



Highlights unserer Forschung 2023
Research Highlights 2023

Titelbild: Ein Grauer Mausmaki (*Microcebus murinus*) in der Nähe der Forschungsstation Kirindy in Madagaskar. DPZ-Wissenschaftler*innen haben durch Auswertung von Langzeitdaten herausgefunden, dass auch anspruchslose Generalisten mit hoher Fortpflanzungsrate wie diese kleinen Lemuren durch den Klimawandel in ihrem Überleben bedroht sind.

*A gray mouse lemur (*Microcebus murinus*) near the Kirindy field station in Madagascar. By analyzing long-term data, DPZ scientists have discovered that even undemanding generalists with high reproductive rates such as these small lemurs are threatened in their survival by climate change.*

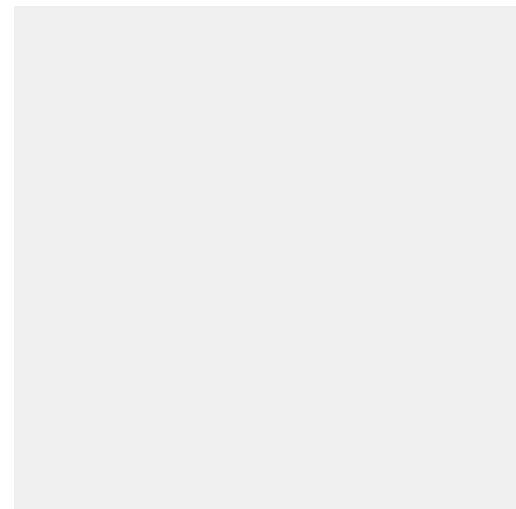
Photo: Johanna Henke-von der Malsburg



Deutsches Primatenzentrum
Leibniz-Institut für Primatenforschung

Highlights 2023

Inhalt *Contents*

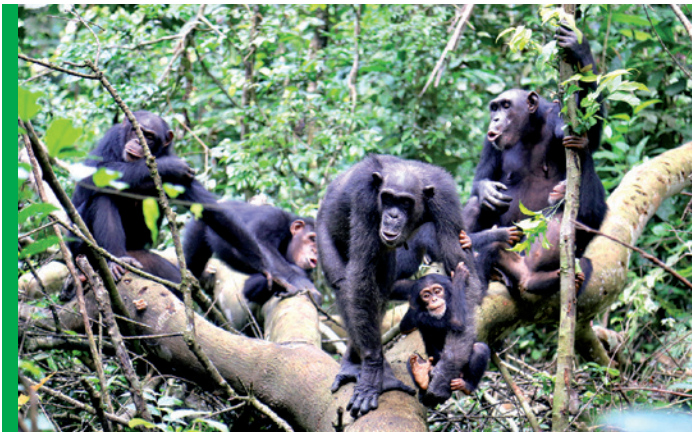


Inhalt Contents

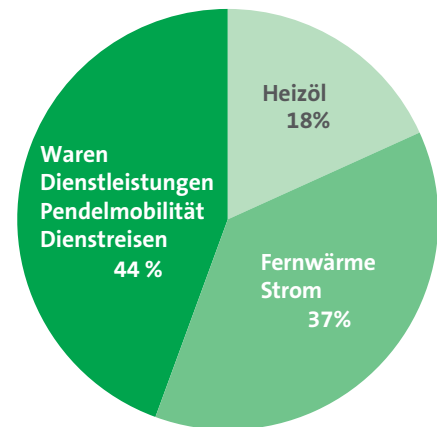
Willkommen <i>Welcome</i>	04
Das Institut <i>Our institute</i>	06
Wettrennen zwischen Virusvarianten <i>Race among virus variants</i>	12
Krimi oder Komödie? <i>Thriller or comedy?</i>	16
Was in ihren Genen steckt <i>What's in their genes</i>	20
Gehirnentwicklung in der Petrischale <i>Brain development in the petri dish</i>	24
Variabilität hilft beim Lernen <i>Variability helps learning</i>	28
Mausmakis in Gefahr <i>Mouse lemurs in danger</i>	32



Das Deutsche Primatenzentrum aus der Luft. Die Bereiche, die zum Institut gehören, sind farbig dargestellt. ■ *The German Primate Center in an aerial view. Structures, which belong to the institute, are marked in color. Photo: Lars Gerhardt*



Die neue Nachwuchsgruppe „Kooperative Evolution der Primaten“ unter der Leitung von Liran Samuni erforscht seit Mai 2023 das Sozialverhalten von Schimpansen und Bonobos. ■ *The new junior research group “Cooperative Evolution in Primates”, headed by Liran Samuni, has been researching the social behavior of chimpanzees and bonobos since May 2023. Photo: Liran Samuni*



Umfassender CO₂-Fußabdruck erstellt: Wir produzieren 3.676 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr. Das ist in etwa so viel wie 80 Vier-Personen-Haushalte. Die Grafik zeigt die prozentuale Verteilung der Emissionen auf unterschiedliche Energieträger sowie weitere energieverbrauchende Vorgänge am Institut. ■ *Comprehensive CO₂ footprint created: We produce 3,676 tons of CO₂ equivalents per year. That is roughly the same as 80 four-person households. The chart shows the percentage distribution of emissions across different energy sources and other energy-consuming processes at the institute. Illustration: DPZ*

Willkommen *Welcome*

Wofür werden Organoide in der Hirnforschung eingesetzt? Wie gefährlich ist der Klimawandel für Madagaskars Lemuren? Was verraten uns die Genome verschiedener Affenarten über die Evolution des Menschen und wieso breitet sich die SARS-CoV-2-Variante Eris so schnell aus? Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vom Deutschen Primatenzentrum – Leibniz-Institut für Primatenforschung (DPZ) sind diesen und anderen Fragen nachgegangen und haben Antworten gefunden, die sie Ihnen in dieser Broschüre präsentieren.

Das DPZ ist ein energieintensives Institut. Unseren umfassenden CO₂-Fußabdruck haben wir als eines der ersten außeruniversitären Forschungsinstitute basierend auf den Werten von 2020 ermittelt. Um unsere Emissionen zu reduzieren, sind in den vergangenen zwei Jahren 12 bis 20 Prozent Energie je bei Wärme, Strom und Heizöl eingespart worden. Im nächsten Schritt sind Investitionen im Gebäudebereich notwendig, aber auch die Art, wie wir Forschung organisieren, wird sich verändern. So werden wir Verbräuche und Nutzung von Ressourcen abstimmen und weiter optimieren.

Weitere Neuigkeiten aus dem DPZ erfahren Sie in unserer Zeitschrift „DPZ aktuell“, auf unserem YouTube-Kanal oder auf X (ehemals Twitter). Sie finden Informationen dazu in der Mediathek auf unserer Website.

What are organoids used for in brain research? How dangerous is climate change for Madagascar's lemurs? What do the genomes of different monkey species tell us about the evolution of humans and why is the SARS-CoV-2 variant Eris spreading so quickly? The researchers of the German Primate Center – Leibniz Institute for Primate Research (DPZ) have investigated these and other questions and have found answers, which they present in this brochure.

The DPZ is an energy-intensive institute. We were one of the first non-university research institutes to calculate our comprehensive carbon footprint based on 2020 values. In order to reduce our emissions, we have saved 12 to 20 percent energy each in heat, electricity and heating oil over the past two years. The next step will require investments in buildings, but the way we organize research will also change. We will coordinate and further optimize the consumption and use of resources.

You can find out more news from the DPZ in our magazine “DPZ aktuell”, on our YouTube channel or on X (formerly Twitter). More information is also to be found in the media library on our website

Mediathek/media center:



Infektionsforschung

Infektionsbiologie
Prof. Pöhlmann

NWG Herpesviren
Dr. Hahn

Versuchstierkunde
Prof. Hinkel

Neurowissenschaften

Kognitive Neurowissenschaften
Prof. Treue

NWG Decision and Awareness
Dr. Kagan

NWG Perception and Plasticity
Dr. Schwiedrzik

FG Sensomotorik
Prof. Gail

FG Kognitive Neurologie
Prof. Wilke

Neurobiologie
Prof. Scherberger

NWG Social Neurobiology
Dr. Bäck-Mendoza

Funktionelle Bildgebung
Prof. Boretius

NWG Visual Circuits and Repairs
Dr. Hillier

FG Auditorische Neurowissenschaften/Optogenetik
Prof. Moser

NWG Cognitive Hearing in Primates
Dr. Jeschke

Organismische Primatenbiologie

Primatengenetik
Prof. Walter

**Verhaltensökologie/
Soziobiologie**
Prof. Kappeler

Kognitive Ethologie
Prof. Fischer

NWG Kooperative Evolution
der Primaten
Dr. Samuni

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

Wissenschaftliche Plattformen

Degenerative Erkrankungen
Prof. Behr

NWG Gehirnentwicklung
und -evolution
Dr. Heide

Infektionsmodelle
PD Krüger

Am DPZ gibt es zurzeit neun Abteilungen, vier Forschungsgruppen (FG), zwei Forschungsplattformen sowie acht Nachwuchsgruppen (NWG) (Stand: Dezember 2023). ■ *At the DPZ, there are currently nine departments, four research groups, two research platforms and eight junior research groups (as of December 2023).*

Image: Heike Klensang

Das Institut *Our Institute*

Das Deutsche Primatenzentrum betreibt verantwortungsbewusste Forschung und wissenschaftsbasierenden Service zu grundlegenden Fragen der Gesundheitsforschung und Primatenkognition. Der Fokus liegt dabei auf Bereichen, in denen Studien an Affen eine zentrale Rolle spielen. Dies sind vor allem die Infektions- und Herzkreislaufforschung, die Neurowissenschaften und die Primatenbiologie. Das DPZ hat sich hohen ethischen Standards und transparenter Kommunikation verpflichtet. Mit seinen Kompetenzen setzt das DPZ Maßstäbe für Zucht, Haltung und experimentellen Einsatz von Primaten und berät und unterstützt andere Forschungseinrichtungen, unter anderem durch die Bereitstellung von Tieren aus seiner Zucht.

