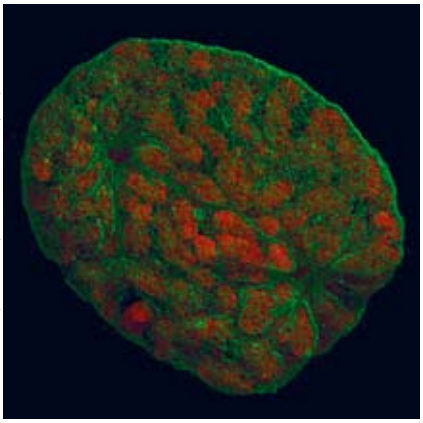
BILDGEBUNG

Hoch aufgelöste, farbige 3-D-Mikroskopie



LOTHAR SCHERMELLEH (LMU MÜNCHEN) UND PETER M. CARLTON (UCSF)

Mit dem neuen 3-D-SIM-Verfahren ließ sich dieses Bild eines Mäusezellkerns kurz vor der Teilung (Mitose) gewinnen. Die kondensierten Chromosomen (rot) sind vom Fasernetz der Kernlamina (grün) umhüllt. Dieses ist an zwei Stellen durch die sich bildende Mitosespindel eingedellt.

■ Die Lichtmikroskopie ist nach wie vor eines der wichtigsten Instrumente der Zellbiologie. Mit einer normalen Linse lässt sich Strahlung aus dem sichtbaren Spektralbereich aber nicht auf einen beliebig kleinen Punkt bündeln, sondern nur auf ein Beugungsscheibchen, dessen Durchmesser ihrer halben Wellenlänge entspricht. Das sind günstigstenfalls 200 Nanometer. Nun konnten Forscher um Heinrich Leonhardt von der Universität München mit der »3D structured illumination microscopy« (3D-SIM) erstmals auch plastische mehrfarbige Bilder von Strukturen unterhalb der Beugungsgrenze erzeugen.

Das neuartige Verfahren beruht auf einer speziellen Beleuchtungstechnik. »Wir bestrahlen unsere Proben mit einem bekannten, sehr feinen Muster aus Licht«, erklärt Leonhardt den Trick. »Das führt zu Interferenzen mit den Strukturen der Probe, die sich als Schattenmuster zeigen.« Ähnliches ist in anderem Zusammenhang als Moiré bekannt. Aus den Interferenzen lassen sich mit einem leistungsfähigen Computer Details rekonstruieren, die nur etwa 100 Nanometer messen. Das entspricht einer Verdopplung der sonst erreichbaren Auflösung.

Die Münchner Forscher demonstrierten die Leistungsfähigkeit ihrer Methode am Kern einer Mäusezelle. Dabei konnten sie unter anderem Details der Kernhülle erkennen, die bisher nicht lichtmikroskopisch sichtbar waren (Bild links). Um mehrfarbige Bilder zu erhalten, markierten sie die diversen Zellstrukturen mit unterschiedlichen Fluoreszenzfarbstoffen. Für dreidimensionale Aufnahmen wiederholten sie das Verfahren stufenweise in verschiedenen Ebenen der Zelle.

