

## Die Kraft der Müllkippe

Neue Technik verbessert Energiegewinnung aus Deponiegasen

Müllhalden sind für die meisten Menschen kein Quell der Inspiration. Der Ingenieur Ahmad Al-Halbouni hingegen entdeckt dort ungeahnte Möglichkeiten. Der Wissenschaftler vom Essener Gaswärme-Institut hat geprüft, welche Prozesse in Müllbergen ablaufen und ob sie sich für die Energiegewinnung nutzen lassen. Unter einer Deponie brodelt es mächtig, weil der Müll gärt und dabei Gase entstehen, die brennbares Methan enthalten. Liegt der Methanteil bei mehr als 35 Prozent, lassen sich Deponiegase in Motoren verbrennen. „In Kombination mit einem Blockheizkraftwerk kann Strom erzeugt werden, die Abwärme wird zum Heizen genutzt,“ sagt Ahmad Al-Halbouni.

Bisher gängig sind Blockheizkraftwerke, die mit dem Gas aus dem Müll angetrieben werden. In Schächten wird das Gas kanalisiert und zur Verbrennung nach oben in das Kraftwerk geführt. Dutzende solcher Speicher durchziehen das Gelände der Deponie Emscherbruch in Essen, die zu den größten Abfallhalden Deutschlands zählt. „Aus Deponiegas gewinnen wir Strom und Wärme für unsere Gebäude. Überschüsse speisen wir ins Netz ein“, berichtet Herrmann Melchior, zuständig für die Anlagentechnik der Essener Deponie. Jährlich wird hier aus Müllgas eine elektrische Leistung gewonnen, mit der sich 4000 Haushalte versorgen lassen.

Ein Brenner für schwache Gase

In den kommenden Jahren wird aber immer weniger Elektrizität erzeugt werden, weil kein neuer Hausmüll mehr gelagert werden darf, der Methan bildet. Denn seit Juni 2005 ist die Einlagerung von Hausmüll bundesweit verboten, der Abfall soll nun verbrannt werden. 200 Deponien wurden deshalb laut Umweltbundesamt schon geschlossen. Für diese stillgelegten Halden interessiert sich Ingenieur Al-Halbouni besonders. „Weil hier kein Hausmüll nachkommt, sinkt der Methananteil der Deponiegase ab“, erklärt er. „Es entstehen Schwachgase, die herkömmliche Motoren nicht mehr verbrennen können.“ Dieses Problem hat der Essener Forscher zusammen mit der Universität Bochum in den Griff bekommen: Die Wissenschaftler haben einen Brenner für Gasturbinen entwickelt, der Schwachgase mit einem Methananteil von weniger als 15 Prozent verbrennt. „Mit dieser Technik können wir auch aus den Gasen der stillgelegten Deponien in den nächsten 20 Jahren noch Strom erzeugen,“ erklärt Al-Halbouni. Auch der Umwelteffekt ist nicht zu unterschätzen, da Methan als Klimakiller gilt: Eine Tonne des Gases entspricht im Kyoto-Protokoll 21 Tonnen Kohlendioxid.

Mit dem sensiblen Brenner lassen sich nicht nur schwächer werdende Müllgasreserven weiter nutzen, sondern auch bis-

lang ungenutzte Potenziale neu erschließen: Schwachgase mit geringen Methananteilen wurden auf Müllhalden bislang abgefackelt. Mit der neuen Technik lässt sich nun auch aus den minderwertigen Gasgemischen Elektrizität erzeugen. „Die Entwicklung kann einen kleinen Beitrag zur Lösung der Energiekrise leisten“, sagt Professor Viktor Scherer, Inhaber des Lehrstuhls für Energieanlagen und Energieprozesstechnik an der Universität Bochum. Nach einer Berechnung des Essener Gas-Wärme-Instituts ließe sich mit der Verbrennung von Schwachgasen aus deutschen Deponien eine zusätzliche elektrische Leistung von rund 80 000 Kilowatt erzeugen. Das wäre genug, um fast 200 000 Haushalte mit Elektrizität zu versorgen.

