

Fliegende optische Katzen

Ein verschränkter Atom-Licht-Zustand eröffnet neue Perspektiven für die Quantenkommunikation



Gleichzeitig tot und lebendig: Schrödingers Katze wird mit einem Atom verschränkt. Ist das Atom angeregt, so lebt die Katze. Ist es zerfallen, ist die Katze tot. In einem Experiment bildet ein Lichtpuls einen solchen Überlagerungszustand, dargestellt durch das Pulsprofil in der Mitte.

ließ. Doch in dieser Variante des Versuchs übernahm ein Lichtpuls die Rolle der Katze. Das Lichtsignal ließen die Forscher mit einem Atom in einem Resonator, einem winzigen Hohlraum zwischen zwei Spiegeln, wechselwirken, nachdem sie das Atom in zwei gleichzeitig existierende physikalische Zustände gebracht hatten. Durch die Wechselwirkung bringen sie auch das Licht in einen solchen Zustand. Mit weiteren optischen Operationen bewir-

Das Leben einer Katze haben die Forscher nicht aufs Spiel gesetzt. Ein Team um Gerhard Rempe, Direktor am Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching, realisierte im Labor zwar ein paradoxes Gedankenexperiment des Quantenphysikers Erwin Schrödinger, der eine Katze in einem Überlagerungszustand gleichzeitig tot und lebendig sein

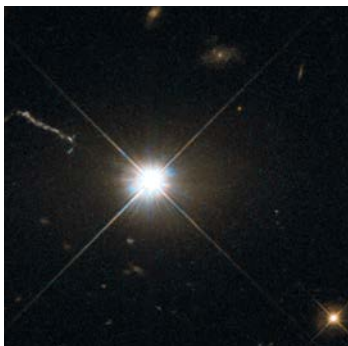
ken sie schließlich, dass der Lichtpuls unabhängig vom Atom in einem Überlagerungszustand wie demjenigen von Schrödingers Katze weiterfliegt. Da sich mit solchen optischen Überlagerungszuständen Quanteninformation codieren lässt, erweitert das Experiment die Möglichkeiten der Quantenkommunikation. (www.mpg.de/12647341)

Im Strudel eines schwarzen Lochs

Quasare sind die turbulenten Kerne von Galaxien, in denen massereiche schwarze Löcher stecken. In diesen kosmischen Kraftwerken wird Gravitationsenergie in Hitze umgewandelt, wenn Materie auf das zentrale schwarze Loch fällt. Das Gas leuchtet dabei so hell, dass es die ganze Galaxie überstrahlt und noch in einer Entfernung von Milliarden Lichtjahren sichtbar ist. Wegen dieser Helligkeit lassen sich die aktiven schwarzen Löcher nur schwer vermessen, denn man sieht die Sterne nicht mehr, aus deren Umlaufbahnen man sonst die Zentralmasse berechnen könnte. Mit dem Instrument Gravity am Very Large Telescope der Europäischen Südsternwarte hingegen haben Astronomen, auch aus dem Max-Planck-

Institut für extraterrestrische Physik, tief ins Herz des Quasars 3C 273 geblickt und aus der wirbelnden Bewegung der Gaswolken um das schwarze Loch zum ersten Mal präzise dessen Masse bestimmt. Mit der gemessenen Entfernung der Wolken zum Zentrum von 150 Lichttagen und deren Umlaufgeschwindigkeit ergab sich ein Wert von 300 Millionen Sonnenmassen. (www.mpg.de/12543965)

Kraftwerk im All: Der Quasar 3C 273 befindet sich in einer riesigen elliptischen Galaxie im Sternbild Jungfrau, etwa 2,5 Milliarden Lichtjahre von der Erde entfernt. Er war der erste Quasar, der jemals als solcher erkannt wurde.



