

Verdoppelte Schmelzrate bei den Gletschern

Neue weltweite Beobachtungsdaten

bt. Der in Zürich angesiedelte weltweit tätige Gletscher-Monitoring-Service hat in einer Pressemitteilung am Wochenende festgehalten, dass sich die durchschnittliche Schmelzrate der Gletscher zwischen den Jahren 2004/2005 und 2005/2006 mehr als verdoppelt habe. Wilfried Haerberli von der Universität Zürich, der den Service leitet, kommentierte die Zahlen mit der Bemerkung, sie zeigten vermutlich einen sich seit 25 Jahren beschleunigenden Trend, bei dem kein Ende in Sicht sei. Der vom Uno-Umweltprogramm unterstützte Dienst sammelt Messungen der Massenbilanz von 228 Gletschern weltweit, zum einen anhand von regelmässigen Begehungen der Gletscher und Beobachtungen mittels Messpegeln und Schächten, zum anderen aufgrund der Auswertung von Flugaufnahmen und Satellitendaten. Die Daten zeigen laut Haerberli, dass sich der durchschnittliche Masseverlust pro Jahr in den achtziger und neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts von 0,3 Metern Wasseräquivalent – die Messgrösse für die veränderte Dicke des Eises – auf ungefähr 0,5 Meter in diesem Jahrhundert vergrössert habe. Und der Rekordverlust der Jahre 1980 bis 1999 (0,7 Meter im Jahr 1998) sei allein in den letzten 6 Jahren 3-mal übertroffen worden.

Die Entwicklung verläuft aber keineswegs gleichmässig. So können einzelne Gletscher in einem Jahr starke Verluste erleiden und im folgenden praktisch konstant bleiben – und umgekehrt. Aus den Daten von 30 Referenzgletschern, von denen seit 1976 ununterbrochene Messreihen vorliegen und die eine Beurteilung des Schmelzverhaltens bis ins Jahr 1946 zurück ermöglichen, lässt sich laut dem Monitoring-Service zum Beispiel ablesen, dass es bereits in den vierziger und fünfziger Jahren des 20. Jahrhunderts zu einem starken Schmelzen gekommen war. In der darauffolgenden Phase bis Ende der siebziger Jahre dagegen gab es nur einen mässigen Eisverlust. Anschliessend beschleunigte sich das Schmelzen den Beobachtungen nach, und diese Entwicklung hat laut den Zürcher Experten bis heute angehalten. Der gesamte Massen- oder Dickenverlust in den letzten 60 Jahren wird auf 20 Meter beziffert, im Durchschnitt auf 0,3 Meter pro Jahr.

Obwohl die meisten dieser Referenzgletscher sich auf der Nordhalbkugel befinden, vor allem in Europa, in Nordamerika und den asiatischen Hochgebirgen, gelten die an ihnen gemachten Beobachtungen als repräsentativ. Es habe sich gezeigt, dass ihr Verhalten ein guter Indikator für die weltweite Entwicklung sei, betont Haerberli.

Ein Tumor wird bösartig

Hauptschalter für die Metastasierung von Brustkrebszellen entdeckt

Nach der Diagnose «Krebs» stellen sich die Betroffenen die bange Frage, ob vielleicht schon Tumorzellen aus der Geschwulst ausgewandert sind und Metastasen in anderen Körperteilen oder Organen bilden. Nun hat eine Forschergruppe in den USA bei Brustkrebszellen ein Protein namens «SATB1» identifiziert, das deren Fähigkeit zur Metastasierung ganz entscheidend beeinflusst.¹ Die Wissenschaftler hatten über 1300 Gewebeprobe von Patientinnen untersucht und umso mehr SATB1 im Tumor gefunden, je bösartiger dieser war; im umgebenden Gewebe hingegen war das Protein gar nicht vorhanden.

Anschliessende Tierversuche zeigten, dass SATB1 tatsächlich die Fähigkeit von Brustkrebszellen zur Metastasenbildung fördert: Dazu wurden Mäusen Krebszellen ins Blut gespritzt, die entweder sehr viel oder aber kaum SATB1 herstellten. War viel von dem Protein vorhanden, wuchsen in der Lunge bald viele Brustkrebszell-Knoten, mit wenig SATB1 lag deren Zahl um mehr als 90 Prozent niedriger. Die Forscher untersuchten zudem in aggressiven Brustkrebszellen, ob SATB1 einen Einfluss darauf hat, welche Erbanlagen abgelesen werden. Es zeigte sich, dass das Protein 456 Gene ab- und 409 Gene anschaltete. Der grösste Anteil dieser Gene steuert die Haftung der Zellen aneinander und an die Gewebematrix; gerade diese Haftung muss gelockert werden, damit Krebszellen aus dem Tumor auswandern können. SATB1 schaltete aber auch das Gen für den Her2/neu-Rezeptor an, das Angriffsziel des Medikaments Herceptin, das bei bestimmten Patientinnen eingesetzt wird.

