



## Highlights unserer Forschung 2021

Research Highlights 2021

Titelbild: Weißbüschelaffen in der Tierhaltung am DPZ. Wissenschaftler\*innen haben herausgefunden, dass die kindliche Entwicklung der Lautäußerungen dieser Primatenart ähnlich wie beim Menschen eine längere flexible Phase enthält und durch erfahrungsbasiertes Lernen geprägt wird.

*Common marmosets in the animal husbandry at the DPZ. The infantile development of the vocalizations of this primate species contains, similar to humans, an extended flexible phase and is shaped by experience-based learning.*

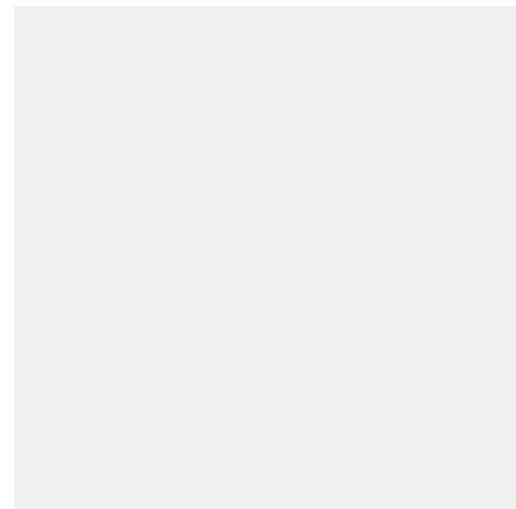
*Photo: Manfred Eberle*

Deutsches Primatenzentrum  
Leibniz-Institut für Primatenforschung

# *Highlights 2021*

# Inhalt *Contents*

---



## Inhalt Contents

---

Willkommen <i>Welcome</i>	04
Das Institut <i>Our institute</i>	06
Auf der Flucht <i>On the run</i>	12
Wie Aufmerksamkeit entsteht <i>How attention arises</i>	16
Plappernde Affenbabys und Slang in der Gang <i>Babbling monkey babies and slang in the gang</i>	20
Transgene Weißbüschelaffen <i>Transgenic marmoset monkeys</i>	24
Den Zug erreichen, einem Raubtier entkommen <i>Catching the train, escaping a predator</i>	28



Das Deutsche Primatenzentrum aus der Luft. Die Bereiche, die zum DPZ gehören, sind farbig dargestellt. Die neue Tierhaltungsanlage PriCaB (Pfeil) wurde in 2021 weitgehend fertig gestellt und wird voraussichtlich ab Herbst 2022 verschiedene Primatenarten beherbergen. ■ *The German Primate Center in an aerial view. Structures, which belong to the DPZ are marked in color. The new PriCaB animal facility (arrow) was largely completed in 2021 and is expected to house various primate species from autumn 2022.* Photo: Lars Gerhardt



Im Rahmen des neuen Sonderforschungsbereichs „Kognition der Interaktion“ erforschen Wissenschaftler\*innen des DPZ und der Universität Göttingen, welche Gehirnleistungen notwendig sind, um komplexe Interaktionen zu ermöglichen. ■ *Within the new Collaborative Research Center “Cognition of Interaction”, scientists of the DPZ and the University of Göttingen investigate which brain functions are necessary to enable complex interactions.* Photo: Alexander Gail



Viele Freiwillige machen es möglich: Das DPZ bekommt ein Biotop! Nur eine der zahlreichen Maßnahmen auf dem Weg zu mehr Nachhaltigkeit am DPZ. ■ *Many volunteers make it possible: The DPZ gets a biotope! Just one of the many measures on the way to more sustainability at the DPZ.* Foto: Manfred Eberle

## Willkommen *Welcome*

---

Was macht die Coronavirus-Varianten so gefährlich? Wie lernen Affen zu kommunizieren? Wie entsteht Aufmerksamkeit im Gehirn und warum sind genetisch veränderte Affen wertvoll für die Forschung? 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\*innen, ihre Ideen und die Geschichten hinter den Projekten kennenzulernen und wünschen Ihnen eine anregende Lektüre.

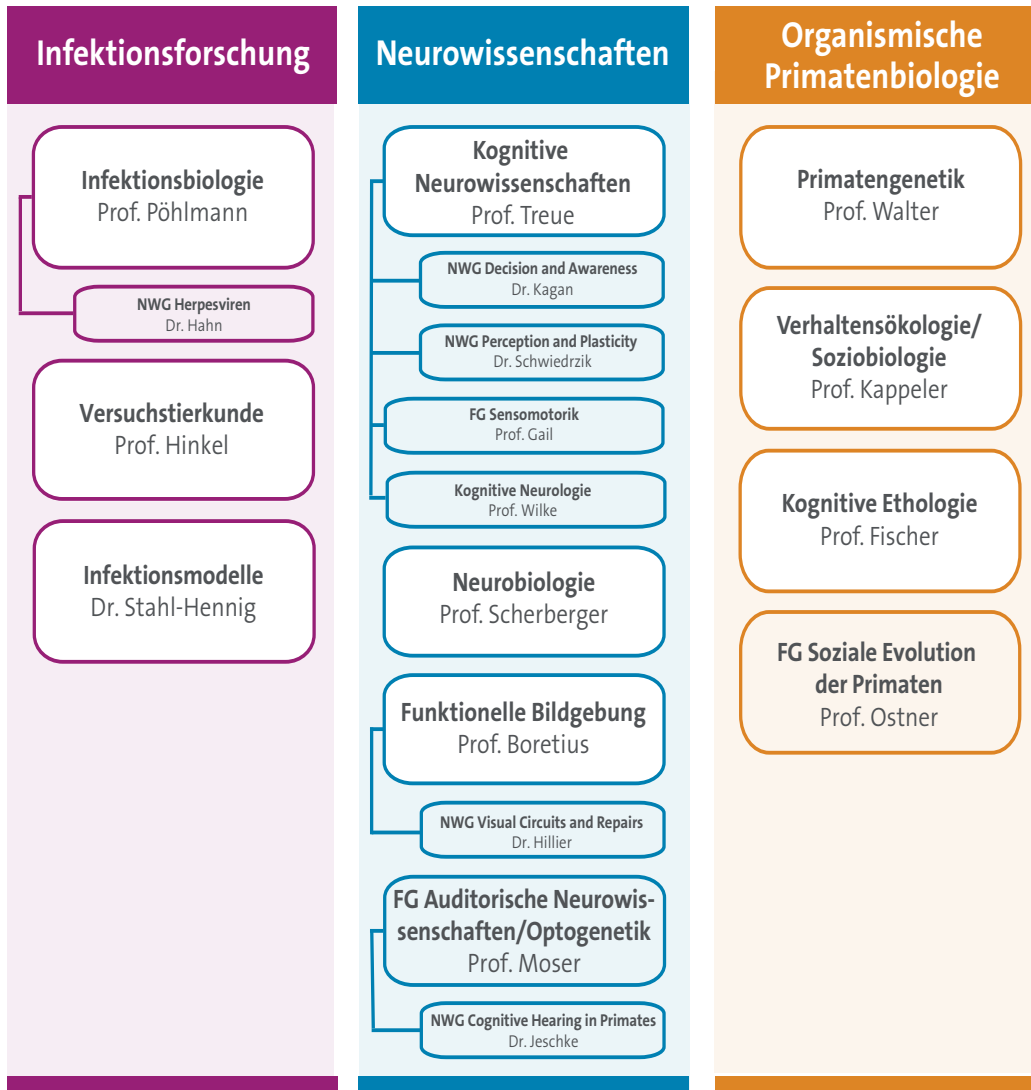
Wenn Sie nicht bis zum nächsten Jahr warten wollen, um weitere Neuigkeiten aus dem DPZ zu erfahren, können Sie unsere vierteljährlich erscheinende, kostenlose Zeitschrift „DPZ aktuell“ abonnieren, die Videos in unserem YouTube-Kanal anschauen oder uns auf Twitter folgen. Sie finden Informationen dazu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

*What makes the coronavirus variants so dangerous? How do monkeys learn to communicate? How does attention develop in the brain and why are genetically modified monkeys valuable for research? 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.*

Mediathek/media center:





