

Microcebus berthae ist der kleinste Primat der Erde. Er ist durch menschliche Einflüsse stark gefährdet und könnte bereits ausgestorben sein. Foto: Nick Garbutt.



FORSCHUNG & ENTWICKLUNG

Welche Kriterien müssen erfüllt sein, damit eine neue Art als solche anerkannt werden kann? Um diese zentrale Frage zu beantworten, fügte ein Konsortium aus 36 europäischen, nordamerikanischen und madagassischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern Forschungsdaten zusammen, die sie in den vergangenen fünf Jahrzehnten zu Mausmakis der Gattung *Microcebus* erhoben hatten. Die Forschenden nutzten für ihre Datensammlung die Forschungsergebnisse von mehr als 20 Institutionen – unter anderem des Instituts für Zoologie der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover (TiHo). Sie kombinierten genomische und morphologische Daten mit Erkenntnissen zur akustischen Kommunikation, der Fortpflanzungsaktivität und des geografischen Vorkommens von Mausmakis, um ein neues Methodenspektrum zu erhalten, mit dem sie Artgrenzen gerade auch für äußerlich unscheinbare, sogenannte kryptische Arten, systematisch bewerten können.

Mausmakis sind nachtaktiv und kommen nur auf Madagaskar vor. Die Insel ist für ihre reiche biologische Vielfalt und die zahlreichen Tier- und Pflanzenarten bekannt, die nur dort vorkommen (Endemismus). Aufgrund der biologischen Besonderheit ist Madagaskar ein geeignetes Modell, um zu erforschen, wie neue Arten entstehen. Einige Mausmaki-Arten wurden aufgrund geringer DNA-Unterschiede zwischen wenigen beprobten Tieren einer Population als neue Spezies eingeordnet. Wann die Unterschiede zwischen Populationen ausreichen, um sie als unterschiedliche Arten einzuordnen, ist in der Wissenschaft nicht eindeutig definiert. „Anhand unserer jetzigen Analysen und des neu entwickelten Systems **haben wir gemeinsam die ursprüngliche Klassifikation revidiert** und schlagen vor, die Zahl der Maus-

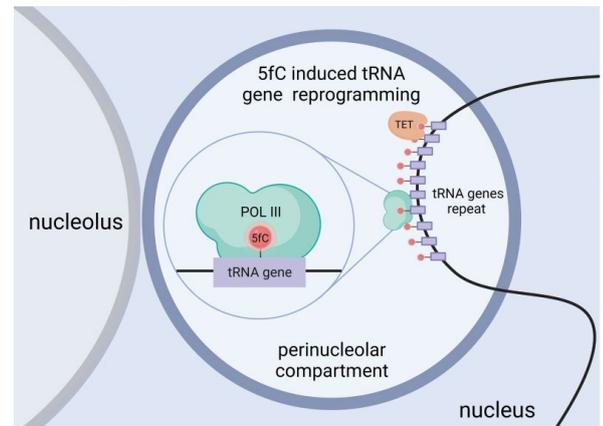
maki-Arten von 25 auf 19 zu reduzieren“, sagt Professorin Dr. Ute Radespiel von der TiHo.

www.tibo-hannover.de

Die Embryonalentwicklung hängt von Tausenden von Genen ab, die exakt zur richtigen Zeit und am richtigen Ort aktiviert werden. Kontrolliert wird dies durch sogenannte epigenetische Modifikationen. Dabei handelt es sich um funktionelle Gruppen an der DNA, die Gene an- und ausschalten können. Die Wissenschaft ist während Jahrzehnten davon ausgegangen, dass Wirbeltiere nur einen Typ epigenetischer Modifikationen an der DNA besitzen, der im Zusammenhang mit der Stilllegung von Genen steht und als Cytosin-Methylierung bezeichnet wird. Vor zehn Jahren wurden dann drei weitere Modifikationen in Wirbeltier-DNA entdeckt. Weil sie aber nur in sehr kleinen Mengen auftreten, waren sich Forschende unsicher, ob es sich um funktionale epigenetische Markierungen handelt. Ein Team um Prof. Dr. Christof Niehrs und Erstautorin Eleftheria Parasyraki vom Institut für Molekulare Biologie (IMB) in Mainz haben nun zum ersten Mal gezeigt, dass eine dieser Modifikationen, nämlich 5-Formylcytosin (5fC), **an der Aktivierung von Genen im frühen Entwicklungsstadium beteiligt ist**. Diese Entdeckung beweist, dass Wirbeltiere mehr als einen Typ epigenetischer DNA-Markierung besitzen. Die Entdeckung wirft aber auch viele Fragen darüber auf, wie 5fC genau wirkt und welche Rolle es über die frühe Genomaktivierung in einer Zygote hinaus spielt – etwa in Krebszellen, die sehr große Mengen an 5fC enthalten können.

