01

Kapitel | Chapter

Leseproben

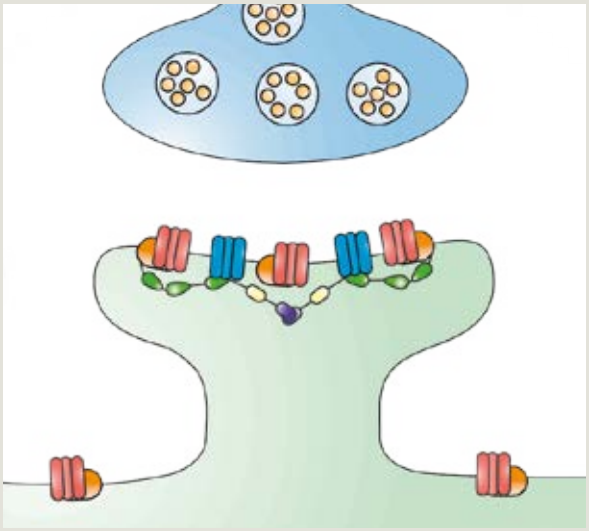
aus dem Jahrbuch der Max-Planck-Gesellschaft

Extracts

from the Yearbook of the Max Planck Society

Das Jahrbuch der Max-Planck-Gesellschaft dient der wissenschaftlichen Rechenschaftslegung. Es bündelt die Berichte über die an den Max-Planck-Instituten geleisteten Forschungsarbeiten. Eine kleine Auswahl von Jahrbuch-Beiträgen wird im Folgenden in Form von Kurzmeldungen vorgestellt. Interessierte Leserinnen und Leser können die vollständigen Beiträge im Internet nachlesen unter:
www.mpg.de/166008/jahrbuecher

The Yearbook of the Max Planck Society serves the purpose of scientific reporting. It collates reports about the research carried out at the Max Planck Institutes. A small selection of contributions from the Yearbook is presented below in the form of synopses. They are available on the internet under:
www.mpg.de/166022/yearbooks (German Text with English abstract).



© MPIN, STEIN

AUSNAHMEN VON MENDEL

Nach den Mendelschen Regeln werden unterschiedliche Ausprägungen eines Merkmals mit gleicher Häufigkeit vererbt. Es gibt jedoch Ausnahmen: Mäuse, die ohne Schwanz geboren wurden, erzeugen viel mehr Nachkommen mit normalem Schwanz als solche mit kurzem Schwanz. Bernhard G. Herrmann, Direktor am MPI für molekulare Genetik in Berlin, hat mit seinen Kollegen dieses Phänomen aufgeklärt. Im Laufe der Evolution entwickelte sich eine „egoistische" Version von Chromosom 17, der t-Haplotyp. Spermien von Maus-Männchen mit dieser „egoistischen" Variante haben einen unschätzbaren Vorteil: Sie sind schneller als jene mit dem „normalen" Chromosom. Das egoistische Gen kann sich daher bei bis zu 99 Prozent aller Nachkommen durchsetzen. Dies könnte erhebliche Bedeutung für die Nutztierzucht haben: Hier ist häufig nur ein Geschlecht erwünscht. Die Vererbungsrate des Geschlechts gezielt zu steuern wäre sowohl wirtschaftlich als auch für den Tierschutz vorteilhaft.

EXCEPTIONS TO MENDEL

The Mendelian rules state that different variations of a trait are passed on to the next generation in equal numbers. Nevertheless, there are exceptions. Mice born without tails for instance, produce far more descendants with normal tails than with short ones. Bernhard G. Herrmann, Director at the MPI for Molecular Genetics in Berlin and his colleagues have explained this phenomenon. Over the course of evolution, a "selfish" version of chromosome 17 has developed, known as the t-haplotype. Sperm from male mice with this "selfish" variant have an inestimable advantage: they are faster than those with the "normal" chromosome. The selfish gene can assert itself in up to 99 percent of all descendants. This could have considerable importance for livestock breeding, where often only one gender is desirable. Targeted control of gender expression in the offspring would be advantageous both economically, as well as in terms of animal protection.