In 2023 wurden die drei Abteilungen Verhaltensökologie und Soziobiologie, Primatengenetik und Neurobiologie turnusgemäß evaluiert und von einem externen Gremium als exzellent bewertet. Mit dem Eintritt von Christiane Stahl-Hennig in den Ruhestand wurde die Abteilung Infektionsmodelle geschlossen und in eine Forschungsplattform umgewandelt. Im Bereich Nachhaltigkeitsmanagement haben wir eine effiziente Kühlstrategie für biologische Proben entwickelt, Wassersparmaßnahmen im Tierhaus umgesetzt und eine Umfrage zur Pendelmobilität unter Beschäftigten durchgeführt. Um das Wohlbefinden der DPZ-Mitarbeitenden zu stärken und zu unterstützen, fanden mehrere Workshops zu Resilienz und Stressbewältigung statt.

The German Primate Center conducts responsible research and science-based service on fundamental questions of health research and primate cognition. The focus is on areas in which studies on monkeys play a central role. These are primarily infection and cardiovascular research, neuroscience and primate biology. The DPZ is committed to high ethical standards and transparent communication. With its competencies, the DPZ sets standards for breeding, keeping and experimental use of primates and advises and supports other research institutions, among other things by providing animals from its own breeding facilities.

In 2023, the three departments of Behavioral Ecology and Sociobiology, Primate Genetics and Neurobiology were evaluated on a regular basis and rated as excellent by an external committee. When Christiane Stahl-Hennig retired, the Unit of Infection Models Unit was closed and transformed into a research platform. In the area of sustainability management, we developed an efficient cooling strategy for biological samples, implemented water-saving measures in the animal house and conducted a survey on commuter mobility among employees. Several workshops on resilience and stress management were held to strengthen and support the well-being of DPZ employees.

Die Forschungsstationen

Das DPZ erforscht Springaffen in Peru, Paviane im Senegal, Schimpansen in Guinea, Lemuren auf Madagaskar und Assammakaken in Thailand. Insbesondere das Verhalten, die Lebensräume und die Ökologie der Primaten sowie die genetischen Verwandtschaftsverhältnisse sind dabei von Interesse. Dabei leisten die Mitarbeiter*innen nicht nur Forschung, sondern setzen sich auch für Natur- und Artenschutz ein. Aktuelle Ergebnisse der Freilandforschung aus dem Jahr 2023 zeigen beispielsweise, dass Mausmakis mit besseren kognitiven Fähigkeiten länger überleben und dass Bonobos ähnliche pubertäre Wachstumsschübe durchmachen wie Menschen.

The field stations

The DPZ researches titi monkeys in Peru, baboons in Senegal, chimpanzees in Guinea, lemurs on Madagascar and Assamese macaques in Thailand. The behavior, habitats and ecology of the primates as well as the genetic relationships are of particular interest. The staff not only carry out research, but are also committed to nature and species conservation. Recent field research results from 2023 show, for example, that mouse lemurs with better cognitive abilities survive longer and that bonobos go through similar pubertal growth spurts as humans.



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.

Simen



Die Forschungsstation wurde 2007 im Niokouko Nationalpark im Senegal gebaut. Dort werden vor allem das Sozialverhalten, die Kommunikation und die Ökologie von Guineapavianen untersucht.

The research station was built in 2007 in the Niokouko National Park in Senegal. It is mainly used to study the social organization, communication behavior and ecology of baboons.

Die Standorte des DPZ und seiner Feldstationen.

■ Locations of the DPZ and its field stations.

Illustration: Christian Kiel

nti
 on Simenti
 olo Koba
 egal aufge-
 or allem das
 Kommuni-
 logie von
 ersucht.
 Simenti was
 niokolo Koba
 egal. It is
 the social
 unitive
 of Guinea



Göttingen



Seit 1977 betreibt das DPZ verantwortungsbewusste Forschung und wissenschaftsbasierten Service zu grundlegenden Fragen der Gesundheitsforschung und Promatenkognition.

Since 1977 the DPZ conducts responsible research and science-based service on fundamental issues of health research and primate cognition.

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 social behavior of Assamese macaques has been researched here. In 2015, the DPZ has taken over the financing of the station.

Moyen-Bafing



Die Forschungsstation Moyen-Bafing befindet sich in einer bergigen Savannenregion in Nord-Guinea. Sie wurde 2022 aufgebaut, um die Lebensstrategie, die Ökologie und das Verhalten von Schimpansen zu erforschen, die in dieser kargen Umgebung leben.

The research station Moyen-Bafing is located in a mountainous savanna region in Northern Guinea. It was established in 2022 to study the life history, ecology and behavior of chimpanzees living in a unique arid environment.

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.



Teilnehmende des ersten „Science Career Day“ des DPZ-Förderkreises im September 2023. Studierende und junge Wissenschaftler*innen erhielten einen Einblick in die unterschiedlichen Karrierewege von ehemaligen DPZ-Beschäftigten. ■ *Participants of the first “Science Career Day” of the DPZ Sponsorship Society in September 2023. Students and young scientists were given an insight into the different career paths of former DPZ employees. Photo: Jana Wilken*

Service für die Wissenschaft

Affen sind dem Menschen anatomisch, physiologisch und genetisch sehr ähnlich. Sie sind deshalb eine ideale Tiergruppe, um menschliche Erkrankungen, komplexe Nervensysteme sowie Ökologie, Verhalten und Evolution zu erforschen. Die Tierhaltung am DPZ verfügt nicht nur über die Expertise für die Zucht und Haltung der rund 1.200 Primaten, sie versorgt auch andere öffentlich geförderte Forschungseinrichtungen mit nicht-menschlichen Primaten. 39 Tierpfleger*innen sowie elf Tierärzt*innen und fünf Tierschutzbeauftragte kümmern sich derzeit um das Wohl der Tiere, regelmäßige Schulungen und eine enge Einbindung in die Forschung garantieren die bestmögliche Versorgung der Tiere. Zudem unterhält das DPZ eine DNA- und Gewebebank, betreibt ein Hormonlabor, eine Virusdiagnostik und eine Pathologie zur Diagnostik von Primatenerkrankungen.

Service for the scientific community

Monkeys are anatomically, physiologically and genetically very similar to humans. They are therefore ideal to investigate human diseases, complex nervous systems as well as ecology, behavior and evolution. The DPZ's Animal Husbandry Unit does not only have the expertise for the breeding and maintenance of approximately 1,200 primates but also supplies other research institutes with non-human primates. 39 animal keepers as well as eleven veterinarians and five animal welfare officers are responsible for the welfare of the animals. Regular training and close involvement in research guarantee the best possible care for the animals. In addition, the DPZ maintains a DNA and tissue bank, a hormone laboratory, a virus diagnostics service and a pathology laboratory for the diagnosis of primate diseases.

Finanzen und Personal

Das DPZ ist eine der 97 Forschungs- und Infrastruktureinrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft. Bund und Länder tragen jeweils die Hälfte der Grundfinanzierung. Der Grundetat belief sich im Jahr 2023 auf etwa 18,1 Millionen Euro, hinzu kamen bis Anfang November noch rund 4,2 Millionen Euro Drittmittel-Einwerbungen. Ende 2023 waren am DPZ 487 Mitarbeitende und Gastforschende beschäftigt, die aus 44 verschiedenen Nationen kommen.