Wer am häufigsten lügt

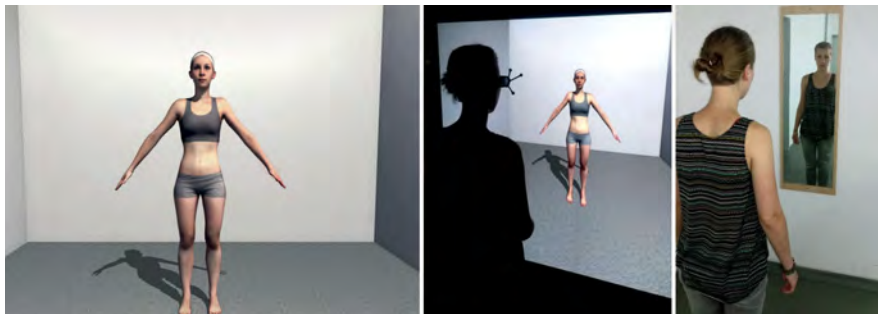
Metaanalyse fasst 565 Studien zur Psychologie der Unehrllichkeit zusammen

Schon lange versucht die Forschung mithilfe experimenteller Studien herauszufinden, welche persönlichen und umweltbedingten Faktoren Menschen zu Lügern machen. Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Bildungsforschung haben nun gemeinsam mit israelischen Kollegen in einer umfangreichen Metaanalyse die Erkenntnisse aus 565 Studien zusammengefasst. Die Vermutung, dass Männer häufiger lügen als Frauen,

Untergewicht als Ideal

Magersucht-Patientinnen finden extrem schlanke Körper attraktiver

Wissenschaftler setzen immer mehr auf den Einsatz virtueller Realität, um zu erforschen, wie Menschen ihren Körper wahrnehmen. Die Forscher scannen den Körper von Versuchspersonen ein und erstellen mit modernsten Computertechniken eine digitale Kopie. Dieser Ansatz ist realitätsgetreuer als beispielsweise das Stauchen oder Strecken von Fotos, um damit Schwankungen des Körpergewichts zu simulieren. Mit der neuen Technik haben Forscher an den Max-Planck-Instituten für biologische Kybernetik und für Intelligente Systeme die Körperwahrnehmung von über 100 Menschen mit Essstörungen untersucht. Die Testpersonen sollten ihre Avatare mit einem Joypad so lang verändern, bis das Gewicht des virtuellen Alter Egos ihrem eigenen wahrgenommenen Gewicht entsprach. Das Ergebnis: Patientinnen mit Magersucht schätzen ihr Gewicht genauso treffsicher ein wie gesunde Frauen. Bislang deuteten viele Studien darauf hin, dass magersüchtige Frauen an einer verzerrten visuellen Selbstwahrnehmung leiden und sich selbst als zu dick wahrnehmen, obwohl sie in der Regel stark untergewichtig sind. Die Forscher haben auch



Personalisierter Avatar einer Versuchsteilnehmerin. Magersüchtige Patientinnen stellen das Gewicht des Avatars genauso treffsicher auf ihr reales Körpergewicht ein wie gesunde Frauen. Anders als diese empfinden sie jedoch stark untergewichtige Körper als schön.

untersucht, welches Körpergewicht die Teilnehmer für wünschenswert halten. Frauen mit Magersucht betrachteten stark untergewichtige Körper als ideal. So empfinden sie beispielsweise ein Gewicht von 43 Kilogramm bei einer Körpergröße von 1,60 Metern als schön. Die Tatsache, dass Frauen mit Magersucht eine andere Meinung darüber haben, welches Gewicht wünschenswert ist, sollte den Forschern zufolge bei zukünftigen Therapien für Menschen mit Essstörungen im Vordergrund stehen. (www.mpg.de/12323568)

Fotos und Grafik: MPI für biologische Kybernetik/A. Thaler (oben), Adobe Stock (unten)

ließ sich bestätigen – allerdings ist der Unterschied mit 42 Prozent Lügnern unter den Männern und 38 Prozent unter den Frauen nur gering. Eindeutig ist, dass jüngere Menschen häufiger unehrlich sind als ältere: Die Wahrscheinlichkeit, dass jemand lügt, beträgt bei 20-Jährigen etwa 47 Prozent und sinkt bis zum Alter von 60 Jahren auf 36 Prozent. Die Ergebnisse zeigen jedoch auch, dass der Versuchsaufbau das Verhalten der Probanden beeinflussen kann. Menschen sind also nicht per se ehrlich oder unehrlich, sondern ihr Verhalten hängt auch von den Gegebenheiten ab. Dies sollten zukünftige Studien berücksichtigen. (www.mpg.de/12633873)

