Auf Herz und Nieren geprüft

Soll man gezielt nach Fehlbildungen des Fötus suchen, um Spätabbrüche zu vermeiden? Ärzte und Gutachter arbeiten am Umbau der Schwangerenvorsorge.

Von Christina Hucklenbroich

Da haben wir die rechte Hand: eins, zwei, drei, vier Finger - der Daumen ist hinten. Und die linke: eins, zwei, drei, vier, der Daumen hinten. Die Füße: links, rechts, alle Zehen vorhanden. Keine Klumpfüße."

Still ist es in dem abgedunkelten Raum im Universitätsklinikum einer deutschen Großstadt. Nur die junge Ärztin, die den Ultraschallkopf über den Bauch der schwangeren Patientin bewegt, sagt hin und wieder ein paar Sätze, die klingen, als diktiere sie ein Protokoll. Die Sätze sind in erster Linie für Juliane Haas* bestimmt. Die Siebenundzwanzigjährige ist in der neunzehnten Woche schwanger. Ein bisschen spricht die Gynäkologin auch zu sich selbst – damit sie nichts vergisst. Sie hakt eine Liste ab: Ist das Zwerchfell intakt, die Wirbelsäule auch? Die Nieren beide da? Das Herz gesund? Wie breit ist das Kleinhirn? „Großer Organ-Ultraschall", „Fehlbildungs-Ultraschall" oder „Feindiagnostik" heißt die Untersuchung im Jargon der Geburtsmediziner.

Juliane Haas hat zweihundert Euro für die Untersuchung im Uniklinikum bezahlt. Der Besuch in einem Pränatalzentrum gehört nicht zu den Standarduntersuchungen in der Schwangerschaft, die durch die „Richtlinien über die ärztliche Versorgung in der Schwangerschaft" festgelegt und von den Kassen übernommen werden. Mediziner kritisieren die Richtlinien seit Jahren. Unlängst verlieh ein Gutachten des Instituts für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG) in Köln dem Konflikt neue Brisanz: Wenn Schwangere ausschließlich die regulären Ultraschalluntersuchungen beim niedergelassenen Frauenarzt wahrnehmen, wird im Schnitt nur ein Drittel aller Fehlbildungen vorgeburtlich erkannt. In Pränatalzentren auf universitärer Ebene seien es dagegen neunzig Prozent, schreiben die Kölner Experten nach Auswertung verschiedener Studien.

Ein alarmierendes Ergebnis, denn Ultraschall ist seit dreißig Jahren die Standardmethode in der Schwangerschaftsvorsorge. Dass sie so oft versagt, hat jetzt auch den Gemeinsamen Bundesausschuss der Ärzte und Krankenkassen auf den Plan gerufen. Seine Experten verantworten die auch als „Mutterschaftsrichtlinien" bekannten Vorschriften. „Das gesamte Ultraschallscreening, wie es die Richtlinien vorsehen, ist derzeit in der Beratung", sagt Kristine Reis-Steinert vom Bundesausschuss. „Am Ende des Jahres soll eine neue Fassung stehen."

Immer wieder wurden die Richtlinien in den vergangenen Jahren in einzelnen Punkten verändert. Doch diesmal geht es um mehr. Das deutsche Mehrstufenkonzept steht grundsätzlich in Frage. Gemeint ist damit die Praxis, die Schwangerschaftsvorsorge in einem ersten Schritt ausschließlich niedergelassenen Frauenärzten anzuvertrauen. Nur bei Auffälligkeiten dürfen die Gynäkologen Schwangere an Pränatalmediziner oder in ein universitäres Pränatalzentrum – die zweite und dritte Stufe – überweisen.

