HAUPTSACHE, GESUND

Eiskalte Finger

Von Ronald D. Gerste

Der Händedruck führte umgehend zur Diagnose. Obwohl die Dame kaum über vierzig war, hatte sie extrem kalte Finger. «Haben Sie das Flammer-Syndrom?», fragte ich sie. «Um Gottes Willen, woher wissen Sie das?», lautete ihre Antwort. Da ich ihr bei einer Patientenveranstaltung einer Augenklinik begegnete, musste man nicht Sherlock Holmes sein, um zu dieser Vermutung zu gelangen. Die Nachfrage nach ihren Blutdruckwerten räumte alle Zweifel beiseite. «Kaum jemals mehr als 90 auf 50», antwortete sie.

Ich musste zurückdenken an die Zeit des Studiums, als der Professor für innere Medizin den niedrigen Blutdruck, die Hypotonie, nur halb im Scherz als die «beste Lebensversicherung» bezeichnete. Als gängigste Definition gelten Blutdruckwerte unter 105 zu 65 Millimeter Quecksilbersäule. Wer damit zu tun hat, wird zwar nicht immer rundum glücklich sein. Menschen mit niedrigem Blutdruck können zu Schwindelattacken neigen, mögen «Sternchen» sehen, aber fast immer wird die Hypotonie von den Medizinern als harmlos eingeschätzt – Ausnahmen sind Fälle, wo die geringen Werte auf eine ernsthafte Krankheit wie zum Beispiel eine Herzmuskelschwäche zurückzuführen sind. Und auch in der Schwangerschaft sollte ein zu niedriger Blutdruck vermieden werden.

Das Flammer-Syndrom indes, das häufig sehr aktive und relativ junge Frauen betrifft, ist eine Erinnerung daran, dass ein niedriger Blutdruck ein Aspekt einer allgemeinen Blutgefässanomalie sein kann: Die von dem Basler Augenarzt Josef Flammer beschriebene Fehlregulation kleinster Arterien kann zu einer Reihe von Problemen führen oder besser gesagt: prädisponieren, darunter einer – deshalb die Augenklinik als Schauplatz der Begegnung – besonderen Form des grünen Stars, dem Normaldruckglaukom. Die meisten Menschen mit Flammer-Syndrom sind jedoch völlig gesund und werden allenfalls von ihren Symptomen geärgert. Wie den kalten Extremitäten, die unter anderem das Einschlafen erschweren können.

