typical state that is detected by nuclear spin," explains the chemist, "and two hydrogen atoms can couple with each other via chemical bonds. If we then rotate one of these compass needles so that it points south, while the other remains pointing north, we create a protected state invisible to the nuclear spin detector," Glögger continues. The researchers create this protected state by arbitrarily coupling spins exactly in the part of the molecule they want to study. In the next step, all other, unprotected background signals are suppressed. Now the protected spins only need to be returned to their normal state and the scientists can then detect the desired signals – without any overlap.

The protected state has another major advantage: The spin pointing south swings back north slowly. Therefore, with the new method, researchers can investigate very slow dynamic processes better than with conventional nuclear spin methods.

Glögger also plans to use the technique in the future to better understand disease-related protein aggregations. Such deposits can be found in the brains of patients suffering from neurodegenerative diseases such as Alzheimer's and Parkinson's. In addition, the new NMR method can be applied to elucidate how active compounds interact with their target molecules.

The Göttingen scientists also want to make the method directly usable for MRI so that patients can benefit from it. "In particular, we want to analyze metabolic products directly in the tissue to examine the changes in metabolism during diseases in more detail. We hope that such findings can also be applied in medical diagnostics," the research group leader says. (Stefan Glögger/cr)

Original publication

Mamone S, Rezaei-Ghaleh N, Opazo F, Griesinger C, Glögger S: Singlet-filtered NMR spectroscopy. *Sci Adv* 6, eaaz1955 (2020)

Gefiltertes NMR-Signal einer Aminosäure im Aβ40-Peptid, das mit der Alzheimer-Krankheit in Verbindung steht.

Filtered NMR signal of one amino acid in the Aβ40 peptide which is connected to Alzheimer's disease. (Image: Stefan Glögger, MPI-BPC)

Werner-von-Siemens-Ring geht an Jens Frahm

Die Zahl ist gigantisch: Jährlich werden weltweit 100 Millionen Untersuchungen mit der Magnetresonanztomografie (MRT) durchgeführt – und jeder einzelne Tomograf nutzt die Technik, die Jens Frahm mit seiner Forschungsgruppe am MPI-BPC entwickelt hat. Für seine Leistungen erhält der Physiker nun den Werner-von-Siemens-Ring – einen der wichtigsten deutschen Technikpreise.

Hätte Alfred Nobel einige Jahrzehnte später gelebt, dann gäbe es heute sicherlich einen Nobelpreis für bahnbrechende technische Entwicklungen. Das Vermächtnis eines anderen Visionärs füllte diese Lücke: Werner von Siemens war zeitlebens davon überzeugt, dass Wissenschaft und Technik untrennbar miteinander verbunden sind und Großes ermöglichen. Seit 1916 zeichnet die Stiftung Werner-von-Siemens-Ring deshalb alle zwei bis drei Jahre Menschen aus, die die Technikgeschichte entscheidend mitgeprägt haben.

Der Preis in Form eines jeweils individuell gefertigten Ringes geht in diesem Jahr an den Max-Planck-Forscher Jens Frahm aus Göttingen. „Wir würdigen damit die enorme Leistung, die Jens Frahm für die medizinische Diagnostik erbracht hat“, erläutert Joachim Ullrich, Präsident der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) und Vorsitzender des Stiftungsrates der Stiftung Werner-von-Siemens-Ring.

Magnetresonanztomografie auf dem Siegeszug

Frahm spezialisierte sich früh auf biologische und medizinische Anwendungen. Bereits 1982 leitete er eine Arbeitsgruppe am MPI-BPC zum Thema MRT. Die MRT war 1973 von Paul Lauterbur erfunden worden, hatte aber einen entscheidenden Nachteil: Sie war zu langsam. Daher setzte sich die vielversprechende Idee, damit ohne schädliche Röntgenstrahlen Bilder aus dem Inneren des Körpers aufzunehmen, zunächst nicht durch. Die Technik beruht darauf, dass ein starkes Magnetfeld die Wasserstoffatomkerne des menschlichen Körpers beeinflusst. Sie verhalten sich in der MRT-Röhre wie kleine Magnete, die nach Anregung mit einem kurzen Radiowellenimpuls selber ein UKW-Signal ausstrahlen. Das kann man messen. So lassen sich Bilder von

weichen Körpergeweben errechnen. Aber für jede Schicht musste man anfangs minutenlang messen.

Frahm kam auf die entscheidende Idee, für jede der sehr vielen Einzelmessungen eines MRT-Bildes immer nur einen Teil des verfügbaren MRT-Signals zu nutzen. Mit diesem physikalischen Trick, dem FLASH-Verfahren, konnte er die Pausen zur Signalerholung vollständig eliminieren und die Messzeit radikal um das Hundertfache beschleunigen. Das war der Durchbruch für die MRT. Heute wird die Technik genutzt, um verschiedenste Fragen zu beantworten: Gibt es bei einer Person Auffälligkeiten im Hirngewebe? Wurden bei einem Unfallopfer innere Organe verletzt? Liegt ein Bandscheibenvorfall vor? Hat das Herz Schaden genommen?

Als die MRT-Bilder laufen lernten

Im Jahr 2010 machten Frahm und sein Team schließlich den Weg frei für Videoaufnahmen mit der MRT, indem sie die Methode noch einmal deutlich beschleunigten. FLASH 2, die Echtzeit-MRT, beruht auf einem neuen mathematischen Verfahren für die Bildrekonstruktion. Das Bild wird aus nur noch sehr wenigen Einzelmessungen berechnet, die entsprechend weniger Messzeit benötigen. Damit sind Videoaufnahmen des atmenden Brustkorbs, des schlagenden Herzens auf der Suche nach Herzrhythmusstörungen, von Gelenken in Aktion oder komplexer Abläufe wie Sprechen oder Schlucken möglich – mit 30, 50 oder gar 100 Bildern pro Sekunde. Die neue Technik könnte in Zukunft auch genutzt werden, um minimalinvasive Eingriffe zu begleiten, die bisher unter Röntgenkontrolle durchgeführt werden. Die Echtzeit-MRT wird derzeit an der Universitätsmedizin Göttingen und mehreren anderen Universitäten in Deutschland, Großbritannien und den USA für den routinemäßigen Einsatz am Patienten getestet.

Nach einer Pressemitteilung der PTB/cr



Dass Untersuchungen im Magnetresonanztomografen heute vergleichsweise schnell vonstattengehen, ist Jens Frahm und seinem Team zu verdanken. (Foto: Frank Vinken / Max-Planck-Gesellschaft)

Jens Frahm

studierte Physik an der Universität Göttingen und forschte für seine Doktorarbeit in physikalischer Chemie am MPI-BPC. Im Anschluss arbeitete er als wissenschaftlicher Assistent am Institut und leitet dort seit 1982 die selbstständige Forschungsgruppe *Biomedizinische NMR*. Er habilitierte 1994 an der Universität Göttingen und wurde im Jahr 1997 zum außerplanmäßigen Professor an die dortige Fakultät für Chemie berufen. Frahm ist als Erfinder von vier europäischen Patenten gelistet. Für seine Forschungsarbeiten wurde er mit zahlreichen Preisen ausgezeichnet, darunter dem *European MRI Award* der Deutschen Röntgengesellschaft (1989), dem *Gold Medal Award* der *International Society for Magnetic Resonance in Medicine* (1991), dem Karl Heinz Beckurts-Preis (1993), dem Forschungspreis der Sobek-Stiftung (2005), dem Stifterverbandspreis (2013), der Jacob Henle-Medaille (2016) und dem Europäischen Erfinderprijs (2018). 2016 wurde Frahm in die *Hall of Fame* der deutschen Forschung gewählt.



Die Stiftung Werner-von-Siemens-Ring

Die Stiftung Werner-von-Siemens-Ring setzt sich dafür ein, eine lebenswerte Welt zu gestalten und zu verwirklichen. Sie wurde anlässlich des 100. Geburtstages von Werner von Siemens am 13. Dezember 1916 gegründet. Seither verleiht sie den Werner-von-Siemens-Ring an Personen, „die sich, wie Siemens, hervorragende und anerkannte Verdienste um die Förderung der Technik in Verbindung mit der Wissenschaft erworben haben“. Der *Werner-von-Siemens-Ring* gilt als eine der höchsten deutschen Auszeichnungen auf diesem Gebiet. Die beeindruckende Liste der Ringträger mit Namen wie Carl von Linde, Carl von Bosch, Konrad Zuse, Artur Fischer und vielen weiteren ist mittlerweile ein Abriss der Technikentwicklung in Deutschland.



(Photo: Frank Vinken / Max Planck Society)

Werner von Siemens Ring awarded to Jens Frahm

The number is gigantic: About 100 million examinations are carried out with magnetic resonance imaging (MRI) every year – and every scanner worldwide uses the technology developed by Jens Frahm with his team at the MPI-BPC. For his achievements, the physicist has now been awarded the Werner von Siemens Ring, one of the most important German technology prizes.

If Alfred Nobel had lived a few decades later, there would certainly be a Nobel Prize for groundbreaking technological advancements. Luckily, the legacy of another visionary took on this task: During his lifetime, Werner von Siemens was convinced that science and technology are always going together thus triggering innovation and progress. Since 1916, the Werner von Siemens Ring Foundation has been honoring people who have greatly shaped and progressed the history of technology.

This year's prize, a uniquely crafted ring for the recipient, goes to the Max Planck researcher Jens Frahm from Göttingen. "With this ring, we are honoring the incredible achievements that Jens Frahm has accomplished for medical diagnostics," explains Joachim Ullrich, President of the *Physikalisch-Technische Bundesanstalt* (PTB) and council chairman of the Werner von Siemens Ring Foundation.

The triumph of magnetic resonance imaging

Frahm specialized in biological and medical applications early on. In 1982, he already headed an independent research group at the MPI-BPC focusing on MRI. When Paul Lauterbur invented MRI in 1973, it had a major drawback: It was too slow. As a consequence, the promising idea of producing images from inside the body without dangerous radiation and excellent soft-tissue contrast did not really catch on at that time. The technology is based on a combination of a strong magnetic field and radiofrequency waves in the FM range. When a human body is placed within a magnet, the MRI 'tube', the nuclei of hydrogen atoms act like small magnets themselves which respond with their own radiofrequency signal when excited by a short radiofrequency impulse. This signal is measured many times with slightly different 'views'. Using this information, images of soft body tissues can be calculated. However, several minutes were required for each section in the beginning.

Frahm had the crucial idea to only use part of the available MRI signal for each of the numerous repetitive measurements needed for an image. With this physical trick – the FLASH method – he was able to completely eliminate the pause previously required for signal recovery. This radically reduced the measurement time by a factor of 100 and was the breakthrough in MRI. Nowadays, the technology is used to answer all types of questions: Does a person have tissue abnormalities in the brain? Does an accident victim have internal injuries? Is there a herniated disc? Has a heart been damaged – structurally or functionally?