Geckos laufen übers Wasser

Beim Laufen haben Geckos außergewöhnliche Fähigkeiten entwickelt. Viele können sich etwa dank feinsten Härchen kopfüber über eine Glasplatte bewegen. Und manche mittelgroße Arten gehen sogar über Wasser, wie Forscher um Ardian Jusufi am Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme in Stuttgart festgestellt haben. Um dabei nicht unterzugehen, bedienen sich Echsen mit einem Gewicht von rund sechs Gramm, also etwa dem Gewicht eines Papierblattes, offenbar verschiedener Techniken. So nutzen die Reptilien wie manche Insekten die Oberflächenspannung des Wassers aus. Dadurch allein können sie sich jedoch nicht über Wasser halten, weil sie zu schwer sind. Deshalb schlagen sie wie startende Enten und Schwä-

ne mit ihren Füßen schnell auf das Wasser und erzeugen so Luftkissen, die sie tragen. Außerdem ermöglicht es ihnen ihre wasserabweisende Haut offenbar, auf dem Wasser zu gleiten. Schließlich verschaffen sie sich mit wellenförmigen Bewegungen des Schwanzes Vor- und Auftrieb. Die Erkenntnisse über den Wasserlauf der Geckos wollen die Forscher nutzen, um Roboter mit ähnlichen Fähigkeiten zu entwickeln. (www.mpg.de/0120192)



Geckos mittlerer Größe können sich nicht allein auf die Oberflächenspannung verlassen, um sich über Wasser zu halten.

Griff in die psychologische Trickkiste

Die Bereitschaft von Männern und Frauen, sich Wettbewerben zu stellen, lässt sich angleichen



Ungleiche Chancen: Frauen sind in der Regel weniger bereit als Männer, sich der Konkurrenz zu stellen. Mithilfe von Priming, einer psychologischen Methode, lässt sich das Verhalten der Geschlechter angleichen.

Teil der Probanden blieb unvorbereitet. Als sich alle Teilnehmer dann einer Wettbewerbssituation stellen sollten, waren in der neutralen Gruppe 40 Prozent der Männer, aber nur 14 Prozent der Frauen dazu bereit. Das Priming änderte vor allem das Verhalten der Männer: Nur noch 28 Prozent von ihnen stellten sich der Konkurrenz. Bei Frauen entschieden sich dagegen mit 20 Prozent etwas mehr für die Wettbewerbssituation. Die Erinnerung an eine einflussreiche Situation ermöglicht offenbar – unabhängig vom Geschlecht – eine realistische Einschätzung der eigenen Fähigkeiten. Anwendungsmöglichkeiten sieht das Forschungsteam im Schulsystem und in der beruflichen Bildung. (www.mpg.de/12369488)

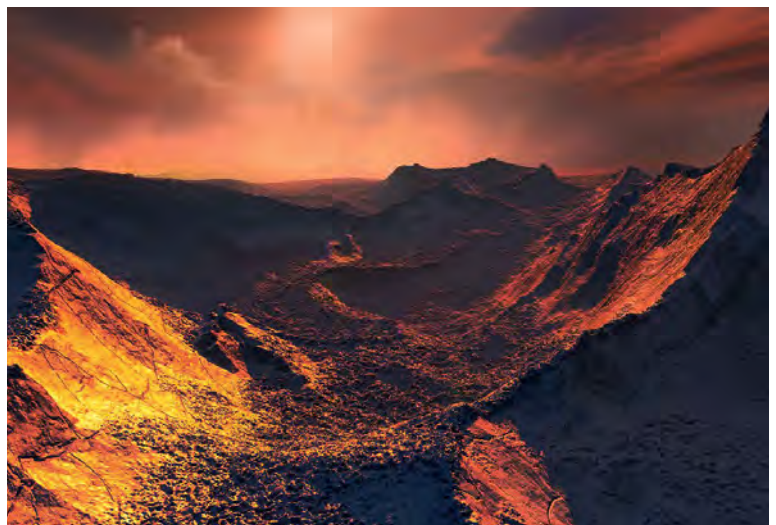
Im Konkurrenzdenken gibt es deutliche Unterschiede zwischen Männern und Frauen – ein wesentlicher Grund, weswegen Frauen im Arbeitsleben oft benachteiligt sind. Mit einem psychologischen Trick lässt sich diese Ungleichheit deutlich verringern, wie Matthias Sutter vom Max-Planck-Institut zur Erfor-