Science, Bd. 320, S. 1332

BIOLOGIE

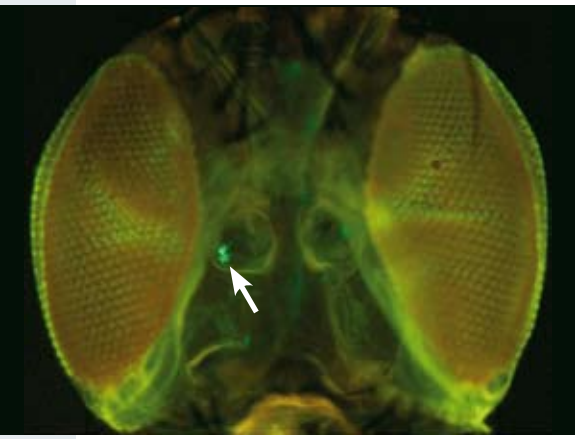
Thermometer im Fliegenhirn

■ Obwohl die Körpertemperatur zu den wichtigsten Faktoren gehört, die das Verhalten von Tieren beeinflussen, sind die Mechanismen ihrer Regulation noch weit gehend unbekannt. Forscher aus den USA haben jetzt im Gehirn der Taufliege *Drosophila melanogaster* eine kleine Gruppe temperaturempfindlicher Neuronen identifiziert, die bei der Flucht vor Hitze eine entscheidende Rolle spielen. Wie das Team um Fumika Hamada von der Brandeis University in Waltham (Massachusetts) herausfand, werden diese Neuronen aktiv, sobald die Temperatur das Optimum für die Fliegen überschreitet.

Als Sensor fungiert ein Ionenkanal namens dTrpA1. Er vermittelt den Transport von Kalziumionen. Wie sich nun herausstellte, hängt seine Leistung sehr stark von der Temperatur ab. Zur Messung der Transportrate verwendeten die Forscher einen Fluoreszenzmarker, der auf Kalzium reagiert. Mit steigender Temperatur, so ihr Befund, strömt mehr Kalzium in die Zelle, wo es als Signalstoff wirkt und einen Reiz auslöst, der die Tiere zur Flucht veranlasst. Wurde dTrpA1 mit gentechnischen Methoden ausgeschaltet, reagierten die Fliegen nicht mehr auf Wärme.

Bisher war bekannt, dass Sensoren in den Antennen der Taufliegen als Temperaturfühler wirken. Sie decken aber, wie Hamada und seine Kollegen nun zeigten, nur die untere Hälfte der Temperaturskala ab: Tiere ohne Antennen sind zwar unempfindlich gegen Kälte, reagieren aber noch normal auf Hitze.

Nature, Bd. 454, S. 217



FUMIKA N. HAMADA, MARK ROSENZWEIG UND PAUL A. GARRITY, BRANDEIS UNIVERSITY

Ein Fluoreszenzmarker lässt bei erhöhtem Kalziumeinstrom durch den temperaturabhängigen Ionenkanal dTrpA1 die »Wärmeneuronen« im Fliegenhirn grün aufleuchten (Pfeil).

ALTERN

Beruf formt Gehirn

■ In einem Punkt verhält sich das Gehirn genau wie ein Muskel: Vernachlässigt man das Training, lässt seine Leistung nach. Allerdings erfüllt es nicht nur eine einzige, sondern eine Vielzahl von Funktionen, die bei unterschiedlichen Tätigkeiten verschieden stark genutzt werden. Nach Untersuchungen Dortmunder Wissenschaftler hängt es folglich vom Arbeitsplatz ab, auf welchen Gebieten ältere Beschäftigte noch geistig fit sind.

Das Team des Mediziners Michael Falkenstein ließ 92 Arbeitnehmer bei der Firma Opel Testaufgaben lösen, während es ihre Hirnströme maß. In dem Versuch zeigten sich bei älteren Beschäftigten je nach Tätigkeit klare Unterschiede. So schnitten Arbeiter aus der Reparatur und Wartung beim Arbeitsgedächtnis und bei der Daueraufmerksamkeit besser ab als ihre Kollegen am Fließband, die eintönigere Tätigkeiten verrichteten. Am auffälligsten sei die Differenz im Hinblick auf die Bewertung und Korrektur der eigenen Handlungen, erklärt Falkenstein. Bei den jüngeren Arbeitnehmern gab es dagegen keinen signifikanten Unterschied zwischen den Berufsgruppen.

Demnach wirkt geistiges Training selektiv und bewahrt nur die Spezialfähig-

ENTWICKLUNGSBIOLOGIE

Funktionstüchtige Zusatzaugen

Vor längerer Zeit schon machten Experimente des Genetikers Walter Gehring Schlagzeilen, in denen der Schweizer Forscher Taufliegen durch Aktivierung des Gens *Pax6* zusätzliche Augen an Fühlern und Gliedmaßen wachsen ließ. Nun konnte er zusammen mit einem internationalen Team nachweisen, dass es sich bei den überzähligen Organen tatsächlich um voll funktionstüchtige Augen handelt.