Tierversuche und Öffentlichkeit

Die Forschenden des DPZ übernehmen in der sensiblen Frage nach dem Tierschutz in der tierexperimentellen Forschung Verantwortung und eine Vorreiterrolle: Sie kommunizieren offen mit der Öffentlichkeit und den Medien, sie beraten Politiker in tierschutzrechtlichen Belangen und engagieren sich in der Aus- und Weiterbildung von Tierpfleger*innen. Im Zeitraum von Januar bis Mitte Dezember 2023 haben DPZ-Forschende 30 Interviews gegeben. Es wurden 14 Pressemitteilungen verschickt sowie über 90 Posts auf X abgesetzt. Die intensive Öffentlichkeitsarbeit zeigt sich auch in der Medienresonanz auf unsere Forschung. Bis Ende November sind 811 Artikel in der lokal- und überregionalen Presse gedruckt sowie online erschienen. Darüber hinaus wurden sechs Radio- beziehungsweise Podcastsendungen und zwei TV-Beiträge veröffentlicht, in denen das DPZ oder seine Forschenden genannt wurden. Die internationale Presse berichtete in insgesamt 183 Artikeln über die Forschung des DPZ.

Finance and staff

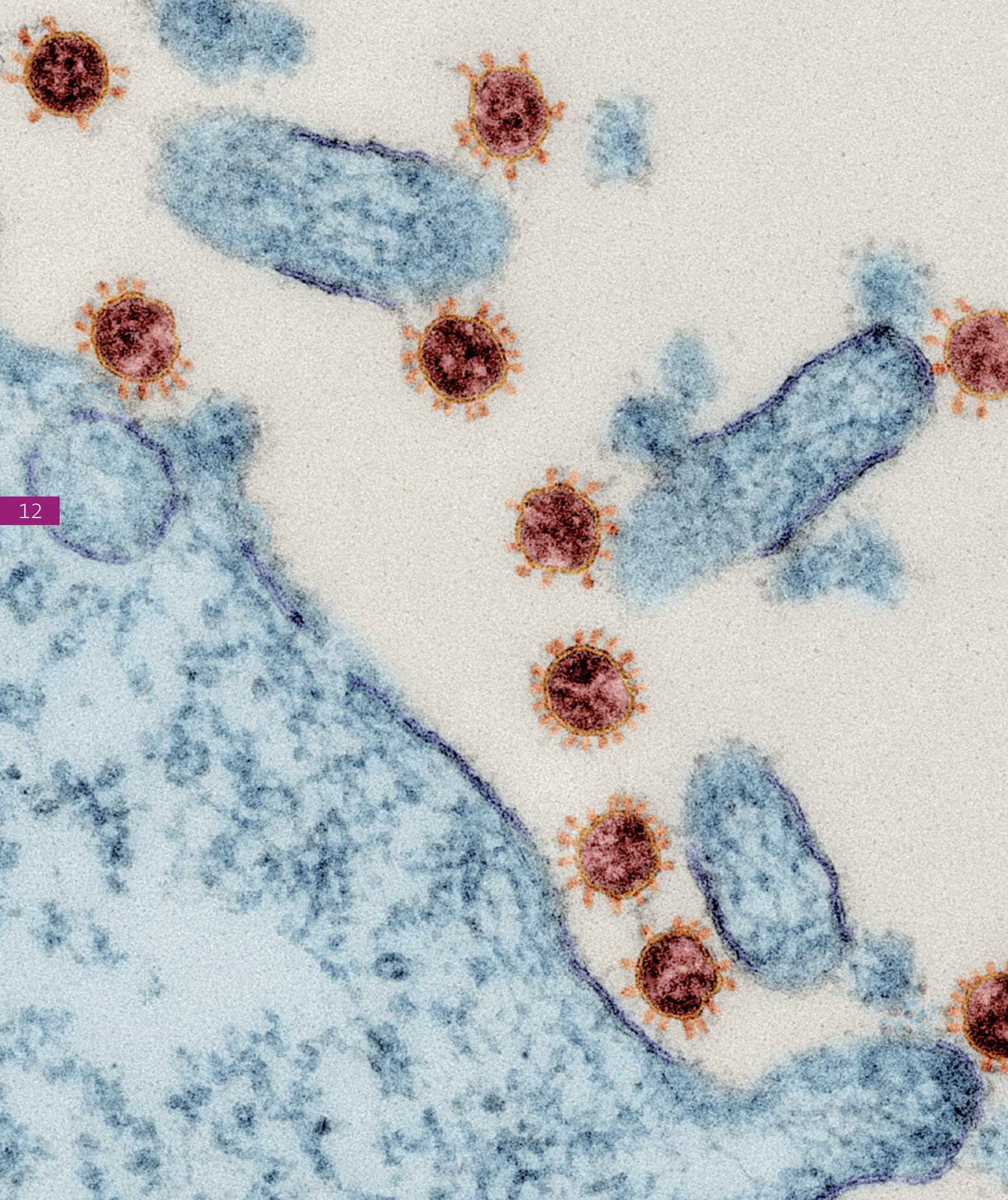
The DPZ is one of 97 research and infrastructure institutes of the Leibniz Association. Federal and state governments each contribute half of the core funding. In 2023 the basic budget amounted to 18.1 million euro, to which by the beginning of November approximately 4.2 million euro from third-party funding of DPZ scientists is added. By the end of 2023, the DPZ had 487 employees and guest scientists from 44 nations.

Animal research and the public

On the sensitive subject of animal welfare, the scientists at the DPZ take responsibility and a pioneering role when experimental animal research is conducted: They communicate openly with the public and the media, they advise politicians in legal animal welfare issues and are involved in the education and training of animal caretakers. In the period from January to mid-December 2023, DPZ scientists gave 30 interviews. 14 press releases and over 90 posts on X were sent out. The intensive public relation work is reflected also in the response of the media to our research. By the end of October, 811 printed and online articles appeared in the local and national press. In addition, six radio and podcast programs and two TV reports where the DPZ or its researchers were mentioned, were broadcasted. The international press reported in a total of 183 articles on the research of the DPZ.



Weißbüschelaffen
Common marmosets
Photo: Anton Säckl



Wettrennen zwischen Virusvarianten

Race among virus variants

COVID-19: Neue Varianten, neue Herausforderungen

Obwohl sich die COVID-19-Pandemie in eine Endemie entwickelt, bleibt ihr zukünftiger Verlauf schwer vorhersehbar. So entstehen weiterhin neue Virusvarianten mit unterschiedlichen Eigenschaften. Welche Varianten sich letztendlich durchsetzen hängt davon ab, wie effizient sie Zellen infizieren, von infizierten Personen übertragen werden und sich der Neutralisation durch Antikörper entziehen. Daher beobachten Infektionsforscher*innen kontinuierlich, welche Varianten sich aktuell ausbreiten und erforschen ihre Eigenschaften.

Omikron-Sublinie BA.5

Im Jahr 2022 dominierten Sublinien der Omikron-Variante die Pandemie. Ihre ersten Abkömmlinge infizierten Lungenzellen jedoch weniger effizient als vorhergehende Virusvarianten, weshalb es sel-

COVID-19: New variants bring new challenges

Although the COVID-19 pandemic is transiting into an endemic, it remains difficult to predict its future trajectory. Novel variants constantly emerge and each of them can have different characteristics. Which SARS-CoV-2 variant is going to prevail depends on how efficiently the virus enters cells, how well it is transmitted between individuals and how effectively it evades neutralization by antibodies. Therefore, infection researchers closely monitor currently circulating SARS-CoV-2 variants and study their characteristics.

Omikron BA.5 sublineage

In 2022, sublineages of the Omicron variant dominated the pandemic. Early descendants of the Omicron variant were not as capable of infecting lung cells compared to earlier variants and were therefore less likely to cause severe disease. However, in the BA.5 Omicron sublineage that became prevalent in the fall of 2022, researchers have identified mutations that are linked to an increase in lung cell infection. "Our findings show that future viral variants may again be able to efficiently infect lung cells and cause severe disease as a result of mutations," summarizes Markus Hoffmann, infection biologist at the DPZ and lead author of the study.

Photo

SARS-CoV-2-Viruspartikel auf der Oberfläche einer Zelle, aufgenommen unter dem Elektronenmikroskop.

SARS-CoV-2 virus particles on the surface of a cell, captured under an electron microscope.

Image: Tobias Hoffmann, Carina Jahnke (coloring), Robert Koch-Institut (RKI).

