



Highlights unserer Forschung 2019

Research Highlights 2019

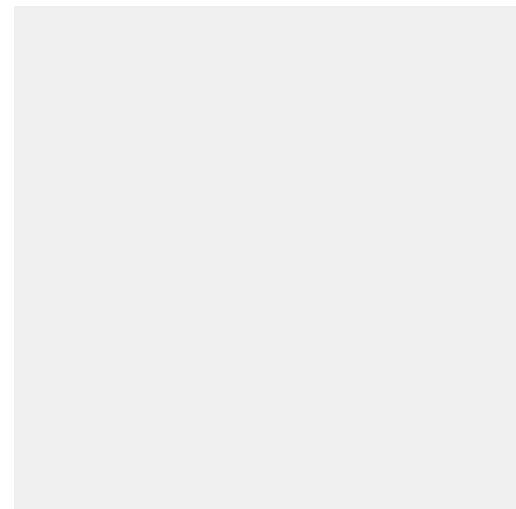
Titelbild: Zwei Bärenpaviane schwimmen im Flussdelta des Okavango, Botswana. Im Rahmen des DFG-Graduiertenkollegs „Verstehen von Sozialbeziehungen“ erforschen DPZ-Wissenschaftler an Altweltaffen und Menschen, wie das Zusammenleben in komplexen Gesellschaften funktioniert. Das Graduiertenkolleg läuft seit 2015 und wurde 2019 mit einer Fördersumme von 1,7 Millionen Euro bis Ende 2024 verlängert.

Two Chacma baboons swim in the river delta of the Okavango, Botswana. Within the framework of the DFG Research Training Group "Understanding Social Relationships", DPZ scientists are researching on Old World monkeys and humans how coexistence in complex societies works. The Research Training Group has been running since 2015 and was extended in 2019 with funding of 1.7 million euros until the end of 2024. Photo: Marc Stickler

Deutsches Primatenzentrum
Leibniz-Institut für Primatenforschung

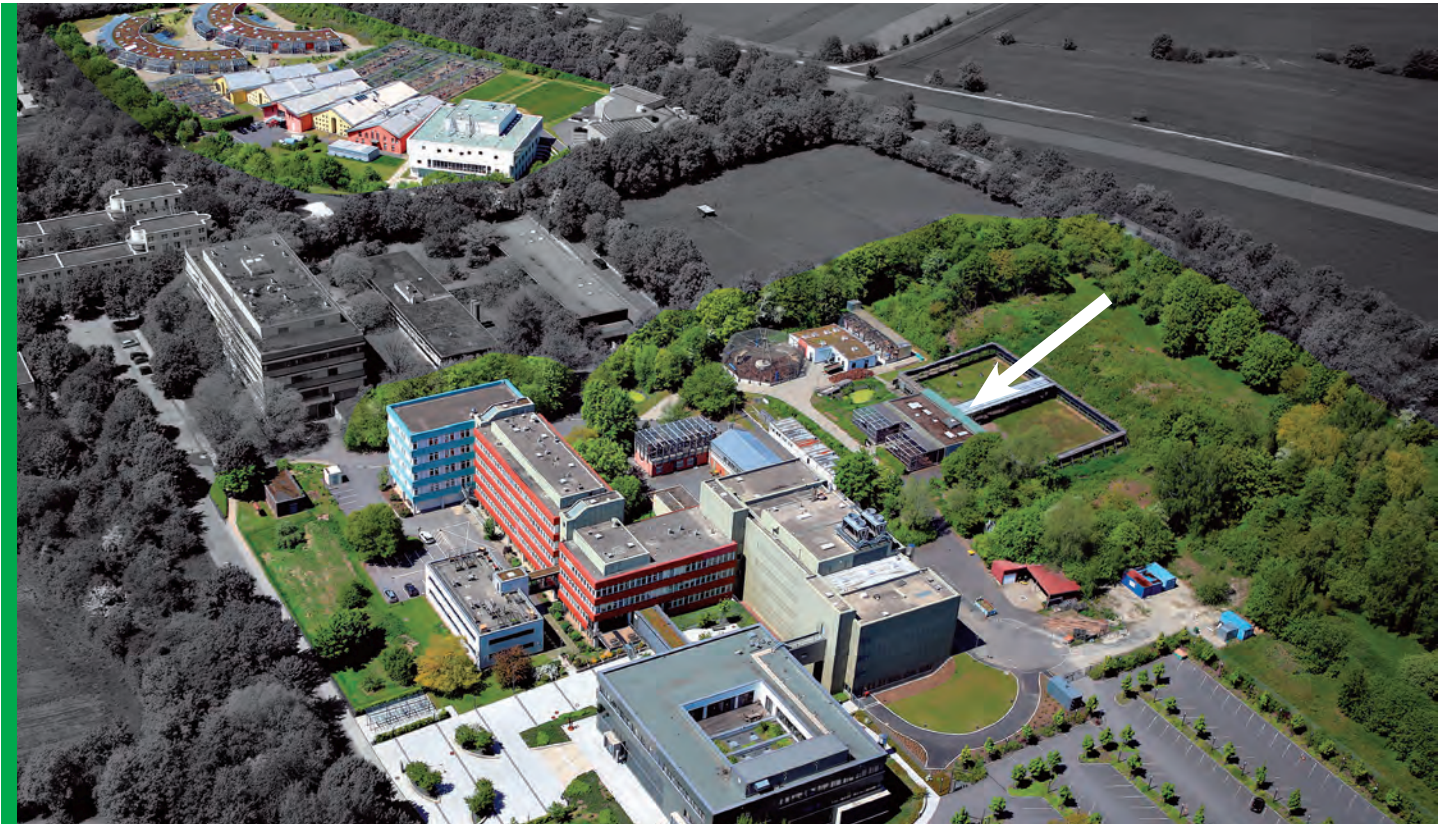
Highlights 2019

Inhalt *Contents*

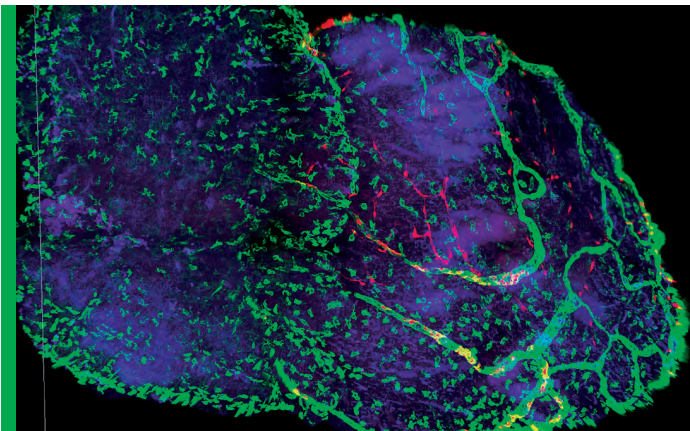


Inhalt Contents

Willkommen <i>Welcome</i>	04
Das Institut <i>Our institute</i>	06
Ein Herz aus Schwein <i>A heart from a pig</i>	14
Elfmeterschießen entscheiden sich im Gehirn <i>Penalty shots are decided in the brain</i>	18
Wie Sprache entstanden ist <i>How language developed</i>	22
Neues Virus in Mantelaffen entdeckt <i>Novel virus discovered in mantled guerezas</i>	26
Hirnrhythmen organisieren visuelle Wahrnehmung <i>Brain rhythms organize visual perception</i>	30
Kleine Helfer für den Regenwald <i>Little helpers for the rainforest</i>	34



Die Bereiche, die zum DPZ gehören, sind farbig dargestellt. Die Pavian- und Lemurengehege (Pfeil) werden zurzeit saniert und sollen im Dezember 2020 fertig gestellt werden. ■ Structures, which belong to the DPZ, are marked in color. The baboon and lemur enclosures (arrow) are currently under construction and should be completed in December 2020. Photo: Stefan Rampfel



Innerhalb des EU-weiten REANIMA-Projektes erforschen Wissenschaftler der Abteilung Versuchstierkunde seit Januar 2020 die Regenerationsfähigkeit des Herzens. ■ As part of the EU-wide REANIMA project, scientists from the Laboratory Animal Science Unit investigate heart regeneration since January 2020. Photo: Centro Nacionales Investigaciones Cardiovasculares



Wie beeinflussen soziale Interaktionen Wahrnehmung und Verhalten? DPZ-Neurowissenschaftler erforschen diese Frage im Rahmen des Leibniz-Programms „Kooperative Exzellenz“. ■ How do social interactions influence perception and behavior? DPZ neuroscientists are investigating this question as part of the Leibniz program “Collaborative Excellence”. Photo: Karin Tilch

Willkommen *Welcome*

Wie tragen Affen zur Regeneration von Regenwäldern bei? Wie schafft es unser Gehirn, Entscheidungen zu treffen? Ist Xenotransplantation die Lösung für den Organspendermangel, und wie ist eigentlich unsere Sprache entstanden? Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vom Deutschen Primatenzentrum – Leibniz-Institut für Primatenforschung sind diesen und anderen Fragen nachgegangen und haben Antworten gefunden, die sie Ihnen in dieser Broschüre präsentieren. Wir laden Sie ein, die Forscher, ihre Ideen und die Geschichte hinter den Projekten kennenzulernen und wünschen Ihnen eine anregende Lektüre.

Wenn Sie nicht bis zum nächsten Jahr warten wollen, um weitere Neuigkeiten aus dem DPZ zu erfahren, können Sie unsere vierteljährlich erscheinende, kostenlose Zeitschrift „DPZ aktuell“ abonnieren, die Videos in unserem YouTube-Kanal anschauen oder uns auf Twitter folgen. Sie finden Informationen dazu sowie alle gedruckten Materialien, Bilder und Filme in der Mediathek auf unserer Website.

Why are primates so important for the regeneration of rainforests? How does our brain manage to control decision-making? Is xenotransplantation the solution to the organ donor shortage and how did our language actually develop? The researchers of the German Primate Center – Leibniz Institute for Primate Research have investigated these and other questions and have found answers, which they present in this brochure. We invite you to get to know the researchers, their ideas and the stories behind the projects and wish you a pleasant reading.

If you do not wish to wait until next year to obtain more stories from the DPZ, you can subscribe to our quarterly published free magazine “DPZ aktuell”, watch the videos on our YouTube channel or follow us on Twitter. In the media center on our website, you will find further information as well as printed material, images and movies.