DAS LERNEN SICHTBAR GEMACHT

Unser Gehirn leistet Erstaunliches: Es verarbeitet und verknüpft neue Informationen und speichert gleichzeitig Erinnerungen, um sie später wieder abzurufen. Dazu muss es zum einen plastisch sein und gleichzeitig sicher speichern. Susanne tom Dieck am MPI für Hirnforschung untersucht, wie das Gehirn diesen Anforderungen gerecht wird. Kontaktstellen von Nervenzellen – die Synapsen – können gezielt verändert werden. Das gelingt, indem die Zellmaschinerie bestimmte Proteine lokal und in direkter Nähe zur jeweiligen Synapse produziert. Das Repertoire an Proteinen ist dabei viel größer als die Forscher bisher vermutet hatten: So fanden sie dort, wo sie mit einer kleinen Auswahl gerechnet hatten, mehr als 2500 verschiedene Protein-Bauanleitungen, die Boten-RNAs. Mithilfe von künstlichen Proteinbausteinen wollen die Forscher sichtbar machen, welche dieser Anleitungen tatsächlich genutzt und welche Proteine wo synthetisiert werden.

MAKING LEARNING VISIBLE

Our brain is amazing: It processes and interconnects new information while simultaneously storing memories in order to recall them later. Therefore, it must be flexible, yet at the same time offer immutable storage. Susanne tom Dieck at the MPI for Brain Research investigates how the brain meets these requirements. The individual locations where nerve cells make connections – the synapses – can be selectively changed. This occurs by the cellular machinery producing specific proteins locally in the immediate vicinity of the given synapse. The repertoire of proteins is much larger in this case than researchers had previously suspected: where they had expected a small selection, they found more than 2500 various protein construction manuals – so-called messenger RNA molecules. With the help of artificial protein constituents, the researchers want to make visible which proteins are synthesized, and where.

© MAXCINE / MPI FÜR ORNITHOLOGIE

EVOLUTION VOR UNSERER HAUSTÜR

Nicht nur Menschen zieht es in die Städte – auch immer mehr Tierarten siedeln sich hier an. Auf ihr Verhalten hat das Stadtleben teils gravierende Auswirkungen. Jesko Partecke und seine Kollegen am MPI für Ornithologie in Radolfzell untersuchen, wie Amseln auf diesen Lebensraum reagieren, etwa auf die nächtliche Beleuchtung durch Straßenlaternen. Wie die Forscher herausfanden, hat künstliches Licht drastische Auswirkungen auf den jahreszeitlichen Fortpflanzungsrhythmus. Verglichen mit Artgenossen, die nachts im Dunkeln schlafen, ist bei Stadtamseln das Wachstum der Keimdrüsen zeitlich nach vorne verlegt. Gleichzeitig steigt der Testosteronspiegel früher, und die Männchen beginnen morgens zeitiger zu singen. Unter akutem Stress schütten Stadtamseln außerdem weit weniger Stresshormone aus als Waldamseln. Für Wissenschaftler sind Städte in mancher Hinsicht das ideale Freilandlabor. Hier können sie direkt beobachten, wie der Mensch die Evolution von Arten beschleunigt.

