

Kernspintomograf für einzelne Proteine

Kernspintomografen, wie man sie aus dem Krankenhaus kennt, werden extrem feinfühlig. Ein Quantensensor, den ein Team um Jörg Wrachtrup, Professor an der Universität Stuttgart und Forscher des Stuttgarter Max-Planck-Instituts für Festkörperforschung, entwickelt hat, ermöglicht es, mit der Kernspinteknik die Struktur einzelner Proteine Atom für Atom zu untersuchen. Der Sensor, den die Forscher bereits 2013 vorstellten, besteht aus einem Stickstoffatom in einem winzigen Diamanten und nimmt magnetische Signale der Atome in einer Probe wahr. Die Wissenschaftler haben seine Auflösung nun so verbessert, dass sie die Signale verschiedener Atomsorten unterscheiden können. Das Verfahren könnte künftig helfen, Krankheiten im Frühstadium zu diagnostizieren, indem es erste defekte Proteine detektiert. Fehlerhafte Eiweißmoleküle lösen unter anderem die Creutzfeldt-Jakob-Krankheit aus. (www.mpg.de/11371513)

Der *Homo sapiens* ist älter als gedacht

In Marokko lebte der moderne Mensch schon vor 300 000 Jahren

Nach diesem Fund muss die Frühgeschichte des Menschen neu geschrieben werden: In Jebel Irhoud, ungefähr 100 Kilometer nordwestlich von Marrakesch, hat ein internationales Forscherteam unter der Leitung von Jean-Jacques Hublin vom Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie in Leipzig und Abdelouaded Ben-Ncer vom Nationalen Institut für Archäologie in Rabat, Marokko, Überreste des *Homo sapiens* sowie Tierknochen und Steinwerkzeuge entdeckt. Die Funde sind rund 300 000 Jahre alt und damit die ältesten sicher datierten fossilen Belege unserer eigenen Art.

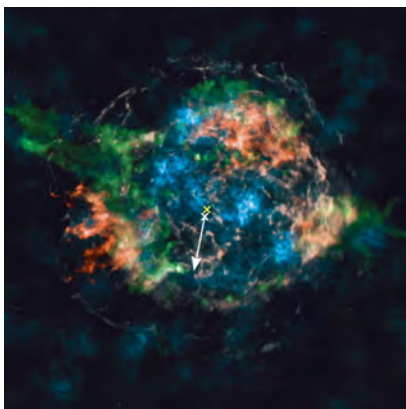
Die ältesten bisher bekannten *Homo sapiens*-Fossilien stammen aus Äthiopien und sind rund 100 000 Jah-

re jünger. Die meisten Forscher gingen deshalb davon aus, dass alle heute lebenden Menschen von einer Population abstammen, die vor etwa 200 000 Jahren in Ostafrika lebte. Die Fossilien aus Marokko zeigen hingegen, dass sich der *Homo sapiens* bereits vor rund 300 000 Jahren über ganz Afrika ausgebreitet hatte – lange bevor er neue Kontinente besiedelte.

Die Fundstelle Jebel Irhoud ist bereits seit den 1960er-Jahren für menschliche Fossilien und Steinwerkzeuge bekannt. Die Interpretation dieser Funde war jedoch wegen der unsicheren Datierung schwierig. Neue Ausgrabungen seit dem Jahr 2004 brachten weitere Skelettreste des *Homo sapiens* ans Licht. Insgesamt liegen 22 versteinerte Überreste von

Neutrinos treiben Supernovae an

Die Verteilung radioaktiver Elemente im Überrest Cassiopeia A gibt Einblick in die Explosion



Auffällige Asymmetrie: Titan (blau) und Eisen (weiß, rot) im Supernovaüberrest Cassiopeia A. Das gelbe Kreuz kennzeichnet das geometrische Zentrum der Explosion, ein weißes Kreuz und ein Pfeil geben die momentane Position und die Bewegungsrichtung des Neutronensterns an. Ein solches Szenario liefern auch Computermodelle.