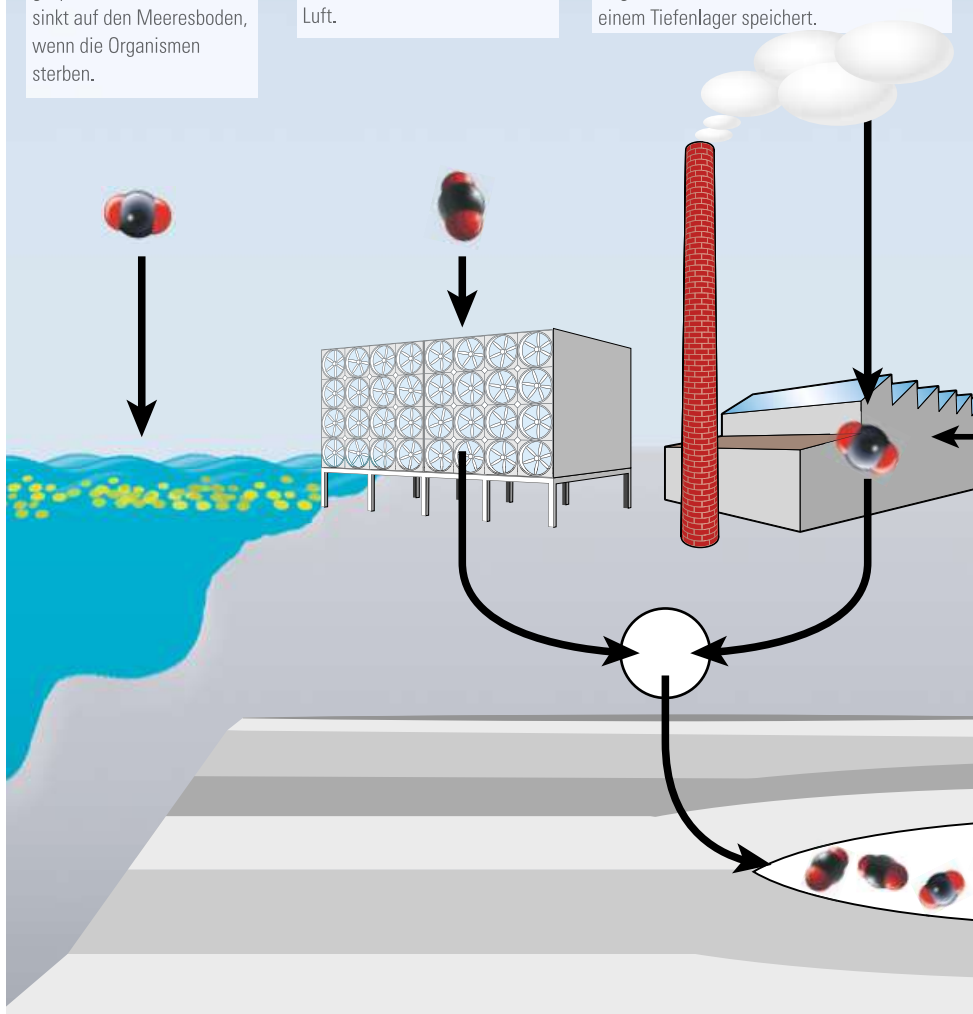
Was immer der niedrige Blutdruck an Belästigungen mit sich bringen mag, es erscheint akzeptabel im Vergleich zu den vielfachen und potenziell tödlichen Folgen seines Gegenpols, des hohen Blutdrucks, der Hypertonie. Dieser ist ein Risikofaktor für Herzinfarkt, Schlaganfall und weitere schwere Gefässleiden; die Hypertonie ist eines der gravierendsten gesundheitlichen Probleme unserer Gesellschaft. Dieser Kontrast erklärt die damalige Bemerkung des Professors in der Vorlesung: Könnte man es sich aussuchen, der niedrige Blutdruck ist eindeutig zu bevorzugen.

Wer seine Blutdruckwerte als zu niedrig empfindet und mit den Symptomen hadert, braucht keine Medikamente. Sport treiben und in die Sauna gehen, auch öfter einen Kaffee oder ein Gläschen Sekt, all das kann den Blutdruck stabilisieren. Was vermieden werden sollte, sind nächtliche Blutdruckabfälle, da stark sauerstoffbedürftige Gewebe wie das Gehirn oder die Netzhaut des Auges dann tatsächlich unterversorgt werden können. Josef Flammer rät Betroffenen zu einer salzreichen Abendmahlzeit. Eine Empfehlung, die ein tagein, tagaus mit Bluthochdruckpatienten beschäftigter Hausarzt wohl als Ketzerei betrachten würde.

Mit Schulden zum 2-Grad-Ziel

Es wird immer wahrscheinlicher, dass wir unser begrenztes CO_2-Budget überziehen. Das 2-Grad-Ziel könnte dann nur noch mit negativen Emissionen erreicht werden. Diese Option birgt diverse Unsicherheiten.
VON CHRISTIAN SPEICHER

Verschiedene Techniken, um der Atmosphäre Kohlendioxid zu entziehen



QUELLE: UNIVERSITY OF OXFORD

In wenigen Wochen beginnt in Paris die internationale Klimakonferenz, an der ein neues Klimaabkommen für die Zeit nach 2020 ausgehandelt werden soll. Bis zum 1. Oktober sind 146 Länder der Aufforderung gefolgt, konkret darzulegen, zu welchen Emissionsreduktionen und Anpassungsmassnahmen sie im Rahmen eines internationalen Klimaabkommens bereit wären. Offenbar beginnt sich auf breiter Front die Erkenntnis durchzusetzen, dass Nichtstun keine Option ist, wenn man die schlimmsten Folgen des Klimawandels abwenden will.