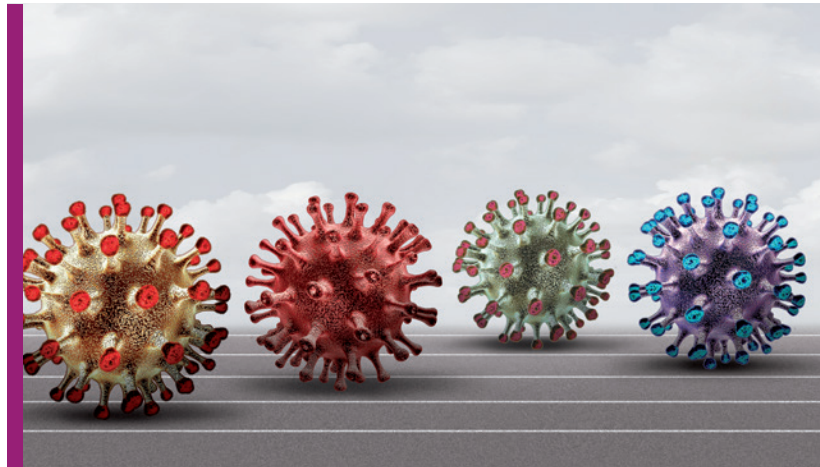
tener zu schweren Krankheitsverläufen kam. Allerdings fanden Forschende in der Omikron-Sublinie BA.5, die im Herbst 2022 vorherrschend wurde, Mutationen, die zu einer gesteigerten Infektion von Lungenzellen führten. „Unsere Studie zeigt, dass auch zukünftige Virusvarianten durch Mutationen wieder effizient Lungenzellen infizieren und schwere Erkrankungen verursachen könnten“, fasst Markus Hoffmann zusammen, Infektionsbiologe am DPZ und Erstautor der Studie.

Variante Eris auf dem Vormarsch

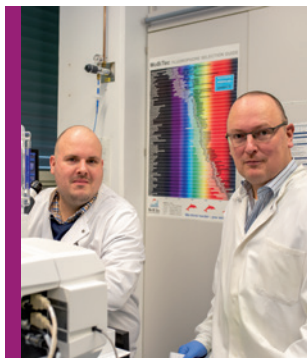
Die Omikron-Sublinie Eris, die sich aktuell ausbreitet (Stand Herbst 2023), hat diese Fähigkeit glücklicherweise nicht ausgebildet. Das konnte ein Team von Infektionsforscher*innen des DPZ, der Medizinischen Hochschule Hannover und der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg in einer Studie unter der Leitung von Markus Hoffmann zeigen. Die Forschenden kamen zu dem Ergebnis, dass die Eris-Sublinie EG.5.1 nicht effizienter als andere, konkurrierende Varianten in Wirtszellen eindringt. Dafür entkommt EG.5.1 neutralisierenden Antikörpern besser, was die Infektion von Geimpften und Genesenen begünstigt. „Deshalb ist Eris vermutlich weltweit auf dem Vormarsch“, erklärt Markus Hoffmann, und ergänzt: „Die Antikörperflucht ist aber nicht stark genug, um unsere Grundimmunität, basierend auf Impfungen und früheren SARS-CoV-2-Infektionen, vollständig zu umgehen.“

Eris variant on the rise

Fortunately, the Omicron sublineage Eris, which is currently spreading (as of fall 2023), has not developed this ability. This was shown by a team of infection researchers from the DPZ, Hanover Medical School and Friedrich Alexander University Erlangen-Nuremberg in a study led by Markus Hoffmann. The researchers concluded that the Eris sublineage EG.5.1 does not enter host cells more efficiently compared to other currently circulating viral lineages. However, EG.5.1 escapes neutralizing antibodies more efficiently, facilitating infection of vaccinated and recovered individuals. “That’s probably why Eris is on the rise globally,” explains Markus Hoffmann, adding, “However, antibody evasion is not strong enough to completely bypass our basic immunity derived from vaccinations and previous SARS-CoV-2 infections.”



SARS-CoV-2 entwickelt sich ständig weiter und bringt neue Virus-Varianten mit neuen Eigenschaften hervor, die sich unterschiedlich schnell verbreiten und mehr oder weniger schwere Krankheitsverläufe verursachen. ■ SARS-CoV-2 is constantly evolving, producing new virus variants with new characteristics that spread at different rates and cause more or less severe courses of disease. Image: freshidea – stock.adobe.com



Prof. Stefan Pöhlmann und Dr. Markus Hoffmann

Die Virologen Markus Hoffmann (links) und Stefan Pöhlmann (rechts) erforschen SARS-CoV-2 und andere Coronaviren in der Abteilung Infektionsbiologie.

The virologists Markus Hoffmann (left) and Stefan Pöhlmann (right) conduct research on SARS-CoV-2 and other coronaviruses in the Infection Biology Unit.

Photo: Karin Tilch

Auffrischungsimpfungen erhöhen den Schutz

Sowohl bei Omikron BA.5 als auch bei Eris ist die effiziente Ausbreitung auf spezifische genetische Veränderungen des Virus zurückzuführen, die die Infektion von Lungenzellen oder die Antikörperflucht erhöhen. Die Auswirkungen auf die Basisimmunität sind sichtbar, aber nicht in dem Maße, dass sie sie vollständig untergraben. Trotzdem sind Anpassungen der Impfstoffe erforderlich, um den Schutz gegen neue Covid-Varianten zu gewährleisten. „Auffrischungsimpfungen mit angepassten Impfstoffen sind daher insbesondere für Risikogruppen ratsam“, schließt Markus Hoffmann.

Booster vaccinations increase protection

Efficient spread of Omicron BA.5 and Eris can be attributed to specific changes in the viral genome that increase lung cell infection or evasion of neutralizing antibodies. These changes have measurable effects on our basic immunity but cannot undermine it completely. “Booster vaccinations with adapted vaccines are advisable to increase protection against new variants, especially for at-risk groups,” concludes Markus Hoffmann.

Original publications

*Hoffmann M, Wong L-YR, Arora P, Zhang L, Rocha C, Odle A, Nehlmeier I, Kempf A, Richter A, Halwe NJ, Schön J, Ulrich L, Hoffmann D, Beer M, Drosten C, Perlman S, Pöhlmann S (2023): Omicron subvariant BA.5 efficiently infects lung cells. *Nature Communications* 14: 3500. doi.org/10.1038/s41467-023-39147-4*

*Zhang L, Kempf A, Nehlmeier I, Cossmann A, Dopfer-Jablonka A, Stankov MV, Schulz SR, Jäck H-M, Behrens GMN, Pöhlmann S, Hoffmann M (2023): Neutralisation sensitivity of SARS-CoV-2 lineages EG.5.1 and XBB.2.3. *The Lancet Infectious Diseases* 23 (10): E391-E392. doi: 10.1016/S1473-3099(23)00547-9*



Krimi oder Komödie? *Thriller or comedy?*

Wie Menschen und Affen Interessenskonflikte koordinieren und lösen

Paaren, die den Sonntagabend gemeinsam vor dem Fernseher verbringen wollen, aber unterschiedliche Filmgenres mögen, stellt sich diese Frage an jedem Wochenende erneut. Einigen sie sich auf einen Film und sehen ihn gemeinsam an? Oder schaut jeder „seinen“ Lieblingsfilm alleine? Und wenn sie gemeinsam fernsehen, wechseln sie sich bei der Auswahl ab? Neurowissenschaftler*innen am DPZ haben untersucht, wie Menschen und Affen mit solchen Koordinierungsproblemen umgehen.

Soziale Koordination bei Primaten

Die meisten Primatenarten leben in komplexen sozialen Gruppen, in denen die Mitglieder ihre unterschiedlichen Interessen koordinieren müssen, um Konflikte zu vermeiden und gemeinsame Ziele zu erreichen. Um zu untersuchen, wie dies gelingt,

How do humans and monkeys coordinate and resolve conflicts of interest

Couples who want to spend Sunday evenings together in front of the TV but like different movie genres face this question again every weekend. Do they agree on a movie and watch it together? Or does each one watch “their” favorite movie alone? And when they watch TV together, do they take turns picking? Neuroscientists at the DPZ have investigated how humans and monkeys deal with such coordination problems.

Social coordination in primates

Most primate species live in complex social groups. To keep the group together, avoid conflicts, and achieve individual as well as common goals, group members must coordinate their various interests. To investigate how this is achieved, the researchers developed a transparent game environment, the so-called Dyadic Interaction Platform, in which monkeys and humans solve game-theoretical problems while sitting face-to-face and observing partner’s actions in real time.

Different strategies in humans and monkeys

The results showed that both humans and rhesus monkeys followed the actions of their counterparts and included them in their decisions. However, they

entwickelten die Forschenden eine transparente Spielumgebung, die sogenannte Dyadische Interaktionsplattform, in der Affen und Menschen spieltheoretische Probleme lösen, während sie einander gegenüber sitzen und die Handlungen ihres Partners in Echtzeit beobachten können.

Unterschiedliche Strategien bei Menschen und Affen

Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl Menschen als auch Rhesusaffen die Aktionen ihres Gegenübers verfolgten und in ihre Entscheidungen einbezogen. Allerdings verwendeten sie unterschiedliche Strategien. Die Hälfte der menschlichen Paare erreichte eine nahezu optimale Koordination, indem sie sich dynamisch abwechselten, um fair verteilte Belohnungen zu erhalten. Die Rhesusaffen nutzten hingegen einfachere, statische Strategien, sie wählten immer dieselbe Option oder bevorzugten immer die gleiche Seite des Displays, wodurch einer der beiden Akteure im Laufe der Zeit das Nachsehen hatte. Interessanterweise lernten zwei Rhesusaffen, sich dynamisch zu koordinieren, nachdem sie mit einem menschlichen Partner gespielt hatten. Sie beobachteten ihr Gegenüber und wechselten zwischen den Optionen. Allerdings agierten sie wettbewerbsorientiert, wenn sie gegen einen Artgenossen spielten: Der Affe, der schneller eine Entscheidung traf, versuchte einen größeren Anteil an der Belohnung zu bekommen.