Supernovae sind eine wichtige Quelle chemischer Elemente im All. Bei diesen Sternexplosionen entstehen im heißen Innern radioaktive Atomkerne, die über die unsichtbaren Vorgänge Aufschluss liefern können, welche zur Explosion führen. Mit aufwendigen Computerberechnungen gelang es Wissenschaftlern des Max-Planck-Instituts für Astrophysik und am RIKEN-Forschungszentrum in Japan, die jüngst gemessene räumliche Verteilung von radioaktivem Titan und Nickel in dem rund 340 Jahre alten Supernovaüber-

rest Cassiopeia A zu erklären. Das theoretische Szenario: Diese Elemente entstehen in dem heißen Auswurfmaterial nahe am Kern. Weil es im Stern brodelt, beginnt die von sogenannten Neutrinos getriebene Explosion asphärisch, und die Supernova schleudert die Materie stark richtungsabhängig aus. Im Fall von Cassiopeia A sollte daher der übrig gebliebene, kompakte Neutronenstern in die südliche Hemisphäre rasen, während sich die größten und hellsten Titanstrukturen mit der meisten Materie in der nördlichen Hälfte des Überrests finden. Und genau das wird im Einklang mit den Modellen in Cassiopeia A beobachtet. (www.mpg.de/11338259)

Die Ersten unserer Art: Zwei Ansichten einer zusammengesetzten Rekonstruktion der frühesten bekannten *Homo sapiens*-Fossilien. Die Form der Gesichtsschädel fällt in die Variation von heute lebenden Menschen. Der archaisch aussehende Gehirnschädel (blau) zeigt hingegen, dass sich die Gehirnform und möglicherweise die Gehirnfunktion innerhalb der *Homo sapiens*-Linie entwickelt haben.



Schädeln, Unterkiefern, Zähnen und Langknochen vor, die zu mindestens fünf Individuen gehören.

Die Fossilien dokumentieren eine frühe Phase der menschlichen Evolution. Das Team um den Geochronologie-Experten Daniel Richter vom Leipziger Max-Planck-Institut bestimmte das Alter der Fundschichten mithilfe der Thermolumineszenzmethode. Die Forscher verwendeten dafür die in den Schichten vorkommenden erhitzten Feuersteine. Das Verfahren macht sich

die natürliche Radioaktivität zunutze und misst, wie viel Zeit seit dem Erhitzen vergangen ist.

Anatomisch ähnelten die frühen *Homo sapiens* bereits heutigen Menschen: Wie die Forscher anhand der Computertomografie (micro-CT) mehrerer Originalfossilien herausfanden, hatten sie moderne Gesichtsschädel und eine moderne Zahnform. Die Gehirnschädel waren dagegen eher länglich und nicht rund wie bei heute lebenden Menschen. Dies deutet darauf hin, dass

sich die Form der Gesichtsknochen bereits zu Beginn der Evolution des *Homo sapiens* herausgebildet hat, während sich die Form und möglicherweise auch die Funktion des Gehirns erst innerhalb unserer Art entwickelten.

Die jüngsten Erkenntnisse führen nun auch zu einer Neubewertung umstrittener früherer Funde: Wissenschaftler ordnen ein etwa 260 000 Jahre altes Schädelfragment aus Florisbad in Südafrika nun ebenfalls dem *Homo sapiens* zu. (www.mpg.de/11322546)

Ein Fingerzeig für die Elektronik

Digitale Geräte lassen sich durch Gesten über dem Handrücken steuern

Smartwatches können ähnlich viel wie Smartphones, sind aber auch nicht gerade einfacher zu bedienen. Wer schon Schwierigkeiten hat, auf dem Bildschirm seines Handys etwa einen Punkt in einer Karte anzusteuern, dürfte es auf dem Display einer Uhr nicht einfacher haben. Ein internationales Team um Forscher des Max-Planck-Instituts für Informatik schafft da jetzt Abhilfe. Es präsentiert WatchSense – eine Eingabemethode, die Fingerbewegungen auf und über dem Handrücken in Steuersignale für eine Smartwatch, ein Tablet oder auch einen PC umwandelt. Zu diesem Zweck verfolgt ein am Unterarm befestigter Tiefensensor die Kuppen von Daumen und Zeigefinger, während diese über den Handrücken wandern. Die Positionen der Finger werden auf das elektronische Gerät übertragen. Auf dessen Display kann der Nutzer seine Eingabe direkt verfolgen. Wie die Forscher feststellten, lassen sich auf diese Weise etwa in einem Musikprogramm schneller ein neues Musikstück auswählen oder die Lautstärke regeln, als es über die herkömmliche Eingabe möglich ist.



Eine neue Form der Fernbedienung: WatchSense erlaubt es, elektronische Geräte wie etwa eine Smartwatch durch Fingerbewegungen auf und über dem Handrücken zu steuern, indem die Kuppen von Daumen und Zeigefinger verfolgt werden.

