

im Pazifik – wurden schon im 17. Jahrhundert ausgerottet.

Die Reste der einstigen Vielfalt zu sichern, das ist nun die Aufgabe der Naturschützer. „Heute gibt es im Watt vor allem Miesmuscheln, Garnelen und Möwen“, sagt Lotze. Doch auch positive Zeichen sieht die Forscherin. Erstmals in seiner Besiedlungsgeschichte lasse derzeit der Druck auf das Watt und seine tierischen Bewohner nach. Seit 1985 ist das Gebiet nach und nach zum Nationalpark erklärt worden. Als Weltnaturerbe der Vereinten Nationen ist die Region inzwischen im Gespräch.

Die Folge der neuen Ruhe: Einst auf rund 4000 Stück zusammengeschossen, leben heute wieder an die 11 000 Seehunde im Watt. Erste Kegelrobben kehren zurück auf die Sandbänke. Im vergangenen Jahr brütete in den Niederlanden wieder ein Seeadlerpärchen.

Solche Erfolge machen den Forschern nun Mut zu mehr. „Wenn wir untersuchen, wie reich und vielfältig dieser Küstenstrich einmal war, dann auch, um neue Ziele für den Wattenschutz abzustecken“, sagt Lotze. Es gelte, den ehemaligen, mosaikartigen Lebensraum neu zu schaffen. Die Vorschläge der Forscherin: Einige Deiche sollten nach hinten versetzt werden, um wieder Salzwiesen und Lagunen zu schaffen. Neue Muschelbänke oder Sandkorallenriffe könnten sich nur bilden, wo Fischer ganzjährig fern gehalten werden.

Auch die Wiedereinbürgerung einzelner Arten sei denkbar. „Viele der Tiere, die einst im Wattenmeer lebten, kommen irgendwo in Nordeuropa auch heute noch



**Pelikan (in Mexiko)**

„Warum sollten sie nicht zurückkehren?“

vor“, sagt Lotze. „Warum sollten sie nicht zurückkehren, wenn wir ihren Lebensraum regenerieren?“

Schwimmen also bald wieder Grauwale oder Graue Glatthaie vor den Nordseesänden? Einen Rückkehrkandidaten haben die Forscher schon ausgemacht: den Krauskopfpelikan. „Wir müssen natürlich prüfen, ob der Vogel im Wattenmeer noch genug Nahrung und Brutplätze finden könnte“, sagt der Niederländer Wolff.

Einen Vorteil der Nordsee aber kennt er bereits: „Bei uns im Wattenmeer wäre der Pelikan ganzjährig geschützt“, so Wolff. „Dort, wo er heute noch vorkommt, ist das nicht immer der Fall.“

PHILIP BETHGE



**Margherita-Hütte im Monte-Rosa-Massiv, Bergmediziner Fischler im Labor:** „Was wir hier oben

SPORTMEDIZIN

## Ertrinken am Gipfelkreuz

Hunderttausende Bergtouristen leiden unter Kopfweg und Übelkeit. Deshalb erproben Ärzte in der höchsten Hütte Europas Mittel gegen die Höhenkrankheit – darunter auch Potenzpillen.

Um Mitternacht ist es endlich so weit. Gilbert Schmid beginnt zu ersaufen, 4559 Meter über dem Meerespiegel. Gestern im Tal fehlte dem athletischen Mittdreißiger noch nichts. Schließlich ist er in den Bergen zu Hause und verbringt jeden freien Tag mit Pickel und Steigeisen. Die Viertausender ringsum kennt er im Schlaf: Matterhorn, Dufourspitze und 20 weitere Namen.

Doch heute Nacht ist ihm, als hätte sich ein 100-Kilo-Mann auf seine Brust gesetzt. Schmid atmet schwer, das Hirn drückt gegen seinen Schädel, als wollte es platzen. Sein Herz rast. Schlaflos wälzt er sich unter den kratzigen Woldecken hin und her. Sein Atem rasselt, Blutwasser sammelt sich in seiner Lunge.

