



Knochenmarkkrebs
Bessere Lebensqualität
für Patienten. Seite 63

Der Nase nach
Der Duftforscher Hanns
Hatt im Porträt. Seite 59

Jung bleiben
Warum Stubenhocker
nicht altern. Seite 61

Operieren ohne Skalpell

Zürcher Mediziner führen erstmals Gehirnoperationen durch, ohne die Schädeldecke zu öffnen. Nur mit intensivem Ultraschall schalten sie fehlerhafte Nervenzellen aus. *Von Irène Dietschi*

Nichts weniger als «revolutionär», gar ein «Paradigmenwechsel in der Geschichte der Neurochirurgie»: Es sind starke Begriffe, die Daniel Jeanmonod, Neurochirurg am Universitätsspital Zürich, und Ernst Martin, Leiter des Magnetresonanzzentrums am Universitäts-Kinderspital, für ihre neue Operationstechnik verwenden. Ihnen ist gelungen, was unvorstellbar schien: Operationen am Hirn durchzuführen, ohne dabei die Schädeldecke zu öffnen. Bald werde er das Skalpell wohl für immer zur Seite legen, sagt Jeanmonod.

Sein neues chirurgisches Instrument ist der fokussierte Hochenergie-Ultraschall. Bei diesem Hightech-System durchdringen über 1000 hochenergetische Ultraschallbündel von allen Seiten den intakten Schädelknochen, um im Innersten des Gehirns Zellen mit Fehlfunktionen auszuschalten. Im Vergleich zur diagnostischen Anwendung des Ultraschalls in der Medizin werden bei der neuen Operationstechnik um viele Grössenordnungen stärkere Schallwellen erzeugt. Trotzdem sei die Methode schonend, präzise und ohne Nebenwirkungen, sagen die beiden Mediziner. «Es ist ein enormer technologischer Aufwand, hinter dem 50 Jahre Entwicklung stecken, um ein paar winzige Löchlein im Gehirn zu machen», erklärt Ernst Martin.

Weniger aggressive Methoden

Andere Kliniken verfolgen die Zürcher Entwicklung mit grossem Interesse. Denn die Hirnchirurgie sucht intensiv nach Operationsmethoden, die «weniger aggressiv» seien als die der Vergangenheit, wie Karl Schaller, Chefarzt Neurochirurgie am Universitätsspital Genf, erklärt. «Dafür könnte hochfokussierter Ultraschall durchaus in Frage kommen», sagt er. Sein Kollege Andreas Raabe vom Inselspital Bern glaubt, der Ansatz könnte vor allem Patienten mit Hirnfunktionsstörungen helfen. «Man sieht hier Effekte, die man zum Beispiel mit Strahlen oder Elektrostimulation nicht erreicht.»

Für Manfred Minchau war die Ultraschall-Operation in der Tat «revolutionär»: Sie bedeutete für den Druckerei-Angestellten aus Dietikon das Ende

einer Odyssee mit unerträglichen Schmerzen. Vier Monate nach dem Eingriff fühlt er sich «wie ein neuer Mensch», nach fast zehn Jahren Schmerzmisere blüht er auf. Er hat wieder Freude am Radfahren, an Gartenarbeit und Ausflügen mit seiner Frau ins Grüne. «All das konnte ich früher nicht mehr geniessen.»

Ein gutartiger Nerventumor, ein sogenanntes Neurinom, markierte den Anfang seines Leidens. Manfred Minchau wurde im Jahr 2000 zwar erfolgreich operiert, doch der Tumor hatte Nervenfasern verletzt, was bei ihm starke Schmerzen und Verkrampfungen im rechten Arm auslöste. «Dagegen half nichts», erzählt er. Die Medikamente machten ihn «nur kaputt». Die Behandlung in einer Schmerzklinik, wo ihm die Ärzte ein Gerät zur Elektrostimulation einpflanzten, hatte nicht den gewünschten Effekt.

