

## Ein Wundkleber nach Schneckenart

Er versiegelt Organe und ist gut verträglich fürs Gewebe

VON STEFAN PARSCHE

Ein neuer Wundkleber kann etwa bei Operationen und Verletzungen Organe versiegeln sowie Gewebe miteinander verbinden. US-Forscher stellen im Magazin Science einen Klebstoff vor, der auch auf feuchten Oberflächen gut haftet, sich extrem gut verformt und Gewebe nicht schädigt. Das Team um Dave Mooney von der Harvard University in Cambridge testete den Stoff sowohl im Labor als auch an verschiedenen Gewebetypen von Schweinen, Mäusen und Ratten.

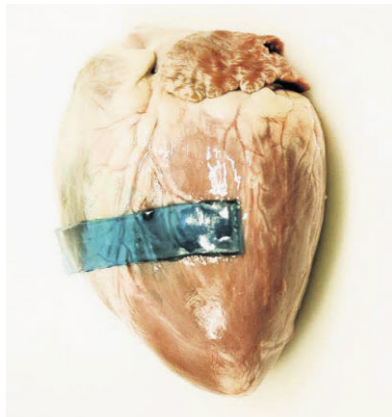
Ein Präparat zu entwickeln, das auf feuchten und dynamischen Oberflächen haftet, sei äußerst schwierig, schreibt das Team. Die existierenden Klebstoffe seien giftig für die Zellen, haften schwach an Gewebe und seien nicht für feuchte Umgebung geeignet. Paradebeispiel ist der – auch in der Medizin gängige – Sekundenkleber Cyanoacrylat. Er klebt zwar extrem gut, aber nur auf trockenen Oberflächen, zudem ist er unflexibel und schädigt angrenzendes Gewebe.

### Leberblutung gestoppt

Die Forscher haben sich an dem Haftsekret orientiert, das die auch in Europa heimische Hellbraune Wegschnecke (*Arion subfuscus*) zur Verteidigung nutzt – damit ist sie schwer vom Boden zu lösen. Das neue Gel besteht aus zwei Schichten: Die Klebefläche enthält ein positiv geladenes Polymer, das sowohl elektrostatisch als auch atomar und mechanisch an Oberflächen haftet. Dagegen sorgt die zweite Schicht aus Alginat-Polyacrylamid dafür, dass sich der Kleber an dynamische Oberflächen anpasst, etwa an einen pumpenden Herzmuskel.

Die Forscher prüften das Gel unter anderem an Gewebetypen von Schweinen und Ratten wie Haut, Knorpel, Herz, Leber und Blutgefäßen. So versiegelte es etwa eine mit Blut angefeuchtete Wunde an einem Schweineherz über die Dauer von Zehntausenden Pumpzyklen. Bei Mäusen stoppten die Forscher eine Leberblutung, ohne umliegendes Gewebe zu schädigen.

Das Gel lasse sich oberflächlich auf Wunden bringen, aber auch per Spritze in eine Zielregion im Körper injizieren, berichtet das Team. „Wir können die Klebstoffe aus biologisch abbaubaren Materialien herstellen, so dass sie sich auflösen, wenn ihre Aufgabe erfüllt ist“, sagt Ko-Autor Adam Celiz.



JIANYU LI, ADAM D. CELIZ, DAVID J. MOONEY

Der neue Kleber hat sich bei einer Wunde an einem Schweineherz bereits bewährt.

„Der Ansatz ist sehr gut“, sagt Janek von Byern vom Ludwig Boltzmann Institut für Experimentelle und Klinische Traumatologie in Wien, der an der Arbeit nicht beteiligt war. „Die Studie zeigt, dass das Gel funktioniert.“ Einsatzmöglichkeiten sieht der Biologe auch beim Verkleben verletzter Nervenbahnen etwa nach Rückenmarkverletzungen. Dazu gebe es derzeit keine kommerziellen Produkte, da Cyanoacrylat die Nervenenden abtöte und sich die feinen Strukturen auch nicht nähern oder tackern ließen.

