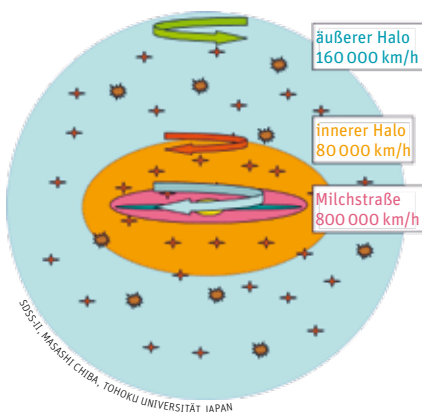


ASTRONOMIE

Gegenverkehr im Milchstraßen-Halo



■ Die rotierende Scheibe der Milchstraße wird von einer kugelförmigen Hülle umschlossen. Dieser so genannte Halo enthält alte Sonnen, Kugelsternhaufen und Dunkle Materie. In jüngster Zeit gab es Hinweise, dass er aus zwei unterschiedlichen Komponenten besteht. Dazu zählten Untersuchungen des chemischen Aufbaus von Sternen im Halo-Innenen. Sie basierten allerdings nur auf kleinen Stichproben.

Nun haben Astronomen um Daniela Carollo vom Osservatorio Astronomico in Turin die bislang umfangreichste Analyse durchgeführt. Sie beruht auf Daten von mehr als 20 000 Sternen aus der Hülle der

Der Halo der Milchstraße besteht aus zwei Hüllen, die in entgegengesetzter Richtung rotieren.

Milchstraße, die im Rahmen des Sloan Digital Sky Survey vermessen wurden. Die neue Untersuchung ergab eklatante Unterschiede zwischen innen und außen.

So rotieren die Komponenten des inneren Halos im selben Drehsinn wie die galaktische Scheibe, allerdings viel langsamer – mit 80 000 gegenüber 800 000 Kilometern pro Stunde. Die äußeren Sterne dagegen fliegen doppelt so schnell in entgegengesetzter Richtung. Auch die Zusammensetzung ist deutlich verschieden. Die Sterne der inneren Hülle enthalten dreimal so viele schwere Elemente wie die der äußeren. Vermutlich stammen sie von massereichen Galaxien, die gleichsinnig mit der Milchstraße rotierten und von ihr verschluckt wurden. Später gerieten dann kleinere Sternsysteme, die sich in die entgegengesetzte Richtung drehten, in den Einfluss unserer heimatlichen Welteninsel und wurden von deren Gezeitenkräften zerrissen. Ihre Sterne sammelten sich im äußeren Halo.

Nature, Bd. 450, S. 1020

HAFTMOLEKÜLE

Auf die Pelle gerückt

■ Die Haut ist mit bis zu zwei Quadratmeter Fläche das größte Organ des Menschen. Für den Zusammenhalt dieses weitläufigen Zellverbunds sorgen so genannte Cadherine. Diese Proteine heften benachbarte Zellen aneinander. Wie sie das tun,

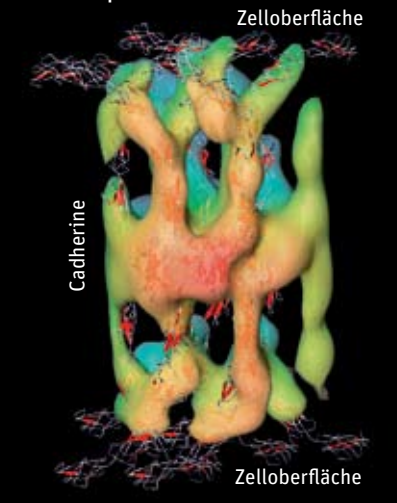
war bisher allerdings unbekannt. Deshalb haben Forscher um Achilleas Frangakis vom Europäischen Molekularbiologischen Labor in Heidelberg die Struktur der Haut nun mittels Kryoelektronentomografie auf molekularer Ebene analysiert.

Diese noch sehr junge Methode ermöglicht weitaus detailliertere Einblicke in biologische Strukturen unter natürlichen Bedingungen als die normale Lichtmikroskopie. Dabei werden von eingefrorenen Proben aus den verschiedensten Blickwinkeln elektronenmikroskopische Aufnahmen angefertigt und am Computer zu einer dreidimensionalen Ansicht zusammengefügt.

Dank der so erreichten Detailschärfe ließ sich bei Hautzellen die Wechselwirkung zwischen den Cadherinen nun direkt beobachten. Man sieht, wie die Adhäsionsproteine fadenartig aus der Zellmembran herausragen und sich wie bei einem Klettverschluss ineinander verhaken.