Am DPZ gibt es zurzeit neun Abteilungen und neun Forschungs- und Nachwuchsgruppen, die in den Themenbereichen Infektionsforschung, Neurowissenschaften und Primatenbiologie forschen. Darüber hinaus existiert eine Forschungsplattform „Degenerative Erkrankungen“ (Stand: Januar 2022). ■ *At the DPZ, there are currently nine departments and nine research and junior research groups assigned to the fields of infection research, neuroscience and primate biology. In addition, there is a research platform “Degenerative Diseases” (as of January 2022).*



## 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.

2021 war trotz der anhaltenden Pandemie ein weitgehend erfolgreiches Jahr. Zum zweiten Mal in Folge haben unsere Forschenden einen Drittmittelrekord aufgestellt und rund neun Millionen Euro eingeworben. 26 neue Projekte wurden in 2021 bewilligt, darunter der DFG-geförderte Sonderforschungsbereich „Kognition der Interaktion“. Die Leibniz-Gemeinschaft unterstützt ein Projekt zur Entwicklung einer Gentherapie gegen Taubheit und gleich zwei Nachwuchsforscher haben einen ERC Starting Grant erhalten. Die Infektionsbiolog\*innen haben die verschiedenen Coronavirus-Varianten untersucht und zahlreiche Publikationen veröffentlicht. Wir haben uns zu klimaschonendem Arbeiten verpflichtet und dazu ein Nachhaltigkeitskonzept erarbeitet.

*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.*

*2021 was largely successful for the DPZ despite the ongoing pandemic. For the second time in a row, our scientists set a record for third-party funding and raised around nine million euros. 26 new projects were approved in 2021, including the DFG-funded Collaborative Research Center “Cognition of Interaction”. The Leibniz Association is supporting a project to develop a gene therapy against deafness, and two young researchers have received an ERC grant. The infection biologists have investigated the different coronavirus variants and published numerous papers. In addition, we have committed ourselves to more climate-friendly work at the institute and have developed a sustainability concept system for this purpose.*

## Die Forschungsstationen

Das DPZ erforscht Neuweltaffen in Peru, Paviane im Senegal, Lemuren auf Madagaskar und Assamkakaken 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 2021 zeigen beispielsweise, dass sich die Grunzlaute verschiedener Guinea-Pavian-Gruppen voneinander unterscheiden und dass männliche und weibliche Tiere gleichermaßen erfolgreich darin sind, die Gruppe anzuführen.

### *The field stations*

*The DPZ researches New World monkeys in Peru, baboons in Senegal, 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. Current results of field research from 2021 show, for example, that the grunting sounds of different Guinea baboon groups differ from each other and that males and females are equally successful at leading the group.*



#### 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





Im März 2021 erhielt das DPZ das Ergebnis der Evaluierung durch den Leibniz-Senat. Das Institut wurde als international hoch anerkannte Einrichtung mit Spitzenforschung bewertet. Darüber freute sich nicht nur die Geschäftsführung Dr. Katharina Peters und Prof. Stefan Treue. ■ *In March 2021, the DPZ received the result of the evaluation by the Leibniz Senate. The institute was rated as an internationally highly recognized institution with top-level research. Not only the management Dr. Katharina Peters and Prof. Stefan Treue were pleased about this. Foto: Peter Heller*

## 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 1.300 Primaten, sie versorgt auch andere öffentlich geförderte Forschungseinrichtungen mit nicht-humanen Primaten. 37 Tierpfleger\*innen sowie acht Tierärzt\*innen und sechs Tierschutzbeauftragte sind für das Wohl der Tiere verantwortlich, regelmäßige Schulungen und eine enge Einbindung in die Forschung garantieren die bestmögliche Versorgung der Tiere. Zu-

## 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 1,300 primates but also supplies other research institutes with non-human primates. 37 animal keepers as well as eight veterinarians and six 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 hor-*

dem unterhält das DPZ eine DNA- und Gewebebank, betreibt ein Hormonlabor sowie eine Pathologie zur Diagnostik von Primatenerkrankungen.

## 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 2021 auf etwa 17,5 Millionen Euro, hinzu kamen noch rund 9,2 Millionen Euro Drittmittel-Einwerbungen der Wissenschaftler\*innen. Ende 2021 waren am DPZ 471 Mitarbeiter\*innen und Gastforscher\*innen beschäftigt, die aus 42 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\*innen in tierschutzrechtlichen Belangen und engagieren sich in der Aus- und Weiterbildung von Tierpfleger\*innen. Im Jahr 2021 haben DPZ-Wissenschaftler\*innen 41 Interviews gegeben. Es wurden 17 Pressemitteilungen verschickt sowie über 250 Tweets abgesetzt. Die intensive Öffentlichkeitsarbeit zeigt sich auch in der Medienresonanz auf unsere Forschung. Im Jahr 2021 sind rund 2.000 Artikel in der lokal- und überregionalen Presse gedruckt sowie online erschienen. Darüber hinaus wurden 24 Radio- und 22 TV-Beiträge gesendet, in denen das DPZ oder seine Forscher\*innen genannt wurden. Die internationale Presse berichtete in insgesamt 301 Artikeln über die Forschung des DPZ.

*DPZ maintains a DNA and tissue bank, a hormone laboratory and a pathology laboratory for the diagnosis of primate diseases.*

## Finance and staff

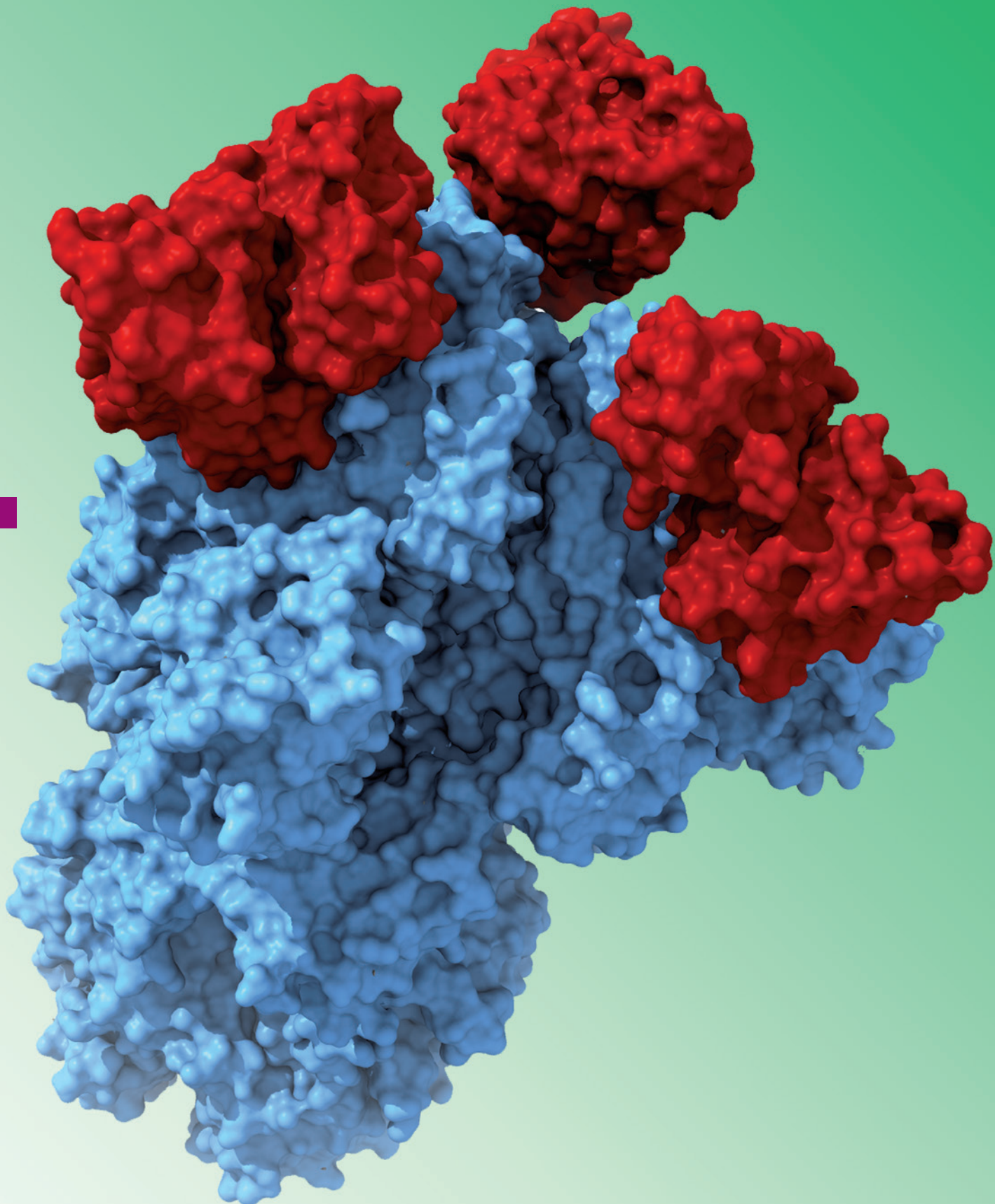
*The DPZ is one of 97 research and infrastructure institutes of the Leibniz Association. Federal and state governments each contribute half of the core funding. In 2021 the basic budget amounted to 17.5 million euro, to which approximately 9.2 million euro from third-party funding of DPZ scientists as well as from own revenue is added. By the end of 2021, the DPZ had 471 employees and guest scientists from 42 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 2021, DPZ scientists gave 41 interviews. 17 press releases and over 250 tweets were sent out. The intensive public relation work is reflected also in the response of the media to our research. In 2018, about 2,000 printed and online articles appeared in the local and national press. In addition, 24 radio and 22 TV clips where the DPZ or its researchers were mentioned, were broadcasted. The international press reported in a total of 301 articles on the research of the DPZ.*