EVOLUTION AT OUR DOORSTEP

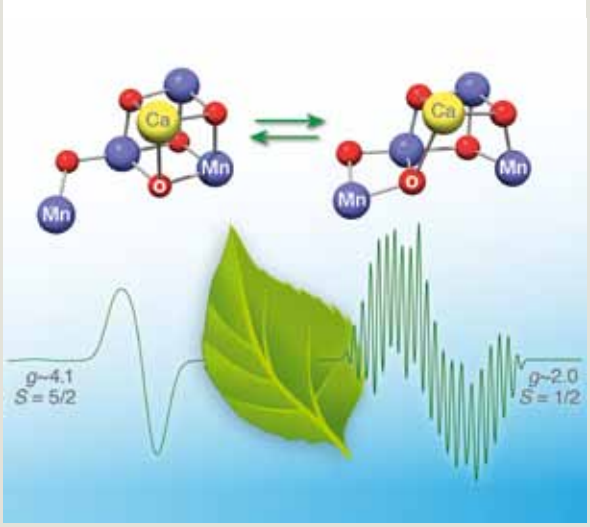
Not only people are moving into the cities – animal species are increasingly settling here as well. The urban environment sometimes has serious effects on their behaviour. Jesko Partecke and his colleagues at the MPI for Ornithology in Radolfzell are investigating how blackbirds respond in this habitat, for instance to the street lighting at night. As the researchers discovered, artificial light has drastic effects on their seasonal reproductive rhythms. Compared to members of their species that sleep in the dark, the growth of gonads in the urban blackbirds is temporally advanced. Simultaneously, the testosterone level climbs earlier, and the males begin to sing earlier in the morning. In addition, under acute stress, the urban blackbirds secrete less stress hormones than rural blackbirds. For scientists, cities are the ideal outdoor laboratory in many respects. They can directly observe here how society is accelerating the evolution of species.

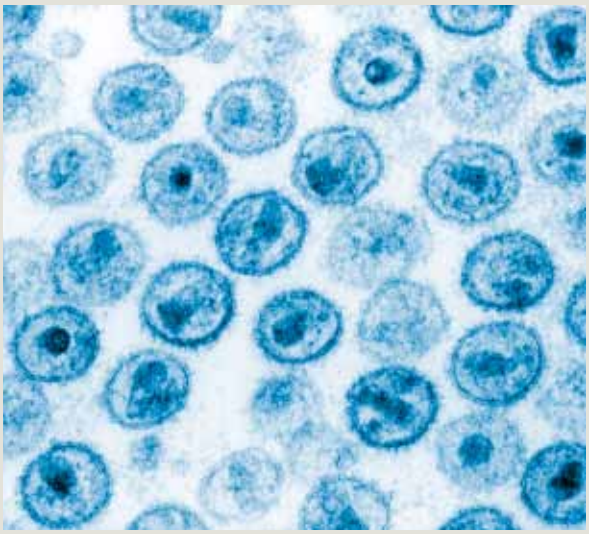
SCHÄDLINGE VERBÜNDEN SICH

Biotrophe Krankheitserreger wie Rostpilze sind gefürchtete Pflanzenschädlinge. Weil sie im Laufe der Evolution wichtige Stoffwechsel-Gene verloren haben, müssen sie einen lebenden Wirt besiedeln. Mit raffinierten Mechanismen setzen sie die pflanzliche Immunabwehr außer Kraft, um an Stoffwechselprodukte wie Aminosäuren zu gelangen. Dadurch können sich aber auch andere Mikroorganismen ansiedeln, die um die gleichen Ressourcen konkurrieren. Erstaunlicherweise scheinen die potenziellen Konkurrenten aber sogar voneinander zu profitieren: Indem die Schädlinge untereinander Gene austauschen, erhöhen sie ihre genetische Vielfalt – ein Vorteil bei der Besiedlung neuer Wirtsarten. Wissenschaftler um Eric Kemen am MPI für Pflanzenzüchtungsforschung untersuchen die Genome von Wirtspflanzen und den assoziierten Krankheitserregern. Sie wollen herausfinden, wie neue Pflanzenkrankheiten entstehen und welche Rolle das ökologische Umfeld dabei spielt.