Lesenlernen verändert Gehirn auch bei Erwachsenen

Studie mit Analphabetinnen gibt Hinweise auf Ursache der Lese-Rechtschreib-Schwäche



Tief greifender Wandel: In Indien lernten Analphabetinnen in ihrer Muttersprache Hindi lesen. Dabei veränderten sich Gehirnareale, die bis dahin anderen Fähigkeiten zugeordnet waren.

Die Zeit seit der Erfindung der Schrift ist, evolutionär gesehen, ein Wimpernschlag. Im Gehirn konnte sich deshalb noch kein eigenes Lesearial entwickeln. Stattdessen werden beim Lesenlernen Hirnregionen umfunktioniert, die ursprünglich für die Erkennung komplexer Objekte wie etwa Gesichter konzipiert waren. Dass sich das Gehirn dabei weit mehr verändert als bisher angenommen, haben Forscher der Max-Planck-Institute für Kognitions- und Neurowissenschaften und für Psycholinguistik in einer Studie mit erwachsenen Analphabetinnen gezeigt. Während diese Frauen lesen und schreiben lernten, registrierten die Wissenschaftler Veränderungen, die bis in die Entwicklungsgeschichtlichen alten Regionen Thalamus und Hirnstamm hineinreichten. Bisher wurden angeborene Fehlfunktionen des Thalamus als mögliche Ursache der Lese-Rechtschreib-Schwäche diskutiert. Da sich jetzt gezeigt hat, dass sich diese Hirnregion bereits durch wenige Monate Lesetraining grundlegend verändern kann, scheint dies aber fraglich. (www.mpg.de/11312776)

Mit dem Griff des Geckos

Ein Greifer, der einem Saugnapf ähnelt und mit mikroskopischen Noppen versehen ist, packt verschiedene Gegenstände

Roboter dürften künftig besseren Halt finden, wenn sie einen Gegenstand fassen wollen: Ein Greifer, den Forscher des Max-Planck-Instituts für Intelligente Systeme in Stuttgart entwickelt haben, passt sich flexibel an unterschiedlich geformte Objekte an und hält diese auch zuverlässig fest, weil seine Oberfläche mit winzigen Noppen versehen ist. Solche Kontaktflächen, die von den extrem gut haftenden Härchen auf der Sohle eines Geckofußes inspiriert sind, gibt es zwar

bereits, bisher aber nur in Form starrer Materialien. Diese haften nicht an beliebig geformten Gegenständen. Der münzgroße Greifer der Stuttgarter Materialwissenschaftler ähnelt einem Saugnapf. Er schmiegte sich mithilfe eines Unterdrucks an verschiedene Formen an und kann etwa ein 300 Gramm schweres Glasgefäß halten, das mit einer Flüssigkeit gefüllt ist. (www.mpg.de/11315370)

Tasse und Tomaten – der Greifer der Stuttgarter Forscher fasst verschiedene Gegenstände und hält sie auch fest.



Jungbrunnen im Darm

Mikroorganismen junger Fische verlängern die Lebenserwartung älterer Artgenossen

Er verliert seine Pigmente, baut motorisch und mental ab, bekommt Krebs – der Türkise Killifisch kämpft mit ähnlichen Alterserscheinungen wie viele andere Lebewesen. Dabei ist der aus Afrika stammende Fisch erst wenige Monate alt, wenn der körperliche Verfall ein-

setzt. Mit dem Alter verändert sich, ähnlich wie beim Menschen, die Zusammensetzung der Bakteriengemeinschaft im Darm der Fische: Während in der Jugend viele verschiedene Bakterienarten für einen gesunden Verdauungstrakt sorgen, nimmt diese Diversität mit dem

die Mikroorganismen junger Killifische auf Tiere mittleren Alters übertragen. Mit der verjüngten Darmflora leben die Fische rund 40 Prozent länger. Zudem sind sie im greisen Alter von vier Monaten noch so agil wie junge Fische. Erhalten junge Fische die Mikroben aus dem Darm älterer Tiere, sinkt ihre Lebenserwartung dagegen nicht. Wie genau die Mikroben die Lebensdauer beeinflussen, ist noch unklar. Möglicherweise unterstützt die Darmflora aus einem jungen Organismus das Immunsystem und verhindert so, dass im Laufe des Lebens Krankheitserreger überhandnehmen. (www.mpg.de/11235969)



Schon nach wenigen Monaten beginnen die in der Jugend leuchtenden Farben des Türkisen Killifischs zu verblassen. Der rapide körperliche Verfall des Fisches im Alter hat weltweit das Interesse von Altersforschern geweckt.

