



AUS DER FORSCHUNG DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT RESEARCH INSIGHTS FROM THE MAX PLANCK SOCIETY

66

**FORSCHUNGS-
MELDUNGEN**
RESEARCH
NEWS

78

**PRIVATE FORSCHUNGS-
FÖRDERUNG**
PRIVATE RESEARCH
FUNDING

80

**TECHNOLOGIE
TRANSFER**
TECHNOLOGY
TRANSFER



FORSCHUNGS MELDUNGEN RESEARCH NEWS 2018

An die 15.000 Publikationen werden jedes Jahr von Max-Planck-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftlern veröffentlicht. 150 davon haben wir im vergangenen Jahr mit einer Forschungsmeldung in den zentralen Medien der Max-Planck-Gesellschaft begleitet. Eine Auswahl von zwölf besonders interessanten Forschungsmeldungen stellen wir hier vor.

About 15,000 publications are published each year by Max Planck scientists. Last year, 150 of these were accompanied by a research news in the central media of the Max Planck Society. Here we present a selection of twelve particularly interesting research news.

1

Wirbelstürme im Herzen Maelstroms in the heart

(Nature, 21. Februar 2018)

Ein internationales Team von Forschern hat eine diagnostische Methode vorgestellt, mit der sich das Flimmern des Herzmuskels mit einem gängigen Ultraschallgerät zeitaufgelöst in drei Dimensionen und damit viel genauer untersuchen lässt, als dies im Patienten bisher möglich war. Die neue diagnostische Methode wird helfen, die Therapie des Kammerflimmerns und möglicherweise auch des Vorhofflimmerns effektiver zu gestalten. Das bessere Verständnis der Fibrillation, das sich mit dem Verfahren erzielen lässt, dürfte dazu beitragen, die Entwicklung der Niedrigenergie-Defibrillation voranzutreiben. Dabei sollen schwächere, aber viel gezieltere Stromstöße das Kammerflimmern beenden als bei der heute üblichen schmerzhaften Defibrillation mit hochenergetischen Elektroschocks.

➤ *MPI für Dynamik und Selbstorganisation, Göttingen*

(Nature, 21 February 2018)

An international team of researchers has presented an imaging method that allows the fibrillating myocardium to be visually time-resolved in three dimensions, and therefore much more accurately than was previously possible – and it does so using clinically available high-resolution ultrasound equipment. The new diagnostic method will help to make the treatment of ventricular fibrillation and possibly also atrial fibrillation more effective. The improved understanding of fibrillation, which can be achieved with the procedure, could help to advance the development of novel defibrillation techniques. In low-energy defibrillation, for example, the electrical pulses used to stop fibrillation are much weaker but much more targeted compared to the current, very painful method, which uses high-energy electric shocks.

➤ *MPI for Dynamics and Self-Organization, Göttingen*



Quallen und Raupen sind nur zwei der Vorbilder aus der Natur für den Milliroboter.

Jellyfish and caterpillars are just two of the natural role models for the millirobot.

2

Milliroboter mit Bewegungstalent

A Millirobot with a Talent for Movement

(Nature, 25. Januar 2018)

Winzige Roboter brauchen künftig keinen Hindernisparcours mehr zu scheuen. Max-Planck-Wissenschaftler haben einen vier Millimeter langen elastischen Silikonstreifen entwickelt, der durch unwegsames Terrain laufen, springen, robben und rollen kann. Außerdem kann er kleine Lasten transportieren sowie auf und in einer Flüssigkeit schwimmen. Die verschiedenen Bewegungsformen ermöglichen die Forscher dem Gefährt, indem sie in den Silikonstreifen magnetische Partikel in einer ausgeklügelten Anordnung einbetten. Abhängig von der Orientierung und Stärke eines äußeren Magnetfeldes kann sich der Gummi daher auf unterschiedliche Weise verformen. Den Forschern schwebt vor, dass sich nach diesem Vorbild winzige Roboter konstruieren lassen, die im Körper medizinische Aufgaben verrichten. Sie könnten etwa Arzneimittel zu Krankheitsherden transportieren oder kleinere Blutungen stoppen.

↳ *MPI für Intelligente Systeme, Stuttgart*

(Nature, 25 January 2018)

Soon, tiny robots will be able to master any obstacle course. Max Planck scientists developed a four-millimeter-long strip of elastic silicone that can run, jump, crawl and roll through difficult terrain, as well as transport small loads and swim on and in liquids. The tiny vehicle owes its ability to perform these different types of movements to magnetic particles the researchers embedded in a sophisticated arrangement in the silicone strip. As a result, the rubber can be deformed in various ways depending on the orientation and strength of an external magnetic field. The researchers hope it will one day be possible to use this master of motion as a model to build tiny robots that perform medical procedures in the body. They could transport drugs to the source of an illness, for instance, or stop minor hemorrhages.

↳ *MPI for Intelligent Systems, Stuttgart*



3

Erbgut von Axolotl und Plattwurm entschlüsselt Axolotl and Planarian Flatworm Genomes Decoded

(*Nature*, 24. Januar 2018)

Verliert der mexikanische Axolotl ein Körperteil, wächst es innerhalb weniger Wochen wieder nach. Der Plattwurm *Schmidtea mediterranea* kann sogar neue Mini-Plattwürmer bilden, wenn er in kleine Gewebeteile zerschnitten wird. Zwei internationale Forscherteams haben nun dank neuer Sequenzieretechniken das Genom der beiden Tiere komplett entschlüsselt – in beiden Fällen mit dabei Forscher des Max-Planck-Instituts für molekulare Zellbiologie und Genetik in Dresden. Das Axolotl-Genom ist mit 32 Milliarden Basenpaaren mehr als zehnmal so groß wie das des Menschen und daher besonders schwer zu sequenzieren. Zudem besteht es aus vielen langen, sich wiederholenden Abschnitten. Aus solchen fast identischen Sequenzen sind auch große Teile des Plattwurm-Genoms zusammengesetzt. Im Axolotl-Erbgut entdeckten die Wissenschaftler mehrere Gene, die nur bei Amphibien vorkommen und in regenerierendem Gewebe aktiv sind. Auffallend ist auch, dass ein wichtiges und weit verbreitetes Entwicklungsgen namens PAX3 vollständig fehlt. Der Plattwurm wiederum kommt ohne zwei universelle Gene aus, die während der Zellteilung sicherstellen, dass beide Tochterzellen die gleiche Anzahl an Chromosomen erhalten. Die Forscher wollen mit den neuen Genomdaten untersuchen, warum Axolotl und Plattwurm Organe und Körperteile wiederherstellen können.

↳ MPI für molekulare Zellbiologie und Genetik, Dresden



(*Nature*, 24 January 2018)

When the Mexican axolotl loses a body part, it grows it back within just a few weeks. The planarian flatworm *Schmidtea mediterranea* can even form new mini-flatworms when it is cut into small tissue pieces. Thanks to new sequencing techniques, two international research teams have now completely decoded the genome of both of these animals – in both cases together with researchers at the Max Planck Institute for Molecular Cell Biology and Genetics in Dresden. With 32 billion base pairs, the axolotl genome is more than ten times larger than that of humans, making it especially difficult to sequence. Moreover, it consists of many long, repetitive segments. Large portions of the flatworm genome are also composed of these nearly identical sequences, so it, too, posed a great challenge for the researchers. In the axolotl genome, the researchers discovered several genes that occur only in amphibians and that are expressed in regenerating tissue. It is also striking that an important and widespread developmental gene named PAX 3 is completely missing. The flatworm, on the other hand, is missing two universal genes that, during cell division, ensure that both daughter cells receive the same number of chromosomes. The researchers plan to use the new genome data to study why the axolotl and planarian flatworm can regenerate organs and body parts.

↳ MPI for Molecular Cell Biology and Genetics, Dresden

Fettgewebe macht Stress

Fatty tissue causes stress

(Nature Communications, 25. April 2018)

Übergewichtige Menschen haben ein erhöhtes Risiko, an Darmkrebs zu erkranken. Wissenschaftlern vom Max-Planck-Institut für Stoffwechselforschung in Köln zufolge könnte dies unter anderem an einer Stressreaktion im Fettgewebe liegen, wenn der Körper immer mehr überschüssiges Fett speichern muss. Anhaltendes Übergewicht versetzt so den Körper in Dauerstress. Dies alarmiert die körpereigene Immunabwehr, die im Fettgewebe und schlussendlich im gesamten Körper eine Entzündung auslöst. In der Folge werden die Immunzellen so umprogrammiert, dass sie im Körper immer wieder entstehende Krebszellen nicht mehr bekämpfen, sondern vielmehr deren Überleben fördern, sie unterstützen so das Wachstum von Tumoren. Die Forscher haben zudem an Mäusen mögliche neue Behandlungsansätze getestet: Sie haben einen Teil der Immunzellen eliminiert sowie das Erbgut der Tiere so verändert, dass Immunzellen trotz fettreicher Ernährung nicht mehr umprogrammiert werden können. In beiden Fällen schwächt sich die Entzündung im Fettgewebe der Mäuse ab und das Immunsystem bekämpft die Krebszellen wieder.

↳ *MPI für Stoffwechselforschung, Köln*

(Nature Communications, 25 April 2018)

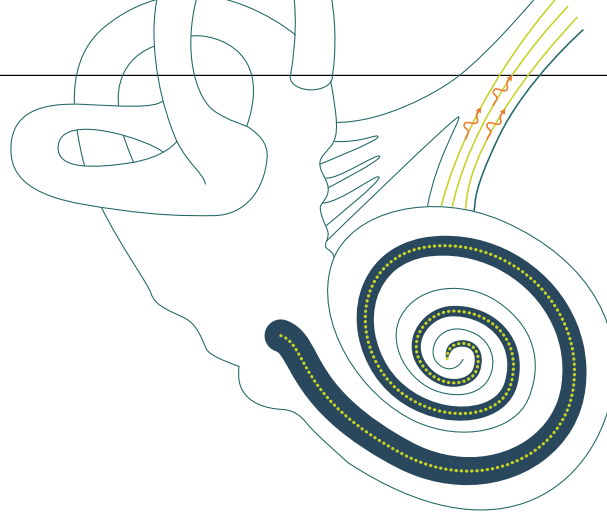
Overweight people have a higher risk of developing bowel cancer. According to scientists from the Max Planck Institute for Metabolism Research in Cologne, this may be partly due to a stress response in fatty tissue when the body is required to store an ever-increasing amount of excess fat. Persistent excess weight therefore puts the body in a permanent state of stress. This raises the alarm for the body's immune defenses, which trigger inflammation in the fatty tissue and ultimately throughout the body. As a result, the immune cells are reprogrammed so that they no longer combat the cancer cells repeatedly developing in the body, but rather aid their survival and thereby support tumor growth. The researchers also tested potential new treatment approaches on mice: they eliminated some of the immune cells and modified the animals' genetic make-up so that immune cells could no longer be reprogrammed despite a fatty diet. In both cases, the inflammation subsided in the mice's fatty tissue, and the immune system began to combat the cancer cells again.