Guineapavian  
Guinea baboon





# Auf der Flucht

## *On the run*

### Mutationen in SARS-Coronavirus-2-Varianten reduzieren die Wirksamkeit von Antikörpern

Bis Ende Januar 2021 wurden weltweit mehr als 100 Millionen SARS-Coronavirus-2-Infektionen registriert. Die im Dezember 2020 in Großbritannien entdeckte Virusvariante B.1.1.7 (Alpha) wurde von der Weltgesundheitsorganisation als besorgniserregend eingestuft, da sie 60 Prozent ansteckender als das Ursprungsvirus war. Zeitgleich wurden auch in Südafrika (B.1.351, Beta) und Brasilien (P.1, Gamma) besorgniserregende Varianten entdeckt. Die drei Varianten trugen im Vergleich zum Ursprungsvirus mehrere Mutationen im Spike-Protein und weckten daher sofort das Interesse von Markus Hoffmann, Prerna Arora und Stefan Pöhlmann, Infektionsbiolog\*innen am DPZ. „Bis dahin war unklar, ob die Mutationen die Interaktion des Virus mit den Wirtszellen beziehungsweise die Wirksamkeit von Antikörpern beeinflussen“, beschreibt Prerna Arora die Fragestellung der Studie.

### *Mutations in SARS coronavirus-2 variants reduce antibody efficacy*

*By the end of January 2021, more than 100 million SARS-coronavirus-2 (SARS-CoV-2) infections were registered worldwide. The SARS-CoV-2 variant B.1.1.7 (alpha), which was first reported in the United Kingdom in December 2020, was classified as a so-called variant of concern (VOC) by the World Health Organization since it was 60 percent more transmissible than the original virus that circulated at the beginning of the pandemic. At the same time, other VOCs were observed in South Africa (B.1.351, beta variant) and Brazil (P.1, gamma variant). All three VOCs carried multiple mutations in the spike protein as compared to the original virus and therefore immediately caught the attention of Markus Hoffmann, Prerna Arora and Stefan Pöhlmann, infection biologists at DPZ. “At that time, it was unclear whether the mutations affected the interaction of the virus with host cells the effectiveness of antibodies, respectively,” Prerna Arora describes the question addressed by the study.*

13

Photo

Therapeutische Antikörper (rot) binden an das Spike-Protein von SARS-Coronavirus-2 (blau).  
*Therapeutic antibodies (red) bind to the spike protein of SARS coronavirus-2 (blue).*  
 Image: Markus Hoffmann

### *Pseudoviruses as model systems*

*The infection biologists were supported by colleagues at the University Hospitals in Ulm and Göttingen as well as at the Friedrich Alexander University in Erlangen-Nuremberg. For their studies, the researchers used so-called pseudoviruses, which*

## Pseudoviren als Modellsystem

Unterstützung erhielten die Infektionsbiolog\*innen von Kolleg\*innen der Universitätskliniken in Ulm und Göttingen sowie der Universität Erlangen-Nürnberg. Für ihre Untersuchungen verwendeten die Forschenden sogenannte Pseudoviren als experimentelles Modell. Hierbei handelt es sich um für den Menschen ungefährliche virale Vektoren, die das Spike-Protein der SARS-CoV-2-Varianten tragen und dadurch den Zelleintritt der Varianten simulieren.

## Einmal COVID-19 und dann ist gut – oder nicht?

In Bezug auf den Zelleintritt blieben große Überraschungen zwar aus, bei der Wirksamkeit von Antikörpern konnten die Forschenden jedoch interessante Beobachtungen machen. So besaßen Antikörper im Serum von Genesenen zwar eine hohe Wirksamkeit gegen die Alpha-Variante, gegen die Beta- und Gamma-Varianten war die Wirksamkeit jedoch vermindert, was ein erhöhtes Risiko für eine erneute Infektion und COVID-19 Erkrankung anzeigt.

## Antikörper schwächeln, die Impfung schützt dennoch!

Als nächstes blickten die Forschenden auf die Serumproben von Geimpften. Auch hier war die Antikörperwirksamkeit gegen die Beta- und Gamma-Varianten reduziert, während die Alpha-Variante weiterhin effizient gehemmt wurde. „Zwar zeigen unsere Daten, dass die nach Infektion oder Impfung gebildeten Antikörper eine geringere Wirksamkeit gegen die Beta- und Gamma-Varianten aufweisen, sie sind aber keinesfalls wirkungslos. Im Einklang

*are vector particles that harbor the spike protein of SARS-CoV-2 variants and simulate the cell entry of these viruses. Pseudoviruses allowed the researchers to safely study SARS-CoV-2 host cell entry and its inhibition without the need to work with infectious SARS-CoV-2.*

## Once COVID-19 and that's it, right?

*While the researchers did not observe marked differences regarding host cell entry of the three SARS-CoV-2 variants, the analysis of antibody-mediated blockade (= neutralization) of cellular entry of the three variants yielded interesting results. Antibodies in the serum of patients who recovered from SARS-CoV-2 infection were highly effective against the alpha variant, but less effective against the beta and gamma variants, indicating an increased risk for reinfection and development of COVID-19.*

## Antibodies fade, but vaccination still protects!

*Next, the researchers investigated serum samples from vaccinated individuals. Also for these samples, they found a reduction in the neutralization of the beta and gamma variants, while the alpha variant continued to be efficiently neutralized. "Whereas our data showed that antibodies that are produced after infection or vaccination have reduced efficacy against the beta and gamma variants, they are, by no means, ineffective. In line with this, vaccination protects against severe disease, even in case of infection with the beta and gamma variants," Markus Hoffmann specified.*





## Dr. Markus Hoffmann, Prof. Stefan Pöhlmann und Dr. Prerna Arora

Markus Hoffmann, Stefan Pöhlmann und Prerna Arora, Abteilung Infektionsbiologie, sind ein eingespieltes Team bei der Analyse von SARS-CoV-2-Varianten.

*Markus Hoffmann, Stefan Pöhlmann and Prerna Arora, Infection Biology Unit, are well-versed in the characterization of SARS-CoV-2 variants.*

*Photo: Karin Tilch*

damit schützt die Impfung auch im Fall einer Infektion mit den Beta- und Gamma-Varianten vor schweren Verläufen“, präzisierte Markus Hoffmann.