www.uni-mainz.de

Ob wir Veranlagungen für bestimmte Krankheiten haben, hängt im hohen Maße von den unzähligen Varianten in unserem Erbgut ab. Doch insbesondere bei Erbgutvarianten, die in der Bevölkerung nur selten auftreten, ist der Einfluss auf die Ausprä-



Mit 5-Formylcytosin ist nun neben Methylcytosin eine neue epigenetische Modifikation bei Wirbeltieren hinzugekommen. Sie aktiviert die Genexpression. Abb. IMB.

gung bestimmter krankhafter Merkmale bislang nur schwer zu ermitteln. Um die Effekte seltener Varianten besser vorherzusagen, entwickelten Forschungsteams um Oliver Stegle und Brian Clarke am Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) und *European Molecular Biology Laboratory* (EMBL) in Heidelberg sowie um Julien Gagneur von der Technischen Universität München (TUM) das auf maschinellem Lernen basierende Risikobewertungs-Tool „DeepRVAT“ (*rare variant association testing*). Dieses setzt erstmals künstliche Intelligenz (KI) in genomischen Assoziationsstudien zur Entschlüsselung seltener Erbgutvarianten ein. Das Modell wurde zunächst an den Sequenzdaten (Exom-Sequenzen) von 161.000 Personen aus der *UK Biobank* trainiert. Zusätzlich speisten die Forscher Information zu genetisch beeinflussten biologischen Merkmalen der einzelnen Personen sowie zu den an den Merkmalen beteiligten Genen ein. Die zum Training verwendeten Sequenzen umfassten rund 13 Millionen Varianten. Anschließend validierten die Forscher „DeepRVAT“ an Genomdaten aus der *UK Biobank*. Für 34 getestete Merkmale wie etwa krankheitsrelevante Blutwerte fand das Testsystem 352 Assoziationen zu beteiligten Genen und **übertraf damit alle vorhandenen Modelle bei weitem**. Die mit „DeepRVAT“ erzielten

Für die Richtigkeit der Informationen sind die jeweils genannten Institutionen verantwortlich.



Das Risikobewertungs Tool „DeepRVAT“ setzt auf den Einsatz von künstlicher Intelligenz in genomischen Assoziationsstudien zur Entschlüsselung seltener Erbgutvarianten. Abb.: DKFZ.

Ergebnisse erwiesen sich außerdem als sehr robust und besser in unabhängigen Daten replizierbar als die Resultate alternativer Ansätze. Eine wichtige weitere Einsatzmöglichkeit von „DeepRVAT“ ist die Abschätzung der genetischen Veranlagung für bestimmte Krankheiten.

„DeepRVAT“ soll in Zukunft in die Infrastruktur des Deutschen Human-genom-Phänom-Archivs (GHGA) integriert werden, um Anwendungen in der Diagnostik und Grundlagenforschung zu erleichtern.

www.dkfz.de

Männliche Fruchtfliegen ignorieren einer internationalen Studie zufolge Gefahren wie Fressfeinde, wenn sie mit Balz und Paarung beschäftigt sind. Dazu trägt der umgangssprach-

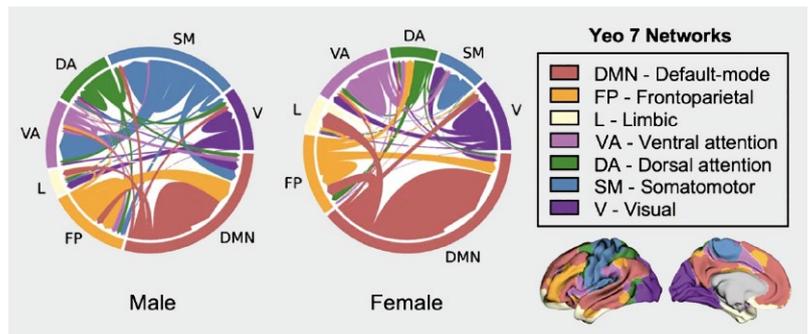


Die Taufliede *Drosophila melanogaster* bei der Paarung. Abb.: TheAlphaWolf über Wikimedia Commons.