↳ *MPI for Metabolism Research, Cologne*



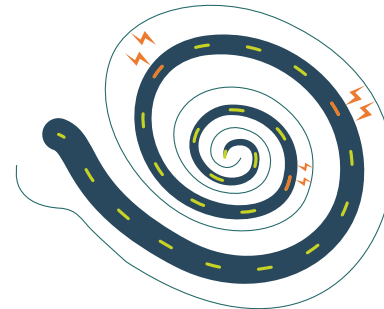
Die Entschlüsselung des Axolotl-Genoms wird den Forschern wichtige Erkenntnisse über den Prozess der Geweberegeneration liefern.

Decoding of the genome of the axolotl will provide researchers with key insights into the process of tissue regeneration.



Anders als ein herkömmliches Cochlea-Implantat (oben) soll ein optogenetisches die Nervenzellen der Hörschnecke nicht elektrisch stimulieren, sondern mit Lichtpulsen (unten).

In contrast to a conventional cochlear implant (top), an optogenetic cochlea implant does not stimulate the nerve cells of the cochlea electrically, but with light pulses (bottom).



5

Schnelle Lichtkanäle befeuern das Hören

Fast light channels fire hearing

(Nature Communications, 1. Mai 2018)

Ein Gespräch auf der Straße, der Besuch eines Konzertes – alltägliche Dinge sind für Menschen mit Hörbehinderung häufig nicht mehr möglich. Herkömmliche elektrische Cochlea-Implantate (Cochlea = Hörschnecke) reizen die Hörnervenzellen mit zwölf bis 24 Elektroden und umgehen so defekte oder verloren gegangene Sinneszellen in der Cochlea. Da sie zu wenig Information über die Tonhöhen übermitteln, können schwerhörige Menschen zwar wieder in ruhiger Umgebung Sprache verstehen, nicht jedoch die Melodien in Sprache und Musik. Eine Alternative könnten Implantate sein, die Töne zunächst in Lichtsignale umwandeln und damit lichtempfindliche Moleküle in Nervenzellen ansteuern. So ließen sich die Neuronen zeitlich und räumlich präziser stimulieren. Max-Planck-Wissenschaftler haben sogenannte Kanalrhodopsine durch Mutationen in besonders schnelle molekulare Lichtschalter umgewandelt. Versuche mit Nervenzellen des Gehirns und des Hörnervs von Mäusen zeigen, dass die Kanäle die Nervenzellen nahezu mit deren maximaler natürlicher Erregungsrate feuern lassen können. Da Nervenzellen die Kanalrhodopsine nicht natürlicherweise produzieren, nutzen die Wissenschaftler harmlose Viren als Genfähren, um das Gen für die Moleküle in die Zellen zu transportieren. Forscher in Göttingen konnten zeigen, dass Zellen des Hörnervs von Mäusen nach einer Virusinjektion in die Hörschnecke große Mengen der Kanalproteine produzieren. Laserblitze, die durch eine 50 Mikrometer dicke Glasfaser in die Hörschnecke geleitet werden, lösen elektrische Impulse im Hörnerv und im Hirnstamm der Tiere aus. Stark schwerhörige Patienten könnten mit sogenannten optogenetischen Cochlea-Implantate eines Tages Sprache in lauter Umgebung verstehen und Musik genießen. Bis solche Implantate in der Praxis eingesetzt werden können, sind jedoch noch weitere Studien nötig.

➤ MPI für Biophysik, Frankfurt

(Nature Communications, 1 May 2018)

A conversation on the street, a concert visit – everyday things are often impossible for people with impaired hearing. Conventional electric cochlear implants stimulate the auditory nerve cells in the cochlea with twelve to 24 electrodes, thus circumventing defective or missing sensory cells in the cochlea. Since they do not convey enough information about pitch, the hard of hearing can understand speech in quiet surroundings but cannot hear the melodies in language and music. One alternative may be implants that initially convert sounds into light signals and thus trigger light-sensitive molecules in nerve cells. This would make it possible to stimulate the neurons temporally and spatially with greater precision. Max Planck Scientists have now converted so-called channelrhodopsins into molecular light switches that are ultra-fast by means of mutation. Experiments with nerve cells from the brains and auditory nerves of mice have shown that the nerve cell channels can be fired at nearly their maximum natural excitation rate. Since nerve cells do not produce channelrhodopsins naturally, the scientists are using harmless viruses as gene “shuttles” to transport the gene for the molecules into the cells. Researchers from Göttingen have been able to demonstrate that auditory nerve cells in mice produce large quantities of the channel proteins after the virus is injected into their cochleae. Laser pulses conducted into the cochlea along a 50-micrometer thick optical fiber trigger electrical impulses in the mice’s auditory nerves and brain stems. Optogenetic cochlear implants could one day enable profoundly deaf patients to understand speech in loud surroundings and enjoy music. However, further studies are necessary before such implants can be put to practical use.

➤ MPI for Biophysics, Frankfurt

Ansteckende Feindseligkeit

Hostility towards minorities can be contagious

(PNAS, 23. April 2018)

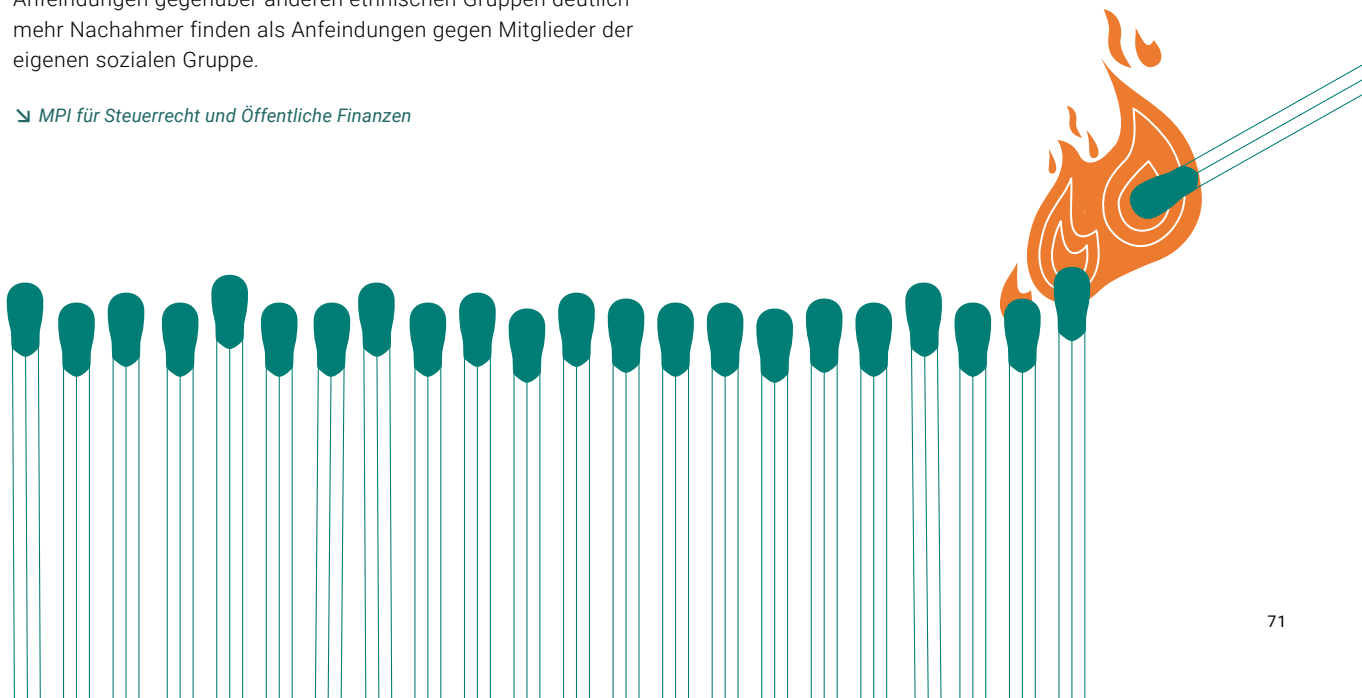
Ethnische Konflikte eskalieren oft überraschend schnell. Welchen Einfluss das Umfeld darauf hat, dass sich Menschen plötzlich feindselig verhalten, haben Forscher kürzlich mithilfe von Experimenten untersucht. Sie ließen Jugendliche ein so genanntes „Joy of Destruction Game“ spielen: Zwei Spieler erhalten jeweils zwei Euro und sollen gleichzeitig entscheiden, ob sie 20 Cent ausgeben, um den Betrag des jeweils anderen um einen Euro zu verringern, oder das Geld einfach nur behalten möchten. Die Spieler bleiben dabei anonym und spielen jeweils nur einmal gegeneinander. Anhand einer Liste informierten die Forscher die Teilnehmer darüber, ob das Gegenüber ein Angehöriger der Mehrheitsbevölkerung oder einer Minderheit war. Zudem gestalteten die Wissenschaftler den Spielverlauf so, dass jeweils drei Jugendliche aus der gleichen Schulklasse kurz nacheinander ihre Entscheidung fällten. Die nachfolgenden Spieler wussten jeweils, wie ihre Klassenkameraden gehandelt hatten. Dabei stellte sich heraus, dass boshafte Verhalten der Mitschüler einen signifikanten Einfluss auf die Entscheidung der Jugendlichen hatte: Die Bereitschaft, ebenfalls boshaft zu agieren, wuchs deutlich. Auffällig war, dass Anfeindungen gegenüber anderen ethnischen Gruppen deutlich mehr Nachahmer finden als Anfeindungen gegen Mitglieder der eigenen sozialen Gruppe.

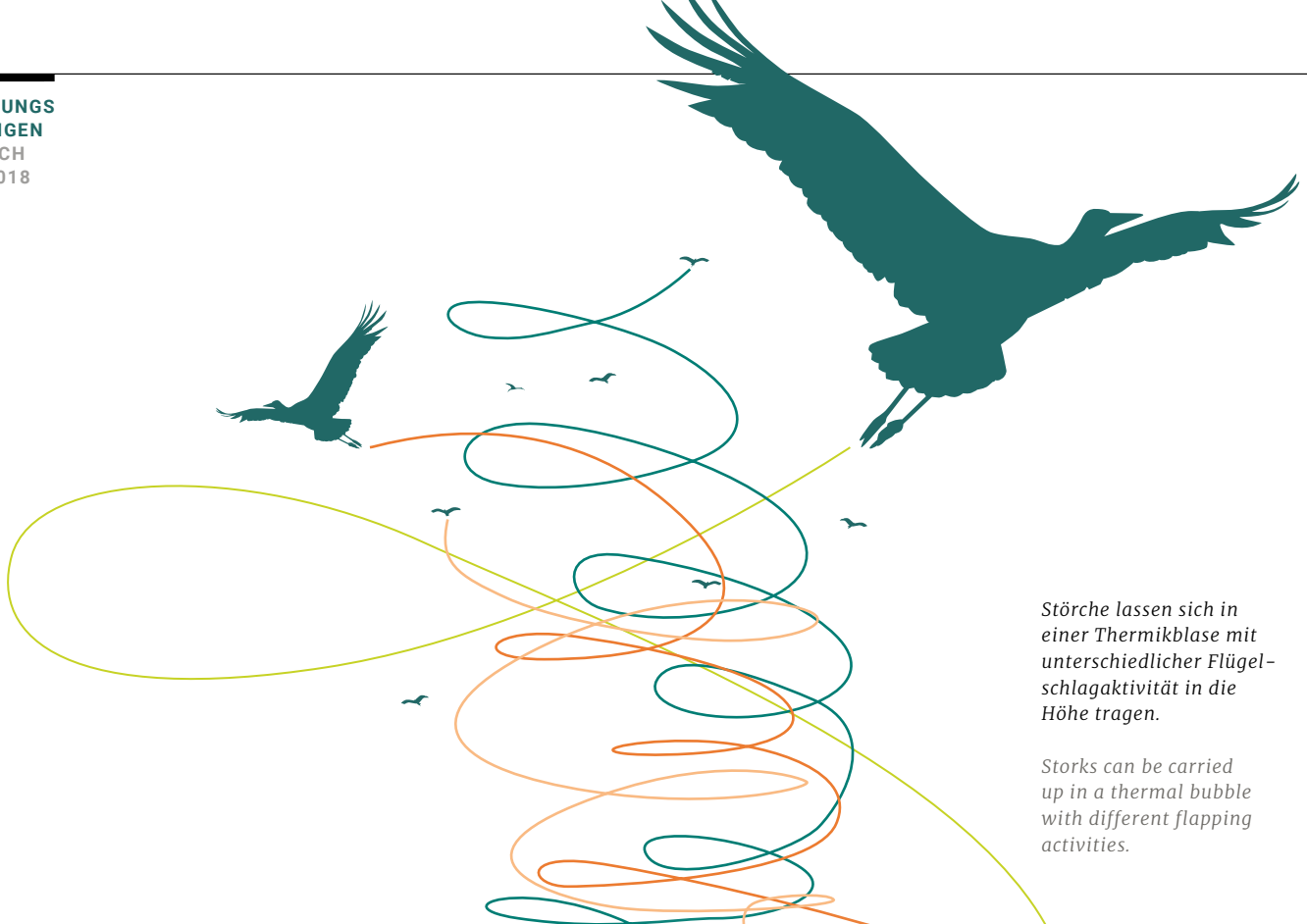
↳ MPI für Steuerrecht und Öffentliche Finanzen