In der medizinischen Praxis komme es auch darauf an, dass ein Material einfach zu handhaben sei. Das müsse sich noch zeigen. Fraglich sei im Falle einer Zulassung auch, ob es sich auf dem Markt behaupten kann. Dafür müsse das neue Gel nämlich das vielgenutzte Cyanoacrylat verdrängen, das als industrielles Standardprodukt günstig produziert werde. Die Forscher selbst sehen offenbar Chancen, drei von ihnen haben auf das Gel ein Patent beantragt. (dpaf/wf)



Im Dienst der Weltraummedizin: Der deutsche Astronaut Alexander Gerst trägt bei einem Experiment auf der ISS den Doppelsensor zur Erfassung der Körpertemperatur an der Stirn.

DLR/ESA/NASA

## In ewiger Dunkelheit und Kälte

Die Weltraummediziner der Berliner Charité erforschen das Verhalten des Organismus in extremen Gefilden

VON KATRIN MATTHES

### DAS ALL UND DIE ANTARKTIS

Die Reise zum Mars ist in greifbare Nähe gerückt. Die US-Weltraumbehörde Nasa plant für 2023 einen ersten bemannten Testflug mit dem neuen Raumschiff „Orion“ – zunächst zum Mond. Auch die Russen, die Chinesen sowie private Unternehmen wie Mars One und SpaceX wollen Menschen zum Mars schicken. Doch die Technik ist nur eine Seite. Bei potenziellen Marsmissionen spielt auch die menschliche Belastbarkeit eine Schlüsselrolle. Wie verhält sich unser Körper im All? Diese Frage steht im Fokus von Weltraummedizinern. Auch in Berlin wird daran geforscht.

Ortstermin auf dem Campus der Charité in Mitte. Dort hat das Zentrum für Weltraummedizin und extreme Umwelten Berlin (ZWMB) seinen Sitz. Das All ist dort so fern wie überall auf der Erde. Aber in dem Zentrum werden Daten zu der Frage gesammelt: Wie reagiert unser Körper auf extreme Umwelten?

Um Lösungen geht es dabei erst im zweiten Schritt. Zunächst muss erkannt werden, wie Probleme überhaupt aussehen können und wie sie entstehen. Bekannt ist, dass Langzeitaufenthalte im All zu Muskelschwund, verminderter Knochendichte und Durchblutungsstörungen führen. Daneben können psychische Probleme auftreten, etwa Stimmungsschwankungen, Depression, Entscheidungsschwäche, Missrauen, Schlafstörungen.

### Mangel an UV-Licht und Vitamin D

Die Wissenschaftler des ZWMB konzentrieren sich vor allem auf zwei Aspekte: den Schlaf-Wach-Rhythmus, auch zirkadianer Rhythmus genannt, und die Thermoregulation – also die Fähigkeit unseres Körpers, die Temperatur konstant zu halten. Zwei zentrale Funktionen des Körpers, deren Beeinträchtigung im schlimmsten Fall zum Tod führen kann.

Für ihre Forschungen müssen die Wissenschaftler irgendwie das All auf der Erde abbilden. Dafür nutzen sie unwirtliche Regionen, in denen die Lebensumstände jenen im Weltall ähneln. Die ZWMB-Forscher interessieren zum Beispiel, wie es jenen Menschen geht, die in der antarktischen Forschungsstation Neumayer III überwintern und damit etwa 14 Monate im ewigen Eis leben und arbeiten müssen.

„Viele Aspekte dieses Langzeitaufenthalts in der Antarktis ähneln den Bedingungen für Menschen im Weltall“, sagt Mathias Steinach, Arzt und Wissenschaftler am ZWMB. So gibt es eine große räumliche Trennung von zu Hause. Mit Freunden und Familie kann man nur eingeschränkt und verzögert über Satellit kommunizieren. Außerdem besteht eine hohe Abhängigkeit von der Technik. Im antarktischen Winter können Menschen nicht einfach vor

Das Zentrum für Weltraummedizin und extreme Umwelten Berlin (ZWMB) existiert seit 2000. Dort arbeiten 14 Wissenschaftler. Die meisten sind Physiologen, Experten für die biophysikalischen und biochemischen Funktionsweisen des Organismus. Seit 2003 gibt es eine Kooperation mit dem Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven, Betreiber der Forschungsstation Neumayer III in der Antarktis.