„Die Richtlinien ermöglichen schwangeren Frauen bisher drei Ultraschallscreenings bei ihrem Frauenarzt: jeweils um die zehnte, die zwanzigste und die dreißigste Woche der Schwangerschaft", sagt Ulrich Gembruch, der Direktor der Abteilung für Geburtshilfe und Pränatale Medizin des Uniklinikums Bonn. Der Arzt muss um die zehnte Woche feststellen, ob das Herz schlägt, ob etwa Zwillinge oder Mehrlinge vorhanden sind und wie lang der Embryo ist. Um die zwanzigste und noch einmal um die dreißigste Woche muss er Kopf, Bauch, Brustkorb und den Oberschenkel oder den Oberarm vermessen, den Körperumriss betrachten und auf einige Hinweise achten, etwa die Fruchtwassermenge und Bewegungen des Fetus. „Er muss aber nicht sehen, ob alle Finger da sind oder beide Nieren und ob das Herz auf der richtigen Seite ist, von Hirnfehlbildungen ganz zu schweigen", sagt Gembruch. Dass Ausschlussdiagnostik, also die Suche nach Fehlbildungen, soweit sie durch Ultraschall erkennbar sind, in Deutschland nicht zur Routinevorsorge gehört, hält Gembruch für einen der größten Fehler der Mutterschaftsrichtlinien.

In vielen anderen europäischen Ländern ist Fehlbildungsdiagnostik fester Bestandteil der Schwangerschaftsvorsorge – etwa in Großbritannien, wo alle Schwangeren sich um die zwanzigste Woche in Krankenhäusern „schallen" lassen können. Dabei wird insbesondere das Herz des Ungeborenen intensiv untersucht. Doch in Deutschland scheut man sich, Föten einer regelrechten Kontrolle zu unterziehen, die sich auf besonders anfällige Organe richtet. Man hofft stattdessen, dass erkrankte Föten bei den Routineuntersuchungen durch Hinweise auffallen – ohne dass die anatomische Veränderung selbst entdeckt wird. Zu wenig Fruchtwasser lässt etwa auf Nierenfehlbildungen schließen, ein seltsam unbeweglicher Fötus auf versteifte Gelenke, ein übergroßer Schädeldurchmesser auf erweiterte Hirninnenräume.

„Das deutsche Modell funktioniert durchaus, wenn alle diese Hinweiszeichen auch wirklich erkannt und die betroffenen Frauen dann überwiesen werden", sagt der Frankfurter Gynäkologe und Pränatalmediziner Eberhard Merz, Vizepräsident der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (Degum). „Will man allerdings in Zukunft stattdessen gezielte Fehlbildungsdiagnostik in die Mutterschaftsrichtlinien aufnehmen, kommt man nicht drumherum, allen Schwangeren von vornherein Untersuchungen in spezialisierten Pränatalzentren anzubieten." Schon jetzt entscheiden sich viele Frauen auch ohne Überweisung dafür, mindestens eine Untersuchung in einem Pränatalzentrum vornehmen zu lassen – meistens um die zwanzigste Schwangerschaftswoche. „Unter unseren Patientinnen sind zunehmend jüngere, gesunde Frauen, die keine Unregelmäßigkeiten in der Schwangerschaft oder der Familienanamnese haben", sagt Emine Cetin, Mitinhaberin des Pränatalzentrums Hamburg, einer privaten Einrichtung, die 11 000 Patientinnen im Jahr hat. Ohne Überweisung kostet der „große Ultraschall" hier 270 Euro; die Preise in den deutschen Zentren schwanken zwischen 200 und 400 Euro.

In Pränatalzentren treffen die Schwangeren auf Gynäkologen mit einer Spezialausbildung. „Es dauert mindestens drei bis fünf Jahre, bis ein Gynäkologe so fit ist, dass er auf dem Niveau eines Pränatalzentrums arbeiten kann", sagt Emine Cetin. Die Pränataldiagnostik ist ein junges Gebiet, das sich sehr dynamisch entwickelt. Man kann eine solche Spezialisierung nicht nebenbei erwerben mit Wochenendweiterbildungen. Im Prinzip handelt es sich um eine zweite Facharztausbildung. Der Facharzttitel für Pränataldiagnostik existiert allerdings nicht. Gynäkologen erwerben die Zusatzqualifikation durch mehrjährige Tätigkeit in Pränatalzentren und durch freiwillige Zertifizierungen. Dazu gehören etwa die von der Degum vergebenen Stufen I bis III. Bereits auf Stufe I haben sich Gynäkologen über ihre Facharztausbildung hinaus qualifiziert, indem sie Fälle in der zwanzigsten Schwangerschaftswoche dokumentiert haben. Für die Stufe II müssen die Mediziner Ultraschallbilder von mindestens dreißig Föten mit Fehlbildungen einreichen. Ärzte mit Stufe III sind zusätzlich habilitiert.