„Akutes Höhenlungenödem“, diagnostiziert Manuel Fischler, ein drahtiger Endvierziger mit wachen Augen, im Hauptberuf Notarzt in Zürich. Er wirkt keineswegs beunruhigt, im Gegenteil: Fischler scheint ausgesprochen zufrieden. Schließlich ist er hier oben, um möglichst viele rasselnde Lungen und schmerzende Schädel zu untersuchen. Gemeinsam mit einem Dutzend junger Ärzte aus Deutschland, Italien, Belgien und der Schweiz will er herausfinden, warum der menschliche Körper in der Höhe an sich selbst zu ersticken droht.

Kaum eine Unterdruckkammer wäre groß genug, um Forscher und Patienten tagelang aufzunehmen. Welcher Ort also könnte besser geeignet sein für die Erfor-

schung der Höhenkrankheit als die höchste Berghütte Europas: die Margherita-Hütte auf der italienischen Seite des Monte-Rosa-Massivs. „Kopfwegkiste“ wird sie von Bergsteigern genannt.

In Zeiten des Abenteuerismus ist die Höhenkrankheit auf dem besten Wege, zu einer Art Volkskrankheit zu werden: Hunderttausende unterziehen sich Jahr für Jahr einem gefährlichen Selbstexperiment, wenn sie zum Wandern oder Skifahren in Lifte steigen, an denen eigentlich lange Beipackzettel hängen müssten.

Anfangs ähnelt die Wirkung dünner Bergluft derjenigen von Alkohol: Leichter Schwindel trübt den Sinn. Doch bald beginnt der Höhenkater: Kopfweg, Appetitlosigkeit, Müdigkeit, Schnappatmung, Herzflattern. Dann folgen, in schwereren Fällen, Depressionen, Halluzinationen, Bluthusten und schaumiger Auswurf; schließlich Koma und Tod – ertrunken am Gipfelkreuz.

„Diese Krankheit hat mehr Bergsteiger umgebracht als Stürme, Steinschlag und Lawinen“, behauptet Bergsteiger-Star Reinhold Messner. Zwei Drittel aller Menschen, die auf über 4000 Metern übernachten, werden höhenkrank. Dennoch ist das Höhenleiden immer noch wissenschaftliches Neuland.

Gesichert ist nur: Der Luftdruck sinkt alle tausend Höhenmeter um etwa zehn Prozent. Dies führt dazu, dass das Blut in der Lunge weniger Sauerstoff aufnehmen kann („Hypoxie“). Der Kreislauf ist damit



*machen, ist der kalkulierte Wahnsinn“*

gefangen in einem Teufelskreis: Um Muskeln und Hirn mit dem lebenswichtigen Gas zu versorgen, pumpt das Herz heftiger. Die Folge: Der Blutdruck steigt, was wiederum die Sauerstoffaufnahme-fähigkeit des Blutes senkt – und folglich den Lungenblutdruck weiter in die Höhe treibt.

Irgendwann wird das Blutwasser durch die winzigen Lungenbläschen (Alveolen)

gepresst wie durch einen undichten Gartenschlauch. Wenn Blutwasser in die Lunge sickert, spricht man vom Höhenlungen-ödem. Dringt es ins Hirnwasser und drückt aufs Denkorgan, kommt es zu Kopfweh, Halluzinationen und Koma – dem Höhenhirn-ödem. Die Kranken sehen oft aufgebläht aus wie Michelinmännchen, weil auch Hände und Gesicht mit Blutwasser voll laufen.

## Symptome der Höhenkrankheit



Hilfe ist in solchen Fällen kaum möglich. Zwar lindern einige Medikamente notdürftig die Symptome. Im Notfall schwören Höhensüchtige aus aller Welt auf den nach der Hütte benannten Margherita-Cocktail, eine Kombination aus drei Medikamenten, die den Blutdruck senken, die Atmung anregen und die Lunge entwässern. Aber nur eine einzige Therapie schlägt wirklich zuverlässig an: der schnelle Abstieg.

Das würden die Mediziner gern ändern. Daher suchen sie in der Kopfwehkiste seit Jahren neue Heilmittel gegen das Höhenleiden. Im Rahmen der bisher umfänglichsten Studie dieser Art quälte sich auch Gilbert Schmid im August 2003, im Dienste der Wissenschaft, zusammen mit 31 Leidensgenossen, die allesamt ausgewählt wurden, weil sie besonders stark zu Lungenödemen neigen. Die Tests galten zwei Wirkstoffen: einem Mittel, das den Abtransport des Wassers aus der Lunge fördern soll, und dem Potenzmittel Tadalafil, das nicht nur die Stehkraft des Mannes erhöht,

sondern gleichzeitig den Blutdruck der Lunge senkt.