schung von Gemeinschaftsgütern gemeinsam mit österreichischen Kollegen gezeigt hat. In einem Test bekam ein Teil der Teilnehmer eine Vorbereitung in Form einer psychologischen Methode namens Priming. Dabei sollten sich die Betroffenen an ein Ereignis erinnern, bei dem sie Einfluss hatten. Ein anderer

Eine kalte Supererde in unserer Nachbarschaft

Der sechs Lichtjahre entfernte Barnards Stern beherbergt einen Exoplaneten

Eine internationale Gruppe von Astronomen, auch aus dem Max-Planck-Institut für Astronomie, hat beim nur sechs Lichtjahre entfernten Barnards Stern einen Planeten nachgewiesen, der gut dreimal so viel Masse wie die Erde aufweist und ähnlich kalt ist wie der Saturn. Die Entdeckung gelang über die Messung der periodischen Änderung der Radialgeschwindigkeit des Muttergestirns – der Bewegung, die der Stern ausführt, wenn der Planet an ihm zerrt. Dabei haben die Astronomen aus den 771 Einzelmessungen, die sie im Laufe von zwei Jahrzehnten gesammelt hatten, ein Signal entschlüsselt, das auf einen Planeten hindeutet. Dieser auf den Namen „Barnard's Star b“ getaufte Himmelskörper umläuft seinen Mutterstern einmal innerhalb von 233 Tagen in einem Abstand von rund 60 Millionen Kilometern. Mit einer Temperatur von etwa minus 170 Grad Celsius ist er wahrscheinlich eine lebensfeindliche, eisige Wüste, in der es kein flüssiges Wasser gibt. (www.mpg.de/12484657)



Fremde Welt: Diese Illustration zeigt die Oberfläche des Planeten „Barnard's Star b“.

Die Werkzeugmacher unter den Vögeln

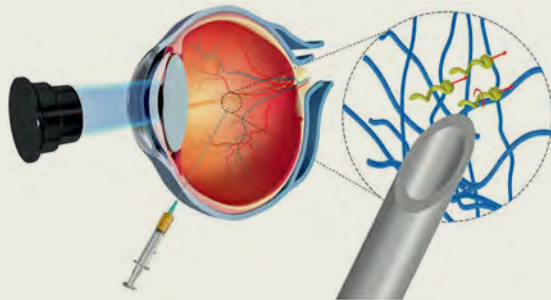
Geradschnabelkrähen bauen Einzelteile zu einer funktionierenden Greifhilfe zusammen

Der Gebrauch von Werkzeugen schien lange ausschließlich dem Menschen vorbehalten. Heute weiß man, dass Werkzeuge im Tierreich weit verbreitet sind. Allerdings schienen nur Menschen und Menschenaffen kompliziertere, aus mehreren Komponenten bestehende Gegenstände zu verwenden. Offensichtlich gehören aber auch Krähen zu diesem illustren Kreis. Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Ornithologie in Seewiesen und der Universität Oxford haben herausgefunden, dass Geradschnabelkrähen zusammengesetz-

te Werkzeuge herstellen, um an Futter außer Reichweite zu gelangen. In einem Experiment boten sie den Vögeln einen außer Reichweite liegenden Leckerbissen an sowie mehrere, für sich allein zu kurze Stäbe. Ohne fremde Hilfe und voriges Training fügten die Krähen die kurzen Stücke zu einem ausreichend langen Stab zusammen. Einer der Vögel bastelte sogar Werkzeuge aus drei und vier Einzelteilen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Krähen wie nur wenige andere Tiere flexibel auf neuartige Probleme reagieren können. (www.mpg.de/12398420)



Geradschnabelkrähen stammen aus Neukaledonien im südlichen Pazifik. Die äußerst intelligenten Vögel können bei Bedarf mehrere Elemente zu einem funktionstüchtigen Werkzeug zusammensetzen.



