

Bäuerliches Erbgut

Ackerbau und Viehzucht hinterlassen Spuren in den Genen von Europäern

Vor rund 7500 Jahren breitete sich die Landwirtschaft in Mitteleuropa aus. Die damit verbundenen Selektionsprozesse spiegeln sich im Genom heutiger Europäer wider. Ein internationales Forscherteam um Wolfgang Haak und Johannes Krause vom Max-Planck-Institut für Menschheitsgeschichte hat durch die Analyse von genetischen Daten aus verschiedenen Zeiten und Regionen nachgewiesen, dass das landwirtschaftliche Wissen aus Anatolien in der heutigen Türkei nach Europa kam. Es verbreitete sich, weil Steinzeitbauern von dort in verschiedene Teile des Kontinents wanderten. Die Genveränderung, die dafür sorgt, dass Erwachsene Milch vertragen, trat laut der Studie zum ersten Mal vor 4300 bis 4200 Jahren auf. Bisher war angenommen worden, dass sie bereits kurz nach der Domestizierung von Rindern vor 8000 Jahren erfolgt sei. Nachweisen ließ sich erstmals auch eine Anpassung von Genen, die für das Immunsystem wichtig sind. Sie wurde durch den engen Kontakt mit domestizierten Tieren und deren Krankheitserregern nötig. Da die anatolischen Einwanderer im Vergleich zu den ursprünglichen euro-



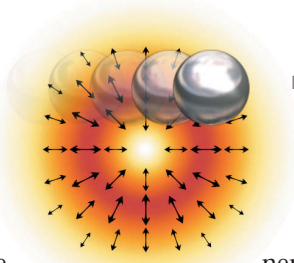
Den ersten Bauern Europas auf der Spur: Die genetischen Daten eines erwachsenen Mannes aus der Salzmünder Kultur im Saalekreis (Sachsen-Anhalt) flossen in eine Studie zur Verbreitung der Landwirtschaft ein. Das Grab ist zwischen 7100 und 7400 Jahre alt.

päischen Jägern und Sammlern wesentlich hellhäutiger waren, wurde auch die Haut der Europäer heller. So verbes-

serte sich die Vitamin-D-Versorgung, weil hellere Haut mehr Licht durchlässt. (NATURE, 23. November 2015)

Rasende Teilchen im Laserblick

Ein mysteriöses Phänomen aus der Quantenwelt steht jetzt Pate für eine neue Art von Bewegungssensor. Forscher des Erlanger Max-Planck-Instituts für die Physik des Lichts nutzen die Verschränkung der Polarisation und der räumlichen Verteilung des elektromagnetischen Feldes in einem radial polarisierten Laserstrahl, um die Bewegung von Objekten zu verfolgen. In einem solchen Laserstrahl ordnen sich die Schwingungsebenen des Lichts wie Speichen eines Fahrrads an. Bekannt ist die Verschränkung aus der Quantenphysik. Dort bewirkt sie, dass sich Eigenschaften zweier Teilchen ohne Informationsaustausch gegenseitig beeinflussen, auch wenn sich diese weit voneinander entfernt befinden. Die Verschränkung, mit der die Erlanger Physiker arbeiten, ist so spukhaft nicht, weil es sich dabei nicht um ei-



Der Weg einer Metallkugel, die durch einen radial polarisierten Laserstrahl fliegt, lässt sich durch Messungen der Polarisation rekonstruieren. Die Pfeile zeigen, dass sich die Schwingungsebenen der Lichtwellen in dem Strahl wie Speichen eines Fahrrads anordnen.

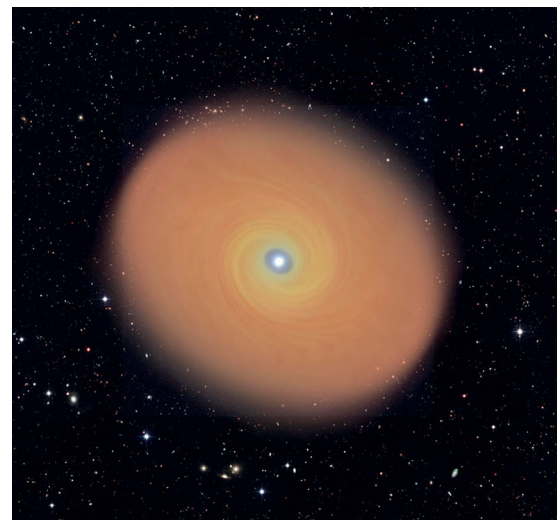
nen quantenphysikalischen, sondern einen klassischen Effekt in einem Laserstrahl handelt. Sie ermöglicht es, aus relativ einfachen Messungen der Polarisation auf die Position eines Partikels zu schließen, das durch den Strahl fliegt. Da die Polarisation mehrere Milliarden Mal in der Sekunde bestimmt werden kann, lässt sich so problemlos auch ein Teilchen verfolgen, das so schnell ist wie eine Geschwehrrugel. Dies dürfte etwa für Anwendungen in der Forschung interessant sein. (OPTICA, 28. September 2015)