Der Einsatz eines Potenzmittels ist dabei weniger bizarr, als es zunächst scheinen mag: Ursprünglich wurde auch Viagra als Blutdrucksenker entwickelt – bis Probanden von der inzwischen so berühmten Nebenwirkung berichteten.

Nun entdecken die Hersteller der Männerpillen die Berge als neues Einsatzgebiet, denn auf dem Potenzmarkt wird es eng. Zwar hat die Firma Pfizer ihr Medikament Viagra in den letzten fünf Jahren in 119 Ländern insgesamt eine Milliarde Mal an den Mann gebracht, aber mittlerweile gibt es mehrere Konkurrenzpräparate.

Eli Lilly, Hersteller von Tadalafil, ist nicht die einzige Firma, die sich für die neue Indikation interessiert: Fast in Sichtweite der Margherita-Hütte erforscht ein französisches Team auf der kaum niedriger gelegenen Vallot-Hütte (4362 Meter) am Montblanc die Wirkung von Viagra, allerdings mit nur zwölf Probanden.

Dreimal täglich müssen die Testpersonen in der Margherita-Hütte eine weiß-oranger gefärbte Gelatinetablette schlucken. Ob darin das Entwässerungsmittel, der Potenzwirkstoff oder ein Placebo verborgen ist, wissen sie nicht – auch wenn bisweilen ein männlicher Tester grinsend erklärt: „Ich weiß genau, was ich schlucke.“

Zwei Tage vor dem Aufstieg zur Hütte haben die freiwilligen Versuchskaninchen begonnen, ihre Medikamente einzunehmen. Dann wurden sie von den Ärzten den Berg emporgehetzt. Eigentlich, so besagt eine Bergsteigerregel, sollte der Schlafplatz oberhalb von 2500 Meter Höhe um nicht mehr als 300 Meter pro Nacht nach oben verlegt werden. Ihren Probanden dagegen verordnen die Ärzte den Gipfelsturm in weniger als einem Tag.

Schon bald spürt Martin Alfeld, ein lebhafter Genussmensch, der in Zürich als Vertreter für Kaffeemaschinen arbeitet,



warum Experten von derlei Gewaltmärschen abraten: „Kopfweh“, stöhnt er. Eine Schraubzwinge scheint sich mit jedem Schritt fester um seinen Schädel zu schließen.

Vor ihm thront, fremdartig wie ein zwischengeländetes Raumschiff, die Margherita-Hütte auf einem eisigen Felsporn tausend Meter über dem Abgrund. Zum Schutz vor Blitzschlag ist die Holzhütte komplett mit schwärzlichem Kupferblech eingekleidet, ein Faraday-Käfig mit Vollpension. Reißen die Wolken auf, bieten sich Blicke wie aus dem Flugzeug. Selbst die Spitze des Matterhorns liegt 80 Meter niedriger – doch von alldem nimmt Alföld kaum mehr etwas wahr.

Ganz anders dagegen Andreas Ruf, ein wortkarger Asket. Je höher die Seilschaft in Richtung Hütte stapft, desto geschmeidiger werden seine Bewegungen, trotz seines 20 Kilogramm schweren Rucksacks. Ruf kommt aus dem Bayerischen Wald und arbeitet beim Bundesgrenzschutz. Marathon und Bergsteigen sind seine Hobbys. Dennoch gilt er als Risikopatient, denn schon zweimal litt er am Höhenlungenödem, einmal im Himalaja, einmal in den Anden. Vielleicht, so spekulieren die Ärzte, verdankt er seine verblüffende Fitness ja der Gelatine kapsel, die er beim Frühstück geschluckt hat.

Die meisten anderen jedenfalls quälen sich gewaltig.