### Mutationen verleihen Resistenz gegen therapeutische Antikörper

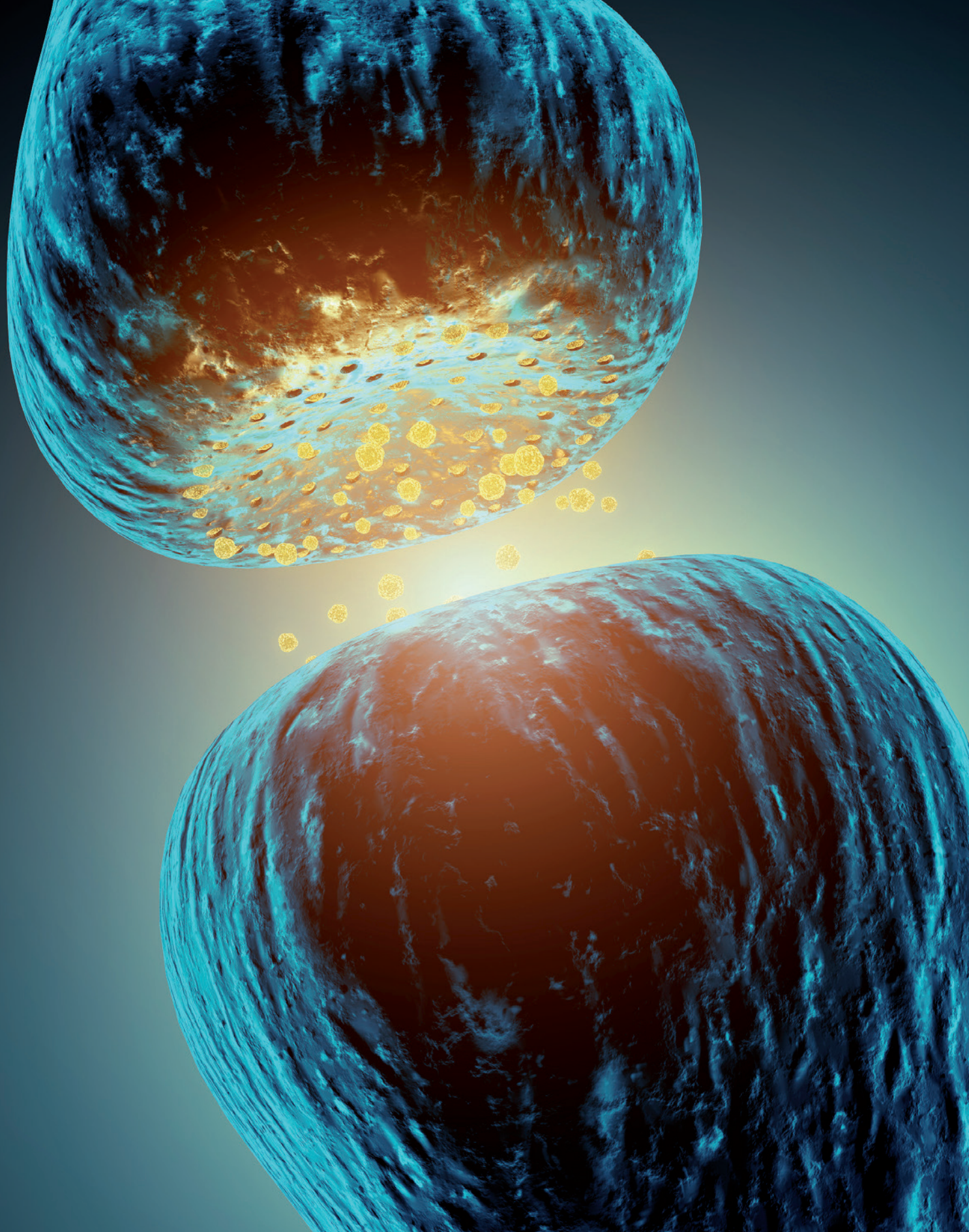
Zur Behandlung von infizierten Patient\*innen hatte die Regierung im Januar 2021 Medikamente bestellt, unter anderem therapeutische Antikörper, die sich zuvor in klinischen Studien bewährt hatten. Da die Spike-Proteine der drei Varianten an den Antikörperbindestellen Mutationen aufwiesen, untersuchte das Team, ob diese die Wirksamkeit der Medikamente beeinträchtigen. Während der Antikörper Imdevimab alle drei Varianten blockierte, war die Wirksamkeit des Antikörpers Casirivimab für die Beta- und Gamma-Varianten verringert und der Antikörper Bamlanivimab war gegen diese beiden Varianten sogar vollständig wirkungslos. „Der Bereich des SARS-CoV-2 Spike-Proteins, der für die Bindung an Zellen verantwortlich ist, weist eine hohe Plastizität auf. Dadurch kann das Virus in diesem Bereich Fluchtmutationen erwerben, die die Hemmung durch Antikörper vermindern, ohne dabei an Infektiosität zu verlieren“, resümierte Stefan Pöhlmann.

### Mutations cause resistance against therapeutic antibodies

*In January 2021, the government ordered therapeutic antibody that were previously shown to be effective within clinical trials. Because the spike proteins of the three variants had mutations in the antibody-binding sites, the team investigated whether the mutations altered inhibition by the therapeutic antibodies. While the antibody Imdevimab inhibited all three variants with high efficiency, the effectiveness of the antibody Casirivimab was reduced for the beta and gamma variants. Moreover, the antibody Bamlanivimab was completely ineffective against the beta and gamma variants. “The domain of the SARS-CoV-2 spike protein responsible for binding to cells exhibits high plasticity. This may allow the virus to acquire mutations, which alter antibody binding sites without detrimental impact on infectivity,” concluded Stefan Pöhlmann.*

### Original publication

*Hoffmann M\*, Arora P\*, Groß R\*, Seidel A\*, Hörnich BF, et al. (2021): SARS-CoV-2 variants B.1.351 and P.1 escape from neutralizing antibodies. Cell 184 (9): 2384-2393. (\*shared authorship)  
[doi.org/10.1016/j.cell.2021.03.036](https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.03.036)*



# Wie Aufmerksamkeit entsteht

## *How attention arises*

### Steuern neuronale Botenstoffe den Prozess im Gehirn?

Samstagabend auf einer Party. Man ist gerade angekommen, hat sich ein Getränk organisiert und wird flugs in eine Unterhaltung über die neuesten Fußballergebnisse verwickelt. Aber eigentlich wartet man nur auf die beste Freundin, die schon längst da sein wollte. Während des Gesprächs behält man also die Tür im Blick. Dabei schaut man nicht ständig die Tür an, man „schiebt“ nur von Zeit zu Zeit die eigene Aufmerksamkeit in diese Richtung. Unser Gehirn ist zu diesem Spagat in der Lage, weil es etwas kann, das man als räumliche Aufmerksamkeit bezeichnet. Doch wie funktioniert das?

### Aufmerksamkeit verstärkt die Nervenzellaktivität

Unser Gehirn erlaubt es uns, bestimmte Reize in unserer Umgebung verstärkt wahrzunehmen. Das

### *Do neuronal messengers control the process in the brain?*

*Saturday night at a party. You've just arrived, organized a drink, and are quickly drawn into a conversation about the latest soccer results. But you are actually waiting for your best friend, who was supposed to be there a long time ago. So, during the conversation, you keep your eyes on the door. You don't constantly look at the door, you just "shift" your attention in that direction from time to time. Our brain is capable of this balancing act because it can do something called spatial attention. But how does it work?*

### *Attention enhances nerve cell activity*

*Our brain allows us to increase our awareness of certain stimuli in our environment. This works by increasing the activity of those nerve cells that respond to that stimulus, because each nerve cell is responsible for a specific spatial area. In our case, this is the door through which we expect to see our friend. When we finally see her, the nerve cells in our brain start firing. How this attention-driven change in firing rate occurs is still unclear. Experiments in the primary visual cortex V1, which is responsible for mapping visual information, have shown that messenger molecules called neurotransmitters have an effect on the attention-driven change in activity of neurons. These molecules are secreted between the*

Darstellung der Enden zweier Nervenzellen. Für die Reizweiterleitung werden neuronale Botenstoffe (gelb) von einer Zelle an die andere abgegeben.