Schwachgas kann im neuen Brenner verbrannt werden, weil ein ausgeklügeltes System von winzigen Bohrlochern in der Brennkammer für das richtige Luft-Gas-Gemisch sorgt. Bei herkömmlichen Brennersystemen wird die gesamte Luft auf einmal mit dem Gas verbrannt. Nun durchläuft der Verbrennungsprozess mehrere Stufen. Das erleichtert die Zündung der methanarmen Schwachgase. Ein Konsortium aus 30 Energieunternehmen, Stadtwerken und Gasgeräteherstellern fördert die Entwicklung. Im Oktober sollen die letzten Tests stattfinden. Danach wird der Brenner in Gasturbinen einsatzfähig sein.

„Einsatzmöglichkeiten bieten sich überall dort an, wo Schwachgase austreten,“ erklärt Scherer. Das ist in Kläranlagen und in Bergwerken der Fall, wo Grubengas entweicht, das bereits für die Strom- und Wärmeproduktion genutzt wird. „Auch in Gruben sinkt der Methananteil der Gase mit der Zeit ab. Hier würde unsere Technik ebenso helfen,“ sagt Viktor Scherer.

Das größte Potenzial für die Verbrennung von Schwachgasen liegt aber in der Landwirtschaft. Bislang entweicht viel Methan ungenutzt aus Misthaufen oder Sickergruben in die Atmosphäre. In Biogasanlagen könnte das Gas aber aufgefangen und in den sensiblen Brennern zur Strom- und Wärmeproduktion verbrannt werden.

Die Zahl der Biogasanlagen hat stark zugenommen, seitdem mit der Novellierung des Gesetzes für Erneuerbare Energien 2004 die Einspeisung von Strom aus Biogas stärker als bisher gefördert wird. „In Deutschland erzeugen heute 2700 Anlagen eine elektrische Leistung von 650 Megawatt,“ sagt Andrea Horbelt, Sprecherin des Fachverbandes Biogas. Dies entspricht der halben Leistung eines Kernkraftwerks. Die größte Gasquelle bleibt jedoch ungenutzt: Das meiste Methan entweicht weltweit aus dem Verdauungstrakt von Kühen. „Da kommen wir nicht ran“, sagt Ingenieur Al-Halbouni. „Hier ist die Forschung einfach machtlos.“ TORSTEN SCHÄFER



In Müllhalden laufen unzählige chemische Prozesse ab. Oft entweicht dabei Methan, ein brennbares, klimawirksames Gas. Dieses war bislang nur in höheren Konzentrationen als Energieträger nutzbar. Ingenieure haben nun einen Brenner entwickelt, der ein Luftgemisch mit nur 15 Prozent Methan verbrennt. Auf diese Technik hoffen nun auch die Betreiber von Biogasanlagen. Foto: ddp

## Erkenntnis über das Erkennen

Die Fähigkeit des Menschen, Gesichter zu unterscheiden, ist offenbar vor allem eine Frage der Übung

Die Unterschiede sind meist winzig: die Formen von Nase, Mund und Augen, ihre Abstände zueinander, die Höhe der Wangenknochen und der Stirn. Lange haben Neuroforscher gerätselt, auf welche Weise das menschliche Gehirn dennoch treffsicher Gesichter unterscheiden kann. So komplex ist diese Aufgabe, wie erstmals 1969 der amerikanische Psychologe Robert Yin in einem Experiment herausfand, dass man ein Porträt nur auf den Kopf stellen muss, und schon ist der Gesichtserkennungsdienst im Hirn des Betrachters überfordert. Weil dies bei anderen Objekten wie Häusern oder Autos nicht so ist, vermuteten Neuroforscher bislang, dass der Mechanismus der Gesichtserkennung im Hirn ganz anders, komplizierter und offenbar abgelöst von der Verarbeitungsweise schlichterer Betrachtungs-Objekte funktioniert.