Schmales Kohlendioxid-Budget

Mehr als ein erster Schritt sind die Absichtserklärungen allerdings nicht. Das zeigt eine kürzlich vorgestellte Studie der Uno. Würden sie umgesetzt, wären bis zum Jahr 2030 bereits 75 Prozent des CO_2-Budgets von 1000 Gigatonnen verbraucht, das die Staatengemeinschaft noch emittieren darf, wenn sie die globale Erwärmung im 21. Jahrhundert mit einer Wahrscheinlichkeit von 66 Prozent auf 2 Grad begrenzen will. Um mit dem verbleibenden Budget von 250 Gigatonnen auszukommen, müssten die jährlichen Treibhausgasemissionen nach 2030 innerhalb von wenigen Jahren drastisch zurückgefahren werden. Besonders realistisch ist eine solche Vollbremsung nicht. Denn sie würde hohe Kosten verursachen. Deshalb hofft man, dass in Paris ein Zeitrahmen dafür abgesteckt werden kann, wie die zugesagten Emissionsreduktionen rasch verschärft werden können.

Auch bei einem positiven Ausgang der Klimaverhandlungen ist allerdings damit zu rechnen, dass die Menschheit ihr CO_2-Budget überziehen wird. Theoretisch könnte man das 2-Grad-Ziel zwar immer noch erreichen – aber nur, wenn man seine «Schulden» zurückbezahlt. Im Klartext bedeutet das, dass man der Atmosphäre das zu viel emittierte CO_2 später wieder entziehen muss.

An Ideen, wie sich negative Emissionen bewerkstelligen liessen, mangelt es nicht. Eine der einfachsten und auch billigsten Optionen ist die Wiederaufforstung. Bäume binden während ihres Wachstums Kohlendioxid (das sie allerdings beim Verrotten wieder an die Atmosphäre zurückgeben). Eine andere Option besteht darin, Biomasse unter Sauerstoffabschluss zu verkohlen und die stabile Biokohle zu vergraben. Auch durch veränderte Methoden der Bodenbewirtschaftung lässt sich der Atmosphäre Kohlenstoff entziehen.

Neben diesen eher traditionellen Ansätzen gibt es Überlegungen, dem Problem mit grossindustriellen Methoden beizukommen. Viele der integrierten Assessment-Modelle, die für den fünften IPCC-Bericht durchgerechnet wurden, berücksichtigen neben der Wiederaufforstung eine Technologie namens BECCS. Das steht für «Bio-energy with carbon capture and storage». Dabei handelt es sich um eine Spielart der CCS-Technologie, bei der CO_2 aus den Abgasen von Kraftwerken abgeschieden und anschliessend in einem geologischen Tiefenlager gespeichert wird.

> Negative Emissionen gelten als Vorwand, die Dekarbonisierung zu verzögern.

Bei BECCS werden in den Kraftwerken allerdings nicht fossile Energieträger verbrannt, sondern Biomasse, etwa in Form von Biogas. So gelangt das von den Pflanzen aufgenommene CO_2 teilweise unter die Erde. Das macht die CO_2-Bilanz negativ. Eine andere Möglichkeit besteht darin, das CO_2 direkt aus der Luft einzufangen und es dann unter der Erde zu speichern.

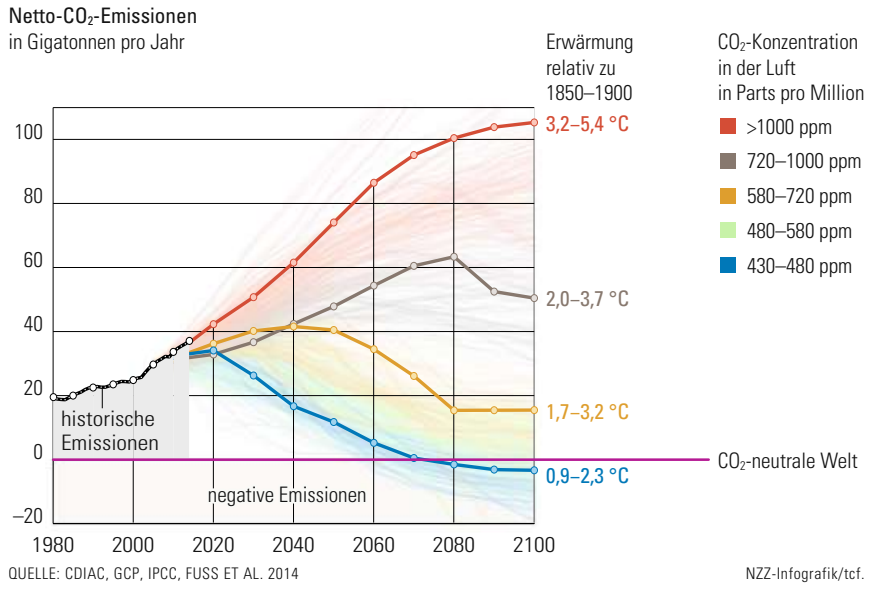
In den Szenarien, die Forscher durchrechnen, um den günstigsten Pfad zum 2-Grad-Ziel zu finden, spielen negative Emissionen eine wichtige Rolle. Es gebe zwar Szenarien, die ohne solche Emissionen auskämen, sagt Reto Knutti von der ETH Zürich. Oft beruhten sie aber auf idealisierten Annahmen. Die meisten Modellrechnungen zeigten, dass es kostengünstiger sei, temporär etwas über das Ziel hinauszuschiessen und dafür später ins Negative zu gehen.