lich als „Glückshormon“ bekannte Botenstoff Dopamin entscheidend bei. Das Forschungsteam unter der Leitung von Dr. Carolina Rezaval (Universität Birmingham) war daran interessiert, wie das Gehirn Entscheidungen trifft und dabei Chancen und Risiken gegeneinander abwägt. Dr. Laurie Cazalé-Debat, Erstautorin der Studie und Senior-Postdoc in Dr. Rezavals Team, fand in Experimenten heraus, dass die Simulation eines Fressfeindes in den frühen Phasen der Balz bestimmte visuelle Neuronen im Gehirn aktiviert, die die Fliegen dazu veranlassen, die Balz zu stoppen und zu fliehen. Doch im fortgeschrittenen Stadium der Balz, wenn die Paarung nahe ist, ignorieren die Fruchtfliegen-Männchen die simulierte Bedrohung. Zusammen mit Dr. Lisa Scheunemann von der Freien Universität Berlin, die ebenfalls als Erstautorin an der Studie beteiligt war, nutzten die Wissenschaftlerinnen In-vivo-2-Photonen-Mikroskopie, um neuronale Aktivitäten im Gehirn der Fliegen zu identifizieren. Dabei zeigte sich, dass mit fortschreitender Balz **ein Anstieg des Dopamins die sensorischen Signale für Gefahren unterdrückt** und die Reaktion der Fliege auf Bedrohungen verringert. Diese Entdeckung könnte dem Forschungsteam zufolge auf gattungsübergreifende Entscheidungsmechanismen bei Tieren und möglicherweise auch beim Menschen hindeuten, wobei Dopamin einen sensorischen Filter bildet, der es erlaubt, sich auf die drängendsten Ziele zu fokussieren.

An der Forschungsarbeit beteiligten sich auch die Teams von Prof. Dr. David Oswald vom Institut für Neurophysiologie der Charité – Universitätsmedizin Berlin und Dr. Andrew Lin von der Universität von Sheffield. www.fu-berlin.de

■ Dass Männer im Durchschnitt größere Gehirne haben als Frauen, ist in den Neurowissenschaften weithin bekannt. Wie sich das Gehirn zwischen Geschlechtern jedoch funktionell unterscheidet, ist weniger gut verstanden. Ausgehend von der Prämisse, dass die Gehirnstruktur die Funktion unterstützt, untersuchten Bianca Serio und Sofie Valk vom Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften (MPI CBS) in Leipzig und dem Forschungszentrum Jülich, ob Geschlechtsunterschiede in der funktionellen Organisation des Gehirns auf Unterschiede in der Gehirngröße, der Mikrostruktur und den Abstand der funktionellen Verbindungen entlang der kortikalen Oberfläche zurückzuführen sind. Ihre Ergebnisse legen nahe, dass die Geschlechtsunterschiede in der funktionellen Organisation des Gehirns eher kleine Unterschiede in den Netzwerken und den Verbindungen dazwischen widerspiegeln. In einer zweiten Studie konnte Svenja Küchenhoff aus dem Team von Sofie Valk zeigen, inwieweit Sexualhormone Einfluss auf die Struktur des Gehirns nehmen. Die Forscherinnen haben für ihre Analyse Datensätze des *Human Connectome Project* genutzt, welches öffentlich zugäng-



Bianca Serio hat die Geschlechtsunterschiede in den Verbindungen innerhalb und zwischen funktionellen Netzwerken des Gehirns untersucht. Abb.: MPI CBS.

lich die Gehirndaten von 1000 Studienteilnehmer/-innen enthält. Die Forscherinnen betonen, dass auch das biologische Geschlecht nicht binär ist: **Die Interaktion aus Chromosomen, Hormonen und Geschlechtsorganen ergibt ein Geschlechtskontinuum.** Aus ihrer Sicht ist mehr Forschung erforderlich, um die Ursache von beobachtbaren Geschlechtsunterschieden im Gehirn sowie seine Bedeutung für Unterschiede in der Gesundheit und in der Kognition zu untersuchen.
www.cbs.mpg.de