Die Wirkung von SATB1 beruht offenbar darauf, dass es die räumliche Anordnung des DNA-Fadens im Zellkern verändert. Dadurch wird anderen Proteinen, die etwa Gene ablesen, der Zugang zu bestimmten DNA-Abschnitten erst ermöglicht, zu anderen hingegen behindert. Warum aggressive Brustkrebszellen das SATB1-Protein überhaupt produzieren, ist derzeit nicht bekannt. Trotzdem eigne es sich aber schon jetzt gut als Marker, meinen die Forscher. Anhand der SATB1-Menge liesse sich nämlich die Aggressivität von Tumoren bereits in einem Frühstadium der Erkrankung, wenn noch keine Lymphknoten befallen seien, erkennen und die Therapie entsprechend ausrichten.

Christina Schlatterer

¹ Nature, Online-Publikation vom 12. März 2008 (doi:10.1038/nature06781).

Wie Eckiges rund wird (oder umgekehrt)

Konforme Abbildung von Gebieten mit mehreren Löchern

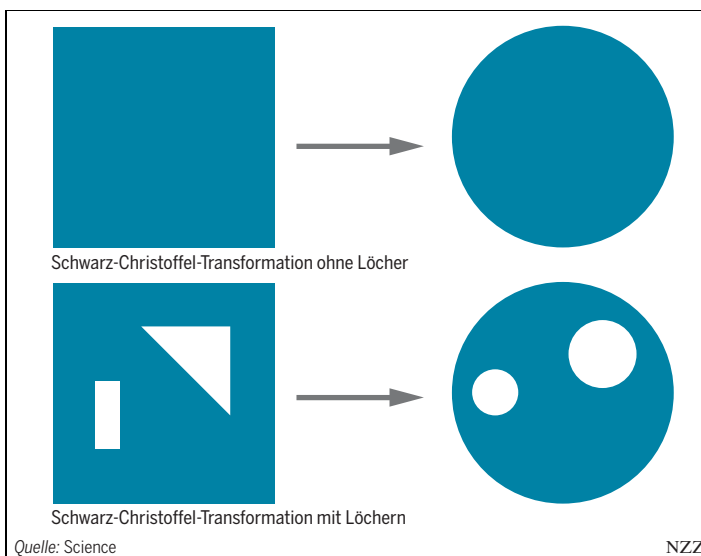
Die Schwarz-Christoffel-Transformation erlaubt es, kreisförmige Gebiete winkeltreu auf ein Vieleck abzubilden. Einem Mathematiker ist es jetzt gelungen, die Formel auf Gebiete zu erweitern, die von Löchern durchsetzt sind.

gsz. Einem Professor am Imperial College in London ist die Lösung eines Problems gelungen, das Mathematiker seit fast 150 Jahren beschäftigt.¹ Es handelt sich um eine Aufgabe aus dem Gebiet der konformen Abbildungen. Solche Abbildungen erlauben es, gegebene zweidimensionale Gebiete in eine andere Gestalt zu verwandeln, ohne die Winkel im Inneren zu verfälschen: Denkt man sich in dem ursprünglichen Gebiet zwei beliebige Kurven, die sich unter einem bestimmten Winkel schneiden, so bleibt der Schnittwinkel unter der Abbildung erhalten. Die in der Kartografie verwendete Mercator-Projektion ist zum Beispiel eine winkeltreue Abbildung von der Kugeloberfläche auf eine Landkarte.

