

# Warmes Wasser wärmt die Arktis

Fossiles Plankton belegt die Stärke des Klimawandels im hohen Norden

Das Wasser, das vom Atlantik in die Arktis strömt, ist so warm wie seit mindestens 2000 Jahren nicht mehr. Forscher sehen darin einen der Gründe für das Schrumpfen des Meereises.

Sven Titz

Das zwischen Grönland und Spitzbergen in die Arktis strömende Wasser ist heute wärmer als in den vergangenen 2000 Jahren. Wie ein Forscherteam aus Deutschland, Norwegen und den USA anhand von Meeressedimenten herausgefunden hat, liegt die Wassertemperatur gegenwärtig um 2 Grad Celsius über dem Wert, der bis Mitte des 19. Jahrhunderts typisch war.<sup>1</sup> Das hohe Temperaturniveau wurde in früheren warmen Epochen nicht einmal annähernd erreicht – selbst während der mittelalterlichen Wärmeperiode von 950 bis 1250 lag die Temperatur um 1,5 Grad unter dem heutigen Niveau. Die Studie demonstriert erstmals mit einer zeitlichen Auflösung im Bereich von mehreren Jahrzehnten, wie aussergewöhnlich die Erwärmung der Meeresströmung in die Arktis ist. Die Ursachen dafür vermag sie aber nicht aufzuklären.

## Rekonstruiertes Klima

Um die arktische Klimageschichte zu rekonstruieren, untersuchte das Team von Robert Spielhagen, der am Leibniz-Institut für Meereswissenschaften in Kiel arbeitet, Lagen von Sedimenten, die vom Meeresgrund westlich von Spitzbergen geborgen worden waren. Zwei Analysemethoden, die fast identische Ergebnisse lieferten, zeigten den Wissenschaftlern, dass die sommerliche Temperatur des Meerwassers von 3,5 Grad Celsius in der Vergangenheit auf rund 5,5 Grad in der Gegenwart gestiegen ist. Beide Methoden beruhen auf der Untersuchung von Foraminiferen – das sind marine Mikroorganismen des Planktons mit einem charakteristischen Skelett aus Kalk.

Bei der einen Methode zählten die Forscher die im Sediment vorkommenden Arten der Foraminiferen. Daraus folgerten sie, wie hoch die Wassertemperatur war. Die Foraminiferen-Arten bevorzugen nämlich unterschiedliche Temperaturen: Die einen baden sozusagen gerne lau, die anderen lieber kalt. Zu ihren Lebzeiten tummelten sich die winzigen Tiere in einer Wassertiefe zwischen 50 und 300 Metern. Moderne Temperaturmessungen gibt es vor allem von der darüber liegenden Wasser-

## Warmwassertransport in die Arktis



□ Eisdrift ■ Warme Strömung ● Probenentnahme  
QUELLE: R. SPIELHAGEN, ADW/MAINZ/IFM-GEOMAR  
NZZ-INFOGRAFIK/tcf.

schicht. Daher verknüpfte das Team die Daten und bestimmte so die Temperatur für eine Tiefe von rund 50 Metern.

Die zweite Methode ist biochemischer Art. Je wärmer das Wasser ist, desto mehr Magnesium und desto weniger Kalzium nehmen die Foraminiferen in ihre Skelette auf. Misst man den Gehalt der beiden Metalle in den fossilen Foraminiferen, so lässt sich die historische Temperatur berechnen. Beide Methoden hätten sich schon in früheren Studien bewährt, sagt Spielhagen.

## Wasserzufuhr vom Atlantik

Für die Arktis ist die Framstrasse, wie der Seeweg zwischen Grönland und Spitzbergen heisst, wichtig, denn durch diese Strasse kommt ein grosser Teil der Wasserzufuhr vom Atlantik. Schwillt die Strömung an oder erwärmt sie sich, dann steigt die Temperatur in der Arktis. Das trägt auch zu der in den letzten

Jahrzehnten beobachteten Schrumpfung des Meereises bei.