(PNAS, 23 April 2018)

Inter-ethnic conflicts often escalate surprisingly quickly. In a recent study, researchers have investigated the influence of the environment on peoples' hostility against minorities with the help of experiments. To examine hostile behaviour, the researchers had the young people play a "Joy of Destruction Game": Two players receive two euros each and simultaneously choose whether to pay 20 cents to reduce their counterpart's income by one euro or simply keep the money unchanged. The players remain anonymous and play against each other only once. The researchers used a list to inform the participants of whether their counterpart was a member of the majority population or the minority. In addition, the scientists designed the course of the game in such a way that three young people from the same school class made their decision shortly after each other. The following players knew the decisions of their classmates. It turned out that the destructive behaviour of the peers had a significant influence on the players' choices. The willingness to also act destructive grew significantly. It was striking that hostility towards members of other ethnic groups is much more often imitated than hostility towards co-ethnics.

↳ MPI for Tax Law and Public Finance





Störche lassen sich in einer Thermikblase mit unterschiedlicher Flügel-schlagaktivität in die Höhe tragen.

Storks can be carried up in a thermal bubble with different flapping activities.

7

Störche im Aufwind Storks on the upswing

(Science, 25. Mai 2018)

Jedes Jahr im Spätsommer und Herbst wiederholt sich rund um den Bodensee ein faszinierendes Schauspiel: Die Störche ziehen zum Überwintern nach Südwesteuropa, Nord- oder Westafrika. Im Frühjahr 2014 haben Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Ornithologie in Radolfzell wenige Wochen alte Jungstörche mit GPS-Sendern versehen und seitdem den Flug der Störche minutiös verfolgt. Durch eine ausgeklügelte Analyse der Ortungsdaten haben die Forscher zusammen mit Kollegen der Universität Konstanz herausgefunden, dass es in den Reisegruppen der Störche Leitvögel gibt. Diese führen die Gruppe zu Regionen mit günstiger Thermik, wo die Vögel von der aufsteigenden Warmluft förmlich in die Höhe gesogen werden. So können sie von aktivem Flug in den Segelflug übergehen und dadurch viel Energie sparen. Die nachfolgenden Tiere sind schlechtere Gleiter und müssen auf ihrer Reise mehr mit den Flügeln schlagen. Sie profitieren zwar von den Erfahrungen der Leitvögel, fliegen aber langsamer und verlieren schneller an Höhe. Wie lange ein Storch im Segelflug dahingleiten kann, beeinflusst, wo er den Winter verbringen wird: Die besten Gleiter fliegen am weitesten. Anhand des Flügelschlags konnten die Wissenschaftler schon wenige Minuten nach dem Abflug vorhersagen, ob ein Vogel in Europa überwintern oder bis nach Westafrika fliegen wird.

↳ MPI für Ornithologie, Radolfzell

(Science, 25 May 2018)

Every year in the late summer and fall, a fascinating drama plays out around Lake Constance: the storks leave to spend the winter in South-West Europe, North Africa or West Africa. In the spring of 2014, scientists at the Max Planck Institute for Ornithology in Radolfzell strapped GPS transmitters to a number of young storks that were just a few weeks old and have been meticulously tracking their flight ever since. By performing sophisticated analyses of the GPS data, the researchers, working in cooperation with colleagues from the University of Constance, have discovered that there are leader birds within the groups of migrating storks. These leader birds guide the groups to regions with favorable thermals, where they are literally sucked up by the warm rising air. This means they can switch from active flight to gliding in order to save energy. The follower birds are poorer gliders and have to flap their wings more frequently on their journey. They benefit from the experience of the leader birds but fly more slowly and lose height more quickly. The length of time for which a stork can glide determines where it will spend the winter: the best gliders fly the farthest. Just a few minutes after each bird departs, the scientists can predict on the basis of its wingbeats whether it will be overwintering in Europe or flying on to West Africa.

↳ MPI for Ornithology, Radolfzell

Luftverschmutzung – eine unterschätzte Todesursache

Air pollution – a neglected cause of death

(The Lancet Planetary Health, 2. Juli 2018; Advance Publication, 29. Juni 2018)

Rund 4,5 Millionen Menschen starben im Jahr 2015 vorzeitig an den Krankheitsfolgen von Feinstaub und anderen Schadstoffen in der Außenluft. Darunter sind 237.000 Kinder unter fünf Jahren, die an Atemwegsinfektionen starben. Feinstaub mit Partikeln kleiner als 2,5 Mikrometern (PM_{2,5}) spielt dabei eine entscheidende Rolle. Die Partikel dringen tief in die Atemwege ein, wo sie bei Kindern vor allem Entzündungen verursachen können. Bei Erwachsenen kommen ischämische Herzerkrankungen (Herzattacken), zerebrovaskuläre Erkrankungen (Hirnschläge) und Lungenkrebs dazu. Die Herkunft des Feinstaubes ist von Land zu Land unterschiedlich: So überwiegt in Indien die Verbrennung von festen Brennstoffen zum Kochen und Heizen, während in den USA Kraftwerke, Verkehr und Landwirtschaft als größte Quellen gelten. Die jeweilige Belastung durch Feinstaub und Ozon haben die Max-Planck-Forscher mit einem etablierten globalen Atmosphärenchemie-modell ermittelt. Diese Werte verknüpften sie mit Daten über die Bevölkerungsstrukturen sowie Krankheiten und Todesursachen in den einzelnen Ländern. Einen Schwerpunkt legt die Studie auf Kinder unter fünf Jahren, die besonders sensibel auf Luftschadstoffe reagieren. Die Berechnungen ergaben, dass 2015 von insgesamt 669 Millionen Kleinkindern weltweit rund 246.000 wegen schlechter Luft gestorben sind.

↳ [MPI für Chemie, Mainz](#)



(The Lancet Planetary Health, 2 July 2018; Advance Publication, 29 June 2018)

In 2015, around 4.5 million people died prematurely from diseases attributed to ambient air pollution, including 237,000 children under the age of five from respiratory infections. Fine particulates penetrate deeply into the respiratory tract, where they can cause infections, especially in children. In adults, risks are also increased for ischaemic heart disease (heart attacks), cerebrovascular disease (strokes) and lung cancer. The origin of particulate matter differs from country to country: in India, for example, the burning of solid fuels for cooking and heating is the most important single source, whereas power plants, transport and agriculture are the largest sources in the USA. The Max Planck researchers have determined the exposure to particulate matter and ozone with an established global model of atmospheric chemistry. They linked the ambient (outdoor) air pollutant concentrations to data on population as well as disease occurrence and causes of death in different countries. The study focuses on children under the age of five who may be particularly sensitive to the effects of air pollution on respiratory infections. The calculations showed that in 2015, out of a total of 669 million children under five around the world about 246,000 died from poor air quality.

↳ [MPI for Chemistry, Mainz](#)



9

Im Schwerfeld des schwarzen Lochs

In the gravity field of the black hole

(Astronomy & Astrophysics, 26. Juli 2018)

Das schwarze Loch inmitten der Milchstraße ist ein ideales kosmisches Labor für allerlei physikalische Tests. Denn sein extrem starkes Schwerfeld beeinflusst die Umgebung und wirkt sich auf die in der Nähe vorbeiziehenden Sterne aus. Dabei haben Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für extraterrestrische Physik einen Effekt registriert, den Albert Einstein in seiner allgemeinen Relativitätstheorie vor mehr als 100 Jahren vorhergesagt hat. Die Forscher beobachteten einen Stern namens S2, der dem schwarzen Loch im Mai 2018 mit einem Abstand von ungefähr 14 Milliarden Kilometern besonders nahekam. Der Stern bewegte sich dabei mit einem Tempo von mehr als 25 Millionen Kilometern pro Stunde. Die Messungen zeigten deutlich einen Effekt, der als Gravitations-Rotverschiebung bezeichnet wird: Das Licht von S2 wurde durch das enorm starke Gravitationsfeld des galaktischen Massemonsters zu längeren Wellenlängen hin verschoben und erschien daher rötlich. Diese Änderung der Wellenlänge stimmte genau mit Einsteins Prognose überein.

↳ *MPI für extraterrestrische Physik, Garching*

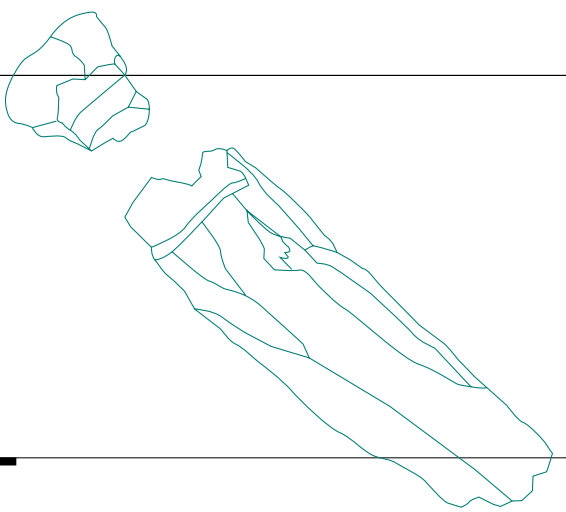
Diese Illustration zeigt den Stern S2 beim Vorübergang am schwarzen Loch im galaktischen Zentrum.

This illustration shows the star S2 passing the black hole in the galactic centre.