Eine Formel mit vielen Anwendungen

In den 1860er Jahren entwickelten die deutschen Mathematiker Elwin Christoffel und Hermann Schwarz unabhängig voneinander Formeln, mit denen die sogenannte obere Halbebene (in der xy-Ebene ist dies das Gebiet oberhalb der x-Achse) oder die Fläche innerhalb eines Kreises bei Beibehaltung der Winkel in ein beliebiges Polygon verwandelt werden kann. So kann zum Beispiel mittels der Schwarz-Christoffel-Transformation eine Kreisfläche winkeltreu auf ein Dreieck, Quadrat oder irgendein anderes Vieleck übertragen werden. Schwarz-Christoffel-Transformationen haben viele Anwendungen in Gebieten wie dem Elektromagnetismus, der Hydrodynamik, der Geodäsie, der Architektur oder den Ingenieurwissenschaften. Oft ist es nämlich einfacher, mathematische Eigenschaften eines Gebiets in dem dazu konformen Gebiet zu untersuchen. Zum Beispiel kann die Formgestaltung bei der Konstruktion von Brücken und Gebäuden mathematisch leichter analysiert werden, wenn komplizierte Sachverhalte in der einfacheren Geometrie des Kreises beschrieben werden. Und in der Aeronautik kann die Luftströmung entlang der Tragflügel leichter berechnet werden, wenn das Flügelprofil auf einen Kreis abgebildet wird. Auch Neurowissenschaftler benutzen konforme Transformationen, um komplexe Strukturen des menschlichen Gehirns zu visualisieren.

Aber die Schwarz-Christoffel-Transformationen hatten eine Unzulänglichkeit. Sie konnten nur angewendet werden, wenn die abgebildeten Gebiete keine Löcher aufwiesen. In den 1930er Jahren gelang es Mathematikern zwar, Gebiete mit einem Loch zu behandeln, aber ein Vieleck



mit mehreren vielkantigen Löchern konnte nicht winkeltreu in ein anderes Gebiet transformiert werden. In der Materialwissenschaft bedeutet das zum Beispiel, dass die Transformation an ihre Grenzen gerät, wenn ein Werkstoff mit Inseln von Fremdstoffen durchsetzt ist.

Heureka-Erlebnis während eines Vortrags

Dieses Hindernis wurde nun von Darren Crowdy vom Imperial College in London aus dem Weg geräumt. Der Professor für angewandte Mathematik knüpfte an den Arbeiten von drei amerikanischen Forschern an und nahm an der Schwarz-Christoffel-Transformation eine Anpassung vor, indem er die Ausdrücke in der Formel durch sogenannte Schottky-Klein-Primfunktionen ersetzte. Letztere enthalten eine Art Gewichtung. Dies macht es möglich, eckige Löcher im Urbild durch runde Löcher in der Abbildung (oder umgekehrt) darzustellen. Auf die Idee war er laut eigenen Angaben während eines Vortrags in Paris gekommen, der so langweilig war, dass seine Gedanken zu schweifen begannen. Später erzählte Crowdy, dass er über die Entdeckung so erregt gewesen sei, dass er sich unverzüglich aus dem Vortragsaal geschlichen habe, um die Details seiner Entdeckung auszuarbeiten.

Der bereits im vergangenen Frühling in den «Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society» veröffentlichte Artikel wurde von einer breiteren Öffentlichkeit erst zur Kenntnis genommen, nachdem das Magazin der Society for Industrial and Applied Mathematics diesen Februar darüber berichtet hatte. Das rief die drei amerikanischen Forscher auf den Plan, auf deren Arbeit Crowdy aufgebaut hatte. Sie behaupten nun, als Erste eine Lösung für die konforme Abbildung von Gebieten mit mehreren Löchern gefunden zu haben. Crowdy, der ihre Vorarbeit gebührend erwähnte, kann dem entgegengehalten, dass seine Arbeit allgemeiner ist, denn die Methode seiner Kollegen funktioniert bloss, wenn die Löcher genügend weit auseinanderliegen.

¹ Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society 142, 319–339 (2007).

Ein Regulator der Haarentwicklung

Einfluss auf die Beschaffenheit und Verankerung des Kopfhaars

Auf der Suche nach den Ursachen von zwei seltenen Haarwuchsstörungen sind deutsche und amerikanische Forscher unabhängig voneinander auf ein Gen gestossen, das die Beschaffenheit des menschlichen Kopfhaars und dessen Verankerung in der Haut massgeblich zu beeinflussen scheint. So können Mutationen in dieser Erbanlage sowohl schweren Haarausfall als auch strukturelle Haarmängel hervorrufen. Die Erkenntnisse der deutschen Wissenschaftler gründen auf Beobachtungen bei einer saudischen Familie, in der vier von elf Geschwistern schon im Kindesalter an einer unheilbaren, seltenen Form von schwerem Haarausfall (Hypotrichosis simplex) erkrankt sind.

