Forschen in dünner Luft

Wie reagiert der Körper in extremer Höhe? Ein höhenmedizinisches Projekt im Himlung-Himal-Gebiet ist dieser Frage nachgegangen

Seit über 10 Jahren führt der Verein Swiss-Exped weltweit höhenmedizinische Forschungsprojekte durch – zuletzt im Himlung Himal (7126 m) in Nepal. Ein Gespräch über Gegenwart und Zukunft der höhenmedizinischen Forschung.

Frau Pichler, Herr Hefti, Sie waren Forschungsleiterin bzw. Expeditionsleiter des Swiss-Exped-Projekts 2013 im Himlung Himal auf über 7000 Metern. Warum forschen Sie dort, wo es besonders ungemütlich ist?
Jacqueline Pichler: Bergsteigen ist meine Leidenschaft. Und die Fragestellungen bezüglich Sauerstoffarmut in grossen Höhen faszinieren mich.
Urs Hefti: Als Arzt war ich 1997 mit einer deutschen Expedition auf dem Cho Oyu, einem Achttausender im Himalaja. Später fragten mich Kollegen, ob wir zusammen auf einen Achttausender gehen könnten. «Nur» hinauf- und hinuntersteigen fand ich jedoch nicht mehr interessant. Es kam nur infrage, wenn ich Forschung betreiben konnte. So hat es 2001 mit dem Shisha Pangma begonnen. Wir waren zwölf Personen und haben uns noch selber untersucht.
Pichler: Am Muztagh Ata im Jahr 2005 war ich erstmals dabei. Ich arbeitete an der Dissertation und betreute den Laborteil. Es ging bei vielen Themen um die Blutgerinnung bei Sauerstoffarmut. Diese Arbeiten haben mich sicherlich beeinflusst, später die Pneumologie, die Lungenheilkunde, als Fachgebiet zu wählen. Da habe ich mit Menschen zu tun, die schon in unseren Höhen zu wenig Sauerstoff bekommen.

«Die Forschung entfernt sich von den gesunden Elitebergsteigern.»

Jacqueline Pichler
Forschungsleiterin

Das Projekt am Himlung Himal soll das grösste dieser Art gewesen sein. Ging es darum, einen Weltrekord in der höhenmedizinischen Forschung aufzustellen?
Hefti: Nein. Aber wir konnten mit einem erheblichen Aufwand zeigen, dass Feldforschung nach wie vor sinnvoll ist und dass neben anderen Gruppen, insbesondere den Briten, auch wir Schweizer gute und solide Forschung betreiben können. Und dies mit einer grossen Anzahl Probanden. Das ist statistisch relevant. Natürlich kann man sagen, dass auch 30 oder 40 Testpersonen nicht sehr viele sind. Aber in der Höhenforschung ist das enorm, nur schon, was den logistischen Aufwand betrifft.

Wie viel Zeit haben Sie in die Logistik investiert?
Hefti: Eine Expedition dieser Grössenordnung braucht etwa zwei Jahre Vorbereitung. Normalerweise fällt der Entscheid, ob wir ein solches Projekt machen wollen, an einem Abend bei etwas Rotwein oder Bier. Von der Vorbereitung bis zum Abschluss vergehen rund drei Jahre, in denen wir fast täglich daran arbeiten. Man darf nicht vergessen, dass die meisten Forscher ehrenamtlich dabei sind. Da gibt es nicht viele Lorbeeren zu holen, sondern vor allem Arbeit zu erledigen.

Was kostet ein derartiges Projekt?
Hefti: Für wen (lacht)?
Pichler: Die Eigenleistungen aller Teilnehmer, inklusive Forschern, machen etwa eine halbe Million Franken aus. Pro Person sind dies rund 10 000 Franken.
Hefti: Die Probanden zahlen jenen Preis, den sie auch als Touristen zahlen müssten. Wir können diese Reise nicht billiger machen, sonst wären wir dem Vorwurf ausgesetzt, dass wir die Probanden kaufen. Wir haben Forschungsmaterial und spezielle Geräte angeschafft sowie Zelte extra nähen lassen. Zusammen mit dem Transport kostete dies eine weitere Viertelmillion, was grösstenteils durch Sponsoring abgedeckt war. Schliesslich gehört zur Logistik auch, dass wir die Probanden und die teilweise nicht sehr bergerfahrenen Forscher in die Höhe bringen müssen. Ohne Forscher keine Forschung. Und ohne Probanden keine Resultate.

Im Base-Camp auf 4800 Metern: Lungenfunktionstest und Sauerstoffverbrauchsmessung auf dem Ergometer. TOMMY DÄTWYLER / SWISS-EXPED

Haben Sie mit Doping nachgeholfen, wenn die Leute nicht nach oben kamen?
Pichler: Nein. Und von sich aus dürfen die Testpersonen keine Medikamente nehmen.
Hefti: Wir müssen den Leuten vertrauten, dass sie nicht betrügen. Denn mit Medikamenten sind die Forschungsresultate nicht mehr verwertbar. Die erste Anlaufstelle ist einer der zwei Expeditionsärzte. Er hat das Recht, ein Medikament abzugeben und auch Probanden von den Studien zu dispensieren. Wir versuchen schon, dass die Leute auf den Gipfel kommen. Aber nicht um jeden Preis.