(Astronomy & Astrophysics, 26 July 2018)

The massive black hole at the heart of the Milky Way is an ideal cosmic laboratory for all kinds of physical tests. Its extremely strong gravitational field influences the surrounding area and has an impact on the motion of stars passing by. Scientists at the Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics (MPE) have now observed an effect that had been predicted by Albert Einstein with his general theory of relativity more than 100 years ago. Researchers observed a star called S2 and followed it on its orbit around the black hole, to which it came particularly close on May 19th with the shortest distance of approximately 14 billions of kilometers. Here, the star moved at a speed in excess of 25 million kilometres per hour – almost three percent of the speed of light. The new measurements clearly reveal an effect called gravitational redshift. Light from the star is stretched to longer wavelengths by the very strong gravitational field of the black hole, making it appear red. And this change in the wavelength agrees precisely with that predicted by Einstein's theory of general relativity.

↳ *MPI for Extraterrestrial Physics, Garching*



Knochenfragmente aus der Denisova-Höhle (links); unten Neanderthalerschädel.

Bone fragments from the Denisova cave (left); Neanderthal skull below.

10

Rendezvous in der Steinzeit

Rendezvous in the Stone Age

(Nature, 22. August 2018)

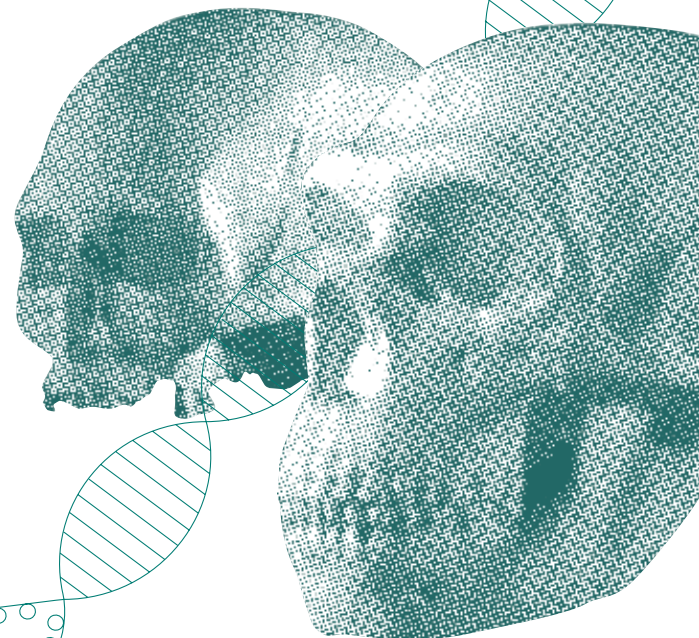
Bis vor etwa 40.000 Jahren lebten zwei Menschenformen in Eurasien: Neandertaler im Westen und Denisovaner im Osten. Zusammen mit den Neandertalern sind die ebenfalls ausgestorbenen Denisova-Menschen unsere nächsten Verwandten. Die beiden Frühmenschen-Gruppen sind sich wahrscheinlich nicht oft begegnet, aber wenn sie aufeinandergetroffen sind, müssen sie relativ häufig Kinder miteinander gezeugt haben. Anders ist es nicht zu erklären, dass unter den wenigen Frühmenschen, die Forscher bis jetzt untersucht haben, ein direkter Nachkomme einer Verbindung zwischen Neandertalern und Denisovaner ist: Forscher am Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie in Leipzig haben das Erbgut einer vorgeschichtlichen Frau analysiert und entdeckt, dass ihre Mutter eine Neandertalerin und ihr Vater ein Denisovaner gewesen ist. Die Verbindung war nicht die erste ihrer Art, denn auch der Vater der Frau hatte mindestens einen Neandertaler als Vorfahren. Die Analysen ergaben zudem, dass die Mutter näher mit in Westeuropa lebenden Neandertalern verwandt war als mit Neandertalern aus der Denisova-Höhle. Die Neandertaler müssen also vor ihrem Verschwinden zwischen West- und Ost-Eurasien gewandert sein.

↳ MPI für evolutionäre Anthropologie, Leipzig

(Nature, 22 August 2018)

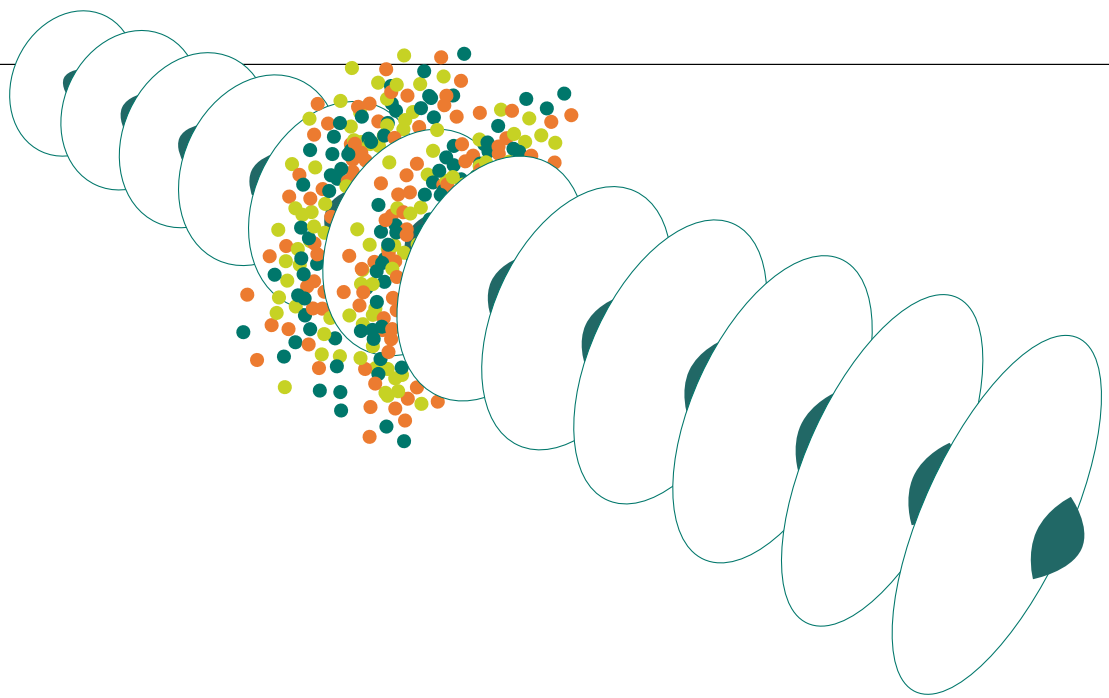
Until around 40,000 years ago, two forms of humans inhabited Eurasia: Neanderthals in the west and Denisovans in the east. Together with the Neanderthals, the also extinct Denisovans are our closest relatives. The two groups of early humans probably didn't encounter one another very often, but when they did, they must have mated fairly frequently. Otherwise, there would be no way to explain why the small number of early humans that researchers have studied so far includes a direct offspring from a union between Neanderthals and Denisovans: researchers at the Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology in Leipzig analyzed the genetic make-up of a prehistoric woman and discovered that her mother was a Neanderthal and her father a Denisovan. This union was not the first of its kind, for the woman's father counted at least one Neanderthal among his ancestors. The analyses also indicated that the mother was more closely related to Neanderthals living in western Europe than to Neanderthals from the Denisova Cave. The Neanderthals must therefore have migrated between western and eastern Eurasia before their disappearance.

↳ MPI for Evolutionary Anthropology, Leipzig



Im AWAKE-Experiment bilden Protonen eine Plasmawelle, die Elektronen auf hohe Energien beschleunigen.

In the AWAKE experiment, the protons drive a plasma wave that accelerates electrons to high energies.



11

Elektronen auf der Plasmawelle Electrons ride plasma wave

(Nature, 29. August 2018)

Physikern könnte sich bald eine neue Tür zu den Geheimnissen des Universums öffnen. Der internationalen AWAKE-Kooperation ist ein Durchbruch auf dem Weg zu einer neuen Art von Teilchenbeschleunigern gelungen. Das Experiment, bei dem Elektronen auf einer Plasmawelle surfen, beschleunigt Teilchen mit wesentlich geringerem Aufwand als etwa der LHC und andere bisherige Teilchenbeschleuniger. So könnten Physiker die Teilchen mit wesentlich höheren Energien zusammenprallen lassen als bislang – und mit den Spuren der Kollisionen neue Erkenntnisse zum Urknall und zum Aufbau der Materie gewinnen. AWAKE nutzt ein Plasma, eine gasförmige Mischung aus positiv geladenen Atomen und negativen Elektronen, das sich in einer etwa zehn Meter langen Kammer befindet, der Plasmazelle. In diese wird ein Protonenstrahl eingespritzt. Auf ihrem Weg durchs Plasma ziehen die positiv geladenen Protonen die negativen Elektronen aus dem Plasma mit und produzieren eine Art Kielwelle. Speisen die Wissenschaftler zusätzliche Elektronen ein, reiten diese auf der Welle und werden beschleunigt. Die Forscher gehen davon aus, dass sie in einem künftigen Plasmabeschleuniger nur etwa einen Meter brauchen, um Elektronen auf einen Gigaelektronenvolt (GeV) zu bringen. Zum Vergleich: herkömmliche Linearbeschleuniger benötigen dafür 50 Meter.

↳ MPI für Physik, München

(Nature, 29 August 2018)

There is a good chance that soon a new door will open to physicists, offering them new insights into the mysteries of the universe. The international AWAKE collaboration has made a breakthrough in its efforts to build a new type of particle accelerator. The experiment, in which electrons surf on a plasma wave, accelerates particles with far less effort than is required with the LHC, for example, or with other particle accelerators used to date. Thus, physicists could bring about particle collisions with significantly more energy than has been possible so far. Studying the traces of these collisions may help scientists to gain new insights into the Big Bang and the structure of matter. AWAKE uses a plasma, a gaseous mixture of positively charged atoms and negative electrons, which is located in a chamber that is approximately 10 meters long, the plasma cell. A proton beam is injected into this chamber. On their path through the plasma, the positively charged protons carry the negative electrons from the plasma with them and produce a type of wakefield. When electrons are also added, these ride on the wave and are accelerated. The researchers assume that in a future plasma accelerator, they will need just 1 meter in order to bring electrons to 1 gigaelectronvolt (GeV). In comparison, standard linear accelerators need 50 meters to achieve the same result.

↳ MPI for Physics, Munich

Diese Illustration zeigt die Oberfläche des Planeten Barnard's Star b.

Artist's impression of the surface on the planet Barnard's Star b.

12

Eine kalte Supererde in unserer Nachbarschaft

A cold super-Earth in our neighbourhood

(*Nature*, 15. November 2018)

Einer internationalen Gruppe von Astronomen, auch aus dem Max-Planck-Institut für Astronomie, hat beim nur sechs Lichtjahre entfernten Barnards Stern einen Planeten nachgewiesen, der gut drei Mal so viel Masse wie die Erde aufweist und ähnlich kalt ist wie der Saturn. Die Entdeckung gelang über die Messung der periodischen Änderung der Radialgeschwindigkeit des Muttergestirns. Dabei haben die Astronomen aus den 771 Einzelmessungen, die sie im Laufe von zwei Jahrzehnten gesammelt hatten, ein Signal entschlüsselt, das auf einen Planeten hindeutet. Dieser auf den Namen Barnard's Star b getaufte Himmelskörper umläuft seinen Mutterstern ein Mal innerhalb von 233 Tagen in einem Abstand von rund 60 Millionen Kilometern. Mit einer Temperatur von etwa minus 170 Grad Celsius ist er wahrscheinlich eine lebensfeindliche, eisige Wüste, in der es kein flüssiges Wasser gibt.