Infektionsforschung

Infektionsbiologie
Prof. Dr. Pöhlmann

Herpesviren
Dr. Hahn

**Atemwegs-
immunologie -ITEM-**

Versuchstierkunde
Prof. Dr. Hinkel

Infektionsmodelle
Dr. Stahl-Hennig

Neurowissenschaften

**Kognitive
Neurowissenschaften**
Prof. Dr. Treue

**Decision and
Awareness**
Dr. Kagan

**Perception and
Plasticity Group**
Dr. Schwiedrzik

Sensomotorik
Prof. Dr. Gail

Neurobiologie
Prof. Dr. Scherberger

Funktionelle Bildgebung
Prof. Dr. Boretius

**Visual Circuits
and Repairs**
Dr. Schwedhelm

**Auditorische Neurowis-
senschaften/Optogenetik**
Prof. Dr. Moser

**Cognitive Hearing
in Primates**
Dr. Jeschke

Organismische Primatenbiologie

Primatengenetik
Prof. Dr. Walter

**Verhaltensökologie/
Soziobiologie**
Prof. Dr. Kappeler

Kognitive Ethologie
Prof. Dr. Fischer

**Soziale Evolution der
Primaten**
Prof. Dr. Ostner

Die Forschungsschwerpunkte des DPZ sind in drei Sektionen gegliedert. Zurzeit gibt es neun Abteilungen und zehn Forschungs- und Nachwuchsgruppen (Stand: Januar 2020). ■ *The DPZ is organized into three sections. Presently, the DPZ has nine departments and ten research and junior research groups (as of January 2020).*

Das Institut *Our Institute*

Das Deutsche Primatenzentrum betreibt biologische und biomedizinische Forschung auf allen Gebieten, in denen Studien an nicht-menschlichen Primaten eine zentrale Rolle spielen: in der Infektionsforschung, in den Neurowissenschaften und in der Primatenbiologie. Das DPZ ist hohen ethischen Standards und transparenter Kommunikation verpflichtet. Es setzt Maßstäbe für Zucht, Haltung und experimentellen Einsatz von Primaten und unterstützt andere Forschungseinrichtungen, unter anderem durch Bereitstellung von Tieren aus eigener Zucht. Außerdem unterhält das DPZ vier Feldstationen, um Primaten in ihren Herkunftsländern zu erforschen.

Im Jahr 2019 wurden in der Sektion Neurowissenschaften zwei neue Nachwuchsgruppen eingerichtet: Caspar Schwiedrzik (Perception and Plasticity Group) und Philipp Schwedhelm (Visual Circuits and Repair Group) wollen erforschen, was die Grundlage von intelligentem Verhalten ist und wie der Sehprozess im Gehirn funktioniert. Die Abteilung Funktionelle Bildgebung und die Forschungsgruppe Soziale Evolution der Primaten wurden durch den Wissenschaftlichen Beirat des DPZ evaluiert und beide mit „exzellent“ bewertet. Alle drei Sektionen des DPZ haben sich sowohl bei der Nacht des Wissens als auch beim Aktionstag „Science goes City“ in der Göttinger Innenstadt präsentiert.

The German Primate Center conducts biological and biomedical research in all fields in which studies on non-human primates play essential roles: in particular in infection research, the neurosciences and organismic primate biology. The DPZ is committed to high ethical standards and transparent communication. It sets standards for breeding, keeping and experimental use of primates and supports other research institutions, especially by providing animals from its breeding facilities. The DPZ also operates four field stations for research on primates in their countries of origin.

In 2019, two new junior research groups were established within the Neuroscience section. Their leaders Caspar Schwiedrzik and Philipp Schwedhelm want to investigate what is the basis of intelligent behavior and how the visual process in the brain works. The Functional Imaging Unit and the Research Group Social Evolution of Primates were evaluated by the Scientific Advisory Board and both were rated “excellent”. The DPZ presented itself with all three sections both at the “Nacht des Wissens” and at the action day “Science goes City” in downtown Göttingen.

Die Forschungsstationen

Um Primaten in ihrer natürlichen Umgebung zu erforschen, unterhält das DPZ Forschungsstationen in Peru, im Senegal, auf Madagaskar und in Thailand. Dort betreiben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nicht nur Forschung in den Bereichen Verhaltensbiologie, Evolution und Ökologie, sondern setzen sich auch für Natur- und Artenschutz ein. Ein aktuelles Ergebnis der Freilandforschung aus dem Jahr 2019 zeigt beispielsweise, dass Assammakaken in Thailand umso engere Beziehungen untereinander eingehen, je ähnlicher sie sich in ihrer Persönlichkeit sind. Warum Tamarine in Peru als Samenverbreiter einen entscheidenden Einfluss auf die Regeneration von Regenwäldern haben, erfahren Sie in diesem Heft auf Seite 34.

The field stations

To study monkeys in their natural habitat, the DPZ maintains field stations in Peru, Senegal, Madagascar and Thailand. The scientists are not only doing research in the fields of behavioral biology, ecology and evolution, but are also actively engaged in nature and species conservation. A current result of field research from 2019 show that the more similar Assamese macaques in Thailand are in personality, the closer are their relationships. Why tamarins in Peru, as seed dispersers, have a decisive influence on the regeneration of rainforests is explained in this issue on page 34.



Quebrada Blanco



Die Estación Biológica Quebrada Blanco liegt im Amazonas-Regenwald in Peru. Sie wird seit 1985 für ökologische und ethologische Untersuchungen an Neuweltaffen genutzt.

The Estación Biológica Quebrada Blanco is located in the Amazon rain forest of Peru. It is used since 1985 for ecological and behavioral research on New World primates.

Die Standorte des DPZ und seiner Feldstationen.

■ Locations of the DPZ and its field stations.

Illustration: Christian Kiel

Göttingen



Seit 1977 betreibt das DPZ verantwortungsbewusste Forschung und wissenschaftsbasierten Service zu grundlegenden Fragen der Biologie und Medizin bei Menschen und anderen Primaten.

Since 1977 the DPZ conducts responsible research and science-based service on fundamental issues of biology and medicine in humans and other primates.

Phu Khieo



Die Forschungsstation liegt in einem großen, bewaldeten Schutzgebiet in Thailand. Seit 2005 wird dort das Sozialverhalten von Assammakaken erforscht. In 2015 hat das DPZ die Finanzierung der Station übernommen.

The research station is located in a large, wooded nature reserve in Thailand. Since 2005, the scientists are studying there the social behavior of Assamese macaques. In 2015, the DPZ has taken over the financing of the station.

Simenti



Die Forschungsstation Simenti wurde 2007 im Niokolo Koba Nationalpark im Senegal aufgebaut. Dort werden vor allem das Sozialverhalten, die Kommunikation und die Ökologie von Guineapavianen untersucht.

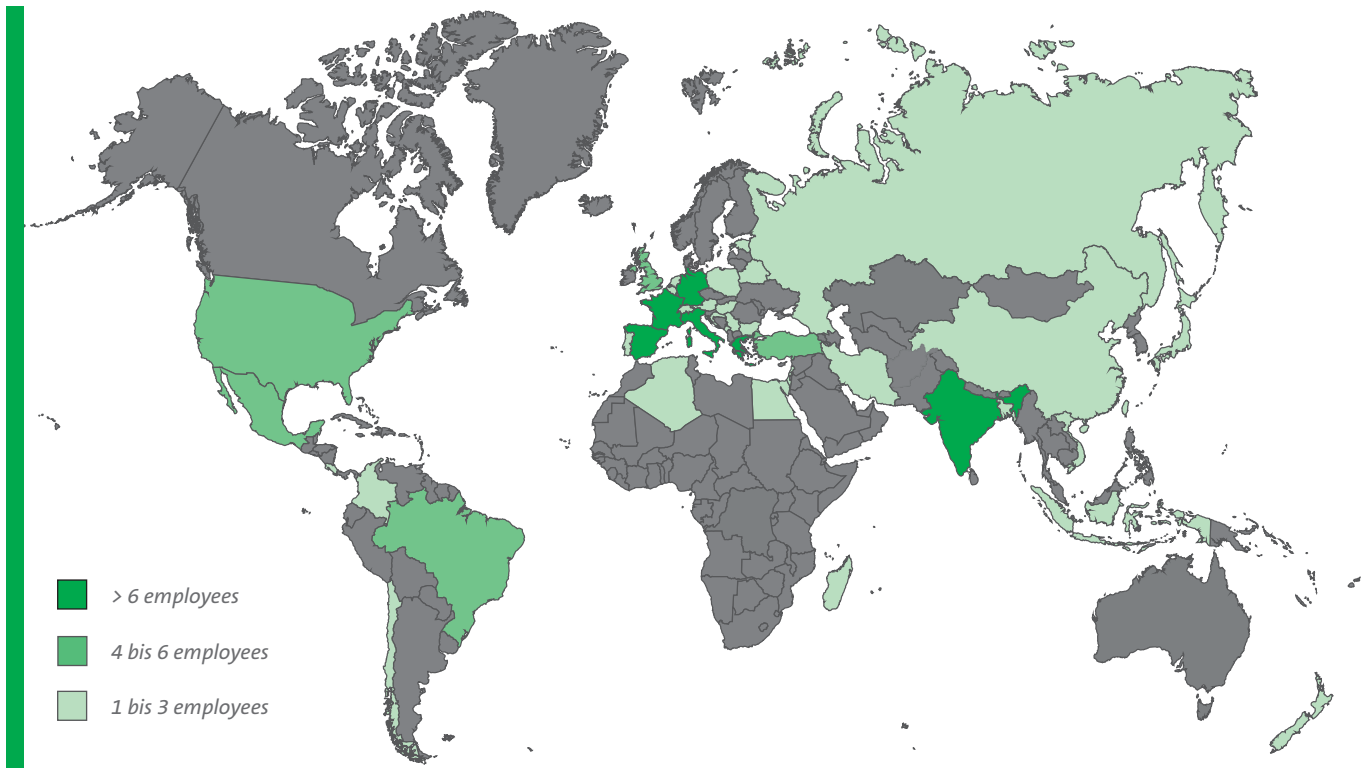
The research station Simenti was built in 2007 in the Niokolo Koba National Park in Senegal. It is mainly used to study the social organization, communicative behavior and ecology of Guinea baboons.

Kirindy



Die Forschungsstation auf Madagaskar liegt im namensgebenden Trockenwald „Kirindy“. Die Forschungsarbeiten konzentrieren sich seit 1993 auf Verhalten, Ökologie und Biodiversität von Lemuren.