PESTS ARE NETWORKED

Biotrophic pathogens such as the rust fungus are greatly feared plant pests. Because they have lost important metabolism genes in the course of evolution, they are forced to occupy a living host. They use sophisticated mechanisms to neutralise a plant's immune system in order to gain access to metabolic products, like amino acids. In this way, they establish themselves in the plant; but other microorganisms that compete for the same resources settle there as well. Astonishingly however, these potential competitors appear to profit from one another, in that the pests exchange genes amongst each other and thereby increase their genetic diversity – an advantage when occupying new host species. Scientists working under Eric Kemen at the MPI for Plant Breeding Research investigate the genomes of host plants and the associated pathogens. They want to determine how new plant diseases arise and the role that the ecological environment plays.





SPEKTROSKOPIE UND QUANTENCHEMIE IM WECHSELSPIEL

Seit langer Zeit erforschen Wissenschaftler, wie die Wasserspaltung bei der Fotosynthese abläuft. Der Quantenchemiker Frank Neese, Direktor am MPI für chemische Energiekonversion, zeigt, welchen Beitrag theoretische Berechnungen im Wechselspiel mit spektroskopischer Strukturaufklärung für die Analyse der Reaktionen am „Oxygen Evolving Complex" (OEC) leisten: Die Wissenschaftler um Neese und seinen Gruppenleiter Dimitrios Pantazis konnten rechnerisch zeigen, dass die 2011 von anderen Forschern bestimmte Struktur des aktiven Zentrums des OEC eine hochenergetische Struktur ist, die in zwei verschiedene Energieminima übergehen kann. Dieser unerwartete Befund erklärt ein altes Rätsel des OEC, der – je nach Präparation – ein unterschiedliches spektroskopisches Verhalten zeigt. Außerdem konnten die Max-Planck-Forscher den wichtigen Protonierungszustand der Wassermoleküle im OEC berechnen – ein Ergebnis, das mit experimentellen Messungen nicht in diesem Detail zu erreichen ist.

INTERPLAY OF SPECTROSCOPY AND QUANTUM CHEMISTRY

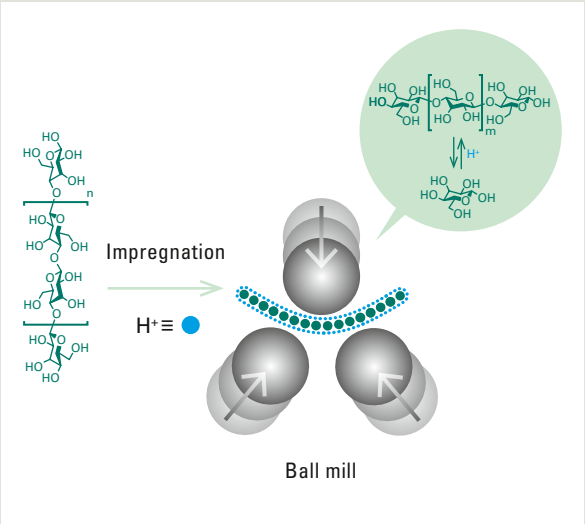
Scientists have long been researching how water splitting occurs during photosynthesis. Quantum chemist Frank Neese, Director at the MPI for Chemical Energy Conversion, has demonstrated how theoretical calculations can contribute to spectroscopic structural analysis in understanding the reactions of the oxygen-evolving complex (OEC). Scientists working together with Neese and his Research Group Leader Dimitrios Pantazis were able to demonstrate computationally that the structure of the OEC's active centre determined by other researchers in 2011 is highly energetic and can transition into two different energy minima. This unexpected finding explains an old enigma of the OEC, which exhibits different spectroscopic behaviour depending on preparation. In addition, the Max Planck researchers were able to calculate the important state of water molecule protonation in the OEC – a result that cannot be obtained in this detail through experimental measurements.

