



Mühsamer Aufstieg: Die Wissenschaftler auf dem Weg zum Gasherbrum-Camp im inneren Karakorum (6.400 m).

Dem

Schnee

auf

der

Spur

Text Christoph Mayer

Gletscherforschung in Hochasien zwischen 5.000 und 6.000 Metern Höhe – wie funktioniert das eigentlich konkret? Von Packtieren, Solarzellen und den Mühlen, Schmelzwasser für Müsli und Tee zu gewinnen.

August 2004: Unser Kleinbus schaukelt über die Schlaglöcher des Karakorum Highways im Industal, während der Schweiß in Rinnsalen durch den Staub auf unseren Gesichtern läuft. Die aufgeheizten Talflanken rund um Chilas, eine kleine Stadt oberhalb des Flusses, verstärken die Hitze. Der staubtrockene Boden hat seit Wochen keinen Regen gesehen. Der Sommer in den Tälern Nordpakistans ist unerbittlich trocken, Landwirtschaft ist nur durch Bewässerung möglich. Das einzige Wasser weit und breit fließt im mächtigen Indus dem Tarbela-Damm weiter im Süden entgegen. Aber woher kommt ohne Regen das Wasser, das der Indus tagesin, tagaus nach Süden transportiert – erst in den gewaltigen Staudamm und danach auf die Felder am Südrand des Gebirges?

Gletscherforschung in den Gebirgen Zentralasiens

Vor 15 Jahren waren wir das erste Mal in Hochasien unterwegs, um die Rolle der Gletscher für die Wasserführung in den Bergregionen zu untersuchen. Seitdem kommen wir regelmäßig wieder, um Stück für Stück das Puzzle der vielen Einflussfaktoren und Prozesse zusammenzusetzen. Während der Monsun in den östlicheren Teilen des Himalaya im Sommer ausreichend Niederschlag für eine üppige Vegetation bringt, liegen der Karakorum, der Hindukusch und der Pamir normalerweise außerhalb seines Einflussgebiets. Trotzdem existieren in diesen Gebirgen enorme Gletscher, die zu den größten der Welt gehören.

Während wir in den ersten Jahren unserer Forschungen noch der Frage nachgingen, wie in den trockenen Sommern das Schmelzwasser gebildet wird, das die großen Flüsse am Leben erhält, kam schon bald die Frage nach den Existenzbedingungen der ausgedehnten Gletscher auf. Wie kann

es sein, dass zum Beispiel in Gilgit im Norden Pakistans weniger als 300 Millimeter Regen im Jahr fallen, aber nur wenig entfernt davon riesige Gletscher mit 50 bis 60 Kilometern Länge weit in die trockenen Täler herunterreichen? An diesen Gletscherzungen schmelzen jedes Jahr mehrere Meter Eis ab, wenngleich die starke Schuttbedeckung einen noch viel stärkeren Eisverlust verhindert.

Die Antwort liegt im extremen Unterschied der Niederschlagsmengen zwischen den Tälern und den Hochflächen der Gletscherregionen. Im Gegensatz zu den fast wüstenhaften Bedingungen im Industal und auch in den Tälern des Pamir erreicht teilweise mehr als zehn Mal so viel Niederschlag die Nährgebiete der Gletscher, also die hochgelegenen Gebiete, wo Schnee liegenbleibt, zu Eis wird und den Gletscher „nährt“. Nur diese gewaltigen Mengen an Schnee erlauben es den großen Gletschern, weit in die Täler hinunter vorzustoßen und dort mit ihren hohen Schmelzraten die Flüsse zu speisen.

Schneemengen vor Ort bestimmen

Dieser Umstand war nicht neu, denn schon 1978 gab es eine erste Untersuchung dazu am „Snow Lake“ im Karakorum. Im Gegensatz zur Eisschmelze, die relativ verlässlich aus meteorologischen Daten berechnet werden kann, entzieht sich allerdings der Schneefall weitgehend theoretischen Modellen und auch den immer besseren Methoden der Satellitenfernerkundung. Man muss also nach wie vor die Schneemengen vor Ort bestimmen, um eine Ahnung von den Unterschieden zwischen Berg und Tal und von Gebirge zu Gebirge



Abseits des großen Flusses nur staubige Straßen und unerbittliche Trockenheit: unterwegs im Industal, 2011.

zu bekommen. Dumm nur, dass die Gletscher groß, die Nährgebiete hoch und Straßen kaum vorhanden sind. Die notwendigen Daten zu erheben gleicht einer beinahe hoffnungslosen Aufgabe. Wir wollen wenigstens einen Beitrag dazu liefern.