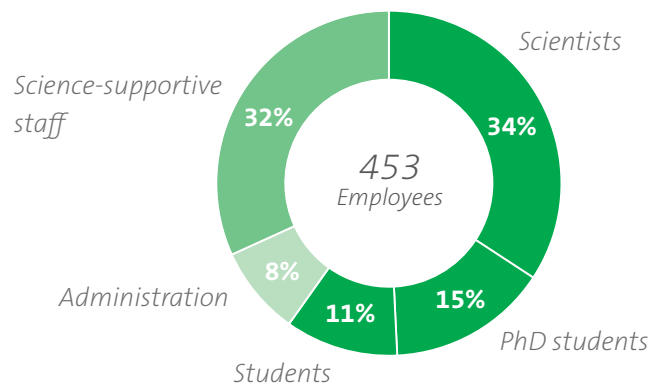
The research station in Madagascar is located in a dry forest called "Kirindy". Since 1993, the research activities have focused on behavior, ecology and biodiversity of lemurs.



Das DPZ ist international aufgestellt. Zum 31. Dezember 2019 kamen 22 Prozent der Beschäftigten aus dem Ausland oder hatten eine doppelte Staatsbürgerschaft. ■ *The DPZ is internationally positioned. As of December 31, 2019, 22 per cent of employees were from abroad or had a dual citizenship. Image: Heike Klensang*

Finanzen und Personal

Das DPZ ist eine der 96 Forschungs- und Infrastruktureinrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft. Bund und Länder tragen jeweils die Hälfte der Grundfinanzierung. Der Grundetat belief sich im Jahr 2019 auf etwa 16,9 Millionen Euro, hinzu kamen noch rund 8 Millionen Euro Drittmittel-Einwerbungen. Ende 2019 waren am DPZ 453 Mitarbeiter und Gastforscher aus 42 verschiedenen Nationen beschäftigt.



Finance and staff

The DPZ is one of 96 research and infrastructure institutes of the Leibniz Association. Federal and state governments each contribute half of the core funding. In 2019, the basic budget amounted to 16,9 million euros, added to this were approximately 8 million euros from third-party funding. By the end of 2019, the DPZ had 453 employees and guest scientists from 42 nations.

Kooperationen

Das DPZ kooperiert mit zahlreichen Partnern auf internationaler, nationaler und lokaler Ebene. Wissenschaftliche Zusammenarbeit besteht vor allem mit Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen innerhalb von Projekten, Forschungsverbänden und Netzwerken. Außerdem engagiert sich das DPZ in zahlreichen Organisationen und Initiativen, wie beispielsweise der Gesellschaft für Primatologie, der Society for Neuroscience und der Kommunikationsplattform „Tierversuche verstehen“. Am Standort Göttingen ist das DPZ Mitglied des Göttingen Campus, beteiligt sich an zwei Göttinger Graduiertenschulen und betreibt gemeinsam mit der Universität den Leibniz-Wissenschaftscampus Primatenkognition.



Abschlüsse und Publikationen

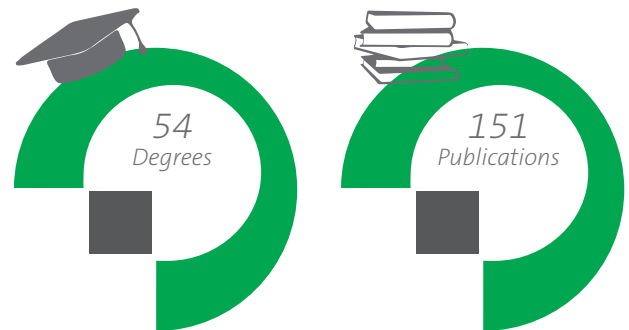
Im Jahr 2019 haben 54 Studierende und Promovierende ihre Bachelor-, Master- und Doktorarbeiten am DPZ abgeschlossen. Aus allen Forschungssektionen wurden insgesamt 151 Publikationen veröffentlicht. Dazu zählen vor allem referierte Beiträge in Fachzeitschriften aber auch Buchkapitel in Sammelbänden und Monografien.

Cooperations

The DPZ cooperates with numerous partners at international, national and local level. Scientific cooperation exists mainly with universities and non-university research institutions within projects, research associations and networks. In addition, the DPZ is involved in numerous organizations and initiatives, such as the Society for Primatology, the Society for Neuroscience and the communication platform “Tierversuche verstehen”. At the Göttingen site, the DPZ is a member of the Göttingen Campus, participates in two Göttingen Graduate Schools and operates the Leibniz Science Campus Primate Cognition together with the university.

Degrees and publications

In 2019, 54 students and doctoral candidates have completed their Bachelor, Master and PhD theses at the DPZ. A total of 151 publications from all research sections were published. These include mainly refereed articles in specialist journals but also book chapters in anthologies and monographs.





Im neuen Skills Lab der Abteilung Versuchstierkunde trainieren Wissenschaftler tierexperimentelle Eingriffe an Modellen. Einige der Hautmodelle sind mit Kunstgefäßen versehen, an denen man das Blutabnehmen üben kann. ■ *In the new Skills Lab of the Laboratory Animal Science Unit, scientists practice animal experiments on models. Some of the skin models are equipped with artificial vessels that can be used to practice taking blood samples. Photo: Karin Tilch*

Tierversuche, Tierschutz und Transparenz

Verantwortungsvolle Tierversuche sind für die biomedizinische Forschung unverzichtbar. Versuchen an nicht-menschlichen Primaten kommt aufgrund ihrer guten Übertragbarkeit auf den Menschen einerseits und den großen ethischen Anforderungen beim Einsatz einer sinnesphysiologisch hoch entwickelten Tierart andererseits eine besondere Rolle zu. Das DPZ sieht sich in der Pflicht, Tierschutz und Tierversuche bestmöglich in Einklang zu bringen und hier eine Vorreiterrolle einzunehmen. Zurzeit kümmern sich rund 40 Tierpfleger und sieben Tierschutzbeauftragte,

Animal experimentation, welfare and transparency

Responsible animal experiments are indispensable for biomedical research. Experiments on non-human primates have a special role to play due to their good transferability to humans on the one hand and the great ethical demands involved in using a species with a highly developed sensory physiology on the other. The DPZ sees its duty to harmonise animal protection and animal experiments as well as possible and to play a pioneering role in this respect. Currently, about 40 animal keepers and seven animal welfare officers, who

die gleichzeitig Tierärzte sind, um die rund 1.100 Zucht- und rund 100 Versuchstiere. Regelmäßige Schulungen und die enge Vernetzung von Tierhaltung und Verhaltensforschung ermöglichen dabei stete Verbesserungen in der Haltung und im Umgang mit den Tieren.

Das DPZ kommuniziert faktenbasiert, transparent und aktuell mit der Öffentlichkeit und den Medien. Auf der DPZ-Website gibt es einen umfangreichen Bereich zum Thema Tierversuche, sowie einen interaktiven 360 Grad-Rundgang durch verschiedene Labore und Tierhaltungen. Journalisten werden regelmäßig Interviews und Besuche am DPZ ermöglicht, mit der interessierten Öffentlichkeit diskutieren wir vor allem im Rahmen von Institutsführungen (55 Führungen mit 1.100 Besuchern im Jahr 2019) und Veranstaltungen über tierexperimentelle Forschung. Mit verschiedenen, auf die jeweiligen Zielgruppen abgestimmten Kommunikationsmaßnahmen informiert die Stabsstelle Kommunikation über Forschung und Kompetenzen des DPZ und trägt damit maßgeblich zur Image- und Profilbildung des Instituts bei.

are also veterinarians, care for the approximately 1,100 breeding and about 100 laboratory animals. Regular training courses and the close networking of animal husbandry and behavioural research enable constant improvements in the keeping and handling of the animals.

DPZ communicates fact-based, transparent and up-to-date with the public and the media. On the DPZ website there is an extensive section on the subject of animal experiments, and also a virtual tour to various labs and animal facilities. Journalists are regularly given the opportunity to conduct interviews and visit the DPZ. We discuss with the interested public primarily within the framework of guided tours of the institute (55 guided tours with 1,100 visitors in 2019) and events about animal experimental research. With various communication measures tailored to the respective target groups, the Communication Department provides information about DPZ research and competences and thus contributes significantly to the image and profile of the institute.





Ein Herz aus Schwein

A heart from a pig

Mit Xenotransplantation dem Organmangel begegnen

Das Problem des Organspendermangels spitzt sich zu: Im Jahr 2018 warteten in Deutschland 719 Patienten auf ein Spenderherz, es standen jedoch nur 269 Spenderorgane für Transplantationen zur Verfügung – ein historischer Tiefstand. Die Xenotransplantation, also die Übertragung von tierischen Organen in den Menschen, könnte ein Weg aus diesem Dilemma sein. Ein deutschlandweiter Forschungsverbund, an dem auch Rabea Hinkel, Leiterin der Abteilung Versuchstierkunde am DPZ, beteiligt ist, arbeitet seit einigen Jahren an diesem Ansatz. Ziel ist die Verpflanzung von Schweineherzen zunächst in Affen und, sollte dies gelingen, letztendlich in Menschen. Problematisch bei der Xenotransplantation sind akute und meist tödliche Abstoßungsreaktionen. Das menschliche Immunsystem bekämpft die übertragenen tierischen Organe, da sich bestimmte Oberflächenproteine im transplantierten Gewebe von denen des Menschen unterscheiden. Die Schweine, deren Herzen für die

Combating organ shortage with xenotransplantation

The problem of organ donor shortage is coming to a head: In 2018, 719 patients were waiting for a donor heart in Germany, but only 269 donor organs were available for transplantation – a historic low. Xenotransplantation, i.e. the transfer of animal organs into humans, could be one way out of this dilemma. A Germany-wide research association, in which Rabea Hinkel, head of the Laboratory Animal Science Unit at the DPZ, is also involved, has been working on this approach for several years. The aim is to transplant pig hearts, initially into monkeys and, if successful, ultimately into humans. However, acute and usually fatal rejection reactions are problematic in xenotransplantation. The human immune system fights the transplanted animal organs because certain surface proteins in the transplanted tissue differ from those of humans. The pigs whose hearts are to be used for the transplantation must therefore first be genetically modified. This involves, for example, knocking out certain genes that code for the surface proteins on the organs.

15

Photo

Bei der Xenotransplantation versucht man, Organe aus Schweinen für Menschen nutzbar zu machen.

Xenotransplantation is an attempt to make organs from pigs usable for humans.

Photo: krumanop/Shutterstock.com.