Doch nun geraten die darauf gegründeten Theorien ins Wanken. „Der Umkehr-Effekt zeigt gerade nicht, dass Gesichter uns besondere Leistungen abverlangen, sondern nur, dass wir in ihrer Erkennung besonders geübt sind, weil Gesichter für uns besonders wichtig sind. Wir nehmen sie genauso wahr wie andere Gegenstände auch – nur hat das Gehirn so viel Training darin, dass wir die eingübte Verarbeitungsweise nicht ablegen können“, sagt der Neuroforscher Maximilian Riesenhuber von der amerikanischen Georgetown University. Mit den Ergebnissen seiner jüngsten Studie (*Neuron*, Bd. 50, S. 159, 2006) könnte der Sohn des früheren deutschen Wissenschaftsministers Heinz Riesenhuber die Erforschung von Wahrnehmungsprozessen im Gehirn in eine neue Richtung lenken.

Für Menschen zum Beispiel, die unter Gesichtsbildheit (Prosopagnosie) leiden und zwar Häuser und Autos, nicht aber ihre Mitmenschen unterscheiden können, bestünde demnach die bislang nicht erwogene Chance, dass sie das Erkennen von Gesichtern durch viel Training von Grund auf erlernen. Nach einer Erhebung von Thomas Grüter vom Institut für Humangenetik in Münster leiden zwei Prozent der Bevölkerung unter Pro-

sopagnosie. Und weil diese auch oft mit Autismus einhergeht, versprechen sich Riesenhuber und sein Team weitere Erkenntnisse: Die nationalen Gesundheitsbehörden in den USA fördern sein Folgeprojekt zur Autismusforschung.

Riesenhubers Beobachtungen verraten nämlich, dass das Gehirn gar keine komplizierten Berechnungen anstellt, um etwa die Größe einzelner Nasen- oder Augen-Partien und ihre Relationen zueinander zu erfassen. Vielmehr nehme eine auf die Gesichtserkennung spezialisierte Neuronengruppe jedes Gesicht als „Gesamtgestalt“ wahr und verarbeite kleine Unterscheidungsmerkmale in winzigen Abweichungen der gruppeninternen Aktivität – ähnlich wie es weniger spezialisierte Neuronen bei der Betrachtung anderer Objekte tun. Das haben Riesenhuber und seine Kollegen mit Hilfe eines Kernspintomographen herausgefunden, während diese computergenerierte Gesichtsbilder betrachteten.

Hunde auf den Kopf gestellt

Riesenhubers Team zeigte den Probanden zwei unterschiedliche Gesichter an den Enden einer Porträtreihe. Zur Mitte der Reihe hin waren die zwei Gesichter immer stärker miteinander vermischt. „Wenn ich die Gesichter einander nach und nach angleiche, sehe ich, wie sich bei der Betrachtung auch die Neuronen-Aktivität angleicht“, sagt Riesenhuber. Und im selben Maß nehme auch die Fähigkeit der befragten Testpersonen ab, die zwei Gesichter zu unterscheiden: Eine Art von Hirnaktivität, die auch jener bei der Wahrnehmung anderer Objekte wie Autos entspreche, „nur ist bei der Betrachtung von Autos einerseits die Zahl der beteiligten Neuronen geringer“, sagt Riesenhuber.

Andererseits habe sich – offenbar aufgrund geringeren Trainings – bei den meisten Menschen keine spezialisierte Gruppe benachbarter Neuronen zur Erkennung von Autos oder Häusern gebildet. Bei der Gesichtserkennung hingegen wird eine spezielle Zellgruppe, die FFA

(fusiform face area) auf der Hirnrinde hinter dem Ohr aktiv.

Bislang hatten Neuroforscher angenommen, dass nur dieser FFA-Bereich im Hirn es ermögliche, Gesichter zu erkennen. Gesichtsblinde, bei denen die FFA-Neuronen offenbar gestört sind, galten als Beleg für die Einzigartigkeit dieses Mechanismus. Durch die Unfähigkeit des Menschen, auf den Kopf gestellte Porträts zu erkennen, schien belegt, dass die FFA ganz anders arbeite als die Erkennungs-Mechanismen für andere Objekte.