*Representation of the ends of two nerve cells. For stimulus transmission, neuronal messenger substances (yellow) are released from one cell to the other. Image: nobeastsofierce – Fotolia*

funktioniert über die gesteigerte Aktivität jener Nervenzellen, die auf diesen Reiz reagieren, denn jede Nervenzelle ist für ein bestimmtes räumliches Areal zuständig. In unserem Fall ist das die Tür, durch die wir die Freundin erwarten. Sehen wir sie dann endlich, fangen die Nervenzellen in unserem Gehirn an zu feuern. Wie diese aufmerksamkeitsgetriebene Änderung der Feuerrate entsteht, ist bislang noch unklar. Versuche im primären visuellen Kortex V1, der für die Abbildung visueller Informationen zuständig ist, haben gezeigt, dass Botenstoffe, sogenannte Neurotransmitter, eine Auswirkung auf die aufmerksamkeitsgetriebene Aktivitätsänderung der Nervenzellen haben. Diese Moleküle werden zwischen den Enden der Nervenzellen ausgeschüttet und wirken aktivierend oder hemmend auf die Reizweiterleitung.

## Neurophysiologische Modulation

Die Wissenschaftlerinnen Vera Veith und Cliodhna Quigley aus der Abteilung Kognitive Neurowissenschaften am DPZ wollten herausfinden, ob diese Erkenntnis auch auf andere Bereiche des visuellen Kortex außerhalb V1 übertragbar ist. Dafür trainierten sie zwei Rhesusaffen darauf, eine Aufmerksamkeitsaufgabe am Bildschirm durchzuführen. Die Aufgabe bestand darin, auf Punkte zu achten, die sich alle in eine Richtung bewegten. Die Affen sollten dann reagieren, wenn die Punkte die Richtung änderten. Gleichzeitig wurde die Aktivität einzelner Nervenzellen im Hirnareal MT gemessen, einem Teil des visuellen Kortex, der für die Verarbeitung bewegter Reize zuständig ist. In regelmäßigen Abständen injizierten die Forscherinnen zudem Neurotransmitter in diese Hirnregion, die entweder anregend oder hemmend auf die Nervenzellaktivität wirken.

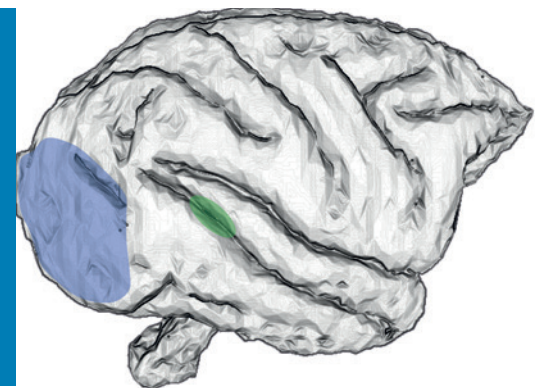
*ends of neurons and have an activating or inhibitory effect on stimulus transmission.*

## Neurophysiological modulation

*Researchers Vera Veith and Cliodhna Quigley from the Cognitive Neuroscience Laboratory at The German Primate Center wanted to find out if this finding could be applied to other areas of the visual cortex outside V1. To do this, they trained two rhesus monkeys to perform an attention task on a computer screen. The task involved paying attention to dots that all moved in one direction. The monkeys were then asked to respond when the dots changed direction. At the same time, they measured the activity of individual neurons in brain area MT, a part of the visual cortex responsible for processing moving stimuli. At regular intervals, the researchers also injected neurotransmitters into this brain region that have either a stimulating or inhibiting effect on nerve cell activity.*

## Attention not influenced by neurotransmitters

*The two scientists found that both neurotransmitters indeed had an effect on the firing rates of nerve cells in MT, both inhibitory and activating. However, there was no evidence*



Schematische Darstellung eines Makakengehirns. Die Bereiche V1 (blau) und MT (grün) sind farblich markiert. ■ Schematic representation of a macaque brain. The areas V1 (blue) and MT (green) are marked in color. Image: Stefan Schaffelhofer, Heike Klensang



## Dr. Vera Katharina Veith und Dr. Cliodhna Quigley

Vera Katharina Veith und Cliodhna Quigley haben in der Abteilung Kognitive Neurowissenschaften am DPZ geforscht. Vera Veith arbeitet derzeit am Deutschen Zentrum für Lungenforschung in Hamburg, Cliodhna Quigley an der Universität Wien.

*Vera Katharina Veith and Cliodhna Quigley have both conducted research in the Cognitive Neuroscience Laboratory at the German Primate Center. Vera Veith is currently working at the German Center for Lung Research in Hamburg, Cliodhna Quigley at the University of Vienna. Photo: Thomas Steuer*

### Aufmerksamkeit durch Neurotransmitter nicht beeinflusst

Die beiden Wissenschaftlerinnen konnten feststellen, dass beide Neurotransmitter einen Effekt auf die Feuerraten der Nervenzellen in MT hatten, sowohl hemmend als auch aktivierend. Eine Änderung der Nervenzellaktivität unter Aufmerksamkeitsbedingungen, nämlich dann, wenn der Affe auf Änderungen in den Punktwolken reagierte, war jedoch nicht nachzuweisen. Hier erhöhten oder erniedrigten sich die Feuerraten nicht.

„Das bedeutet, dass im Hirnareal MT die Aufmerksamkeit nicht in dem Maße durch neuronale Botenstoffe moduliert wird, wie das für V1 beobachtet wurde“, erklärt Vera Veith, die ihre Doktorarbeit am DPZ anfertigte. „V1 scheint deshalb nicht als Modell für den gesamten visuellen Kortex zu dienen, zumal es sich auch anatomisch von den anderen Bereichen unterscheidet. Was in MT die aufmerksamsamkeitsgetriebene Änderung der Nervenzellaktivität beeinflusst, muss in Folgeversuchen im Detail geklärt werden.“

*of a change in nerve cell activity under attentional conditions, namely when the monkey responded to changes in the dot patterns. Here, firing rates did not increase or decrease.*

*“This means that in brain area MT, attention is not modulated by neuronal messengers to the extent that was observed for V1,” explains Vera Veith, who did her PhD thesis at the German Primate Center. “V1 therefore does not seem to serve as a model for the entire visual cortex, especially since it is also anatomically different from the other areas. What influences the attention-driven change in neuronal activity in MT needs to be clarified in detail in follow-up experiments.”*

### Original publication

*Veith VK, Quigley C, Treue S (2021): Cholinergic manipulations affect sensory responses but not attentional enhancement in macaque MT. BMC Biol 19: 49. doi.org/10.1186/s12915-021-00993-7*



# Plappernde Affenbabys und Slang in der Gang

## *Babbling monkey babies and slang in the gang*

### Vokales Lernen bei Weißbüschelaffen und Guineapavianen

Die Entstehung und Entwicklung der menschlichen Sprache zu erklären ist gleichermaßen faszinierend wie schwierig – es gibt keine Tonaufnahmen der ersten Wörter oder ihrer Vorstufen. Um die Evolution der menschlichen Sprache zu verstehen, untersuchen Forschende am DPZ die vokale Kommunikation von Primaten. Auch wenn Affen nicht sprechen, spielt Kommunikation in ihrem Zusammenleben eine wichtige Rolle. Als von elterlicher Fürsorge abhängigen Säugetieren verfügen junge Affen über ein angeborenes Lautrepertoire aus Jammern, Schreien oder Stöhnen. Bereits unmittelbar nach der Geburt äußern die Jungtiere die jeweils für ihre Art spezifischen Laute. Die Struktur der Laute ist dabei weitgehend genetisch festgelegt. Veränderungen in der Lautgebung sind meist das Ergebnis von körperlichem Wachstum und Reifung. Eine größere Flexibilität gibt es dagegen im Einsatz verschiedener Laute.

Einer der Weißbüschelaffen bei den Lautaufnahmen. Insgesamt wurden die Laute von sechs Jungtieren unter kontrollierten Bedingungen in einer Primatenhaltung aufgezeichnet.