Die Endosymbiose ist ein faszinierendes biologisches Phänomen, bei dem ein Organismus in einem anderen Organismus lebt. Allerdings ist nach wie vor schlecht verstanden, wie sie sich überhaupt bildet. Um den Anfang dieser speziellen Beziehung von zwei Organismen zu studieren, hat ein Team von Forschenden um Julia Vorholt, Professorin für Mikrobiologie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich, eine solche Lebensgemeinschaft im Labor initiiert. Dafür injizierte Gabriel Giger, Doktorand in Vorholts Labor, *E. coli*-Bakterien und Bakterien der Gattung *Mycetohabitas* in Zellen des Pilzes *Rhizopus microsporus*. Letztere sind natürlicherweise Endosymbionten eines anderen *Rhizopus*-Pilzes. Der für das Experiment verwendete Stamm geht allerdings in der Natur keine Endosymbiose ein. Nach der Injektion der *E. coli*-Bakterien wuchsen sowohl der Pilz als auch die Bakterien weiter, letztere schließlich so schnell, dass der Pilz eine Immunreaktion gegen die Bakterien auslöste und die Bakterien inkapselte. So verhinderte er, dass die Bakterien an die nächste Pilzgeneration weitergeben wurden. Anders bei den injizierten *Mycetohabitas*-Bakterien: Während der Pilz Sporen bildete, schafften es einzelne der Bakterien, in diese zu gelangen **und so in die nächste Generation übertragen zu werden.** „Dass die Bakterien tatsächlich über die Sporen an die nächste Pilzgeneration weitervererbt



Mit einer äußerst feinen Spitze werden Bakterien in einen Pilz injiziert. Die Bakterien wandern in das sporenbildende Gewebe (gelb) und werden an die nächste Generation vererbt.
Bild: Sean Kilian.

werden, war ein Durchbruch unserer Forschung“, sagt Giger. Anfangs keimten die Sporen mit Bakterien langsamer, doch nach mehreren Pilzgenerationen wurden mehr lebensfähige Sporen mit Bakterien produziert. Genetische Analysen zeigten, dass sich der Pilz während dieses Experiments verändert und an seinen Untermieter angepasst hat. Die Forschenden fanden zudem heraus, dass der Gast zusammen mit seinem Wirt biologisch aktive Moleküle produzierte, die den Wirt bei der Beschaffung von Nährstoffen und bei der Abwehr von Fressfeinden wie Fadenwürmern oder Amöben unterstützen könnten. „Aus dem anfänglichen Nachteil kann so ein Vorteil werden“, betont Vorholt.
<https://etbz.ch>

STANDORT

Die Technische Universität München (TUM) und der Landkreis Miesbach

richten das Schülerforschungszentrum Oberland ein. Mit Kursen für Schulklassen will das Zentrum Kinder und Jugendliche für die Wissenschaft begeistern. Bei Forschungsparcours und *Summer Schools* können Interessierte dann tief in Forschung eintauchen. Mehr noch: Für eigene Projekte können Schülerinnen und Schüler regelmäßig das Zentrum besuchen, Gleichgesinnte treffen und Kontakte zu Forschungseinrichtungen und Unternehmen knüpfen. Die Lehrkräfte der Region profitieren von Fortbildungen, beispielsweise zu forschendem Lernen und digitalen Methoden. Das Zentrum wird mit besonderer Ausstattung Möglichkeiten bieten, die über den Schulunterricht hinausgehen. Ein besonderes Augenmerk wird auf der Verknüpfung von Naturwissenschaften und digitalen Technologien liegen, die für Wissenschaft und Industrie immer wichtiger wird, beispielsweise bei Methoden maschinellen Lernens für Fragen der Biotechnologie.



TUM-Präsident Prof. Thomas F. Hofmann (vorn links) und Landrat Olaf von Löwis unterzeichnen den Kooperationsvertrag mit Landtagspräsidentin Ilse Aigner (3. v. l.), TUM-Kanzler Albert Berger (2. v. l.), Prof. Claudia Nerdel (3. v. r.) und Vertretern der Region. Foto: TUM.