In Vergessenheit sei darüber jedoch eine ältere Studie von 1986 geraten, sagt Riesenhuber, in der die Psychologen Rhea Diamond und Susan Carey vom Massachusetts Institute of Technology sich mit Preisrichtern befasst hatten, die seit Jahren auf Hundeschau den Körperbau von Rassetieren begutachteten: Diese Männer und Frauen konnten anhand auf den Kopf gestellter Bilder von Hunden die Körper-Qualitäten der Tiere nicht erkennen. „Das war der erste Hinweis, dass es gar nicht um die Objekte der Betrachtung, Gesichter, Hunde, Autos oder Häuser geht, sondern allein um die Erfahrung mit einem Objekt der Betrachtung“, sagt Riesenhuber. Auch die Erkennung von Gesichtern scheine sich demnach trainieren zu lassen. „Dann nehmen vielleicht andere Hirnareale als die FFA diese Aufgabe wahr.“

Riesenhubers Team hat die Hypothese jetzt auch mit Bildern von Autos an Normalbürgern und ausgewiesenen Auto-Experten überprüft. „Sie scheint sich zu bestätigen“, sagt Riesenhuber. Die Auto-Experten hätten demnach mehr Schwierigkeiten, auf den Kopf gestellte Modelle zu identifizieren als andere Menschen. „Auch an Schmetterlings-Experten ist dieser Inversionseffekt jüngst gezeigt worden, sie konnten die Tieren nicht mehr so gut zuordnen, weil ihre Schmetterlings-Neuronen wohl ähnlich scharf getunt sind wie bei gewöhnlichen Menschen die FFA-Neuronen.“

„Diese Ergebnisse sind interessant“, urteilt Hanspeter Mallot von der Universität Tübingen. „Denn sie zeigen, dass auch Gesichtserkennung Übungssache

ist.“ So ließe sich zum Beispiel auch erklären, warum es Europäern schwer fällt, asiatische Gesichter zu unterscheiden und Asiaten umgekehrt, europäische Gesichter auseinander zu halten. „Sie haben nicht so viel Übung darin.“

Dennoch warnt Mallot davor, die Einzigartigkeit dieser Leistung und ihre Kopplung an ein eigenes, spezielles Hirnareal zu ignorieren. „Babys etwa zeigen noch keine Spezifität für aufrechte Gesichter und damit keinen Inversionseffekt.“ Vermutlich werde der Hirnbereich FFA also erst später auf die Wahrnehmung aufrechter Gesichter trainiert. Ob bei einer Schädigung der FFA auch andere Hirnregionen die Aufgabe der hochspezialisierten Neuronengruppe übernehmen können und sich Prosopagnosie-Betroffenen durch Training helfen lässt, bliebe dann offen.

„In dieser Studie wird schlichtweg behauptet, dass die Erkennung von Gesichtern keine einzigartig komplexe Aufgabe sei“, kritisiert auch der Neuroinformatiker Christoph von der Malsburg von der Universität Bochum. „Aber wir benötigen dazu Spezialfunktionen. Wir können Gesichter zum Beispiel ja auch bei unterschiedlicher Beleuchtung und Perspektive wiedererkennen, und zwar nur, weil unser Gehirn auf hochkomplexe Weise Gesichtsmuster erzeugt – ein riesiger Aufwand, der in Riesenhubers Studie völlig ignoriert wird.“

Der Mitautor der Studie, Volker Blanz, der an der Universität Siegen Computergraphik lehrt und die digitalen Porträts von Riesenhuber generiert hat, sieht in der angeblichen Schlichtheit der menschlichen Gesichtserkennung hingegen einen großen Nutzen – allerdings für die Informatik: „Vom Hirn können wir lernen, dass die Gesichtserkennung offenbar auch technisch einfacher lösbar sein muss als bislang angenommen. Ein einfacher Code, ein so genanntes Spars Coding, müsste ausreichen, um künftige Rechensysteme zur Gesichtserkennung zu programmieren.“ Wie genau, lasse sich zwar noch nicht beantworten. Die Idee wollten er und seine Fachkollegen aber verfolgen. PHILIP WOLFF