Alföld japst bei jedem Schritt mehr, auf den letzten Metern muss ihm der Bergführer den Rucksack abnehmen. Als er schließlich oben ankommt, müssen ihm die anderen die Steigeisen von den Stiefeln lösen. Später übergibt er sich. Er ist schwer krank – ganz nach Plan.

„Was wir hier oben machen, ist der kalkulierte Wahnsinn“, sagt einer der Forscher. „Aber besondere Krankheiten erfordern eben besondere Forschung.“

Heimo Mairbäurl, ein vollbärtiger 1,93-Meter-Riese, der in Heidelberg Physiologie lehrt, bittet die Probanden auf seine Untersuchungsfläche. Alfölds Blutsauerstoffsättigung beträgt nur etwa 60 Prozent statt der im Tiefland normalen 90 Prozent. Er fühlt sich benebelt, spricht schleppend, taumelt.

Jeden Tag steigen neue Testpersonen mit hämmernden Schläfen auf. Immer wieder schauen auch unbeteiligte Bergsteiger im Labor vorbei, die privat auf der Hütte übernachten. Erst am dritten Tag steigt der Trupp zurück in die wohlthuend dicke Luft – wenn es die Gesundheit erlaubt. Falls nicht, kommt ein Hubschrauber der Schweizer Bergwacht und fliegt die Ertrin-

kenden von der Margherita-Hütte mit blauen Lippen ins Krankenhaus.

Als die Hütte 1893 eingeweiht wurde, war sie das modernste Höhenlabor der Welt. Schon damals blickte das Forschungsfeld auf eine lange Tradition zurück: Die wohl älteste Erwähnung der Höhenkrankheit stammt bereits aus dem alten China, wo einer Chronik zufolge die „Kopfwehberge“ liegen: in Tibet. Auch in den Anden ist das Bergleiden seit Urzeiten bekannt als „Mareo“ – eine Art „Seekrankheit“ der Berge.

Die Beobachtungen und Hypothesen älterer Forscher muten heute ebenso widersprüchlich wie unterhaltsam an: Kommen

von Hirnödemen-Attacken lesen sich oft wie die psychedelischen Drogenfabeln von Carlos Castaneda. Seit 1983 wird auch auf der Margherita-Hütte wieder geforscht.

Doch noch immer wirken die Arbeitsbedingungen archaisch. Es gibt keine Dusche, nur ein stinkendes Stehklö; keine Einzelzimmer, nur Pritschen mit alten Wolldecken; keinen Internet-Anschluss, nur ein knarzendes Satellitentelefon. Beim Zähneputzen spült man mit Wasser aus einer Plastikflasche und spuckt über Fensterbrett oder Balkonbrüstung in den einen oder in den anderen Abgrund, je nach Windrichtung. Die gesamte Laboreinrichtung muss Jahr

für Jahr mit Hubschraubern von Zermatt aus eingeflogen werden: über vier Tonnen Hightech, die mühsam über zwei schmale Holzstiegen in die Hütte gezerrt werden.

Im Hüttenlabor ist es beengt wie auf einer Raumstation. Die zehn Mediziner und ihre freiwilligen Forschungsobjekte drängeln sich in zwei engen Holzstuben. Um fünf Uhr morgens zittern die Holzbalken, wenn der mächtige Schiffsmotor anspringt, der all die Apparate mit 220 Volt versorgt. Durch die Geräte ist es im Labor fast so heiß wie in einer Sauna, kurze Hosen gehören zur Arbeitskleidung, nachts wird auch mal im Schlafanzug gearbeitet. Lungen-, Herz- und Hirnspezialisten arbeiten wortwörtlich Rücken an Rücken. Wortlos reichen sie



Testperson Alföld: Eng wie eine Raumstation, heiß wie eine Sauna

FILMAR SCHWUNDT / DER SPIEGEL

die wackligen Knie in der Höhe von Luft, die sich in den Knien ausdehnt, wie Alexander von Humboldt argwöhnte? Sind die Schweizer so groß, weil sie in der Höhe anschwellen wie Luftballons? Beengen Darmgase die Lunge und stören die Atmung? Mal wird Pottasche als Therapeutikum empfohlen, dann wieder „Marsalawein mit Eigelb“ oder Kokain.