Die Geräteausstattung in Frauenarztpraxen rückt durch die anstehenden Neuregelungen ebenfalls in die Diskussion. „Man muss davon ausgehen, dass in manchen Praxen noch Ultraschallgeräte aus den frühen achtziger Jahren benutzt werden", sagt Hans-Jürgen Schultz, der den Arbeitskreis Ultraschallsysteme der Degum leitet. Der Diplom-Ingenieur führt für die Gesellschaft eine Liste der sogenannten „Altgeräte", die noch im Einsatz sind. „Die frühen Ultraschallgeräte hatten nur vier Graustufen, inzwischen gibt es 256 Graustufen", sagt Schultz. Das bedeutet, dass Auflösung und Feinabstufung viel besser geworden sind, wodurch man beispielsweise Verdichtungen im Gewebe wesentlich leichter erkennen kann.

Es gebe dennoch keine Verpflichtung für niedergelassene Ärzte, ein modernes Gerät zu benutzen, sagt Schultz. Auch diese Fakten bezogen die Fachleute des IQWiG in ihr Gutachten mit ein. Sie einigten sich schließlich auf die Empfehlung, dass niedergelassene Ärzte zukünftig nur Basis-Ultraschallkontrollen durchführen sollten. Schwangere Frauen sollten darüber hinaus die Möglichkeit haben, eine Ultraschalluntersuchung bei einem Pränatalmediziner wahrzunehmen.

Den Vorschlag unterstützen viele Ärzte. „Jede Schwangere sollte das Recht haben, um die zwanzigste Woche zu einem Spezialisten für Pränataldiagnostik überwiesen zu werden – unabhängig vom Alter der Frau oder davon, ob bisher eine Komplikation festgestellt wurde", sagt etwa Frank Louwen, Leiter der Geburtshilfe und Pränatalmedizin am Uniklinikum Frankfurt. Ulrich Gembruch aus Bonn wird noch deutlicher. Er sagt: „Wenn man Spätabbrüche verhindern will, muss man diesen Schritt gehen."

Foto SPL/Agentur Focus

Ultraschallaufnahme eines Fötus in der dreizehnten Schwangerschaftswoche. Schon zu diesem noch recht frühen Zeitpunkt wären viele tödliche Fehlbildungen wie eine Anenzephalie, aber auch schwere Hirnfehlbildungen und Herzfehler zu erkennen. In der Realität jedoch werden die wenigsten Entwicklungsstörungen, die später oft zum Abbruch führen, wenn das Kind noch sehr viel weiter entwickelt ist, tatsächlich bei den in Deutschland gängigen Routineuntersuchungen entdeckt. Erst recht, wenn die Ultraschallbilder in niedergelassenen Arztpraxen hergestellt und gedeutet werden.

Damit erwähnt er einen Aspekt, der in der öffentlichen Diskussion um Schwangerschaftsabbrüche nach der dreiundzwanzigsten Woche jahrelang vernachlässigt wurde. Achtzig Prozent aller Spätabbrüche, schätzt Gembruch, beruhen auf Fehlbildungen, die man vor der dreiundzwanzigsten Woche im Ultraschallbild hätte sehen können. Das bestätigt eine im Mai veröffentlichte Studie, deren Autoren Spätabbrüche in Europa analysierten (F.A.Z. vom 19. Mai). Fehlbildungen, die im Ultraschallbild nur mit größeren Schwierigkeiten zu entdecken seien, etwa komplexe Herzfehler, führten demnach am häufigsten zu Spätabbrüchen.