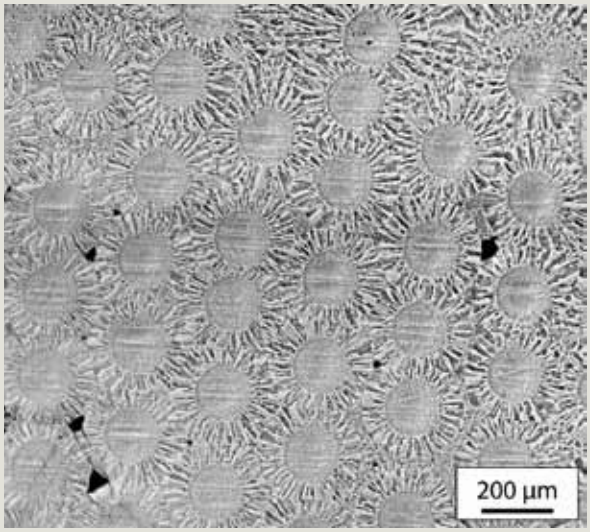
NEUE ANGRIFFSPUNKTE GEGEN HIV

Auch nach mehr als 25 Jahren Forschung ist HIV nicht heilbar. Die Medikamente zielen darauf ab, die Viruslast des Patienten gering zu halten. Eine neue Klasse solcher Medikamente sind die Eintrittshemmer. Sie sollen verhindern, dass HIV eine Gruppe von Immunzellen – die CD4⁺-Zellen – befällt. Beim Eintritt in die Zelle spielt der sogenannte Co-Rezeptor eine Schlüsselrolle. Verschiedene HIV-Typen nutzen unterschiedliche Varianten dieses Rezeptors. Bisher lässt sich jedoch nur eine der beiden häufigsten Rezeptor-Varianten blockieren. Olga Kalinina und Nico Pfeifer am MPI für Informatik haben eine statistische Methode entwickelt, um vorherzusagen, welcher der beiden Rezeptor-Typen von den Viren des jeweiligen Patienten genutzt wird. So lässt sich im Vorfeld abschätzen, ob das Medikament anschlägt. Außerdem haben die Forscher ein strukturelles Modell für die Bindungsspezifität entwickelt – ein wichtiger Schritt, um den Eintrittsmechanismus besser zu verstehen.

NEW TARGETS IN THE FIGHT AGAINST HIV

Even after more than 25 years of research, HIV remains incurable. The drugs used are designed to minimise the viral load in the patient. Entry inhibitors represent a new class of drugs that combat HIV. They are intended to prevent HIV from attacking a specific group of immune cells – the CD4⁺ cells. A co-receptor, as it is known, plays a crucial role during viruses' entry into the cells. Various types of HIV use different variants of this receptor. However, only one of the two most common variants of the receptor can be blocked so far. Olga Kalinina and Nico Pfeifer at the MPI for Informatics have developed a statistical method to predict which of the two types of receptors the viruses are using in a given patient. The efficacy of the drug treatment can thus be predicted in advance. In addition, the researchers are developing a structural model for the bonding specificity – an important step in understanding the entry mechanism.





KATALYTISCHES VERMAHLEN FÜR BIOMASSE

Der Einsatz von Biomasse als Rohstoffquelle wird zunehmend diskutiert, auch wenn die Vorteile, etwa für Klimaschutz und Ökonomie, teilweise umstritten sind. Analog zur Erdölverarbeitung soll in einer „Bioraffinerie" Biomasse in Rohstoffe umgewandelt werden. Zentral dabei ist die Möglichkeit, ganze Pflanzen zu verarbeiten. Halme oder Holz bestehen jedoch großenteils aus Lignocellulose, die bisher nicht verwertet werden konnte. Wissenschaftler um Roberto Rinaldi und Ferdi Schüth vom MPI für Kohlenforschung haben ein neues Verfahren für den Aufschluss der Lignocellulose entwickelt. Die Biomasse wird mit einer starken Säure imprägniert und anschließend in einer Kugelmühle vermahlen. Bei diesem „mechanokatalytischen Aufschluss" entstehen kurze Bruchstücke der Cellulose, sogenannte Oligomere, die aus Zuckern bestehen. Die Forscher wollen jetzt klären, warum dieses Verfahren bessere Ergebnisse liefert als Mahlen oder Säureanwendung allein.