Grösserer Handlungsspielraum

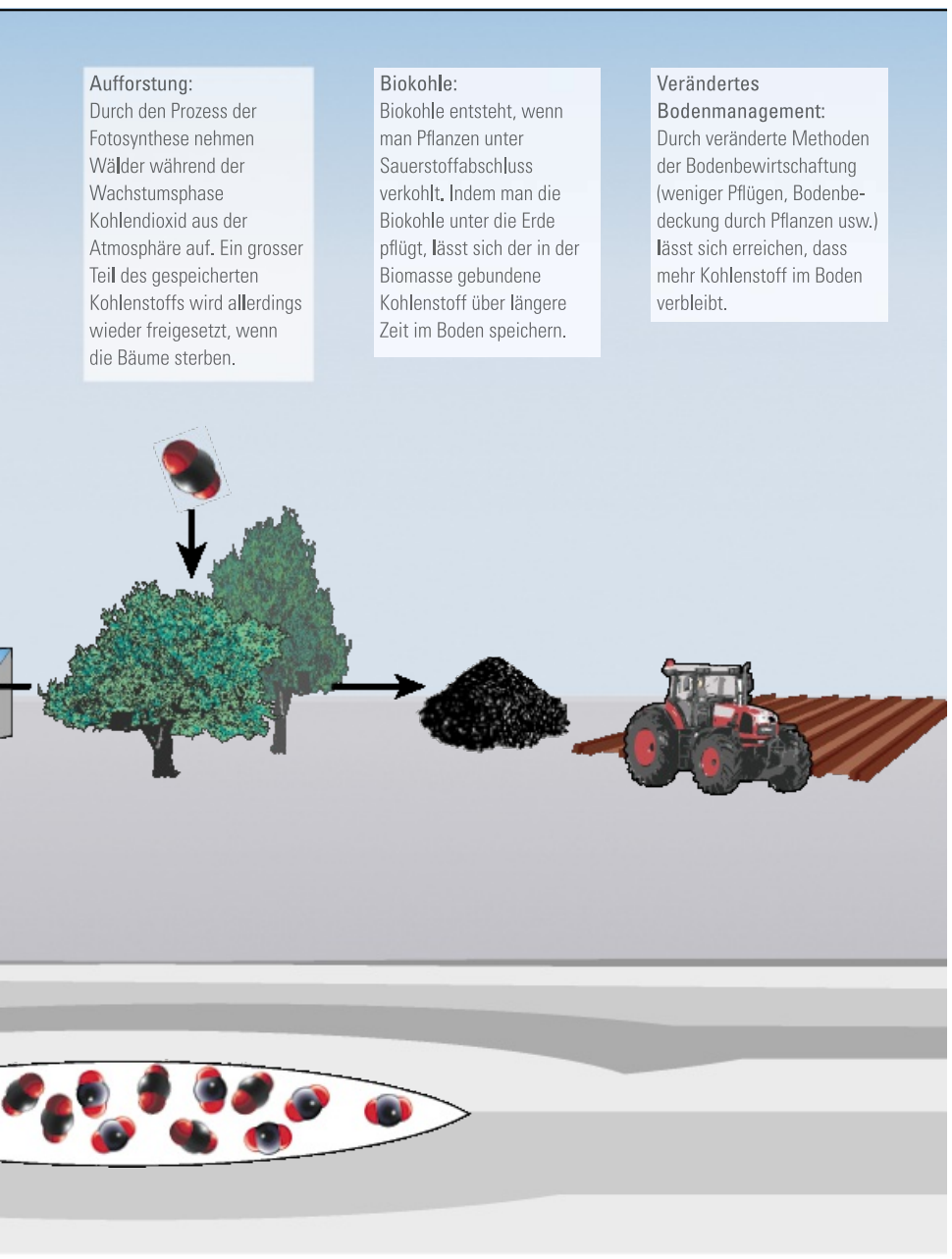
Trotzdem haben negative CO_2-Emissionen nicht den besten Ruf. Sie gelten als Vorwand, die unerlässliche Dekarbonisierung unserer Energiewirtschaft auf die lange Bank zu schieben. Davor warnt Sabine Fuss vom Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change in Berlin. Wenn man nicht jetzt damit beginne, die CO_2-Emissionen zu senken, komme man auch mit negativen Emissionen nicht mehr auf den gewünschten Pfad zurück. Für Fuss sind diese Emissionen deshalb keine Alternative zu den Reduktionsmassnahmen, sondern eine Ergänzung, durch die sich zusätzliche Handlungsoptionen ergeben.