Mitarbeiter von großen, universitären Pränatalzentren sind deshalb immer wieder mit dem Leid von Eltern konfrontiert, die erst spät von einer schweren Fehlbildung erfahren. So musste Frank Louwen unlängst einer Frau in der dreiunddreißigsten Schwangerschaftswoche erklären, dass ihr Kind niemals leben würde; dem Fötus fehlten beide Nieren. „Die Diagnose hätte man schon vor der zwanzigsten Woche durch Ultraschall stellen können", sagt Louwen. „Aus solchen Versäumnissen ergeben sich furchtbare Situationen. Wenn die Mutter das Kind austrägt, stirbt es dreißig Minuten nach der Geburt." Aber auch ein Abbruch in einem so späten Stadium ist traumatisch, „einen guten oder gar richtigen Weg gibt es naturgemäß nicht". Vielmehr benötige man Hilfe von Beratungsstellen und psychologische Begleitung, um schwere seelische Komplikationen beim betroffenen Paar zu verringern.

Tatsächlich führen Abbrüche nach Fehlbildungsdiagnosen in der späten Schwangerschaft zu posttraumatischen Belastungsstörungen und langen Trauerverläufen. Das zeigte Annette Kersting, Direktorin der Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie der Uni Leipzig, in mehreren Studien. Die Trauer nach einem Spätabbruch münde nicht selten auch in eine schwerwiegende psychiatrische Symptomatik, schrieb Kersting im vergangenen Jahr im Fachjournal „Archives of Women's Mental Health".

Manche Fälle machen Pränatalmediziner besonders zornig. „Im vergangenen Jahr hatten wir eine Patientin, die in der achtundzwanzigsten Woche zu uns kam, weil ihr Fötus eine Anenzephalie aufwies", nennt Gembruch einen Fall aus dem Bonner Uniklinikum. Bei dieser Störung ist der Gehirnschädel des Ungeborenen nicht ausgebildet. Im Ultraschallbild ist das Profil des Gesichtes erkennbar, darüber aber kein Kopf. Die Föten sind nicht lebensfähig. „Eine Anenzephalie kann man schon in der elften, zwölften Woche sehen. Die Frau war während der Schwangerschaft mehrfach von ihrem Frauenarzt geschallt worden, die Anenzephalie hatte er aber nicht erkannt", sagt Gembruch.

Um solche Fälle zu verhindern, fordern viele Pränatalmediziner auch eine Qualitätssicherung für die Vorsorgeuntersuchungen im ersten Trimenon. „Um die zwölfte Woche sind einige tödliche Fehlbildungen wie etwa eine Anenzephalie schon gut zu erkennen, ebenso andere schwere Hirnfehlbildungen", sagt Annegret Geipel, Leiterin der Pränatalmedizin am Uniklinikum Bonn. Auch Extremitätenfehlbildungen, große Bauchwand- und große Wirbelsäulendefekte sind schon zu diagnostizieren. Erfahrene Untersucher schauen sich auch das Herz zu diesem frühen Zeitpunkt schon genauer an. Geipel: „Fünfzig Prozent der schweren Herzfehler sind dadurch schon zu erkennen oder auszuschließen."

Bislang nutzen die meisten Frauen die frühen Untersuchungen lediglich zur Feststellung der Schwangerschaft. Daneben ist die Messung der sogenannten Nackentransparenz zwischen der zwölften und vierzehnten Woche möglich. Sie wird vor allem Schwangeren ab 35 Jahren empfohlen, weil bei ihnen das Risiko für Chromosomenanomalien erhöht ist. Der Untersucher misst dabei die Dicke des embryonalen Nackens. Eine Schwellung kann ein Hinweis auf das Down-Syndrom sein.

An der Frauenklinik der Universität Heidelberg empfiehlt man mittlerweile allen Frauen, auch denen ohne ein erhöhtes Risiko, die Nackentransparenzmessung auszuweiten zu einem frühen Fehlbildungsscreening in einem Pränatalzentrum. Dabei untersuchen die Heidelberger Pränatalmediziner neben dem Nacken auch andere Organe des Fötus, insbesondere das Herz. Aber auch die Nackentransparenzmessung selbst wird hier neu interpretiert: „Anders als vielfach bekannt, deutet eine Schwellung nicht nur auf das Down-Syndrom hin", sagt Christof Sohn, Direktor der Universitätsfrauenklinik Heidelberg. „Eine Flüssigkeitsansammlung im Nackenbereich ist die Folge von Herz- oder Nierenfehlbildungen, die den Flüssigkeitshaushalt des Fötus stören. Herzfehler und Nierenfehlbildungen treten zwar häufig in Zusammenhang mit Chromosomenanomalien wie der Trisomie 21 auf, können aber auch isoliert vorkommen." Die erhöhte Nackentransparenz sei dann ein früher Indikator.