Bevor das Wasser die Framstrasse erreiche, ströme es durch das Seegebiet zwischen Island und Schottland, erklärt Uwe Mikolajewicz vom Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg. Es handle sich um eine Mischung von Wassermassen, deren Ursprung nicht so einfach zu bestimmen sei. Beim Antrieb der Strömung spiele unter anderem der Wind eine Rolle. Wie wichtig die Strömung im Vergleich zu anderen Faktoren ist, die die Arktis erwärmen, wird in der Fachwelt noch diskutiert. Auch eine Erwärmung der Luft durch Treibhausgase zählt zu den möglichen Ursachen. Die Autoren der Studie schreiben jedenfalls: Falls die warme Meeresströmung anhalte, werde dies zu weiteren Erwärmung der Arktis und zum weiteren Rückgang des Meereises beitragen.

<sup>1</sup> Science 331, 450–453 (2011).

# Krebsmittel heilt Nervenzellen

Erfolg bei Mäusen mit Rückenmarksverletzung

Isl. · Die Selbstheilung des Körpers funktioniert an vielen Stellen sehr gut. Doch im Gehirn und im Rückenmark wird die Regeneration von Nervenzellen nach einer Verletzung durch verschiedene Prozesse verhindert. Seit Jahren suchen Forscher nach Möglichkeiten, in diese Prozesse einzugreifen und dadurch etwa eine Querschnittslähmung zu verhindern. Forscher um Frank Bradke vom Max-Planck-Institut für Neurobiologie in Martinsried berichten nun von einem vielversprechenden Versuch mit dem Krebsmittel Taxol an Mäusen.<sup>1</sup>

Taxol stabilisiert röhrenförmige Proteine, genannt Mikrotubuli, die zum Skelett der Zelle gehören und ihr Form und Halt geben. Bei Krebspatienten werden damit die Zellteilung und das Wachstum des Tumors verhindert. Mikrotubuli steuern aber auch die Narbenbildung. Diese ist bei Rückenmarks- und Gehirnverletzungen ein grosses Problem, denn Narben bilden für wachsende Nervenzellen eine unpassierbare Barriere. Die Forscher konnten nun zeigen, dass Taxol die Narbenbildung bei Mäusen nach einer Rückenmarksverletzung stark reduziert. Sie spritzten das Mittel mit einer kleinen Pumpe während mehrerer Tage in die Nähe der Verletzung. Sie verwendeten dabei viel geringere Dosen als bei einer Chemotherapie. Als Vergleich dienten Mäuse, denen nur Lösungsmittel ohne den Wirkstoff gespritzt wurde. Die Forscher konnten zeigen, dass die Ner-

venfasern der mit Taxol behandelten Tiere bis zu einem Zentimeter in das verletzte Gewebe hineinwuchsen, während bei 76 Prozent der Kontrolltiere keine Regeneration zu sehen war. Eine mehrwöchige Taxol-Behandlung verbesserte ausserdem die Erholung nach einer Rückenmarkquetschung. Während die behandelten Mäuse bei einem Lauftest über eine Sprossenleiter 6 bis 8 Wochen nach der Verletzung nur fünf Prozent Fehlritte machten waren es bei den Kontrolltieren fast dreimal so viele.

Diese Arbeit sei beeindruckend, sagt Martin Schwab von der Universität Zürich. Bisher habe sich nur eine Methode zur Verhinderung der Narbenbildung als effizient erwiesen, und die sei noch weit von einer klinischen Anwendung entfernt. Da Taxol als Medikament bereits seit vielen Jahren verwendet wird, sollten klinische Tests viel schneller möglich sein. In Kombination mit Therapien, die gezielt die Nervenregeneration fördern, wie Antikörper gegen Nervenwachstums-Hemmstoffe, ergäben sich gute Aussichten zur Entwicklung neuer Behandlungen für Patienten mit schweren Rückenmarks- und Gehirnverletzungen, sagt Schwab. Der von seinem Team entwickelte Antikörper gegen Nogo-A befindet sich momentan in klinischer Prüfung an 120 frisch verletzten Querschnittgelähmten.

<sup>1</sup> Science, Online-Publikation vom 27. Januar 2010.