Fuss ist sich der Risiken durchaus bewusst. Zusammen mit Kollegen ist sie im vergangenen Jahr in der Fachzeitschrift «Nature Climate Change» der Frage nachgegangen, wie sicher es ist, auf negative Emissionen zu wetten. Zu denken gibt vor allem die aussergewöhnliche Dimension des Problems. In den Emissions-Szenarien, die mit dem 2-Grad-Ziel verträglich sind, müssten im Jahr 2050 jährlich zwischen 2 und 10 Gigatonnen CO_2 aus der Atmosphäre entfernt werden. Das entspricht 5 bis 25 Prozent des weltweiten CO_2-Ausstosses im Jahr 2010. Gegen Ende des Jahrhun-

Emissions-Szenarien bis 2100



QUELLE: CDIAC, GCP, IPCC, FUSS ET AL. 2014 NZZ-Infografik/tcf.



NZZ-Infografik/tcf.

derts müssten sich die negativen Emissionen sogar auf bis zu 13,2 Gigatonnen pro Jahr belaufen. Damit wäre sogar die Nettobilanz negativ – das heisst, die negativen Emissionen übersteigen dann die positiven.

Um dieses Ziel mit der BECCS-Technologie zu erreichen, sei eine riesige industrielle Infrastruktur erforderlich, sagt Fuss. Die lasse sich nicht von heute auf morgen aufbauen. Zwar könne man von den Erfahrungen mit der klimaneutralen CCS-Technologie profitieren. Aber auch die sei gegenwärtig weit hinter dem Fahrplan zurück. Fuss verweist auf die von der Internationalen Energieagentur erstellte CCS-Roadmap. Um den anvisierten Beitrag zur CO_2-Reduktion leisten zu können, müsste diese Technologie bis zum Jahr 2050 mehrere Gigatonnen CO_2 pro Jahr aus Kraftwerken und Industrieanlagen abscheiden und unter der Erde speichern. Das sind mehrmals hundertmal so viel wie heute.

Dass die CCS-Technologie bisher nicht über einige Vorzeigeprojekte hinausgekommen ist, hat auch mit der fehlenden gesellschaftlichen Akzeptanz der Tiefenlagerung von Kohlendioxid zu tun. Nicht jedem behage der Gedanke, über einer riesigen Gasblase zu wohnen, sagt Knutti. Bei der BECCS-Technologie kommt erschwerend hinzu, dass der Anbau der energiespendenden Pflanzen viel Land und Wasser benötigt, das dann für die Lebensmittelproduktion fehlen könnte. Gegen Ende des Jahrhunderts müsse unser Planet vermutlich neun bis zehn Milliarden Menschen ernähren, so Knutti. Landkonflikte seien daher vorgezeichnet, wenn die Biokraftstoffe aus essbaren Pflanzen hergestellt würden.