Auch Juliane Haas, die Patientin aus dem Pränatalzentrum, hat die Nackendicke messen lassen, obwohl sie erst 27 war, als sie schwanger wurde. Mehr als ein Jahr ist vergangen, seitdem sie sich zu ihren Vorsorgeuntersuchungen begleiten ließ. An einem sonnigen Tag sitzt sie mit drei anderen Müttern aus dem Babyschwimmkurs im Eiscafé. Als das Gespräch auf Pränataluntersuchungen kommt, sagen zwei der Mütter, sie hätten bewusst auf alles verzichtet, was über die gängigen Ultraschallkontrollen hinaus möglich gewesen wäre – auch auf die Messung der Nackentransparenz. „Für mich war sowieso klar, dass ich das Kind bekommen hätte, auch wenn es behindert gewesen wäre", sagt eine der beiden; die andere stimmt zu. Juliane Haas sagt nichts. Auch die vierte Mutter schweigt. Später, allein, wird sie erzählen, dass auch sie einen Pränatalmediziner aufgesucht hat. Der Arzt entdeckte eine sogenannte Insertio velamentosa: Die Nabelschnurgefäße setzen nicht an der Plazenta an, sondern an den Eihäuten. Die Frau musste mit einem Kaiserschnitt entbinden. Hätte sie von der Anomalie nichts gewusst und normal entbunden, dann wäre ihre Tochter wahrscheinlich verblutet.

Juliane Haas kennt jetzt viele Mütter, nicht nur die vom Babyschwimmen, auch vom „Pekipkurs" und aus der Rückbildungsgruppe. Immer wieder, sagt sie, höre sie bei Gesprächen, man habe keine zusätzlichen Kontrollen gewollt, weil es ohnehin nicht in Frage gekommen wäre, die Schwangerschaft abzubrechen. „Dieses ganze Thema ist mit so viel Angst verbunden, dass die Leute lieber auf Untersuchungen verzichten", sagt sie.

Doch die zu späte Erkenntnis, dass ein Fötus nicht gesund ist, nimmt Kind und Eltern auch andere Möglichkeiten jenseits der Frage, ob eine Schwangerschaft abgebrochen wird: Sie können Therapien für den Fötus nicht nutzen, etwa Bluttransfusionen, Medikamente oder sogar Lasereingriffe, die noch im Uterus möglich sind.

Dennoch berücksichtigen die Gutachter vom Kölner IQWiG, dass Menschen unterschiedlich über die Verunsicherung durch Pränataldiagnostik denken. Sie schlagen vor, dass der „große Ultraschall" als abwählbares Angebot gestaltet werden soll. Zuvor sollen Schwangere umfassend informiert werden. Experten befürworten diesen Schritt, vor allem, weil Information sowieso dringend geboten ist. Bisher, sagt etwa die Pränatalmedizinerin Annegret Geipel, hätten die meisten Frauen gar nicht gewusst, dass bei den gängigen Ultraschalluntersuchungen keine Fehlbildungen ausgeschlossen werden. Das Recht auf Nichtwissen müsse Schwangeren zwar zugestanden werden, ergänzt die Psychologin Kirsten Wassermann vom Uniklinikum Bonn, die Schwangere in Krisensituationen berät. „Eine Frau, die entscheidet, dass sie das alles nicht wissen möchte, muss sich aber zuerst darüber im Klaren sein, was sie alles erfahren kann – und was genau sie ablehnt."

*** Name geändert**

Ultraschall während der Schwangerschaft – von 1958 bis heute

Der Schotte Ian Donald veröffentlichte 1958 erstmals Ultraschallaufnahmen von Föten. Er schrieb damals, die neuen Erkenntnisse seien nur von akademischem Interesse. Auch in Zukunft würden Ultraschallbilder keinen Einfluss darauf haben, wie Gynäkologen Fälle in der Praxis beurteilten. Hier irrte Donald: Die neue Technik machte innerhalb weniger Jahrzehnte eine rasante Entwicklung durch und wurde zum Standardverfahren in der pränatalen Diagnostik.