Punktueller Genveränderungen

Wie Sandra Pasternack und Regina Betz vom Institut für Humangenetik und ihre Kollegen herausgefunden haben, beruht der Haarverlust der Betroffenen auf punktuellen Veränderungen in einem Gen, das die Bauanleitung eines in den inneren Zellschichten des Haarbalgs vorkommenden Proteins namens P2Y5 trägt.¹ Zu den Aufgaben dieses Eiweissstoffes gehört es, von aussen eintreffende Wachstumssignale in das Zellinnere weiterzuleiten. Die bei den vier saudischen Geschwistern entdeckte Mutation bewirkt offenbar, dass das Protein nicht richtig zusammengebaut wird und in der Folge seine Aufgabe als Signalvermittler nicht mehr wahrzunehmen vermag. Das schadhafte P2Y5 scheint die Wachstumssignale zwar weiterhin zu «hören», aber nicht mehr in der Lage zu sein, sie weiterzugeben.

Der von Pasternack und ihren Kollegen beschriebene Proteindefekt führt offenbar vorwiegend zu einem Verlust des Kopfhaars. Die Augenbrauen, Wimpern und übrigen Körperhaare bleiben hingegen weitgehend verschont. Der Grund

für die grössere Anfälligkeit des Kopfhaars scheint zu sein, dass hier allein P2Y5 für die Vermittlung von Wachstumssignalen sorgt, während in den übrigen Körperregionen auch andere Proteine diese Aufgabe übernehmen und ein Funktionsausfall des Haarwuchsproteins P2Y5 somit weniger ins Gewicht fällt.

Beeinflussung der Form

Ein genetisch bedingter P2Y5-Defekt liegt auch einer weiteren erblichen Störung zugrunde, die durch extrem krauses und stellenweise schütteres Kopfhaar auffällt. Diesen Schluss ziehen die Dermatologen Yutaka Shimomura und Angela Christiano von der Columbia-Universität in New York City und ihre Kollegen aus den Ergebnissen einer Studie, in der sie den genetischen Hintergrund von mehreren einschlägig belasteten pakistanischen Sippen beleuchtet haben.² Die von den amerikanischen Forschern identifizierte Mutation führt jedoch offenbar nicht zu einem kompletten Funktionsverlust von P2Y5, sondern nur zu einer «verzerrten» Signalübertragung. Diese ist offenbar in der Lage, die Struktur des Kopfhaars – auch hier sind die übrigen Körperhaare nicht betroffen – grundlegend zu verändern.

Somit scheint P2Y5 nicht nur die Befestigung der Haare, sondern auch deren Form zu beeinflussen und folglich eine wichtige Rolle bei der Haarentwicklung zu spielen. Denkbar ist daher, dass auch andere Haarwuchsstörungen auf genetisch bedingte Defekte dieses Proteins zurückgehen. Damit hätte die Wissenschaft ein neues Angriffsziel bei dem Bemühen, wirksame Therapien gegen Haarausfall und andere Haarleiden zu finden.

Nicola von Lutterotti

¹ Nature Genetics, Online-Publikation vom 24. Februar 2008 (doi:10.1038/ng.84); ² ebenda (doi:10.1038/ng.100).

Der Schwanz der Geckos

Kletterstütze und Steuer beim Fallen

Geckos klettern mühelos senkrechte Wände hoch, und einige können sich sogar kopfüber fortbewegen. Ihre Kunstfertigkeit verdanken die Kriechtiere Millionen feinsten Härchen an den Fusssohlen, die für einen sehr engen Kontakt mit dem Untergrund sorgen. Fallen sie doch einmal zu Boden, landen sie stets auf ihren Füssen. Hierbei spielt offenbar ihr Schwanz eine wichtige Rolle, wie der Schweizer Biologe Ardan Jusufi kürzlich im Rahmen seiner Doktorarbeit an der University of California in Berkeley festgestellt hat.¹

Jusufi und seine Kollegen liessen in einem ersten Experiment Saumschwanz-Hausgeckos (*Coleonyx platyrus*), von denen einige ihren Schwanz abgeworfen hatten, eine Wand hochklettern, in die eine rutschige Fläche eingebaut war. Sobald die Geckos diese Stelle erreichten und ausrutschten, drückten die Tiere mit Schwanz dessen Spitze gegen die Wand – und zwar fest genug, um Halt an ihr zu finden, wie die Biologen beobachteten. Manchmal rutschten die Versuchstiere stärker aus, so dass sie mit ihrem Kopf und Oberkörper um bis zu 60 Grad nach hinten kippten. Ein Überschlagen konnten sie aber auch dann verhindern, indem sie die hinteren zwei Drittel ihres Schwanzes gegen die Wand pressten, so dass dieser – ähnlich wie ein Fahrradständer – sicheren Halt bot. Von den Tieren ohne Schwanz hingegen fiel fast jedes fünfte zu Boden.