Many steps to success

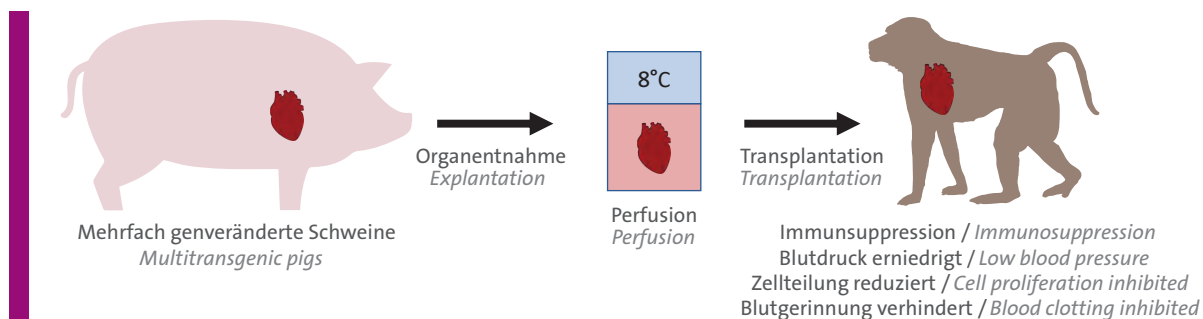
The research team has now taken a decisive intermediate step towards success: Four out of five baboons with transplanted, genetically modified

Verpflanzung genutzt werden sollen, müssen deshalb erst genetisch verändert werden. Dabei werden beispielsweise bestimmte Gene ausgeschaltet, die für die Oberflächenproteine auf den Organen kodieren.

Viele Schritte zum Erfolg

Dem Forschungsverbund ist nun ein entscheidender Zwischenschritt zum Erfolg gelungen: Vier von fünf Pavianen mit transplantierten, genetisch veränderten Schweineherzen überlebten, teilweise bis zu sechseinhalb Monaten. Bisher starben in entsprechenden Versuchen die Tiere innerhalb weniger Tage. Die Forscher drehten dafür an mehreren wichtigen Stellschrauben im Transplantationsprozess. Zunächst stellten sie Schweine her, die mehrfach genetisch verändert waren. Die Modifikationen zielten darauf ab, die Immunreaktion in den Pavianen und eine übermäßige Blutgerinnung in den Blutgefäßen des Herzens zu verhindern. Im zweiten Ansatz änderten sie die Prozedur der Organerhaltung. Anstatt die Schweineherzen nach der Entnahme, wie bislang üblich, einmal mit einer Nährlösung zu behandeln und danach auf Eis zu la-

pig hearts survived for a long time, some for up to six and a half months. Until now, the animals have died within a few days in corresponding experiments. To achieve this, the researchers turned several important screws in the transplantation process. First, they produced pigs that were multiple genetically modified. The modifications were aimed at preventing the immune reaction in the baboons and excessive blood coagulation in the blood vessels of the heart. In the second approach, they changed the procedure of organ preservation. Instead of treating the pig hearts with a nutrient solution once after explantation, as was previously the case, and then storing them on ice, they supplied the organ with a blood-based, oxygenated protective solution at eight degrees Celsius every 15 minutes until implantation, the so-called perfusion. The baboons' blood pressure was then lowered, blood clotting and cell proliferation in the pig's heart inhibited. The latter is particularly important, as otherwise the pigs' hearts will continue to grow after the transplantation and become too large for the baboons' thorax. In addition, the baboons were subjected to a human-transferable immunosuppression, thus keeping the rejection reactions low.



Aus genveränderten Schweinen wurden Herzen entnommen und durch Perfusion bis zur Implantation am Leben erhalten. Die Herzen wurden in Paviane transplantiert, die mit einer neuartigen Kombination verschiedener Methoden behandelt wurden. ■ *Hearts were taken from genetically modified pigs and kept alive until implantation by the perfusion procedure. The hearts were transplanted into baboons, which were treated with a novel combination of different methods. Image: Sylvia Ranneberg*



Prof. Rabea Hinkel

Rabea Hinkel leitet die Abteilung Versuchstierkunde am Deutschen Primatenzentrum. Sie erforscht die molekularen Ursachen von Herz-Kreislauf-Erkrankungen bei Primaten, um neue Therapieansätze zu entwickeln.

Rabea Hinkel heads the Laboratory Animal Science Unit at the German Primate Center. She investigates the molecular causes of cardiovascular diseases in primates in order to develop new therapeutic approaches. Photo: Karin Tilch

gern, versorgten sie das Organ bis zur Implantation alle 15 Minuten mit einer blutbasierten, sauerstoffhaltigen Schutzlösung bei acht Grad Celsius. Dieses Verfahren nennt man Perfusion. Im weiteren Verlauf wurde der Blutdruck der Paviane gesenkt, die Blutgerinnung verhindert und die Zellteilung in den Schweineherzen blockiert. Letzteres ist besonders wichtig, da die Herzen der Schweine andernfalls nach der Transplantation weiterwachsen und für den Brustkorb der Paviane zu groß werden. Außerdem wurden die Paviane einer auf den Menschen übertragbaren Immunsuppression unterzogen und damit die Abstoßungsreaktionen geringgehalten.

Herzersatz aus dem Schwein

„Das Neue an unserer Methode ist, dass das Herz der Paviane komplett durch das Schweineherz ersetzt wurde und die Tiere überdurchschnittlich lange damit überleben konnten“, fasst Rabea Hinkel zusammen. „Damit ist es unserem Forschungsteam erstmals gelungen, die Vorgaben der Internationalen Gesellschaft für Herz- und Lungentransplantation zumindest teilweise umzusetzen, die ein mindestens dreimonatiges Überleben von 60 Prozent der transplantierten Tiere fordert.“

Heart substitute from pig

“What is new about our method is that the heart of the baboons was completely replaced by the pig’s heart and the animals were able to survive for an above-average period of time with it,” summarizes Rabea Hinkel. “This is the first time that our research team has succeeded in at least partially implementing the guidelines of the International Society for Heart and Lung Transplantation, which requires that 60 percent of the transplanted animals should survive for at least three months.”

Original publication

Längin M, Mayr T, Reichart B et al. (2018): Consistent success in life-supporting porcine cardiac xenotransplantation. Nature 564: 430-433, DOI:10.1038/s41586-018-0765-z





Elfmeterschießen entscheiden sich im Gehirn

Penalty shots are decided in the brain

Unterschiedliche Nervenzellen an Entscheidungsfindung beteiligt

Elfmeterschießen beim Fußball: Alle Augen sind auf den Stürmer gerichtet, er soll den entscheidenden Schuss vollbringen. Der Stürmer muss sich entscheiden, ob er in die rechte oder linke Torecke schießt. Im Gehirn plant er dafür bereits beide Handlungsoptionen, noch bevor er eine Entscheidung getroffen hat. Zeigt der Torwart durch seine Haltung an, dass er im entscheidenden Moment nach rechts springen wird, so wird der Stürmer bei der Bewegungsplanung im Gehirn eine vorläufige Präferenz für den Schuss in die linke Ecke entwickeln. Doch wie wirkt sich diese Tendenz auf die

Rechts oder Links? Der Stürmer vorm Tor muss sich entscheiden. Neurowissenschaftler vom DPZ konnten zeigen, dass eine vorläufige Tendenz für einen Handlungsplan die schlussendliche Entscheidung beeinflusst und die Gewichtung beider Optionen vorher auf neuronaler Ebene sichtbar ist.

Right or left? The striker in front of the goal has to decide. Neuroscientists from the DPZ were able to show that a preliminary tendency for an action plan influences the final decision and that the weighting of both options is previously visible at the neuronal level. Photo: zhgee/Shutterstock.com

Decision-making is controlled by different nerve cells

Football penalty shoot-out: All eyes are on the striker, he should take the decisive shot. The striker must decide whether to aim for the right or left corner of the goal. In his brain, he plans both options before making the decision. If the goalkeeper's posture indicates that he will jump to the right at the decisive moment, the striker will develop a preliminary preference for planning a movement to the left corner. But how does this tendency affect the decision if the goalkeeper changes his posture just before the shot? Will the striker still shoot to the left?

Neuroscientists around Alexander Gail trained two rhesus monkeys to touch circular signals on a touch screen. At the same time, the activity of the nerve cells in the animals' brains was measured. The place where the circles appeared on the screen was random, but the monkeys were previously given a hint in the form of small arrows indicating where the next signal might appear. However, this expectation was broken at irregular intervals, for example when the signal appeared exactly opposite the previously indicated direction.

I stick to it!

The researchers observed that the monkeys developed a tendency according to the directional arrows shown before. If the signal appeared on the expect-

Entscheidung aus, wenn der Torwart kurz vorm Schuss seine Haltung ändert? Wird der Stürmer trotzdem in die linke Ecke zielen?

Neurowissenschaftler um Alexander Gail trainierten zwei Rhesusaffen darauf, kreisrunde Signale auf einem Touchscreen zu berühren. Gleichzeitig wurde die Aktivität der Nervenzellen im Gehirn der Tiere gemessen. Der Ort, wo die Kreise auf dem Bildschirm erschienen, war zufällig, die Affen erhielten aber vorher in Form von kleinen Pfeilen einen Hinweis, wo das nächste Signal erscheinen könnte. Diese Erwartung wurde aber in unregelmäßigen Abständen durchbrochen, in dem das Signal beispielsweise genau gegenüber von der vorher angezeigten Richtung auftauchte.

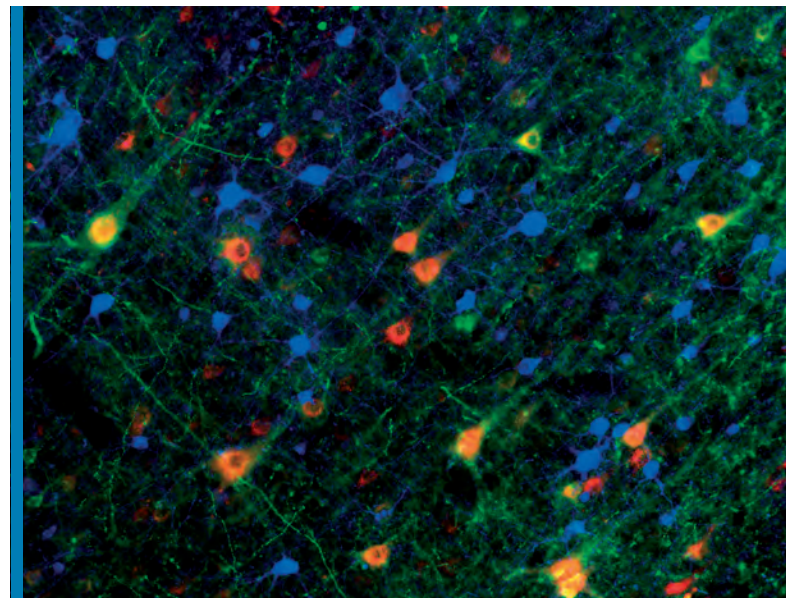
Ich bleibe dabei!