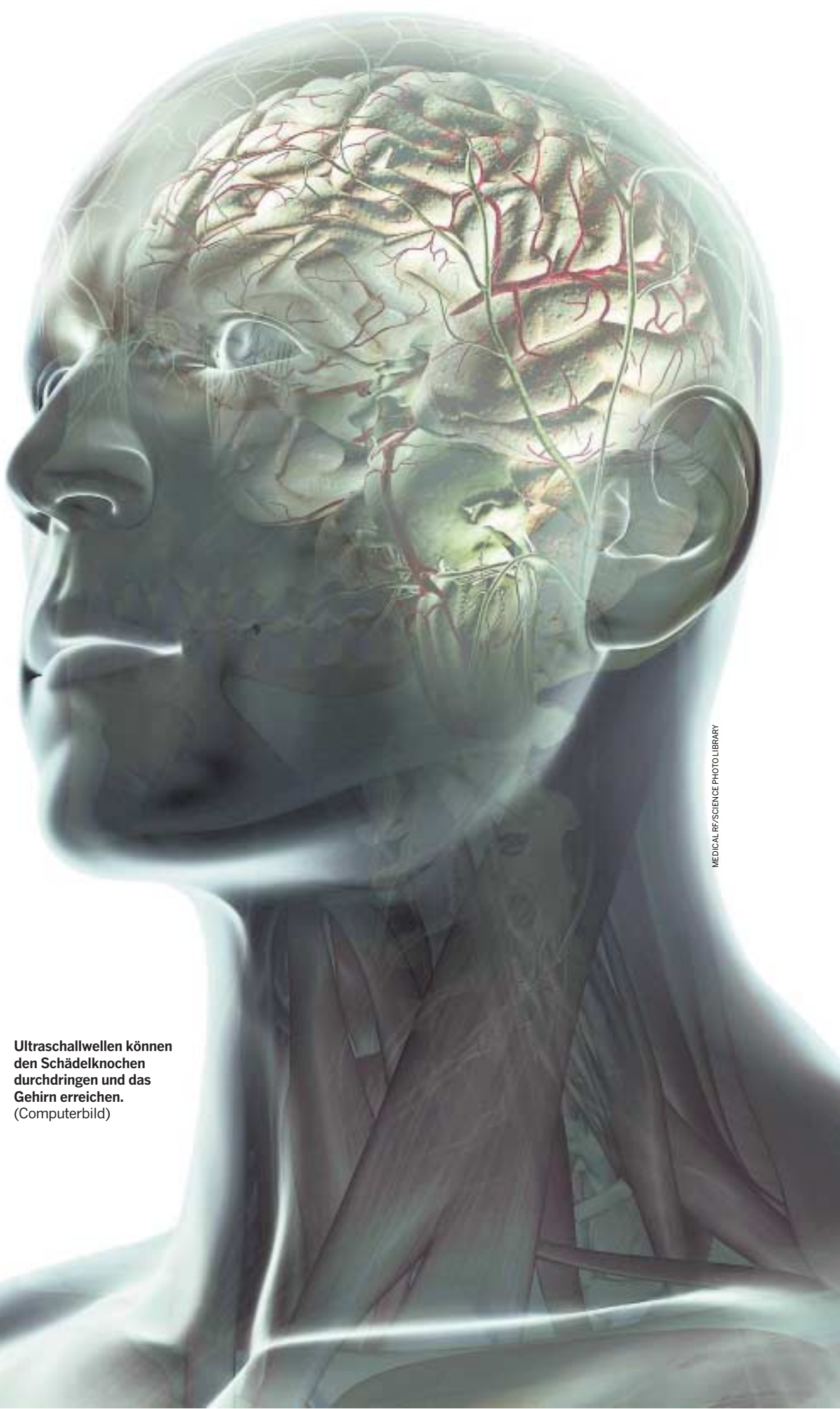
Problem im Thalamus

In der neurochirurgischen Abteilung des Zürcher Universitätsspitals wurde er vom Hirnchirurgen Daniel Jeanmonod untersucht. Dieser ortete das Problem im Gehirn, genauer: im Thalamus, dem zweiseitigen Kern im Zentrum der beiden Hirnhälften, rund acht Zentimeter unter der Schädeldecke. Dort war ein winziges Zellareal aus dem Lot geraten und bewirkte den chronisch gewordenen Schmerz.