In einem zweiten Versuch setzten die Wissenschaftler die Tiere kopfüber an eine Kunststoffplatte. Meist verloren die Geckos nach wenigen Minuten den Halt und fielen herunter. Passierte dies nicht, brachen die Forscher sie durch leichtes Schütteln der Platte dazu, sich fallen zu lassen. Das Team wollte so herausfinden, weshalb die Tiere (wie zum Beispiel auch Katzen) immer auf den Füssen landen. Die Säugetiere bringen sich im freien Fall in die richtige Position, indem sie ihre Wirbelsäule drehen oder beugen. Geckos jedoch nutzen auch hierzu ihren Schwanz. Jusufi und sein Team stellten fest, dass die Tiere beim Fallen in Rückenlage zuerst ihre Beine seitlich ausstrecken und dann den Schwanz und den Kopf in Richtung Boden strecken. Daraufhin drehen die Geckos ihren Schwanz nach oben, was eine Gegenrotation des Körpers auslöst. Die Tiere können nun in Bauchlage sicher zu Boden gleiten; Abweichungen von dieser Körperhaltung werden meist mit dem Schwanz allein korrigiert.

Laut Jusufi kann sich ein Gecko im freien Fall in gut 100 Millisekunden aus der Rücken- in die Bauchlage bringen – schneller als jedes andere flügellose Tier. Auch schwanzlose Geckos landeten stets auf den Füssen, sagt der Biologe, sie brauchten jedoch länger, um sich zu drehen. Seine Resultate führten bereits zur Entwicklung eines steuerbaren Schwanzes für Roboter.

Katharina Dellai-Schöbi

¹ PNAS 105, 4215–4219 (2008).

Wenn Mücken Menschen nicht mehr riechen können

slz. Bald ist es wieder so weit: Es sirrt, sticht und juckt – die Stechmücken fliegen wieder. Und wir greifen zu Anti-Mücken-Crèmes oder -Sprays mit DEET (N,N-Diethyl-meta-toluamid). Doch obwohl diese Substanz seit Jahren in diversen Anti-Mücken-Mitteln enthalten ist, wusste man bis anhin nicht genau, warum sie die Stechmücken eigentlich davon abhält, uns zu stechen. Nun haben Forscher der Rockefeller University in New York herausgefunden, dass DEET bestimmte Geruchsrezeptoren der lästigen Insekten blockiert.¹

Stechmücken auf Futtersuche orientieren sich nämlich an diversen Gasen, die Menschen über die Atemluft oder den Schweiß ausdünsten und die den Tieren eine gute Blutmahlzeit signalisieren. Zu diesen Lockdüften zählen beispielsweise Kohlendioxid, Milchsäure oder ein Alkohol namens Octenol. Verschiedene Rezeptoren in den Antennen der Insekten registrieren je einen dieser schmackhaften Düfte. Wie die Rockefeller-Forscher nun zeigen konnten, blockiert DEET neben anderen, noch nicht eindeutig bestimmten Gerüchen zugeordneten Rezeptoren auch jene für Octenol. Dadurch werden die von diesen Rezeptoren ans Gehirn weitergeleiteten Nervensignale deutlich abgeschwächt. Der Mensch riecht somit für die Insekten nicht mehr nach Futter und wird entsprechend auch nicht mehr gestochen. Diese Erkenntnis könnte helfen, neue und vor allem noch wirksamere Anti-Mücken-Mittel zu entwickeln, betonen die Wissenschaftler. Denn nun könne man gezielt für jede Insektenart nach blockierenden Substanzen für deren Geruchsrezeptoren fahnden. Dies könne vor allem in Gegenden mit den Malaria-übertragenden Anophelesmücken lebensrettend sein.

¹ Science Express vom 13. März 2008 (doi:10.1126/science.1153121).

Technik und Berufe
Jeweils am Wochenende in

NZZ executive