Im Grunde sind die notwendigen Messungen nicht sehr kompliziert. Anhand der Schichtung der Schneedecke in einem Schacht kann der jährliche Schneefall bestimmt werden. Schnee kann unterschiedlich schwer sein, und seine Dichte wird mit der zunehmenden Verfestigung durch den Druck der darüber liegenden Schneemassen in der Tiefe immer größer. Daher muss man die Dichte in regelmäßigen Abständen an Schneeproben messen.

Ein Problem stellt die zeitliche Zuordnung der Schichten dar: Wenn Schnee schmilzt, anschließend wieder gefriert und sich als Eisschicht ablagert, deutet das nicht notwendigerweise auf eine zeitliche Datierung im Sommer hin. Solche Ablagerungen aus Schmelzereignissen können in allen Jahreszeiten vorkommen. Die Schneeproben müssen deswegen ins Labor gebracht werden, wo aus den Isotopenverhältnissen des Sauerstoffs die relative

Temperatur während des entsprechenden Schneefalls ermittelt wird. Erst dann wird klar, welche Probe im Sommer und welche im Winter abgelagert wurde.

Arbeit im Schneeschacht

Schneeproben aus den tieferen Lagen der Schneedecke erhält man mit einem handbetriebenen Kernbohrer. Weiter oben ist der Schnee normalerweise aber zu weich für einen Bohrer. Verwendbare Proben lassen sich nur in einem Schneeschacht gewinnen. Um sich in einem drei Meter tiefen Schacht auch am Boden bewegen zu können, müssen etwa zehn Kubikmeter Schnee – rund 3,5 Tonnen – herausbefördert werden. Klar, dass die erforderliche Anzahl von Schneeschächten genau geplant sein sollte. Zum Glück können die markantesten Schichten in der Schneedecke mit einem Radarverfahren auch von der Oberfläche aus verfolgt werden. Aber nur zusammen mit den Informationen aus den Schächten kann aus den Radardaten überall die Tiefe der jeweiligen Schicht berechnet werden. Die Kombination aus dem Schaufeln von Löchern, der Analyse der Schichten, dem Sammeln von Proben und dem Wandern mit dem Bodensensordaten über die Gletscheroberfläche erlaubt es uns schließlich, den Schneeniederschlag und seine Verteilung in den Nährgebieten der Gletscher zu berechnen. Je nachdem, wie viele Jahresschichten mit dem Radar identifiziert werden, können so auch die Niederschlagsverhältnisse der vergangenen Jahre bestimmt werden: eine wichtige Grundlage, um Ergebnisse aus meteorologischen Modellen mit den wirklichen Bedingungen zu vergleichen und anzupassen.

Wie kommt das Arbeitsmaterial auf den Berg?