Der Einfluss von Kognition und Motivation

Sowohl Affen als auch Menschen nutzen die Informationen über die Wahl ihres Gegenübers, um ihre eigenen Handlungen zu koordinieren, jedoch

used different strategies. Half of the human pairs achieved near-optimal coordination by dynamically taking turns to fairly distribute rewards. The rhesus monkeys, on the other hand, used simpler static strategies, always choosing the same option and leaving one of the two players at a disadvantage, or always favoring the same side of the display. Interestingly, two rhesus monkeys learned to coordinate dynamically after playing with a human partner. They observed their counterpart and switched between options. However, when paired together, they acted competitively: the monkey that made a faster choice tried to get a larger share of the reward.

The influence of cognition and motivation

Both monkeys and humans use information about the choices of their counterparts to coordinate their actions, but in different ways and with different goals. "The fact that rhesus monkeys did not dynamically take cooperative turns in our tests may be because they are cognitively limited in longer-



Rhesusaffe und Mensch haben sich auf dasselbe Ziel geeignet und erhielten für diese Koordinationsleistung die höchstmögliche Belohnung. ■ *Macaque and human decided on the same target and received the highest possible reward for this coordination.*
Photo: Alexander Gail



Dr. Igor Kagan

Igor Kagan interessiert sich für die neuronalen Grundlagen kognitiver Funktionen wie Raumbewusstsein und Entscheidungsfindung. Er leitet die Forschungsgruppe Decision and Awareness und ist Mitglied des Sonderforschungsbereichs 1528 – Kognition der Interaktion.

Igor Kagan is interested in the neural basis of cognitive functions such as spatial awareness and decision-making. He heads the Decision and Awareness Research Group and is a member of the Collaborative Research Center 1528 – Cognition of Interaction. Photo: Karin Tilch

auf unterschiedliche Weisen und mit unterschiedlichen Zielen. „Dass sich Rhesusaffen bei unseren Tests nicht dynamisch kooperativ abwechselten, liegt möglicherweise daran, dass sie kognitiv bei der längerfristigen Planung und der Einnahme der Perspektive ihres Gegners eingeschränkt sind. Es ist aber auch wahrscheinlich, dass die Affen aufgrund ihres wettbewerbsorientierten Charakters, des geringeren normativen sozialen Einflusses und des höheren subjektiven Werts der Belohnungen von eher egoistischen Motiven angetrieben werden“, sagt Igor Kagan, Leiter der Studie, und erklärt: „Dynamische Begegnungen von Angesicht zu Angesicht sind ein fester Teil der sozialen Evolution von Primaten. Zu verstehen, wie die beiden Arten Koordination erreichen und aufrechterhalten, wirft ein Licht auf die Entwicklung von Kooperation und Wettbewerb und schafft die Voraussetzungen für die Untersuchung der neuronalen Grundlagen dynamischer Interaktionen.“

term planning and taking the opponent’s perspective. However, it is also likely that the monkeys are driven by more selfish motives due to their competitive nature, lower normative social influence and higher subjective value of rewards,” says Igor Kagan, leader of the study, explaining, “Dynamic face-to-face encounters are an integral part of primate social evolution. Understanding how the two species achieve and maintain coordination sheds light on the evolution of cooperation and competition and sets the stage for studying the neural basis of dynamic interactions.”

Here you find a video about the Dyadic Interaction Platform



Original publication

Moeller S, Unakafov AM, Fischer J, Gail A, Treue S, Kagan I (2023): Human and macaque pairs employ different coordination strategies in a transparent decision game. eLife 12: e8164. doi.org/10.7554/eLife.81641



Was in ihren Genen steckt

What's in their genes

Primatengenome sind Schlüssel zur Evolutions- und Gesundheitsforschung

Oft ermöglicht erst das Teilen von Daten aussagekräftige Analysen und neue wissenschaftliche Erkenntnisse. In einem globalen Projekt haben Forschende aus 24 Ländern jetzt die Genome von 233 Primatenarten sequenziert. Dafür analysierten sie Proben von 809 Tieren und stellten die Ergebnisse Öffentlichkeit und Wissenschaft in einer Datenbank zur Verfügung. Sie liefern damit den bisher vollständigsten Katalog an genetischen Informationen unserer nächsten Verwandten. Dieser Datenschatz wird als Grundlage für zukünftige Forschung in verschiedenen Bereichen der Biologie und Medizin dienen.

Artenschutz und genetische Vielfalt

Heute sind 63 Prozent der Primatenarten akut vom Aussterben bedroht. Mithilfe von Analysen ihres Erbguts können Forschende abschätzen, wie

Primate genome data are key to research on evolution and health

Sharing data among researchers worldwide often paves the way for meaningful analyses and new scientific insights. In a global project, researchers from 24 countries have sequenced the genomes of 233 primate species using samples from 809 animals and made them available to the public and the scientific community. The researchers have thus provided the most complete catalog of genetic information about our closest relatives to date. This treasure trove of data will serve as a basis for future research in various fields of biology and medicine.

Species conservation and genetic diversity

Today, 63 percent of primate species are threatened with extinction. By analyzing their genomes, researchers can estimate the genetic diversity of a species and thus draw conclusions about its adaptability. If the genetic diversity of a species is low, even small environmental changes can jeopardize entire populations due to limited adaptability. For instance, the researchers found that the genetic diversity of golden snub-nosed monkeys in China is particularly low. "Our results shed light on which species need to be protected most urgently, at least from a genetic perspective," concludes Christian Roos, one of the scientists involved from the Primate Genetics Laboratory at the DPZ.

groß die genetische Diversität einer Art ist und damit Rückschlüsse auf ihre Anpassungsfähigkeit ziehen. Ist die genetische Vielfalt innerhalb einer Art gering, können, auf Grund von eingeschränkter Anpassungsfähigkeit, schon kleine Umweltveränderungen ganze Populationen gefährden. So fanden die Forschenden heraus, dass bei den Goldstumpfnasennaffen in China die genetische Diversität besonders niedrig ist. „Unsere Ergebnisse geben Aufschluss, welche Arten zumindest aus genetischer Sicht am dringendsten geschützt werden müssen“, fasst Christian Roos zusammen, einer der beteiligten Wissenschaftler aus der Abteilung Primatengenetik am DPZ.

Neue Einblicke in unser genetisches Erbe

Die neue Genom-Datenbank bietet auch neue Möglichkeiten zum Vergleich des menschlichen Genoms mit denen anderer Primatenarten. Die Zahl der genetischen Varianten, die als einzigartig für den Menschen galten, konnte durch die neuen Daten um die Hälfte reduziert werden. „Das erleichtert die Suche nach Mutationen, die möglicherweise für Alleinstellungsmerkmale des Menschen verantwortlich sind“, erklärt Christian Roos. Außerdem erkannten die Forschenden in den Erbinformationen unterschiedlicher Pavianarten, dass es in der Vergangenheit Genfluss und Hybridisierung zwischen den Arten gab und in bestimmten Regionen bis heute gibt. Dietmar Zinner, Wissenschaftler der Ab-

New insights into our genetic heritage

The new genome data also offers new possibilities for comparing the human genome with those of other primate species. With the new data, the number of genetic variants previously considered unique to humans has been reduced by half. “This makes it easier to search for mutations that might be responsible for uniquely human traits,” explains Christian Roos. The researchers also detected in the genomes of different baboon species that hybridization and gene flow between the species happened in the past and still take place in certain regions today. Dietmar Zinner, scientist in the Cognitive Ethology Laboratory at DPZ who was involved in the study, explains: “This discovery makes baboons an intriguing model for studying the historical gene flow between modern humans and other species such as Neanderthals.”



Paviane in West-Tansania, wie hier im Mahale Mountains Nationalpark, sind aus drei genetischen Linien hervorgegangen. ■ Baboons in western Tanzania, like here in the Mahale Mountains National Park, combine three genetic lineages. Photo: Yvonne A. de Jong and Thomas M. Butynski



Prof. Christian Roos und Dr. Dietmar Zinner

Christian Roos ist Wissenschaftler in der Abteilung Primatengenetik und Dietmar Zinner in der Abteilung Kognitive Ethologie. Die Forscher befassen sich mit der Evolution und Genetik von Primaten.