↳ [MPI für Astronomie, Heidelberg](#)

(*Nature*, 15 November 2018)

An international group of astronomers, involving the Max Planck Institute for Astronomy (MPIA) in Heidelberg, has succeeded in detecting a planet around Barnard's star, which is only six lightyears away. The planet has just over three times the mass of Earth and is slightly colder than Saturn. The discovery was made by measuring the periodic change in the radial velocity of the parent star. Astronomers extracted a signal from 771 individual measurements they collected over the recent 20 years, which points to a planet that at a distance of 60 million kilometers travels around its host star once within 233 days. The planet has been named Barnard's star b. With an average temperature of about -170°C it is probably a hostile, icy desert, in which there is no liquid water.

↳ [MPI for Astronomy, Heidelberg](#)





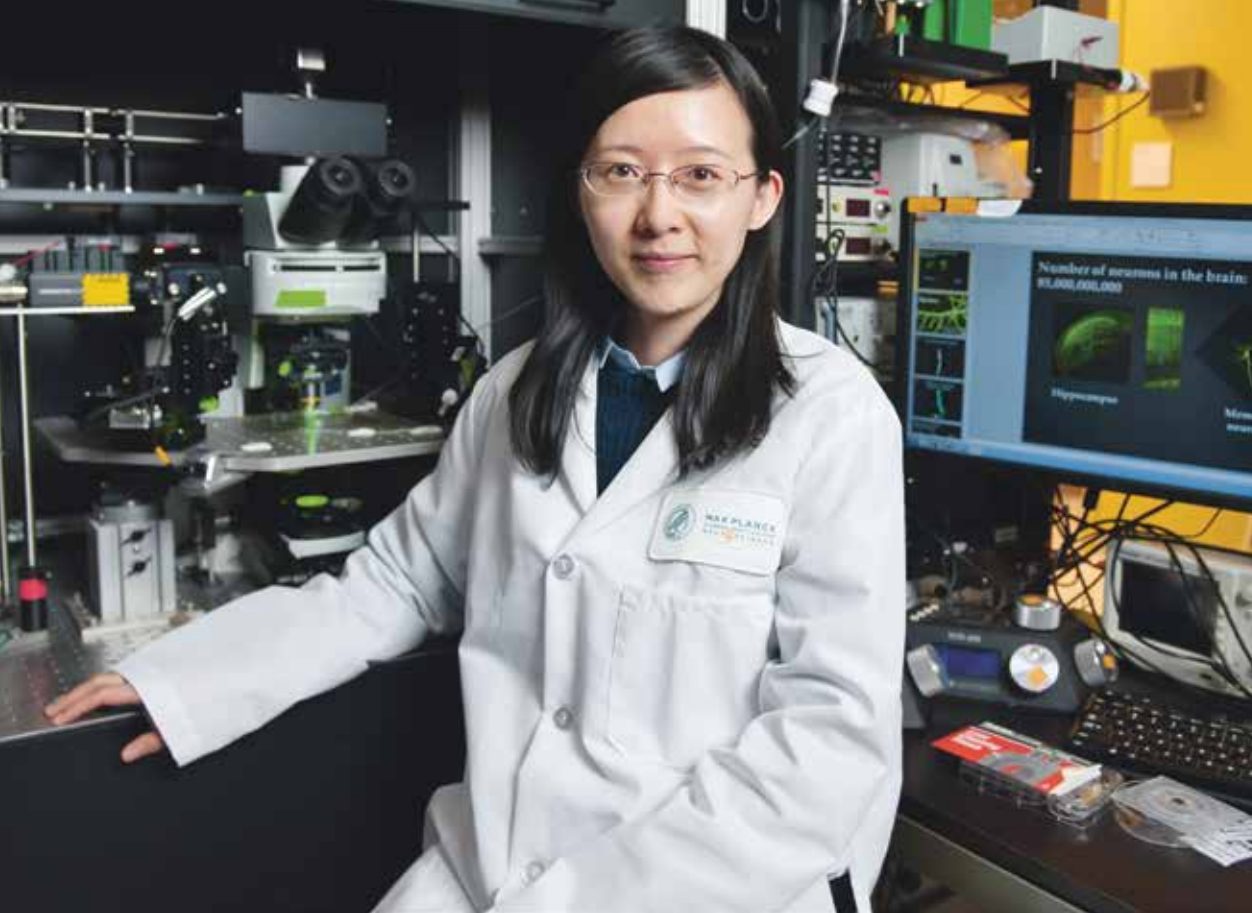
HERAUSRAGENDES ENGAGEMENT FÜR HERAUSRAGENDE FORSCHUNG OUTSTANDING COMMITMENT TO OUTSTANDING RESEARCH

Private Zuwendungen und Spenden ermöglichen es der Max-Planck-Gesellschaft im Wettbewerb um die besten Köpfe schnell und flexibel zu agieren. Hierzu zählt u.a. die Unterstützung von strukturellen Maßnahmen, wie etwa der Förderung von wissenschaftlichem Nachwuchs oder die Finanzierung von Stipendien und Forschungsgruppen. Zahlreiche Stiftungen und Privatpersonen fördern vielversprechende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an den Max-Planck-Instituten. Die Mittel aus Erbschaften, Zustiftungen und Spenden werden dabei professionell im vereinseigenen Vermögen bzw. in der Max-Planck-Förderstiftung verwaltet. Bei Bedarf erhalten Förderer maßgeschneiderte Beratungen. Für die MPG selbst entsteht dadurch ein Mehrwert, der neben identitätsstiftenden Maßnahmen insbesondere neue Impulse und Pilotprojekte (z. B. Unterstützung für Kleinstkindbetreuung) und wettbewerbliche Vorteile speziell im Bereich der Gewinnung ermöglicht.

Ein Beispiel für größere Flexibilität durch private Förderung ist die anteilige Finanzierung der 2018 am Max Planck Florida Institute for Neuroscience in Jupiter eingerichteten Free Floater-Forschungsgruppe von Dr. Yingxue Wang. Die Max-Planck-Förderstiftung signalisierte bereits früh die Bereitschaft, hier finanziell zu unterstützen. Die zunächst auf 5 Jahre befristeten Forschungsgruppen sind wissenschaftlich in ein Institut integriert und nutzen dessen Infrastruktur, verfügen jedoch über eigene Personal- und Sachmittel. Die Free-Floater-Gruppen werden zentral ausgeschrieben und sind themenoffen. Nach Durchlaufen des strengen Auswahlprozesses wird die

Private endowments and donations enable the Max Planck Society to respond quickly and flexibly when competing for the best minds. This includes supporting structural measures such as promoting early career researchers or financing scholarships and research groups. Numerous foundations and private individuals support promising scientists at the Max Planck Institutes. The funds from inheritances, endowments and donations are managed professionally along with the Society's own assets or as part of the Max Planck Foundation. If required, sponsors can obtain individually tailored consultation. For the MPG itself, this creates added value which, in addition to identity-building measures, also gives rise to fresh stimuli and pilot projects (e.g. support for infant childcare) as well as competitive advantages, especially in the area of recruitment.

One example of increased flexibility through private funding is the joint financing of Dr. Yingxue Wang's Free Floater Research Group established in 2018 at the Max Planck Florida Institute for Neuroscience in Jupiter. The Max Planck Foundation signalled its willingness to provide financial support here at an early stage. These research groups, initially limited to five years, are scientifically integrated into an Institute and make use of its infrastructure but have their own human and material resources. Free-floater groups are advertised centrally and open to all topics. After passing through the rigorous selection process, the group is assigned to the Max Planck Institute that is able to offer the relevant capacities and is best suited both thematically and structurally.



Die Forschungs-
gruppenleiterin
Dr. Yingxue Wang

Research
Group Leader
Dr. Yingxue Wang

Gruppe an dem Max-Planck-Institut angesiedelt, das die entsprechenden Kapazitäten hat und thematisch und strukturell am besten passt.

Die Elektroingenieurin Dr. Yingxue Wang war mit ihrer Bewerbung 2017 erfolgreich und forscht seit 2018 am MPI in Florida zu der Frage, wie es dem Gehirn gelingt, die Vergangenheit mit der Zukunft zu verbinden. Denn die Integration von Vergangenheit und Zukunft in die Gegenwart erfordert eine bis jetzt nur unvollständig verstandene Informationsverarbeitung im Hippocampus. Das Max Planck Florida Institute for Neuroscience ist aufgrund seiner Ausstattung mit modernsten elektrophysiologischen und bildgebenden Methoden der ideale Standort für diese Forschungsgruppe. Da jedoch die Personalkosten in den USA höher sind als in Deutschland und für das spezielle Forschungsthema zusätzliche Geräte angeschafft werden mussten, die das Budget einer üblichen Forschungsgruppe übersteigen, hat die Max-Planck-Förderstiftung den Differenzbetrag von rund anderthalb Millionen US Dollar für die Laufzeit der Forschungsgruppe über 5 Jahre übernommen.

Electrical engineer Dr. Yingxue Wang was successful with her application in 2017 and has been researching at the MPI in Florida since 2018 on the question of how the brain manages to connect the past with the future. The integration of past and future into the present requires information to be processed in the hippocampus – something that is still far from being well understood. The Max Planck Florida Institute for Neuroscience is the ideal location for this research group due to the fact that it is fitted with state-of-the-art electrophysiological and imaging facilities. However, since personnel costs in the USA are higher than in Germany and additional equipment had to be purchased for this special research topic that exceeded the budget of a conventional research group, the Max Planck Foundation covered the difference of approximately one and a half million US dollars for the duration of the research group over a five-year period.



MAX-PLANCK INNOVATION

MAX PLANCK INNOVATION

Die Technologietransfer-Organisation der Max-Planck-Gesellschaft The Max Planck Society's technology transfer organization

Die Max-Planck-Innovation GmbH ist verantwortlich für den Technologietransfer aus den Max-Planck-Instituten. Unter dem Motto „Connecting Science and Business.“ versteht sich das Tochterunternehmen der Max-Planck-Gesellschaft als Partner für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ebenso wie für die Wirtschaft. Es bietet zukunftsorientierten Unternehmen einen zentralen Zugang zu Know-how und schutzrechtlich gesicherten Erfindungen der 84 Institute und Einrichtungen der Max-Planck-Gesellschaft. Dabei vermarktet Max-Planck-Innovation in erster Linie Erfindungen aus dem biologisch-medizinischen sowie dem chemisch-physikalisch-technischen Bereich. Als Partner für die Max-Planck-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler berät und unterstützt Max-Planck-Innovation diese sowohl bei der Evaluierung von geistigem Eigentum und der Anmeldung von Patenten als auch bei der Gründung von Unternehmen auf Basis von Technologien, die an einem Max-Planck-Institut entwickelt wurden.

Damit erfüllt Max-Planck-Innovation eine wichtige Aufgabe: Sie fördert die Übertragung wissenschaftlicher Erkenntnisse in wirtschaftlich nutzbare Produkte und Dienstleistungen und schafft neue Arbeitsplätze am Standort Deutschland.