CATALYTICALLY PULVERISING BIOMASS

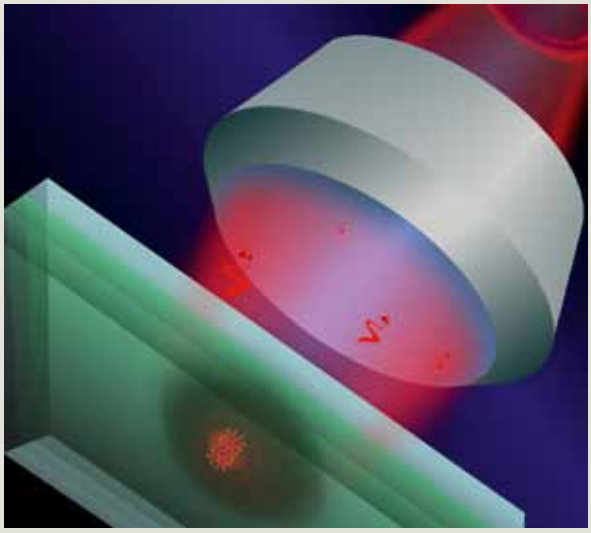
Employing biomass as a source of raw materials is increasingly under discussion, even if the advantages for climate protection and the economy are somewhat controversial. Analogous to processing crude oil is the concept of a "biorefinery" in which biomass will be transformed into raw materials. The key here is the possibility of processing entire plants. Stalks or woods, however, consist largely of lignocellulose, which has not been recyclable until now. Scientists working with Roberto Rinaldi and Ferdi Schüth have developed a new process for the decomposition of lignocelluloses: the biomass is impregnated with a powerful acid and subsequently pulverized in a ball mill. This combined mechanical-catalytic decomposition process produces short cellulose fragments known as oligomers, which consist of sugars. The scientists now want to investigate why this process delivers better results than pulverizing or using acid by themselves.

EIN WIDERSTANDSFÄHIGER WOLFRAMWERKSTOFF

In einem zukünftigen Fusionskraftwerk stellen diejenigen Bauteile, die mit dem Plasma in Kontakt kommen, ganz besondere Anforderungen an das Material. Wolfram ist wegen seiner einzigartigen Kombination von Eigenschaften ein aussichtsreicher Kandidat. Aber der Werkstoff ist nicht ideal: Vor allem die Versprödung während des Einsatzes ist ein bisher ungelöstes Problem. Wissenschaftler am MPI für Plasmaphysik um Johann Riesch und Jeong-Ha You entwickeln daher eine neue Klasse von Wolframwerkstoffen mit verbesserten Eigenschaften. Dazu verstärken sie das Material mit beschichteten Langfasern aus gezogenem Wolframdraht und betten das Gebilde in eine Matrix aus chemisch abgeschiedenem Wolfram ein. Auf diese Weise schaffen sie Strukturen, die eine lokale Umverteilung von Energie erlauben und so die Zähigkeit erhöhen. Welches Potenzial der neue Verbundwerkstoff hat, haben die Forscher mit Untersuchungsmethoden wie der Röntgenmikrotomografie gezeigt.

A TOUGH TUNGSTEN MATERIAL

The particular components that come into contact with the plasma of future fusion reactor power plants have very special material requirements. Tungsten is a candidate with good prospects due to its unique combination of properties. However, the material is not perfect: it becomes brittle in use, which is a problem that remains unsolved. A team of scientists at the MPI for Plasma Physics headed by Johann Riesch and Jeong-Ha You are therefore developing a new class of tungsten materials with improved properties. To this end, they strengthen the material with coated longitudinal fibres of drawn tungsten wire, and then embed the structure in a matrix of chemically precipitated tungsten. In this manner, they create structures that allow local redistribution of energy, which increases toughness. The researchers have demonstrated the potential of the new composite material using research methods such as X-ray microtomography.