Neun Menschen überwintern jedes Jahr in der Station und verbringen rund 14 Monate dort. Aus den Reaktionen von Körper und Seele der Antarktis-Überwinterer ziehen die Forscher Schlüsse für mögliche Langzeitflüge im All.

Antarktis-Expeditionen zeigen, welchen Belastungen der Mensch im ewigen Eis ausgesetzt ist und welche Folgen das haben kann.

Eine besonders tragische Unternehmung war die britische Terra-Nova-Expedition 1911/12. Beim Wettlauf zum Südpol unterlagen die Briten nur knapp dem Expeditionsteam des Norwegers Roald Amundsen. Auf dem Rückweg starben der Expeditionsleiter Robert Falcon Scott und seine vier Begleiter an Unterernährung, Kälte und Krankheit. Aber auch an Enttäuschung über die Niederlage.

Neben der Antarktisforschung blicken die Wissenschaftler des ZWMB aber auch direkt in den Weltall. Genauer gesagt: auf die ISS. Sie haben regelmäßig Kontakt mit den Astronauten. Untersucht wird dabei, ob sich die Körpertemperatur im All verändert und welche Folgen das haben könnte. „Auf der Erde ist ein permanenter Luftstrom um uns herum“, erläutert Steinach. „Die Luft um den Körper wird von ihm erwärmt und steigt dadurch auf. Der Luftstrom wirkt kühlend.“

### Wärmesensor schlägt Alarm

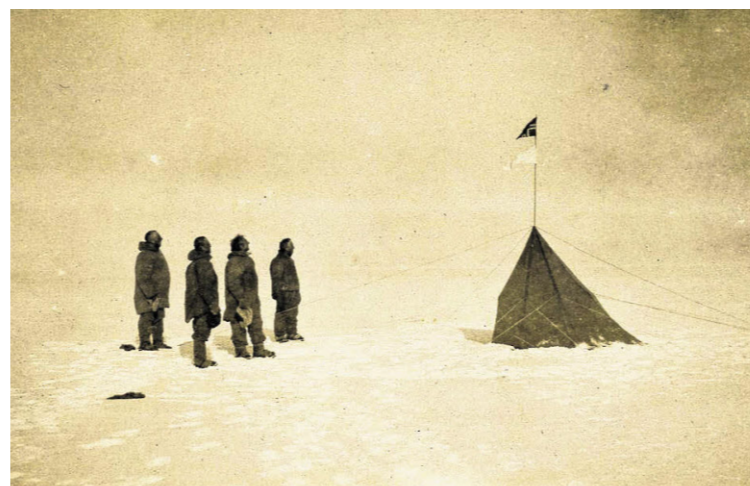
Dieser Effekt der Konvektion, an den unser Körper angepasst ist, fällt in der Schwerelosigkeit weg. Die Forscher interessieren, welche Folgen das hat und wie die Leistungsfähigkeit davon beeinflusst wird. „Unsere Daten zeigen, dass Körperkerntemperaturen von über 40 Grad Celsius bereits nach kurzfristigen physischen Anstrengungen erreicht werden können“, sagt Hanns-Christian Gunga, Leiter des ZWMB. „Die Untersuchungsergebnisse geben dazu Anlass, die Ruhe- und Erholungsphasen von Astronauten nach Belastung zu überdenken und dürften deshalb für die operationale Raumfahrtmedizin interessant sein.“

Aus den Ergebnissen haben Wissenschaftler des ZWMB gemeinsam mit der Medizintechnik-Firma Draeger einen Wärmeflussensor entwickelt, Doppelsensor genannt. Es handelt sich um ein Gerät, das Alarm schlägt, wenn die Körpertemperatur innerhalb kürzester Zeit stark ansteigt oder abfällt. Da der Sensor außen am Körper angebracht ist, kann er auch im arbeits- oder sportmedizinischen Bereich verwendet werden.