Filming the beating heart

In 2010, Frahm and his team opened the door to MRI videos by massively accelerating the method again. FLASH 2, the step towards real-time MRI, is based on a new mathematical procedure for image reconstruction which now may be accomplished with only a very small number of repetitive measurements and, therefore, much shorter measuring

times. Film recordings of a chest during free breathing, of a beating heart – even for patients with cardiac arrhythmias, of joints at work, or of complex processes such as speech or swallowing are now possible – at 30, 50, or even 100 images per second. In future, the new technology will also be used as a tool for monitoring minimally invasive interventions replacing conventional X-ray controls. Real-time MRI is currently being tested for routine clinical use at the University Medical Center Göttingen as well as several other universities in Germany, Great Britain, and the United States.

Press release from the PTB/cr

Jens Frahm

studied physics at the University of Göttingen and performed his PhD studies in physical chemistry at the MPI-BPC. He then worked at the institute as a scientific assistant and founded the Research Group of *Biomedical NMR* in 1982. He habilitated at the University of Göttingen in 1994 and became an associate professor there at the Faculty of Chemistry in 1997. Frahm is listed as the owner of four patents. For his research work, he has been awarded numerous prizes, including the European MRI Award of the *Deutsche Röntgengesellschaft* (1989), the Gold Medal Award of the International Society for Magnetic Resonance in Medicine (1991), the Karl Heinz Beckurts Prize (1993), the Research Prize of the Sobek Foundation (2005), the *Stifterverbandspreis* (2013), the Jacob Henle Medal (2016), and the European Inventor Award (2018). Frahm was elected into the Hall of Fame for German research in 2016.

The Werner von Siemens Ring Foundation

The Werner von Siemens Ring Foundation is committed to shaping and achieving a viable world. It was founded on the occasion of Werner von Siemens' 100th birthday on December 13, 1916. The foundation awards the Werner von Siemens Ring to personalities "who have, just like Siemens, made excellent and recognized achievements to promote technology in connection with science". The Werner von Siemens Ring ranks among the highest German awards in this field. The impressive list of ring winners such as Carl von Linde, Carl von Bosch, Konrad Zuse, Artur Fischer, and many more is now a who's who list of technological innovators in Germany.

Max-Planck-Gesellschaft fördert internationales Doktorandenprogramm für weitere sechs Jahre

Die *International Max Planck Research School (IMPRS) for Physics of Biological and Complex Systems* geht ab Mai in die Verlängerung: Für weitere sechs Jahre ermöglicht sie eine strukturierte Doktorandenausbildung mit Schwerpunkt in der Physik und Chemie. Seit 2008 haben innerhalb dieses Programms 200 Nachwuchswissenschaftler promoviert.

Eine internationale Expertengruppe begutachtete im vergangenen Jahr die IMPRS und zeigte sich beeindruckt von der hohen Qualität der Wissenschaft. „Wir freuen uns sehr über die Verlängerung und das äußerst positive Gutachten. So kann diese IMPRS weiterhin dazu beitragen, dass wir mit neuen physikalischen und chemischen Methoden Lebensprozesse besser verstehen“, sagt Helmut Grubmüller, Direktor am MPI-BPC sowie Initiator und Sprecher der *IMPRS for Physics of Biological and Complex Systems*. Für das Doktorandenprogramm kooperiert das Institut mit dem MPI für Dynamik und Selbstorganisation und der Universität Göttingen. Neben der Förderung durch die Max-Planck-Gesellschaft (MPG) wird das Programm auch durch Mittel der Universität und des Niedersächsischen Ministeriums für Wissenschaft und Kultur unterstützt.

Ein revolutionäres Ausbildungskonzept macht Schule

Seit 2002 existiert die strukturierte Doktorandenausbildung in Form der *International Max Planck Research Schools* in Göttingen bereits, kam anfangs jedoch nur Studierenden der Lebenswissenschaften zugute. „Dank der *IMPRS for Physics of Biological and Complex Systems* profitiert nun auch der wissenschaftliche Nachwuchs in der Physik und Chemie von diesem hervorragenden Ausbildungsprogramm“, betont Marina Rodnina, Geschäftsführende Direktorin des MPI-BPC. Es sei vor allem dem Einsatz von Grubmüller zu verdanken, dass diese IMPRS heute eine Brücke von der Biologie über die Physik und Chemie bis hin zur Medizin spanne. Davon konnten sich auch die Gutachter vor Ort überzeugen: Die Promotionsprojekte seien oft miteinander verbunden, so das Fazit der Expertengruppe. „Der interdisziplinäre Aufbau schafft ein Netzwerk, in dem sehr viele neue Forschungsvorhaben und Ideen entstehen“, ergänzt Antje Erdmann, Koordinatorin der IMPRS. Auch nach dem Abschluss ihrer Doktorarbeit bleiben viele ehemalige IMPRS-Promovierende dem Netzwerk treu.

Mehr Sichtbarkeit am Göttingen Campus

Im Zentrum des Ausbildungsprogramms steht die eigene wissenschaftliche Arbeit, ergänzt durch Vorlesungen, Seminare und Methodenkurse. Die Nachwuchswissenschaftler können nicht nur unter hervorragenden Forschungsbedingungen ihre Doktorarbeit absolvieren, sondern gleichzeitig wichtige Lehrerfahrung an der Universität sammeln. „Dank der IMPRS ist der Göttingen Campus deutlich sichtbarer geworden. Auf diese Weise gelingt es heute besser denn je, hervorragende Absolventen weltweit zu rekrutieren“,

erklärt Grubmüller. Dies sei eine win-win-Situation für alle Beteiligten. Neben der *IMPRS for Physics of Biological and Complex Systems* sind zwei weitere Doktorandenprogramme am Institut angesiedelt, die *IMPRS for Molecular Biology* und die *IMPRS for Genome Science*. Darüber hinaus ist das Institut an der *IMPRS for Neurosciences* beteiligt. (is)

Über die International Max Planck Research Schools

Vor fast zwei Jahrzehnten rief die MPG zusammen mit zahlreichen deutschen Universitäten die IMPRS ins Leben und revolutionierte mit diesem neuen Konzept die Doktorandenausbildung: In enger Zusammenarbeit bieten lokale MPI und Universitäten ein strukturiertes Programm, das besonders begabte deutsche und ausländische Studierende auf ihre Promotion vorbereitet. In Göttingen gibt es zur Zeit fünf IMPRS, von denen vier dem Graduiertenzentrum GGNB (Göttinger Graduiertenzentrum für Neurowissenschaften, Biophysik und Molekulare Biowissenschaften) angehören, während alle fünf der Dachstruktur GAUSS (*Georg August University School of Science*) zugeordnet sind. Die MPG fördert derzeit 65 IMPRS bundesweit.

Vorlesungen, Seminare und Methodenkurse ergänzen die wissenschaftliche Arbeit in der IMPRS-Doktorandenausbildung. Von links: Martin Reinhardt, Aina Gallemlé Pérez, Mirna Kramar, Cai Dieball und Ka Man Yip.



Max Planck Society extends funding of international PhD program for another six years

The International Max Planck Research School (IMPRS) for Physics of Biological and Complex Systems will be extended: For another six years, it will provide a structured doctoral training focussing on physics and chemistry. Since 2008, 200 young researchers have completed their PhD within this program.

An international group of experts reviewed the research school last year and was impressed by the high quality of the science. „We are very pleased about the extension and the extremely positive review. This IMPRS can thus continue to contribute to a better understanding of life processes using new physical and chemical methods“, says Helmut Grubmüller, director at the MPI-BPC, initiator and spokesperson of the IMPRS for Physics of Biological and Complex Systems. For the doctoral program, the institute is cooperating with the MPI for Dynamics and Self-Organization and the University of Göttingen. In addition to funding from the Max Planck Society (MPS), the program is supported by resources from the university and the Lower Saxony Ministry of Science and Culture.

A revolutionary educational concept sets new standards

Structured doctoral training in the form of the IMPRS in Göttingen has already existed since 2002, but initially only life science students profited from it. „Thanks to the IMPRS for Physics of Biological and Complex Systems, young scientists in physics and chemistry now also benefit from this excellent training program“, emphasizes MPI-BPC Managing

Lectures, seminars, and methodology courses complement the scientific work in the IMPRS PhD training. From left: Martin Reinhardt, Aina Gallemlé Pérez, Mirna Kramar, Cai Dieball, and Ka Man Yip.

Director Marina Rodnina. It is mainly thanks to Grubmüller's commitment that this IMPRS now spans a bridge from biology to physics, chemistry, and medicine.

The reviewers were also able to see this for themselves on site: the PhD projects were often interlinked, the expert group concluded. „The interdisciplinary structure creates a network in which many new research projects and ideas are generated“, adds IMPRS coordinator Antje Erdmann. Many former participants remain loyal to the network even after completing their doctoral theses.

More visibility at the Göttingen Campus

At the very center of the training program is the own scientific work, supplemented by lectures, seminars, and methodological courses. The young scientists can not only complete their PhD thesis under excellent research conditions, but also gain important teaching experience at the university. „Thanks to the IMPRS, the Göttingen Campus has become much more visible. In this way, it is now easier than ever to recruit outstanding graduates worldwide“, explains Grubmüller. This is a win-win situation for everyone involved. In addition to the IMPRS for Physics of Biological and Complex Systems, two other doctoral programmes are located at the Institute, the IMPRS for Molecular Biology and the IMPRS for Genome Science. The institute is also involved in the IMPRS for Neurosciences. (is)

About the International Max Planck Research Schools

Almost two decades ago, the MPS, together with numerous German universities, established the IMPRS and revolutionized doctoral training with this new concept: In close cooperation, local MPIs and universities offer a structured program that prepares particularly talented German and foreign students for their PhD. There are currently five IMPRS in Göttingen, four of which belong to the Graduate Center GGNB (Göttingen Graduate Center for Neurosciences, Biophysics and Molecular Biosciences), while all five are assigned to the umbrella structure GAUSS (*Georg August University School of Science*). The MPS currently funds 65 IMPRS nationwide.



Das Institut feiert das neue Jahr(-zehnt)

Erstmals alle Vorträge zweisprachig: Neujahrsempfang und -party am 16. Januar beginnen mit einer Premiere.

Ballons schweben über der Treppe im Foyer, markieren den Beginn des neuen Jahrzehnts: 2020 steht dort in goldenen Luftballon-Lettern. „Habt Ihr das Helium aus der NMR geklaut?“, scherzt jemand im Vorbeigehen. Festlich dekorierte Tische stehen schon bereit für den Sektempfang, doch zunächst strömen die Institutsangehörigen in den Manfred-Eigen-Saal, ob aus den Laboren, der Verwaltung oder den Serviceeinrichtungen. Der Pianist, Sänger und Songwriter Kilian Recknagel sorgt wieder für den musikalischen Rahmen des Neujahrsempfanges, den Helena Miletic mit Unterstützung der *Happy Hour Community* organisiert hat.