Korkenzieherförmige Nanoroboter werden in den Glaskörper eines Auges injiziert und mit einem äußeren Magnetfeld zur Netzhaut dirigiert.

Nanoroboter gehen ins Auge

Direkt an der Netzhaut könnten Nanoroboter künftig medizinische Aufgaben übernehmen. Ein Schritt hin zu diesem Ziel gelang einem Team um Peer Fischer, Wissenschaftler am Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme. Die Forscher haben einen korkenzieherförmigen Nanopropeller durch den Glaskörper eines seziierten Schweineauges gesteuert. In den Propeller aus Siliciumdioxid hatten sie Eisenpartikel eingebaut, um das Gefährt mit Magnetfeldern von außen aktiv bewegen zu können. Mit einer sowohl wasser- als auch fettabweisenden Beschichtung sorgten sie dafür, dass der Propeller durch die gelartige Substanz des Glaskörpers schlüpfte. Solche Nanovehikel könnten an der Netzhaut medizinische Wirkstoffe abliefern oder kleinere Operationen vornehmen. (www.mpg.de/0120193)

Symbiose der Totengräber

Die Käfer verwandeln Kadaver mithilfe von Mikroorganismen in gesunde Kinderstuben

Totengräber-Käfer vergraben die Kadaver kleiner Tiere in der Erde, um sie als Futterquelle für ihren Nachwuchs zu nutzen. Die Kinderstube zersetzt sich jedoch mit der Zeit immer mehr. Die dabei entstehenden Giftstoffe, Krankheitserreger sowie der Verlust von Nährstoffen sind eine Bedrohung für die Käferlarven. Wissenschaftlern des Max-Planck-Instituts für chemische Ökologie in Jena zufolge ersetzen die Käfer daher schädliche Mikroorganismen mit nützlichen Mikroben aus ihrem eigenen Darm. Symbiotische Hefepilze aus dem Darm der Käfer verdrängen so die Schimmelpilze aus dem Boden, die normalerweise einen Kadaver schnell überwachsen. Auf diese Weise sorgen die Käfereltern dafür, dass sich ihr Nachwuchs in dem toten Körper wohlfühlt und dort bestens gedeiht. In Kadavern ohne Mikroben aus der Darmflora der Eltern bleiben die Larven hingegen deutlich kleiner. Der Totengräber ist somit ein weiteres Beispiel dafür, wie Insekten mithilfe symbiotischer Mikroorganismen schwierige Ressourcen nutzen können. (www.mpg.de/12358199)



Ein Totengräberpaar der Art *Nicrophorus vespilloides* versorgt seine Jungen in einer toten Maus. Die Käfer haben den Kadaver mit Mikroorganismen aus ihrem Darm konserviert.

Das Grab der Buchmalerin

Blaue Farbspuren im Zahnstein liefern erstmals klare Hinweise auf die Beteiligung von Frauen an der Buchmalerei



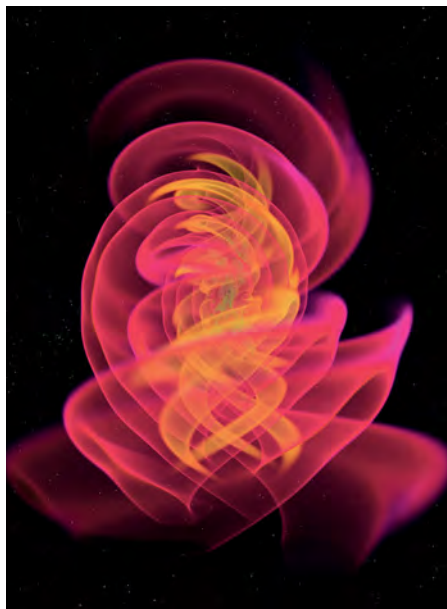
Unscheinbarer Fundort: In Dalheim nahe Paderborn lebte im Mittelalter eine religiöse Gemeinschaft von Frauen. Mindestens eine von ihnen illustrierte wertvolle Manuskripte – eine Tätigkeit, die bisher nur Männern zugeschrieben wurde.

