

Mehrzeit

In der lieblichen, wenn auch etwas industriellastigen Gemeinde Gaggenau im äußersten Westen der Republik schreckt der hässliche Begriff Greisenrepublik keinen mehr. Hier gilt das Alter ein Geschenk, ganz so, wie man sich das wünscht. Und mit Geschenken geht man sorgsam um. Dankbarkeit als Triebfeder, das könnte durchaus hinter jenem denkwürdigen „Experiment“ stecken, das Anfang dieser Woche von den Gaggenauern öffentlich gemacht wurde und auf eine Initiative der Großen Kreisstadt mit den Universitätskliniken Heidelberg-Mannheim, Tübingen und dem Mannheimer Zentralinstitut für seelische Gesundheit zurückgeht. „Ein gutes Jahr für jeden Bürger“ heißt das Projekt, das nicht weniger als ein Pionierprojekt sein soll. Gaggenau als Musterstadt der Altersforschung. Natürlich kann man das so lesen wie mancher visionäre Beobachter und Bewohner, die das Projekt als ehrgeiziges medizinisches Vorhaben interpretiert haben. Projektziel: ein Jahr mehr für jeden Einwohner. Macht 30 000 geschenkte Jahre allein in Gaggenau. Kein Pappenstil, denkt man und ist, rechnet man das hoch auf die zweiundachtzig Millionen im Land, durchaus geneigt, von der Mondlandung für die Medizin zu sprechen. Die 350 000 Euro aus Landesmitteln scheinen jedenfalls gut angelegt. Etwas mehr als zehn Euro pro Bürger und Lebensjahr, das ist preiswert; in der Krebsmedizin sind heute schnell mal hunderttausend Euro weg für ein paar Wochen Lebensverlängerung. Andererseits: Wenn die neuesten statistischen Daten zur Demographie stimmen, ist die Lebenserwartung im Land für Mädchen um anderthalb Jahre auf 83,1 und für Jungen gar um zweiviertel Jahre auf 78,1 Jahre gestiegen – in nur zehn Jahren und ganz ohne „Experiment“. Im renommierten Medizinerblatt „Lancet“ war das Ganze kürzlich für die Weltbevölkerung ermittelt worden und sagenhafte zehn Jahre Lebenszeitgewinn seit Anfang der achtziger Jahre festgestellt worden. Wir dürfen zu Recht annehmen, dass die meisten heutigen Gaggenauer damals schon auf der Welt waren und damit auf eine beachtliche Lebensverlängerung zurückblicken dürfen – wie gesagt: ohne jedes Experiment. Als Gaggenauer müsste man deshalb, wenn der Pioniergang des Projekts ernst genommen werden soll, von einer Beschleunigung ausgehen dürfen. Ein Jahr mehr bis 2020 zum Beispiel wäre bei aller Bescheidenheit das Mindeste an Zugewinn. Das ist zumindest ein Anfang. In ein paar Generationen wären dann, wenn wir die jüngste „Nature“-Publikation ernst nehmen, alle Gaggenauer bei den ominösen 115 Jahren, die nach dieser Studie für den Menschen als biologisch erreichbar angenommen werden. Und was dann? Man denkt und denkt und denkt, so hatte Ephraim Kishon das Altwerden treffend beschrieben, und plötzlich kann man sich an nichts mehr erinnern. Das wünschen wir den greisen Gaggenauern natürlich nicht, die sich dann hoffentlich ihr Experiment „Ein gutes Jahr für jeden Bürger“ noch mal durch den Kopf gehen lassen und es anders deuten, als es die Nachrichtenagenturen nun in die Welt hinaustragen. Nicht jedes zusätzliche Jahr muss nämlich besser sein. Manchmal reicht schon ein Jahr, das sich gut anfühlt, um sich über ein gewonnenes Lebensjahr zu freuen. Und für diese Erfahrung braucht es nicht mal die moderne Universitätsmedizin. jom