Die Forscher beobachteten, dass die Affen eine Tendenz entsprechend der vorher gezeigten Richtungspfeile entwickelten. Erschien das Signal auf der erwarteten Seite, lösten sie die Aufgabe richtig und schnell. Zeigte sich das Signal wider Erwarten auf der gegenüberliegenden Seite, verlängerten sich die Reaktionszeiten und die Affen machten mehr Fehler. „Eine vorläufige Handlungstendenz beeinflusst nachfolgende Entscheidungen, auch wenn sich die Tatsachen zwischenzeitlich ändern“, sagt Lalitta Suriya-Arunroj, Erstautorin der Studie. Ganz ähnlich geht es dem Stürmer vorm Tor. Er sieht, dass der Torwart nach rechts springen will und plant zunächst die linke Ecke. Auch wenn der Torwart im letzten Moment wieder eine neutrale Haltung einnimmt, wird er deshalb in den meisten Fällen diese Schussrichtung beibehalten und der Elfmeter wird möglicherweise abgefangen.

ed side, they solved the task correctly and quickly. If, contrary to expectations, the signal appeared on the opposite side, the reaction times increased and the monkeys made more mistakes. “A preliminary action tendency influences subsequent decisions, even if the facts change in the meantime,” says Lalitta Suriya-Arunroj, lead author of the study. The striker in front of the goal has a very similar situation. He sees that the goalkeeper wants to jump to the right and first plans the left corner. Even if the goalkeeper returns to a neutral position at the last moment, he will therefore in most cases maintain this shot direction and the penalty kick may be intercepted.

Flexibility thanks to dual system

“Two different types of nerve cells are responsible for decision making and the weighting between



Angefärbte Nervenzellen im prämotorischen Kortex eines Rhesusaffen.

■ Stained nerve cells in the pre-motor cortex of a rhesus monkey.

Photo: Michal Fortuna



Prof. Alexander Gail

Alexander Gail leitet die Forschungsgruppe Sensomotorik am DPZ. Er interessiert sich für Bewegungsplanung und Entscheidungsfindung bei Primaten und verknüpft neurowissenschaftliche Grundlagenforschung mit der Entwicklung moderner Neuroprothesen.

Alexander Gail heads the Sensorimotor Group at the DPZ. He is interested in movement planning and decision making in primates and combines basic neuroscientific research with the development of modern neuroprostheses.

Photo: Karin Tilch

Flexibilität dank dualem System

„Für die Entscheidungsfindung und die Gewichtung zwischen mehreren Handlungsalternativen sind zwei verschiedene Arten von Nervenzellen zuständig“, sagt Alexander Gail. Die erste Gruppe von Nervenzellen ist für die Kodierung des bevorzugten Ziels zuständig, sie regen sich erst, wenn eine Präferenz für eine Handlungsoption entsteht. Die zweite Gruppe zeigt zu Beginn alle gegebenen Alternativen an. Die Nervenzellen, die für die nicht präferierte Möglichkeit kodieren, werden umso stärker herunterreguliert, je weniger die Option in Betracht kommt. Nach dem Ausschlussprinzip bleibt schließlich diejenige Option übrig, die die beste Wahl darstellt. „Die Planung wird im Gehirn durch einen dualen Vorgang gesteuert, was uns ausbalancierte und flexible Entscheidungen ermöglicht“, sagt Alexander Gail. Der Stürmer vorm Tor ist somit trotz seiner ersten Präferenz in der Lage, die andere Torecke als Option aufrechtzuerhalten, kann im letzten Moment die Schussrichtung wechseln und so möglicherweise doch noch einen Treffer landen.

several action alternatives,” says Alexander Gail. The first group of nerve cells is responsible for encoding the preferred target; they only become active when a preference for one of the optional actions arises. The second group displays all given alternatives at the beginning. The nerve cells that code for the non-preferred option are then down-regulated the more, the less the option is considered. According to the choice-by-elimination principle, the option that represents the best choice finally remains. “Planning is controlled by a dual process in the brain, which enables us to make balanced and flexible decisions,” says Alexander Gail. Thus, despite his first preference, the striker in front of goal is able to maintain the other corner of the goal as an option, can change the direction of the shot at the last moment and thus possibly score a goal after all.

Original publication

Suriya-Arunroj L, Gail A (2019): Complementary encoding of priors in monkey frontoparietal network supports a dual process of decision-making. eLife 8:e47581. DOI:10.7554/eLife.47581





Wie Sprache entstanden ist

How language developed

Warnrufe der Grünmeerkatzen erlauben Rückschlüsse auf die Evolution von Sprache

Südliche Grünmeerkatzen haben drei große Raubfeinde: Leoparden, Adler und Schlangen. Für jeden dieser Räuber haben sie spezielle Warnrufe entwickelt, auf die die Tiere mit entsprechenden Strategien reagieren: Beim Ruf für „Leopard“ klettern sie auf einen Baum, beim Ruf für „Adler“ suchen sie den Himmel ab und verstecken sich, beim Ruf „Schlange“ stellen sie sich auf zwei Beine und verharren reglos.

Attrappenversuche zeigten, dass die verwandten Westlichen Grünmeerkatzen, ebenso wie die Südlichen Grünmeerkatzen unterschiedliche Warnrufe für Leoparden und Schlangen verwendeten. Die

Eine Westliche Grünmeerkatze an der Forschungsstation Simenti im Senegal. Das Alarmsystem der Grünmeerkatzen ist Gegenstand zentraler Untersuchungen zur Evolution der Kommunikationsfähigkeit von Affen und der Sprachentstehung beim Menschen.

A West African green monkey at the Simenti research station in Senegal. The alarm call system of the African green monkeys is at the core of research on the evolution of primate communication, with percussions for understanding the evolution of human speech. Photo: Julia Fischer

Photo

Green monkeys' alarm calls allow conclusions about the evolution of language

East African vervet monkeys have three main predators: leopards, eagles and snakes, to which the animals respond with appropriate strategies: they climb into trees when they see a leopard, they scan the sky and then run into bushes when eagles are present, and they stand on two legs and mob snakes. For each of these predators, the monkeys have also developed specific alarm calls, and playback experiments have shown that the calls alone are sufficient to elicit the appropriate responses.

West African green monkeys confronted with leopard and snake models produced similar leopard and snake calls as their East African relatives, but they remained unimpressed by a model eagle perched on a tree. What would happen if the animals were confronted with a novel flying danger from the air? Would they give alarm calls? And would these calls resemble those of their East African relatives or would they even produce a completely new alarm call?

Hazard simulation

Behavioral scientist Julia Fischer and her team developed an experiment in which they confronted the animals with a potential threat from the air: A drone, which they flew over the animals. As soon as the animals spotted the drone, they produced clearly discern-

gezeigte Adlerattrappe ließ die Tiere jedoch kalt. Was würde passieren, wenn man die Tiere mit einer neuartigen fliegenden Gefahr aus der Luft konfrontieren würde? Wie würden die Tiere reagieren? Würden sie Warnrufe von sich geben? Würden diese Rufe denen ihrer verwandten Art ähneln oder würden sie gar einen völlig neuen Laut produzieren?

Gefahren-Simulation

Die Verhaltensforscherin Julia Fischer und ihr Team einwickelten ein Experiment, in dem sie die Tiere mit einer vermeintlichen Gefahr aus der Luft konfrontierten: Sie ließen eine Drohne in 60 Metern Höhe über die Tiere hinwegfliegen. Kaum hatten die Tiere die Drohne erspäht, gaben sie Warnrufe von sich, die sich deutlich von den Lauten unterschieden, die die Tiere in Gegenwart von Schlangen und Leoparden ausstoßen. Die Rufe ähnelten jedoch den Warnrufen der Südlichen Grünmeerkatzen, die diese als Reaktion auf einen Adler von sich gaben.

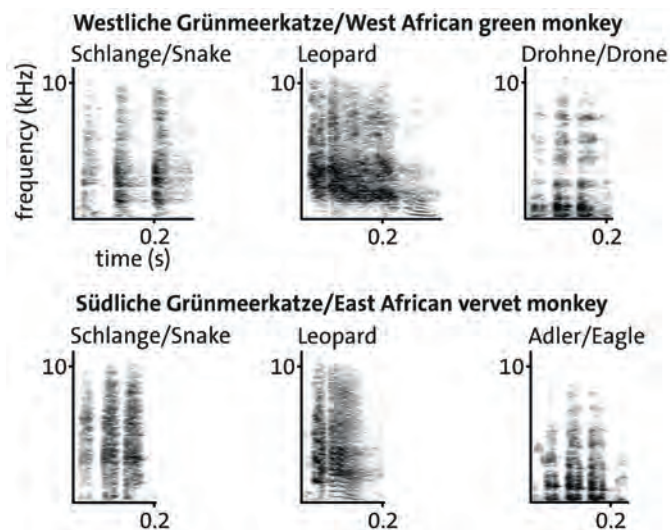
Tief in der Evolution verankerte Lautgebung

Die Westlichen Grünmeerkatzen haben ihre Artgenossen vor der neuen Gefahr aus der Luft mit einem Ruf gewarnt, der sehr ähnlich klingt wie der Ruf, den die nah verwandten Südlichen Grünmeerkatzen bei Gefahr durch einen Adler ausstoßen. „Die Rufstruktur scheint früh in der Evolutionsgeschichte der Meerkatzen angelegt worden zu sein“, so Julia Fischer.

ible calls, that could be well distinguished from the sounds the animals made in the presence of snakes and leopards. The calls were not novel, however, but similar to the eagle alarm calls of the East African vervet monkeys.

Vocalization deeply rooted in evolution

The West African green monkeys have warned their conspecifics of the new threat from the air with a call that sounds very similar to the calls that the closely related East African vervet monkeys utter when threatened by an eagle. “The structure of the alarm calls seems to be deeply rooted in the evolution of vervet monkeys,” Julia Fischer explains. In a second step, the researchers played back the sound of the drone to the animals. The researchers wanted to find out how rapidly the animals attached meaning to sounds. Even when the monkeys had seen the



Die Spektrogramme zeigen die Ähnlichkeit der Drohnen-Alarmrufe der weiblichen Westlichen Grünmeerkatzen (oben rechts) und der Adler-Alarmrufe der weiblichen Südlichen Grünmeerkatzen (unten rechts). ■ Spectrograms showing the resemblance of the drone alarm calls of the female West African green monkeys (top right) and the eagle alarm calls of the female East African green monkeys (bottom right). Picture: Julia Fischer



Prof. Julia Fischer

Julia Fischer forscht zu Evolution von Kommunikation, Kognition und Sozialverhalten bei Primaten. Sie ist Leiterin der Abteilung Kognitive Ethologie am DPZ und Professorin für Primatenkognition an der Universität Göttingen.