Deutschland war im Mittelalter ein Zentrum der Buchproduktion. Als Zeichen der Frömmigkeit signierten viele mittelalterliche Schreiber und Buchmaler ihre Werke nicht – wohl ein Grund, weswegen die Buchmalerei lange Zeit allein Männern zugeschrieben wurde. Ein internationales Forschungsteam unter wesentlicher Beteiligung des Max-Planck-Instituts für Menschheitsgeschichte hat nun die Rolle von Frauen in diesem Metier erhellt. Das Team stieß im Zahnstein einer Frau, die um das Jahr 1000 nach Christus bei einem kleinen Frauenkloster in der Nähe von Paderborn begraben wurde, auf Lapislazuli-Pigmente. Die kostbare blaue Farbe wurde ebenso wie Gold und Silber ausschließlich zur Illustration der wertvollsten Handschriften verwendet. Nur wer über herausragende Fähigkeiten verfügte, durfte sie benutzen. Anhand der Verteilung der Farbteilchen im Mund kamen die Forscher zu dem Schluss, dass die Frau wohl selbst mit Lapislazuli malte und die Pinselspitze beim Arbeiten immer wieder anleckte. (www.mpg.de/12627185)

Vier neue Quellen von Gravitationswellen

Die Observatorien LIGO und Virgo veröffentlichen außerdem ihren ersten Katalog

Wissenschaftler haben früher aufgezeichnete Daten der Gravitationswellendetektoren LIGO und Virgo genauer durchforstet und dabei vier neue Signale aufgespürt. Sie stammen alle aus der Verschmelzung von Paaren schwarzer Löcher, wobei aus einem Teil der Masse Energie frei wird und die Raumzeit kräuselt. Die Massen der schwarzen Löcher umfassen ein breites Spektrum, das von 7,6 bis 50,6 Sonnenmassen reicht. Hinter einem der neu entdeckten Ereignisse – GW170729 genannt – steckt die gewichtigste und am weitesten entfernte Quelle von Gravitationswellen, die man bisher beobachtet hat: In dieser Verschmelzung, die vor etwa fünf Milliarden Jahren stattfand, wurden fast fünf Sonnenmassen in Gravitationswellen umgewandelt. Gleichzeitig



mit der Bekanntgabe der neuen Ergebnisse legten die Wissenschaftler einen Katalog aller derzeit bekannten Gravitationswellen und Kandidatenereignisse der beiden ersten Beobachtungsläufe O1 und O2 vor. Beschrieben werden darin die Eigenschaften der Population verschmelzender schwarzer Löcher im Universum. Bis heute sind den Astronomen elf Signale ins Netz gegangen. Eines davon stammt nicht von schwarzen Löchern, sondern aus der Kollision zweier Neutronensterne. (www.mpg.de/12550774)

Der Raum bebzt: Diese numerisch-relativistische Simulation gibt die erste beobachtete Verschmelzung zweier schwarzer Löcher wieder, welche die Advanced LIGO-Detektoren am 14. September 2015 gemessen haben.

Ansprechende Kunst wirkt nach

Gemälde können Reaktionen in Hirnarealen auslösen, die normalerweise der Reflexion dienen

Mithilfe von Messungen der Hirnaktivität hat ein Forscherteam unter Beteiligung des Max-Planck-Instituts für empirische Ästhetik untersucht, wie unser Gehirn reagiert, wenn wir Kunstwerke anschauen. Kognitionsforscher erwarteten, dass beim Betrachten von Bildern vor allem sensorische Gehirnregionen aktiv sind, da der Fokus ja auf der Außenwelt liegt. Gleichzeitig sollte die