Kurzweilige Vorträge

Mit einem Jahresrückblick machen die neue Geschäftsführende Direktorin Marina Rodnina und ihr Stellvertreter und Vorgänger Dirk Görlich den Anfang. Erstere spricht auf Englisch, während letzterer den deutschen Part übernimmt. Die beiden berichten von den Veranstaltungshighlights des vergangenen Jahres von der Nacht des Wissens bis zum Literaturherbst, von der Einweihung des Kindergartens bis zu den zahlreichen Auszeichnungen. Erwähnung findet auch die *Three Minute Thesis Competition*, ein Wettbewerb, bei dem Doktoranden ihr Forschungsthema verständlich in nur 180 Sekunden erklären müssen. Rodnina scherzt in Richtung ihres Vorredners: „Das hätte keiner von uns beiden geschafft: Ich rede zu viel und du sprichst zu langsam.“

An das Prinzip „eine Person, eine Sprache“ halten sich im nächsten Vortrag auch Frederik Köpper und Johannes Pauly aus der *Presse- und Öffentlichkeitsarbeit*. Sie stellen

die Pläne für das neue Biotop vor, das *BioDiversum*, und berichten, wie es derzeit um die Artenvielfalt auf dem Institutsgelände bestellt ist. „Die Fauna ist vielfältiger als gedacht, aber es gibt noch Luft nach oben“, fasst Köpper die Ergebnisse der Bestandserfassung zusammen.

Der neue Direktor Jochen Rink entführt in seinem Vortrag in die faszinierende Welt der Planarien. Sie seien Modellorganismen, wenn es um die Kernfragen der Regeneration gehe: „Welche Vor- und Nachteile hat die Regenerationsfähigkeit in der Evolution? Wie schaffen es manche Planarienarten, voll funktionsfähige Gliedmaßen und sogar Kopf und Schwanz wiederherzustellen?“ Das Problem der Zweisprachigkeit löst Rink, indem er sich für jede Sprache eine andere Kopfbedeckung aufsetzt – quietschbunt in den Landesfarben. Dass dabei auch durchaus mal der falsche Hut oder gar keiner auf dem Kopf landet, lockert den Vortrag zusätzlich auf.

Tanzsessions und Cocktails

Zum Abschluss des Vortragsteils laden Rashi Goel und Ninadini Sharma im Auftrag der *Happy Hour Community* alle Zuhörer zur Neujahrsparty ein. Auch sie bemühen sich um Zweisprachigkeit, was allen Anwesenden Respekt abnötigt. „Ich verspreche Ihnen, die Party der *Happy Hour Community* wird viel, viel besser als mein Deutsch“, schließt Sharma augenzwinkernd ihren Kurzvortrag ab. Nach dem Sektempfang mit Häppchen gibt die Community alles, um dieses Versprechen einzulösen. Mit Spielen und Cocktails, mit Tanzsessions und Karaoke-Einlagen geht die Party weiter – bis in die frühen Morgenstunden. Da bleibt nur ein Fazit: Versprechen erfüllt. (is)





The institute celebrates the new year

For the first time, all lectures are bilingual:
The New Year's reception and party on January 16 begin with a premiere.

Balloons are floating above the stairs in the foyer, marking the beginning of the new decade: 2020 is written there in golden balloon letters. "Did you steal the helium from the NMR?," someone jokes in passing. Festively decorated tables are ready for the champagne reception, but first the institute members flock into the Manfred Eigen Hall, whether from the laboratories, the administration, or the service facilities. The pianist, singer, and songwriter Kilian Recknagel provides the musical framework for the New Year's reception once more, organized by Helena Miletic with support of the Happy Hour Community.

Entertaining presentations

With a review of the year, the new Managing Director Marina Rodnina and her deputy and predecessor Dirk Görlich make a start. The former speaks in English, while the latter takes over the German part. The two report on the highlights of the past year, from the Science Night to the Literature Festival, from the inauguration of the kindergarten to the numerous awards. They also mention the *Three Minute Thesis Competition*, in which PhD students have to explain their research topic in a comprehensible way in just 180 seconds. Rodnina jokes in the direction of her predecessor: "Neither of us could have done that: I talk too much and you talk too slowly."

In the next presentation, Frederik Köpper and Johannes Pauly of the *Public Relations Office* also stick to the principle 'one person, one language'. They present the plans for the new biotope, the *BioDiversum*, and report on the current

state of biodiversity on the institute's premises. "The fauna is more diverse than expected, but there's still much room for improvement," says Köpper, summing up the results of the monitoring.

The new Director Jochen Rink then takes the audience into the fascinating world of planaria. They are model organisms when it comes to key questions of regeneration: "What are the advantages and disadvantages of regeneration in evolution? How do some planarian species manage to restore fully functional limbs and even head and tail?" Rink solves the problem of bilingualism by wearing a different headdress for each language – brightly colored in the national colors. The fact that sometimes he puts on the wrong hat or none at all makes the presentation even more playful.

Dance sessions and cocktails

Finally, on behalf of the Happy Hour Community Rashi Goel and Ninadini Sharma invite all listeners to the New Year's party. They also strive for bilingualism, which demands respect from everyone present. "I promise you, the Happy Hour Community's party will be much, much better than my German," Sharma concludes her short speech with a wink. After the champagne reception with appetizers, the community does its best to keep this promise. With games and cocktails, dance sessions and karaoke, the party goes on – until the early morning. There is only one conclusion: promise fulfilled. (is)





Was auf unserem Institutsgelände lebt

Das *BioDiversum* – *Biotop am Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie* soll im Laufe dieses Jahres Form annehmen. Um die Entwicklung der Biodiversität und damit den Erfolg des Projekts langfristig messen zu können, sind für die kommenden Jahre wiederkehrende Erfassungen von Fauna und Flora geplant. Bereits im vergangenen Frühjahr und Sommer waren vier hochrenommierte Experten bei uns unterwegs, die auch künftig den Status quo für Vögel, Wildbienen, Schmetterlinge, Heuschrecken und Fledermäuse festhalten. Für die *MPIbpc News* haben wir sie um eine kurze Einschätzung der Ergebnisse gebeten.

What lives on our institute's premises

The *BioDiversum* – *Biotope at the Max Planck Institute for Biophysical Chemistry* is to take shape in the course of this year. To be able to measure the development of biodiversity and thus the project's success in the long term, recurring surveys of fauna and flora are planned for the coming years. Last spring and summer we already had four highly renowned experts on site who will also continue to record the status quo for birds, wild bees, butterflies, grasshoppers, and bats. For the *MPIbpc News*, we asked them for a brief assessment of the results.



VÖGEL BIRDS



Der Ornithologe **Michael Corsmann** konnte auf dem Campus 51 Vogelarten nachweisen, 31 von ihnen brüten bei uns. Dabei sind sechs Arten dominant vertreten, sie bilden 50 Prozent der Brutpopulation. Dies sind – angefangen mit der häufigsten Spezies – Mönchsgrasmücke, Amsel, Zilpzalp, Buchfink, Singdrossel und Rotkehlchen. Zu den Arten auf dem Gelände zählen auch 14 gefährdete oder stark gefährdete wie Grauschnäpper und Gartengrasmücke. Insgesamt ist das Artenspektrum durch den umliegenden Wald geprägt, es finden sich nur wenige Arten der offenen Landschaft.

Herr Corsmann, gab es bei der Bestandserfassung Überraschungen?

Nein, eigentlich nicht.

Welche seltenen Arten könnten sich bei uns ansiedeln, wenn wir die richtigen Bedingungen schaffen?

Im Falle eines Gewässers wäre die Ansiedlung von Rohrsängern möglich, natürlich auch von Enten – zunächst Stockenten – und von Teichhühnern. Die Pferdeweide auszumagern, würde die Biodiversität bei den Insekten erhöhen. Dies würde dem Neuntöter zusagen, im Optimalfall auch Wendehals und Wiedehopf – letzterer ist dort schon vor Jahren ein- oder zweimal gesehen worden!

20 Prozent der Vögel, die Sie bei uns gefunden haben, sind Höhlenbrüter. Worauf sollten wir bei der Gestaltung des Biotops achten, um speziell diese Arten zu unterstützen?

Wichtig ist natürlich der Erhalt alter Bäume, auch und gerade, wenn sie schon abgestorben sind. Aber auch geeignete Nisthilfen können helfen. Man müsste sich darüber unterhalten, welche Arten wir fördern wollen. Mir schwebt da beispielsweise der Trauerschnäpper vor.

Ornithologist **Michael Corsmann** identified 51 bird species on campus, 31 of which breed here. The population is dominated by six species that make up 50 percent of the breeding individuals. Those are – starting with the most common species – blackcap, blackbird, chaffinch, song thrush, and robin. The list also includes 14 endangered or highly endangered species such as the spotted flycatcher and the garden warbler. Overall, the population is dominated by the surrounding forest with only a few species of the open landscape being present.

Mr Corsmann, did you find any surprises when recording of species?

No, not really.

Which rare species could stablish themselves here if we create the right conditions?

With a pond on the premises, it would enable reed warblers to live here, and of course also ducks – initially mallards – and pond fowls. Creating a nutrient-poor meadow would increase the biodiversity of insects. This would suit the red-backed shrike, in the best case also the wryneck and the hoopoe – the latter was seen there once or twice a couple of years ago!

20 percent of the birds you found here are cave breeders. What should we in particular pay attention to when designing the biotope to support these species?

It is of course important to preserve old trees, even and especially when they are already dead. But suitable nesting aids can help, as well. We would then have to talk about which species we want to support. I have the pied flycatcher in mind, for example.

WILDBIENEN

Auf dem Gelände fand Biologe **Thomas Fechtler** mit 68 Wildbienen-Arten eine durchaus große Vielfalt trotz überwiegend ungünstiger Bedingungen. 18 Arten stehen auf der landesweiten Roten Liste Niedersachsens, 7 Arten sind sogar bundesweit bestandsbedroht. 10 der vorgefundenen Arten sind auf nur eine Pflanzenfamilie oder gar nur eine Pflanzengattung als Nahrungsquelle spezialisiert.

Herr Fechtler, Sie haben überraschend viele Arten von Wildbienen auf unserem Campus gefunden. Worauf führen Sie das zurück?

Zum einen zeigt das erfasste Artenspektrum das hohe Besiedlungspotenzial des in einem noch relativ strukturreichen Umfeld gelegenen Institutsgeländes. So konnte ich eine hohe Gesamtartenzahl sowie einige seltene und sehr seltene Arten nachweisen, die in noch zufällig vorhandenen Kleinsthabitaten ihr Auskommen finden. Wildbienenarten sind Biotopkomplex-Besiedler, deren Requisiten wie spezifische Nahrungspflanzen, geeignete Niststrukturen oder spezielle Materialien zum Nestbau in räumlicher Nähe zueinander vorkommen müssen. Dabei überbrücken Individuen durchaus Distanzen von einigen hundert Metern zwischen Neststandort und Nahrungspflanze. Optimal ist es natürlich, wenn die Distanzen gering sind. Geeignete Strukturen auf dem Institutsgelände sind zumeist „vergessene, unordentliche Ecken“ – im positiven Sinn bei Wildbienen! – wo sich einheimische Pflanzenarten kleinflächig etablieren und zur Blüte kommen können oder wo kleine Rohbodenstellen an besonnten Böschungen Nistmöglichkeiten bieten.