Pro Jahr evaluiert Max-Planck-Innovation durchschnittlich 130 Erfindungen, von denen etwa die Hälfte zu einer Patentanmeldung führt. Seit 1979 wurden über 4.300 Erfindungen begleitet und mehr als 2.600 Verwertungsverträge abgeschlossen. Seit Anfang der 1990er-Jahre sind 146 Firmenausgründungen aus der MPG hervorgegangen, von denen die weit überwiegende

Max Planck Innovation GmbH is responsible for the technology transfer from the Max Planck Institutes. Operating under the motto “Connecting Science and Business”, the MPG subsidiary acts as a partner to scientists and business alike. It offers future-oriented companies a central point of access to the expertise and patented inventions of the 84 Institutes and facilities of the Max Planck Society. In doing so, Max Planck Innovation primarily markets inventions from the areas of biology / medicine and chemistry/physics/technology. As a partner to Max Planck scientists, Max Planck Innovation provides advice and support in evaluating intellectual property, registering patents and establishing start-ups based on technologies developed at a Max Planck Institute.

As such, Max Planck Innovation performs an important task: it promotes the transfer of scientific knowledge into economically usable products and services and creates new jobs in Germany.

Every year, Max Planck Innovation evaluates an average of 130 inventions, half of which result in a patent application. Since 1979, more than 4,300 inventions have been supported and more than 2,600 utilization contracts have been concluded. Since the early 1990s, 146 spin-off companies have emerged from the MPG, the vast majority of which have been actively supported by Max Planck Innovation. Within this period some 5,200 jobs have been created in these spin-offs. Since 1979, a total turnover of more than EUR 468 million has been generated, including the sale of shareholdings.

Mehrzahl von Max-Planck-Innovation aktiv betreut wurde. In diesen Ausgründungen wurden seitdem rund 5.200 Arbeitsplätze geschaffen. Seit 1979 wurde ein Gesamtumsatz inklusive der Beteiligungsverkäufe von über 468 Mio. Euro erzielt.

Im Jahr 2018 wurden Max-Planck-Innovation 121 Erfindungen gemeldet und 75 Verwertungsverträge abgeschlossen. Die Verwertungserlöse betragen voraussichtlich 20,4 Millionen Euro (inklusive Beteiligungserlöse). Die endgültigen Zahlen für das Geschäftsjahr 2018 liegen aufgrund der nachgelagerten Abrechnung verschiedener Lizenznehmer erst ab Mitte 2019 vor.

2018 gingen 12 Ausgründungen aus unterschiedlichen Max-Planck-Instituten hervor, die von Max-Planck-Innovation mehrheitlich betreut wurden. Es konnte eine Neubeteiligung an einer Beteiligung durch die MPG eingegangen werden. Mit sechs weiteren und überwiegend im außereuropäischen Ausland etablierten Ausgründungen hat Max-Planck-Innovation Lizenzverträge sowie eine schuldrechtliche Erlösbeteiligung (sog. „Phantom Stocks“ oder „Virtual Shares“) abgeschlossen. Mehrere Neubeteiligungen oder schuldrechtliche Erlösbeteiligungen befinden sich zudem in unterschiedlich weit fortgeschrittenen Verhandlungen. Neben einer geringen Restzahlung aus einem früheren Unternehmensverkauf konnten 2018 vor allem zwei Unternehmens- bzw. Beteiligungsverkäufe umgesetzt werden. Insgesamt konnte die MPG somit im Jahr 2018 Beteiligungserlöse von über 2,3 Mio. EUR vereinnahmen. Ferner konnte bei sechs Ausgründungen mit MPG-Beteiligung bzw. -Erlösbeteiligung eine Gesamt-Investmentsumme in Höhe von rund 20,5 Mio. EUR eingeworben werden.

WELTWEIT ERSTES RNAi-MEDIKAMENT

Das Unternehmen Alnylam hat das weltweit erste RNAi-Medikament auf den Markt gebracht. Dieses beruht auf einer Technologie, die am Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie entwickelt wurde. 2018 hat die US-amerikanische Arzneimittelzulassungsbehörde FDA den RNA-Interferenz (RNAi)-Wirkstoff Patisiran zur Behandlung einer Polyneuropathie bei hereditärer Transthyretin-vermittelter Amyloidose (hATTR) bei Erwachsenen zugelassen. Das Medikament Onpattro ist die erste und einzige von der FDA zugelassene Behandlung für diese Erkrankung. Die Therapie gründet unter anderem auf von der Max-Planck-Gesellschaft patentierten Forschungsergebnissen, die Alnylam von

In 2018, 121 inventions were reported and 75 utilization agreements were concluded with Max Planck Innovation. Proceeds from the utilization are expected to amount to EUR 20.4 million (including investment income). The final figures for the 2018 financial year will not be available until mid-2019 due to the downstream billing of various licensees.

In 2018, 12 spin-offs emerged from various Max Planck Institutes, most of which were managed by Max Planck Innovation. It was possible to secure a new share in an MPG holding. Max Planck Innovation concluded license agreements with six other spin-offs, most of which were established outside Europe, as well as securing a share in the proceeds from the sale (so-called "phantom stocks" or "virtual shares"). What is more, several new shareholdings and revenue participations under the law of obligations are at various stages of negotiation. In addition to a small residual payment from an earlier company sale, two company and investment sales in particular were implemented in 2018. All in all, MPG was thus able to generate a total investment income of more than EUR 2.3 million in 2018. In addition, six spin-offs with MPG participation or revenue share generated a total investment income of around EUR 20.5 million.

THE WORLD'S FIRST RNAi MEDICATION

Alnylam has put the world's first RNAi medication on the market. It is based on a technology developed at the Max Planck Institute for Biophysical Chemistry. In 2018, the US Food and Drug Administration (FDA) approved the RNA interference (RNAi) active agent Patisiran for the treatment of polyneuropathy in hereditary transthyretin-mediated amyloidosis (hATTR) in adults. Onpattro is the first and only FDA-approved treatment for this disease. The therapy is based on research results patented by the Max Planck Society and exclusively licensed to Alnylam by the technology transfer organization Max Planck Innovation.

Hereditary transthyretin (TTR)-mediated amyloidosis is a hereditary disease caused by mutations in the TTR gene that leads to progressive disability and often death. RNAi (RNA interference) is a natural cellular process of gene deactivation and currently one of the most promising and rapidly evolving research areas in biology and drug development.

der Technologietransfer-Organisation Max-Planck-Innovation exklusiv in Lizenz zur Verfügung gestellt wurden.

Bei der hereditären Transthyretin (TTR)-vermittelten Amyloidose handelt es sich um eine durch Mutationen im TTR-Gen hervorgerufene Erbkrankheit, die zu einer fortschreitenden Behinderung und häufig zum Tod führt. RNAi (RNA-Interferenz) ist ein natürlicher zellulärer Prozess der Genabschaltung und stellt aktuell eines der vielversprechendsten und sich am raschesten weiterentwickelnden Forschungsgebiete in der Biologie und Medikamentenentwicklung dar.

Für die Entdeckung dieses Prozesses erhielten Wissenschaftler im Jahr 2006 den Nobelpreis. Thomas Tuschl und seine Mitarbeiter vom Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie in Göttingen konnten belegen, dass dieser Mechanismus auch bei Säugetieren und damit beim Menschen wirksam ist. Die sogenannte Small Interfering RNA (siRNA) – die RNAi vermittelnden Moleküle, die Teil der RNAi-Therapieplattform von Alnylam sind – setzt an einem früheren Punkt der Erkrankung an als es die heutigen Medikamente tun, indem sie Boten-RNA (mRNA), die genetische Vorstufe, die krankheitsauslösende Proteine codiert, wirksam abschaltet und so die Herstellung dieser Proteine verhindert. Hierbei handelt es sich um einen revolutionären Ansatz bei der Entwicklung von Medikamenten zur Verbesserung der Behandlung von Patienten mit genetischen und anderen Erkrankungen.

LIZENZVERTRÄGE

Themis Bioscience hat eine exklusive Lizenzvereinbarung mit Max-Planck-Innovation über onkolytische Virotherapien abgeschlossen. Damit erhält das Unternehmen die weltweit exklusive Lizenz zur Entwicklung, Herstellung und Vermarktung von Therapien auf der Grundlage einer onkolytischen Masernvirus-Plattform, die von der Eberhard-Karls-Universität Tübingen und dem Max-Planck-Institut für Biochemie gemeinsam entwickelt wurde. Bei der lizenzierten Technologie handelt es sich um ein modifiziertes Masernvirus auf der Basis der Virusgenomsequenz des etablierten Masernimpfstoffstammes, mit dem Milliarden Menschen weltweit geimpft werden. Das Masernvirus selbst weist von Natur aus krebsvorbeugende Eigenschaften auf und kann gentechnisch mit einer tumorzerstörenden Nutzlast hergestellt werden, wodurch es zu einem

Scientists were awarded the Nobel Prize for Medicine in 2006 for the discovery of this process. Thomas Tuschl and his colleagues from the Max Planck Institute for Biophysical Chemistry in Göttingen were able to prove that this mechanism is also effective in mammals and thus in humans. The so-called small interfering RNA (siRNA) – the RNAi mediating molecules that are part of Alnylam's RNAi therapy platform – starts at an earlier point in the disease than today's medications do by effectively switching off messenger RNA (mRNA), the genetic precursor that encodes disease-causing proteins, thereby preventing the production of these proteins. This is a revolutionary approach to developing drugs to improve the treatment of patients suffering from genetic and other diseases.

LICENCE AGREEMENTS

Themis Bioscience has entered into an exclusive licensing agreement with Max Planck Innovation relating to oncolytic virotherapies. The agreement gives the company the exclusive worldwide licence to develop, manufacture and market therapies based on an oncolytic measles virus platform jointly developed by the Eberhard Karls University of Tübingen and the Max Planck Institute of Biochemistry. The licensed technology is a modified measles virus based on the viral genome sequence of the established measles vaccine strain used to vaccinate billions of people worldwide. The measles virus itself has inherent cancer-preventing properties and can be genetically engineered with a tumour-destroying agent, making it an important building block for effective oncolytic immunotherapy.

The pharmaceutical company IBI (Istituto Biochimico Italiano Giovanni Lorenzini SpA) has received a licence to use silibinin for the treatment of Cushing's disease. Based on research results produced by the Max Planck Institute of Psychiatry and Helmholtz Zentrum Munich, IBI now plans to develop a non-invasive treatment strategy to replace conventional methods such as brain surgery. IBI is planning a preclinical study and is submitting an orphan drug approval application for rare diseases. Cushing's disease is a rare hormonal disease caused by a tumour in the pituitary gland. After treatment with silibinin, tumour growth is reduced and the symptoms typical of Cushing's disease disappear. IBI has already developed a highly concentrated and purified form of silibinin.

MI berät bei der Gründung von Unternehmen auf Basis von Technologien, die an einem Max-Planck-Institut entwickelt wurden.

Max Planck Innovation provides advice and support in establishing start-ups based on technologies developed at a Max Planck Institute.