Nature, Bd. 450, S. 832

Molekularer Klettverschluss: Mittels Kryoelektronentomografie ließ sich erstmals abbilden, wie »Cadherine« zwei Hautzellen verknüpfen.



TARNKAPPE

Unsichtbar im Infrarot

■ Objekte sind sichtbar, weil sie Licht reflektieren. Eine perfekte Tarnkappe müsste die elektromagnetischen Wellen somit nur derart um einen Gegenstand herumlenken, dass sie sich dahinter wieder vereinigen. Um Licht auf eine solche gebogene Bahn zu zwingen, braucht man jedoch ein Medium mit negativem Brechungsindex.

So genannte Metamaterialien mit dieser ungewöhnlichen Eigenschaft lassen sich seit einigen Jahren tatsächlich herstellen. Sie bestehen gewöhnlich aus periodisch angeordneten, hufeisenförmigen Metallstücken, die als Schwingkreise wirken. Einen negativen Brechungsindex hat ein solches Metamaterial allerdings nur für Strahlung, deren Wellenlänge kleiner als die Hufeisen ist. Eine Tarnkappe ließ sich deshalb bisher lediglich für Mikrowellen realisieren – und auch das ausschließlich zweidimensional. Dreidimensionale Gitter aus so winzigen Strukturen zu erzeugen, dass sie sichtbares



Licht »rückwärts« brechen, erwies sich als extrem schwierig.

Forscher um Harald Gießen von der Universität Stuttgart haben das nun zumindest für Infrarotstrahlung geschafft. Mit einem speziellen Verfahren auf lithografischer Basis konnten sie nicht nur ein entsprechend kleines zweidimensionales Hufeisengitter erzeugen, sondern es auch in vier Lagen übereinanderschichten. Im Prinzip lassen sich mit ihrer Methode beliebig dicke Schichtstapel im Nanomaßstab produzieren. Statt einer Tarnkappe haben die Stuttgarter Forscher allerdings nützlichere Anwendungen im Sinn – etwa Linsen, die Licht auf einen Fleck fokussieren, der schmäler ist als die halbe Wellenlänge.

Nature Materials, Bd. 7, S. 31

SONNENSYSTEM

Fliegende Untertassen um Saturn

■ Mehr als ein Dutzend kleiner Monde umkreisen den Saturn innerhalb seines Ringsystems. Der gängigen Theorie zufolge ist ihr Ursprung eng mit der Entstehung der Ringe verbunden: Nach der Kollision kosmischer Eisklumpen oder früher Monde legte sich ein Großteil der kleinen Trümmer in Ringe um den Gasriesen, während die größeren Bruchstücke Satelliten bildeten.

Die Raumsonde Cassini hat die inneren Monde des Saturns nun exakt vermessen. Demnach weisen sie nur eine sehr geringe Dichte auf und sind zudem porös. Das spricht für ihre nachträgliche Entstehung aus kleineren Teilchen. Mit den neuen Daten modellierten Wissenschaftler um Carolyn Porco vom Cassini Imaging Central Laboratory for Operations in Boulder (USA) nun ein Entwicklungsszenario für die Trabanten, das die bisherige Theorie deutlich modifiziert.

Die Trümmerstücke früherer Kollisionen bilden demnach lediglich den Kern der Monde. Bis zu zwei Drittel ihrer Größe dürften die Trabanten erst allmählich hinzugewonnen haben, indem sie umliegendes Material aus den Saturnringen auf-sammelten. Dabei wuchsen sie, bis sie alle Partikel ihrer Umgebung verschluckt hatten – oder so groß geworden waren, dass sie von den Gezeitenkräften des Saturns zerrissen wurden.

Besonders kurios verlief die Entwicklung der Monde Atlas und Pan: Wahrscheinlich lagerten sie erst Material an, nachdem sich die Ringe des Saturns abgeflacht hatten. Am Äquator sind sie deshalb besonders breit und ähneln somit fliegenden Untertassen.

Science, Bd. 318, S. 1602



Der kleine Mond Atlas, der den Saturn in dessen Ringsystem umkreist, sieht aus wie eine fliegende Untertasse.