Foto: Frank Vinken (oben); Numerisch-relativistische Simulation: S. Ossokine, A. Buonanno (Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik). Simulating extreme spacetimes project; Wissenschaftliche Visualisierung: T. Dietrich (Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik), R. Haas (NCSA) (unten)

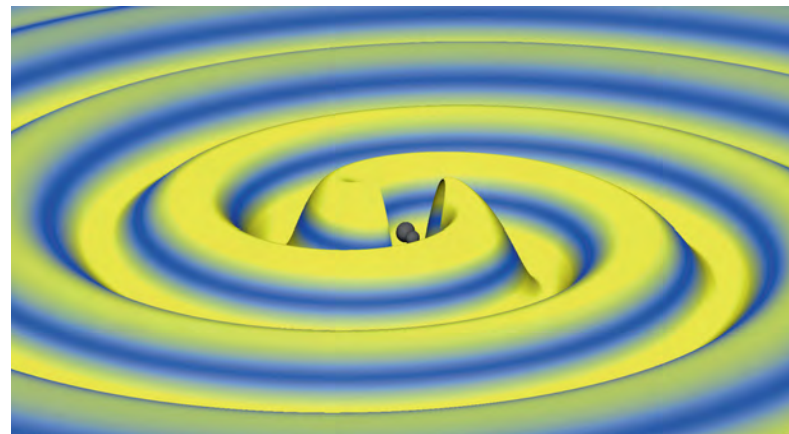
Gravitationswellen gehen zum dritten Mal in die Falle

Die LIGO-Detektoren beobachten ein Signal, das erneut am Albert-Einstein-Institut in Hannover entdeckt wird

Zum dritten Mal haben Forscher die von Albert Einstein vor 100 Jahren vorausgesagten Gravitationswellen nachgewiesen. Die beiden LIGO-Detektoren in den USA hatten am 4. Januar 2017 um 11:11:58,6 MEZ angeschlagen. Die Gravitationswelle mit der Bezeichnung GW170104 erreichte den Hanford-Detektor drei Millisekunden früher als den in Livingston – ein durch die Himmelsposition der Quelle bedingter Effekt. Zwei schwarze Löcher mit 31 und 19 Sonnenmassen waren zu einem einzigen mit 49 Sonnenmassen verschmolzen. Das Signal wurde zuerst am Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut) in Hannover gesehen. Dort untersuchte Alexander Nitz einige Kandidaten, die ein von ihm entwickeltes Analysesystem nahezu in Echtzeit identifizierte. Dabei stieß der Forscher zunächst auf ein vielversprechendes Signal in den Daten des Livingston-Detektors, da-

nach auch in jenen des Hanford-Instruments. Die jetzt beobachtete Gravitationsfalle füllt mit ihren 49 Sonnenmassen die Lücke zwischen den beiden zuvor von LIGO beobachteten verschmolzenen schwarzen Löchern und weist auf eine neue Klasse dieser Objekte hin. (www.mpg.de/11322709)

Die Quelle der Welle: Das Bild stammt aus einer numerischen Simulation des Gravitationswellen-Ereignisses GW170104, das durch die Verschmelzung zweier schwarzer Löcher erzeugt wurde. Die Stärke der Gravitationswelle wird sowohl durch die Höhe als auch durch die Farbe angezeigt; Blau steht für schwache, Gelb für starke Felder. Die schwarzen Löcher wurden um den Faktor zwei vergrößert, um die Sichtbarkeit zu verbessern.



Urmenschen-Erbgut im Höhlenboden entdeckt

Forscher können mit neuer Methode jahrtausendealte DNA aus Höhlensedimenten nachweisen

An vielen prähistorischen Fundstätten wurden Werkzeuge und andere von Urmenschen hergestellte Gegenstände zutage gefördert. Wer genau die Schöpfer waren, bleibt aber häufig offen, denn selten finden Archäologen menschliche Fossilien wie Knochen oder Zähne in den zu den Funden gehörenden Sedimentschichten. Doch Forschern des Max-Planck-Instituts für evolutionäre Anthropologie in Leipzig ist es gelungen, aus zwischen 14000 und mehr als 550000 Jahre alten Bodenproben winzige Erbgut-Bruchstücke zu fischen. Die Wissenschaftler konnten die DNA-Fragmente Neandertalern, Denisova- und modernen Menschen sowie verschiedenen ausgestorbenen Säugetieren zuordnen. Anhand der Erbgutspuren im Boden können Forscher also künftig die Anwesenheit von Urmenschen und anderen Säugerarten auch an Fundorten nachweisen, an denen keine auffälligeren Überreste gefunden wurden. (www.mpg.de/11246709)