Julia Fischer studies the evolution of communication, cognition and social behavior in primates. She is the head of the Cognitive Ethology Laboratory at the DPZ and professor for primate cognition at the University of Göttingen. Photo: Karin Tilch

In einem zweiten Schritt spielten die Forscher den Tieren das Geräusch der Drohne vor, das zuvor aufgezeichnet worden war. So wollten die Forscher überprüfen, wie schnell die Tiere lernen, welche Bedeutung Töne haben. Selbst wenn die Tiere die Drohne nur ein einziges Mal gesehen hatten, suchten sie beim Vorspiel des Drohnengeräuschs den Himmel ab. Einige Tiere gaben auch Alarmrufe von sich.

Schnelles auditives Lernen

„Die Tiere haben schnell gelernt, was die zuvor unbekanntes Geräusche bedeuten und sich diese Information gemerkt. Dies zeigt ihre Fähigkeit zu auditivem Lernen“, sagt Julia Fischer. Die Studie zeigt eindrucksvoll die Unterschiede, aber auch die Gemeinsamkeiten in der Kommunikation mit Lauten. Während Menschen lernen müssen, welches Wort sie wann verwenden müssen, ist die Lautgebung bei den Affen angeboren. Aber wie wir Menschen müssen die Affen die Bedeutung ihrer Laute lernen. Die Fähigkeit, Laute mit Bedeutung zu belegen, ist also schon lange vor der Sprachfähigkeit evolviert.

drone only once before, the playback of the drone sound caused them to look up and scan the sky. Some animals even produced alarm calls.

Rapid auditory learning

“The animals quickly learned what the previously unknown sounds mean and remembered this information,” says Julia Fischer, head of the Cognitive Ethology Laboratory at the German Primate Center and senior author of the study. “This shows their ability for auditory learning.” The study shows impressively the differences, but also the similarities in the vocal communication of nonhuman primates and humans. While humans have to learn which word to use and when, monkeys are born with their vocal repertory. But like humans, monkeys have to learn the meaning of their sounds. The ability to assign meaning to sounds has thus evolved long before the ability to talk.

Original publication

Wegdell F, Hammerschmidt K, Fischer J (2019): Conserved alarm calls but rapid auditory learning in monkey responses to novel flying objects. Nat Ecol Evol 3: 1039-1042, DOI:10.1038/s41559-019-0903-5





Neues Virus in Mantelaffen entdeckt

Novel virus discovered in mantled guerezas

Unbekannter Erreger löst Krebserkrankung aus

Herpesviren sind tückisch. Ist man einmal damit infiziert, trägt man sie ein Leben lang mit sich herum. Bei Stress oder geschwächtem Immunsystem können sie reaktiviert werden und erneut, zum Teil heftige, Symptome hervorrufen. Die bekannten Lippenbläschen, die vom Herpes simplex-Virus verursacht werden, sind noch das geringste Übel. Etliche weitere Herpesviren sind bekannt, die teilweise schwere Infektionen beim Menschen auslösen können.

Das Kaposi-Sarkom-Herpesvirus (KSHV) ist eines von ihnen. Es verursacht bösartige Krebserkrankungen wie das Kaposi-Sarkom (KS) und das primäre Effusionslymphom (PEL) und tritt häufig zusammen mit einer zusätzlichen Infektion mit immun-supprimierenden Viren, wie beispielsweise HIV, auf. Auch bei Affen wurden bereits KSHV-ähnliche Viren beschrieben. Die Tiere erkrankten aber bislang nur,

Unknown pathogen causes cancer

Herpes viruses are treacherous. Once you are infected, you carry them for the rest of your life. Under stress or a weakened immune system, they can be reactivated and cause new, sometimes severe symptoms. The known cold sores caused by the herpes simplex virus are still the least of the evils. Several other herpes viruses are currently known, some of which can cause severe infections in humans.

The Kaposi's sarcoma herpes virus (KSHV) is one of them. It causes malignant cancers such as Kaposi's sarcoma (KS) and primary effusion lymphoma (PEL) and very often occurs together with an additional infection with immunosuppressive viruses such as HIV. KSHV-like viruses have also been described in monkeys. The animals, however, have only fallen ill if, like humans, they were simultaneously infected with another virus that suppresses the animals' immune system.

New virus belongs to the herpes virus family

While examining samples of two mantled guerezas (Colobus guereza kikuyensis) kept in zoos, scientists from the Infection Biology Unit, the Junior Research Group Herpesviruses and the Pathology Unit have discovered a new virus. The animals suffered from KS- and PEL-like diseases. The newly discovered virus could be assigned to the herpesvirus family and was

Ein männlicher Mantelaffe (*Colobus guereza*). In dieser Affenart wurde ein neues Herpesvirus identifiziert.

A mantled guereza (Colobus guereza). Infection researchers have identified a novel herpesvirus in this monkey species.

Photo: Jukka Jantunen/Shutterstock.com

Photo

wenn sie, wie die Menschen, gleichzeitig mit einem anderen Virus infiziert waren, das das Immunsystem der Tiere unterdrückt.

Neu entdecktes Virus gehört zur Familie der Herpesviren

Bei der Untersuchung von Proben zweier in Zoos gehaltener Mantelaffen (*Colobus guereza kikuyensis*) haben Wissenschaftler der Abteilung Infektionsbiologie, der Nachwuchsgruppe Herpesviren und der Serviceeinheit Pathologie ein neues Virus entdeckt. Die Tiere litten an KS- und PEL-ähnlichen Erkrankungen. Das neu entdeckte Virus konnte der Familie der Herpesviren zugordnet werden und wurde „Colobine Gammaherpesvirus 1“ (CbGHV1) genannt. Die Analyse der Erbinformation des neuen Virus ergab, dass diese sehr ähnlich aufgebaut ist wie die Erbinformation von KSHV. Das neue Virus ist also nahe mit dem menschlichen Erreger verwandt.

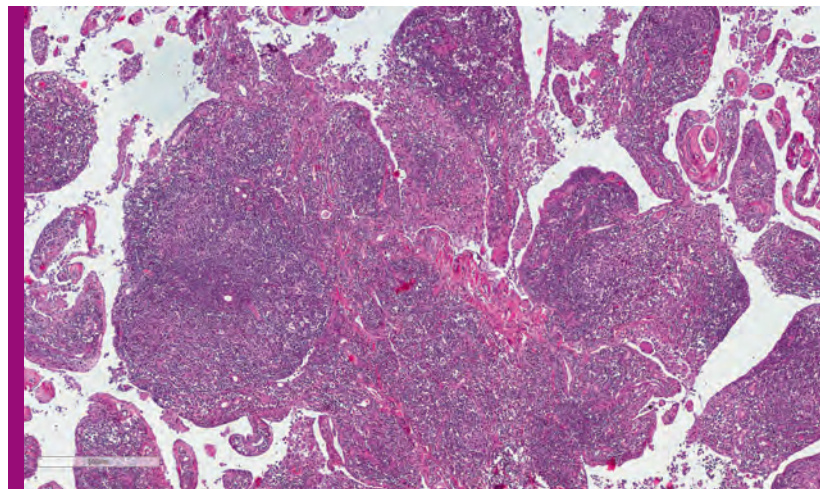
Ansätze zur Therapie einer vernachlässigten Tropenkrankheit

Das CbGHV1 wurde in den Krebszellen der infizierten Tiere nachgewiesen und hatte sich stark ausgebreitet. Die Forscher fanden jedoch keine Hinweise auf eine gleichzeitige Infektion mit SIV oder einem anderen immunsupprimierenden Virus. Es ist daher wahrscheinlich, dass die CbGHV1-Infektion allein ausrei-

called “Colobine Gammaherpesvirus 1” (CbGHV1). The analysis of the genetic information of the new virus showed that it is very similar to the genetic information of KSHV. The new virus is therefore more closely related to the human pathogen than to other herpes viruses found in monkeys.

New approaches to therapy of a neglected tropical disease

The CbGHV1 was detected in the cancer cells of the infected animals and had spread massively within the animals. In contrast, no evidence of simultaneous infection with SIV or any other immunosuppressive virus was found. Therefore, CbGHV1 infection alone was likely sufficient to cause cancer. “We hope that the research on the new virus will contribute to a



Mikroskopische Aufnahme in zehnfacher Vergrößerung eines primären Effusionslymphoms im Mantelaffen. Zu sehen sind angefärbte Rundzellen, welche in die die Lunge umgebende Bindegewebsschicht (*Pleura pulmonalis*) und die Pleurahöhle eingewandert sind. ■ *Micrograph in tenfold magnification of a primary effusion lymphoma in a mantled guereza. Stained round cells can be seen, which have migrated into the connective tissue layer surrounding the lung (*Pleura pulmonalis*) and the pleura cavity. Photo: Kerstin Mätz-Rensing*



Dr. Artur Kaul

Artur Kaul leitet die Virusdiagnostik in der Abteilung Infektionsbiologie. Er beschäftigt sich hauptsächlich mit Nachweismethoden verschiedener Viren bei nicht-menschlichen Primaten. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Identifikation von Herpesviren.