Wenn Sie so viele Arten gefunden haben: Geht es den Bienen bei uns also so gut, dass wir gar nichts weiter tun müssen?

Für mich überraschend war die hohe Artenzahl und insbesondere das Auftreten von Raritäten, obwohl die Strukturvielfalt auf dem Institutsgelände eher gering war und die Exposition des Geländes keiner besonders wärmebegünstigten Gesamtsituation entspricht. Die meisten, insbesondere die seltenen Arten kamen nur in sehr geringen Individuenzahlen vor, mitunter konnte ich nur Einzelindividuen nachweisen. Bei gezielten und geeigneten Maßnahmen ist davon auszugehen, dass die Wildbienenarten rasch darauf reagieren können, da sie ja bereits vorhanden sind.

Haben Sie sich über eine bestimmte hier gefundene Art ganz besonders gefreut?

Besonders gefreut habe ich mich über den Nachweis beider für Niedersachsen bekannter Langhornbienenarten, der Mai-Langhornbiene (*Eucera nigrescens*) und der Juni-Langhornbiene (*Eucera longicornis*). Obwohl ihre spezifischen Pollenquellen – bestimmte Schmetterlingsblütler – nur in Einzelpflanzen zu finden waren. Beide Arten sind selten beziehungsweise sehr selten. Ebenfalls ihre spezifische Kuckucksbiene, die Langkopf-Wespenbiene, konnte ich nachweisen. Die galt bis vor einigen Jahren noch als ausgestorben oder verschollen für Niedersachsen, konnte inzwischen aber sehr vereinzelt im südlichen Niedersachsen wieder nachgewiesen werden. Sehr bemerkenswert ist der Nachweis der Holz-Blattschneiderbiene (*Megachile ligniseca*), die in Niedersachsen bisher kaum gefunden wurde und auch deutschlandweit stark gefährdet ist. Last but not least möchte ich die Große Schmalbiene (*Lasioglossum majus*) nennen: Ob es sich bei dem Eintier um den Erstnachweis für Niedersachsen handelt, muss noch abgeklärt werden, zumindest habe ich in den mir zur Verfügung stehenden Unterlagen keinen weiteren Nachweis innerhalb Niedersachsens entdecken können.

Mit welcher Maßnahme könnten wir den Bienen am meisten helfen?

Zwei Faktoren sind wesentlich: Das Nistangebot lässt sich verbessern, indem man Rohbodenstellen und Erdsteilwände in mikroklimatisch begünstigter Lage schafft, also bevorzugt an südlich und südwestlich exponierten Stellen. Circa 75 Prozent der einheimischen Wildbienenarten nisten im Boden und sind auf solche Offenbodenstellen angewiesen. Ebenfalls sollte die Nahrungssituation verbessert werden: Die Förderung artenreichen Grünlandes bei möglichst abwechslungsreichem Pflegeregime garantiert über die gesamte Vegetationsperiode blühende Nahrungspflanzen. Die Mischungen sollten reichlich Pflanzenarten für spezialisierte Wildbienen enthalten. Besonders wertvoll sind Ruderalfluren, die auf Schuttflächen entstehen, da diese zahlreiche für seltene Wildbienenarten besonders wertvolle Pollenquellen beinhalten.



WILD BEES



On our institute's premises, biologist **Thomas Fechtler** found a great variety of 68 wild bee species, despite mostly unfavorable conditions. 18 of those are on Lower Saxony's Federal Red List, 7 species are even threatened nationwide. 10 of the species found are specialized in only one plant family or even only one plant genus as a food source.

Mr Fechtler, you found surprisingly many species of wild bees on our campus. What do think is the reason for this?

On one hand, the species' spectrum recorded shows the high colonization potential of the site, which is located in a structurally relatively rich environment. The identified species survive in still existing microhabitats. Wild bees are biotope complex colonizers, who need to find their specific food plants, suitable nesting structures, or special materials for nest construction close to each other. Individuals can bridge distances of several hundred meters between nest and food plant. Of course, short distances are ideal. Suitable structures on the institutes' premises are mostly 'forgotten, messy sites' – in a positive sense for wild bees! – where indigenous plant species can establish themselves in small areas and come to flower or where small raw soil areas on sunny slopes offer nesting possibilities.

As you found so many species: Do we not need to support bees?

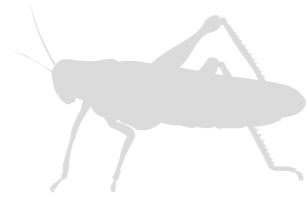
I was surprised by the high number of species and especially by the occurrence of rarities, even though the structural diversity on the campus was rather low and the site does not have a particularly high sun exposure. Most of the species, especially the rare ones, were only found in very small individual numbers, sometimes only single individuals were detected. If targeted and appropriate measures are taken, it can be assumed that the wild bee species will be able to react quickly as they are already present.

Were you particularly pleased about a special species found here?

I was particularly happy about the detection of both long-horn bee species known to Lower Saxony, the scarce long-horned bee (*Eucera nigrescens*) and the long-horned bee (*Eucera longicornis*). Although their specific pollen sources – certain papilionaceous plants – were only found as single plants. Both species are rare or very rare. I could also detect their specific cuckoo bee, the six-banded nomad bee. Until a few years ago, this bee was considered extinct or lost for Lower Saxony, but in the meantime it was very sporadically found again in southern Lower Saxony. It is very remarkable that the wood-carving leafcutter bee (*Megachile ligniseca*) is present, which has hardly been found in Lower Saxony so far and is also highly endangered throughout Germany. Last but not least, I would like to mention *Lasioglossum majus*: Whether this single animal is the first evidence for Lower Saxony has still to be clarified, at least I could not find any further evidence within Lower Saxony in the documents available to me.

Which measures could best help the bees?

Two factors are essential: Nesting can be improved by creating raw soil sites and steep earth walls in microclimatically favorable locations, preferably in areas exposed to the south or south-west. About 75 percent of the native wild bee species nest in the ground and depend on such open ground sites. The food situation should also be improved: Promoting species-rich grassland with varied care guarantees flowering food plants throughout the entire vegetation period. Mixtures should contain plenty of plant species for specialized wild bees. Ruderal vegetation, which develops on rubble areas, is particularly valuable, as it contains numerous pollen sources that are particularly valuable for rare wild bee species.



SCHMETTERLINGE HEUSCHRECKEN

Heuschrecken und Falter fand Fachmann **Gerd Brunken** fast ausschließlich auf der ehemaligen Pferdeweide im Nordosten des Institutsgeländes, und dort vor allem auf den Disteln. Unter den 21 Schmetterlingsarten, die jeweils mit nur relativ wenigen Individuen nachgewiesen werden konnten, war das Große Ochsenauge (*Maniola jurtina*) dominant. Außerdem kamen das Kleine Wiesenvögelchen (*Coenonympha pamphilus*) sowie der Gemeine Bläuling (*Polyommatus icarus*) häufiger vor. Die wenigen Heuschrecken-Arten hingegen bevölkerten die Weide im Sommer zu Tausenden, vorherrschend war der Weißrandige Grashüpfer (*Chorthippus albomarginatus*).

Herr Brunken, Sie haben auf unserem Gelände nur relativ wenige und außerdem Allerwelts-Arten von Schmetterlingen und Heuschrecken gefunden. Hat Sie das überrascht?

Das stimmt nicht so ganz. Unter den Tagfaltern waren schon ein paar durchaus bemerkenswerte Arten. Für die Heuschrecken stimmt die Anmerkung allerdings. Ich hatte bei dieser Gruppe auch kein größeres Artenspektrum erwartet, weil es in dem Untersuchungsgebiet keine Lebensräume gibt, in denen seltene Heuschreckenarten üblicherweise leben. Bei den Tagfaltern hatte ich mir schon die eine oder andere Art über das gefundene Spektrum hinaus erhofft.

Manche ansonsten häufige Schmetterlingsart fehlt in ihrem Bericht, zum Beispiel der Kleine Fuchs. Woran könnte das liegen?

Der Kleine Fuchs hatte ein extrem schlechtes Jahr 2019. Das gilt mit leichten Einschränkungen zum Beispiel auch für die drei häufigen Weißlinge. Admirale traten vermehrt erst im Spätsommer und Herbst auf, als keine Nahrungspflanzen für die Imagines – die erwachsenen Schmetterlinge – mehr vorhanden waren.

Profitieren Heuschrecken und Schmetterlinge von der Anlage eines Teichs?

Nein. Libellen würden sich allerdings sehr schnell ansiedeln.

Können auch flugunfähige Insekten größere Distanzen überwinden und sich hier ansiedeln?

Es gibt Heuschreckenarten, die im Prinzip flugunfähig sind. Einige dieser Arten bilden aber auch langflügelige Individuen aus, die gut fliegen und so auch längere Strecken zurücklegen können. Grundsätzlich überwinden auch flugunfähige Insekten größere Entfernungen, zum Beispiel durch Winddrift oder auch durch Verfrachtung entlang von Verkehrslinien.

BUTTERFLIES GRASSHOPPERS

Gerd Brunken found grasshoppers and butterflies almost exclusively on the former horse pasture in the north-east of the institute's premises, and there in particular on thistles. Among the 21 butterfly species that were each detected with relatively few individuals, the meadow brown (*Maniola jurtina*) was dominant. In addition, the common blue (*Polyommatus icarus*) and the small heath (*Coenonympha pamphilus*) were more common. The few grasshopper species, on the other hand, populated the pasture by thousands in summer, the dominant species being the lesser marsh grasshopper (*Chorthippus albomarginatus*).

Mr Brunken, you have found relatively few and common species of butterflies and grasshoppers on our property. Did that surprise you?

Well, that's not quite true. Among the butterflies, there were some quite remarkable species. For the grasshopper, however, the observation is correct. I had not expected a larger species spectrum in this group because there are no habitats in the study area where rare grasshopper species usually live. In terms of butterflies I had hoped for one or the other species beyond the spectrum found.

Some otherwise common butterfly species are missing in your report, for example the small tortoiseshell. What could be the reason for this?

The small tortoiseshell had an extremely bad year 2019, which is also true – with slight limitations – for the three common pieridae, for example. Red admirals started to appear no earlier than late summer and autumn, when there were no food plants left for the imagines – the adult butterflies.

Do grasshoppers and butterflies benefit from the creation of a pond?

No. Dragonflies, however, would establish themselves very quickly.