*One of the common marmosets during sound recordings. In total, the sounds of six juveniles were recorded under controlled conditions in a primate facility. Photo: David Hildebrand*

### *Vocal learning in common marmosets and guinea baboons*

*Explaining the origin and evolution of human language is as fascinating as it is difficult – there are no audio recordings of the first words or their precursors. To shed light on the evolution of human language, researchers at the DPZ are studying vocal communication in primates. Even though monkeys do not speak, communication plays an important role in their social life. Being highly dependent on parental care, young monkeys have an innate vocal repertoire of whining, crying or moaning. Immediately after birth, young animals utter the sounds specific to their species. Studies have shown that the structure of these calls is genetically determined. Changes are the result of physical growth and maturation. Yet, there is greater flexibility in the usage of calls.*

### *Individual differences in sound sequences are based on experience*

*During her work in the laboratory of Steffen Hage in Tübingen, Yasemin Gültekin noticed differences between the vocalizations of young marmosets. To elucidate the extent of the flexibility in call production, the researchers closely monitored the vocal development of common marmosets from early infancy to sexual maturity at 15 months. The acoustic analysis was performed by Kurt Hammer-*

## Individuelle Unterschiede in Lautsequenzen beruhen auf Erfahrung

Yasemin Gültekin waren bei ihrer Arbeit im Labor von Steffen Hage in Tübingen Unterschiede zwischen den Lautäußerungen bei jungen Weißbüschelaffen aufgefallen. Um das Ausmaß dieser möglichen vokalen Flexibilität zu überprüfen, analysierten die Forschenden die Lautgebung der Tiere vom frühen Säuglingsalter bis zur Geschlechtsreife mit 15 Monaten. Die Lautanalyse führte Kurt Hammerschmidt am DPZ durch. Dabei zeigte sich, dass es zwischen der sechsten und 38. Woche nach der Geburt große Unterschiede in der Reihenfolge gab, mit der die Jungtiere die angeborenen Lauttypen aneinanderreichten. Nach einer Phase hoher Flexibilität stabilisierten sich die Sequenzen, wiesen dabei aber deutliche individuelle Unterschiede auf. Körperliche Reifung als Ursache schlossen die Forschenden aus. „Unsere Ergebnisse zeigen, dass das Vokalisationsverhalten von Weißbüschelaffen, ähnlich wie beim Menschen, durch verschiedene Entwicklungsstadien charakterisiert werden kann. Wir gehen davon aus, dass die individuellen Unterschiede in den Sequenzen ein Resultat von Erfahrung sind“, so Gültekin.

## „Akzente“ zeigen Verbundenheit

Anders als Weißbüschelaffen leben Guineapaviane in einer mehrschichtigen Gesellschaft. In entspannter Zweisamkeit stoßen die Männchen tieffrequente Grunzlaute aus, die ihre freundlichen Absichten anzeigen. Das Team um Julia Fischer untersuchte die akustische Struktur dieser Grunzlaute und die Gruppenzugehörigkeit von 27 Männchen. So fand das Team heraus, dass die Grunzlaute von Männchen, die derselben sozialen Einheit angehören, im

*schmidt at the DPZ. Between the sixth and 38th week after birth, there was substantial flexibility in the sequences in which the animals produced their innate calls. Ultimately, individually distinct yet stable patterns of call usage emerged. The researchers ruled out physical maturation as a factor. “Our results show that the vocal behavior of common marmosets, similar to humans, can be characterized by different developmental stages. We assume that the emergence of individual patterns is a result of experience,” says Yasemin Gültekin.*

## “Accents” show solidarity

*Unlike common marmosets, Guinea baboons live in a multi-level society. In relaxed togetherness, males utter low-frequency grunts that indicate their friendly intentions. Julia Fischer’s team studied the acoustic structure of these grunts and the group membership of 27 males. Thus, the team found that the grunts of males belonging to the same social unit were, on average, more similar than those of males belonging to different social levels. The researchers attribute the baboons’ slight “accent” to a simple form of vocal learning: Auditory experience promotes the production of calls that sound more like those of other males in the group. “In humans, this effect is well known: We often involuntarily adjust our speech tempo or pitch to our partner, thereby achieving greater social proximity. We seem to share this effect with our closest relatives”, Julia Fischer explains.*

*“Our studies confirm that in nonhuman primates such as different baboon species, the vocal repertoire as a whole hardly changes despite differences in environmental conditions, the extent of competition between males or social organization.*





## Dr. Kurt Hammerschmidt

Kurt Hammerschmidt war bis 2020 Wissenschaftler in der Abteilung Kognitive Ethologie. Seine Schwerpunkte waren vokale Kommunikation und Evolution von Sprache.

*Kurt Hammerschmidt was a scientist in the Cognitive Ethology Laboratory until 2020. His main focus was vocal communication and evolution of language.*

*Photo: Karin Tilch*

Durchschnitt ähnlicher waren als die von Männchen verschiedener sozialer Ebenen. Den leichten „Akzent“ der Paviane führen die Forschenden auf eine einfache Form des vokalen Lernens zurück: Die Hörerfahrung fördert die Produktion von Rufen, die eher klingen, wie die der anderen Männchen in der Gruppe. „Bei Menschen ist dieser Effekt bekannt: Wir passen unser Sprechtempo oder die Tonlage oft unwillkürlich an unseren Partner an und erzielen dadurch eine größere soziale Nähe. Diesen Effekt scheinen wir mit unseren nächsten Verwandten zu teilen“, erklärt Fischer.

„Unsere Studien bestätigen, dass sich bei nicht-menschlichen Primaten, wie den Pavianen, das vokale Repertoire insgesamt kaum verändert, trotz Unterschieden in den Umweltbedingungen, dem Ausmaß der Konkurrenz zwischen Männchen oder der sozialen Organisation bei verschiedenen Pavianarten. Genauer betrachtet, gibt es jedoch ein begrenztes Maß an vokaler Modifikation. Die Untersuchung der Lautentwicklung bei den Weißbüschelaffen zeigt darüber hinaus, dass es bis ins Erwachsenenalter eine hohe Flexibilität in der Aneinanderreihung von Lauttypen geben kann. Wir sehen also, dass es in bestimmten Aspekten durchaus Ähnlichkeiten in der Lautgebung von Affen und Menschen gibt“, schließt Hammerschmidt.

*Looked at more closely, there is nevertheless a limited amount of vocal modification. Furthermore, the study of vocal development in common marmosets shows that there can be a high degree of flexibility in the juxtaposition of phonetic types into adulthood. So we see that in certain aspects there are indeed similarities in the vocalization of monkeys and humans,” concludes Kurt Hammerschmidt.*

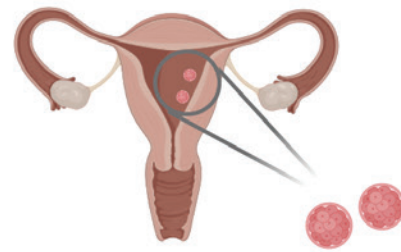
### Original publications

*Gultekin YB, Hildebrand DGC, Hammerschmidt K, Hage SR (2021): High plasticity in marmoset monkey vocal development from infancy to adulthood. Sci Adv 7 (27): eabf2938. doi.org/10.1126/sciadv.abf2938*

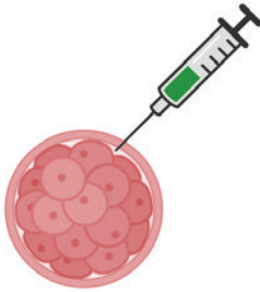
*Fischer J, Wegdell F, Trede F, Dal Pesco F, Hammerschmidt K (2020): Vocal convergence in a multi-level primate society: insights into the evolution of vocal learning. P Roy Soc B 287 (1941): 20202531. doi.org/10.1098/rspb.2020.2531*



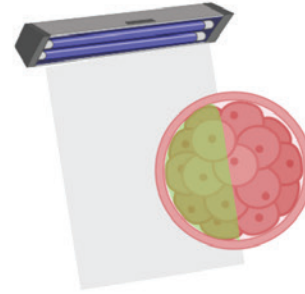
Elterntiere: Natürliche Paarung  
*Parents: Natural mating*



Frühe Embryonen werden aus der Gebärmutter minimal-invasiv herausgespült.  
*Early stage embryos are flushed out of the uterus in a minimally invasive procedure.*



Lentiviren, die die genetische Information für grünfluoreszierendes Protein (GFP) enthalten, werden in den Embryo injiziert.  
*Lentiviruses containing the genetic information for green fluorescent protein (GFP) are injected into the embryo.*



Die genetisch veränderten Zellen enthalten GFP, sie leuchten unter UV-Licht grün.  
*Genetically modified cells contain GFP and glow green under UV light.*



Nicht-invasiver Transfer des modifizierten Embryos in eine Amme.  
*Non-invasive transfer of the modified embryo into a surrogate.*