Artur Kaul is leader of virus diagnostics in the Infection Biology Unit. He mainly works on detection methods for different viruses in non-human primates. The focus lies on the identification of herpes viruses. Photo: Karin Tilch

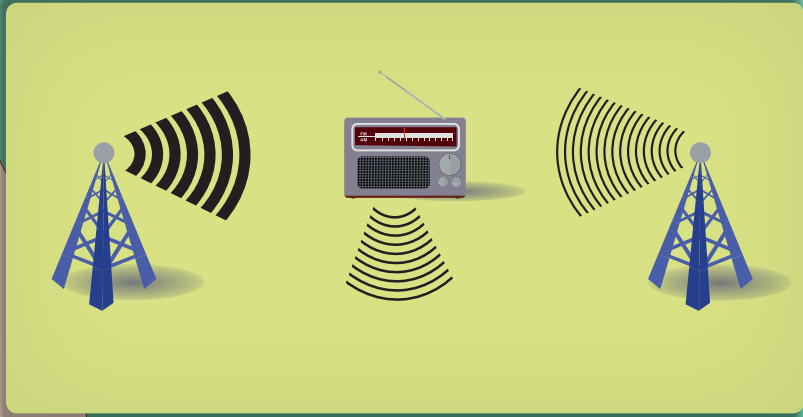
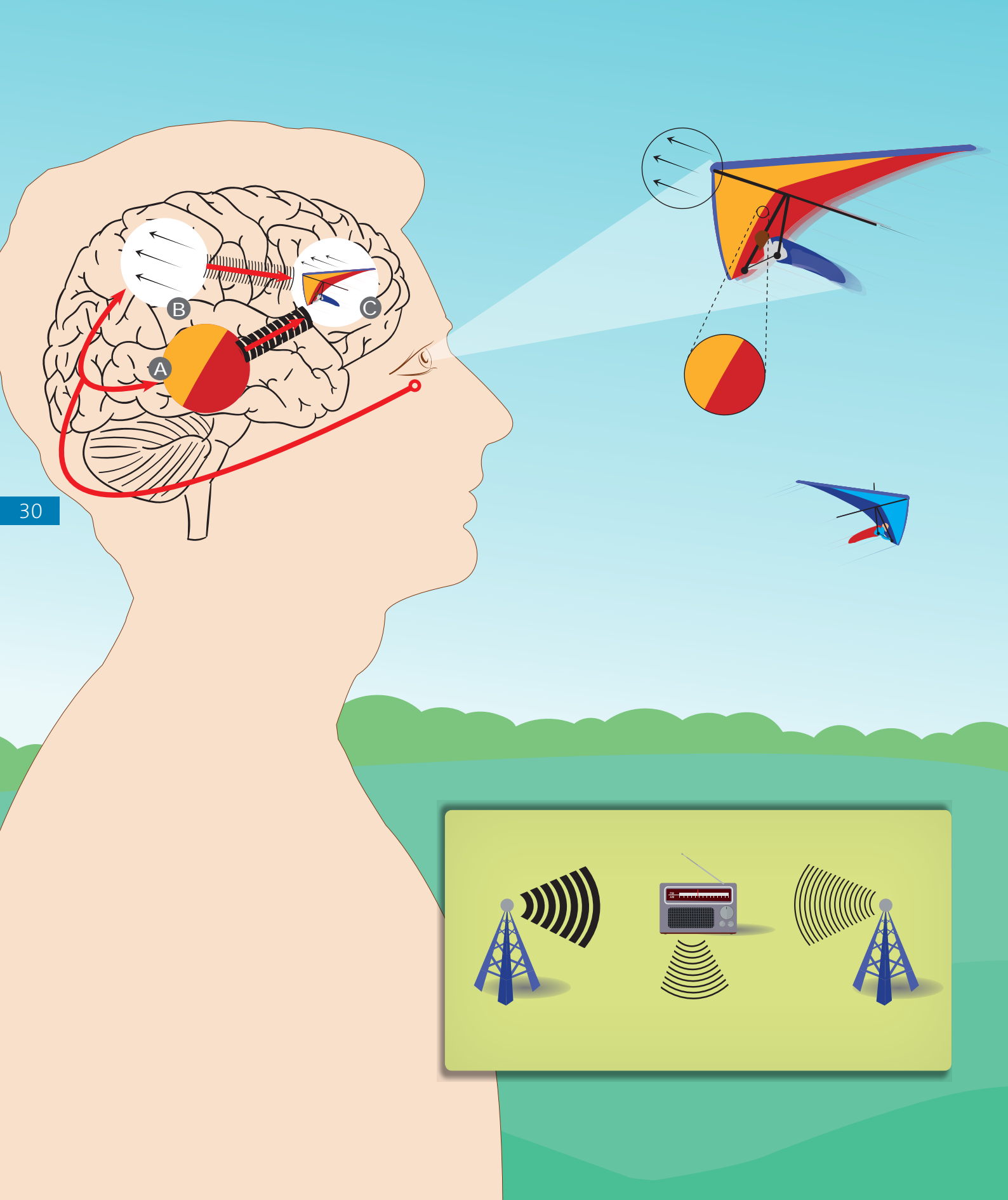
chend war, um die Krebserkrankung auszulösen. „Wir hoffen, dass die Erforschung des neuen Virus dazu beiträgt, die KSHV-Infektion des Menschen besser zu verstehen“, sagt Artur Kaul, Leiter der Virusdiagnostik in der Abteilung Infektionsbiologie am DPZ und einer der Autoren der Studie. „Das Kaposi-Sarkom ist eine vernachlässigte tropische Infektionskrankheit und neue Ansätze zur Therapie und Prävention werden dringend benötigt. Ein Primatenmodell könnte diese Ansätze wesentlich voranbringen.“

better understanding of human KSHV infection,” argued Artur Kaul, leader of virus diagnostics at the Infection Biology Unit at the DPZ and one of the authors of the study. “Kaposi’s sarcoma is a neglected tropical infectious disease and new approaches to therapy and prevention are urgently needed. A primate model could significantly advance these approaches.”

Original publications

*Dhingra A, Ganzenmueller T, Hage E, Suárez NM, Mätz-Rensing K, Widmer D, Pöhlmann S, Davison AJ, Schulz TF, Kaul A (2019): Novel Virus Related to Kaposi’s Sarcoma–Associated Herpesvirus from Colobus Monkey. *Emerg Infect Dis* 25 (8): 1548-1551, DOI: 10.3201/eid2508.181802*

*Greuer A, Bleyer M, Mätz-Rensing K, Hahn AS, Rüggeberg T, Babaryka G, Zimmermann A, Pöhlmann S, Kaul A (2019): Kaposi Sarcoma in Mantled Guereza. *Emerg Infect Dis* 25 (8): 1552-1555, DOI:10.3201/eid2508.181804*





Hirnrhythmen organisieren visuelle Wahrnehmung

Brain rhythms organize visual perception

Arbeitsteilung ermöglicht einen einheitlichen Gesamteindruck

Ein Drachenflugwettbewerb, der Himmel wimmelt nur so von bunten Gleitschirmen. Interessiert beobachten wir die Bewegungen eines einzelnen orange-roten Drachens. Unser Gehirn nutzt für diese Objektverfolgung spezialisierte Netzwerke aus Nervenzellen, die die einzelnen Merkmale eines Objekts, also zum Beispiel dessen Farbe und Bewe-

Ähnlich wie ein Funkempfänger, der Radiosender anhand unterschiedlicher Frequenzen unterscheidet, differenzieren höhere Hirnbereiche die Quelle eingehender Nervensignale aus niedrigeren Hirnbereichen anhand deren Frequenzen. In diesem Beispiel werden die Farb- und Bewegungsrichtung des Gleitschirms separat in den Bereichen A und B analysiert und dann im Bereich C kombiniert, um die vollständige Wahrnehmung des Gleitschirms zu ermöglichen.

Similar to how a radio receiver identifies the radio transmitter from which a signal originates, high level areas of our brain distinguish the source of neural input activities based on their characteristic frequency. In this example, the color and motion direction of the tracked glider are separately analyzed in areas A and B, and then combined in area C to create our single perception of all the features of the glider. Image: German Primate Center

Division of labor enables a unified percept

A hang-gliding competition, the sky is teeming with colourful paragliders. Interested we watch the skillful movements of a single orange-red kite. For this object tracking, our brain uses specialized networks of nerve cells that process the individual characteristics of an object, such as its color and direction of movement, separately from each other. The information is then transferred to higher regions of the brain, where it is assembled to form a unified visual perception of the entire object. But how is this combination of individual information into a unified sensory impression of a flying, colorful kite achieved?

Transmission on different frequencies

In order to create a uniform image from the individual information such as the color and direction of movement, the higher brain regions must be able to distinguish the source of the incoming signals. The problem is comparable to a radio that has to separate different radio stations. Each station transmits its program on a different frequency. Using this characteristic frequency, the receiver, i.e. the radio, can distinguish the source of each signal. In the current study, a group of neuroscientists from the Cognitive Neuroscience Laboratory at the DPZ and from Tehran was able to show that, comparable to the situation with

gungsrichtung, getrennt voneinander verarbeiten. Die Informationen werden dann in höhere, also übergeordnete Hirnregionen übertragen, wo sie zu einer einheitlichen visuellen Wahrnehmung des Gesamtobjektes zusammengesetzt werden. Doch wie gelingt diese Zusammenführung von Einzelinformationen zu einem einheitlichen Sinneseindruck eines fliegenden, bunten Drachens?

Senden auf verschiedenen Frequenzen

Um aus den Einzelinformationen wie Farbe und Bewegungsrichtung ein einheitliches Bild zu erstellen, müssen die höheren Hirnregionen die Quelle der eingehenden Signale erkennen können. Das Problem ist vergleichbar mit einem Radio, das verschiedene Radiosender unterscheiden muss. Jeder Sender überträgt sein Programm auf einer anderen Frequenz. Anhand dieser charakteristischen Frequenz kann der Empfänger, also das Radio, die Herkunft jedes Signals unterscheiden. In der aktuellen Studie konnte eine Gruppe von Neurowissenschaftlern der Abteilung Kognitive Neurowissenschaften des DPZ und aus Teheran zeigen, dass, vergleichbar der Situation von Radiosendern, im Gehirn die Information über Farbe anders übertragen wird als die Infor-

radio transmitters, the information about colour is transmitted differently in the brain than the information about movement. Colour is transmitted by low frequencies of about 70 Hertz (cycles per second), movement by high frequencies of about 200 Hertz. In this way, higher brain areas can distinguish the incoming colour and directional information and then combine it in a meaningful way. This ultimately enables us to create a uniform sensory impression of a moving colorful dragon.



Die Forscher haben die Aktivität einzelner Nervenzellen in der Großhirnrinde von Rhesusaffen gemessen. Die Tiere führten währenddessen eine Wahrnehmungsaufgabe durch. Sie hatten gelernt, das Geschehen auf einem Bildschirm zu beobachten und bei jeder visuellen Veränderung einen Hebel zu betätigen. ■ *The researchers have measured the activity of individual nerve cells in the brain of rhesus monkeys while the animals performed a visual perception task. The monkeys had learned to observe what was happening on a screen and to operate a lever in response to each visual change.*

Photo: Margrit Hampe



Prof. Stefan Treue

Stefan Treue ist Leiter der Abteilung Kognitive Neurowissenschaften. Er erforscht die Verarbeitung von sensorischen Informationen im zentralen Nervensystem und die kognitiven Faktoren, die diese Verarbeitung beeinflussen.

Stefan Treue, head of the Cognitive Neuroscience Laboratory, is interested in the processing of sensory information in the central nervous system and in the influence of cognitive factors on these processes. Photo: Ingo Bulla

mation über Bewegung. Farbe wird durch niedrige Frequenzen von ungefähr 70 Hertz (Schwingungen pro Sekunde) übertragen, Bewegung mit hohen Frequenzen von rund 200 Hertz. Auf diese Weise können höhere Hirnbereiche die eingehenden Farb- und Richtungsinformationen unterscheiden und dann sinnvoll kombinieren. Das ermöglicht uns schließlich einen einheitlichen Sinneseindruck eines sich bewegenden bunten Drachens.