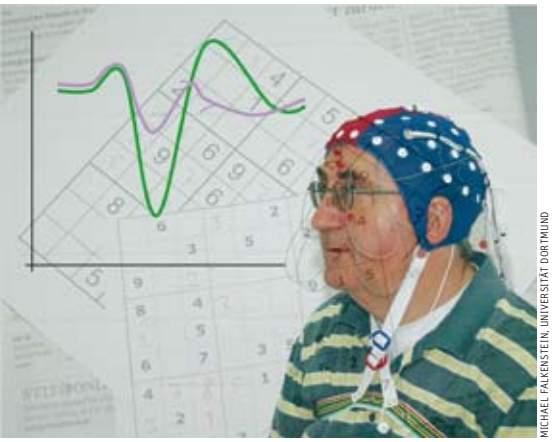
Wie die Wissenschaftler feststellten, wachsen von den Nervenzellen der zusätzlichen Augen Fasern (Axone) entlang regulärer Nervenbahnen in Richtung Gehirn und verbinden sich mit dem Zentralnervensystem der Fliege. Allerdings gelangen sie nicht bis ins Sehzentrum. Vielmehr ziehen sie nur zum Rand des Gehirns, wo sie mit dortigen Neuronen »Synapsen« bilden. Diese unterscheiden sich zudem, wie Gehring und seine Kollegen herausfanden, morphologisch von normalen Nervenkontakten.

Wegen der fehlerhaften Verdrahtung ist es sehr unwahrscheinlich, dass die mutierten Fliegen tatsächlich die Seheindrücke der zusätzlichen Augen verarbeiten können. Dennoch macht das Ergebnis klar: *Pax6* lässt das komplette Programm zur Augenentwicklung ablaufen und erzeugt nicht nur funktionslose Attrappen.

PNAS, Bd. 105, S. 8968

URS KLOTER, UNIVERSITÄT BASEL

Wenn das Homöobox-Gen *Pax6* aktiviert wird, wachsen bei der Taufliege *Drosophila* Augen an Fühlern, Beinen und Flügelansätzen, die auch funktionstüchtig sind.



MICHAEL FALKENSTEIN, UNIVERSITÄT DORTMUND

Während die Probanden Testaufgaben lösten, wurden mit einem Elektrodennetz auf ihrem Kopf die Hirnströme registriert.

keiten auf dem jeweiligen Gebiet vor dem Verkümmern. Zum Erhalt einer allgemeinen mentalen Fitness im Alter braucht es dagegen ein breit gefächertes Üben, das vor allem die im Beruf vernachlässigten Fähigkeiten fördert.

Pressemitteilung der Universität Dortmund

TROPENKRANKHEITEN

Wie Mücken fauliges Wasser riechen

Die Ägyptische Tigermücke *Aedes aegypti* überträgt gefährliche Viruserkrankungen wie Dengue- und Gelbfieber. Erkenntnisse eines Teams um den Biologen Loganathan Ponnusamy von der North Carolina State University könnten nun neue Ansatzpunkte für die Bekämpfung dieses in tropischen und subtropischen Regionen heimischen Insekts liefern.

Die Mücke legt ihre Eier in mehrere verschiedene Tümpel, die sie jeweils auf ihre Eignung für den Nachwuchs überprüft. Ein wichtiges Gütekriterium sind dabei faulende Blätter mit darauf lebenden Bakterien. Sie produzieren offensichtlich Signalstoffe, so genannte Kairomone, die das Insekt anlocken. Die Wissenschaftler prüften zunächst, ob diese Substanzen im Wasser gelöst sind. Sie befreiten es dazu durch Mikrofiltration sowohl von Pflanzenresten wie von Bakterien. Das derart sterilisierte Filtrat hatte seine Attraktivität für die Mücken eingebüßt. Hingegen flogen die Insekten auf sonst verschmähtes reines Quellwasser, sobald es mit den abfiltrierten Bakterien versetzt wurde.