Genetisch veränderte Weißbüschelaffen werden geboren. Sie unterscheiden sich äußerlich nicht von normalen Tieren.  
*Genetically modified marmosets are born. They do not differ externally from normal animals.*



Genetisch veränderter Weißbüschelaffe paart sich mit Wildtyp-Affe.  
*Genetically modified marmoset mates with wild-type marmoset.*



Etwa die Hälfte der Nachkommen sind transgen, unter UV-Licht kann man die genetisch veränderten Affen erkennen.  
*About half of the offspring are transgenic, identifiable under UV light.*

# Transgene Weißbüschelaffen

## *Transgenic marmoset monkeys*

### Modelle zur Erforschung menschlicher Krankheiten

Demenz, Parkinson, Herzinsuffizienz, Diabetes – dies sind nur einige der bekanntesten Krankheiten, die das Wohlergehen unzähliger Menschen beeinträchtigen und die trotz großer Forschungsanstrengungen immer noch weitgehend unheilbar sind. Da menschliches Gewebe für Forschungszwecke kaum vorhanden ist und sich Studien an Patienten aus ethischen Gründen oft verbieten, werden Tiere als Modelle für den Menschen verwendet. Affen sind dafür besonders gut geeignet, da sie dem Menschen anatomisch, physiologisch und genetisch ähnlicher sind als andere Tiere und die an ihnen gewonnenen Erkenntnisse daher besonders gut auf den Menschen übertragbar sind. Viele dieser Krankheiten treten bei Affen jedoch nicht spontan auf. Die Tiere genetisch so zu verändern, dass sie bestimmte Krankheiten entwickeln, ist daher ein vielversprechender Ansatz, um realistische Tier-

### *Realistic animal models for human diseases*

*Dementia, Parkinson's disease, heart failure, diabetes – these are just a few of the most prominent diseases that affect the well-being of countless people and which are still largely incurable despite major research efforts. Since access to diseased human tissue is extremely limited and experimental studies in humans, who are not terminally ill, are unethical, animals are used as models. Monkeys are particularly well suited for this purpose because they are anatomically, physiologically and genetically more similar to humans than any other animal and therefore the knowledge gained from them is particularly well translatable to humans. However, many of these diseases do not occur spontaneously in monkeys. Genetically modifying animals to develop certain diseases is therefore a promising approach to developing realistic animal models for research into previously incurable diseases.*

### *Genetically modified animals in biomedical research*

*To study human diseases in genetically modified mice is a common method in biomedical research. So far, only a few researchers have succeeded in doing such research with monkeys. One problem with this is that the genetic modification must also be passed on to the offspring in order to obtain reproducible disease models. Rüdiger Behr and his team have fo-*

Photo

Es ist gelungen, genetisch veränderte Weißbüschelaffen herzustellen, die ihre Veränderung an ihre Nachkommen weitergeben.

*It has been possible to produce genetically modified marmosets that pass on their modification to their offspring.*

*Image: Bobbie Smith, Created with BioRender.com*

modelle für die Erforschung bislang unheilbarer Krankheiten zu entwickeln.

## Genetisch veränderte Tiere in der Medizin

Tiere genetisch zu verändern, ist eine gängige Methode in der medizinischen Forschung, beispielsweise um Erkrankungen des Menschen an Mäusen zu untersuchen. Bei Affen ist dies bislang erst wenigen Forschenden gelungen. Ein Problem dabei: Die genetische Veränderung muss auch an die Nachkommen vererbt werden, um reproduzierbare Krankheitsmodelle zu erhalten. Rüdiger Behr und sein Team haben sich auf Weißbüschelaffen konzentriert, da sie eine für Affen relativ kurze Entwicklungszeit haben und mit zwei Geburten pro Jahr und zwei Babys pro Geburt relativ viele Nachkommen erzeugen.

### Das Prinzip

Mit Hilfe sogenannter Lentiviren kann genetisches Material in Zielzellen eingeschleust werden. Damit möglichst alle Zellen im Körper das neue genetische Material erhalten, werden mit der gewünschten DNA präparierte Lentiviren in frühe Embryonalstadien injiziert. Bei den folgenden Zellteilungen wird dann das neue Genmaterial auf alle Körperzellen verteilt. Anschließend werden die Embryos Ammentieren eingesetzt und ausgetragen. Auf diese Weise ist es Behr und seinem Team gelungen, dass drei männliche und ein weiblicher transgener Weißbüschelaffe geboren wurden. Diese Tiere hatten lediglich die genetische Information für ein

*cused on marmoset monkeys because they have a relatively short generation time for monkeys and produce a relatively large number of offspring, with two births per year and two babies per litter.*

### The principle

*With the help of so-called lentiviruses, genetic material can be introduced into target cells. To ensure that as many cells in the body as possible receive the new genetic material, lentiviruses prepared with the desired DNA are injected into early embryonic stages. During subsequent cell divisions, the new genetic material is then distributed to all body cells. Upon injection of the virus, the embryos are transferred into the uteri of surrogate mothers. In this way, Behr and his team succeeded in having three male and one female transgenic marmoset monkeys born. These animals had only received the genetic information for a green fluorescent protein, so that they could*



Unter UV-Licht kann man die genetisch veränderten Affen erkennen, hier an der grün leuchtenden Fußsohle. Ansonsten unterscheiden sie sich äußerlich nicht von Wildtyp-Tieren und erscheinen genauso gesund. ■ *Under UV light, the genetically modified monkeys can be recognized, here by the green glowing soles of their feet. Otherwise, they indistinguishable from wild-type animals and appear as healthy. Photo: Charis Drummer*



## Prof. Rüdiger Behr

Rüdiger Behr leitet die Forschungsplattform Degenerative Erkrankungen am DPZ. Sein Team entwickelt genetisch modifizierte Weißbüschelaffen, generiert und nutzt pluripotente Stammzellen und untersucht die Entwicklung von Keimzellen und Embryos.

*Rüdiger Behr heads the Research Platform Degenerative Diseases at the DPZ. His team develops genetically modified marmoset monkeys, generates and uses pluripotent stem cells, and studies the development of germ cells and embryos.*

*Photo: Karin Tilch*

grünfluoreszierendes Protein erhalten, damit man sie anhand des unter UV-Licht wahrnehmbaren Leuchtens erkennen kann. Diese vier Tiere wurden dann später mit normalen Affen verpaart, um zu überprüfen, inwieweit sie die genetische Veränderung an ihre Nachkommen weitergeben. Es zeigte sich, dass dies bei allen vier Tieren der Fall war und so die Anzahl der genetisch veränderten Tiere mittels natürlicher Verpaarung erhöht werden kann.

### Die Herausforderung

Mit Hilfe von lentiviraler genetischer Veränderung kann nur ein kleinerer Teil klinisch relevanter Erkrankungen nachgeahmt werden. In aktuellen Projekten werden daher Optionen für passgenauere genetische Modifikationen von Weißbüschelaffen mit Hilfe der CRISPR-Cas-Genschere erarbeitet.

*be recognized by the glow that could be perceived under UV light. These four animals were then later mated with normal monkeys to see to what extent they passed the genetic modification on to their offspring. It was found that all four animals were able to pass on their genetic modification to their offspring, allowing the number of genetically modified animals to be increased using natural mating.*

### The challenge

*Lentiviral genetic modification can only be used to mimic a few clinically relevant diseases. Current projects are therefore working on options for more precise genetic modifications of marmoset monkeys using CRISPR-Cas gene scissors.*

### Original publication

*Drummer C, Vogt E-J, Heistermann M, Roshani B, Becker T, Mätz-Rensing K, Kues WA, Kügler S, Behr R (2021): Generation and breeding of EGFP-transgenic marmoset monkeys: cell chimerism and implications for disease modeling. *Cells* 10: 505.*

*[doi.org/10.3390/cells10030505](https://doi.org/10.3390/cells10030505)*



# Den Zug erreichen, einem Raubtier entkommen

## *Catching the train, escaping a predator*

### Zielgerichtete Bewegungen werden dynamisch an Veränderungen angepasst

Der Bahnsteig ist überfüllt. Unser Zug steht mit geöffneten Türen abfahrtsbereit am Gleis, jederzeit könnte er losfahren. Ohne nachzudenken rennen wir los. Wir weichen den in verschiedene Richtungen eilenden Menschen aus, ständig bemüht, Zusammenstöße zu vermeiden, indem wir unsere Bewegungsrichtung ständig anpassen. Gerade rechtzeitig schieben wir uns durch die sich schließende Tür.