# Väterliches Gen und Dominanz

slz. · Einige Gene sind nur dann aktiv, wenn sie von der Mutter vererbt wurden, andere nur, wenn sie vom Vater stammen. Das bedeutet, dass jeweils eine der zwei Gen-Kopien ausgeschaltet wird. Dies nennt man genomische Prägung. Beim Menschen ist schätzungsweise ein Prozent der Gene derart reguliert. Ein britisches Forscherteam hat nun einen besonders kuriosen Fall der genomischen Prägung bei Mäusen identifiziert.<sup>1</sup> Dort ist die väterliche Kopie des Gens namens Gbr10 nur im Gehirn aktiv, die mütterliche Kopie hingegen im restlichen Körper.

Während die väterliche Genvariante im Laufe des ganzen Lebens angeschaltet bleibe, werde die mütterliche Variante nach der Embryonalentwicklung bis auf wenige spezielle Gewebe ausgeschaltet, erklärt der Teamleiter Andrew Ward von der University of Bath. Solch ein räumlich und zeitlich unterschiedliches Expressionsmuster habe man zuvor noch nie bei geprägten Genen identifiziert. Besonders interessant erscheint den Forschern dieses Gen auch

deshalb, weil die Aktivität der väterlichen Kopie im Gehirn offenbar Mäuse beiderlei Geschlechts vor zu dominantem Sozialverhalten schützt. Dies hätten diverse Beobachtungen mit Tieren gezeigt, denen entweder die väterliche oder die mütterliche Gbr10-Kopie fehle, sagt Ward. Tiere ohne väterliches Gbr10-Gen würden etwa einem gruppenfremden Tier nicht ausweichen oder den Käfigmitbewohnern immer wieder Körper- und Barthaare abknabbern. Allerdings habe man keine Hinweise auf eine erhöhte Aggression der Tiere.

Man habe nun zum ersten Mal gezeigt, dass die Prägung von Genen umfassend das Sozialverhalten von Mäusen beeinflusse, sagt Ward. Die Studie demonstriere auch, dass das gleiche Gen je nach elterlicher Vererbung eine völlig andere Funktion im Körper habe. Wie diese unterschiedlichen Aufgaben vermittelt würden, das sei momentan völlig unklar. Laut Ward ist – noch – kein ähnlicher Fall beim Menschen bekannt.

<sup>1</sup> Nature 469, 534–540 (2011).

# Damit aus der Fettleber kein Krebs wird

Regelmässige Ultraschalluntersuchungen zur Überwachung gefährdeter Personen

Leberkrebs entsteht immer öfter aufgrund einer nichtalkoholischen Fettleber. Um den Tumor möglichst frühzeitig zu erfassen, werden regelmässige Ultraschalluntersuchungen empfohlen.

Iwona Eberle

Immer mehr Personen erkranken an Leberkrebs. In der Schweiz wie auch weltweit haben sich die Fälle in den letzten 20 Jahren verdoppelt. Der bösartige Lebertumor, auch hepatozelluläres Karzinom genannt, ist inzwischen der fünfthäufigste Tumor und – nach Lungen- und Darmkrebs – der dritthäufigste Krebs mit Todesfolge.

Leberkrebs entwickelt sich fast immer aus einer Leberzirrhose, dem Endstadium chronischer Leberkrankheiten. Bis vor wenigen Jahren war die Zunahme des hepatozellulären Karzinoms vor allem auf die zahlreicheren drogenbedingten Hepatitis-C-Infektionen der 1960er bis 1980er Jahre zurückzuführen. Meist spielte dabei auch ein zusätzlicher

Alkoholmissbrauch eine Rolle. In den letzten Jahren haben nun Leberkrebsfälle, die auf eine sogenannte nichtalkoholische Fettleber zurückgehen, stark zugenommen: nach Angaben des Inselspitals Bern von wenigen Einzelfällen im Jahr 2000 auf derzeit 25 Prozent.

Die nichtalkoholische Fettleber, von der laut dem Hepatologen Jean-François Dufour vom Inselspital 20 bis 30 Prozent der erwachsenen Bevölkerung betroffen sind, umfasst ein breites Spektrum von Erkrankungen. Die häufigste Form ist dabei die einfache Fettleber, bei der der Körper infolge von Übergewicht, Bewegungsmangel oder eines Diabetes in grossen Mengen Fett in die Leberzellen einlagert.