## Speckgürtel im Erbgut

Eine häufige Genvariante beeinflusst das Körpergewicht

Wer sich schon immer machtlös gegen Hungergefühle wähnte, darf sich bestätigt fühlen – zumindest zu 2,5 Prozent. So groß ist der Einfluss einer Genvariante auf das Körpergewicht, die eine internationale Forschergruppe unter deutscher Beteiligung neu entdeckt hat. Eine einzige Punktmutation, bei der ein Basenpaar im genetischen Code gegen ein anderes vertauscht ist, macht den Unterschied: Bei jedem zehnten Menschen stehen an einer Stelle die Basenpaare CC, bei allen anderen CG oder GG. Menschen mit der CC-Variante bringen im Durchschnitt zwei Kilogramm mehr auf die Waage, wie Hans-Erich Wichmann und Thomas Meitinger vom GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit nahe München an rund 4000 Freiwilligen aus Augsburg nachgewiesen haben. „Die Probanden wogen im Durchschnitt 75 Kilogramm, mehr als zwei Prozent von diesem Gewicht bestimmt also die CC-Variante“, rechnet Meitinger vor. Er betont aber auch: „Für den Einzelnen bedeutet das überhaupt nichts.“

Das Gewicht beeinflussen noch viele weitere genetische und äußere Einflüsse. „Wenn man das Erbgut von 1000 SZ-Lesern analysieren würde, darunter 100 CC-Menschen gefunden hätte und sie auf eine riesige Balkenwaage stellen würde, müsste man 102 Menschen mit den anderen Genvarianten auf die andere Seite stellen, um das Gewicht auszugleichen“, sagt Meitinger. Aber natürlich gäbe es auf jeder Seite Dicke und Dünne.

Insgesamt entscheiden die Gene zu etwa 50 Prozent über das Gewicht. „Der Einfluss der Gene ist aber keinesfalls eine Entschuldigung für Übergewicht“, sagt Hans-Erich Wichmann. „Durch die veränderten Lebensgewohnheiten hat sich die Zahl der Fettleibigen in Deutschland in den letzten 20 Jahren verdoppelt, jede dritte Frau und jeder vierte Mann sind hierzulande adipös.“

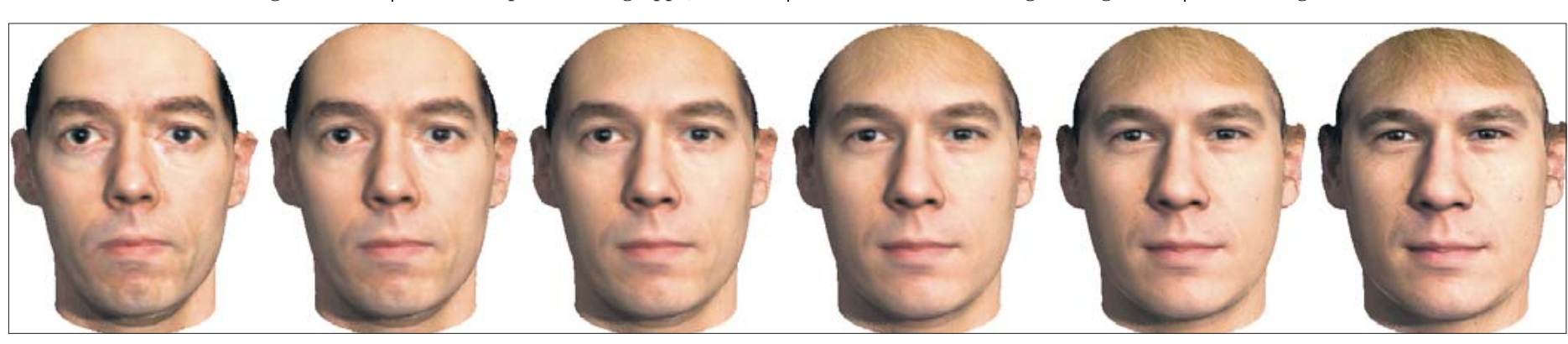
Die eigentliche Bedeutung ihres Fundes sehen die Forscher in den Erkenntnissen, die sich langfristig ableiten lassen. Denn die Punktmutation liegt nahe des schon länger bekannten Gens INSIG2 (insulin-induced gene 2), das die Synthese von Fettsäuren und Cholesterin hemmt. Ob die Punktmutation selbst einen Einfluss auf das Gen hat oder ob sie nur ein Marker für eine andere Mutation auf dem Gen selbst oder in dessen Nachbarschaft ist, weiß man noch nicht. Doch in jedem Fall könnte sich der von INSIG2 bestimmte Stoffwechselweg als bedeutsam für die Entstehung von Übergewicht und Fettleibigkeit erweisen und vielleicht auch ein Angriffspunkt für künftige Medikamente sein.

