

SPIEGEL ONLINE - 22. Juni 2006, 10:01

URL: <http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/0,1518,422696,00.html>

Unterkühltes Wasser

# Forscher halten Schonfrost von Menschen für möglich

Von Holger Dambeck

Organe oder ganze Menschen einfrieren, um sie Jahre später wieder aufzutauen und zum Leben zu erwecken - finnische Forscher halten das für möglich. Ein spezielles Abkühlverfahren soll die gefährliche Kristallbildung in den Zellen verhindern.

Anatoli Bogdan glaubt an eine Science-Fiction-Vision. Die sogenannte Kryokonservierung, also das Einfrieren von Organen oder Menschen über Jahrzehnte und anschließendes Auftauen und Wiederbeleben, sei prinzipiell machbar, schreibt der Physiker in der Juli-Ausgabe des Fachblatts "ACS Journal of Chemistry B".



AP

Alcor Life Extension Foundation: Eine Mitarbeiterin steht vor Behältern, in denen gefrorene Körper gelagert werden

Im Film klappt die Kryokonservierung natürlich schon lange. So ließ sich der Spezialagent Austin Powers in den sechziger Jahren einfrieren, um die Wiederkehr seines Widersachers Dr. Evil abzuwarten, der sich für 30 Jahre ins All geflüchtet hatte.

In der Realität ist die Idee umstritten, Menschen mit unheilbaren Krankheiten so lange einzufrieren, bis eine Therapie verfügbar ist. Bisher ist die Medizin von einem solchen Vorhaben aber noch weit entfernt. Das Einfrieren von Organen gestaltet sich schwierig. Denn dabei bilden sich Eiskristalle, welche die Zellen beschädigen. Nur in wenigen Fällen, etwa bei Spermien oder Eizellen, gelingt die Kryokonservierung schon.

Die Probleme beim Einfrieren von Organen lassen sich jedoch womöglich lösen, schreibt Bogdan, der an der Universität Helsinki forscht. Er hat im Labor mit unterkühltem, glasartigem Wasser experimentiert. Es entsteht, wenn man flüssiges Wasser weit unter den Gefrierpunkt abkühlt, ohne dass sich Eis bildet. Das Wasser gerät vielmehr in einen glasartigen Zustand.

"Zellen unbeschädigt"

Bogdan kühlte feine Tropfen einer wässrigen Schwefelsäure-Lösung sehr langsam ab und brachte die Wassermoleküle so in den gewünschten unterkühlten Zustand. Der Vorgang sei umkehrbar, berichtet der Physiker.

Mit dem richtigen Wasserzusatz könnten Zellen in Pflanzen und lebende Organe das starke Abkühlen schadlos überstehen, erklärte Bogdan. Normalerweise bilden sich beim Abkühlen von Zellen darin kleine Eiskristalle. Dabei wird das Wasser von den übrigen Zellbestandteilen separiert. "Wenn wir das durch langsames Abkühlen und Aufwärmen die Kristallbildung verhindern können, dann bleiben die Zellen unbeschädigt", sagte Bogdan.

Der Wasserexperte Ralf Ludwig von der Universität Rostock bezweifelt jedoch, ob die in Helsinki entwickelte Methode tatsächlich funktionieren kann. Bisher könnten nur Enzymproteine und Blut für

pharmazeutische und medizinische Anwendungen eingefroren werden werden. Dies gelinge durch das Hinzufügen von sogenannten Kryoprotektoren, das sind Frostschutzmittel wie Glycerin, Dimethylsulfoxid oder Zucker, die die Zellen frostbeständig machen.

## Zweifel am Verfahren

"So behandelte Enzymproteine verlieren aber in kurzer Zeit ihre biologische Funktion", sagte Richter im Gespräch mit SPIEGEL ONLINE. Ein grundsätzliches Problem bestehe darin, die Kryoprotektoren nach dem Auftauen wieder zu entfernen und die biologische Funktionsfähigkeit der Zellen zu erhalten.