Christian Roos is a member of the Primate Genetics Laboratory and Dietmar Zinner of the Cognitive Ethology Laboratory. Their research interests include the evolution and genetics of primates. Photo: Karin Tilch

teilung Kognitive Ethologie, der ebenfalls an der Studie beteiligt war, erklärt: „Diese Entdeckung macht Paviane zu einem interessanten Modell, um den historischen Genaustausch zwischen dem modernen Menschen und zum Beispiel dem Neandertaler zu erforschen“.

Genomdaten und menschliche Gesundheit

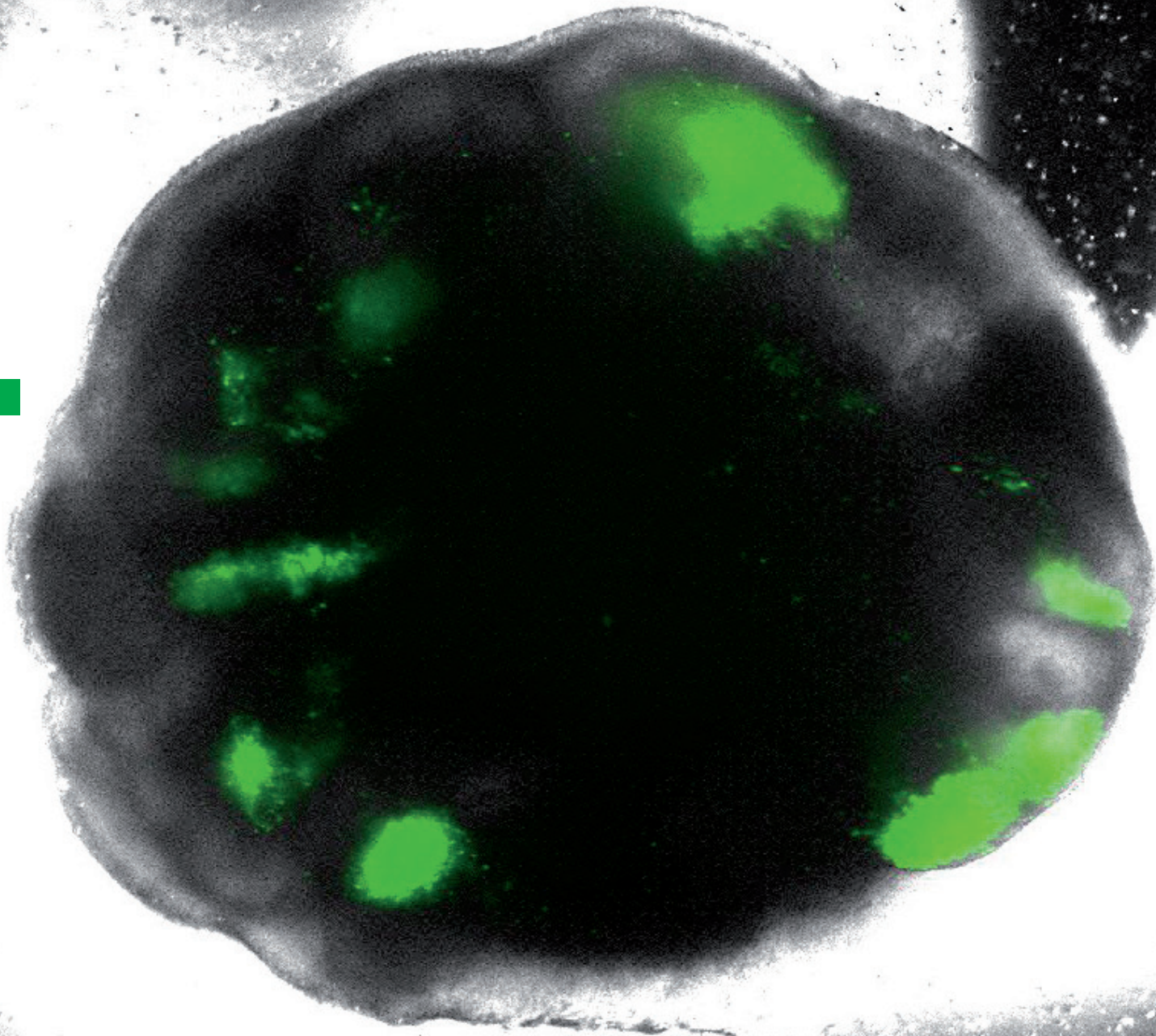
Auch für Genetiker*innen, die die erblichen Ursachen menschlicher Krankheiten untersuchen, ist die Datenbank wertvoll. Mithilfe eines speziell entwickelten KI-Algorithmus können potenziell krankheitsverursachende Mutationen in den Genomen identifiziert werden. Das eröffnet neue Möglichkeiten für die Erforschung der Ursachen von Volkskrankheiten wie Diabetes und Herzerkrankungen.

Genome data and human health

In addition, geneticists investigating genetic disorders in humans benefit from the genome data. Using a specially developed AI algorithm, potentially disease-causing mutations are automatically identified within the genomes. This opens up new avenues for exploring the origins of common diseases such as diabetes and heart disease.

Original publication

The original publications have been published in the Science special issue “Primate Genomes” (Science 380 (6648), June 2, 2023).



Gehirnentwicklung in der Petrischale

Brain development in the petri dish

Genetisch veränderte Organoide

Wie kleine weiße Wolken sehen die Zellklumpen aus, die in einer orangeroten Flüssigkeit in einer Petrischale schweben. „Das ist ein Schimpansen-Hirnorganoid. Und dieses ist das von einem Weißbüschelaffen“, lächelt Lidiia Tynianskaia und erläutert: „Die Hirnorganotide der Weißbüschelaffen sind in den ersten Stadien ihrer Entwicklung wesentlich kleiner als die Organotide von Schimpansen, Menschen oder Rhesusaffen, die wir auch herstellen.“

Dreidimensionale Zellaggregate

Organotide sind dreidimensionale Zellansammlungen die sich in Kulturmedium entwickeln und bestimmte funktionale Aspekte eines Organs imitieren. Gezüchtet werden die Hirnorganotide aus induzierten pluripotenten Stammzellen (iPS-Zellen). Diese iPS-Zellen wurden aus Haut- oder Blutzellen

Genetically modified organoids

The cell clusters look like small white clouds floating in an orange-red liquid in a petri dish. “This is a chimpanzee brain organoid. And this one is from a common marmoset,” smiles Lidiia Tynianskaia and explains: “In the first stages of their development, the brain organoids of common marmosets are much smaller than the organoids of chimpanzees, humans or rhesus monkeys, which we also culture.”

Three-dimensional cell aggregates

Organoids are three-dimensional cell aggregations that develop in culture medium and mimic certain functional aspects of an organ. Brain organoids are cultured from induced pluripotent stem cells (iPS cells). These iPS cells have been “reprogrammed” from skin or blood cells in such a way that they are reverted to stem cells, which then have the ability to differentiate into almost any cell type, including neurons and glial cells.

Model systems for primate brains

Researchers can use brain organoids in the laboratory to study and compare the function of genes in early phases of primate brain development. To do this, the organoids have to be genetically modified. The development of these genetically modified

Das grüne Leuchten unter Fluoreszenzlicht zeigt, dass dieses menschliche Hirnorganoid erfolgreich genetisch verändert wurde.

The green glowing under fluorescent light shows that this human brain organoid has been successfully genetically modified.

Image: Lidiia Tynianskaia

so „reprogrammiert“, dass sie sich zu Stammzellen zurückentwickeln, die dann wieder die Fähigkeit haben, sich in nahezu jeden Zelltyp zu differenzieren, so auch in Nerven- und Gliazellen.

Modellsysteme für Primatengehirne

Mit Hirnorganoiden können die Forschenden im Labor die Funktion von Genen in frühen Phasen der Gehirnentwicklung von Primaten untersuchen und vergleichen. Dazu müssen die Organoiden genetisch verändert werden. Die Entwicklung dieser genetisch modifizierten Hirnorganoiden war bisher sehr arbeitsintensiv und dauerte normalerweise mehrere Monate.

