HUGHES / ZENIT / LAIF

Einlieferung in die Notaufnahme (in Berlin): *Im Dornröschenschlaf könnten mehr Sterbenskranke den Transport überleben*

MEDIZIN

Ausflug ins Jenseits

Forscher lassen Schweine und Hunde ausbluten, füllen sie mit kalter Kochsalzlösung – und erwecken die toten Tiere Stunden später wieder zum Leben. Die Technik, Lebewesen aus- und anzuschalten, könnte die Medizin revolutionieren. Schon bald sollen erste Menschen in den Todesschlaf versetzt werden.

Zuerst beginnt das Herz zu schlagen, dann ist ein Schnaufen zu hören. Das Schwein richtet sich auf und schaut neugierig auf den Mann im Kittel, der auf der anderen Seite des Gitters steht.

„Dieses Tier war stundenlang tot“, sagt der Chirurg Hasan Alam, 39, vom Massachusetts General Hospital im amerikanischen Boston. „Doch wir haben es zurückgeholt. Jetzt ist es wieder da.“

Zauberkräfte scheinen auch in der Tierversuchsanstalt des Allgemeinen Krankenhauses der Stadt Wien zu walten. Dort schlagen Schweine die Augen auf, nachdem man ihre Herzen per Stromschlag in den Stillstand versetzte und sie eine halbe Stunde lang tot liegen ließ. „Das Wunder besteht darin“, sagt der Notfallmediziner Wilhelm Behringer, 39, „dass die Tiere ohne neurologische Schäden ins Leben zurückkehren.“

Hunderte Schweine haben die zwei Forschergruppen in den vergangenen Jahren auf Rundreisen durchs Jenseits geschickt und dabei immer den gleichen Trick angewandt: Die Ärzte fluten die Körper der Tiere literweise mit etwa zwei Grad kalter Kochsalzlösung und versetzen sie auf diese Weise in einen geheimnisvollen Schwebezustand, der die Zellen der leblosen Leiber am endgültigen Sterben hindert. Alle Experimente werden in tiefer Vollnarkose durchgeführt, so dass die Tiere keine Schmerzen verspüren.

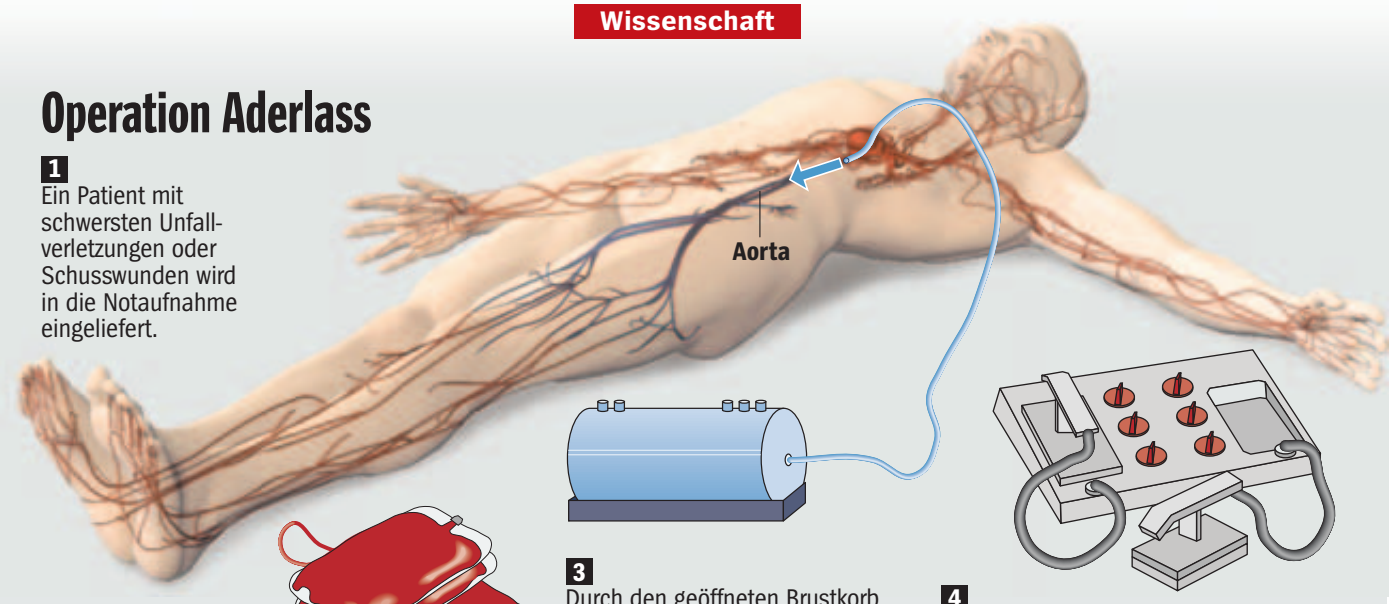
Bisher war es Sache von Science-Fiction-Autoren, auszumalen, wie es wäre, wenn man einfach mal Pause vom Leben machen und wieder zurückkehren könnte: Astronauten sinken in einen jahrhundertelangen Dornröschenschlaf und reisen derweil in ferne Galaxien, wo sie faltenfrei aufwachen. Unheilbar Kranke lassen sich so lange vom Dasein suspendieren, bis eine Therapie gegen ihre Qualen und Leiden gefunden ist.