Wie Sterne zu Schwergewichten heranwachsen

Astronomen finden stabile Scheibe um eine junge, massereiche Sonne

Unter den Sternen gibt es Leicht- und Schwergewichte. Alle werden sie in Gas- und Staubwolken geboren. Doch je massereicher ein Sternbaby ist, desto früher zündet in seinem Innern die Kernfusion. Und der so produzierte Strahlungsdruck sollte eigentlich die Umgebung säubern und auf diese Weise den Nachschub an Materie verhindern, die den Stern weiter wachsen lässt. Dennoch erreichen manche Sterne Massen von mehr als dem Hundertfachen unserer Sonne. Eine Schlüsselrolle spielen dabei offenbar stabile, flache Scheiben – wie jene, die Forscher des Hei-

delberger Max-Planck-Instituts für Astronomie jetzt um einen jungen Stern in der Konstellation Zentaur gefunden haben. Denn ein solches Gebilde kann einerseits sehr große Materiemengen auf den entstehenden Stern lenken; andererseits bietet es dem Strahlungsdruck nur ein schmales Profil und damit ungleich weniger Angriffsfläche als Gas, das den Stern in einer Art Kugelschale umgibt. Auf diese Weise kann der Stern weiter Masse aufnehmen und dabei zu einem Schwergewicht heranwachsen. (ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS, 29. Oktober 2015)



Ein Stern nimmt zu: Diese künstlerische Darstellung zeigt die Scheibe aus Gas und Staub um die massereiche Sonne AFL 4176.

Am Ursprung der ersten Art

Ein Modell kann erklären, wie die erste biologische Spezies entstanden ist, von der alle heutigen Lebensformen abstammen

Als das Leben entstand, vermutlich vor etwa 3,8 Milliarden Jahren, gab es nicht gleich die erste biologische Art auf der Erde. Vielmehr herrschte in den ersten Zellen wahrscheinlich ein großes genetisches Durcheinander, weil auch nichtverwandte Individuen mittels des horizontalen Gentransfers im großen Stil Gene untereinander austauschten. Die erste biologische Art, die sich über viele Generationen mit dem mehr oder weniger gleichen Erbgut fortpflanzte und schon über einen relativ gut funktionierenden biochemischen Apparat verfügte, entwickelte sich erst nach einer ganzen Weile. Wie das geschehen sein könnte, haben Forscher um Marc Timme am Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation in Göttingen mithilfe eines theoretischen Modells untersucht. Demnach fluktuierte das Leben zunächst zwischen einem genetisch stark durchmischten und einem teilweise entmischten Zustand hin und her. Dabei wurde die gesamte Population allmählich im Schnitt biologisch fitter, womit die Bedeutung des horizontalen Gentransfers und die genetische Durchmischung abgenommen haben dürften. So konnte sich die erste Art bilden, aus der alle späteren Spezies hervorgingen. (PHYSICAL REVIEW E, 13. November 2015)

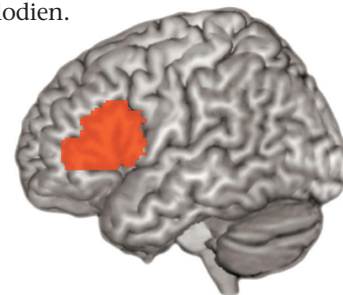
Doppelte Herausforderung fürs Gehirn

Wenn man ein Buch liest und dabei Musik hört, trennt das Gehirn die beiden Aufgaben nicht sauber voneinander. Eine neue Studie zeigt, dass es ein Hirnareal gibt, das beides gleichzeitig verarbeitet: das Broca-Areal. Ein Forscherteam unter der Leitung von Richard Kunert vom Max-Planck-Institut für Psycholinguistik in Nijmegen führte dazu eine Reihe von Tests durch, bei denen die Hirnaktivität der Teilnehmer mithilfe funktionaler Kernspintomografie gemessen wurde. Die Forscher fanden heraus, dass die zwei Aufgaben einander beeinflussen: „Wenn wir den Teilnehmern eine besonders schwierige Tonfolge vorgespielt haben, ist es ihnen schwerer gefallen, die Struktur eines Satzes zu verarbeiten“, berichtet Kunert.