Eine solche Funktionsstörung im Gehirn kann ganz unterschiedliche Symptome auslösen. Bei Parkinsonpatienten lässt sie die Hände zittern, Tinnitus-Geplagten raubt sie die Ruhe, Beinamputierte belastet sie mit Phantomschmerzen, und bei manchen Menschen löst sie epileptische Anfälle aus. All diesen Erkrankungen liegt fast der gleiche Mechanismus zugrunde: eine Rhythmusstörung, die von defekten Zellen des Thalamus ausgeht. Manfred Minchau nahm das Angebot des Professors, mit Hilfe einer neuen Methode die fehlerhaften Hirnzellen «auszumustern» und womöglich schmerzfrei zu werden, ohne zu zögern an.

Der 60-Jährige ist einer von zehn Patienten mit Nervenschmerzen, die zwischen Herbst 2008 und Frühling 2009 innerhalb einer Sicherheitsstudie am Zürcher Kinderspital mit der neuen Hochenergie-Ultraschalltechnik behandelt worden sind. «Wir sind zurzeit weltweit die Einzigen, die an Patienten erfolgreiche nichtinvasive Interventionen am Gehirn mit dieser Methode durchführen», erklärt Martin.

Was mit dem fokussierten Ultraschall zurzeit experimentell geschieht, praktiziert Daniel Jeanmonod schon seit längerem auf konventionelle chirurgische Art. Mit einer hauchdünnen Sonde dringt er etwa bei Parkinsonpatienten durch eine winzige Öffnung im Schädel durch den Hirnmantel zum Thalamus vor und zerstört dort fünf Millimeter kleine Zellregionen, in-



Ultraschallwellen können den Schädelknochen durchdringen und das Gehirn erreichen.
(Computerbild)



Patient Manfred Minchau und die Mediziner Ernst Martin und Daniel Jeanmonod (von links).

► Fortsetzung
Seite 58



Die OP wird mit bildgebenden Verfahren überwacht, der Kopf millimetergenau fixiert. Unten: Patient Minchau (Mitte) und die Ärzte Jeanmonod und Martin nach der OP.

Operieren ohne ...

◀ Fortsetzung von Seite 57

dem er sie erhitzt. Vor der Operation werden hochaufgelöste Magnetresonanztomographie-Bilder des Gehirns hergestellt. Mit Hilfe eines detailliert aufgebauten «Hirnatlas» kann der Neurochirurg die Stelle genau lokalisieren, die er operieren will. Die Risiken redet der Neurochirurg trotzdem nicht klein. Dazu zählen Blutungen, Infektionen, der Verlust von Hirngewebe an einem Ort, wo jeder Millimeter zählt. Und vor allem: Das Eindringen der Sonde sei trotz der genauen Bildgebung und Beobachtung der Zellsignale aus dem Hirninnern eine Art «Blindflug».

Keine Blindflüge

Statistisch gesehen läuft bei 4 Prozent der Eingriffe irgendetwas schief. Zu viel, befand die Schmerzpatientin Esther Gyr aus Oetwil am See, die wegen einer Trigemineuralgie an schlimmen Gesichtsschmerzen litt. «Allein die Vorstellung, man gehöre zu den wenigen, die Pech haben, jagte mir Angst ein», erzählt die 50-Jährige. Auch sie erhielt von Daniel Jeanmonod das Angebot, bei der Ultraschall-Studie mitzumachen, und auch sie packte Ende 2008 ihre Chance. Denn bei dieser Methode gibt es keine Blindflüge.