Can flightless insects travel greater distances to establish themselves here, as well?

There are grasshopper species that are, in principle, unable to fly. However, some of these species also produce long-winged individuals that fly well and can thus cover longer distances. In general, insects that are unable to fly can also travel far for example, by wind drift or by being transported along traffic routes.



FELDERMÄUSE

Fledermaus-Experte **Jürgen Rommelmann** konnte die Rufe von sieben Fledermaus-Arten auf dem Institutsgelände nachweisen, die alle auf der Roten Liste stehen. Vorwiegend flogen hier die auch deutschlandweit am häufigsten vorkommende Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) und die ihr eng verwandte Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*). Quartiere fand Rommelmann keine.

Herr Rommelmann, sieben Fledermausarten haben Sie auf dem Gelände erfasst – das klingt erst einmal ganz beeindruckend. Sehen Sie das auch so?

Aus ökologischer Sicht ein erfreuliches Ergebnis, das die schon bestehende Heterogenität des Geländes widerspiegelt. Zwar dominierte die in Deutschland weit verbreitete Zwergfledermaus, aber die Nachweise der übrigen Arten zeigen, dass es sich um ein attraktives Jagdrevier für viele Arten handelt.

Was können wir tun, damit Fledermäuse bei uns Quartier beziehen?

Ich bin mir sicher, dass schon Sommerquartiere in den naturnahen Baumstrukturen bestehen. Der sichere Nachweis erfordert aber oft einen deutlich höheren methodischen Aufwand mit Netzfang und Telemetrie. Zusätzlich würde aber auch die Anbringung von Fledermauskästen das Quartierangebot verbessern.

Bedeutet mehr Insekten auf dem Institutsgelände automatisch mehr Fledermäuse?

Sicher, denn wie überall, wo es viel Nahrung gibt, finden sich auch entsprechend viele Nahrungsgäste ein. Insofern ist eine vielfältige und individuenreiche Insektenfauna auch ein Anziehungsgrund für Fledermäuse.



BATS

Bat expert **Jürgen Rommelmann** was able to record the calls of seven bat species on campus, all of which are on the Red List. The most common bat flying here was the common pipistrelle (*Pipistrellus pipistrellus*), which is also the most common bat in Germany, and the closely related soprano pipistrelle (*Pipistrellus pygmaeus*). Rommelmann found no bat quarters.

Mr Rommelmann, you have recorded seven species of bats on site – that sounds quite impressive. Do you agree?

From an ecological point of view, this is a pleasing result that reflects the already existing heterogeneity of the site. Although the common pipistrelle, which is widespread in Germany, dominated, the presence of other species shows that this is an attractive hunting ground for many species.

What can we do to ensure that bats find quarters here?

I am sure that summer quarters already exist in the natural tree structures. However, reliable detection often requires a much higher methodological effort with nets and telemetry. In addition, the installation of bat boxes would also improve the range of quarters on offer.

Do more insects on the institute premises automatically mean more bats?

Sure, if there is a lot of food, there is a correspondingly large number of predators. In this respect, a diverse and rich insect fauna is also attractive for bats.

Interviews: cr, fk, is, jp

Geht das auch nachhaltiger?

Ressourcen schonen und unsere Lebensgrundlagen erhalten: Nachhaltigkeit als Handlungsprinzip wird immer wichtiger. Auch am MPI-BPC hat sich im vergangenen Jahr eine Initiative dazu gegründet.

Das Thema geht uns alle an und wir müssen uns mehr Gedanken darüber machen, wie wir am Institut Verpackungsmüll bei Bestellungen vermeiden und uns nachhaltiger aufstellen können“, sagt Dirk Görlich, der schon während seiner Zeit als Geschäftsführender Direktor das Thema stark unterstützt hat. Auch seine Nachfolgerin Marina Rodnina befürwortet diese Linie. Kein Wunder also, dass sich im vergangenen Jahr am Institut eine *Initiative zur Nachhaltigkeit* formiert hat.

Eine gute Ausgangsbasis

Schon seit zwei Jahren können Mitarbeiter kostenlos die institutseigenen E-Bikes nutzen. Zudem steht für Stadtfahrten ein Elektroauto zur Verfügung. Zusammen mit den vergünstigten Jahreskarten der Göttinger Verkehrsbetriebe ist besonders in Sachen Mobilität schon einiges erreicht. Das gilt auch für andere Bereiche: „Es existiert bereits ein gutes Abfalltrennsystem, das jedoch vielen Institutsangehörigen nicht bekannt ist“, erklärt Liegenschaftsleiter Rüdiger Wiegand. Auch über solche Dinge möchte die Nachhaltigkeitsinitiative aufklären. „Jeder kann auf seine eigene Weise einen Beitrag leisten“, betont auch Johannes Pauly, der gemeinsam mit Ulrike Gerischer die Initiative am MPI-BPC vorantreiben möchte. „Das fängt schon beim Mülltrennen an.“

An vielen MPI haben sich in jüngster Zeit Gruppen dieser Art gebildet. Daraus ist eine Graswurzelbewegung entstanden, das *Max Planck Sustainability Network* (MPSN). Gerischer reiste zur ersten Versammlung des Netzwerkes im Mai 2019 in Magdeburg, dem sich inzwischen mehr als 300 Personen aus über 60 Instituten der MPG angeschlossen haben. Auch mit dem MPSN befindet sich die Initiative in regem Austausch.

Neue Projekte sind auf dem Weg

Manche Idee birgt das Potenzial, nicht nur Ressourcen zu schonen, sondern auch Betriebskosten: Wo lässt sich Energie einsparen? Wie können wir Müll und Verpackungsmaterial oder Versand- und Transportkosten reduzieren? Besonders letztere Frage hat auch die Entscheidung beeinflusst, den zentralen Einkauf ausgewählter Büromaterialien wieder einzuführen. Stephan Höfer, Leiter des Einkaufs, hat noch weitere Ideen: „Wir bekommen aktuell von manchen Abteilungen bis zu fünf Bestellungen pro Tag allein für einen Lieferanten, die dann auch fünf einzelne Lieferungen zur Folge haben“, sagt er. Aus Gründen der Nachhaltigkeit sei es sinnvoll, Bedarfe zu bündeln und im E-Procurement sogenannte Teameinkaufswagen anzulegen. Eine ausführliche

Anleitung dazu ist auf der Nachhaltigkeitsseite im Intranet zu finden (siehe unten).

Auf immer mehr Papierhandtuchspendern leuchten Aufkleber, die den Toilettenbesucher fragen: „Wieviel Papier brauchst du wirklich?“ Auch das ist der Initiative zu verdanken. „Wer in seiner Abteilung noch Spender ohne Aufkleber findet, kann sich gern an mich wenden“, erklärt Pauly, aus dessen Feder der Entwurf stammt.

Das Kantinesteam findet das Thema ebenfalls wichtig und hat schon lange Wegwerfbecher aus dem Verkauf verbannt. Seit Kurzem haben Kantine und Espresso-Bar zudem auf Recycling-Servietten umgestellt – und mehr vegane Gerichte landen auf der Speisekarte. „Uwe Krüger ist immer sehr offen für neue Ideen“, lobt Pauly den Kantinenchef. Inzwischen prüfe dieser zudem den Einsatz von fair produziertem Kaffee für Espresso-Bar und Kantine. Einige Abteilungen haben die Kaffeeversorgung in der Gemeinschaftsküche bereits umgestellt, andere testen den Einsatz von Recycling-Druckerpapier in den Büros. „Uns ist besonders wichtig, dass wir das Thema niemandem aufzwingen wollen, sondern durch gute Argumente, Wirtschaftlichkeit und Umsetzbarkeit unser Institut nachhaltiger gestalten“, betont Pauly.

Unterstützer willkommen

„Wir arbeiten noch an der Umsetzung vieler weiterer Ideen, aber jede neue Anregung ist uns willkommen, ob sie nun aus den Laboren, den Büros oder dem technischen Service kommt“, fügt Pauly hinzu. Aber natürlich reichen gute Ideen nicht aus, man muss sie auch umsetzen. „Wir freuen uns sehr über jede Unterstützung, kommen Sie vorbei, sprechen Sie uns an oder schreiben Sie uns eine E-Mail.“ (is)

Sie wollen sich engagieren?

Die *Initiative für Nachhaltigkeit* trifft sich regelmäßig alle vier bis acht Wochen. Hier tauschen sich Institutsangehörige über das Thema aus, planen Maßnahmen und suchen weitere Ideen, wie sich der Arbeits- und Forschungsalltag nachhaltiger gestalten lässt.

- **Ansprechpartner:** Ulrike Gerischer und Johannes Pauly
- **Mailverteiler:** sustainability-mpibpc@mpibpc.mpg.de
- **Alle Infos im Intranet:** <https://intranet.mpibpc.mpg.de/Nachhaltigkeit>

How can we be more sustainable?

Saving resources and maintaining our livelihoods: Sustainability as a key concept is becoming increasingly important. Last year, the MPI-BPC also launched an initiative to promote this topic.

Sustainability concerns us all and we need to think more about how we can avoid packaging waste when placing orders and how we can make our institute more sustainable“, says Dirk Görlich, who already strongly supported the topic during his time as Managing Director. His successor Marina Rodnina also supports this line. Therefore, it is no wonder that the *Initiative for Sustainability* was formed at the institute last year.

A good starting point

For two years now, employees have been able to use the institute’s own e-bikes free of charge. In addition, an electric car is available for city rides. Together with the discounted annual season tickets in Göttingen’s public transport, a lot has already been achieved, especially in terms of mobility. This also applies to other aspects of sustainability: “A good waste separation system already exists, but many institute members are not aware of it,” facility manager Rüdiger Wiegand explains. The sustainability initiative also wants to inform about such things. “Everyone can make a contribution in their own way,” emphasizes Johannes Pauly, who together with Ulrike Gerischer would like to drive the initiative forward. “It already starts with waste separation.”

Groups of this kind have recently formed at many MPIs. This has given rise to a grassroots movement, the *Max Planck Sustainability Network* (MPSN). Gerischer traveled to the first network meeting in May 2019 in Magdeburg, which has since been joined by more than 300 people from over 60 institutes of the Max Planck Society. Our initiative is also in active exchange with the MPSN.

New projects are on the way

Some ideas have the potential to save not only resources but also operating costs: Where can we save energy? How can we reduce waste and packaging material or shipping and transport costs? The latter question in particular has also influenced the decision to reintroduce central procurement of selected office materials. Stephan Höfer, head of purchasing, has more ideas: “We currently receive up to five orders per day from some departments for one supplier alone, which then results in five individual deliveries,” he says. For reasons of sustainability, it makes sense to bundle orders and create so-called team shopping carts in e-procurement. Detailed instructions can be found on the sustainability page in the intranet (see below).