Die neuen Erkenntnisse stärken auch die These, dass das Broca-Areal nicht für die Sprachverarbeitung allgemein zuständig ist, sondern speziell dafür, verschiedene Elemente zu einem Gesamtbild zusammenzufügen. In der Verarbeitung von Sprache müssen einzelne Wörter zu Sätzen kombiniert werden, bei Musik einzelne Töne zu Melodien.

(PLOS ONE, 4. November 2015)

Das Broca-Areal im Gehirn ist schon lange als wesentlicher Teil des Sprachzentrums bekannt. Es spielt aber auch für die Verarbeitung von Musik eine wichtige Rolle.



Botschaften aus dem Mittelalter des Universums

MAGIC-Teleskope messen Gammastrahlung einer entlegenen Galaxie



Mit dem MAGIC-Teleskop auf La Palma haben Forscher erstmals hochenergetische Gammastrahlung bei einer weit entfernten aktiven Galaxie registriert. Im Zentrum dieses Quasars mit der Bezeichnung PKS 1441+25 befindet sich ein massereiches schwarzes Loch, das von einer leuchtenden Materiescheibe umgeben ist. Die Aktivität des Quasars variiert äußerst stark: Die energiereichsten Gammastrahlen-Emissionen betragen rund 250 Gigaelektronenvolt. Damit liegen die Ausbrüche bis zu 100-fach über dem normalen Gammastrahlenprofil. Über die Gründe für diese große Bandbreite rätseln die Astronomen noch. Hingegen haben sie gefunden, dass die Ausbrüche viele Milliarden Kilometer vom aktiven Kern entfernt entstehen. Ein weiterer Aspekt: Weil das Universum vor rund 13,8 Milliarden Jahren geboren wurde und das Licht von PKS 1441+25 etwa 7,6 Milliarden Jahre zur Erde unterwegs ist, liefert seine Beobachtung gleichzeitig Einblicke in das „Mittelalter“ des Alls. (ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS, 16. Dezember 2015)

Massemonster mit Strahlkraft: Die Galaxie PKS 1441+25 gehört zur Gruppe der Quasare. Ein schwarzes Loch im Zentrum der Galaxie zieht Materie an, wobei ein Teil davon in Form von Jets mit Lichtgeschwindigkeit nach außen geschleudert wird.

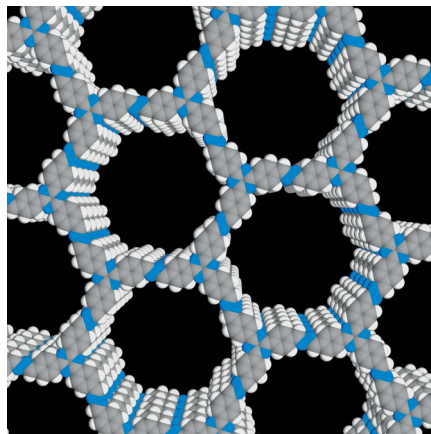
Mit Licht zu Wasserstoff

Eine organische Gerüstverbindung dient als Katalysator, um aus Wasser fotolytisch Wasserstoff herzustellen

Wasserstoff gehört zu einem klimafreundlichen Energiemix – allerdings nur, wenn er regenerativ erzeugt wird, sprich: mit der Energie des Sonnenlichts. Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Festkörperforschung in Stuttgart und von der Ludwig-Maximilians-Universität München haben nun einen neuartigen Katalysator entwickelt, der den Energieträger mit Licht aus Wasser produziert. Das Material besteht im Wesentlichen aus einer kovalenten organischen Gerüstverbindung, die allerdings noch mit Nanopartikeln aus Platin und einer Verbindung, die Elektronen spendet, versehen werden muss. Der Katalysator

erfüllt zwar noch nicht alle Voraussetzungen für einen technischen Einsatz, hat jedoch den Vorteil, dass sich seine Eigenschaften chemisch gezielt verändern lassen.