Ist künstlicher Sauerstoff ein Thema?
Pichler: Nur im Notfall und bei den Forschern.
Hefti: Bei früheren Expeditionen haben die Forscher auf zusätzlichen Sauerstoff verzichtet. Wir hatten aber extrem lange Forschungstage und wollten vermeiden, dass jemand sagt, wir hätten auf 7000 Metern Leute untersucht und seien gar nicht mehr fähig dazu gewesen.

Worüber forschen Sie nun genau?
Pichler: Das zentrale Thema sind die Sauerstoffarmut in grossen Höhen und der Druck, der in den Gefässen entsteht. Uns interessieren vor allem die Veränderungen der Gefässe, durch die das Blut fliesst. Wir wissen unterdessen, dass in der Höhe die Gefässe bei Sauerstoffarmut lecken. Es tritt Wasser aus. Die Folge kann ein Lungen- oder Hirnödem sein. Die Mechanismen sind aber bis heute nicht ganz klar. Wie schnell fliesst das Blut durch die Gefässe? Wie schnell entsteht ein Ödem? Wie hoch wird der Lungendruck? Was beeinflusst den Blutdruck im kleinen Kreislauf? Was passiert mit gestressten Gefässwandzellen?
Hefti: Wir wussten lange nicht, warum es zum Lungenödem kommt. Erst dachten wir, dass es eine Wasseransammlung in der Lunge sei. Dann fragten wir, ob zuerst die Wasseransammlung oder die Entzündung da sei. Schliesslich überlegten wir, ob erst die Entzündung entsteht oder das Loch in der Lunge die Entzündung provoziert. Der Höhenmediziner Marco Maggiorini konnte vor ein paar Jahren aufgrund von Untersuchungen auf der Capanna Margherita im Monte-Rosa-Massiv zeigen, dass zuerst das Leck da ist, erst dann die Entzündung.

«Es wäre zu einfach, nun eine Wunderpille für Alpinisten zu erwarten.»

Urs Hefti
Expeditionsleiter

Pichler: In Projekten mit den Gefässveränderungen haben wir auch festgestellt, dass es zu einer Gerinnungsaktivierung des Blutes kommen kann. In der Höhe ist nicht klar, ob wir mehr Blutungs- oder Gerinnungsneigung haben. Fallbeispiele haben beides gezeigt, aber eher mehr Gerinnungsneigung. Das Blut wird dick, reduziert die Leistungsfähigkeit, und es kann zu lebensgefährlichen Thrombosen kommen.

Sie machen Ultraschalluntersuchungen im Kopf, in der Lunge und im Herz. Sie machen Leistungstests auf dem Fahrradergometer, Blutgasanalysen, Blutdruckmessungen usw. Was bringt dieser grosse Aufwand letztlich der Allgemeinheit?
Hefti: Wir sind Freaks. Ich habe einfach Freude an diesen Forschungen und an der Organisation. Einen direkten Nutzen kann man heute nicht mehr zwingend erwarten. Es wäre zu einfach, nun aufgrund der Forschung eine Wunderpille zu erwarten, mit der Alpinisten problemlos auf die Berge kommen.
Pichler: Medizinische Forschung hat internationale Vorgaben, die erfüllt sein müssen. Wenn die Kommission findet, der Nutzen sei nicht gegeben, können wir nichts machen.
Hefti: Als Organisator muss ich schauen, dass alles möglich wird. Beispielsweise, dass auf 7000 Metern Leistungstests auf dem Fahrrad durchgeführt werden können. Das Velo könnte im Schnee versinken. Also müssen wir in Kathmandu ein Brett kaufen und es nach oben schleppen. Wenn Sie die Hersteller fragen, ob das Gerät dort oben läuft, sagen die: Das wissen wir doch nicht. Wir haben festgestellt, dass beispielsweise die Energieversorgung mit Generatoren auf 7000 Metern funktioniert. Aber wir mussten zweitausend Kniffe anwenden.

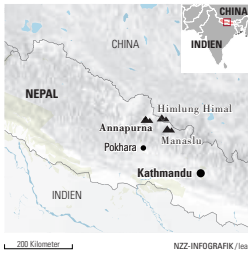
Tausende von Arbeitsstunden, monetäre Investitionen, zweitausend Kniffe, damit ein Generator funktioniert: Wie lautet Ihr Fazit des Projektes?
Pichler: Forschungsmässig ist alles sehr gut gelaufen, aber das Wetter war nicht optimal.