Technologie mit Fragezeichen

Tatsächlich ist der Ressourcenbedarf neben dem Preis und der Speicherkapazität einer der limitierenden Faktoren dieser Technologie. In einer Studie der National Academy of Sciences wurde kürzlich abgeschätzt, dass mit der BECCS-Technologie theoretisch bis zu 18 Gigatonnen CO_2 pro Jahr unter die Erde verfrachtet werden könnten – bei Preisen von 60 bis 250 Dollar pro Tonne. Kumuliert bis zum Ende des Jahrhunderts ergäben sich so negative Emissionen von mehr als 1000 Gigatonnen CO_2. Damit würde sich das CO_2-Budget, das wir noch verschleudern dürfen, praktisch verdoppeln.

Realistisch ist dieses Szenario aber nicht. Denn für den Anbau der Pflanzen wären laut der Studie fast 75 Prozent des kultivierbaren Bodens auf der Erde erforderlich. Wahrscheinlich werde die BECCS-Technologie deshalb dramatisch hinter ihrem theoretischen Potenzial zurückbleiben, hält die Studie fest.

Ein Fragezeichen setzt die Studie auch hinter den direkten Einfang von Kohlendioxid aus der Luft. Da die CO_2-Konzentration in der Luft deutlich geringer sei als in den Abgasen eines Gas- oder Kohlekraftwerks, müsse für die Abspaltung der gleichen Menge Kohlendioxid bis zu zehnmal so viel Energie aufgewendet werden. Das mache diese Technologie noch teurer als BECCS.

Anstatt sich auf Technologien zu verlassen, die noch nicht reif sind, empfiehlt die National Academy of Sciences daher, sich auf die Reduzierung der Treibhausgasemissionen zu konzentrieren. Auf der anderen Seite sind die Autoren der Studie aber realistisch genug, um anzuerkennen, dass das Klima ohne negative Emissionen wahrscheinlich nicht mehr zu stabilisieren ist. Deshalb empfehlen sie, die Erforschung und die Weiterentwicklung der Technologien finanziell zu fördern, mit dem Ziel, mögliche Risiken zu erkennen und die Kosten zu senken.

Diese Empfehlung ist auch im Sinne von Fuss. Zusammen mit anderen Forschern des Global Carbon Projects hat sie kürzlich eine Initiative namens Magnet (Management of negative emissions technologies) ins Leben gerufen. Den Forschern geht es darum, die Unsicherheiten der neuen Technologien in allen ihren Dimensionen zu erforschen und Wege aufzuzeigen, wie man angesichts dieser Unsicherheiten handeln könnte.

Gegen Ende des Jahrhunderts müssten die negativen die positiven Emissionen übersteigen.

Stellare Greise in der Kinderstube der Milchstrasse

Erstmals ist es gelungen, uralte Sterne im Zentrum unserer Galaxie zu beobachten. VON HELGA RIETZ

Eigentlich sollten die ältesten Sterne unserer Galaxie deren Zentralregion bevölkern – jene kugelige Ausbuchtung am Knotenpunkt der Spiralarme, die nach dem englischen Fachbegriff auch im Deutschen «Bulge» genannt wird. Denn diese Region ist nach heutigem Verständnis der Galaxienentwicklung der älteste Teil der Milchstrasse. Gleichwohl liegen die ältesten bis anhin beobachteten Sterne allesamt in den Aussenbezirken der Milchstrasse, im sogenannten Halo, der weiträumig unsere spiralförmige Galaxie umgibt.

In der jüngsten Ausgabe von «Nature» berichtet nun ein internationales Team von Astronomen um Louise Howes von der Australian National University erstmals von der Beobachtung sehr alter Sterne im Bulge der Milchstrasse.[1] Aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung schliessen die Forscher, dass es sich dabei um die direkten Nachkommen der allerersten Sternengeneration der Milchstrasse handeln muss. Das sei, sagt Anna Frebel vom MIT in Boston, Massachusetts, die nicht an der Studie beteiligt war, eine schöne Bestätigung für die etablierte Theorie.