(NATURE COMMUNICATIONS, 30. September 2015)



Kovalente organische Gerüstverbindungen sind in der Lage, Wasserstoff zu produzieren. Sie bilden eine regelmäßige Struktur mit einer großen Oberfläche, die technische Katalysatoren benötigen (grau – Kohlenstoff, blau – Stickstoff, weiß – Wasserstoff).

Touchless- statt Touchscreen

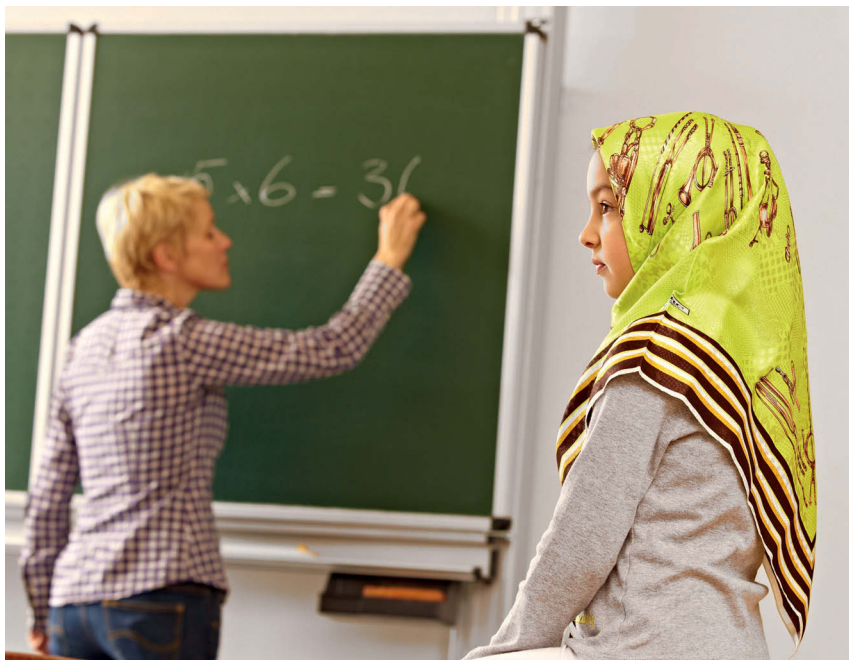
Touchscreens sind praktisch, noch praktischer aber wären Touchless-Screens. Denn Berührungen nutzen Bildschirme ab und verbreiten Krankheitserreger. Um das zu vermeiden, haben Forscher um Bettina Lotsch am Stuttgarter Max-Planck-Institut für Festkörperforschung und der Ludwig-Maximilians-Universität München nun ein schichtförmig aufgebautes Nanomaterial aus Antimon, Phosphor, Sauerstoff und Wasserstoff entwickelt, dessen elektrische Leitfähigkeit sich ändert, wenn es Wasser aufnimmt. Das Material reagiert dabei sogar schon auf die Feuchtigkeit, die ein Finger in seiner Nähe abgibt. Es bringt somit eine wichtige Voraussetzung für berührungslöse Displays mit. (ADVANCED MATERIALS, 23. September 2015)

Illustration: M. Weiss/CfA (oben), Nature Communications/Macmillan Publishers (unten)

Armut bringt schlechte Noten

Ein Sammelband gibt Überblick über ethnische Ungleichheiten in Schule und Ausbildung

Leistungsunterschiede zwischen Kindern und Jugendlichen mit und ohne Migrationshintergrund finden sich in der gesamten Bildungslaufbahn. Dafür sind jedoch vor allem soziale Faktoren verantwortlich. Migrationsbezogene Einflüsse wie sprachliche Schwierigkeiten sind zwar nachweisbar, aber weniger bedeutsam. Einen aktuellen Überblick über den Forschungsstand in diesem Bereich gibt ein neuer Sammelband, mitherausgegeben von Christian Hunkler vom Max-Planck-Institut für Sozialrecht und Sozialpolitik. Deutliche Unterschiede gibt es demnach zwischen verschiedenen Herkunftsgruppen: Türkischstämmige Kinder und Jugendliche erzielen in der Regel schlechtere Ergebnisse als etwa Schüler aus der ehemaligen Sowjetunion. Auch hier liegt der Grund darin, dass aus der Türkei einst gezielt gering qualifizierte Gastarbeiter angeworben wurden und die Familien nach wie vor ein eher geringes Bildungsniveau haben. Insgesamt wachsen Kinder und Jugendliche mit Migrationshintergrund überproportional häufig in bildungsfernen Familien auf. (SPRINGER VS, 2015)



Diskriminierung durch Lehrkräfte spielt keine große Rolle bei der Erklärung ethnischer Bildungsungleichheiten. Auch hier hat die soziale Herkunft größere Bedeutung.