Bedeutsam ist der Fund auch, weil er die Wirksamkeit der Untersuchungsverfahren unter Beweis stellt, mit denen Humangenetiker die Gene auf relevante Variationen durchforsten. An etwa zehn Millionen Stellen unterscheidet sich das menschliche Erbgut und mit modernen DNS-Chips kann man es inzwischen in großem Maßstab analysieren. Auf die INSIG2-Variante waren zunächst Forscher von der Universität Boston gestoßen, die Gene und BMI (Body Mass Index) von 700 Probanden miteinander verglichen. Dabei benutzten sie einen Chip, mit dem man 100 000 Punktmutationen auf einmal untersuchen kann. „Inzwischen verwenden wir schon Chips für 500 000 Mutationen, und bis zum Jahresende soll ein Chip mit eine Million Mutationen auf den Markt kommen“, sagt Meitinger.

Starken Einfluss auf das Gewicht haben nur wenige, äußerst selten auftretende Mutationen, unter ihnen manche, die krankhafte Fettleibigkeit verursachen. Daneben gibt es aber noch viele Punktmutationen, die in der Bevölkerung häufig sind, aber jeweils nur geringen Einfluss auf das Gewicht ausüben. Die jetzt gefundene ist die zweite Genvariante, die sich auf das Körpergewicht auswirkt, und hat von beiden die weitaus größere Wirkung. Doch auch um diese nachzuweisen, mussten die Forscher insgesamt 13 000 Menschen analysieren. Sie fanden die CC-Variante in Schwarzen genauso häufig wie in Europäern – es muss sich daher um eine alte Mutation handeln, die schon existierte, bevor sich die Menschheit von Afrika aus über die ganze Welt verbreitete. Johannes Hebebrand von der Universität Duisburg-Essen wies mit seinem Team überdies nach, dass die CC-Variante auch überdurchschnittlich häufig bei fettleibigen Kindern zu finden ist. Neben INSIG2 dürfte es aber noch bis zu hundert weitere Mutationen geben, die in einem komplexen Wechselspiel überdick oder dünn entscheiden.

Wenn Genforscher mit immer leistungsfähigeren Chips weitere relevante Genvarianten entdecken, könnte eines Tages ein differenziertes Genprofil darüber Auskunft geben, wie gefährlich Hamburger und Pommes für den Einzelnen sind. Immerhin scheinen Menschen auf das Wissen um den Einfluss der Gene nicht mit Resignation zu reagieren, wie die Psychologin Anja Hilbert herausgefunden hat, die an der Universität von Marburg eine Forschungsgruppe zur Adipositas leitet. „Die Menschen überschätzen häufig sogar den Einfluss der Gene“, so Hilbert. „Aber nach unseren Untersuchungen hat das keine Auswirkung auf das Diätverhalten.“ BIRGIT HERDEN

SZdigital: Alle Rechte vorbehalten - Süddeutsche Zeitung GmbH, München  
Jegliche Veröffentlichung exklusiv über www.diz-muenchen.de