Aktivität von Hirnarealen sinken, die reflektierende Prozesse unterstützen. Doch die Forscher beobachteten, dass ästhetisch ansprechende Bilder bei den Betrachtern das sogenannte „Default Mode Network“ aktivierten – ein Areal im Gehirn, mit dem wir unabhängig von äußeren Reizen denken können, etwa in Form von Tagträumen oder Zukunftsplänen. Sahen die Probanden ein Kunstwerk, das sie nicht attraktiv fanden, zeigte sich dieser Effekt jedoch nicht. Ästhetisch ansprechende Kunstwerke – und nur diese – aktivieren also einen außergewöhnlichen Prozess im Gehirn, der sowohl äußere Reize als auch mentale und emotionale Reaktionen verarbeitet. (www.mpg.de/12625434)

Eindrucksvoll: Das Gemälde „Sternennacht“ des niederländischen Künstlers Vincent van Gogh regt auch 130 Jahre nach seiner Entstehung viele Menschen zum Nachdenken an.

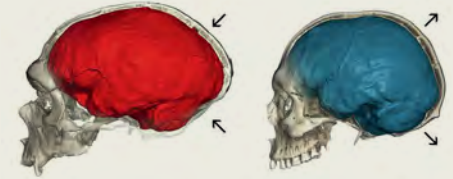
Es ist ein Tier!

Organische Spuren in über 550 Millionen Jahre alten Fossilien erlauben die Zuordnung des urzeitlichen Lebewesens Dickinsonia

Dickinsonia war eine ungewöhnliche Kreatur. Die Vertreter dieser Gattung tummelten sich vermutlich bis etwa 550 Millionen Jahre vor unserer Zeit auf dem Meeresboden, wurden bis zu 1,40 Meter groß und ähneln keinem heute lebenden Organismus. Ob es sich bei dem Lebewesen um eine Flechte, eine ausgestorbene Form großer Einzeller oder eben das älteste bekannte Tier handelt, war bislang offen. Geklärt hat die Frage nun ein internationales Team, an dem Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Biogeochemie beteiligt waren. Die Forscher ordneten Dickinsonia ein, indem sie

Ein Tier ohne moderne Verwandte: Dickinsonia, dessen Fossilien etwa im Weißen Meer in Russland gefunden wurden, ähnelt keinem heutigen Lebewesen.

organische Spuren aus 558 Millionen Jahre alten Fossilien analysierten. Demnach handelt es sich bei den Substanzen um Überreste von Cholesterinmolekülen, die typisch für Tiere sind. Dickinsonia sind damit die ältesten bekannten Tiere. (www.mpg.de/0120191)



Schädel von Neandertaler (links) mit typischer länglicher Gehirngestalt (rot) und modernem Menschen (rechts) mit rundlichem Gehirn (blau). Die Pfeile zeigen die vergrößerte hintere Schädelgrube, in der das Kleinhirn sitzt, und die Aufwölbung der Parietalknochen beim modernen Menschen.

Neandertaler-Gene bringen das Gehirn in Form

Ein typisches Merkmal des modernen Menschen ist seine im Vergleich zu anderen Menschenformen ungewöhnlich runde Kopfform. Ein internationales Forscherteam mit Wissenschaftlern der Max-Planck-Institute für evolutionäre Anthropologie und für Psycholinguistik hat nun Gene entdeckt, die Einfluss auf die Gestalt des Gehirns und damit die Schädelform heutiger Menschen haben. Die Forscher haben Schädel von Neandertalern und heute lebenden Menschen im MRT analysiert und virtuelle Abdrücke des Schädellinneren erstellt. Die Abdrücke spiegeln die Gehirnform, nicht aber die geistigen Fähigkeiten wider. Nicht nur Neandertaler und moderne Menschen weisen den Analysen zufolge deutlich andere Gehirn- und damit Schädelformen auf – auch die Schädel heute lebender Menschen unterscheiden sich untereinander teils erheblich. Eine Erbgutanalyse ergab, dass Menschen mit länglicheren Schädeln auf den Chromosomen 1 und 18 Neandertaler-DNA tragen. Diese Fragmente verändern die Aktivität zweier Gene, die an der Gehirnentwicklung und der Bildung von Nervenzellen beteiligt sind. Die beiden Gene sind wahrscheinlich nicht die einzigen, die die Gestalt des Gehirns beeinflussen. Vielmehr ergibt sich diese aus der kombinierten Wirkung vieler verschiedener genetischer Varianten. (www.mpg.de/12561113)