Zum Victoriasee immer der Nase nach

Ohne Geruchssinn können Heringsmöwen Abweichungen von der Flugroute nicht ausgleichen



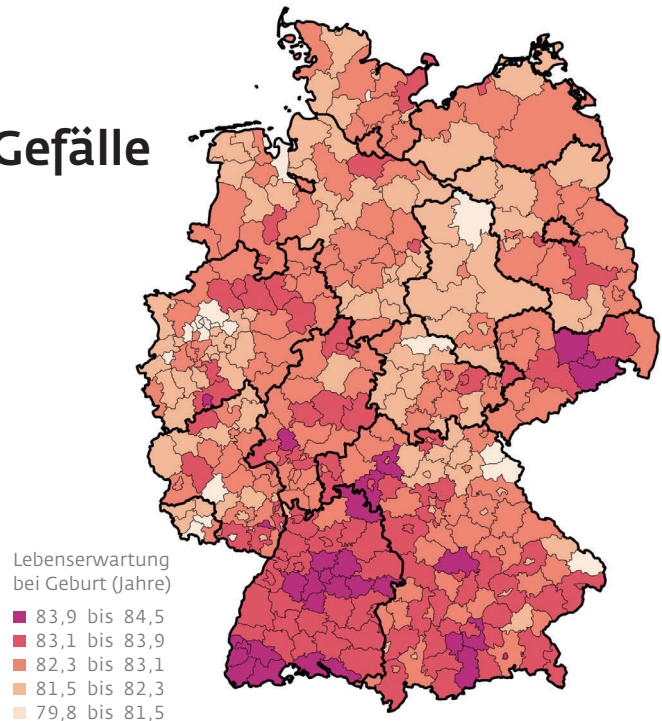
Heringsmöwen (*Larus fuscus fuscus*) sind viel unterwegs: Tiere aus Russland und Finnland fliegen im Herbst über das westliche Schwarze Meer und das Nildelta bis zum Victoriasee in Ostafrika. Sie verbringen dort den Winter und fliegen zum Brüten wieder in den Norden.

Zugvögeln macht in puncto Navigation kaum jemand etwas vor: Sie legen auf ihren Flügen Zigtausende Kilometer zurück und erreichen ihr Ziel mit großer Präzision. Wie sie das machen, ist bis heute nicht restlos geklärt. Wissenschaftler vom Max-Planck-Institut für Ornithologie in Radolfzell haben nun zusammen mit Kollegen anderer Forschungsinstitute einen weiteren Beleg dafür geliefert, dass manche Vögel auch die Nase zur Navigation nutzen. Die Forscher haben Heringsmöwen mit durchtrennten Geruchsnerven mittels GPS-Sendern verfolgt. Die Nerven wachsen nach wenigen Monaten wieder zusammen, sodass die Vögel dadurch nicht beeinträchtigt werden. Ohne ihren Geruchssinn verfehlten die Möwen ihr Überwinterungsgebiet am Victoriasee in Afrika. Welchen Gerüchen die Vögel folgen, wissen die Forscher noch nicht. Einzelne Geruchsposten auf der Route wie das Schwarze Meer oder das Nildelta geben wohl die grobe Flugrichtung vor. Informationen über das Erdmagnetfeld scheinen die Heringsmöwen dagegen nicht zur Navigation zu nutzen. (NATURE SCIENTIFIC REPORTS, 24. November 2015)