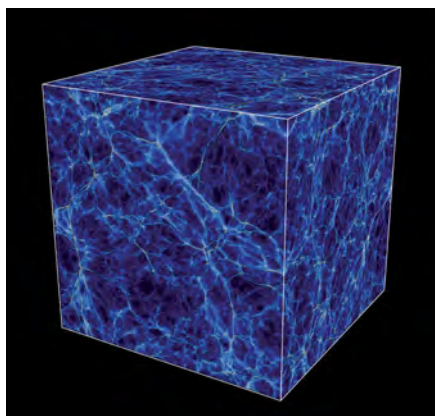


In der Höhle El Sidrón in Spanien haben Forscher DNA-Spuren im Boden gefunden. Während der Ausgrabungen tragen sie Schutzkleidung, um ihre Funde nicht mit eigener DNA zu verunreinigen.

Das kosmische Netz wird durchleuchtet

Astronomen vermessen mit dem Licht von Zwillingquasaren die Struktur des Universums

Die Materie im Raum zwischen den Galaxien bildet ein gewaltiges Netzwerk aus miteinander verbundenen Filamenten. Fast alle Atome im Universum sind Teil dieses kosmischen Netzes, die meis-



ten davon direkte Überbleibsel aus der Geburtsphase des Alls. Jetzt hat ein Team unter Leitung von Forschern des Max-Planck-Instituts für Astronomie die Feinstruktur des Netzwerks rund zwei Milliarden Jahre nach dem Urknall vermessen – mit einer neuen Methode, die das All mithilfe von Paaren sehr heller, nahe beieinanderstehender ferner Quasare durchleuchtet. Quasare sind die aktiven Kerne junger Galaxien. Mit der Untersuchung gelang es den Wissenschaftlern, in den kartierten, mehr als elf Milliarden Lichtjahre von uns entfernten Regionen noch Strukturun-

terschiede auf Größenskalen von nur einigen Hunderttausend Lichtjahren zu identifizieren – vergleichbar der Größe einzelner Galaxien. Dabei half das Licht von zwei Quellen (Quasaren), diese Unterschiede quantitativ zu beschreiben. Die Astronomen verglichen ihre Ergebnisse dann mit Supercomputer-Rechnungen, welche die Entwicklung kosmischer Strukturen vom Urknall bis zur Gegenwart nachstellen. Zur Freude der Forscher liefern diese Simulationen ein Universum, das ziemlich gut mit den Beobachtungsdaten übereinstimmt. (www.mpg.de/11255500)

Schnappschuss: Bild aus einer Supercomputer-Simulation des kosmischen Netzwerks vor 11,5 Milliarden Jahren. Die Forscher haben mehrere solcher Modelle erzeugt und sie anschließend mit den Quasarbeobachtungen verglichen, um Rückschlüsse auf die Eigenschaften des jungen Universums zu ziehen. Die Seitenlänge des gezeigten würfelförmigen Ausschnitts beträgt 24 Millionen Lichtjahre.

Übergewicht steigert Alzheimerisiko

Adipositas geht mit verringerter Vernetzung zwischen Hirnregionen einher

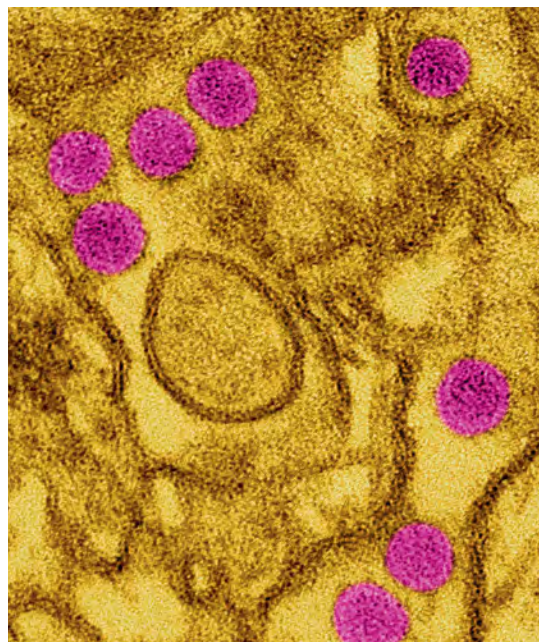
Starkes Übergewicht oder Adipositas steigert nicht nur das Risiko für Diabetes, Herzschwäche oder Arteriosklerose, sondern gefährdet offenbar auch das Gehirn. Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Kognitions- und Neurowissenschaften in Leipzig zufolge sind bei stark Übergewichtigen im Alter zwischen 60 und 80 Jahren manche Gehirngebiete schwächer miteinander verbunden. Dadurch können einzelne Regionen im sogenannten Default-Mode-Netzwerk schlechter zusammenarbeiten. Dieses Netzwerk wird aktiv, wenn wir