AFFEN

Behaarte Zahlenakrobaten

■ Die Schimpansendame Ai hat ein Faible für Mathematik. Gemeinsam mit ihrem Lehrer Tetsuro Matsuzawa von der Universität Kioto übt sie seit nunmehr zwei Jahrzehnten Zählen – mit beachtlichem Erfolg: Den Zahlenraum zwischen eins und neun beherrscht sie mittlerweile so perfekt, dass ihr das für ihresgleichen einmalige Kunststück gelang, Mengen nach der Größe zu ordnen und die Anzahl der enthaltenen Objekte korrekt zu beziffern.

Doch wie gut ist das Zahlengedächtnis von Affen wirklich? Selbst Biologen würden spontan sagen: bestimmt schlechter als unseres. Um das zu prüfen, unterzog Matsuzawa nun Universitätsstudenten und Schimpansen einem numerischen Gedächtnistest. Für die Affen traten drei Weibchen mit ihrem fünfjährigen Nachwuchs an – darunter auch Ai mit ihrem Sohn Ayumu. Sie alle hatten zuvor die aufsteigende Reihe der arabischen Ziffern gelernt.

Diese Ziffern erschienen im Versuch durcheinandergewürfelt auf einem berührungsempfindlichen Bildschirm und wurden nach kurzer Zeit verdeckt. Aus dem Gedächtnis mussten die Teilnehmer dann dorthin deuten, wo die Zahlen in der Reihenfolge von 1 bis 9 gestanden hatten. Die jungen Schimpansen lösten die Aufgabe am schnellsten und mit den wenigsten Fehlern. Anders als bei den Studenten und den erwachsenen Affen verschlechterte sich ihre Trefferquote auch nicht, als die Forscher die Zeit zum Einprägen verkürzten. Am besten schnitt Ais Sohn Ayumu ab – er hat sein Zahlentalent wohl von der Mutter geerbt.

Current Biology, Bd. 17, S. R1004



Auch nachdem die ungeordneten Ziffern auf dem Bildschirm verdeckt worden waren, konnten Affen anzeigen, wo sie in der Reihenfolge von 1 bis 9 gestanden hatten.



Da der neue molekulare Entfesselungskünstler luftempfindlich ist, betrachten ihn Forscher hier in gelöster Form in einer Handschuhbox unter Schutzgas.

CHEMIE

Entfesselungstrick mit Dreifachbindung

■ Bindungen zwischen Kohlenstoffatomen sind sehr stabil. Den einen Partner gegen einen anderen auszutauschen gelang deshalb lange nur auf komplizierten Umwegen. Umso frappierender war vor einiger Zeit die Entdeckung, dass ein solcher Tausch mit einem geeigneten Katalysator in einem einzigen Schritt möglich ist. Was noch mehr verwunderte: Dabei werden statt gewöhnlicher Einfach- sogar die besonders festen Doppelbindungen gebrochen und wieder geknüpft. Diese so genannte Metathese eröffnete ganz neue Synthesen unter schonenden Bedingungen und trug ihren Entdeckern deshalb 2005 den Nobelpreis ein.

Wissenschaftlern um Matthias Tamm von der Technischen Universität Braunschweig ist der gleiche Trick nun mit den noch festeren Dreifachbindungen gelungen – und zwar erstmals bei Raumtemperatur.

Schlüssel zum Erfolg war auch hier die Entwicklung geeigneter, inzwischen zum Patent angemeldeter Katalysatoren. Es handelt sich um Imidazolin-2-iminato-Alkyldinwolfram-Komplexe. Darin ist das Metall über eine Dreifachbindung mit einem Kohlenstoffatom verknüpft. Dadurch kann es den Paartausch zwischen anderen dreifach aneinander gebundenen Kohlenstoffatomen vermitteln, indem es sich ihnen vorübergehend als Bindungspartner zur Verfügung stellt.

Erste Anwendungen hat das Verfahren bereits bei der Synthese pharmakologisch aktiver Wirkstoffe gefunden. Zudem vereinfacht es die Herstellung von Farbstoffen für organische Leuchtdioden, die biegsame Bildschirme aus Plastik ermöglichen sollen. Erprobt wird auch sein Einsatz zur Synthese von Schmetterlingsduftstoffen.

Angewandte Chemie, Bd. 119, S. 9047

INSEKTEN

Umsturz im Bienenstaat

■ Kapbienen-Königinnen beherrschen die Jungfernzeugung und können so für ihre eigene Nachfolge gezielt Tiere hervorbringen, die identische Kopien von ihnen sind. Dadurch werden sie genetisch unsterblich und sichern ihrer klonalen Abstammungslinie die fortdauernde Herrschaft.