Der Sensor wird derzeit im Einsatz getestet: auf der ISS, in Helmen von Feuerwehrleuten, aber auch in Kliniken, wo es zum Beispiel bei Herz-Operationen zum plötzlichen Absinken der Körpertemperatur kommen kann. So übertragen die Wissenschaftler des ZWMB ihre Ergebnisse also nicht nur von der Erde auf das All – sondern nutzen umgekehrt auch Erkenntnisse aus dem All für das Leben auf der Erde.

In naher Zukunft wird das Forschungsprojekt der Antarktis ausgeweitet und die chilenische Antarktis-Station mit 13 Überwinterern mit einbezogen, kündigt Gunga an. Ein weiteres Forschungsprojekt wird ebenfalls in Kooperation mit Chile angestrebt, in diesem Fall in großen Höhen.

In den chilenischen Anden stehen in etwa 5 500 Metern Höhe Observatorien, die bedient und gewartet werden müssen. Dies machen Arbeiter, die dafür extra dort stationiert sind. Auch hier werden die Forscher regelmäßig Daten erheben, um die Reaktionen des Körpers auf die Anstrengung in einem Gebiet mit wenig Sauerstoff und geringem Druck zu untersuchen.



Ein rares Foto, erst 2009 veröffentlicht: Polarforscher Roald Amundsen und seine Mannschaft erreichen am 14. Dezember 1911 als Erste überhaupt den Südpol.

DPA

die Tür gehen. Temperaturen um minus 40 Grad Celsius sind normal, draußen weht ein eisiger Wind. „Was in der Antarktis die Kälte ist, ist im Weltall das Vakuum“, sagt Steinach. „So sehen wir eine Analogie zum Weltraumpaziergang.“

Dazu kommt die Isolation und die beengte Umgebung, die Antarktis-Überwinterer mit Menschen teilen, die sie vorher nur wenig kannten. Sinnesreize nehmen ab. Statt der gewohnten Stadt- oder Landumgebung gibt es nur noch weiße Eisfelder mit wenig Konturen. Schließlich ändert sich auch das Licht – in der Antarktis kommt die Sonne fast 80 Tage nicht über den Horizont. Es herrscht Dunkelheit.

Alle diese Faktoren treffen auch, nur extremer, auf einen Flug zum Mars zu. „Sie bilden sozusagen Weltraumbedingungen auf der Erde ab und geben uns die Möglichkeit zu untersuchen, wie der menschliche Körper darauf reagiert“, sagt Steinach. So misst der Arzt der Neumayer-III-Station regelmäßig, wie sich der Energieumsatz, der Schlaf, das Immunsystem und die kognitiven Funktionen der Überwinterer entwickeln.

„Wir haben festgestellt, dass Überwinterungen mit signifikanten Veränderungen der Schlafmuster

verbunden sind“, sagt Steinach. Der Schlaf sei weniger tief und die Studienteilnehmer wachen häufiger auf. Das Phänomen verstärkte sich, je länger die Person auf der Station sei. Solche Änderungen des Schlafes können zu Stimmungsschwankungen, verringerter Aufmerksamkeit, Konzentrationsstörungen und einer verschlechterten körperlichen und kognitiven Leistungsfähigkeit führen. Eine zentrale Ursache, sagt Steinach, sei das mangelnde UV-Licht.

Eine weitere Erkenntnis aus den Datenreihen ist, dass die Überwinterer einen eklatanten Mangel an Vitamin D aufweisen. Dieses Vitamin wird mithilfe von Licht gebildet und ist wichtig für den Knochenaufbau und das Immunsystem. Die Ergebnisse werden dazu genutzt, den Menschen in der Antarktis das Leben zu erleichtern. Zum Beispiel über Vitaminpillen. Aber nicht immer ist es so einfach. Die Verbesserung des Schlafrhythmus ist schon schwieriger. Steinach schlägt vor, auf der Station – und später auf Raumschiffen – den Sonnenaufgang und -untergang zu simulieren. Die Lichtfarbe müsse der der Sonne angepasst werden. „Momentan ist viel zu viel Blau im Licht“, sagt er. „Das signalisiert dem Körper Mittagzeit.“ Und stört in der Folge den gesunden Schlaf.