Reden wir über das Wetter.
Hefti: Unser alpinistischer Expeditionsleiter Kari Kobler hat gesagt, dass er solche Schneemassen in den letzten 20 Jahren noch nie erlebt habe. Es war stürmisch, lawinengefährlich und extrem kalt. Einzelne Probanden hatten Anzeichen von Erfrierungen; wir mussten sie hinunterschicken. In solchen Momenten muss man eine Güterabwägung machen. Die Forscher wollen forschen. Die Bergführer sind vor allem auf die Sicherheit der Leute fokussiert. Die Testpersonen suchen den Gipfelerfolg. Da muss man austarieren als Expeditionsleiter und als Team. Am letzten Tag war es besonders krass. Wir haben 50 Meter unterhalb des Gipfels bei wunderbarem Wetter gearbeitet. Es war ideal. Aber die Probanden wollten auf den Berg und nicht mehr unbedingt forschen.
Pichler: Auf 6200 Metern konnten fast alle getestet werden. Wir haben insgesamt 4200 Blutentnahmen unter qualitativ hochwertigen Bedingungen machen können. Wir konnten sogar ein Projekt über Hormonveränderungen von der Hirnanhangdrüse bis zur Nebenniere bei Frauen realisieren. Das hat noch nie jemand zuvor gemacht. Schade ist, dass wir auf 7000 Metern keine Spiroergometrie, keine Messung von Atemgasen bei körperlicher Belastung auf dem Fahrrad, machen konnten. Das hätte Aufschlüsse darüber geben können, wie stark die Leistungsfähigkeit in grossen Höhen abnimmt.

Was war geschehen?
Pichler: Es war zu kalt. Das Fahrradergometer war eingefroren, und das Ultraschallgerät ging kaputt. Immerhin haben wir auf 6450 Metern etwa 150 Leistungstests gemacht.
Hefti: Wenn wir von 100 Prozent ausgehen, haben wir etwa 90 Prozent erreicht. Das ist für ein Forschungsprojekt unter diesen Bedingungen sensationell.

Wohin entwickelt sich die höhenmedizinische Forschung?
Pichler: Wir untersuchen heute eher molekulare Themen. Etwa, auf welcher Zellstufe die Veränderungen ablaufen. Die Forschung entfernt sich von den gesunden Elitebergsteigern und wendet sich den kranken Menschen zu. Wir fragen uns, was beispielsweise mit einem Diabetiker passiert, der in die Berge geht. Das Problem dabei ist, dass wir dort nicht mit allen Leuten forschen können. Deshalb ist es spannend, die Höhe als Modell zu sehen. Eines der wenigen Modelle, bei denen wir über Sauerstoffarmut forschen können, bevor die Leute kritisch krank sind. Das erlaubt Rückschlüsse auf jene Menschen, bei denen die Sauerstoffarmut von Anfang an das Problem ist.
Hefti: Früher haben Höhenmediziner eine Tablette geschluckt und festgestellt, dass es ihnen besser geht. Daraus haben sie eine Publikation abgeleitet. Die Zeiten sind vorbei, als man auf eine Forschungsexpedition gegangen ist und ein halbes Jahr später mit den Resultaten die Welt verändern wollte.

Interview: Walter Aeschimann



Urs Hefti ist Chirurg, Orthopäde, Sport- und Notfallmediziner. Er ist ärztlicher Leiter des orthopädischen Zentrums Münsingen und Sportmedizinischer Leiter der Swiss Sport Clinic in Bern. **Jacqueline Pichler** ist Pneumologin am Inselspital in Bern.

Höhenexpedition für die Wissenschaft

W. A. · Während fünf Wochen im September und Oktober 2013 haben zwei Dutzend Höhenmediziner aus der Schweiz und Deutschland beim Aufstieg auf den 7126 Meter hohen Himlung Himal die Auswirkungen der Höhe auf Hirn, Herz, Lunge und Blutkreislauf erforscht. Dazu untersuchten sie regelmässig rund 40 Probanden und unterzogen sie Leistungstests. Erstmals auf dieser Höhe wurde auch ein Ultraschallgerät eingesetzt. Beteiligt waren Ärzte des Inselspitals Bern, des Kantonsspitals Aarau und der Universitätsklinik Leipzig. Organisatorisch geleitet wurde das Forschungsprojekt von Urs Hefti und dem Bergführer Kari Kobler. Forschungsleiter waren Jacqueline Pichler und Tobias Merz. Total wurden 4200 Blutproben entnommen und tiefgefroren in die Schweiz zurückgeführt. Die Auswertung der Blutproben und Forschungsdaten dauert ein bis zwei Jahre. Der Himlung Himal ist 7126 Meter hoch und liegt im Schatten des Annapurna-Massivs. Es ist das vierte Forschungsprojekt, das der Verein Swiss-Exped seit 2001 durchführt (www.swiss-exped.ch).

ANZEIGE

Wanderinsel Irland

Entdecken Sie mit IMBACH REISEN auf Wanderungen im Norden einsame Küstenpfade, geheimnisvolle Wälder und typische Pubs.

Irlands Westen	14.06.–21.06.14
Helsinki & Lappland	02.08.–11.08.14
Wales	15.08.–22.08.14

Verlangen Sie das Detailprogramm
Imbach Wanderreisen, 6000 Luzern
041 418 00 00 oder info@imbach.ch

IMBACH
wandern weltweit