Der Eingriff wird mit Magnetresonanztomographie-Bildgebung und Temperaturmessung gesteuert und überwacht. Bevor die Patienten in die MRI-Röhre geschoben werden, werden sie kahlrasiert. Dann wird ihr Kopf in einem starren Rahmen fixiert, denn er soll sich während der fünf- bis sechsstündigen Prozedur nicht um den Bruchteil eines Millimeters bewegen.

Das Hauptobjekt des Ultraschallsystems ist der über die Kopfhaut gestülpte «Transducer», eine Art Helm, der 1024 hochenergetische Ultraschallbündel ins Innere des Gehirns sendet. «Jedes der 1024 Elemente wird per Computer einzeln berechnet, damit es den angepeilten Brennpunkt trifft», erklärt Ernst Martin. Nötig sei diese differenzierte Ansteuerung der einzelnen Sender, um der unterschiedlichen Dicke des Schädels Rechnung zu tragen. Bevor aber das Ärzteteam die einzelnen Schallwellen abfeuert, wird auf dem

Computerbildschirm laufend überprüft: Stimmt die Stelle wirklich millimetergenau? Ist die Ultraschall-Energie perfekt fokussiert und dosiert? Erst dann heisst es «go», worauf die Wellenbündel von allen Seiten des Transducers die Schädeldecke durchdringen und punktgenau das drei bis fünf Millimeter grosse Areal im Thalamus treffen, das eliminiert werden soll. «Hot spot» nennen es die Ärzte. Patient Nummer zehn habe sechs solcher «hot spots» gehabt, drei auf jeder Seite des Thalamus. Die Temperatur wird während der Prozedur allmählich erhöht, von 45 auf maximal 59 Grad Celsius. «Das reicht, um die Zellen, die ja aus Eiweissen bestehen, zu koagulieren», erklärt Daniel Jeanmonod. Die Gefässe werden dabei nicht tangiert, ein Blutungsrisiko besteht kaum.

Wie erleben die Patienten die Operation? «Sehr unterschiedlich», sagt Neurochirurg Jeanmonod. Einigen sei schwindlig gewesen wie auf einem Karussell. Manfred Minchau erinnert sich, dass ihm schlecht wurde und er sich übergeben musste. «Und bei der Maximaltemperatur schrie ich los.» Esther Gyr hingegen spürte beim Abfeuern der Schallbündel fast gar nichts, nur ein leichtes Brummen im Kopf. Aber auch ihr wurde etwas übel.

Ein Cüpli mit den Ärzten

Der grosse Moment, auch für die Ärzte, kommt unmittelbar nach der Operation: «Es ist schon verrückt, wenn einer von der Liege aufsteht und sagt, er habe keine Schmerzen mehr», sagt Ernst Martin. So geschehen zum Beispiel bei Manfred Minchau. Ein anderer trank mit dem ganzen Team vor Freude ein Cüpli. Nur einen geringen unmittelbaren Effekt verspürte Esther Gyr. Bei ihr liessen die Schmerzen erst nach mehreren Wochen deutlich nach. Als kurz danach ihre Mutter starb und der Vater ins Pflegeheim musste, nahm die Pein wieder zu – die psychische Belastung war zu viel für ihr sich regenerierendes Gehirn.

Heute aber fühlt sie gegenüber früher einen «gewaltigen Unterschied», und es werde von Tag zu Tag besser. Das sei normal, erklärt Daniel Jeanmonod: «Bis sich im Hirn ein neues Gleichgewicht eingestellt hat, vergehen sechs bis zwölf Monate.» Im Schnitt stellten die Forscher bei ihren Patienten

eine unmittelbare Schmerzreduktion von 60 Prozent fest, Nebenwirkungen gab es keine.

