



GLETSCHERFORSCHUNG

Die Schweiz während der letzten Eiszeit

EINE NEUE KARTE ZEIGT DIE AUSDEHNUNG DER SCHWEIZER GLETSCHER VOR RUND 20.000 JAHREN.

VON
CHRISTIAN SCHLÜCHTER

Seit meinem ersten Flug über das transantarktische Gebirge vor vielen Jahren hat mich der Wunsch nie mehr losgelassen, einmal zu versuchen, die Schweizer Alpen während des letzten Hochstandes der Gletscher vor 18.000 bis 20.000 Jahren darzustellen. Natürlich gab es da bereits das berühmte (und seit langem vergriffene) Blatt 9 im Atlas der Schweiz, die wunderschöne Imhof-Jäckli-Karte, benannt nach dem Kartographen Eduard Imhof (1895–1965) und dem Geologen Heinrich Jäckli (1915–1994). Aber eben diese Kar-

te war vergriffen, und das Bedürfnis nach einem solchen Dokument, basierend auf heutigen Erkenntnissen, war groß.

Vor gut zehn Jahren nun begannen dann die Arbeiten und damit die Verwirklichung dieses Traumes, die sich bald als handfeste Herausforderung entpuppten. Die damalige Kommission für Quartärforschung der Schweizerischen Akademie für Naturforschung setzte eine Arbeitsgruppe ein mit Kolleginnen und Kollegen aus der ganzen Schweiz, die aus ihren jeweiligen Arbeitsgebieten Karten zur letzten maximalen Gletscherausdehnung herstellen sollten. Mir wurde die Aufgabe

der Kompilation und der sachlich vernünftigen, wissenschaftlich begründbaren Vereinheitlichung übertragen. Im November 2008 habe ich die Originalkarte abgegeben, und Anfang 2010 (mit Ausgabedatum 2009) lag die Karte gedruckt vor.

Die Karte wurde mit den Methoden der klassischen (computergetriebenen) Kartographie gezeichnet und vom Bundesamt für Landestopografie (swisstopo) herausgegeben. Die kurze Produktionszeit hat ihren besonderen Grund darin, dass alle, die mitgearbeitet haben, hochmotiviert waren und etwas Schönes mit wichtigem wissenschaftlichen Inhalt erschaffen wollten.



Abb. 1: Die letzteiszeitliche Schlifffgrenze im Grimselgebiet, Berner Oberland, mit den tieferen, vom fließenden Eis überschlifften Hangpartien (a) und den nur von der Frostverwitterung erfassten darüberliegenden höchsten Graten (b).

Die neue Gletscherkarte

Was zeigt uns nun diese Karte im Maßstab 1: 500.000? Es sind zwei Informationen: Einmal geht es um die horizontale Ausdehnung der Gletscher ins nördliche und südliche Alpenvorland und zum anderen ist die maximale Eishöhe im Alpeninneren dargestellt. Eismächtigkeiten müssen deshalb über einen Vergleich mit dem heutigen Relief berechnet werden.

Welches sind nun aber die Kriterien im Gelände, mit denen man diese beiden Informationen in einer Karte darstellen kann? Es sind dies vier Geländemerkmale: 1. die Schliftgrenze im inneralpinen Raum, dort wo sie aus lithologischen Gründen überhaupt erhalten und kartierbar ist (Zentralmassive [Abb. 1] und kristallines Penninikum). 2. die Verteilung von Findlingen (Leitgesteinen) in den außeralpinen Gebieten. 3. Kriterien für die Bestimmung der Fließrichtung des Eises (Gletscherschliffe, „Rattenschwänze“, Rundhöcker) im inneren Alpenraum und am Alpenrand. 4. Ufermoränen mit einigermaßen homogenem Verwitterungs- bzw. Erhaltungsgrad unterhalb der Gleichgewichtslinie des letzteiszeitlichen Eisstromnetzes am Alpenrand und im Alpenvorland, mit allen Schwierigkeiten deren vernünftiger Korrelation. – Das sind also Merkmale, die alle bei Wanderungen und Fahrten im Gebirge und im Alpenvorland im Gelände erkennen können.

Wie lässt sich das Alter der Gletscher ermitteln?