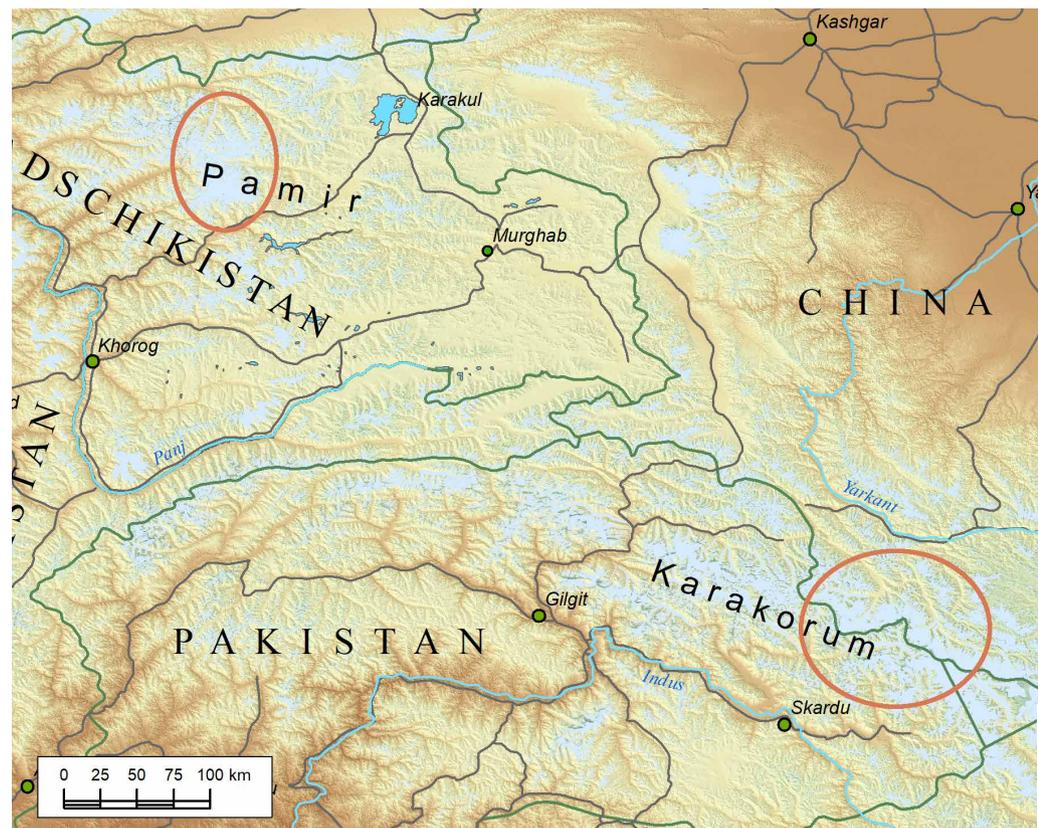
Was sich problemlos liest – sich in das Nährgebiet eines Gletschers begeben, eine möglichst geringe Anzahl an Löchern in den Schnee graben, zwischen den Löchern eine Radarantenne hinter sich herziehen und damit alle offenen Fragen beantworten –, beinhaltet in der Realität auch eine praktische Seite, die je nach Untersuchungsgebiet sehr unterschiedlich sein kann. Allein der Zugang zu einem Gletscher hängt stark vom jeweiligen Land und Gebirge ab. Üblicherweise (aber nicht immer) ist das

Gepäck zu umfangreich, um von den Wissenschaftlern allein transportiert werden zu können. Neben den wissenschaftlichen Instrumenten müssen auch Schaufeln, Probenbehälter, Gletscherausrüstung, Kommunikationsmittel, Solarzellen, Batterien, Zelte, Schlafsäcke, Isomatten, Kocher, Treibstoff, Geschirr und Proviant bewegt werden, von persönlichen Gegenständen ganz abgesehen. Dabei sollte möglichst nichts vergessen werden, denn der Weg zum nächsten Laden ist weit. Im pakistanischen Teil des Karakorums existiert eine Trägerkultur, so dass dort meist eine mehr oder minder große Schar von Einheimischen rekrutiert werden kann. In China dagegen gibt es keine Träger, weshalb Packtiere zum Einsatz kommen, die jedoch nur bis zur Gletscherzunge eingesetzt werden können. Im Pamir wiederum kann aufgrund der sowjetischen Tradition eventuell ein Helikopter gemietet werden, falls es das Budget erlaubt und ein Helikopter einsatzbereit ist. Sonst helfen auch hier nur Pferd und Esel. In jedem Fall bildet der mehrtägige Anmarsch

zum Gletscher nur den Auftakt, gewissermaßen die Eingewöhnungsphase, in der die Knochen schon mal die Qualität der Isomatte und der Magen die Qualität des Kochs testen können.