Lebensspanne mit Süd-Nord-Gefälle

Strukturschwache Regionen im Westen fallen in der Lebenserwartung zurück

25 Jahre nach der Wiedervereinigung haben sich die ehemals großen Unterschiede in der Lebenserwartung zwischen Ost- und Westdeutschland fast angeglichen. Stattdessen gibt es eher ein Nord-Süd-Gefälle, wie Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für demografische Forschung bei einer Analyse regionaler Trends in der Lebenserwartung herausgefunden haben. Am längsten leben die Süddeutschen: Frauen in Baden-Württemberg haben eine Lebenserwartung von 83,6 Jahren, gefolgt von Sachsen, Bayern und Hessen. Schlusslicht ist mit dem Saarland erstmals ein westdeutsches Bundesland. Insgesamt gleicht der Atlas der Lebenserwartungen zunehmend einem Flickenteppich. So fallen im Westen strukturschwache Gebiete zurück. Die Kreise mit der kürzesten Lebensspanne der Frauen häufen sich inzwischen in Nordrhein-Westfalen. Die Ursache dafür sehen die Demografen im Zusammenhang mit Wanderungsströmen. Hochentwickelte Gebiete ziehen Menschen mit hohem Bildungsgrad an, die deutlich länger leben. (KÖLNER ZEITSCHRIFT FÜR SOZIOLOGIE UND SOZIALPSYCHOLOGIE, 21. September 2015)



Flickenteppich der Lebenserwartung: Dass Menschen – wie unmittelbar nach der Wiedervereinigung – im Osten deutlich früher sterben als im Westen, ist zumindest bei den Frauen kaum mehr zu erkennen. Stattdessen bestimmt zunehmend die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit der Region die Länge des Lebens. Auch Männer leben im Osten im Schnitt nur noch 1,4 Jahre kürzer als im Westen.

Bunte Vögel

Unabhängige Evolution der Gefiederfarbe von männlichen und weiblichen Vögeln einer Art ist nur eingeschränkt möglich



Das herrliche Federkleid vieler Vogel-männchen ist das Ergebnis sexueller Selektion: Nur die Männchen mit dem schönsten Gefieder können bei den Weibchen landen. Bei vielen Vogelarten ist aber auch das weibliche Geschlecht auffällig gefärbt. Wissenschaftler vom Max-Planck-Institut für Ornithologie in Seewiesen haben nun das Gefieder von fast 6000 Sperlingsvogelarten analysiert. Der Analyse zufolge ist die Farbausprägung von Männchen und Weibchen einer Art eng miteinander verknüpft. Überraschenderweise verringert ein starker Selektionsdruck auf Männchen die Gefiederfärbung der Weibchen

Nicht bei allen Vögeln sind die Farbunterschiede so ausgeprägt wie bei diesem Weißflügel-Staffelschwanz-Pärchen (*Malurus leucopterus*) aus Australien.

stärker, als sie die Färbung der Männchen erhöht. Dass hoher Selektionsdruck zu größeren Unterschieden in der Färbung führt, liegt also vor allem daran, dass die Weibchen farbloser werden. Die Analyse hat zudem ergeben, dass sich Vögel in den Tropen extravaganter präsentieren als andernorts, weil sie dort stärker um Ressourcen konkurrieren. Dabei weisen große tropische Vögel das prächtigste Gefieder auf – große Vögel werden seltener zur Beute von Fressfeinden und können sich daher grelle Farben eher leisten. Farbige Weibchen gibt es vor allem bei Arten mit dauerhaften Partnerschaften und Brutgemeinschaften. Die Konkurrenz zwischen Weibchen um die Gelegenheit der Fortpflanzung ist in diesen Fällen höher. (NATURE, 4. November 2015)

Ansteckend fruchtbar

Ein Gen erhöht die Fortpflanzungsfähigkeit von Mückenmännchen, aber auch die Empfänglichkeit der Weibchen für Malaria

Malaria ist eine der häufigsten Infektionskrankheiten in den Tropen. Infizierte weibliche Anopheles-Mücken übertragen die einzelligen Parasiten beim Stich von Mensch zu Mensch. Wie empfänglich die Weibchen für die Malariaerreger sind, hängt Forschern des Berliner Max-Planck-Instituts für Infektionsbiologie in Berlin zufolge aber auch von den Männchen ab. Die Mücken besitzen verschiedene Varianten des sogenannten TEP1-Gens. Im Blut der Mückenweibchen attackieren die entsprechenden TEP1-Proteinvarianten die Malariaerreger mit unterschiedlicher Effektivität. In den Männchen ist das TEP1-Protein auch in den Hoden aktiv. Dort entfernt es minderwertige Spermien und erhöht dadurch die Fruchtbarkeit. Die dafür effektivste Proteinvariante macht aber die Weibchen besonders empfänglich für Malaria. Was den Männchen nützt, das schadet also den Weibchen. Welche Variante sich unter

den Mücken ausbreitet, hängt davon ab, ob hohe Vermehrungsraten oder Schutz vor Malaria wichtiger ist. (PLOS Biol., 22. September 2015)