Durch weitere Untersuchungen fanden Ponnusamy und seine Mitarbeiter heraus, dass es sich bei den Signalstoffen um die Fettsäuren Nonan- und Tetradecansäure sowie deren Methylester handelt, die in der Zellwand der Mikroben vorkommen. Eine Mischung dieser drei Stoffe förderte die Eiablage genauso wie der Zusatz der Bakterienkulturen selbst.

PNAS, Bd. 105, S. 9262

SHAWN G. KENNEDY

Die Gelbfiebermücke *Aedes aegypti* legt ihre Eier bevorzugt in Gewässer mit ihr genehmer Bakterienpopulation.

JOHN A. HAWLEY, RMIT UNIVERSITY

Durch Entnahme von Gewebeproben ließ sich der positive Effekt von Koffein auf die Regeneration der Energiereserven in beanspruchten Muskeln feststellen.

PHYSIOLOGIE

Espresso für mehr Muskelkraft

■ Mit einem starken Kaffee lässt sich die Leistungsfähigkeit der Muskeln nach dem Training schneller wiederherstellen. Wie ein Team um den Sportmediziner John Hawley vom Royal Melbourne Institute of Technology (Australien) nun feststellte, unterstützt Koffein die Eneuerung der muskulären Energiereserven. Die Forscher maßen nach intensivem Training, wie viel von dem stärkeartigen Stoff Glykogen in den Muskeln vorhanden war und wie schnell das Reservoir wieder aufgefüllt wurde.

Sieben trainierte Radfahrer ließen Hawley und seine Kollegen bis zur Erschöpfung auf einem Ergometer strampeln. Danach gaben sie ihnen zur Regeneration kohlenhydratreiche Getränke mit oder ohne Koffein. In den nächsten vier Stunden entnahmen die Forscher Blut und Gewebeproben, um die Erholung des Glykogenspeichers zu messen. Am Ende dieser Zeitspanne hatten die koffeingedopten Probanden rund zwei Drittel mehr von dem Energiespender in den beanspruchten Muskeln als die Mitglieder der Vergleichsgruppe. Zudem war die Konzentration an Traubenzucker und Insulin sowie die Aktivität einiger Signalproteine des Zuckerhaushalts erhöht.

Noch ist diese Entdeckung für die Praxis allerdings kaum anwendbar: Die eingesetzte Koffeinmenge entsprach dem Gehalt von sechs Tassen starkem Kaffee. Die Forscher wollen jetzt die Dosierung – und damit die koffeintypischen Nebenwirkungen – auf ein vertretbares Maß reduzieren.

Journal of Applied Physiology, Bd. 105, S. 7

MEDIZIN

Narkose mit Schmerzwirkung

■ Ein Cocktail von Narkosemitteln, verabreicht vor einer Operation, erspart dem Patienten die Schmerzen des Eingriffs. Aus der klinischen Praxis ist allerdings bekannt, dass einige dieser Substanzen nicht ausschließlich betäuben, sondern im Gegenteil auch Schmerzsensoren (Nozizeptoren) des periphären Nervensystems reizen und zu Entzündungsreaktionen beitragen. So verstärken sie jene postoperativen Schmerzen, die viele Patienten nach dem Erwachen aus der Narkose peinigen.

Forscher von der Georgetown University in der US-Hauptstadt Washington sind jetzt der Ursache dieser Nebenwirkung nachgegangen. Dabei fand das Team um José A. Matta heraus, dass sich als schmerzverstärkend bekannte Narkosemittel spezifisch an die Rezeptoren TRPV1 und TRPA1 auf der Oberfläche der Nozizeptoren binden und sie so aktivieren. Beide Moleküle spielen eine zentrale Rolle bei der Schmerzwahrnehmung und reagieren auf vielerlei Reiz- und Giftstoffe wie Capsaicin, das die Schärfe der Chilischote verursacht. Als die Forscher bei Mäusen den Rezeptor TRPA1 gentechnisch ausschalteten, zeigten sich die Tiere immun gegen die Nachwehen der problematischen Narkotika.