Die Frage nach dem Alter dieser letzten mächtigen Eisfüllung der Alpentäler bis weit hinaus ins Vorland kann nur indirekt beantwortet werden: Man muss versuchen, geologische Produkte der Gletscherausdehnung wie Moränen, einzelne Findlinge oder Sedimente der von den Gletschern ausgehenden

Schmelzwasserflüsse zu datieren. Hierfür gibt es zwei Methoden, welche die direkte Datierung der geologischen Erzeugnisse der Eiszeit erlauben: zum einen die sog. Oberflächendatierung. Dabei wird mit einem komplizierten Aufbereitungsverfahren die Konzentration von bestimmten Isotopen in der Gesteinsoberfläche (z. B. einem Findling) gemessen. Diese Konzentration steht in direkter Abhängigkeit zur „Liegezeit“ eines Findlings. Die benutzten Isotope werden als „kosmogen“ bezeichnet, da sie durch die kosmische Strahlung im Kristallgerüst der Mineralien entstehen. Gearbeitet wird hier momentan vor allem mit den Edelgasen ^3He und ^{21}Ne und mit den Radionukliden ^{10}Be , ^{26}Al und ^{36}Cl ; im Experimentierstadium ist die Verwendung von ^{14}C und ^{53}Mn .

Die zweite Methode ist die Lumineszenzmethode, heute praktisch ausschließlich die weiter entwickelte „optisch stimulierte Lumineszenz (OSL)“. Sie erlaubt es, die Ablagerungszeit von Schmelzwassersanden bzw. Seetonen zu bestimmen. Feldspat- und Quarzkörnchen werden bei ihrem Transport durch die Einwirkung von Sonnenlicht gebleicht. Bei ihrer Einlagerung in ein neues Sediment erhalten sie durch die Einwirkung von radioaktivem Zerfall von im Sediment eingelagerten Mineralien Energie, mit welcher Elektronen in ihren Kristallstrukturen in höherenergetische Positionen gebracht werden. Je länger nun ein solches Feldspat- oder Quarzkörnchen im Sediment eingelagert bleibt, umso mehr Elektronen sind in höherenergetischen Positionen platziert. Diese „eingefangene“ Energie kann durch Bestrahlung aktiviert und in Form von ausgestrahltem Licht in verschiedenen Wellenlängen gemessen werden. Je mehr Licht bei dieser künstlichen Bleichung im Labor abstrahlt, umso länger war das Korn im Sediment gefangen

und der natürlichen radioaktiven Bestrahlung ausgesetzt.

Beide Methoden haben den Vorteil, dass direkte geologische Erzeugnisse einer Eiszeit datiert werden können und man so auf die Radiokarbonmethode verzichten kann. Organisches Material ist in der Regel im Gletschermilieu selten und erlaubt nur indirekte Datierungen (jünger/älter als).

Unter Anwendung der Oberflächen-datierung und der OSL konnte nun für das Schweizer Mittelland festgestellt werden, dass sich der letzte eiszeitliche Hauptvorstoß vor 28.000 bis 30.000 Jahren über den Alpenrand hinaus entwickelte und die Gletscher vor 18.000 bis 20.000 Jahren bereits wieder von der Maximalposition zurückzuschmelzen begannen – auf der neuen Gletscherkarte ist also die Eisausdehnung vor 18.000 bis 20.000 Jahren dargestellt.

Zusätzliche Informationen

Die Frage stellt sich natürlich, ob denn auf der neuen Karte gegenüber der Imhof-Jäckli-Karte auch neue Informationen zu finden sind. Es sind dies die folgenden Punkte:

1. Da ist einmal die Vergletscherung des Juragebirges. Auf der nordwestlichen Seite des Hochjuras in Frankreich ist eine ausgeprägte Lokalvergletscherung mit Talgletschern und Eisrandstauseen kartiert worden. Eine solche Gletscherkonfiguration verlangt als Nährgebiet ein beträchtliches Gletscherplateau auf dem Hochjura. Die Rekonstruktion einer solchen Jura-Vergletscherung ist neu. Auf der südöstlichen, schweizerischen, Seite ist die geologische Dokumentation der „calotte jurassienne“ weniger ausgeprägt, da hier ja der Zusammenfluss des jurassischen mit dem alpinen Eis die während des Maximalstandes alles dominierende Gletscherdynamik ist.

REPRODUKTION MIT BEWILLIGUNG VON SWISSTOPO (BA100567)



Eis aus dem Aletschgebiet und vom Oberwallis direkt über den Simplonpass nach Süden abgelenkt wurde. Der Gletscher, der dann von Visp talabwärts das Walliser Haupttal ausfüllte, erhielt seine Zuflüsse aus den Walliser Südtälern. Mit einer solchen Gletscherkonfiguration im Wallis lässt sich erstmalig auch die Verteilung der Leitgesteine im Erratum des westlichen Mittellandes konfliktfrei erklären: Wir finden dort ausschließlich Gesteine aus den geologischen Gebirgseinheiten der Walliser Südtäler.

Abb 2: Ausschnitt aus der neuen Vergletscherungskarte mit dem lokal vergletscherten Napfbergland.