Die Transistoren schrumpfen weiter

Die Miniaturisierung elektrischer Bauelemente schreitet ungebremst voran. Amerikanische Wissenschaftler haben einen elektrischen Schalter hergestellt, dessen kleinste Struktur nur noch einen Nanometer misst. Das ist ein Rekord, messen die Details der bislang kleinsten Silizium-Transistoren doch gut zehnmal so viel. Bei fünf Nanometern liege die Untergrenze der Siliziumtechnologie, betonten die Experten bislang. Bei noch kleineren Strukturen müsse man mit störenden quantenmechanischen Tunneleffekten rechnen, die die Funktionsfähigkeit der Bauteile stark einschränken. Dass es offenkundig doch noch kleiner geht, haben jetzt Jali Jayve vom Berkeley National Laboratory und seine Kollegen bewiesen. Wie sie in „Science“ (Bd. 354, S. 99) berichten, verwendeten sie zum Bau des Transistors kein Silizium, sondern einen winzigen Kristall aus Molybdändisulfid, den sie mit Nickelblektronen kontaktierten. Ein Nanoröhren aus Kohlenstoff, nur einen Nanometer dick, bildete die Steuerelektrode. Als man eine Steuerspannung anlegte, floss ein Strom durch den Kristall, wie es für einen Transistor typisch ist. Störende Tunnelströme traten nicht auf. F.A.Z.

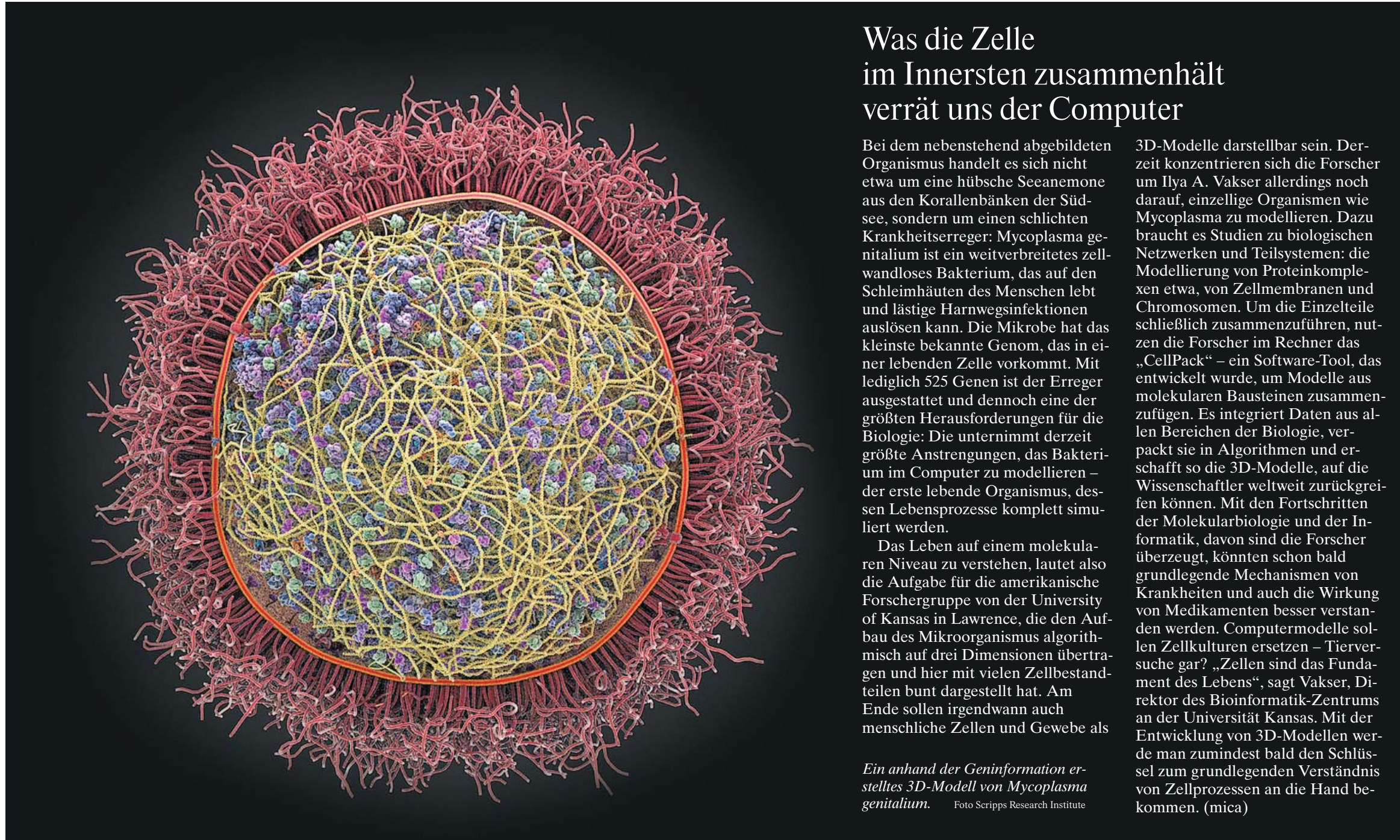
Was die Zelle im Innersten zusammenhält verrät uns der Computer