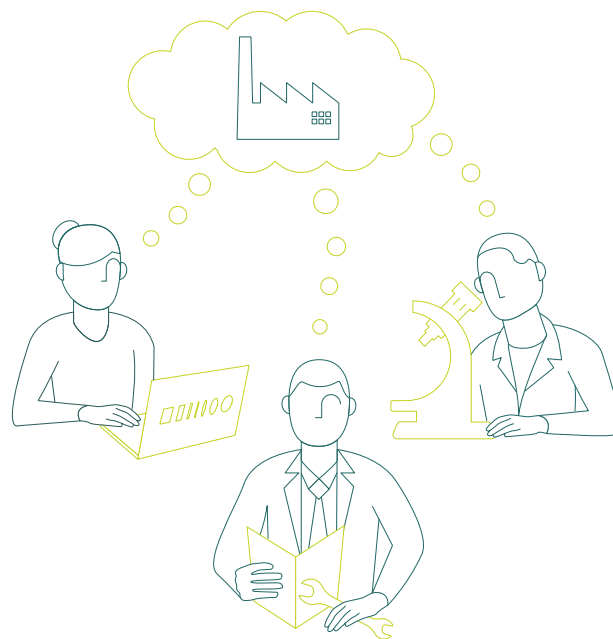
wichtigen Baustein für eine wirksame onkolytische Immuntherapie wird.

Das pharmazeutische Unternehmen IBI (Istituto Biochimico Italiano Giovanni Lorenzini SpA) hat eine Lizenz für die Verwendung von Silibinin zur Behandlung von Morbus Cushing erhalten. Basierend auf Forschungsergebnissen des Max-Planck-Instituts für Psychiatrie und des Helmholtz Zentrums München will IBI nun eine nicht-invasive Behandlungsstrategie entwickeln, die künftig herkömmliche Verfahren wie Hirn-Operationen ersetzen soll. IBI plant eine präklinische Studie und reicht einen Orphan Drug Zulassungsantrag für seltene Erkrankungen ein. Morbus Cushing ist eine seltene, hormonelle Erkrankung, die durch einen Tumor in der Hirnanhangsdrüse verursacht wird. Nach der Behandlung mit Silibinin ist das Tumorwachstum verringert und die für Morbus Cushing typischen Symptome verschwunden. IBI hat bereits eine hochkonzentrierte und aufgereinigte Form von Silibinin entwickelt.

Die Firma ENVIRAL® Oberflächenveredelung GmbH hat eine Korrosionsschutz-Technologie vom Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung einlizenziert, die auf neuesten Ergebnissen in der Nanotechnologie beruht. Die neuen Smart Pigments für die Verwendung in Korrosionsschutzbeschichtungen besitzen „selbstheilende“ Eigenschaften und erhöhen die Schutzeffizienz der Beschichtungen bei gleichzeitig verbesserter Umweltverträglichkeit. Basis hierfür sind Mikro- und Nano-behälter, die mit organischen Korrosionsschutzmitteln gefüllt und mit einer Polyelektrolythülle verkapselt sind. Die winzigen Behälter können Lacken als Additive beigegeben werden ohne die mechanischen Eigenschaften der Antikorrosionsbeschichtung zu schwächen. Durch die lokalen pH-Wert-Änderungen im Falle einer einsetzenden Korrosion quillt die Polyelektrolythülle auf und die korrosionsinhibierenden Wirkstoffe treten aus den winzigen Behältern aus, um die Korrosionsreaktion gezielt im Ansatz zu unterbinden.

AUSGRÜNDUNGEN

Die Max-Planck-Gesellschaft hat sich im Zuge des Technologietransfers an der Acus Laboratories GmbH beteiligt, die 2018 aus dem Max-Planck-Institut für Biologie des Alterns ausgegründet wurde. Acus bietet auf Basis einer neuartigen am MPI entwickelten Screening-Technologie Serviceleistungen für Pharmaunternehmen an. Diese genetisch basierte Scree-



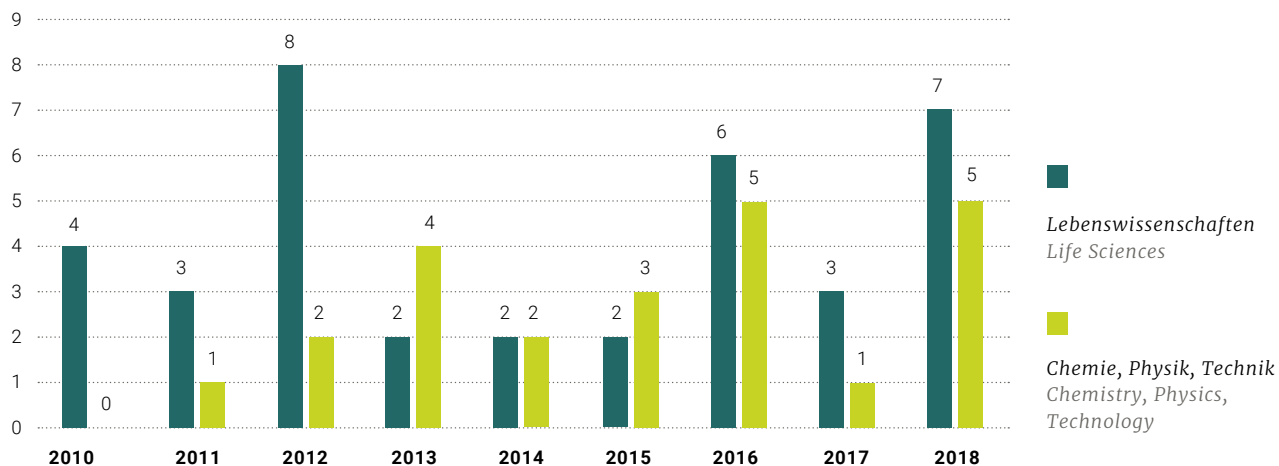
ENVIRAL® Oberflächenveredelung GmbH has licensed a corrosion protection technology from the Max Planck Institute of Colloids and Interfaces based on the latest insights in the field of nanotechnology. The new smart pigments for use in anti-corrosion coatings have “self-healing” properties, increasing the protective efficiency of the coatings while at the same time improving environmental compatibility. The basis for this is provided by micro and nano containers filled with organic corrosion inhibitors and encapsulated in a polyelectrolyte shell. The tiny containers can be added to paints as additives without impairing the mechanical properties of the anti-corrosion coating. Due to local changes in pH value in the event of corrosion, the polyelectrolyte shell swells and the corrosion-inhibiting active substances emerge from the tiny containers to prevent the corrosion reaction from taking place.

SPIN-OFFS

As part of its technology transfer operations, the Max Planck Society acquired a stake in Acus Laboratories GmbH, which was spun off from the Max Planck Institute for Biology of Ageing in 2018. Acus offers services for pharmaceutical companies based on a novel screening technology developed at the MPI. This genetically based screening platform makes it possible to identify molecular drug targets, clarify drugs in development with unknown modes of action and predict the resistance of drug candidates such as chemotherapeutics.

BinNova Fiber Technology GmbH, founded in 2016, licensed a technology from the Max Planck Institute for Medical Research

ZAHL DER AUSGRÜNDUNGEN (STAND 31.12.2018)
NUMBER OF SPIN-OFFS (AS OF 31. DECEMBER 2018)



ning-Plattform ermöglicht es molekulare Wirkstoffziele zu identifizieren, Medikamente in der Entwicklung mit unbekanntem Wirkmechanismus aufzuklären und Resistenzen von Wirkstoffkandidaten, wie z.B. Chemotherapeutika, vorherzusagen.

Die 2016 gegründete BinNova Fiber Technology GmbH hat 2018 eine Technologie des Max-Planck-Instituts für medizinische Forschung lizenziert, die es ermöglicht, innovative Mikro-Metallfasern herzustellen, die extrem fein und gleichzeitig extrem robust sind. Ultrafeine Metallfasern und die Herstellung von Vliesen aus Metallfasern werden in einer Vielzahl von Produkten wie z.B. Elektronik, Filtertechnik und Katalyse eingesetzt. Die innovative Technologie wird von BinNova zur Marktreife weiterentwickelt. Auch konnten 2018 Finanzmittel in Höhe eines einstelligen Millionenbetrags eingeworben werden.

2018 wurde die Meshcapade GmbH aus dem Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme ausgegründet. Meshcapade befasst sich mit der Entwicklung und dem Vertrieb von Softwarelösungen zur digitalen, dreidimensionalen Abbildung von menschlichen Körpern. Hierbei werden digitale Avatare aufgrund relativ einfacher Bilder generiert, welche in digitale Umgebungen eingesetzt und verändert werden können. Die Veränderungen führen aufgrund tausender in einer Datenbank des MPIs hinterlegter Körperdaten zu realistischen Abbildungen.

Die 2018 in den USA gegründete Quench Bio Inc. ist eine Ausgründung basierend auf Technologien aus dem Max-Planck-Institut für Infektionsbiologie und dem Max-Planck-Institut für molekulare Physiologie sowie ferner dem Lead Discovery Center. Quench Bio ist auf die Hemmung stark entzündlicher Prozesse im angeborenen Immunsystem fokussiert. Ziel ist es, wirksame Therapien für Patienten zu entwickeln, bei denen

in 2018 enabling production of innovative micro-metal fibres which are both extremely fine and extremely robust. Ultra-fine metal fibres and non-woven materials produced from metal fibres are used in a variety of products such as electronics, filter technology and catalysis. This innovative technology is being further advanced by BinNova to market maturity. In 2018, it was also possible to raise funds in the single-digit million range.

Meshcapade GmbH was spun off from the Max Planck Institute for Intelligent Systems in 2018. Meshcapade is involved in the development and marketing of software solutions for the digital, three-dimensional imaging of human bodies. Digital avatars are generated based on relatively simple images, and these can be used and modified in digital environments. The changes result in realistic images based on thousands of body data stored in an MPI data base.

Quench Bio Inc., founded in 2018 in the USA, is a spin-off based on technologies developed by the Max Planck Institute for Infection Biology and the Max Planck Institute of Molecular Physiology, as well as the Lead Discovery Center. Quench Bio focuses on the inhibition of highly inflammatory processes in the innate immune system. The goal is to develop effective therapies for patients suffering from autoimmune diseases such as arteriosclerosis. Quench Bio was able to obtain early-stage funding from two well-known venture capital companies in order to pursue its development goals.

MODAG GmbH is a joint venture established in 2013 by the Max Planck Institute for Biophysical Chemistry in Göttingen and the Ludwig Maximilian University, Munich. MODAG was able to raise additional funds in 2018 in preparation for promising Phase I clinical studies. MODAG is involved in the research

durch autoentzündliche Prozesse bedingte Erkrankungen, wie z.B. Arteriosklerose vorliegen. Quench Bio konnte von zwei namhaften Venture Capital Gesellschaften eine Frühphasenfinanzierung einwerben, um die Entwicklungsziele zu verfolgen.

Die MODAG GmbH ist eine im Jahr 2013 etablierte Gemeinschaftsausgründung des Max-Planck-Instituts für biophysikalische Chemie in Göttingen und der Ludwig-Maximilians-Universität München. Zur Vorbereitung vielversprechender klinischer Phase I-Studien konnte die MODAG 2018 weitere Finanzmittel einwerben. Die MODAG befasst sich mit der Erforschung und Entwicklung von Therapeutika und Diagnostika für neurodegenerative Erkrankungen wie Multisystematrophie (MSA) und Parkinson.