Um trotz Gedränge rechtzeitig einen Zug zu erreichen, müssen wir schnell Entscheidungen über unsere Bewegungsrichtung treffen. Das gelingt, weil Entscheidungsfindung und Handlungskontrolle parallel im Gehirn ablaufen. Forschende der Gruppe Sensomotorik am DPZ haben eine neue Methode entwickelt, mit der ermittelt werden kann, an welchem Punkt eine fließende Bewegung auf ein Ziel ausgerichtet wird.

*When navigating through a crowd towards the closing doors of a train, we need to make fast choices about our upcoming path of movement. We are able to do this because decision-making and control of action are performed in parallel by our brains. A novel method that was developed by Neuroscientists of the DPZ captures the point at which an ongoing movement is adjusted towards the target. Photo: jes2uphoto – stock.adobe.com*

### *Goal-directed movements are rapidly adjusted to unforeseen changes*

*The train station is crowded. We can see that our train is there, doors open. Without thinking we start running. We dodge past people on the way, who are themselves rushing in different directions, smoothly avoiding to run into each other. We need to constantly adjust our movement path on the way if we want to make it to the train. Just in time, we jump in and slide past the closing door.*

*Everyday life requires us to rapidly adapt movements that have already been initiated. Especially for navigating dynamic environments our brains constantly need to integrate sensory information about changes that may affect our ongoing actions. Decision-making and control of action in this case have to be performed in parallel.*

### *Capturing dynamic behavior*

*At which point do we commit to a movement direction when navigating through a crowd? How long does it take a predator to follow rapidly escaping prey? Neuroscientists from the Sensorimotor Group, led by Alexander Gail, have developed an algorithm that detects the orienting of ongoing movements towards a target direction. Specifically, the novel method detects when the subject turns and stays oriented towards a target for the rest of the movement. This*

Im Alltag ist es unerlässlich, bereits eingeleitete Bewegungen schnell zu korrigieren. Wir navigieren mühelos durch dynamische Umgebungen, weil unser Gehirn ständig Sinnesinformationen über Veränderungen verarbeitet, die uns betreffen könnten. Sowohl auf der Verhaltens- als auch auf der neuronalen Ebene werden Bewegungen parallel beschlossen und ausgeführt.

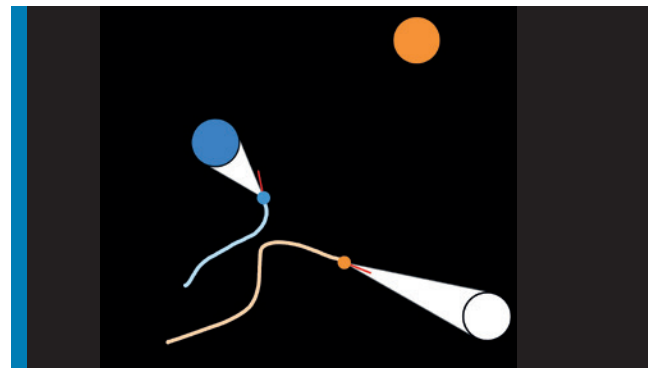
## Dynamisches Verhalten erfassen

Wann legen wir fest, in welche Richtung der nächste Schritt gesetzt wird, um schnell den überfüllten Bahnsteig zu queren? Wie lange braucht ein Raubtier, um dem Richtungswechsel seiner fliehenden Beute zu folgen? Forschende der Gruppe Sensomotorik unter der Leitung von Alexander Gail haben einen Algorithmus entwickelt, der die Ausrichtung fließender Bewegungen auf ein Ziel registriert. So kann die Position und der Zeitpunkt ermittelt werden, ab dem die Versuchsperson sich einem Ziel zuwendet, auf das sie dann für den Rest der Bewegung zusteuert. Für die Messung wird nur ein einziger Durchlauf benötigt und es können sowohl zwei- als auch dreidimensionale Gesten erfasst werden, die beide in natürlichen Bewegungen vorkommen.

Um die Aussagekraft ihres Algorithmus zu überprüfen, ermittelten Philipp Ulbrich und Alexander Gail, ab welchem Punkt Versuchspersonen eines von zwei farbigen Zielen auf einem Bildschirm ansteuerten, die für verschiedene Geldprämien standen, welche erst während der Bewegung sichtbar wurden. „Der enorme Vorteil unserer Methode ist, dass die Bewegung für die Messung nicht stereotypisch wiederholt werden muss“, erklärt Gail, „deshalb können wir ganz natürliche und freie Ziel-Bewegungen analysieren“.

*is possible from a single trial, meaning that repeated measurements of stereotyped movements are not needed. The method is equally applicable to two- and three-dimensional movements, which makes it attractive for analyzing natural movements.*

*As a proof of concept, Philipp Ulbrich and Alexander Gail estimated at what point their subjects adapted reaching movements towards one of two dots on a screen when their value, a money reward, was revealed only during the approach of the targets. “The powerful advantage of this method is that the movement does not need to be repeated”, explains Gail, “This is why our method can handle naturally moving subjects”.*



Ein Such-Experiment, in dem die neue Methode angewandt wird. Die Aufgabe der beiden Probanden (die kleinen Punkte sind ihre Zeiger) besteht darin, schnell zu entscheiden, welches Ziel (große Punkte) sie wählen. Ihre Bewegungsbahn wird als blaue beziehungsweise orangefarbene Linie dargestellt. Der Bereich, der zum gewählten Ziel führt, ist durch einen weißen Kegel definiert. Solche Aufgaben werden im Rahmen des SFB 1528 Cognition of Interaction genutzt, um dynamisches Koordinationsverhalten zu untersuchen. ■ *Dyadic foraging task for which the new method is applied. The task for the two subjects (the small dots are their cursors) is to decide fast which target (large dots) to collect. The movement trajectory of each subject is shown as a blue or orange line, respectively. The range of directions leading towards the chosen target from the subject's position is defined by a white cone. Such tasks are used in the context of the SFB 1528 Cognition of Interaction to study dynamic coordination behavior. Image: Vladyslav Ivanov*





## Prof. Alexander Gail

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

*Alexander Gail heads the Sensorimotor Group of the Cognitive Neuroscience Laboratory 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*

### Vom Labor in die Wildnis?

Philipp Ulbrich, Hauptautor der Studie, ergänzt: „Bald werden wir in der Lage sein, die Bewegungsrichtung bei naturnahen Problemstellungen wie der Beutejagd oder der Futtersuche zu analysieren“. Vergleichbar mit dem überfüllten Bahnsteig ist auch dabei ein ständiger Abgleich sensomotorischer Signale entscheidend.

Während das erste Experiment mit Personen durchgeführt wurde, die in einem 3D-simulierten Raum nach virtuellen Zielen griffen, wird die Methode jetzt bereits in einem dynamischen Such-Experiment mit zwei interagierenden Personen und bei sich frei bewegenden Rhesusaffen im so genannten „Exploration Room“ angewandt. Letztlich könnte es möglich werden, Filmsequenzen von freilebenden Tieren in ihrer natürlichen Umgebung zu analysieren.

### *From the lab into the wild?*

*Ulbrich, lead author of the study adds: “Soon we will be able to analyze decision processes during naturalistic tasks like chasing prey or social foraging“. Similarly, continuous sensorimotor integration is key when we are quickly navigating a crowded train station.*

*While the original experiment was conducted with human subjects who reached for targets in a 3D augmented reality setup, meanwhile the method is being applied to pairs of subjects interacting in dynamic foraging tasks and in freely moving rhesus macaques in a so-called exploration room. Ultimately, it may become possible to analyze film sequences of free-living animals in their natural surroundings*

### *Original publication*

*Ulbrich P, Gail A (2021): The cone method: Inferring decision times from single-trial 3D movement trajectories in choice behavior. Behav Res Methods 53 (6): 2456-2472. doi.org/10.3758/s13428-021-01579-5*

# 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),  
Karin Tilch, Dr. Sylvia Ranneberg,  
Jana Sophie Wilken

**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.

# 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),  
Karin Tilch, Dr. Sylvia Ranneberg,  
Jana Sophie Wilken*

**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.*