Schnelleres Verfahren

Lidiia Tynianskaia und ihre Kolleg*innen am DPZ haben eine Methode entwickelt, mit der sie Hirnorganoiden schnell und kosteneffizient genetisch verändern können. „Wir nutzen für unsere Methode die Mikroinjektion und Elektroporation“, erklärt Tynianskaia. „Das genetische Material injizieren wir mit einer sehr dünnen Kanüle in die flüssigkeitsgefüllten Räume der Organoiden und mit Hilfe eines kleinen elektrischen Impulses gelangt es in die Zellen. Das dauert nur wenige Minuten und die Hirnorganoiden sind nach ein paar Tagen analysierbar.“

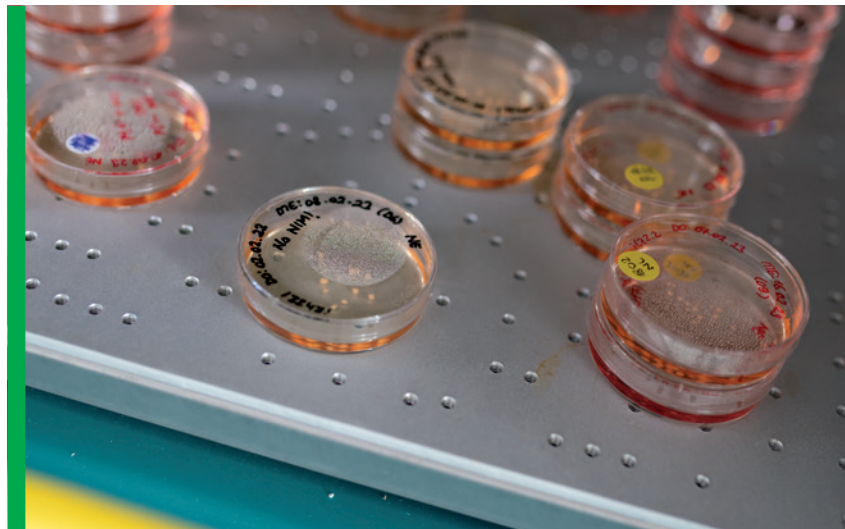
brain organoids used to be very labor-intensive and normally took several months.

Faster procedure

Lidiia Tynianskaia and her colleagues at the DPZ have developed a method that allows them to genetically modify brain organoids quickly and cost-effectively. “We use microinjection and electroporation for our method,” Tynianskaia explains. “We inject the genetic material into the fluid-filled spaces of the organoids using a very thin cannula and with the help of a small electrical impulse, it enters the cells. This only takes a few minutes and the brain organoids can be analyzed after a few days.”

Green light for the result

Plasmids are used to introduce the genetic material. These are circular pieces of DNA that contain the



Hirnorganoiden verschiedener Entwicklungsstadien im Kulturmedium in einem Brutschrank.
 ■ Brain organoids of different developmental stages in the culture medium in an incubator.
 Photo: Karin Tilch



Lidiia Tynianskaia

Lidiia Tynianskaia ist Doktorandin in der Nachwuchsgruppe Gehirnentwicklung und -evolution. Sie erforscht Unterschiede in der Gehirnentwicklung bei Menschen und Weißbüschelaffen und die Rolle von menschen-spezifischen Genen in der Gehirnevolution.

Lidiia Tynianskaia is a PhD student in the Junior Research Group Brain Development and Evolution. She investigates differences in brain development in humans and common marmosets and the role of human-specific genes in brain evolution. Photo: Karin Tilch

Grünes Licht für das Ergebnis

Für das Einbringen des genetischen Materials werden Plasmide verwendet. Das sind ringförmige DNA-Stücke, die das Gen von Interesse enthalten. In der Machbarkeitsstudie verwendete das Team dafür das Gen für das grün fluoreszierende Protein (GFP). Erfolgreich veränderte Zellen in den Hirnorganoiden leuchten daher unter Fluoreszenzlicht grün.

Effektives Werkzeug

„Die Methode eignet sich gleichermaßen für Hirnorganoide aus Menschen, Schimpansen, Rhesus- und Weißbüschelaffen“, fasst Lidiia Tynianskaia zusammen. „Das ermöglicht uns, vergleichende Studien zur physiologischen und evolutionären Gehirnentwicklung bei Primaten durchzuführen und ist außerdem ein effektives Werkzeug, um genetisch bedingte neurologische Fehlbildungen zu simulieren, ohne dafür Affen in Tierversuchen einsetzen zu müssen.“

gene of interest. In the feasibility study, the team used the green fluorescent protein (GFP) gene for this purpose. Successfully modified cells in brain organoids thus glow green under fluorescent light.

Effective tool

“The method is equally suitable for brain organoids from humans, chimpanzees, rhesus macaques and common marmosets,” Lidiia Tynianskaia summarizes. “This allows us to perform comparative studies on physiological and evolutionary brain development in primates and is also an effective tool to simulate genetically caused neurological malformations without having to use monkeys in animal experiments.”

Original publication

Tynianskaia L, Eşiyok N, Huttner WB, Heide M (2023): Targeted microinjection and electroporation of primate cerebral organoids for genetic modification. Journal of Visualized Experiments 193: e65176. doi: 10.3791/65176



Variabilität hilft beim Lernen

Variability helps learning

Wie unser Gehirn mit veränderlichen Reizen umgeht

Das Endspiel der Fußballweltmeisterschaft ist in vollem Gange, das Stadion ist bis auf den letzten Platz besetzt, die Fans grölen, es herrscht Blitzlichtgewitter. Ein Freistoßschütze macht sich bereit, nimmt Anlauf und schießt. Freistöße hat er im Vorfeld tausendmal geübt, aber wird er es auch in dieser neuen Situation schaffen, die sich deutlich von der Trainingssituation unterscheidet?

Neurowissenschaftler der Nachwuchsgruppe Perception and Plasticity am DPZ sind der Frage nachgegangen, wie unser visuelles System die Herausforderung variabler Reize für Lernprozesse löst.

Ein grundlegendes Problem der Wahrnehmung besteht darin, relevante Informationen aus einer sehr variablen Umwelt herauszufiltern. Das visuelle System erreicht dies, indem es lernt, welche Informationen gleichbleibend sind. Dieser Verallgemeinerungs-

How our brain deals with variable stimuli

The World Cup final is in full swing, the stadium is packed to the last seat, the fans are roaring and there is a flurry of flashbulbs. A free-kick taker gets ready, takes a run-up and shoots. He has practiced free kicks a thousand times beforehand, but will he be able to do it in this new situation, which is very different from the training situation?

Neuroscientists from the Junior Research Group Perception and Plasticity at the DPZ wanted to find out how our visual system solves the challenge of variable stimuli for learning processes.

A fundamental problem of perception is to filter out relevant information from a highly variable environment. The visual system achieves this by learning which information is consistent. This generalization process, which improves perceptual performance, is called perceptual learning. However, how the variability in the environment affects the learning process itself was previously unclear.

Generalization or specialization?

There are basically two hypotheses for different learning strategies. In the generalization strategy, learning relies on neurons that ignore unimportant stimuli, whereas in the specialization strategy, learning operates via neurons that are tuned to both task-

Photo

Variabilität hilft, das visuelle perzeptuelle Lernen zu verbessern.

Variability helps improve visual perceptual learning.

Photo: killykoon – stock.adobe.com

prozess, durch den sich die Wahrnehmungsleistung verbessert, wird perzeptuelles Lernen genannt. Wie sich die Variabilität in der Umwelt auf den Lernprozess selbst auswirkt, war jedoch bislang unklar.

Generalisierung oder Spezialisierung?

Grundsätzlich gibt es zwei Hypothesen zu unterschiedlichen Lernstrategien. Bei der Generalisierungsstrategie stützt sich das Lernen auf Neuronen, die unwichtige Reize ignorieren, während es bei der Spezialisierungsstrategie über Neurone funktioniert, die sowohl auf relevante als auch auf irrelevante Merkmale abgestimmt sind. Diese Neuronen liefern präzise Informationen, verarbeiten jedoch jede Information separat. Die Generalisierungsstrategie ermöglicht eine effiziente Verarbeitung neuer Reize, während die Spezialisierungsstrategie zu präziser Leistung führt, aber keine Generalisierung zulässt, was den Bedarf an untrainierten Neuronen für jede neue Aufgabe erhöht.

Um herauszufinden, welche Lernstrategie das visuelle System nutzt, trainierte Giorgio Manenti, Neurowissenschaftler am DPZ und Erstautor der Studie, menschliche Probanden darauf, kleine Unterschiede in der Ausrichtung eines Linienmusters zu erkennen. Während des Trainings wurde die Raumfrequenz der Linien, also ihre Breite, bei einem Teil der Versuchsteilnehmenden ständig variiert, um so den Einfluss irrelevanter Reizeigenschaften auf das Lernen zu untersuchen. Die Ergebnisse zeigten, dass nur die Probanden, die mit variablen Reizen trainiert wurden, die Aufgabe nach dem Training auch mit neuen Linienmustern oder unterschiedlich positionierten Reizen ausführen konnten, obwohl diese in der Trainingsphase nicht präsentiert worden waren.

relevant and irrelevant features. These neurons provide precise information, but process each piece of information separately. The generalization strategy allows for efficient processing of new stimuli, while the specialization strategy leads to precise performance, but no generalization occurs, and each new task requires previously untrained neurons to process the stimuli.