Methode noch experimentell

Mit den bisherigen Ergebnissen sind Daniel Jeanmonod und Ernst Martin mehr als glücklich. Die Vorbereitungen der Studie waren lang und schwierig, die Rückschläge zahlreich. Eine Zeitlang sah das Team gar das ganze Projekt bedroht. «Was uns vor allem fehlte, war ein gutes Modell, an dem wir die Technik von Grund auf erproben konnten», erzählt Ernst Martin. Versuche an Tierköpfen, zum Beispiel von Affen, Ferkeln oder Kaninchen, kamen nicht in Frage, weil deren Schädelknochen im Verhältnis zur Hirnmasse zu dick sind. Schliesslich übten die Forscher an Phantomen – und an Menschenköpfen, die ihnen die anatomischen Abteilungen der Universitäten Zürich und Bern zur Verfügung stellten. In der Ethikkommission des Kantons Zürich sei das Projekt «problemlos» durchgekommen.

Wird der Hochenergie-Ultraschall tatsächlich die Neurochirurgie revolutionieren? Diese Frage lässt sich noch nicht beantworten. «Erst muss noch bewiesen werden, dass diese Methode genauso präzise und wirksam ist wie etwa die neurochirurgische Operation, die sich heute im Bereich unter einem Millimeter durchführen lässt», meint Andreas Raabe vom Berner Inselspital. Auch sein Genfer Kollege Karl Schaller schränkt ein: man wisse noch zu wenig darüber, was passiere, wenn man bestimmte Gewebelumina im Hirn erhitzt. Besteht zum Beispiel die Gefahr einer hitzebedingten Schwellung – und dadurch einer neurologischen Verschlechterung? «Die Grenzen sind noch nicht richtig definiert, weil die gesamte Methode noch experimentell ist», sagt Schaller.

Die Einwände ihrer Kollegen lassen Daniel Jeanmonod und Ernst Martin nicht gelten – ihre Pläne für die weitere klinische Anwendung sind sehr konkret. Als Nächstes wollen die Zürcher die Methode bei Parkinsonpatienten einsetzen, dann, mit zunehmender Erfahrung, bei Erwachsenen und Kindern mit bestimmten Epilepsieformen. Für Esther Gyr und Manfred Minchau ist schon heute klar: Das neue Verfahren war ihre Rettung.

Die Funktion des Thalamus

Wie der Dirigent eines Orchesters

Bei Hirnfunktionsstörungen – Epilepsie, Nervenschmerzen, Parkinson, Tinnitus – sind die Rhythmen zwischen verschiedenen Hirnarealen gestört. Insbesondere derjenige zwischen Thalamus und Hirnrinde. Schätzungsweise 15 000 bis 20 000 Menschen leiden in der Schweiz an einer solchen Disrhythmie. Sind bestimmte Zellareale im Thalamus defekt, kippen diese in eine langsamere Rhythmizität. Die Areale der Hirnrinde parieren und verlangsamen ihren Rhyth-



Thalamus (rot): Taktgeber des Gehirns.

mus ebenfalls – oder sie reagieren im Gegenteil mit einem Überschuss von schnellen Frequenzen. «Der Thalamus lässt sich mit einem Dirigenten vergleichen, der mit seinem Stock der Hirnrinde einen falschen Takt vorgibt», sagt der Neurochirurg Daniel Jeanmonod. Die Ausschaltung der defizienten Zellen zielt nun darauf, diese Disrhythmie zu durchbrechen, damit sich im Gehirn der Patienten ein neues Gleichgewicht etablieren kann. Irène Dietschi

Eine andere Welt – ganz weit draussen

Erstmals könnten Astronomen einen Planeten in einer fremden Galaxie entdeckt haben

Die Jagd auf Planeten ausserhalb des Sonnensystems hat sich in den letzten Jahren zu einer Art Breitensport unter Astronomen entwickelt. 1995 wurden die ersten dieser extrasolaren Planeten entdeckt, heute kennt man über 300.

Nach astronomischen Massstäben liegen sie alle in unserer unmittelbaren Nachbarschaft, nämlich innerhalb unserer Heimat-Galaxie, der Milchstrasse. Sie sind demnach «nur» einige tausend Lichtjahre von uns entfernt. Doch jetzt glauben Astronomen, dass sie erstmals einen extragalaktischen Planeten entdeckt haben. Laut einer neuen Studie soll er sich in der Andromeda-Galaxie in über zwei Millionen Lichtjahren Entfernung befinden und ungefähr sechsmal so schwer sein wie der Riesenplanet Jupiter.