Bei dem nebenstehend abgebildeten Organismus handelt es sich nicht etwa um eine hübsche Seeanemone aus den Korallenbänken der Südsee, sondern um einen schlichten Krankheitserreger: *Mycoplasma genitalium* ist ein weitverbreitetes zellwandloses Bakterium, das auf den Schleimhäuten des Menschen lebt und lästige Harnwegsinfektionen auslösen kann. Die Mikrobe hat das kleinste bekannte Genom, das in einer lebenden Zelle vorkommt. Mit lediglich 525 Genen ist der Erreger ausgestattet und dennoch eine der größten Herausforderungen für die Biologie: Die unternimmt derzeit größte Anstrengungen, das Bakterium im Computer zu modellieren – der erste lebende Organismus, dessen Lebensprozesse komplett simuliert werden.

Das Leben auf einem molekularen Niveau zu verstehen, lautet also die Aufgabe für die amerikanische Forschergruppe von der University of Kansas in Lawrence, die den Aufbau des Mikroorganismus algorithmisch auf drei Dimensionen übertragen und hier mit vielen Zellbestandteilen bunt dargestellt hat. Am Ende sollen irgendwann auch menschliche Zellen und Gewebe als

3D-Modelle darstellbar sein. Derzeit konzentrieren sich die Forscher um Ilya A. Vakser allerdings noch darauf, einzellige Organismen wie *Mycoplasma* zu modellieren. Dazu braucht es Studien zu biologischen Netzwerken und Teilsystemen: die Modellierung von Proteinkomplexen etwa, von Zellmembranen und Chromosomen. Um die Einzelteile schließlich zusammenzuführen, nutzen die Forscher im Rechner das „CellPack“ – ein Software-Tool, das entwickelt wurde, um Modelle aus molekularen Bausteinen zusammenzufügen. Es integriert Daten aus allen Bereichen der Biologie, verpackt sie in Algorithmen und erschafft so die 3D-Modelle, auf die Wissenschaftler weltweit zurückgreifen können. Mit den Fortschritten der Molekularbiologie und der Informatik, davon sind die Forscher überzeugt, könnten schon bald grundlegende Mechanismen von Krankheiten und auch die Wirkung von Medikamenten besser verstanden werden. Computermodelle sollen Zellkulturen ersetzen – Tierversuche gar? „Zellen sind das Fundament des Lebens“, sagt Vakser, Direktor des Bioinformatik-Zentrums an der Universität Kansas. Mit der Entwicklung von 3D-Modellen werde man zumindest bald den Schlüssel zum grundlegenden Verständnis von Zellprozessen an die Hand bekommen. (mica)

Ein anhand der Geninformation erstelltes 3D-Modell von *Mycoplasma genitalium*. Foto Scripps Research Institute



Warum den Doktor keine Maschine ersetzt

Patientenverfügung und Versorgungsvollmachten – was haben wir davon? Eine neue Studie zeigt, wieso viele dieser Dokumente nicht angenommen werden und die Bilanz der gesetzlichen Regelungen bisher mager ausfällt. Von Stephan Sahn