Wer den Computergrafiker Volker Blanz (links) betrachtet, dessen Gehirn tut etwas anderes als wenn es den Neuroforscher Maximilian Riesenhuber (rechts) sieht. Verschmelzen die Porträts zur Mitte hin, wird auch die Hirnaktivität ähnlicher und die Neuronen nehmen nur noch eine „Gesamtgestalt“ wahr. Blanz/Univ. Siegen

## Knolle schützt Pflanze

Knoblauch könnte als Bio-Pestizid zum Einsatz kommen

Knoblauch könnte ein wichtiges Pflanzenschutzmittel in der ökologischen Landwirtschaft werden. Biologen vom Institut für Pflanzenphysiologie der RWTH Aachen haben herausgefunden, dass das in Knoblauch enthaltene Alliin ein hochwirksames Antibiotikum gegen ein breites Spektrum von Bakterien- und Pilz-Schädlingen bei Gemüsepflanzen ist. Das Team um Alan Slusarenko konnte mit verdünntem Knoblauchsaft typische Krankheiten wie die Kraut- und Knollenfäule an Kartoffel und Tomate oder die Auflauf-Krankheit bei der Möhre lindern. Auch die weltweit häufig auftretende Reisbräune konnte mit dem streng riechenden Saft bekämpft werden. Die Forscher gehen davon aus, dass bereits in den nächsten ein bis zwei Jah-

ren Knoblauchsaft zur Schutzbehandlung von Saatgut eingesetzt werden kann. Vertreter der Samenindustrie haben bereits Interesse signalisiert. Auch der Einsatz in Gewächshäusern soll schon in wenigen Jahren möglich sein. Für die Anwendung von Knoblauchsaft im Ackerbau muss allerdings noch geklärt werden, wie widerstandsfähig Pflanzenschutzmittel auf Knoblauchbasis gegen Regen und Temperaturschwankungen sind. Unklar ist auch, ob hohe Dosen solcher Mittel den Geschmack von Gemüse beeinträchtigen können. „Theoretisch ist denkbar, dass ein Knoblauchgeschmack zurückbleibt“, sagt Slusarenko. Auch die Zulassung des Wirkstoffs Alliin als Pflanzenschutzmittel ist noch ungeklärt.

## Die Säuren des Prometheus

Weshalb die Leber immer wieder nachwächst

Prometheus verschaffte sie unaufhörliche Qualen, Leberkranken bedeutet sie eine Chance: die Fähigkeit der Leber nachzuwachsen. Nicht nur beim Göttersohn, auch bei gewöhnlichen Sterblichen erneuert sich das Organ – selbst wenn eine halbe Leber entfernt wurde. Rätselhaft blieb bisher, wie Leberzellen bemerken, dass Gewebe fehlt, was sie zur Vermehrung anregt und warum das Leberwachstum nach Erreichen der normalen Größe stoppt. Offenbar liefern die in der Leber gebildeten Gallensäuren die entscheidenden Signale, fanden texanische Forscher nun an Mäusen heraus (*Science*, Bd. 312, S. 233, 2006).

Gallensäuren sind für den Körper wichtig, etwa zur Verdauung von Fetten; in zu hoher Konzentration sind sie aber

giftig. Wird die Leber verletzt, steigt die Produktion der Gallensäuren an. Die Leberzellen reagieren mit vermehrtem Wachstum, um der Flut Herr zu werden. Entscheidend ist dabei offenbar ein Molekül, an das sich die Säuren binden, der Farnesoid-X-Rezeptor (FXR). Wird FXR durch die Anknüpfung aktiviert, regt er die Leberzellen zur Teilung an, die dann überschüssige Gallensäuren abbauen. Wenn sich dadurch die Gallensäure-Konzentration normalisiert, endet das Wachstum der Leber. In den texanischen Versuchen wuchs das Organ von genmanipulierten Mäusen, denen FXR fehlte, sehr viel langsamer als das von normalen Mäusen, wenn ein Teil der Leber entfernt wurde. Fast ein Drittel der Tiere ohne FXR starb nach der Operation. rsw