Mühsamer, tagelanger Aufstieg

Im Gegensatz zu den Alpen sind die großen Gletscher Zentralasiens immer noch sehr lang. Der Aufstieg zum Hintereisferner im Ötztal dauert vom Zungenende bis in das obere Nährgebiet vier Stunden. Am 63 Kilometer langen Baltoro-Gletscher ist man hingegen bis in das Nährgebiet neun Tage unterwegs, nicht nur wegen seiner Länge, sondern auch, weil aufgrund der enormen Höhe immer wieder Akklimatisationstage eingeschoben werden müssen. Aus zehn Tagen Feldarbeit werden so leicht vier oder fünf Wochen vor Ort. Allein der Transport der nötigen Proviantmenge stellt eine Herausforderung dar. Die Rucksäcke sind dementsprechend groß, und die



Die Gletscher im Pamir und im Karakorum-Gebirge Zentralasiens gehören zu den größten der Welt.

Das Ausgangslager für die Arbeiten befindet sich meist in einer Höhe von 5.000 bis 6.000 Metern.



Fotos: Astrid Lambrecht (3);
Christoph Mayer (1)

Letzte Vorbereitungen für den Aufstieg zum Urdok-Gletscher im Nord-Karakorum (oben, Mitte). Mit Gepäck unterwegs auf dem Fedtschenko-Gletscher im Pamir (unten).



Forschung auf dem Gletscher: Radarmessungen, Arbeiten im Schneeschacht und Bearbeitung der Messdaten im provisorischen Büro auf 5.200 Metern Höhe.

So nimmt allein das Schneeschmelzen für Müsli und Tee-wasser über eine Stunde in Anspruch.





Lager und Küche des Teams am oberen Fedtschenko-Gletscher (links u. unten). Und schließlich: warten auf den Helikopter (oben), der die Wissenschaftler nach mehreren Wochen in Schnee und Eis zurück ins Tal bringt.

Tagesetappen werden geruhsam angegangen. Das ist auch ratsam, da spätestens ab 4.500 Metern Höhe das Atmen schwerer fällt. In Zentralasien beginnen die Nährgebiete der Gletscher ab 4.800 Metern, manchmal noch etwas höher. Das Ausgangslager für die Arbeiten befindet sich daher meist in Regionen zwischen 5.000 und 6.000 Metern.

Arbeiten und Schlafen im Hochgebirge

Eine gute Idee ist es, die Schneeoberfläche vor dem Aufbau des Lagers festzutreten, sonst ähnelt der Schlafplatz innerhalb weniger Tage einem Mumiengrab – ohne die Chance, sich nach der Einbettung noch einmal umzudrehen. Auch die Anlage der anderen Einrichtungen will wohl überlegt sein, was Windrichtung und Abstand zu den Zelten anbelangt. Schneeschächte zu schaufeln, Proben zu nehmen und das Bodenradar über den Schnee zu ziehen, bestimmen dann die Tage, wobei der Aufwand für sonstige Arbeiten nicht unterschätzt werden darf. Allein das Schneeschmelzen für das Frühstück nimmt mehr

als eine Stunde in Anspruch. Nach der Rückkehr am Abend ist die erste Aufgabe, die Batterien an die Solarzellen anzuschließen, um die Abendsonne auszunutzen. Das Abendessen fällt wegen fehlender Zentralheizung nach Sonnenuntergang kurz aus, bevor die lange Nacht im Schlafsack beginnt.

August 2016: Wir sitzen neben unseren Rucksäcken am Fedtschenko-Gletscher im Pamir. Nach mehreren Tagen Abstieg erwarten wir heute den Helikopter, der uns ins Tal zurückbringen soll, zu Wärme, frischem Essen und einer heißen Dusche. Nach zwölf Jahren und sechs Expeditionen in die hohen Regionen von Karakorum und Pamir bekommen wir langsam ein Bild davon, wie unterschiedlich die Niederschlagsverhältnisse zwischen Tal und Berg aussehen. Diese Unterschiede sind die Ursache dafür, dass sich die Gletscher so weit in die Täler ausbreiten. Trotzdem sind viele Details noch nicht geklärt – ein Grund, bald wieder aufzubrechen: Die nächste Reise beginnt im Sommer 2019.



Dr. Christoph Mayer

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Projekt „Erdmessung und Glaziologie“ der BAdW. Er beschäftigt sich hauptsächlich mit den Veränderungen der Schneeakkumulation auf Gletschern und untersucht den Einfluss von Schuttbedeckung auf die Eisschmelze. Neben den Routinemessungen in den Alpen liegen seine Forschungsschwerpunkte in Hochasien, dem Himalaya und den Polargebieten.