Obgleich viele Patienten fürchten, dass sie an ihrem Lebensende durch nur wenig erfolgversprechende Therapien belastet und womöglich gegen ihren Willen am Leben erhalten werden, hat nur eine Minderheit eine Patientenverfügung ausgestellt. Zudem erfüllen Verfügungen, wenn sie denn überhaupt vorliegen, meist nicht die gesetzlichen Anforderungen, um sie als verbindlich anzuerkennen. Erst kürzlich musste der XII. Zivilsenat des Bundesgerichtshofs in einem Urteil daran erinnern, was die einschlägige gesetzliche Regelung, die als Patientenverfügungsgesetz bezeichnete Novellierung des Betreuungsrechts aus dem Jahr 2009, fordert, soll denn eine Patientenverfügung ihren Sinn erfüllen: Unmittelbare Bindungswirkung nämlich entfaltet eine Patientenverfügung im Sinne des § 1901a Abs. 1 im Bürgerlichen Gesetzbuch nur dann, wenn ihr konkrete Entscheidungen des Betroffenen über die Einwilligung oder Nichterwilligung in bestimmte, noch nicht unmittelbar bevorstehende ärztliche Maßnahmen entnommen werden können, heißt es lapidar und unmissverständlich im höchstgerichtlichen Beschluss (BGH, AZ XII.: XII ZB 61/16).

Das Urteil sorgte für kurzfristigen Medienrummel in diesem Sommer, kommt aber nicht überraschend. Bereits bei der Verabschiedung des Patientenverfügungsgesetzes wurde vom Rechtsausschuss angemerkt, dass ausschließlich allgemein gehaltene Niederlegungen nicht die Kriterien einer rechtlich bindenden Verfügung erfüllen. Wie sollten sie auch? Nicht selten finden sich in Patientenverfügungen Formulierungen wie: „wenn keine Aussicht auf Erholung und Wiedererlangung des Bewusstseins besteht“. In den Materialien zum Gesetz heißt es dazu: Solche Verfügungen entfalten keine Bindungswirkung. Wenn keine Aussicht mehr besteht, entfällt die medizinische Begründung, also das, was man unter dem Begriff der Indikation zusammenfasst. Doch Aussichtslosigkeit lässt sich oft nicht eindeutig konstatieren. In der Regel ist die Prognose unsicher.

Und es ist doch der Charme einer Patientenverfügung festzulegen: Ich habe eine Chance, aber ich will sie nicht nutzen. So wollen das aber nur wenige Menschen verfügen. Denn das Leben ist – bei aller gesellschaftlichen Neigung zur Depression – vielen doch sehr lieb. Daher schreibt es das Gesetz mit gutem Grund vor, sich konkret festzulegen. Das betrifft die Bedingungen, unter denen eine Verfügung gelten soll, und die Maßnahmen, die vorzunehmen oder zu unterlassen sind.

Diese Anforderung überfordert die Mehrzahl von Personen, mehr noch, viele hegen Befürchtungen, eine Verfügung könnte sich nachteilig auswirken. Das zeigt eine aktuelle Studie, die unter Leitung des Autors durchgeführt wurde, bei der über 1200 Patienten befragt wurden, die aus unterschiedlichen Gründen Arztpraxen aufsuchten („Patient Preference and Adherence“, Band 10, S. 1583). Die Ergebnisse dürfen angesichts der Zahl der Befragten als Spiegelbild weitverbreiteter Einstellungen in der Gesellschaft angesehen werden. Repräsentativität, wie es in der Forschung heißt, können sie in höherem Maße beanspruchen als etwa die in der Öffentlichkeit meist sehr ernst genommenen Resultate der Pisa-Studien, bei denen kleinere Gruppen untersucht werden.

Befragt nach Behandlungswünschen bei fortgeschrittener unheilbarer Erkrankung und im Falle der Unfähigkeit zu eigener Entscheidung wünschen viele Patienten eine Behandlung. Selbst eine Chemotherapie oder Dialyse wollen mehr als vierzig Prozent der Befragten. Bedeutsam ist eine weitere Beobachtung. In Abhängigkeit zur abgefragten Therapieoption (Gabe von Antibiotika oder Flüssigkeit, künstliche Ernährung, Chemotherapie und anderes mehr) liegt die Rate derer, die sich nicht festzulegen vermögen, bei fünfundzwanzig bis fünfundvierzig Prozent.