Das Interessante an der Existenz dieser Eisdome ist die sie verursachende atmosphärische Zirkulation: Es waren ausgeprägte Föhnlagen, die riesige Niederschlagsmengen auf die Alpensüdseite brachten; sie wurden bei den eiszeitlich tieferen Temperaturen „vorübergehend“ in den alpinen Gletschern aufbewahrt.

Die erwähnten vier Neuerungen werden in unterschiedlichem Ausmaß wissenschaftliche Diskussionen auslösen; es ist zu hoffen, dass es nicht bei den Diskussionen bleibt, sondern dass über diese interessanten Fragestellungen weiter geforscht wird. – Die Karte ist im Buchhandel erhältlich und kann als PDF-Datei direkt über www.swisstopo.ch heruntergeladen werden.

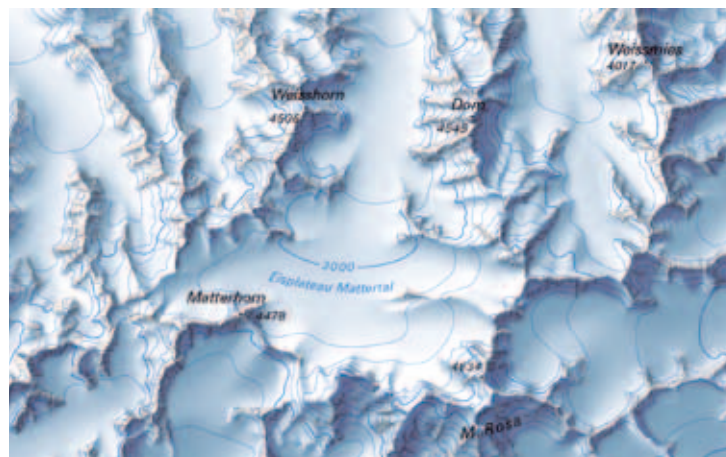


2. Das Napfgebiet, ein „Mittelgebirge“ im zentralen Schweizer Mittelland, ein durchtalter Schuttfächer der Oberen Süßwassermolasse, lag zwischen dem Walliser Aaregletscher im Westen und dem Reuss-Aaregletscher im Osten zwischen zwei alpinen Gletscherzungen. Dieses 1.408 m hohe Vorlandsgebirge war also in der letzten Eiszeit nicht von alpinem Eis bedeckt. Neue Detailkartierungen rekonstruieren aber eine ausgeprägte Lokalvergletscherung mit gut ausgebildeten kleinen Lokalgletschern bis 1,5 km Länge (Abb. 2). Eine Verfirmung lässt sich vor allem im nördlichen und im nordwestlichen Napf-Bergland bis auf ca. 800 m nachweisen.

3. Ganz anders sehen die Gletscher auf der neuen Karte in der insubrischen Schweiz aus. Die neue Rekonstruktion hat schlanke, dynamische Gletscher mit einer Vielzahl von Eisrandstauseen ergeben. Eine solche Gletschermorphologie bedingt dynamische Eiskörper mit großem Massenumsatz; ein Vergleich mit den Gletschern auf der Westseite der neuseeländischen Südinsel (Fox Glacier, Franz Josef Glacier) drängt sich auf. Diese neue Konfiguration der insubrischen Gletscher ist im Zusammenhang mit dem folgenden Punkt zu sehen:

4. Die bedeutendste Änderung gegenüber der bisherigen Karte ist die Rekonstruktion der sog. Eisdome im Engadin (Eisdome Engiadina), im Vorderrheintal (Eisdome Vorderrhein), im obersten Rhonetal (Eisdome Rhone) und im Mattertal (Eisplateau Mattertal, Abb. 3). Diese riesigen Eismassen liegen alle südlich des Hauptgebirgskammes und spiegeln direkt die heutigen Niederschlagsmaxima von Föhnlagen wider. Von diesen Eisdomen aus ist dann das Eis über Konfluenzpässe z. T. nach Norden, nach Mittelbünden (aus dem Engadin) und ins Oberhasli (aus dem Obergoms und vom Rhonegletscher) geflossen. Eine ganz spezielle Situation ergab sich im Wallis bei Brig und Visp, wo von Süden aus dem Mattertal dermaßen viel Eis zufloss, dass das

REPRODUKTION MIT BEWILLIGUNG VON SWISSTOPO



Der Autor ist Professor für Quartär- und Umweltgeologie an der Universität Bern und hat die kartographischen Erhebungen und Kompilationen für die Gletscherkarte „Die Schweiz während des letzteiszeitlichen Maximums“ geleitet. Er ist Mitglied der Kommission für Geomorphologie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

Abb. 3: Ausschnitt aus der neuen Vergletscherungskarte mit dem Eisplateau Mattertal.