Als Donald seine Bilder publizierte, wurde Ultraschall noch nicht einmal zwanzig Jahre in der Medizin eingesetzt. Die Technik geht auf den piezoelektrischen Effekt zurück, eine Entdeckung des Ehepaars Curie im Jahr 1880: Piezokristalle wie Quarz oder Flussspat lassen sich durch elektrische Impulse in Schwingung versetzen, so dass man mit ihnen Schallwellen erzeugen kann. Der Effekt ist umkehrbar: Aus dem Körper zurückkehrende Echos wandelt der Kristall in elektrische Signale um, die über einen Widerstand abgegriffen werden können. Bis zu 400 natürliche Piezokristalle – inzwischen verwendet man künstliche – werden in den Schallkopf eines Ultraschallgerätes eingebaut.

1964 wurde erstmals eine Anenzephalie bei einem Fötus mittels Ultraschall entdeckt. Als Durchbruch galt das Echtzeit-Verfahren: In Deutschland wurde das erste Echtzeit-Ultraschallgerät von Siemens im Jahr 1965 an der Universitätsfrauenklinik Münster in Betrieb genommen. In den siebziger Jahren entstanden dann Geräte mit digitalem Speicher und Bildbearbeitungsverfahren zur besseren Auflösung von Details. Sie verfügten auch über Tabellen für die Bestimmung des Geburtstermins anhand der Messung von Schädeldurchmesser und Körperumfang. Mit solchen „Multielementscannern" hielt schließlich das Ultraschallscreening für Schwangere auf der ganzen Welt Einzug. In Deutschland gehören Ultraschalluntersuchungen seit 1980 zum Standardprogramm in der Schwangerenvorsorge. Mitte der achtziger Jahre gelangen erstmals dreidimensionale Darstellungen von Föten. Nachdem der 3D-Ultraschall zunächst als Revolution gefeiert wurde, glaubt man heute nicht mehr, dass er die Fehlbildungsdiagnostik entscheidend voranbringt; er dient lediglich zur genaueren Analyse, wenn eine Störung bereits im zweidimensionalen Bild entdeckt worden ist.

Bis heute gibt es keine Hinweise auf Schädigungen ungeborener Kinder durch Ultraschall. Zwar kann bei hohen Intensitäten Wärme entstehen. Die maximale Schallausgangsleistung der Geräte ist jedoch automatisch festgelegt und kann ein unbedenkliches Maximum nicht überschreiten. Experten verzichten allerdings in der Frühschwangerschaft auf den sogenannten Doppler-Ultraschall, mit dem Blutflussgeschwindigkeiten gemessen werden können, denn das Verfahren ist mit höheren Intensitäten verbunden. (huch)

Beschichtung gegen multiresistente Keime?

Die Ausbreitung der berüchtigten MRSA-Keime in Krankenhäusern, die gegen Antibiotika resistent und damit nicht mehr zu bekämpfen sind, hoffen Forscher mit enzymhaltigen Beschichtungen erschweren zu können. Das Material, das als dünner Film zum Beispiel auf chirurgische Geräte und Wände aufgetragen werden soll, wurde am Rensselaer Polytechnic Institute in Troy (New York) entwickelt. Es enthält das Enzym Lysostaphin. Damit verteidigen sich harmlose Staphylokokken etwa gegen Staphylococcus aureus einschließlich dessen multiresistenter Variante MRSA. Das Enzym wird durch Nanoröhrchen stabilisiert. Dadurch bleibt die Beschichtung im Trockenen einen Monat lang wirksam, berichten die Forscher in der Zeitschrift „ACS Nano" (doi:10.1021/nn100932t). Von den MRSA-Keimen, die in einer Lösung in Kontakt mit der Beschichtung kamen, wurden innerhalb von 20 Minuten mehr als 99 Prozent abgetötet. R.W.