Neurologische Krankheiten verstehen

„Die Erforschung dieser Vorgänge hilft, die zugrunde liegenden Gehirnmechanismen der bewussten Wahrnehmung besser zu verstehen und ermöglicht es uns vielleicht in Zukunft, den physiologischen Defiziten auf die Spur zu kommen, die beispielsweise bei Schizophrenie und anderen neurologischen und neuropsychiatrischen Erkrankungen eine Rolle spielen“, sagt Stefan Treue, Leiter der Abteilung Kognitive Neurowissenschaften.

Understanding neurological diseases

“Research into these processes helps to better understand the underlying brain mechanisms of conscious perception and in the future might enable us to track down the physiological deficits that play a role, for example, in schizophrenia and other neurological and neuropsychiatric diseases,” says Stefan Treue, head of the Cognitive Neuroscience Laboratory at the DPZ.

Original publication

Khamechian MB, Kozyrev V, Treue S, Esghaei M, Daliri MR (2019): Routing information flow by separate neural synchrony frequencies allows for “functionally labeled lines” in higher primate cortex. Proc Natl Acad Sci USA 116 (25): 12506-12515. DOI:org/10.1073/pnas.1819827116





Kleine Helfer für den Regenwald

Little helpers for the rainforest

Wie Affen zur Regeneration von Tropenwäldern beitragen

Im Anthropozän, dem Zeitalter, in dem der Mensch zu einem der wichtigsten Einflussfaktoren auf die biologischen, geologischen und atmosphärischen Prozesse auf der Erde geworden ist, schwindet der tropische Regenwald rasant. 1990 wurde auch ein Flecken in unmittelbarer Nähe der Forschungsstation Estación Biológica Quebrada Blanco des DPZ in Peru gerodet und zehn Jahre lang als Weidefläche für Wasserbüffel genutzt. Nachdem die Beweidung aufgegeben wurde, entwickelte sich – zur Freude und Überraschung der Forscherinnen und Forscher an der Station – langsam wieder Regenwald. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler um Eckhard W. Heymann beobachteten immer wieder, dass sich Schnurrbart- und Schwarzstirntamarine in dem frühen Sekundärwald aufhielten.

How monkeys contribute to the regeneration of tropical forests

The tropical rainforest is rapidly disappearing in the Anthropocene, the age in which humans became one of the most important factors influencing biological, geological and atmospheric processes on earth. In 1990, a spot in the immediate vicinity of the Estación Biológica Quebrada Blanco research station of the German Primate Center in Peru was cleared and used for ten years as pasture for water buffalos. After the pasture was abandoned, rainforest slowly developed again – to the delight and surprise of the researchers at the station. The scientists around Eckhard W. Heymann observed that moustached and black-fronted tamarins temporarily visited in the early secondary forest.

Seed dispersal into the secondary forest

Tamarins feed mainly on fruit and disperse the seeds of many different tropical trees and lianas with their faeces. This raised the question of whether seed dispersal by monkeys has a demonstrable effect on the natural regeneration of disturbed rainforest areas. To investigate which seeds were dispersed from the primary forest to the secondary forest, the researchers identified seeds from the monkeys' faeces and observed their development in the secondary forest. Around 10 per cent of these seeds stem from plants growing in the primary forest and were dispersed into

Ein Schnurrbarttamarin (*Saguinus mystax*) nahe der DPZ-Feldstation hat die Frucht eines Inga-Baumes aufgebissen und zieht gerade einen Samen heraus, um das Fruchtfleisch zu fressen, das ihn umgibt.

A moustached tamarin (Saguinus mystax) at the DPZ field station just bit open one of the Inga tree's fruits and is pulling out a seed coated with fruit pulp which the animal feeds upon.

Photo: Caroline Elisabeth Haas

Photo

Samenverbreitung im Sekundärwald

Tamarine ernähren sich hauptsächlich von Früchten und breiten über ihren Kot die Samen vieler verschiedener Bäume und Lianen aus. Das warf die Frage auf, ob die Samenausbreitung durch Affen einen nachweisbaren Einfluss auf die natürliche Regeneration gestörter Regenwaldflächen hat? Um zu untersuchen, welche Samen aus dem Primärwald in den Sekundärwald verbreitet wurden, identifizierten die Forscher Samen aus dem Kot der Affen. Etwa zehn Prozent dieser Samen stammten von Pflanzen aus dem Primärwald und wurden in den Sekundärwald eingetragen. Ein Teil dieser Samen keimte dort aus, die Keimlinge überlebten für mindestens ein Jahr. Diese Keimlinge konnten acht Pflanzenarten zugeordnet werden. Sieben dieser Arten waren als ausgewachsene Pflanzen nur im angrenzenden Primärwald zu finden.

Um die Ergebnisse genetisch zu verifizieren, analysierten die Wissenschaftler Keimlinge und Jungpflanzen der neotropischen Baumart *Parkia panurensis*. Deren Samen werden im Gebiet rund um die DPZ-Station ausschließlich durch Tamarine ausgebreitet. Die Forscher extrahierten die DNA aus Blättern von Keimlingen und Jungpflanzen, die im Sekundärwald gewachsen waren, und verglichen die DNA-Muster mit denen erwachsener *Parkia*-Bäume im Primärwald. Die Hälfte

the secondary forest. A part of these seeds germinated and the resulting seedlings survived for at least one year. These seedlings could be assigned to eight different plant species. Seven of these species could only be found as adult plants in the nearby primary forest.

*In order to genetically verify the results, the scientists analyzed seedlings and young plants of the neotropical tree species *Parkia panurensis*. Its seeds are dispersed exclusively by tamarins in the area around the DPZ research station. The researchers extracted DNA from leaves of seedlings and young plants growing in the secondary forest and compared the genotypes with those of adult *Parkia* trees in the primary forest. Half of these seedlings and young plants could be matched to 11 parent trees in the primary forest. The distances between young and parent plants were exactly in the range over which the tamarins disperse *Parkia* seeds.*



Sekundärwald, der auf einer ehemaligen Wasserbüffelweide wächst. Der sich regenerierende Wald besteht aus jungen, kleineren Bäumen und einer dichten Krautschicht, da mehr Licht bis zum Boden gelangt.

■ *Secondary forest growing on a former water buffalo pasture. The regenerating forest consists of young, smaller trees and a dense herb layer, as more light reaches the ground. Photo: Eckhard W. Heymann.*



Prof. Eckhard W. Heymann

Eckhard W. Heymann untersucht den ökologische Funktion von Neuweltprimaten und deren Sozialsysteme. Seit 1985 forscht er an der Estación Biológica Quebrada Blanco in Peru, die er seit 1997 leitet.

Eckhard W. Heymann examines the ecological functions of New World primates and their social systems. Since 1985 he has been researching at the Estación Biológica Quebrada Blanco in Peru, which he has headed since 1997. Photo: DPZ

dieser Keimlinge und Jungpflanzen konnte elf Elternbäumen im Primärwald zugeordnet werden. Die Distanzen zwischen Jung- und Elternpflanzen lagen genau in dem Bereich von bis zu 350 Metern, über den die Tamarine über 90 Prozent der Samen von *Parkia* ausbreiten.

Affen helfen beim Wiederaufforsten

„Unsere Daten zeigen erstmalig, dass die Schnurrbart- und Schwarzstirntamarine effektiv Samen aus dem Primärwald in den Sekundärwald eintragen“, sagt Heymann. „Wir konnten nachweisen, dass die Samen keimen und junge Pflanzen bilden und damit die Artenvielfalt im Sekundärwald erhöhen. Die Tamarine tragen somit nachweislich zur natürlichen Regeneration der zerstörten Gebiete bei.“ In die Studie flossen Daten ein, die seit 1994 an der DPZ-Station gesammelt wurden, jedoch zunächst nicht vor dem Hintergrund der aktuellen Fragestellung. „Zu dieser Zeit rechneten wir nicht damit, dass sich das gerodete Waldgebiet jemals wieder erholt“, betont Heymann. „Die Studie zeigt aber, wie wichtig Datenerhebungen über einen sehr langen Zeitraum sind, um gesicherte Aussagen über sich langsam entwickelnde ökologische Vorgänge machen zu können.“

Monkeys help with reforestation

“Our data show for the first time that moustached and black-fronted tamarins effectively disperse seeds from primary forest into secondary forest,” says Heymann. “We were able to prove that the seeds germinate and form young plants, thus increasing the diversity of species in the secondary forest. The tamarins have been shown to contribute to the natural regeneration of areas destroyed by humans.” The study included data collected at the DPZ research station since 1994, but not initially against the background of the current issue. “At that time, we did not expect the cleared forest area to ever recover,” emphasizes Heymann. “However, the study shows how important data collection and investigations over a very long period of time are in order to be able to make reliable statements about slowly developing ecological processes.”

Original publication

Heymann EW, Culot L, Knogge C et al. (2019): Small Neotropical primates promote the natural regeneration of anthropogenically disturbed areas. Sci Rep UK 9:10356, DOI:10.1038/s41598-019-46683-x

Impressum

Diese Broschüre wird herausgegeben von der
Deutsches Primatenzentrum GmbH (DPZ)
– Leibniz-Institut für Primatenforschung.

Stabsstelle Kommunikation
Kellnerweg 4
37077 Göttingen
0551 3851-359, presse@dpz.eu

Redaktion:

Dr. Susanne Diederich (ViSdP),
Dr. Sylvia Ranneberg, Karin Tilch

Gestaltung:

Heike Klensang

Druck: Goltze Druck

Auflage: 650

Diese Broschüre kann kostenfrei bestellt
werden. Bitte senden Sie dazu eine E-Mail mit
Ihrer Postadresse an presse@dpz.eu.
Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.

Aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit
verwenden wir in unseren Texten oft nur die
männliche Form, meinen jedoch ausdrücklich
alle Geschlechter.

Imprint

*This brochure is published by the
German Primate Center (DPZ)
– Leibniz Institute for Primate Research.*

*Communications Department
Kellnerweg 4
D-37077 Göttingen, Germany
+49 551 3851-359, presse@dpz.eu*

Editorial staff:

*Dr. Susanne Diederich (ViSdP),
Dr. Sylvia Ranneberg, Karin Tilch*

Layout:

Heike Klensang

Print: Goltze Druck

Copies: 650

*This brochure can be ordered free of charge.
Please send us an e-mail with your postal
address to presse@dpz.eu. Reproduction is
authorized provided the source is acknowledged.*