MOLEKÜLANTENNEN FÜR DIE PHOTONIK

Die wohl kleinsten optoelektronischen Bauteile der Welt erschaffen Vahid Sandoghdar, Direktor am MPI für die Physik des Lichts, und seine Mitarbeiter. Die Wissenschaftler untersuchen, wie sich Antennen, Schalter und Modulatoren für optische Schaltkreise mit einzelnen Molekülen als Quantenemitter realisieren lassen. Dabei machen sie sich zunutze, dass bestimmte organische Moleküle sehr effizient Licht einfangen können, ähnlich einer Empfängerantenne. Fällt das so angeregte Molekül wieder in seinen Urzustand zurück, gibt es die Energie in Form von einzelnen Lichtteilchen wieder ab, wie eine Senderantenne. Über eine Mikrolinse können die Wissenschaftler den Photonenstrom gezielt auf ein zweites Molekül richten, das die Lichtteilchen seinerseits aufnimmt und weiterleitet. In den nächsten Jahren wollen sie die Methode so weit entwickeln, dass sie viele solcher Quanten-Nano-Antennen hintereinanderschalten können.

MOLECULAR ANTENNAE FOR PHOTONICS

Vahid Sandoghdar, Director at the MPI for the Science of Light, and his staff are creating presumably the smallest optoelectronic components in the world. The scientists are researching how antennas, switches, and modulators can be implemented using individual molecules as quantum emitters in optical circuits. They make use of certain organic molecules that can capture light very efficiently, similar to a receiving antenna. If a molecule excited in this way falls back to its original state, it re-emits the energy in the form of individual particles of light, like a transmitting antenna. Using a microscopic lens, the stream of photons can be selectively directed toward a second molecule that itself absorbs the light particles and transfers them along. The researchers want to develop the method in the coming years to the extent that they can connect many such quantum-nano-antennas in series.

SOFTIES STEHEN HOCH IM KURS

Schimpansen und ihre engsten Verwandten, die Bonobos, verfolgen ganz unterschiedliche Fortpflanzungsstrategien: Während Schimpansen-Männchen aggressiv um Weibchen konkurrieren, sind Bonobo-Männchen friedfertig. Die erfolgreichsten unter ihnen bemühen sich um enge Beziehungen zum anderen Geschlecht, oft mit tatkräftiger Unterstützung der eigenen Mutter. Tobias Deschner vom MPI für evolutionäre Anthropologie und seine Kollegen erforschen freilebende Bonobos in der Demokratischen Republik Kongo. Dazu beobachten sie deren Sozialverhalten und messen Hormone wie Testosteron im Urin. Mit dem Menschen sind Bonobos genauso eng verwandt wie Schimpansen. Indem die Forscher Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen den beiden Arten dokumentieren und mit dem Menschen vergleichen, gelangen sie zu einem immer besseren Verständnis der menschlichen Evolution und dabei auch der Frage, wie sich die menschliche Paarbindung entwickelt hat.

SOFTIES ARE AT A PREMIUM

Chimpanzees and their closest relatives, bonobos, pursue completely different reproductive strategies. While male chimpanzees aggressively compete for females, male bonobos are docile. The most successful among them attempt to build close relationships to the other gender, often with active and energetic support from their own mother. Tobias Deschner from the MPI for Evolutionary Anthropology and his colleagues are researching bonobos living in the wild in the Democratic Republic of the Congo. To this end they observe their social behaviour and measure hormones like testosteron in their urine. Bonobos are just as closely related to humans as chimpanzees are. By documenting the differences and similarities between the two species and comparing them with humans, the researchers have arrived at an increasingly better understanding of human evolution and thereby the question of how human pair bonding developed as well.