Den von Bogdan verwendeten Kryoprotektor Schwefelsäure hält Ludwig für ungeeignet: "Von der Möglichkeit der Konservierung von Zellen, Gewebe oder sogar dem ganzen Körper ist dieser Vorschlag weit entfernt." Die Säure sei vor allem viel zu hoch konzentriert.

"In einer solch saueren Lake kann man gar nichts konservieren", sagte der Rostocker Physiker. Zellen, Organe und Körper würden sich darin zügig zersetzen. Es gebe jedoch andere wässrige Lösungen, die sich auszeichnet reversibel unterkühlen ließen, räumte er ein.

Bizarre Blüten treibt das Einfrieren von Menschen bereits heute in den USA. Obwohl bislang kein Verfahren zum Wiederbeleben existiert und eine Schädigung der Zellen wahrscheinlich ist, zahlen Amerikaner über Hunderttausend Dollar an Anbieter wie [Alcor](#) oder [Cryonics Institute](#), um ihre Körper nach dem Tod in flüssigem Stickstoff lagern zu lassen. Die Kryonik-Anhänger hoffen auf eine Wiedergeburt, und zwar dann, wenn Forscher irgendwann einmal Mittel und Wege gefunden haben, die tiefgekühlten Leiber wieder zum Leben zu erwecken. Ob das je gelingt, ist ungewiss. Die Leichen werden mit Zusatz von Frostschutzmittel konserviert.

## Leichen konserviert im Kühlbehälter

Wasser kann prinzipiell aber auch ohne Zusätze unterkühlt werden. Um glasartiges Wasser auf diese Weise zu erzeugen, sind jedoch hohe Abkühlraten erforderlich. Das unter den Gefrierpunkt abgekühlte Wasser befindet sich dann nicht mehr in einem thermodynamischen Gleichgewicht, betonte Ludwig, sondern in einem metastabilen Zustand. "Eine kleine Erschütterung kann zur Bildung eines Kristallisationskeims führen."

Man könne das auch zu Hause beobachten, wenn man eine Flasche Wasser bei Frost kurz nach draußen gestellt habe. "Holt man die Flasche nach drinnen und öffnet sie, dann quillt einem plötzlich das Eis entgegen, das sich bei der Erschütterung bildet."

Die Physik von unterkühltem, glasartigen Wasser ist ein hochinteressantes Phänomen einer Verbindung, die mit ihren Anomalien Physiker und Chemiker bis heute beschäftigt. Als mögliche Erklärung für die Anomalien, etwa jene, dass die Dichte des Wassers unterhalb vier Grad Celsius zunimmt, gelten sogenannte metastabile Phasen. Bei niedrigen Temperaturen sollen zwei flüssige Wasserphasen existieren, die sich in einem kritischen Punkt treffen - so zumindest die Hypothese der Wissenschaftler.

---

© SPIEGEL ONLINE 2006

Alle Rechte vorbehalten

Vervielfältigung nur mit Genehmigung der SPIEGELnet GmbH

---

Zum Thema:

Zum Thema in SPIEGEL  
ONLINE:

- <http://www.spiegel.de/wissenschaft/erde/0,1518,422312,00.html>
- WHO-Bericht: Umweltverschmutzung tötet 13 Millionen Menschen (16.06.2006)  
<http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/0,1518,421742,00.html>
- Ozean: Tiefenströmung verändert Erbgut von Oberflächen- Algen (12.05.2006)  
<http://www.spiegel.de/wissenschaft/erde/0,1518,415923,00.html>

Zum Thema im Internet:

- Universität Helsinki  
<http://www.helsinki.fi/university/>
  - Universität Rostock  
<http://www.uni-rostock.de/>
  - Cryonics Institute  
<http://www.cryonics.org/>
  - Alcor Life Extension Foundation  
<http://www.alcor.org/>
-