Dass der Nachweis stellarer Greise in den zentralen Regionen der Milchstrasse erst jetzt geglückt ist, hat mit den exorbitant schwierigen Beobachtungsbedingungen im Bulge zu tun: Dieser ist nicht nur wesentlich dichter mit Sternen besiedelt als die Spiralarme, sondern auch eine äusserst aktive Region, in der ständig neue Sterne und Planetensysteme entstehen. Ausserdem versperren ausgedehnte Gas- und Staubwolken den Blick. Zahlreiche Versuche, besonders alte Sterne im Bulge der Milchstrasse aufzuspüren, sind just daran gescheitert.

Inzwischen verfügt das SkyMapper-Teleskop in Siding Spring, Australien, allerdings über Filter, die speziell die Detektion von sehr alten Sternen erleichtern: Weil das primordiale Gas im Universum nur aus Wasserstoff, Helium sowie ein wenig Lithium bestand und schwerere Elemente erst nach und nach in Sternen «erbrütet» werden mussten, ist der Metallgehalt eines Sterns ein Mass für dessen Alter – wobei in der Astronomie alle chemischen Elemente, die schwerer als Helium sind, als «Metall» gelten.

So konnten Howes und ihre Kollegen die Sterne im Bulge mit SkyMapper durch einen Filter beobachten, der nur Licht jener Wellenlängen durchlässt, das in jungen Sternen von Metallen absorbiert wird – junge Sterne erschienen dadurch abgedunkelt, sehr alte hingegen traten stärker hervor. Die Astronomen um Howes identifizierten mit diesem Kunstgriff sieben Sterne im Bulge der Milchstrasse, die zu den ältesten bisher beobachteten gehören und in enger Umlaufbahn um das Zentrum der Galaxie kreisen. Zwei weitere erwiesen sich bei näherer Untersuchung als alte Sterne, die in einer weiten, elliptischen Umlaufbahn zwischen dem Zentrum der Galaxis und dem Halo pendeln.

Ein völlig metallfreier, primordialer Stern war indes – ebenso wie bei früheren Beobachtungen – auch bei dieser Suche nicht zu finden.

[1] Nature, Online-Veröffentlichung vom 11. November 2015.

Von Bienen und Menschen

Spuren auf Tonscherben verraten, wann und wo die ersten Bauern in Europa Wachs und Honig verwendet haben.

Angelika Jacobs · Höhlenmalereien aus der Steinzeit und altägyptische Darstellungen von Bienen deuten auf eine lange Beziehung zwischen Mensch und Biene hin. Wann und wo genau unsere Vorfahren das Insekt als Nutztier entdeckten und begannen, Bienenprodukte wie Wachs und Honig zu verwenden, ist jedoch nicht bekannt. Die ältesten Überreste von Bienen sind zwar 100 Millionen Jahre alt, Fossilien aus den letzten 10 000 Jahren fehlen jedoch. Just in dieser Zeit breitete sich der gerade sesshaft werdende Mensch vom östlichen Mittelmeer her aus und besiedelte den Lebensraum der Honigbiene.

Um die gemeinsame Geschichte der frühen Siedler und der Biene nachzuzeichnen, hat ein Team um Melanie Roffet-Salque von der University of Bristol sich auf eine chemische Spurensuche begeben: Sie untersuchten 6400 Tonscherben und Gefässe von verschiedenen Fundstätten und aus verschiedenen Jahrtausenden auf Bienenwachs-Reste. Kombiniert mit bekannten Bienenwachs-Funden konnten sie so bestimmen, wann und wo unsere Vorfahren in Nordafrika, Europa und im Nahen Osten die Honigbiene als Quelle für Wachs und Honig genutzt haben.[1]

Wie sich dabei zeigte, ist die Beziehung von Mensch und Biene fast so alt wie die Landwirtschaft selbst: Bereits auf 9000 Jahre alten anatolischen Tongefässen – den ältesten Funden in Europa und Eurasien – konnten die Wissenschafter Wachsspuren nachweisen. Auch auf Tonscherben der frühesten Bauern in Deutschland und Österreich, der sogenannten Linearbandkeramik-Kultur, wurden die Wissenschafter fündig. Das zeige, dass Bienen dort mindestens 1500 Jahre früher domestiziert wurden als bisher angenommen, schreiben die Forscher.