Stickers on more and more paper towel dispensers in the restrooms ask: “How much paper do you really need?” This is also thanks to the initiative. “Anyone who can still find

dispensers in their department without stickers is welcome to contact me,” explains Pauly, who created the design.

The cafeteria team also finds the topic important and has long since banned disposable cups from sale. Recently, the canteen and espresso bar have also switched to recycled napkins – and more vegan dishes are appearing on the menu. “Uwe Krüger is always very open to new ideas,” Pauly praises the canteen manager. Now he is also checking the use of fairly produced coffee for the espresso bar and canteen. Some departments have already changed the coffee supply in their kitchen to fair trade products, while others are testing the use of recycled printer paper in their offices. “It is very important to us that we do not impose the issue on anyone, but rather make our institute more sustainable through good arguments, cost-effectiveness, and practicability,” Pauly stresses.

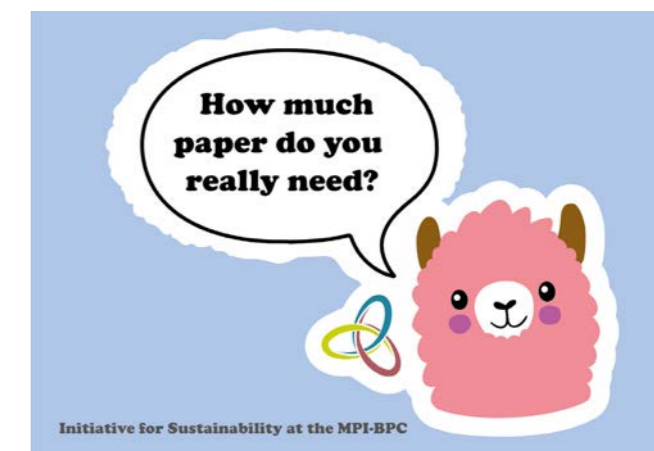
Help is welcome

“We are still working on implementing many more ideas, but we welcome every new suggestion, whether it comes from the labs, the offices, or the technical service,” adds Pauly. But, of course, good ideas are not enough; you have to implement them. “We are very happy about every support, please come by, give us a call, or send us an e-mail.” (is)

Do you want to get involved?

The *Initiative for Sustainability* meets regularly every four to eight weeks. This is where institute members exchange views, plan measures, and seek further ideas on how to make everyday work and research more sustainable.

- **Contact:** Ulrike Gerischer and Johannes Pauly
- **Mailing list:** sustainability-mpibpc@mpibpc.mpg.de
- **All information on the intranet:** <http://intranet.mpibpc.mpg.de/Sustainability>



Das ist Ihre Meinung zu den MPIbpc News

Im November hatten wir Sie darum gebeten, an unserer Umfrage zu den MPIbpc News teilzunehmen. Wir wollten herausfinden, was Sie von unserem Institutsmagazin halten, was wir besser machen können, was Sie sich wünschen. Nicht ganz ohne Hintergedanken – denn wir wollen die MPIbpc News weiterentwickeln. Hier fassen wir zusammen, was wir von Ihnen erfahren haben.

Über 200 Mitarbeiter haben sich Zeit genommen, die zahlreichen Fragen zu beantworten – dafür unseren ganz herzlichen Dank! Die rege Teilnahme war wichtig, um ein einigermaßen repräsentatives Meinungsbild zu erhalten. Dass die Ergebnisse nicht unbedingt die Ansichten aller Kollegen widerspiegeln, ist uns bewusst. Wir gehen davon aus, dass vor allem jene unter Ihnen an der Umfrage teilgenommen haben, die die MPIbpc News lesen oder wenigstens ab und an aufschlagen.

Die MPIbpc News – eine wichtige Informationsquelle für Mitarbeiter

Erfreut konnten wir feststellen, dass unser Mitarbeiter-Magazin für die Befragten neben Rundmails die wichtigste Quelle für Neuigkeiten am Institut ist. Entsprechend gründ-

lich werden sie gelesen: 75 Prozent gaben an, die MPIbpc News regelmäßig aufzuschlagen, Wissenschaftler ebenso wie Mitarbeiter aus der Verwaltung, den Werkstätten und anderen Service-Einrichtungen. Das ist für uns eine wichtige Nachricht, denn sie zeigt, dass wir diese zwei sehr unterschiedlichen Zielgruppen ähnlich gut erreichen. Allerdings geht aus zahlreichen Kommentaren hervor, dass sich viele eine aktuellere Berichterstattung wünschen, insbesondere, was interne Informationen anbelangt. Diese hat in den letzten Jahren tatsächlich zunehmend gelitten, da wir die MPIbpc News aus zeitlichen Gründen nicht mehr monatlich herausgeben können. Wir haben erste Ideen, wie wir mit unserem Magazin wieder aktueller werden können.

Unsere Leser interessieren sich am meisten für die allgemeinen Neuigkeiten und Interviews, Reportagen sowie

allgemeinverständliche Artikel zu unserer Forschung. Auch die Personalia – wer verlässt das Institut, wer kommt neu hinzu? – erfreuen sich großer Beliebtheit.

Der Forschungsbericht, seit Gründung der MPIbpc News 1995 eine Institution, wird insbesondere von Wissenschaftlern viel gelesen: Drei Viertel bekundeten hier großes Interesse. Doch auch die Mitarbeiter aus anderen Bereichen des Instituts beschäftigen sich mit Forschungsthemen. Jeweils gut 40 Prozent gaben an, den Forschungsbericht sowie Interviews und Porträts über Wissenschaftler gerne zu lesen. Vom Forschungsbericht wünschen sich jedoch viele, dass er allgemeinverständlicher geschrieben sein sollte, sodass ihn auch jene Leser verstehen, die mit dem Thema nicht vertraut sind. Pressemitteilungen, die wir ebenfalls in den MPIbpc News veröffentlichen, sind für beide Gruppen deutlich weniger relevant – vermutlich, da viele sie bereits auf unserer Webseite sehen und dort lesen.

Eindeutiger Wunsch: alles zweisprachig

Wie man angesichts der vielen an unserem Institut vertretenen Nationalitäten und damit Sprachen schon vermuten konnte, wünschen sich die Mitarbeiter ein komplett zweisprachiges Magazin. Wir schreiben bereits die meisten Artikel sowohl auf Deutsch als auch auf Englisch; bei den übrigen Texten entscheiden wir je nach Thema, auf welcher Sprache sie erscheinen. Das klare und nachvollziehbare Votum pro Zweisprachigkeit sehen wir als Auftrag, die Mehrarbeit zu investieren und mittelfristig die MPIbpc News komplett in beiden Sprachen zu veröffentlichen.

Das ist umso wichtiger, als die Umfrage auch zeigt, dass wir Mitarbeiter, die kein Deutsch sprechen, mit den MPIbpc News offenbar kaum erreichen: Lediglich zwei Prozent der

Umfrage-Teilnehmer gaben an, nur Englisch zu verstehen. Hier wollen wir besser werden!

Bemerkenswerte 84 Prozent der Befragten sind bereits drei Jahre oder länger am Institut, 55 Prozent sogar schon länger als 10 Jahre. Diese Gruppe interessiert sich verständlicherweise auch am meisten für das Leben und die Vorgänge hier und liest daher eher die MPIbpc News. Im Umkehrschluss lässt dies vermuten, dass wir nur wenige Leser unter jenen Mitarbeitern haben, die erst seit Kurzem hier arbeiten oder die nur einige Jahre bleiben. Eines unserer Ziele ist es, diese Gruppe im Magazin besser einzubinden.

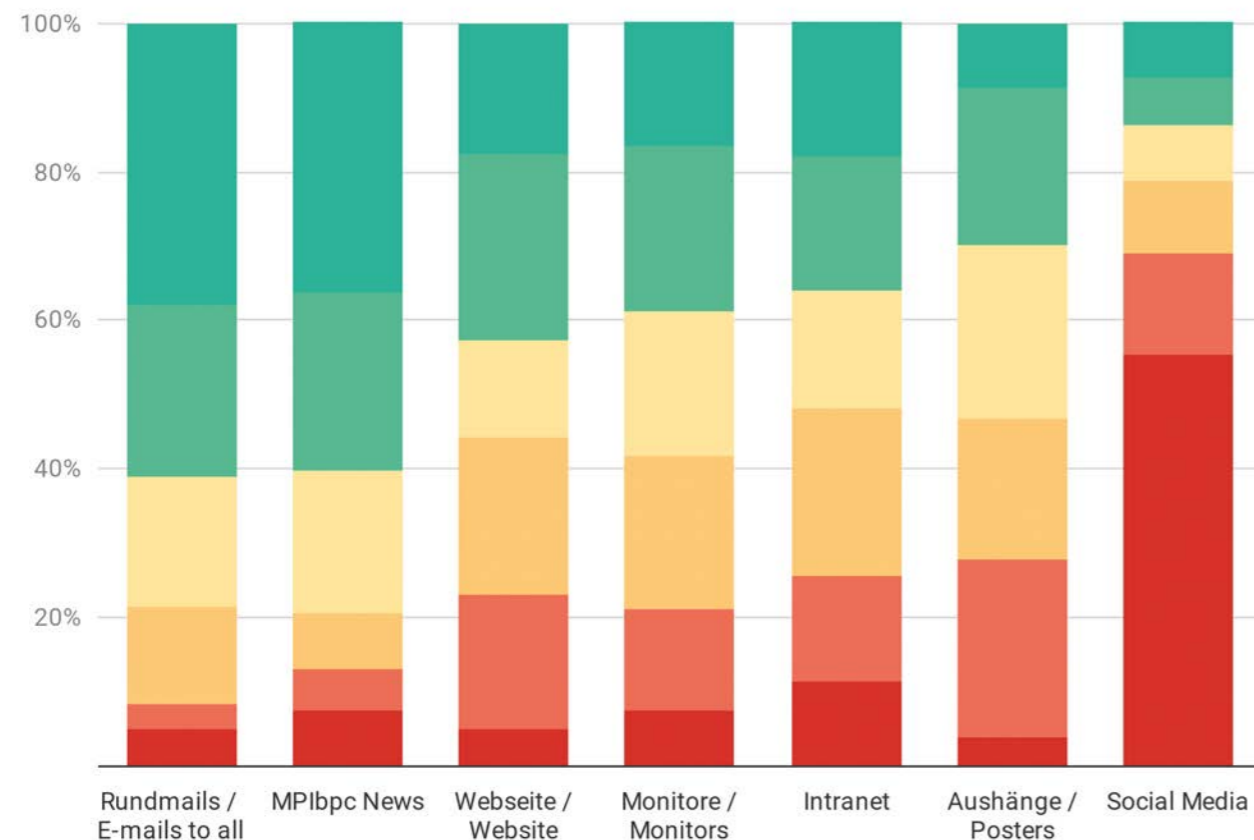
Gedrucktes Magazin oder PDF?