unseren Gedanken freien Lauf lassen, aber auch wenn wir beispielsweise eine Handlung planen oder uns erinnern. Eine geringere Verknüpfung innerhalb des Netzwerks ist wiederum ein früher Hinweis auf eine drohende Demenzerkrankung. Ältere, stark übergewichtige Menschen könnten also ein höheres Risiko für Alzheimer besitzen. Die Forscher wollen nun untersuchen, wie sich eine Umstellung der Ernährung auf das Netzwerk im Gehirn und die geistige Leistungsfähigkeit generell auswirkt. (www.mpg.de/11305130)

Im Labor vermehrte Zikaviren

Wissenschaftler schaffen wichtige Voraussetzung für die Produktion von Impfstoffen

In den letzten zehn Jahren hat sich das von der Ägyptischen Tigermücke übertragene Zikavirus von Afrika ausgebreitet und kommt inzwischen in rund 60 Ländern vor. Traurige Berühmtheit erlangte der Erreger kurz vor den Olympischen Spielen 2016 in Brasilien, als bekannt wurde, dass eine Infektion während der Schwangerschaft Neugeborene schädigen kann. Menschen außerhalb Afrikas besitzen keine natürliche Immunität. Wissenschaftler arbeiten deshalb an Impfstoffen gegen den Erreger. Forscher am Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme in Magdeburg haben nun gemeinsam mit einem Forscherteam in Brasilien erstmals Zikaviren in größeren Mengen im Labor vermehrt. Sie haben dazu Hamsterzellen an das Wachstum in einem flüssigen Nährmedium angepasst und mit Viren aus Brasilien infiziert. Nach knapp zwei Wochen konnten die Wissenschaftler aus Hochdichte-Zellkulturen fast 40 Millionen infektiöse Viren pro Milliliter ernten. Dank der Erkenntnisse können Forscher nun weitere Studien zum Zikavirus durchführen. (www.mpg.de/11257964)



Angefärbte Elektronenmikroskopie-Aufnahme von Zikaviren (violett) in Nierenzellen: Die Viren werden von Mücken auf den Menschen übertragen, sie können aber auch sexuell übertragen werden. Bekommen Schwangere das sogenannte Zika-Fieber, können ihre Babys nach der Geburt Wachstumsstörungen des Gehirns (Mikrozephalie) aufweisen.

Krebsdiagnose über den Atem

Tief einatmen und wieder ausatmen – so könnte ein Test auf Lungenkrebs in Zukunft aussehen. Heute sterben noch die meisten Lungenkrebspatienten innerhalb von fünf Jahren nach der Diagnose. Einer der Hauptgründe dafür ist, dass die Erkrankung erst zu spät bemerkt wird. Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Herz- und Lungenforschung in Bad Nauheim haben daher ein Verfahren entwickelt, das die Erkrankung bereits im frühen Stadium erkennen kann. Dazu haben sie Atemproben auf Spuren von RNA-Varianten des GATA6- und NKX2-Gens untersucht, die in entarteten und gesunden Zellen in unterschiedlichen Mengen entstehen. Mit einer neu entwickelten Methode können sie die im Atem in Spuren und zerstückelt vorkommenden RNA-Moleküle isolieren. In einer Untersuchung an gesunden Probanden und Krebspatienten bestimmte der Atemtest den Gesundheitsstatus von 98 Prozent der Teilnehmer korrekt. Damit hat die Methode eine derart hohe Trefferquote, dass sie im Klinikalltag zur Früherkennung angewendet werden und die herkömmlichen Verfahren ergänzen könnte. Mit Unterstützung der Technologietransferorganisation Max-Planck-Innovation suchen die Forscher nun Lizenzpartner, die den Atemtest zur Marktreife weiterentwickeln und vermarkten. (www.mpg.de/11236350)