Je weiter sich die Forschung in Widersprüche verstieg, desto verlockender wurde es, die Bergkrankheit als reines Seelenleiden zu verspotten. Ein Alpenvereins-Vorsitzender im 19. Jahrhundert etwa schwor auf eine Rosskur gegen Unwohlsein am Berg: positive Übererregung durch besonders gefährliche Kletterpassagen.

Erst in den sechziger Jahren des 20. Jahrhunderts ließ eine spektakuläre Militäraktion die Leugner des Höhenleidens endgültig verstummen: Die indische Armee verlegte große Truppenkontingente ins hoch gelegene Kaschmirgebiet – das größte Hypoxie-Experiment aller Zeiten. 1925 Soldaten wurden höhenkrank. Eine junge Generation von Ärzten entdeckte bald darauf das Thema neu. Ihre Erfahrungsberichte über die Halluzinationen

sich Spritzen, geben sich Zeichen, rufen sich Werte zu.

Der 18-Stunden-Tag der Probanden ist akribisch durchgeplant. Nach der morgendlichen Urin- und Blutabnahme wird der Sauerstoffgehalt des Blutes gemessen, dann das Lungenvolumen. Schließlich radeln die Probanden auf einem Spezialfahrrad und sehen währenddessen auf einem Monitor ihrem eigenen Herzen beim Pumpen zu, per Echokardiogramm digital gefilmt.

Doch allem technischen Aufwand zum Trotz bleibt die Seekrankheit der Berge schwer greifbar wie die dünne Gipfelluft. Als Reinhold Messner, der den Mount Everest ohne künstlichen Sauerstoff bezwang, auf besondere körperliche Merkmale untersucht wurde, war das Ergebnis überraschend: Alle Messungen ergaben Normalwerte „wie bei mittelmäßig bis gut trainierten Ausdauersportlern“, stellte der untersuchende Arzt Oswald Oelz fest. Messners Resistenz gegen die Höhenkrankheit liege demnach in der „Motivation und vor allem der außerordentlichen Leidensfähigkeit“.

Doch Leidensfähigkeit allein reicht als Erklärung nicht aus. Schließlich sind auch



ROBERT BOESCH / ANZENBERGER

**Bergsteigerlager am Mount Everest:** „Die Höhenkrankheit hat mehr Bergsteiger umgebracht als Steinschlag und Lawinen zusammen“

die Probanden hart im Nehmen. Erika Florschütz zum Beispiel, eine kräftige Frau um die fünfzig, ist Margherita-Veteranin. Bereits 1994 litt sie hier oben im Dienste der Wissenschaft, dann erneut 1999. Achtmal schon sammelte sich Wasser in ihrer Lunge, trotzdem erklärt sie trotzig: „Bergsteigen ist genau mein Sport, ich will mir keinen anderen suchen.“ Sie hustet. Lungenödem Nummer neun kündigt sich an.

Auch Proband Schmid will die Gipfelstürmerei nicht aufgeben, bloß weil sie Gift für ihn ist. Obwohl die Höhe ihn sichtlich mitnimmt, erzählt er munter, wie er eines Nachts am Kilimandscharo auf 4000 Meter Höhe dachte, dass ein Käfer in seinen Schlafsack geraten sei. Dabei kam das Knistern aus seiner Lunge.

Schmid lacht. Unter der Plastikkrone auf seinem Kopf quillt ein Kabelstrang hervor. Er dient zur Durchblutungsmessung einer Hirnarterie. Eine Sportwissenschaftlerin aus Brüssel verfolgt die Daten auf dem Monitor ihres Notebooks. Ihre Vermutung: Hoher Blutdruck im Hirn könnte das Höhenleiden noch verstärken, weil das Atemzentrum möglicherweise fehlerhafte Signale an den Lungenkreislauf sendet.

Um neun Uhr abends ist Bettzeit. Aber damit ist die Laborarbeit noch lange nicht beendet: Die Forscherneugier folgt den Leidenden bis unter die Bettdecke. Sie müssen sich ihre enge Matratze mit einem Aufzeichnungsgerät teilen. Statt eines Pyjama-Oberteils schlafen sie in einem unbequemen „Life Jacket“, deren Elektroden jeden Atemzug, jeden Herzschlag und jedes Umherwälzen registrieren. Auf jedem

Finger glimmt eine rote Leuchtdiode, die den Sauerstoffgehalt des Blutes misst. Alle paar Stunden piepst der Alarm, wenn sich wieder ein Kabel gelöst hat.