Die Sehnsucht nach einem zweiten Leben war bei Dutzenden Menschen so groß, dass sie sich nach ihrem Ableben gegen gutes Geld in flüssigem Stickstoff einfrieren

RICK FRIEDMAN

Chirurg Alam
„Wir bereiten klinische Versuche vor“

Operation Aderlass



1 Ein Patient mit schwersten Unfallverletzungen oder Schusswunden wird in die Notaufnahme eingeliefert.

2 In einer Notoperation lassen die Ärzte den Patienten ausbluten und fangen das Blut auf.

3 Durch den geöffneten Brustkorb wird über einen Schlauch eine kalte Kochsalzlösung in die Aorta gespült. Von dort aus verteilt sich die Lösung über die Blutbahnen im gesamten Körper.

4 Sind die Unfallwunden verschlossen, wird der Patient an die Herz-Lungen-Maschine angeschlossen und das Blut wieder in seinen Körper gespült. Anschließend wird der Patient durch Elektroschocks wiederbelebt.

DER SPIEGEL

ließen. Ihre Köpfe und Körper dümpeln seit zehn Jahren in den Tanks einschlägiger Firmen in Arizona und Kalifornien und harren ihrer Wiederauferstehung.

Die spektakulären Tierversuche lassen solche Utopien jetzt nicht mehr gänzlich abwegig erscheinen. Die Erweckungsforscher reden nicht von Jahren, aber sie geben sich zum ersten Mal zuversichtlich, Menschen stundenweise in den Todesschlaf schicken und wohlbehalten zurückholen zu können.

„Es mag futuristisch klingen, aber der Sachverstand, den Körper gezielt in Stillstand zu versetzen, ist jetzt verfügbar“, erklärt Hasan Alam, der sein Labor soeben von Maryland nach Massachusetts verlegt hat, um seine Arbeit mit frischen Forschungsgeldern noch entschiedener voranzutreiben. In seinem Eckbüro hat er die Umzugskisten noch nicht ausgepackt; lieber führt der Arzt im dunkelblauen Anzug Bewerbungsgespräche mit ehrgeizigen Medizinern und Wissenschaftlern, die er für seine Pläne braucht.

„Wir bereiten erste klinische Versuche an Menschen vor“, erklärt Alam, der mit seinem Vorhaben nicht allein steht. Auch in Pittsburgh, Baltimore, Los Angeles und Houston wollen Ärzte schon bald menschliche Körper aus- und hernach wieder anschalten. Die Daten aus den Experimenten sollen gemeinsam ausgewertet werden.