Bei der Frage nach dem Format, in dem Sie das Institutsmagazin gerne lesen möchten, scheiden sich die Geister. Gut die Hälfte gab an, die gedruckte Ausgabe zu bevorzugen. Andererseits sind lediglich 16 Prozent überzeugt, die MPIbpc News nicht mehr lesen zu wollen, sollten diese nur noch digital erscheinen. Etwa ein Drittel war diesbezüglich unschlüssig. Außerdem erreichten uns zahlreiche Kommentare, die sich im Sinne der Nachhaltigkeit eine Umstellung auf ein rein digitales Magazin wünschen.

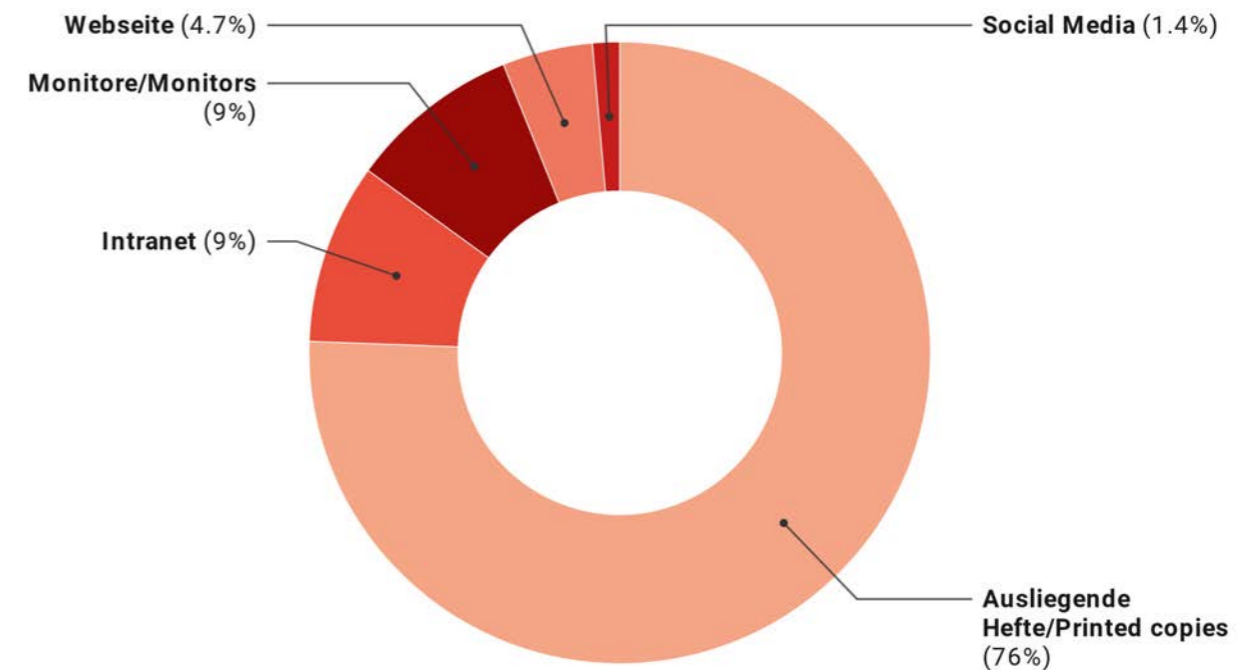
Natürlich gab es auch zahlreiche Wortmeldungen zu weiteren Themen. Einerseits haben wir viel positives Feedback erhalten. Kritik gab es natürlich auch, und das meistens erfreulich konstruktiv. Wir freuen uns sehr über die zahlreichen Anregungen und Vorschläge, die wir alle sorgfältig prüfen werden. Denn so viel sei an dieser Stelle bereits verraten: Wir werden das Konzept der MPIbpc News demnächst grundlegend überarbeiten, denn es ist in die Jahre gekommen und wir wollen unser Magazin fit machen für die Zukunft. Wohin die Reise geht, werden Sie in einer der nächsten Ausgaben erfahren! (fk)

Welche Infokanäle nutzen Sie? / Which information channels do you use?

1 (gar nicht/not at all) 2 3 4 5 6 (sehr oft/very often)



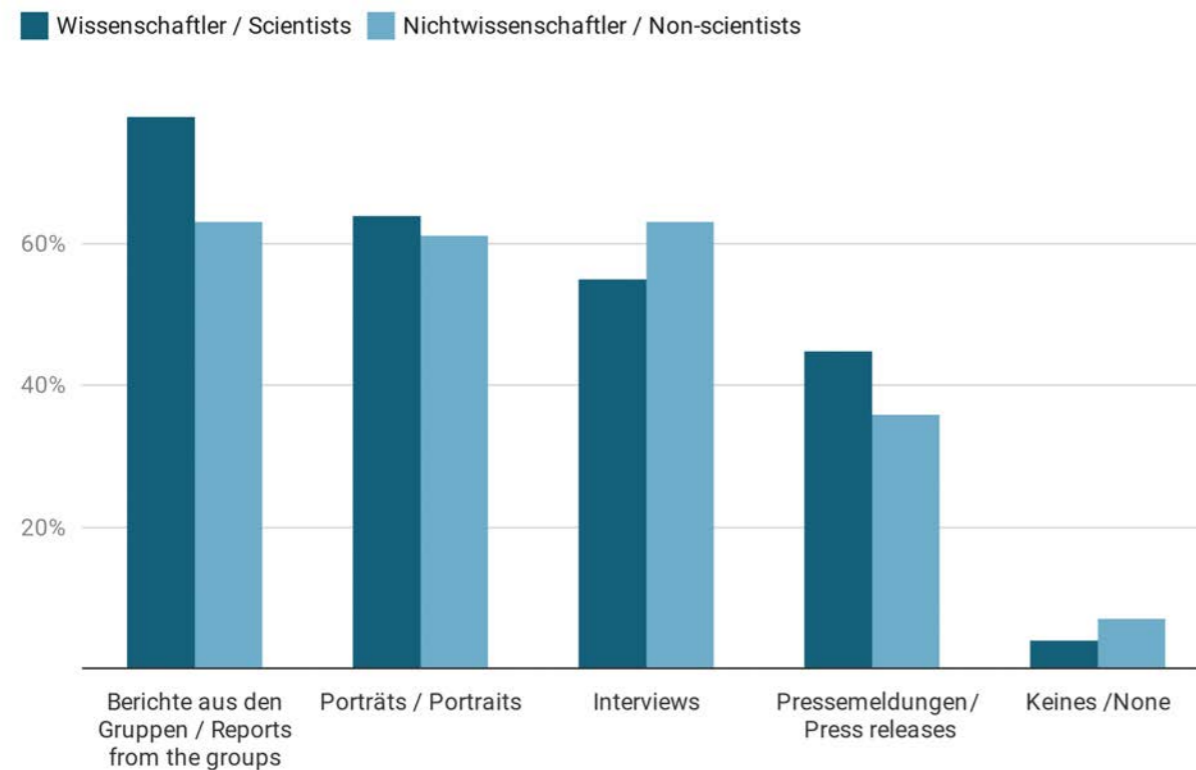
Wie werden Sie auf eine Ausgabe aufmerksam? / How do you take notice of a new MPIbpc News issue?



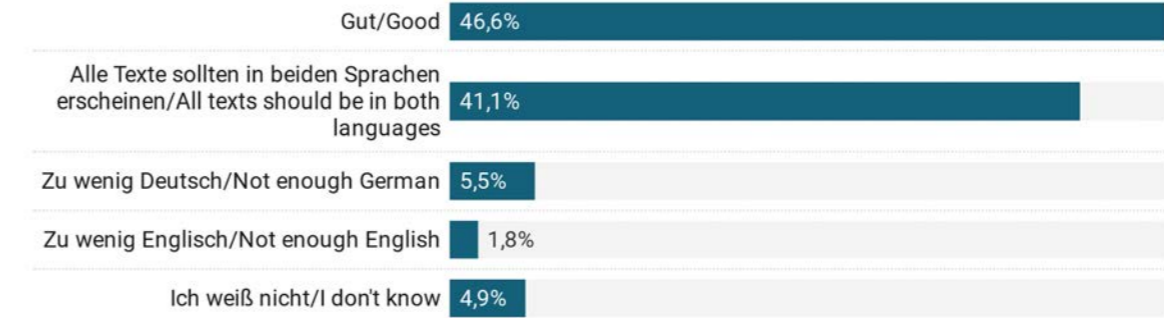
Wie regelmäßig und ausführlich lesen Sie die MPIbpc News? / How often and how detailed do you read the MPIbpc News?



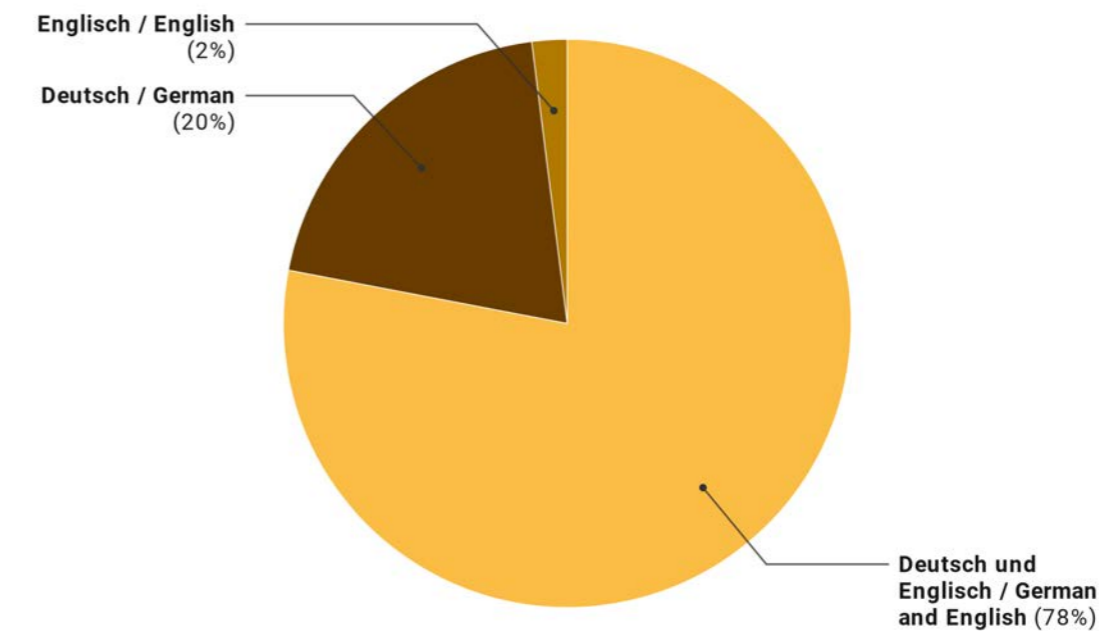
Welche Formate für wissenschaftliche Texte lesen Sie besonders gern? / Which formats for scientific texts do you particularly enjoy reading?



Wie beurteilen Sie die sprachliche Ausgewogenheit? / How do you rate the linguistic balance?