Mit dem Erlebnistourismus hat sich auch die Bergmedizin gewandelt. Heute gilt ihr Interesse weniger dem eisernen Willen von Bergsteigerhelden als vielmehr dem schlafenden Hirn von kraxelnden Bankangestellten. Statt Exotik ist Allgemeingültigkeit das Ziel; was hier oben wirkt, soll auch Kreislaufpatienten im Flachland helfen.

Wer hoch schläft, schläft nicht tief. Fast alle hier oben, auch die Forscher, leiden an der „periodischen Atmung“, weil das Atemzentrum im Gehirn ständig zwei widersprüchliche Signale empfängt: Ist der von Chemorezeptoren im Blut gemessene Kohlendioxidgehalt zu niedrig, bedeutet dies für das Gehirn: Atmung reduzieren. Ist dagegen zu wenig Sauerstoff im Blut, wird die Atmung angekurbelt.

In der Höhe jedoch ist die Konzentration beider Gase gleichermaßen gering, und das verwirrt das Atemzentrum. Die niedrige Kohlendioxid-Konzentration führt dazu, dass die Atmung 5, 10 oder gar 20 Sekunden lang aussetzt. Irgendwann steigt Erstickungsanfall auf, weil die Karotiskörperchen nun feststellt, dass zu wenig Sauerstoff im Blut ist. Prompt schießt Adrenalin in die Adern, das Herz rast, gierig schnappt der Schläfer nach Luft und schreckt auf. Bis zu 150 dieser Erstickungsanfälle plagen die Probanden pro Nacht. Entsprechend zermürbt stehen sie am nächsten Morgen auf.

Vor allem nachts schaukelt sich der Lungenblutdruck immer weiter auf. Gegen Mitternacht beginnt es leise zu gurgeln unter der

Decke des Probanden Schmid. Er weiß mittlerweile, dass das kein Käfer sein kann. Irgendetwas in seinem Kopf bringt seine Lunge dazu, langsam am eigenen Blutwasser zu ertrinken. Verschlafen knipst er die Stirnlampe an und geht den Notarzt wecken: „Es ist so weit. Ich hab eins“, sagt er.

Bergmediziner Fischler untersucht ihn kurz. Bevor er ihn behandelt, macht er erst einmal ein Röntgenbild von der Wasserrunde. „Des isch iudrucksvoll“, schwärmt er wenige Minuten später auf Schweizerdeutsch, als er am Leuchttisch die bläulichen Bilder der Lunge bewundert. Wie im Lehrbuch zeigen helle Flecken, wo sich das Wasser sammelt. „Das sind mit die besten Bilder, die wir bisher gemacht haben!“

Beschwingt reicht er dem Patient eine Atemmaske und dreht eine Flasche mit hochprozentigem Sauerstoff auf, zwei Liter pro Minute. Nach wenigen Minuten geht es Schmid besser, nach einer halben Stunde schlummert er sanft.

Am nächsten Tag steigt die Probandengruppe ins Tal ab, aufgekratzt und mit Ringen unter den Augen wie nach einem feuchtföhlichen Hüttenzauber. Andreas Ruf, der drahtige Marathoni, besteigt en passant sogar drei Viertausendergipfel am Wegesrand. Was er wohl geschluckt hat?

Ein halbes Jahr später wühlen sich die Gipfelmediziner immer noch durch die Berge aus Messdaten. Doch erste Ergebnisse lassen bereits Hochstimmung aufkommen: Während von den Placebo-Patienten über 70 Prozent ein Lungenödem entwickelten, waren es mit Erektionshelfer nur 10 Prozent. Die Potenzpille wirkt also nicht nur im Bett, sondern auch am Berg. Vielleicht gehört sie bald ganz selbstverständlich zur Standardausrüstung: Pickel, Steigeisen und Viagra. HILMAR SCHMUNDT

**Auf 4000 Metern dachte er, ein Käfer sei im Schlafsack. Dabei kam das Knistern aus seiner Lunge.**