Als Kandidaten für die Trips zum Totsein und zurück sieht Professor Alam Menschen, die mit schwersten Schusswunden oder schlimmsten Unfallverletzungen in die Notaufnahmen eingeliefert werden. Die Wunden seien vergleichsweise leicht zu vernähen, erklärt Alam, „aber die Chirurgen brauchen Zeit“. Noch bevor die Retter ihre Arbeit beenden können, seien 19 von 20 dieser Patienten verblutet.

Indem man die sterbenden Körper nun gezielt in den Stillstand versetzt, könnten kostbare Minuten für den Transport ins Krankenhaus und die Operation gewonnen werden, hoffen Alam und seine Mitstreiter. Ihr Szenario: Anstatt wie bisher Blutkonserven in einen Unfallpatienten zu pumpen, lassen die Notärzte ihn minutenschnell ausbluten und fangen seinen Lebenssaft auf; simultan befüllen sie ihn rasch mit kalter Kochsalzlösung. Erst wenn seine Wunden verschlossen sind, wird man ihm sein warmes Blut zuführen und ihn so wiederbeleben.

Die Gruppe in Boston will das Verfahren bereits in den nächsten 12 bis 18 Monaten am Menschen ausprobieren. Hasan Alam gibt sich äußerst zuversichtlich, dass die zuständige Ethikkommission seinem Antrag zustimmen wird, da die ersten Experimente an Verletzten vorgenommen werden sollen, die mit der herkömmlicher Notfallmedizin ohnehin nicht zu retten wären.

Die Erkenntnis, dass es manchmal gut sein kann, einen Menschen kalt zu machen, geht auf den in Wien geborenen Arzt Peter Safar zurück, der 2003 im Alter von 79 Jahren gestorben ist. Safar trieb die Idee an, für die US-Armee eine neuartige Notfallversorgung zu entwickeln. Viele US-Soldaten im Vietnam-Krieg erlagen großen Wunden: Aufgrund des massiven Blutverlusts setzte der Herzschlag aus. Mit ein wenig mehr Zeit hätte man viele von ihnen im Feldlazarett wieder zusammenflicken können.

An der University of Pittsburgh gelang es Safar, Hunde in einen Zustand zu versetzen, den er „suspended animation“ nannte („ausgesetzte Belebung“). Dazu ließ er die Vierbeiner ausbluten und spülte ihnen über einen Schlauch eiskalte Salzlösung in die Aorta (pro Minute ein bis zwei Liter): Innerhalb weniger Minuten sackte die Körpertemperatur auf zehn Grad Celsius. Die bleichen Vierbeiner waren nach den Regeln der Medizin tot: Kein Herz schlug, kein Atem ging, kein Gehirn arbeitete.

Das Blut der Hunde wurde aufgefangen, warm gehalten, mit Sauerstoff angereichert und später zurückgepumpt. Mit leichten Stromstößen erweckte der weißhaarige Professor die leblosen Geschöpfe wieder zum Leben. Safars Kollegen haben das Verfahren nach dessen Tod weiter verfeinert, indem sie der kalten Kochsalzlösung winzige Mengen an Zucker zugesetzt haben. Dadurch, so verkündeten die Pittsburgher im Juni, seien sie im Stande, die Hunde sogar noch nach vollen drei Stunden ins Leben zurückzuholen.

In anderen Experimenten haben Wissenschaftler bereits gezeigt, dass das Prinzip der suspendierten Animation die Notfallmedizin tatsächlich revolutionieren könnte. Die Forscher um Professor Behringer in Wien etwa widmen sich der Rettung von Menschen, die mit einem Infarkt zusammensacken und dann oftmals den plötzlichen Herztod sterben. Dazu ahmen die Wiener die Krankheit in Tierversuchen nach: Sie versetzen Schweinen unter tiefer Vollnarkose einen Stromstoß auf die Brust, der ihr Herz wie bei einem Infarkt stillstehen lässt.