Barometer Sicherheit Deutschland

EIN BAROMETER FÜR DIE SICHERHEIT

Wie sicher ist Deutschland? Und: Wie sicher fühlen sich die Menschen in Deutschland? Mit diesen beiden Leitfragen haben Wissenschaftler des MPI für Strafrecht ein großes Verbundprojekt ins Leben gerufen, an dem sieben Partner, darunter das Bundeskriminalamt, beteiligt sind. Dass dabei das „sich sicher fühlen" und tatsächlich sicher sein, auseinanderfallen, zeigt etwa die Wahrnehmung der Hitzewelle des Jahres 2003, die eine der größten Naturkatastrophen in Europa war: Tausende von Menschen starben durch den extrem heißen Sommer, den meisten Bürgern ist er jedoch eher als positive Ausnahme in Erinnerung. Die Forscher haben rund 2.500 Einwohner befragt, worüber sie sich sorgen: Die Sorge, später ein Pflegefall zu werden, sowie eine mangelnde finanzielle Absicherung im Alter standen dabei für 40 Prozent der Befragten ganz oben. Davor, Opfer einer Straftat zu werden, fürchten sich nur 14 Prozent der Bevölkerung; lediglich 11 Prozent sorgen sich um Naturkatastrophen.

A SECURITY BAROMETER

How safe is it in Germany? And: how safe do people feel in Germany? Scientists of the MPI for Foreign and International Criminal Law have launched a large-scale joint project with participation of seven partners, including the Bundeskriminalamt (German Federal Criminal Police Office), that will address these two topics. Feeling safe and actually being safe diverge, as shown by the perception of the 2003 heat wave, which was one of the biggest natural catastrophes in Europe: thousands of people died due to the extremely hot summer, yet most citizens recall it as more of a positive exception. The researchers have interviewed around 2,500 residents about what they worry over: concerns about requiring nursing care, as well as insufficient financial security in old age top the list for 40 percent of those questioned. Only 14 percent of the population fear becoming a victim of crime; merely 11 percent worry about natural catastrophes.

WISSENSCHAFT IM KINDERZIMMER

Im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts kam das wissenschaftliche Interesse an der Entwicklung von Kleinkindern und Babys auf. Eine der ersten Frauen, die sich hier engagierten, war die Kalifornierin Milicent Shinn, die ihre Nichte Ruth vom ersten bis zum siebenten Lebensjahr beobachtete und die Entwicklung dokumentierte. Christina von Oertzen rekonstruiert am MPI für Wissenschaftsgeschichte die Arbeit von Shinn anhand ihrer Aufzeichnungen. Shinn war eine der ersten Absolventinnen der University of California in Berkeley und zugleich Redakteurin einer Literaturzeitschrift. Sie notierte ab dem elften Monat auf fünf kleinen Notizblöcken die Entwicklung: je ein Block für die physischen Sinne, für Gefühlsäußerungen, für Bewegungsabläufe, für Gedächtnis und Neugier und für Sprache. Shinn rekrutierte ein Netzwerk von Frauen, die Kleinkindpsychologie betrieben, und publizierte ihre Studien in mehreren Büchern. Ihre Arbeiten stießen auch in Deutschland seinerzeit auf großes Interesse.

SCIENCE IN THE NURSERY

Scientific interest in the development of young children and infants arose in the last third of the 19th century. One of the first women to be engaged in this was Milicent Shinn in California, who observed her niece Ruth during the first seven years of her life and documented her development. Christina von Oertzen at the MPI for the History of Science reconstructed Shinn's work by analysing her notes. Shinn was one of the first female graduates of the University of California, Berkeley, and, at the same time, editor of a literary review of the time. Beginning at the eleventh month, she recorded this development in five small notebooks: one each for the physical senses, for emotional expressions, movement sequences, memory and curiosity, and for language. Shinn recruited a network of women who conducted research in child psychology and published their studies in several books. Her work also met with great interest in Germany at the time.