«Andromeda ist die nächste grosse Galaxie im Universum», sagt Philippe Jetzer, theoretischer Astrophysiker der

Universität Zürich und Mitautor der Studie. «Sie ist die einzige Galaxie und das am weitesten entfernte Objekt am Nachthimmel, das von blossen Auge zu sehen ist», sagt Jetzer.

Philippe Jetzer und seine Forscherkollegen in Italien, Russland und Spanien nutzen den sogenannten Gravitationslinseneffekt – ein Phänomen, das erstmals durch Albert Einstein in seiner allgemeinen Relativitätstheorie vorausgesagt wurde. Der Effekt beruht darauf, dass sich Lichtstrahlen in der Nähe grosser Massen nicht geradlinig ausbreiten, sondern entlang gekrümmter Bahnen – weil sie von der Schwerkraft angezogen werden.

Befindet sich also ein Planet auf der Sichtlinie zwischen einem weit entfernten Stern und der Erde, kann er das Sternenlicht wie eine optische Linse auf die Erde fokussieren. Der Stern erscheint uns dann kurzzeitig heller als üblich. Dadurch kann man indirekt auf die Existenz des Planeten zwischen Stern und Erde schliessen.

Tatsächlich wurde auf diese Weise schon eine ganze Reihe von Planeten in unserem Sonnensystem entdeckt. «Der Gravitationslinseneffekt hat gegenüber anderen Beobachtungsmethoden den Vorteil, dass er Planeten in sehr grosser Entfernung nachweisen kann», sagt Jetzer. «Sogar relativ kleine Plane-



Andromeda-Galaxie: Mehr als zwei Millionen Lichtjahre entfernt.

ten, die ausserhalb der Milchstrasse existieren.»

Die Andromeda-Galaxie ist von der Erde so weit weg, dass ihre Sterne auch von grossen Teleskopen nicht einzeln zu erkennen sind. «Auf jedem Pixel der Bildsensoren sammelt sich gleichzeitig

das Licht von Tausenden von Sternen», sagt Jetzer. Entsprechend schwierig ist es, die winzigen Helligkeitsschwankungen eines Sterns nachzuweisen, dessen Licht durch die Schwerkraft eines Planeten abgelenkt wurde. Und doch kann es gelingen, wie das von den

Physikern entwickelte Computermodell beweist. In ihrer Berechnung simulieren die Forscher das Licht von Sternen der Andromeda-Galaxie.

Die Physiker haben nochmals Daten analysiert, die sie bereits 1999 mit dem Isaac-Newton-Teleskop auf La Palma gesammelt hatten. Bisher glaubten sie, dass damals ein Doppeltstern einen Gravitationslinseneffekt verursacht habe. Jetzt, nach einer erneuten Beurteilung der Daten, spricht einiges dafür, dass es sich um einen Riesenplaneten mit der sechsfachen Jupitermasse gehandelt haben könnte.

«Was wir mit dem Teleskop damals wirklich gesehen haben, können wir nicht mehr feststellen», sagt Jetzer. Denn da sich der Planet nur indirekt verraten hat, lässt er sich mit Teleskopen nicht verfolgen. «Wir müssten Andromeda jetzt mit grösseren 4- und 8-Meter-Teleskopen einige Monate oder Jahre beobachten, um mit Sicherheit Planeten nachzuweisen», sagt Jetzer. So liesse sich zum Beispiel bestimmen, ob Sterne im Zentrum einer Galaxie von mehr Planeten begleitet werden als am Rand. Diese Frage lässt sich nur durch den Blick auf fremde Galaxien wie Andromeda beantworten, weil wir in der Milchstrasse nur Planeten erkennen können, die sich im Zentrum befinden. Andreas Hirstein