Nach 15 Minuten absolutem Herzstillstand und 20 Minuten Wiederbelebung mit herkömmlichen Maßnahmen wie Herzdruckmassage, Elektroschock und Medi-

kamenten können die Wiener nur die wenigsten dieser Schweine in das Leben zurückholen; und jene, die es schaffen, haben schwere neurologische Schäden.

Weitaus bessere Resultate ergeben sich, wenn die Forscher vor der Wiederbelebung zunächst einmal drei Liter Kochsalzlösung in die Hauptschlagader der leblosen Schweine spülen und gezielt Gehirn und Herz abkühlen (im Unterschied zu den Versuchen in Boston lässt man die Tiere nicht ausbluten). Nach 20 Minuten Wartezeit – damit wird der Transport ins Krankenhaus simuliert – werden die Tiere zunächst an die Herz-Lungen-Maschine angeschlossen, reanimiert und anschließend 24 Stunden lang mit Medikamenten und Eiswürfeln in einem erholsamen Dämmerschlaf bei 33 Grad Körpertemperatur gehalten. Erst dann „dürfen sie wieder aufwachen“ (so Behringer): 85 Prozent der Schweine tun das – und zwar ohne nennenswerte Folgeschäden.

Ähnliche Ergebnisse vermeldet die Gruppe um Hasan Alam, dessen Forschung auf die Rettung verblutender Menschen zielt. In ihren Versuchen fügten die Wissenschaftler Schweinen mit Skalpellen potentiell tödliche Verletzungen zu und machten sich eine halbe Stunde später daran, die Wunden wieder zu vernähen. Jene Tiere, die überhaupt keine Kühlflüssigkeit erhielten, starben allesamt. Andere Schweine wurden so schnell wie möglich gekühlt: von 37 Grad auf 10 Grad Körpertemperatur in 28 Minuten. Von ihnen konnten 87 Prozent durch eine Notoperation versorgt und nach mehr als einer Stunde wiederbelebt werden.

Die überlebenden Borstenviecher wurden Verhaltenstest unterzogen, die sie souverän meistern. Versteckte Rosinen und Äpfel stöberten sie genauso zielsicher auf wie normale Vergleichstiere. Spätere Gewebeuntersuchungen ihrer Gehirne offenbarten ebenfalls: Die Schweine hatten den Ausflug in den Tod neurologisch unversehrt überstanden.

Mit den Regeln der Biologie scheint all das ganz und gar nicht vereinbar. Bisher galt: Bleibt das Gehirn nur ein paar Minuten (beim Menschen vier bis fünf) ohne Sauerstoff, stirbt das Denkorgan ab. Ebenso gehen Herzzellen und andere Gewebe unweigerlich zugrunde, wenn die Sauerstoffversorgung eine kritische Grenze unterschreitet.

Doch der Kälteschock kann dieses Geschehen offenbar durchbrechen. Fällt die Körpertemperatur eines Menschen jeweils um zehn Grad, so verringert sich die Stoffwechselrate um 50 Prozent. Dadurch werde zugleich der Prozess des Sterbens verzögert, erklärt Hasan Alam: Bei 30 Grad Körpertemperatur kann das Gehirn 20 Minuten ohne Sauerstoff überdauern, bei 10 Grad sind es gar 90 bis 120 Minuten.

So erklären sich jene sagenhaften Fälle, in denen Menschen einen extrem langen Sauerstoffmangel überlebten. Im Frühjahr 2000 beispielsweise rollte ein drei Jahre altes Mädchen mit seinem Buggy eine Böschung hinab und versank in den zehn Grad kalten Fluten des Neckars. Obwohl es 45 Minuten lang unter Wasser war, konnte es wiederbelebt werden. Auch von Infarktpatienten ist bekannt, dass ihre Überlebensaussichten steigen, wenn sie gekühlt werden.