Diesen Ergebnissen zufolge sollten sich postoperative Schmerzen nicht nur durch die Auswahl reizärmerer Narkosemittel, sondern auch durch den Zusatz von spezifischen TRPA1-Hemmern mildern lassen. Auf diesem Feld gebe es, so die Forscher, noch reichlich Raum für Verbesserungen.

PNAS, Bd. 105, S. 8748

UNIVERSITÄTSKLINIK HEIDELBERG

Bei einer modernen Narkose sind die eingesetzten Wirkstoffe genau aufeinander abgestimmt. Einige Anästhetika verstärken allerdings postoperative Schmerzen.

LEBENSENTSTEHUNG

Durchlässige Urmembranen

■ Die starke Barrierewirkung biologischer Membranen bereitet Forschern, die den Ursprung des Lebens ergründen wollen, beträchtliche Kopfschmerzen. Die komplexen Transportmechanismen moderner Zellen standen den ersten Organismen, die sich in schlichte Lipidhüllen kleideten, noch nicht zur Verfügung. Wie haben sie Stoffe mit der Umgebung ausgetauscht? Biologen am Howard Hughes Medical Institute in Massachusetts sind der Lösung des Rätsels jetzt vielleicht auf die Spur gekommen.

Sheref S. Mansy und seine Kollegen stellten Membranbläschen aus einem Gemisch von Fettsäuren, Fettalkoholen und einfachen Fettsäureestern her. Diese Moleküle sind simpler aufgebaut als die Komponenten moderner Zellhüllen. Dennoch bilden auch sie Lipiddoppelschichten. Diese aber lassen, wie die Forscher herausfanden, kleine biologische Moleküle wie Zucker und Nucleotide erheblich leichter passieren als ihre heutigen Pendants.

ALISON NORTH, ROCKEFELLER UNIVERSITY

Fettstoffe, hier Phospholipide moderner Zellen, bilden beim Kontakt mit Wasser Membranröhren und -bläschen. So könnten die ersten Zellen entstanden sein.

Die Durchlässigkeit für energiereiche organische Moleküle zeigt, dass sich die ersten Zellen von solchen Verbindungen ernähren konnten. Mehr noch: Der Zucker Ribose, der zu den Bausteinen der RNA gehört, durchquert die Membran drei- bis zehnmal so schnell wie andere, chemisch eng verwandte Moleküle. Vielleicht hat also schon die Zusammensetzung der allerersten Membranen den weiteren Verlauf der Evolution entscheidend beeinflusst.

Nature, Bd. 454, S. 122

Mitarbeit: Lars Fischer

SAMAK SABET

Wolken, die bei Nacht leuchten

Was unterscheidet dieses Foto von der Aufnahme eines stimmungsvollen Sonnenuntergangs, wie man sie dutzendweise kennt? Es sind die hell leuchtenden Eiswolken am dunklen Nachthimmel. Sie entstehen, wenn die Temperatur in der Hochatmosphäre unter –130 Grad Celsius fällt, was paradoxerweise nur von Juni bis August über den nördlichen Polarregionen der Fall ist. Die dünnen Wolken schweben in 85 Kilometer Höhe, also praktisch an der Grenze zum Weltraum. Darum reflektieren sie das Sonnenlicht, wenn das Tagesgestirn schon tief unter dem Horizont steht. Interessanterweise sind die leuchtenden Nachtwolken erst seit 120 Jahren bekannt. Waren sie bisher nur von Nordamerika oder Europa aus sichtbar, so ließen sie sich in diesem Jahr sogar im Iran bewundern. Das Foto entstand am 19. Juli auf dem Berg Salaban im Nordwesten des Landes. Warum vor dem 19. Jahrhundert keine solchen mesosphärischen Wolken auftraten und weshalb ihre Zahl und Häufigkeit zunimmt, ist nach wie vor ein Rätsel, könnte jedoch mit der globalen Erwärmung zusammenhängen.