Erstmals konnten Roffet-Salque und ihre Kollegen nachweisen, dass auch frühe Siedler in Nordafrika Bienen nutzten: 7000 Jahre alte Tonscherben aus Gueldaman in Algerien zeigten den chemischen Fingerabdruck von Bienenwachs. Die nördlichsten Spuren fanden die Wissenschafter auf Tonscherben aus Dänemark. Solche Überreste fehlten jedoch auf nahezu 1200 untersuchten Gefässen aus Fundstätten in Irland, Schottland und von der skandinavischen Halbinsel. Dies lasse auf den damaligen Verbreitungsraum der Honigbiene *Apis mellifera* schliessen, so die Forscher.

Die Wachsreste könnten zum einen vom Kochen mit Honig stammen, zum anderen auf andere Anwendungen hindeuten, zum Beispiel, um Gefässe abzudichten, für Kosmetik oder medizinische Zwecke.

[1] Nature, Online-Publikation vom 12. 11. 15.

Probiotika zur Diabetesprävention

Studie weist auf positiven Effekt hin – aber noch zu früh für Empfehlung

Alan Niederer · Kinder mit hohem genetischem Risiko für einen Typ-1-Diabetes («Jugend-Diabetes») profitieren möglicherweise von Probiotika. Zu diesem Schluss kommt eine grosse Studie, die in sechs Kliniken in Europa und den USA durchgeführt wurde.[1] Probiotika sind lebende Organismen wie Milchsäure- oder Bifidobakterien, denen eine breite gesundheitsfördernde Wirkung nachgesagt wird. So gibt es auch Hinweise, dass Probiotika das Immunsystem toleranter gegen Umwelteinflüsse machen – indem sie im Darm eine gesunde Mischung von Bakterien etablieren helfen.

Falls dies zutrifft, sollten sich Probiotika für die Prävention von Typ-1-Diabetes eignen. Das dürfte sich das Forscherteam unter der Leitung von Ulla Uusitalo von der University of Florida gesagt haben. Denn bei dieser Form der Zuckerkrankheit ist das Immunsystem offensichtlich fehlgeleitet und geht – im Sinne einer Autoimmunkrankheit – gegen körpereigene Proteine in den insulinproduzierenden Zellen der Bauchspeicheldrüse (Inselzellen) vor.

Um zu prüfen, ob sich bei Kindern mit hohem Diabetesrisiko durch eine Probiotika-Gabe im ersten Lebensjahr die Häufigkeit von einer gegen die Inselzellen gerichteten Autoimmunität reduzieren lässt, starteten die Forscher 2004 ihre Kohortenstudie. Als Zeichen einer Inselzellen-Autoimmunität galt das Auftreten von Antikörpern gegen Insulin und andere Insellzellen-Proteine. Nach diesen Auto-Antikörpern – sie gelten als frühes Zeichen eines drohenden Typ-1-Diabetes – wurde bei den knapp 7500 Kindern in regelmässigen Abständen im Blut gesucht. Die Eltern wurden zudem zur Fütterung ihrer Kinder befragt.

Wie die Auswertung der Daten nun zeigt, ging die probiotische Supplementierung der Kinder in den ersten Tagen und Wochen nach der Geburt tatsächlich mit einer reduzierten Inselzellen-Autoimmunität einher. Dieser Zusammenhang war auch noch nachweisbar, nachdem die Forscher andere Einflussfaktoren beim Kind und bei der Mutter aus den Berechnungen eliminiert hatten. Allerdings galt die Korrelation nur für Kinder mit einer bestimmten genetischen Konstellation (DR3/4-Genotyp).

Für den Arzt und Diabetes-Forscher Marc Donath vom Universitätsspital Basel spricht diese Einschränkung nicht gegen einen Probiotika-Nutzen. Trotzdem warnt er wie die Studienautoren vor einer zu frühen Empfehlung von Probiotika zur Diabetesprävention. Zuerst müsse noch nachgewiesen werden, dass sich damit tatsächlich die Häufigkeit der Typ-1-Diabetes-Fälle senken lasse, schreibt Donath auf Anfrage. Auch zum Wirkmechanismus gebe es noch viele Fragen: Gibt es eine spezifische Probiotika-Wirkung, oder sind die Studienergebnisse eher als Bestätigung der sogenannten Hygiene-Hypothese zu sehen?

[1] Jama Pediatrics, Online-Publikation vom 9. November 2015.