Wer nicht weiß, was er will, tut sich schwer, eine Patientenverfügung zu erstellen. Und wer behandelt werden will, braucht sie nicht. Daher haben wenige

ein Dokument verfasst. Bislang bleibt zudem völlig unbeachtet, dass nicht wenige der Befragten mit Missbrauch und Nachteilen rechnen, die mit einer Patientenverfügung verbunden sein könnten. Viele hegen Ressentiments. Etwa die Hälfte der Befragten fürchtet, zum Abfassen einer Patientenverfügung gedrängt werden zu können. Immerhin jeder Dritte fürchtet eine diktatorische Lesart einer Verfügung. Ärzte könnten sich mehr oder weniger buchstabengetreu an die Niederlegungen halten, obwohl ihr Wissen und vielleicht der medizinische Fortschritt anderes nahelegen. Und fast jeder Zweite hält es für möglich, dass Angehörige aufgrund einer Verfügung auf Begrenzungen von Therapien drängen.

Die Resultate der Untersuchung erklären, warum die Zahl der Personen, die eine Patientenverfügung verfassen, partout nicht steigen will, obgleich doch ein ganzer Zweig der bioethischen Industrie sich diesem Ziel vor Jahren verschrieben hat. In anderen Ländern verhält es sich ebenso. Nach Einführung von Gesetzen, die die Verbindlichkeit solcher Dokumente regeln, werden nicht mehr Verfügungen erstellt.

Was kann daraus folgen? Die Patientenverfügung sei gescheitert, schrieben vor Jahren Angela Fagerlin und Carl Schneider in den Vereinigten Staaten, wo die Idee der Vorabverfügung vor mehr als vierzig Jahren ihren Ausgang nahm. Daher empfiehlt es sich, bessere Wege zu finden, um Behandlungswünschen von Patienten, die nicht länger für sich sprechen können, die gemäß Beachtung zu sichern.

Eine einfache Lösung ist die Benennung von Stellvertretern beizeiten. Die Vorsorgevollmacht in Gesundheitsfragen bedarf keiner notariellen Beglaubigung und ist kostenfrei zu haben. Bevollmächtigte, meist Angehörige oder andere nahestehende Personen, können als Vertreter die Wünsche der Betroffenen zum Ausdruck bringen und Acht haben, dass diese befolgt werden.

Für die große Mehrzahl von Patienten empfiehlt sich zudem das zuerst in der Palliativmedizin entwickelte Konzept des in die Zukunft gerichteten medizinischen Vorsorgeplanes, des „Advance Care Planning“, wie es trefflich in den Vereinigten Staaten bezeichnet wird.

In der entwickelten Welt stirbt die Mehrzahl der Menschen im Gefolge chronischer Erkrankungen. Dazu zählen Herz-Kreislauf-Krankheiten, Krebs, chronische Lungen- und Nervenleiden. Dank der Medizin können viele Patienten trotz der Unheilbarkeit lange mit der Krankheit leben. Schreitet die Krankheit fort, können Ärzte meist einen Zeitpunkt erkennen, an dem insbesondere eingreifende und belastende medizinische Maßnahmen – Intensivtherapie, Herz-Kreislauf-Wiederbelebung und anderes mehr – wenig Erfolg versprechen und zudem meist Qualen verursachen. Dann ist es Pflicht, dies im Gespräch mit Betroffenen oder den Vertretern der Betroffenen anzusprechen. Entgegen einer manchmal geäußerten Befürchtung empfinden Patienten und Angehörige ein solches Gespräch nicht als Affront. Es erweist sich viel-



Die Grenzen der Apparatemedizin: Wer nicht weiß, was er will, tut sich schwer, eine Patientenverfügung zu erstellen.

Foto Rainer Weisflog

Raffinierte Fledermäuse

Bei der Nahrungssuche zeigen die Tiere bisweilen ungewöhnliche Vorlieben. Statt auf Insekten stürzen sie sich auf Blüten und genießen den Nektar. Seite N2

Japan, ein Land der Selbstmörder

Anders als im christlich geprägten Europa liegt in Japan auf dem Suizid kein grundsätzliches Tabu. Aber wie geht das Land mit seiner Tradition um? Seite N3

Millionengewinne zu Lasten der Forschung

Das Universitätsklinikum Mannheim machte mit einem Hygiene-Skandal negative Schlagzeilen. Es gibt noch andere Unregelmäßigkeiten. Seite N4