Warum die Kälte vorm Sterben schützt, haben die Forscher noch nicht bis ins letzte Detail verstanden. Unstrittig ist jedoch, dass der Stoffwechsel in den Körperzellen noch eine Weile weiterläuft, wenn der Mensch eigentlich schon tot ist. Die Sauerstoffreste aus dem Blut reichen aber nicht mehr für die Herstellung von Energie aus; vielmehr produziert die zelluläre Atmungskette vermehrt Freie Sauerstoffradikale, die in den Zellen wie Gift wirken und ihnen den Garaus machen. Das bedeutet: Der unbeirrt weiterlaufende Stoffwechsel der Zelle führt ihren eigenen Untergang herbei.

QUEEN / REFLEX

Tiefschlaf im Science-Fiction-Film*
Traum vom faltenfreien Reisen zu fernen Galaxien

* Szene aus „Alien“ mit Sigourney Weaver.

Der Prozess kann anscheinend durch die kühle Kochsalzlösung ausgesetzt werden. Einmal, weil ihre Kälte die Stoffwechselaktivität dramatisch verringert. Zum anderen, weil sie das Blut und damit den Sauerstoff komplett aus den Geweben spült: Die Atmungskette hat keinen Brennstoff mehr – und die Zellen sterben nicht an den Freien Radikalen; so gleitet der Körper in den Zustand der suspendierten Animation.

Folgerichtig müsste sich der Todesschlaf auch einstellen, wenn die Zellatmung auf anderem Wege unterbrochen wird. Genau das hat der Zellbiologe Mark Roth von der University of Washington in Seattle in einer Reihe von eleganten Experimenten gezeigt. Er benutzte dazu Gase wie Kohlenmonoxid und Schwefelwasserstoff. Sie greifen in die sauerstoffverbrauchenden Stoffwechselvorgänge ein, binden an die gleichen Proteine und Enzyme im Körper und stören auf diese Weise die zelluläre Atmung.

Als Mark Roth, 47, beispielsweise Labormäuse ein Gemisch aus Schwefelwasserstoff und normaler Raumluft einatmen ließ, sanken die Tiere in einen künstlichen Winterschlaf. Nicht mehr 120-mal pro Minute schlugen ihre Herzen sondern nur noch 10-mal. Ihre Körpertemperatur fiel von 37 Grad auf bis zu 15 Grad (2 Grad über der Temperatur in der Kammer). Nach sechs Stunden war ihre Stoffwechselrate um 90 Prozent gesunken.

Die Wiederbelebung der Tiefschläfer war denkbar einfach. Nachdem sie wieder in frischer Luft und bei normaler Zimmertemperatur gehalten wurden, wachten die Mäuse von allein auf und waren so gesund wie zuvor. Roth will seine Experimente zunächst mit größeren Tieren wiederholen und peilt danach ebenfalls Versuche an Menschen an.

Wie weit sich die Ausflüge ins Jenseits ausdehnen lassen, ist noch nicht absehbar. Reisen in ferne Galaxien jedoch können bis auf weiteres nicht gebucht werden. Die bisherigen Rekorde von drei Stunden bei Hunden und sechs bei Mäusen sind womöglich schon die obere Grenze.

Auch das Einfrieren ganzer Körper in flüssigem Stickstoff bietet keine Alternative; vielmehr gilt das inzwischen als Irrweg: Bei minus 196 Grad Celsius bleibt der Stoffwechsel zwar abrupt stehen, jedoch bilden sich in den Körperzellen Eiskristalle, die das Gewebe zerstören.

Für die gutgläubigen Seelen, die ihre Überreste in Stickstoff haben beisetzen lassen, kommt diese Erkenntnis zu spät. „Alle, die da eingefroren sind“, sagt der Wiener Behringer, „werden nie wieder lebendig aufgetaut.“

JÖRG BLECH