Welche Sprache sprechen Sie? / Which language do you speak?



Ausgewählte Kommentare:

- »Es transportiert ein Gemeinschaftsgefühl und eines des Dazugehörens. Gute Arbeit!«
- »Ich nutze diese Hefte auch oft zu Informationszwecken für Praktikanten (Schülerpraktikanten).«
- »Danke an das gesamte Team der News. Ihr macht einen tollen Job!«
- »Die MPIbpc news verbindet und connected Menschen quer über den Campus.«
- »Es ist toll, dass es die Zeitung für unser Institut gibt! Es fördert ganz sicher die Zusammengehörigkeit unter den Mitarbeiter*innen.«
- »Ich erfahre auch mal etwas über andere Gruppen, mit denen ich sonst keinen Kontakt habe.«
- »Mir gefällt die ansprechende Optik. Gleichsam stellt es eine Wertschätzung der Mitarbeiter wie auch eine Informationsplattform dar.«
- »Es ist klar, dass hier viel Arbeit reingeht, und ich bin mir nicht sicher, ob die News für den Aufwand breit genug am Institut gelesen werden.«
- »Echte Trennung zwischen internem Newsletter und Magazin. Konsequente Zweisprachigkeit.«
- »Die MPIbpc News sind eine Institution. Weitermachen!«
- »Ich finde, eine digitale Ausgabe würde völlig ausreichen oder die gedruckte Ausgabe sollte reduziert werden.«
- »Reine News auch tatsächlich nur als News, sprich: kurz und knackig, mehrere auf einer Seite. Nur Portraits, Erzähl- und Erklärungsgeschichten lang.«

Selected comments:

- »It really transmits a community feeling and one of belonging. Good job!«
- »I use the magazine often for information purposes for interns (pupil interns).«
- »Thanks to the whole News team. You are doing a great job!«
- »The MPIbpc News connects people across the campus.«
- »It is great to have this newspaper for our institute! It definitely fosters the community spirit among the employees.«
- »This way I sometimes learn something about other groups that I have no contact with otherwise.«
- »I like the appealing appearance. At the same time, it represents an appreciation for the employees and an information platform.«
- »I think a digital newsletter would be completely sufficient or the printed issue should be reduced.«
- »The „MPIbpc News“ is an institution. Continue!«
- »It is clear that much work goes into this, and I am not sure whether the News is read broadly enough at the institute to be worth the effort.«
- »True separation of internal newsletter and magazine. Consequent bilingualism.«
- »Pure news and indeed only news, meaning: short and to the point, numerous on one page. Only portraits, narrative and explanatory stories long.«

This is your opinion about the *MPIbpc News*

In November, we invited you to participate in our survey on the *MPIbpc News*. We wanted to know what you think about our institute magazine, what we can do better, what we should do different. Not without ulterior motives: We want to develop the *MPIbpc News* further. Here, we summarize what you have told us.

More than 200 colleagues have taken the time to answer the numerous questions – a big thank you to everyone for this! The good participation was important to obtain reasonably representative results. We are aware that the data does not necessarily reflect the views of all colleagues, and we assume that primarily those of you participated in the survey who read the *MPIbpc News* or at least pick it up from time to time.

The *MPIbpc News* – an important source of information

We were pleased to find out that – besides general emails to all – our institute magazine is the most important source of news at the MPI-BPC for the respondents. Correspondingly, they are read quite thoroughly: 75 percent indicated that they regularly read at least individual articles, scientists and employees from the administration, workshops, and other facilities alike. This shows us that we reach these two very different target groups equally well. However, it becomes clear from numerous comments that many people would prefer more up-to-date reporting, especially when it comes to internal information. This has indeed suffered increasingly in recent years, as we can no longer publish the *MPIbpc News* monthly due to time constraints. However, we have ideas how to get our magazine more up-to-date again.

Our readers are most interested in general news and interviews as well as in features and generally understandable articles about our research. Also the staff issues – who is leaving the institute, who is joining us? – are among the favorites.

The research report, which has been an institution ever since the *MPIbpc News* was founded in 1995, is particularly popular with scientists: Three-quarters expressed great interest. But also colleagues from other areas of the institute read articles on our research: 40 percent indicated to enjoy reading the research report, and the numbers are equally high for interviews or portraits of scientists. Many, however, criticize that the research report is not understandable for a broader audience lacking background on the topic. Press releases, also published in the *MPIbpc News*, are much less relevant to both groups – likely this is because many people already see and read them on our website.

When asked whether they miss a specific topic in the *MPIbpc News*, the participants most frequently named general information about new developments and changes at the institute, issues particularly relevant to PhD students and postdocs, as well as more articles about non-scientists and the non-scientific groups of the MPI-BPC.

Clear wish: complete bilingualism

As one could already assume in view of the many nationalities and thus languages at our institute, there is a general wish to have a completely bilingual magazine. We already write most of the articles in both German and English; for the remaining texts, we decide depending on the target audience. We see the clear and comprehensible vote in favor of bilingualism as a mandate to invest the extra work and to publish the *MPIbpc News* completely in both languages in the medium term.

This is all the more important as the survey shows that apparently we hardly reach employees who do not speak German: Only two percent of respondents indicated that they only understand English. Here, we want to do better!

A remarkable 84 percent of the survey participants have been at the institute for three years or more, and 55 percent started working here more than 10 years ago. It is only natural that this group is most interested in life and what is going on at our institute and thus tends to read the *MPIbpc News* more often. Conversely, this suggests that we have few readers among those colleagues who started working here only recently or who only stay for a short while. One of our goals is to get these people more involved in the magazine.

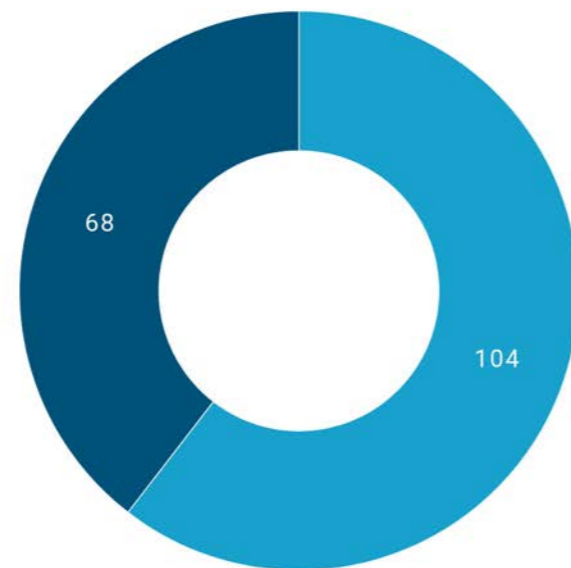
Printed magazine or PDF?

Opinions differ when it comes to the format in which people would like to read the institute magazine. On the one hand, a good half of the respondents indicated a preference for the printed issue. On the other hand, only 16 percent are convinced that they would no longer read the *MPIbpc News* if it only appeared in digital form. About one third were undecided. In addition, we received numerous comments that would like to see a switch to a purely digital magazine in the interest of sustainability.

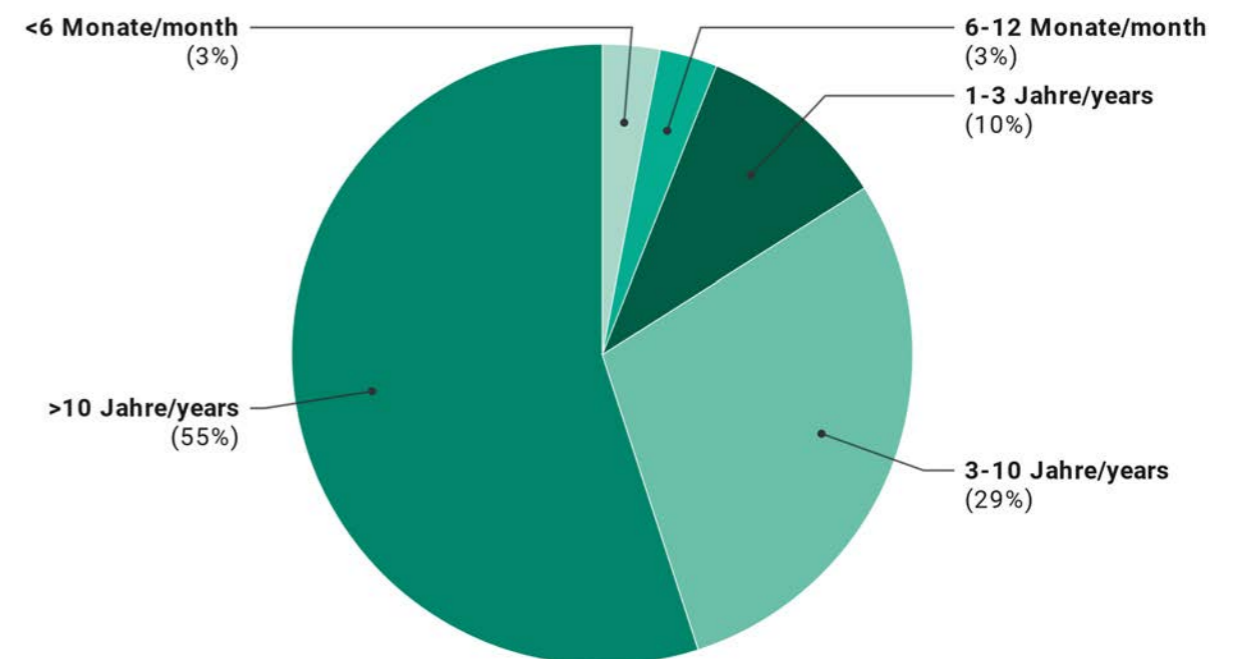
There were of course various remarks on other topics, as well. We were pleased to receive a lot of positive feedback. Naturally, there was also criticism, most of it very helpful and constructive. We are grateful for the numerous suggestions and proposals and will examine carefully whether and how we can implement them. For this much we can divulge: We will fundamentally revise the *MPIbpc News*' concept soon. It is getting on in years and we want to make our magazine fit for the future. You will find out where we are heading in one of the next issues! (fk)

In welchem Bereich sind Sie tätig? / In which area are you working?

- Wissenschaftlicher Bereich / Scientific area
- Nichtwissenschaftlicher Bereich / Non-scientific area



Wie lange sind Sie schon am Institut? / How long have you been at the institute?



IMPRESSUM

Redaktionsleitung

Carmen Rotte (cr), Tel. 1304

Redaktion

Frederik Köpper (fk), Tel. 1310

Johannes Pauly (jp), Tel. 1308

Carmen Rotte

Iris Schaper (is), Tel. 1330

Layout

Johannes Pauly

Fotos/Grafiken

Irene Böttcher-Gajewski (ibg), Tel. 1135

Johannes Pauly

Hartmut Sebesse (hs), Tel. 1580

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
pr@mpibpc.mpg.de