Klinisch bedeutsam wird die Störung aber erst dann, wenn zusätzlich zur Fettansammlung noch eine Entzündung der Leberzellen dazukommt. Denn rund 15 Prozent der Patienten mit einer solchen Fettleber-Hepatitis entwickeln eine Zirrhose. Bei 5 Prozent von ihnen bilden sich hepatozelluläre Karzinome. Diese Diagnose erhalten in der Schweiz jährlich rund 650 Personen. Für einen Drittel von ihnen kommt dabei laut Dufour

jede Hilfe zu spät: Sie haben eine durchschnittliche Überlebenszeit von zehn Monaten.

Medizinische Gesellschaften in In- und Ausland fordern deshalb dringend, dass alle Patienten mit Leberzirrhose zweimal jährlich mit Ultraschall auf kleine Karzinome untersucht werden sollten. Dies vor allem deshalb, weil sich die Behandlungsmöglichkeiten in den letzten Jahren markant verbessert haben. Der Nutzen eines solchen Screenings ist unter Leberspezialisten unbestritten. Denn Studien belegen, dass die Überwachung und die daraus folgende rechtzeitige Behandlung die Sterblichkeit der Zirrhosepatienten um 30 bis 60 Prozent zu senken vermag.

Als erste Klinik der Schweiz hat das Inselspital Bern letztes Jahr eine multidisziplinäre Sprechstunde für Patienten mit Leberkrebs eingeführt. Diese soll laut Dufour helfen, für jeden einzelnen Patienten die beste Behandlungsstrategie zu definieren. Parallel dazu läuft am Inselspital eine Kohortenstudie, mit der systematisch die Informationen über Patienten mit dieser Krebserkrankung gesammelt werden.

# Das «gute» Cholesterin ist nicht in jedem Fall gut

Nicola von Lutterotti · Das sogenannte gute Cholesterin, das Lipoprotein hoher Dichte (HDL), wird seinem Ruf nicht immer gerecht. Ein hoher HDL-Gehalt im Blut scheint jedenfalls nicht immer vor einer Arteriosklerose zu schützen, und umgekehrt fördert ein niedriger Gehalt diese auch nicht zwingend. Denn offenbar sind nicht alle HDL-Partikel gleichermaßen in der Lage, überschüssige Mengen des «schlechten» Cholesterins, des Lipoproteins geringer Dichte (LDL), aus dem Gefässsystem zu transportieren. Darauf deuten jedenfalls die Ergebnisse einer Studie, an der rund 1000 gesunde und an Arteriosklerose leidende Männer und Frauen mitgewirkt haben.<sup>1</sup>

Wie Amit Khera vom Herz-Kreislauf-Institut der University of Philadelphia, Pennsylvania, und ihre Forscherkollegen berichten, enthielt das Blut der gefässkranken Personen im Durchschnitt weniger HDL als jenes der gesunden Probanden – ein zu erwartendes Resultat. Im Einzelfall liess der Blutwert des «guten» Cholesterins aber nur

bedingt Rückschlüsse auf das Erkrankungsrisiko zu. Als aussagekräftiger erwies sich in der Hinsicht die Fähigkeit von HDL, die Fresszellen – für den Abtransport von überschüssigem Fett und anderem «Abfall» zuständige Blutzellen – von ihrer cholesterinhaltigen Last zu befreien. Je schlechter das HDL dieser Aufgabe nachkam, desto ausgeprägter waren die arteriosklerotischen Ablagerungen in der Gefässwand.

Laut Arnold von Eckardstein vom Institut für klinische Chemie am Universitätsspital Zürich sind die jüngsten Ergebnisse ein weiterer Beleg dafür, dass die Bezeichnung «gutes» Cholesterin in die Irre führt. Ohnehin über HDL seine günstigen Wirkungen nicht über Cholesterin, sondern vielmehr über andere Fette und bestimmte Proteine aus. Etliche Forscher bemühten sich daher um die Entwicklung von Tests, mit denen sich die Funktionsfähigkeit der HDL-Partikel zuverlässig bestimmen lasse. Solche Verfahren seien bis jetzt noch nicht verfügbar.

<sup>1</sup> New England Journal of Medicine 364, 127–135 (2011).