Nanosonde misst den Schlag von Herzzellen

Das Innenleben von isolierten Zellen lässt sich dank einer winzigen elektrischen Sonde schonend und vergleichsweise einfach untersuchen. Das Bauteil, das Forscher von der Harvard University in Cambridge (Massachusetts) entwickelt haben, besteht im Wesentlichen aus einem etwa fünfzehn Nanometer großen, v-förmig gebogenen Siliziumdraht. Der Draht, an dessen Enden sich Elektroden befinden, funktioniert wie ein Transistor und kann elektrische Signale im Millivoltbereich von Nervenzellen oder Herzmuskelzellen erfassen („Science", Bd. 329, S. 830). Damit sich die Sonde gefahrlos durch die Zellmembran in das Zellinnere befördern lässt, hat man den Nanodraht mit einer Phospholipid-Doppelschicht überzogen, aus der auch die Membran besteht. Die Forscher haben das Bauteil, das nur ein Tausendstel herkömmlicher Sonden misst, an kultivierten Herzmuskelzellen von Hühner-Embryonen getestet. Das 2,3-Hertz-Signal im Inneren einer schlagenden Zelle ließ sich deutlich ohne Rauschen registrieren. Nun will man die Sonde mit Signalmolekülen versehen, an die sich Substanzen im Inneren der Zelle heften können. F.A.Z.

Ein versteckter Trojaner des Neptuns

Der erste „Trojaner", der dem Planeten Neptun folgt, ist jetzt von zwei amerikanischen Forschern nachgewiesen worden. Als Trojaner bezeichnen die Astronomen Kleinplaneten, die einen größeren Planeten in dessen Umlaufbahn in konstantem Abstand begleiten. Sie eilen dem Planeten – von der Sonne aus gesehen – um 60 Grad voraus (Lagrangepunkt L_4) oder folgen ihm in 60 Grad Abstand (Lagrangepunkt L_5). Seit im Jahr 1906 der erste Trojaner des Jupiters – Achilles – entdeckt wurde, sind gut 1500 Jupiter-Trojaner aufgespürt worden. Außerdem hat man Trojaner der andern großen Gasplaneten und des Mars gefunden, darunter seit 2001 sechs vor dem Planeten Neptun. Die dem Neptun folgenden Trojaner sind nur schwer zu erkennen, weil sich der Lagrangepunkt L_5 dieses Planeten nahe der von Sternen übermäßig stark bevölkerten Ebene der Milchstraße befindet. Die Forscher haben deshalb gewartet, bis eine Staubwolke durch das Sternenfeld zog, was gelegentlich vorkommt. Weil sich solche Wolken außerhalb des Sonnensystems befinden, decken sie einen Großteil der Sterne, aber nicht die Kleinplaneten ab, die dadurch leichter aufgespürt werden. F.A.Z.

Im Schülerlabor

Genversuche didaktisch zubereitet

„Ministerin fordert mehr Verbraucherthemen im Unterricht" – mit dieser Schlagzeile hat es Verbraucherschutzministerin Ilse Aigner am gestrigen Dienstag wieder in die Öffentlichkeit geschafft. Ernährung, Datenschutz und Finanzen hatte sie im Interview als modernen Lernstoff genannt. Ein Thema, das einem beim Stichwort Ernährung einfällt, aber unerwähnt bleibt, ist die Gentechnik. Seit Jahren wird – nicht nur von Biologielehrern – beklagt, wie lückenhaft die Schulkinder immer noch über so aktuelle wie zukunftsweisende Themen wie Biotechnologie unterrichtet werden. Dass es diesen Bedarf tatsächlich gibt, beweisen die erstmals vor gut zehn Jahren entstandenen, inzwischen mehr als 240 wissenschaftlichen Schülerlabore an Universitäten, Instituten, Museen und Firmen. Das „Gläserne Labor" in Berlin-Buch, eines von 42 Genlaboren, ist mit 1550 Schülern im ersten Jahr gestartet und hat heute etwa 12 500 Teilnehmer pro Jahr. Für diese Gruppen hat die Fachzeitschrift „Genomexpress" Artikel aus früheren Ausgaben didaktisch aufbereitet und in einer Sonderausgabe zusammengefasst. (Das Heft „Genomexpress Scholae" ist kostenlos zu beziehen bei: Matthias Arlt, „Gabi" Geschäftsstelle, Max-Planck-Institut für Pflanzenphysiologie, 14476 Potsdam, Email: marlt@mpimp-golm.mpg.de) jom