## Kurioser Dinosaurier in China entdeckt

Er ähnelt Kasuaren, die es im Norden Australiens gibt

Ein in China ausgegrabener Dinosaurier hat auffällige Ähnlichkeit mit einem heutigen Laufvogel: dem in Neuguinea und Nordaustralien heimischen Kasuar. Beide tragen einen ähnlich geformten Knochenkamm auf dem Schädel, und sie sind mit 1,70 Metern vergleichbar groß. *Corythoraptor jacobsi* lebte in der späten Kreidezeit vor etwa 66 bis 100 Millionen Jahren und zählt zu den Theropoden – jener Gruppe, aus der vermutlich die Vögel entstanden sind.

Ein internationales Team um Junchang Lü von der Chinesischen Akademie für Geologische Wissenschaften in Peking beschreibt die in der südchinesischen Stadt Ganzhou gefundene Art im Fachmagazin Scientific Reports.

Kasuar, von denen es mehrere Arten gibt, sind nach dem Strauß die größten lebenden Vögel. Ihr auffälliger Knochenkamm ist innen sehr porös, aber im Vergleich zu *Corythoraptor jacobsi* deutlich dichter, mit weniger großen Hohlräumen. Die Forscher folgern daraus, dass der Helm des Dinosauriers womöglich biegsam war und damit nicht als Waffe für Revierkämpfe mit Rivalen taugte.

Stattdessen vermuten sie, dass die luftgefüllten Hohlräume möglicherweise der Wärmeregulierung für den Schädel dienten. Zudem könnte der Helm ein Resonanzkörper für tiefe Töne gewesen sein, die zur Jagd und bei Revierkämpfen eingesetzt wurden. Schließlich könnte die Größe auf den Rang in der Hierarchie einer Gruppe hingewiesen haben.

*Corythoraptor jacobsi* ist nicht der einzige bizarre vogelähnliche Dinosaurier. Vor zwei Jahren hatten Forscher in Nordamerika die Art *Anzu uyilei* entdeckt, die vor etwa 66 Millionen Jahren lebte. Dieser Dino war 3,5 Meter hoch und wog 200 bis 300 Kilogramm. Auf dem wuchtigen Schädel trug er einen hahnenähnlichen Kamm. Die dünnen Beine glichen denen eines Straußes. (dpaf/wf)



ZHAO CHUANG

Imposanter Kamm und 1,70 Meter groß: *Corythoraptor jacobsi*.

## Wie Mäusebabys ihre Mutter rufen

Hirnstamm ist dabei aktiv

Neugeborene Mäuse brauchen die Nähe ihrer Mutter. Sie rufen nach ihr, sobald sie sich vom Nest entfernt. Für die Rufe, die eine für das menschliche Ohr nicht wahrnehmbare Frequenz haben, brauchen die Mäusebabys bestimmte Nervenzellen im Hirnstamm. Ohne diese Nervenzellen sind sie stumm und werden von ihrer Mutter ignoriert, berichten Forscher um Carmen Birchmeier vom Berliner Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin im Fachmagazin PNAS.

Wie die Wissenschaftler in einer Reihe von Experimenten herausfanden, liegen die für die Rufe wichtigen Nervenzellen im sogenannten Nucleus tractus solitarius des Hirnstamms und steuern die Anspannung von Bauchmuskeln und Kehlkopf. Sind zwei bestimmte Gene verändert, so stört das die Reifung der Nervenzellen in dem wichtigen Areal. Die Tiere bleiben nach der Geburt stumm.

Die Forscher um Birchmeier und Erstautor Luis Hernandez-Miranda vermuten, dass ähnliche Verschaltungen im Gehirn für das Schreien von menschlichen Neugeborenen verantwortlich sein könnten oder bei Sprachstörungen eine Rolle spielen. Zu untersuchen sei auch, ob das Areal bei Schlaganfallpatienten eine Rolle spielt. (abg.)