2018 konnte bei der Menlo Systems GmbH der Erwerb einer Minderheitsbeteiligung durch Hamamatsu Deutschland abgeschlossen werden. Das 2001 aus dem Max-Planck-Institut für Quantenoptik ausgegründete Unternehmen entwickelt und vertreibt auf der Basis von mit dem Nobelpreis ausgezeichneten Technologien optische Frequenzkämme, ultrastabile Laser, Femtosekunden-Laser und Terahertz-Lösungen zur Weiterentwicklung der optischen Technologie für Präzisionsmessungen mit dem Ziel, Anwendungen in den Forschungslaboratorien bis hin zum Standardeinsatz in der Kommunikations- und Hochtechnologieindustrie zu beschleunigen.

INKUBATOREN

Trotz ihrer hohen Qualität sind Ergebnisse aus der Grundlagenforschung oftmals nicht für eine direkte industrielle Verwertung geeignet. Um diese Erfindungen näher an die Industrie und den Markt heranzubringen, hat Max-Planck-Innovation verschiedene Inkubatoren ins Leben gerufen.

Die Lead Discovery Center GmbH (LDC) hat 2018 mit LDC Biologics eine Niederlassung im Biotechcluster München etabliert, die sich auf die Entwicklung therapeutischer Antikörper konzentriert. Sie ist mit der Firma Grünenthal, Max-Planck-Innovation und dem MPI für experimentelle Medizin eine Forschungskollaboration eingegangen zur Entwicklung neuer Therapien für Patienten mit Charcot-Marie-Tooth 1A, einer angeborenen neurologischen Erkrankung. Mit dem österreichischen Unternehmen APEIRON Biologics AG, das im Bereich der Krebs-Immuntherapie tätig ist, will die LDC im Rahmen einer Kollaboration neuartige Immun-Checkpoint-Modulatoren entwickeln.

2018 ist ein weiteres Unternehmen nach erfolgreicher Inkubation in der Life Science Inkubator GmbH (LSI) ausgegründet worden: Die InfanDx AG identifiziert Biomarker und entwickelt ein diagnostisches Testsystem zur Erkennung von Hirnschädigungen bei Neugeborenen. Weiterhin in Inkubation am LSI befinden sich die Projekte VesselSens, Silvacx, ProDetekt und

and development of therapeutics and diagnostics for neurodegenerative diseases such as multisystem atrophy (MSA) and Parkinson's disease.

In 2018, acquisition of a minority stakeholding in Menlo Systems GmbH by Hamamatsu Deutschland was completed. The company, which was spun off from the Max Planck Institute of Quantum Optics in 2001, develops and markets optical frequency combs, ultra-stable lasers, femtosecond lasers and terahertz solutions based on Nobel Prize-winning technologies for the further development of optical technology for precision measurements, with the aim of accelerating applications in research laboratories for standard use in the communications and high-tech industries.

INCUBATORS

Despite their high quality, results from basic research are often unsuitable for direct application in industry. In order to bring these inventions closer to industry and the market, Max Planck Innovation has created various incubators.

In 2018, Lead Discovery Center GmbH (LDC) established LDC Biologics, a subsidiary in the Munich Biotech Cluster that focuses on the development of therapeutic antibodies. LDC has entered into a research collaboration with Grünenthal, Max Planck Innovation and the Max Planck Institute for Experimental Medicine (MPI-EM) in order to develop new therapies for patients suffering from Charcot-Marie-Tooth 1A (CMT1A), a congenital neurological disease. The aim of a collaboration agreement with the Austrian company APEIRON Biologics AG, which is involved in the field of cancer immunotherapy, is the development of novel immune checkpoint modulators.

In 2018, another company was spun off after successful incubation in Life Science Inkubator GmbH (LSI): InfanDx AG identifies biomarkers and develops a diagnostic testing system to detect brain damage in newborn infants. Meanwhile, the projects VesselSens, Silvacx, ProDetekt and SmartNanotubes are still in incubation at LSI. For the projects EPN and NanoscopiX, follow-up funding is now being sought after the incubation phase. Other companies spun off in recent years include Neuway Pharma GmbH, Bomedus GmbH and EpiVios GmbH.

FiSens GmbH, which was spun off in 2017 after incubation in Photonik Inkubator GmbH (PI), received an investment of EUR 1.2 million in 2018. This company uses a special laser process to produce ultra-miniaturized measuring systems and sensors for use in commercially available glass fibres. DBD Plasma GmbH was spun off from the SurPlas project in 2018. The company develops devices for surface activation in the printing industry using atmospheric pressure plasma. The third

SmartNanotubes. Für die Projekte EPN und NanoscopiX wird nun nach der Inkubationsphase nach einer Anschlussfinanzierung gesucht. Weitere in den letzten Jahren ausgegründete Unternehmen sind die Neuway Pharma GmbH, die Bomedus GmbH sowie die EpiVios GmbH.

Die nach Inkubation an der Photonik Inkubator GmbH (PI) 2017 ausgegründete FiSens GmbH hat 2018 ein Investment in Höhe von 1,2 Mio. € erhalten. Das Unternehmen produziert in einem speziellen Laserverfahren ultra-miniaturisierte Messsysteme und Sensoren innerhalb von handelsüblichen Glasfasern. Aus dem Projekt SurPlas wurde 2018 die DBD Plasma GmbH ausgegründet. Die Firma entwickelt Geräte zur Oberflächenaktivierung mittels Atmosphärendruck-Plasma für die Druckindustrie. Die insgesamt dritte Ausgründung des PI ist 2018 mit der OptoGenTech GmbH entstanden. Das Unternehmen stellt Materialien und Equipment für Versuche in den Bereichen Tissue Engineering und Biologische Systeme her, die unter anderem zur Zulassung optogenetischer Implantate notwendig sind. Weiterhin in der Inkubation befinden sich die Projekte SUPERLIGHT Photonics, Nanoscale und Patientensicherheit 4.0.

2018 wurde das Projekt Sparkberry neu in der IT Inkubator GmbH aufgenommen. Sparkberry ist eine intelligente Schichtplanung für den Einsatz in Schichtbetrieben des Gesundheitswesens. Ende 2018 wurde das Projekt d:Al:mond als GmbH mit vier Gründern ausgegründet. Bei diesem Projekt handelt es sich um die Entwicklung von innovativen spezialgefertigten Data Science Lösungen, die durch das Erkennen von komplexen Zusammenhängen, durch Vorhersagen und Empfehlungen zu Prozess- und Produktionsoptimierung Mehrwert für Unternehmen schaffen. Die Ausgründung K|Lens aus dem Jahr 2017, die u.a. auf Forschungen am Max-Planck-Institut für Informatik basiert, konnte 2018 eine Förderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung sowie VC-Kapital einwerben. Weiterhin in der Inkubationsphase befinden sich vier Projekte: Uvibo, HDR Everywhere, Varying Framrates sowie InFit.

PI spin-off, OptoGenTech GmbH, was established in 2018. The company produces materials and equipment for experiments in the fields of tissue engineering and biological systems which are necessary for the approval of optogenetic implants. The projects SUPERLIGHT Photonics, Nanoscale and Patient Safety 4.0 are likewise in incubation.

The Sparkberry project was newly taken up by IT Inkubator GmbH in 2018. Sparkberry is an intelligent shift planning system for use in shift operations in the healthcare sector. At the end of 2018, the d:Al:mond project was spun off as a GmbH (limited company) with four founders. This project involves the development of innovative, custom-made data science solutions that create added value for companies by means of the recognition of complex interrelationships, predictions and recommendations for process and production optimization. The 2017 spin-off K|Lens, which is based among other things on research carried out at the Max Planck Institute for Informatics, was able to acquire funding from the Federal Ministry of Education and Research and VC capital in 2018. Four projects are still in the incubation phase: Uvibo, HDR Everywhere, Varying Framrates and InFit.



Weltweit finden rund 100 Millionen Untersuchungen im Jahr statt; jede einzelne nutzt Jens Frahms Technologie.

Today, around 100 million MRI scans are performed worldwide every year; all using Jens Frahm's technology.

EUROPÄISCHER ERFINDERPREIS 2018 FÜR SCHNELLE MRT IN DER MEDIZINISCHEN DIAGNOSTIK EUROPEAN INVENTOR AWARD 2018 FOR FAST MRI IN MEDICAL DIAGNOSTICS

Das Europäische Patentamt (EPA) hat den Göttinger Physiker Jens Frahm vom Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie für seine bahnbrechenden Weiterentwicklungen in der Magnetresonanztomografie (MRT) im Juni 2018 mit dem Europäischen Erfinderpreis gewürdigt. In zwei Schritten ist es ihm und seinem Team gelungen, die MRT um das bis zu 10.000-fache zu beschleunigen und diese Technologie in der klinischen Praxis zu etablieren.

Die von Frahm und seinem Team in den 1980er-Jahren entwickelte FLASH-Technologie reduzierte die Bildaufnahmezeiten von Minuten auf Sekunden und machte die MRT in der Folge zu einem der bedeutendsten bildgebenden Verfahren in der klinischen Diagnostik. Führende Hersteller von MRT-Geräten übernahmen FLASH bereits innerhalb weniger Monate. Als bis heute profitabelstes Patent der Max-Planck-Gesellschaft hat es rund 155 Millionen Euro an Lizenzeinnahmen eingebracht.

Im Jahr 2010 lösten Frahm und sein Team mit FLASH2 schließlich auch das Problem der hohen Zahl an erforderlichen Einzelmessungen. Einfach ausgedrückt ist FLASH2 die FLASH-Technologie samt Filmfunktion: Es verwendet ein neues mathematisches Verfahren für die Bildrekonstruktion und kommt dadurch mit nur wenigen Einzelmessungen pro Bild aus. Die Technik beschleunigte die MRT-Aufnahmen ein weiteres Mal erheblich, auf bis zu 100 Bilder pro Sekunde.

Dies erlaubt es, beliebige Vorgänge im Inneren des Körpers wie Gelenke in Bewegung, das schlagende Herz oder komplexe Abläufe wie das Sprechen oder Schlucken direkt zu beobachten.

With the European Inventor Award 2018, the European Patent Office (EPO) honored Jens Frahm of the Max Planck Institute (MPI) for Biophysical Chemistry in Göttingen for his groundbreaking advances in magnetic resonance imaging (MRI). In two steps, the physicist and his team succeeded in speeding up MRI by a factor of up to 10,000 and established it in clinical practice.

The FLASH technology developed by Frahm and his team reduced image acquisition rates from minutes to seconds and subsequently made it one of the most important imaging methods for clinical diagnostics. Today, around 100 million MRI scans are performed worldwide every year; all using Frahm's FLASH technology. As the Max Planck Society's most profitable patent to date, it has generated around 155 million euros in licensing income.

In 2010, Frahm and his team, presenting FLASH2, finally also solved the problem of needing a large number of individual measurements. In simple terms, FLASH2 is the FLASH technology in video speed. It uses a new mathematical algorithm for image reconstruction from only very few measurements with different spatial encodings.

The technique considerably accelerated the MRI image acquisition once again and made it possible to observe directly any movement inside the body such as joints in motion, the beating heart or complex processes such as speaking or swallowing.