PREISE & AUSZEICHNUNGEN

Für ihre bahnbrechenden Forschungen, die das Verständnis des Gehirns revolutioniert haben, wurde Prof. Dr. Erin Schuman der mit einer Million Euro dotierte Körber-Preis für die Europäische Wissenschaft verliehen. Die 1963 geborene Erin Schuman ist seit 2009 Direktorin am Max-Planck-Institut für Hirnforschung in Frankfurt am Main. Seit 2015 ist sie zudem Professorin an der Frankfurter Goethe-Universität und seit 2021 Gastprofessorin an der Radboud Universität in den Niederlanden. Aufgewachsen im kalifornischen San Gabriel, absolvierte sie ein Psychologiestudium an der *University of Southern California*, bevor sie an der *Princeton University* in Neurowissenschaften promovierte. Zwischen 1993 und 2010 war sie Professorin am *California Institute*

of Technology. Sie ist Mitglied der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina, der amerikanischen *National Academy of Science* und der Britischen *Royal Society*. Neben ihrer Forschung engagiert sich Schuman für eine Erhöhung des Frauenanteils in der Wissenschaft und für die Förderung der Bildungschancen von Jugendlichen. Außerdem hat sie sich gemeinsam mit ihren Kolleginnen und Kollegen intensiv dafür eingesetzt, die Geschichte ihres Instituts während des Nationalsozialismus aufzuarbeiten. Der mit einer Million Euro dotierte Körber-Preis für die Europäische Wissenschaft zählt zu den weltweit höchstdotierten Forschungspreisen.

<https://koerber-stiftung.de/>



Prof. Dr. Erin Schumann erhielt den Körber-Preis für die Europäische Wissenschaft. Foto: Marcus Gloger/ Körber-Stiftung.

Unterstützt von der Stiftung Schülerforschungszentrum Oberland und dem Kultusministerium wird das Zentrum, das im „Alten Krankenhaus“ von Miesbach eingerichtet wird, eng mit den Schulen der Region kooperieren. Die wissenschaftliche Leitung liegt bei der TUM. Nach diesem Modell arbeiten die TUM und der Landkreis Berchtesgadener Land bereits seit 2013 zusammen. Im dortigen Schülerforschungszentrum haben seitdem Tausende Kinder und Jugendliche geforscht. www.tum.de

AUSSTELLUNGEN

Schwimmen, Laufen, Klettern, Springen oder Fliegen – Tiere bewegen sich auf vielfältige Weise. Es ist beeindruckend, was für Konstruktionen sich die Natur dafür hat einfallen lassen. Eine zentrale Funktion hat dabei das Skelett, das je nach Lebensweise ganz unterschiedlich gebaut ist und doch auf einen gemeinsamen Grundbauplan zurückgeht. Die Vielfalt von Skelettformen – von der Spitzmaus bis zum Nilpferd und vom Papageifisch bis

zur Eule – kann anhand hochklassiger Skelettpräparate bis Ende April 2025 in der **Sonderausstellung „Skelette – Choreografen der Bewegung“ im Museum Mensch und Natur** in München bestaunt werden. Die Ausstellung wird in zwei Ausstellungssälen auf über 400 m² Fläche präsentiert und umfasst neben zahlreichen Objekten aus den Beständen der Staatlichen Naturwissenschaftlichen Sammlungen Bayerns Leihgaben von mehr als 20 Institutionen im In- und Ausland. Ein großer Teil der Ausstellung ist den Knochen gewidmet. Unter anderem kann man sein eigenes Skelett erkunden, erfahren, was Knochen über das Leben eines Menschen erzählen und wie man sie trainieren und stärken kann. Darüber hinaus wird gezeigt, wie der Aufbau von Knochen als Vorbild in der Technik dient und wo Knochen als Rohstoff zum Einsatz kommt. Röntgenfilmaufnahmen der Universität Jena geben einen Eindruck davon, wie dynamisch die scheinbar so starren Skelettkonstruktionen agieren. Audiotexte in Deutsch und Englisch sowie Gebärdensprache-Videos begleiten die gezeigten Objekte.

<https://mmn-muenchen.snsb.de/>



Skelett eines Faultiers. Foto: Museum Mensch und Natur.