Allerdings nur theoretisch; denn bei den Kapbienen sind auch die Arbeiterinnen zur Jungfernzeugung fähig und bringen ebenfalls Klone von sich hervor. Bei anderen Bienenarten können Arbeiterinnen zwar gelegentlich Eier legen; doch entwickeln sich daraus nur Drohnen, die von eifersüchtigen Mitbewohnerinnen sofort aus der Brut entfernt werden. Da die geklonte Tochter mit ihrer Mutter genetisch identisch ist, wird sie dagegen geduldet. Dieser Domestikennachwuchs aber kann der

Königin den Herrschaftsanspruch streitig machen. Das entdeckten nun Forscher um Madeleine Beekman von der Universität Sydney (Australien), als sie die genetische Abstammung einzelner Kapbienen in sieben Bienenstöcken mit insgesamt 39 Weiselzellen untersuchten – das sind jene speziellen Waben, in denen die künftigen Königinnen aufgezogen werden. Das Ergebnis: Nur 16 Brutstätten enthielten tatsächlich Klone der Herrscherin – achtmal hatten dort hingegen Arbeiterinnen ihre geklonten Töchter untergebracht. In 15 Fällen stammte die Brut sogar von stockfremden Bienen. Diesen gelingt es offenbar problemlos, sich bei einem anderen Bienenvolk einzunisten – und dort ihr eigenes Herrschergeschlecht zu begründen.

Proceedings of the Royal Society B, Bd. 275, S. 345

PALÄONTOLOGIE

Würgerpilz aus dem Erdmittelalter

■ Dieser Pilz kannte keine Gnade. Er legte seine fadenförmigen Hyphen zu Schlaufen aus. Sobald ein Opfer – in der Regel ein Fadenwurm – hineingeriet, zog sich die Schlinge zu. Doch damit nicht genug: Um sicherzustellen, dass die Beute nicht entweichen konnte, sonderte der Ring ein klebriges Sekret ab. Für den Nematoden gab es nun kein Entrinnen mehr. Langsam begann der Pilz in das Tier hineinzuwuchern – und es dabei ganz allmählich zu verdauen.

Der hinterhältige Räuber lebte schon vor etwa 100 Millionen Jahren. Damit ist er der älteste bekannte Vertreter der fleischfressenden Pilze, die heute mit mehr als 200 Arten auf der Erde vorkommen. Forscher um Alexander Schmidt vom Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität in Berlin entdeckten ihn in Bernstein aus dem Südwesten Frankreichs. Darin sind Hyphen zu erkennen, von denen Schlingen abzweigen. Diese haben sich in manchen Fällen zu Ringen geschlossen und abgelöst.



Dieser Ring in einem etwa 100 Millionen Jahre alten Bernstein ist die Schlingfalle eines fleischfressenden Pilzes.

MUSEUM FÜR NATURKUNDE BERLIN UND SCIENCE / JAAAS

In ihrer Nähe befinden sich Nematoden als potenzielle Opfer.

Von einigen Hyphen knospen auch seitlich Sporen aus, aus denen teils hefeartige Kolonien hervorgegangen sind. Demnach bildet der Räuber, der einst in einem küstennahen Wald lebte, offenbar ein Übergangsstadium zwischen einer aquatischen Form ähnlich den Hefen zu jenen modernen fleischfressenden Pilzen, die im Boden leben.

Science, Bd. 318, S. 1741

Mitarbeit: Christoph Marty

»Kuckuck« im Ameisennest

Auf besonders dreiste Art ahmt ein Schmetterling in Dänemark den Kuckuck nach: Er lässt seinen Nachwuchs von Ameisen großziehen. Die Insekten halten die Raupen für verirrte Larven aus ihrer Kolonie, schleppen sie ins Nest und füttern sie auf Kosten der eigenen Brut. Forscher um David Nash an der Universität Kopenhagen fanden nun die Ursache der Täuschung: Der Ameisenbläuling stattet seinen Nachwuchs mit einer Haut aus, die derjenigen von Larven der Roten Gartenameise chemisch stark ähnelt. So fallen die Insekten auf den Geruch herein. Wie meist in solchen Fällen ist inzwischen aber ein Wetttrüsten zwischen Betrüger und Opfer in Gang gekommen. Wie die Forscher entdeckten, haben vereinzelte Ameisenkolonien angefangen, die chemische Zusammensetzung der Larven-Kutikula abzuwandeln, sodass sie vom Imitat wieder unterscheidbar wird.