Das TEP1-Gen beeinflusst, ob weibliche Anopheles-Mücken eine Infektion mit Malariaerregern abwehren können. In männlichen Mücken kontrolliert es dagegen die Fruchtbarkeit.

den Mücken ausbreitet, hängt davon ab, ob hohe Vermehrungsraten oder Schutz vor Malaria wichtiger ist. (PLOS Biol., 22. September 2015)

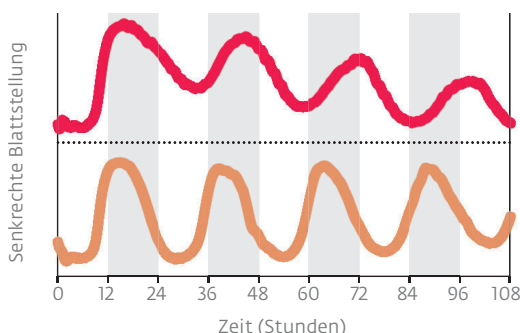
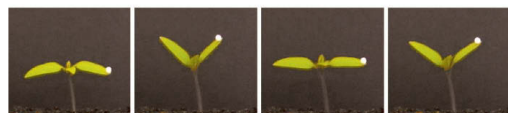
Tomaten mit Jetlag

Domestizierung veränderte innere Uhr wilder Tomatenpflanzen

Auf Reisen in andere Zeitzonen hinkt die innere Uhr häufig hinterher. Nicht nur Menschen, auch Pflanzen besitzen einen Taktgeber, der Abläufe wie zum Beispiel Blattbewegungen mit dem natürlichen Tag-Nacht-Rhythmus synchronisiert. Forscher des Max-Planck-Instituts für Pflanzenzüchtungsforschung in Köln haben nun entdeckt, dass die innere Uhr kultivierter Tomatenpflanzen langsamer tickt als die wilder Tomaten-

pflanzen. Die Zuchtformen haben sich damit offenbar an die längeren Sommertage in höheren Breiten angepasst, als sie im Verlauf der Domestizierung aus ihrer Heimat in Ecuador bis nach Europa transportiert wurden. Sommertage in Neapel sind beispielsweise über drei Stunden länger als in Ecuador. Während der Domestizierung müssen Genvarianten entstanden sein, die für den veränderten Rhythmus verantwortlich sind. Diese Varianten betreffen den

Forschern zufolge nur zwei Gene. Mit einem davon, EID1, können Pflanzenzellen Lichtreize wahrnehmen. Ob sich die innere Uhr auch bei anderen Kulturpflanzen durch die Domestizierung verändert hat, ist noch unbekannt. (NATURE GENETICS, 16. November 2015)



Eine innere Uhr steuert die Blattbewegungen von Tomatenkeimlingen im Laufe eines Tages. Die Blätter der kultivierten Tomaten (rot) bewegen sich dabei langsamer als die der wilden Vorfahren (orange).

Die Neugier des Körpers

Roboter können sich von Babys einiges abgucken – etwa wie diese erste Bewegungen lernen. Denn Kinder erkunden die Welt spielerisch und entdecken dabei nicht nur ihre Umgebung, sondern auch ihren Körper. Wie Ralf Der, Forscher des Max-Planck-Instituts für Mathematik in den Naturwissenschaften, und Georg Martius, Wissenschaftler des Institute of Science and Technology im österreichischen Klosterneuburg, nun in Simulationen mit Robotern zeigen, braucht das Gehirn eines Maschinenwesens oder auch eines Menschen dafür nicht unbedingt ein übergeordnetes Zentrum, das Neugier bewirkt. Diese entsteht allein dadurch, dass ein virtueller Roboter Reize seiner Sensoren, die ihn über die Interaktion seines Körpers mit der Umwelt informieren, mit Befehlen für neue Bewegungen rückkoppelt. Aus anfänglichen kleinen, zunächst sogar passiven Bewegungen entwickelt der Roboter so ohne übergeordnete Vorgaben sein motorisches Repertoire. Bislang bekommen lernfähige Roboter konkrete Ziele gesteckt und werden belohnt, wenn sie diese erreichen. Oder Forscher versuchen, ihnen Neugier einzuprogrammieren. (PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 10. November 2015)