To find out which learning strategy the visual system uses, Giorgio Manenti, neuroscientist at the DPZ and first author of the study, trained human subjects to recognize small differences in the orientation of a line pattern. During the training, the spatial frequency of the lines, i.e. their width, was constantly varied for some of the test participants in order to investigate the influence of irrelevant



Der Spieler, der sein Training variabel gestaltet, erreicht im Stadion eine höhere Leistung als derjenige, der mit der Spezialisierungsstrategie trainiert hat, da er das Gelernte besser an neue Gegebenheiten anpassen kann. ■ *The player who varies his training achieves a higher performance in the stadium than the player who has trained with the specialization strategy, as he is better able to adapt what he has learned to new circumstances.*
Image: Susanne Diederich – DALL-E3



Giorgio Manenti

Giorgio Manenti ist Wissenschaftler in der Nachwuchsgruppe Perception and Plasticity. Er interessiert sich für die neuronalen Grundlagen von Lernprozessen, insbesondere die Informationsverarbeitung im visuellen System.

Giorgio Manenti is scientist in the Junior Research Group Perception and Plasticity. He is interested in the neuronal basis of learning processes, especially information processing in the visual system.

Variabilität verbessert die Lernleistung

Die Erhöhung der Variabilität sorgte somit sogar für eine bessere Lernleistung, was für eine Generalisierungsstrategie in der visuellen Wahrnehmung spricht. „Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass das Training mit mehr Variabilität es dem Gehirn ermöglicht, besser auf neue Herausforderungen zu reagieren, ähnlich wie beim Training im Fußball“, erklärt Caspar Schwiedrzik, Leiter der Nachwuchsgruppe. Die Erkenntnisse können dabei helfen, die Grundlagen des Lernens und der Wahrnehmung im visuellen System besser zu verstehen.

stimulus properties on learning. The results showed that only the test subjects who were trained with variable stimuli were able to perform the task after training with new line patterns or differently positioned stimuli, even though these had not been presented during the training phase.

Variability improves learning performance

The higher variability thus even led to better learning performance, which indicates a generalization strategy in visual perception. “The results suggest that training with more variability enables the brain to respond better to new challenges, similar to training principles in soccer,” explains Caspar Schwiedrzik, head of the Junior Research Group. The findings can help to improve our knowledge of the basics of learning and perception in the visual system.

Original publication

Manenti GL, Dizaji Satary A, Schwiedrzik CM (2023): Variability in training unlocks generalization in visual perceptual learning through invariant representations. Current Biology 33 (5): 817-826





Mausmakis in Gefahr

Mouse lemurs in danger

Klimawandel bedroht kleine Lemuren in Madagaskar

Nach Angaben der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) waren die acht vergangenen Jahre die wärmsten seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Der Klimawandel lässt global die Temperaturen steigen, Regenfälle gehen zurück, Wetterextreme nehmen zu. Besonders tropische Ökosysteme mit saisonalen Trocken- und Regenzeiten gehören zu den am stärksten betroffenen Gebieten. Was passiert, wenn die Regenzeit trockener und die Trockenzeit immer wärmer wird? Können sich verschiedene Tierarten an diese gravierenden Veränderungen anpassen?

Langzeitdaten zeigen alarmierenden Trend

Claudia Fichtel und Peter Kappeler, Forschende in der Abteilung Verhaltensökologie und Soziobiologie, untersuchen seit 30 Jahren Lemuren auf Mada-

Climate change threatens small lemurs in Madagascar

According to the World Meteorological Organization (WMO), the past eight years have been the warmest since weather records began. Climate change is causing global temperatures to rise, rainfall to decrease and weather extremes to increase. Tropical ecosystems with seasonal dry and rainy seasons are among the areas most affected. What happens when the rainy season gets drier and the dry season gets warmer? Can different animal species adapt to these serious changes?

Long-term data show alarming trend

*Claudia Fichtel and Peter Kappeler, researchers in the Behavioral Ecology and Sociobiology Unit, have been studying lemurs in Madagascar for 30 years and have thus built up a unique data set. Over a period of 26 years, from 1994 to 2020, they have analyzed the age structure of a population of gray mouse lemurs (*Microcebus murinus*). The small primates, which weigh only around 60 grams, have a high reproductive rate. As ecological generalists, they should be able to adapt more easily to climate change.*

Climate data from the period in question show that the rainy season in Madagascar became drier and the dry season warmer. Kappeler and Fichtel ana-

Ein Grauer Mausmaki (*Microcebus murinus*) nahe der DPZ-Feldstation auf Madagaskar.

*A gray mouse lemur (*Microcebus murinus*) near the DPZ field station in Madagascar.*

Photo: Uwe Zimmermann

Photo

gaskar und haben so einen einmaligen Datensatz aufgebaut. Über einen Zeitraum von 26 Jahren, von 1994 bis 2020, haben sie die Altersstruktur einer Population Grauer Mausmakis (*Microcebus murinus*) analysiert. Die kleinen, nur rund 60 Gramm leichten Primaten haben eine hohe Fortpflanzungsrate und stellen keine speziellen Ansprüche an ihren Lebensraum; sie sind ökologische Generalisten. Daher sollten sie sich an Klimaveränderungen vergleichsweise leicht anpassen können.

Klimadaten aus dem betreffenden Zeitraum zeigen, dass die Regenzeit auf Madagaskar immer trockener und die Trockenzeit immer wärmer wurde. Kappeler und Fichtel haben diese Daten zusammen mit Kolleg*innen von der Universität Zürich ausgewertet und eine zunehmende Sterblichkeit der Mausmakis bei gleichzeitig steigenden Fortpflanzungsraten festgestellt. „Diese gegensätzlichen Trends haben zwar einen Zusammenbruch der Mausmaki-Population verhindert, aber dennoch zu einer Destabilisierung der Population geführt, da der sowieso schon schnelle Lebenszyklus der Tiere weiter beschleunigt wurde“, sagt Claudia Fichtel.

Aussterberisiko steigt

Die aufgrund der Klimaveränderungen schwankenden Populationsgrößen stellen eine große Gefahr für die Tiere dar. Sie könnten zum Aussterben der Art führen.

lyzed these data together with colleagues from the University of Zurich and found an increasing mortality of the mouse lemurs with simultaneously increasing reproduction rates. “Although these opposing trends have prevented a collapse of the mouse lemur population, they have nevertheless led to a destabilization of the population, as the already rapid life cycle of the animals has been further accelerated,” says Claudia Fichtel.

Increasing risk of extinction

Fluctuating population sizes due to climate change pose a major threat to the animals. They could lead to the extinction of the species. “Our results show



Grave Mausmakis sind bereits mit zehn Monaten geschlechtsreif. Nach rund 60-tägiger Tragzeit kommen ein bis drei Jungtiere zur Welt. ■ Gray mouse lemurs are sexually mature at the age of ten months. After a gestation period of around 60 days, one to three young are born. Photo: Manfred Eberle



Prof. Peter Kappeler und Dr. Claudia Fichtel

Claudia Fichtel und Peter Kappeler erforschen das Verhalten und die Ökologie freilebender Lemurenarten an der DPZ-Feldstation Kirindy auf Madagaskar. Schwerpunkte ihrer Arbeiten sind die Evolution von Sozialsystemen, Kommunikation, Kognition und Populationsökologie.

Claudia Fichtel and Peter Kappeler are studying the behavior and ecology of free-living lemur species at the DPZ Kirindy field station in Madagascar. Their work focuses on the evolution of social systems, communication, cognition and population ecology. Photo: Jana Wilken

„Unsere Ergebnisse zeigen, dass auch eine Tierart, die sich dank einer hohen Fortpflanzungsrate vermeintlich leicht an veränderte Umweltbedingungen anpassen kann, durch Klimaveränderungen in ihrem Überleben bedroht ist“, sagt Peter Kappeler.

Dies sind schlechte Nachrichten, sind doch die nur auf Madagaskar vorkommenden Lemuren die weltweit am stärksten bedrohten Säugetiere. „Bei der Einstufung des Gefährdungsstatus einer Tierart sollten in Zukunft auch Daten zur demografischen Stabilität einer Population einbezogen werden. Da man dafür Daten aus Langzeitbeobachtungen braucht, ist das bei vielen Tierarten noch nicht möglich“, sagt Claudia Fichtel.

that even an animal species that can supposedly easily adapt to changing environmental conditions thanks to a high reproduction rate is threatened in its survival by climate change,” says Peter Kappeler.

This is bad news, as the 120 species of lemurs, which are only found in Madagascar, are the most endangered mammals in the world. “In future, data on the demographic stability of a population should also be included when classifying the endangered status of an animal species. As this requires data from long-term observations, this is not yet possible for many animal species,” says Claudia Fichtel.

Original publication

Ozgul A, Fichtel C, Paniw M, Kappeler PM (2023): Destabilising effect of climate change on the persistence of a short-lived primate. Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 120 (14) e2214244120. DOI: 10.1073/pnas.2214244120

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. Stefanie Heiduck
Dr. Sylvia Ranneberg
Karin Tilch
Jana Sophie Wilken

Gestaltung:

Heike Klensang

Druck: Goltze Druck

Auflage: 600

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

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. Stefanie Heiduck
Dr. Sylvia Ranneberg
Karin Tilch
Jana Sophie Wilken*

Layout:

Heike Klensang

Print: Goltze Druck

Copies: 600

*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.*

