Foto: Christian Schlüchter

Holz- und Torffunde als Klimaindikatoren

ALPEN OHNE

TEXT **Christian Schlüchter und Ueli Jörin, Institut für Geologie, Universität Bern[1]**

FOTOS **Christian Schlüchter u. a.[2]**

Gletscher sind für unser Empfinden ein wichtiger Bestandteil der Schönheit der Gebirgswelt. Sie gehören zum Bild der Berge und widerspiegeln ein ganz bestimmtes Klimaregime. Die Gletscher der Alpen werden von charakteristischen geologischen Gebilden, so genannten Moränen, begleitet bzw. eingerahmt. Jeder Gletschervorstoss baut mit dem mitgeführten und umgelagerten Sediment einen neuen Moränenwall auf, was beim jüngsten Vorstoss in den Achtzigerjahren des letzten Jahrhunderts in bescheidenem Umfang, jedoch in beeindruckender Art beobachtet werden konnte. Die in der Umgebung eines Gletschers vorhandenen Moränenwälle wurden durch verschiedene Gletschervorstösse geschaffen, indem früher abgelagertes Moränenmaterial jeweils im letzten Wall zusammengeschoben wurde. Wenn diese Moränenwälle datiert werden können, erhält man ein zeitliches Gerüst für die entsprechenden Vorstösse.

Moränenwälle

Die auffallenden Moränenwälle, welche die meisten Alpengletscher umgeben, sind seit dem Zurückschmelzen der Gletscher nach der letzten Eiszeit, also in den letzten 10 000 Jahren, entstanden. Die grösste Gletscherausdehnung in diesem Zeitraum, sowohl in Bezug auf Eismächtigkeit als auch auf Zungenlänge, erfolgte während der

Der Unteraargletscher: Die aus seinem Gletschertor fliessenden Wassermassen haben zahlreiche organische Fundstücke (Holz und gepresste Torfstücke) herausgeschwemmt, deren Ursprung unter dem heutigen Gletscher liegen und die damit frühere wesentlich kürzere Gletscherstände belegen.

GLETSCHER?

Kleinen Eiszeit. Einzelne Gletscher erreichten dabei ihr Maximum im frühen 17. Jahrhundert, andere erst in der Mitte des 19. Jahrhunderts. In der Diskussion um die klimatische Bedeutung des heute beobachtbaren Gletscherschwundes ergibt sich vor dem Hintergrund der skizzierten Moränenwälle der letzten 10000 Jahre eine wichtige Frage: Wie weit sind denn die Gletscher zwischen den einzelnen Vorstössen zurückgeschmolzen? Waren sie zum Teil sogar ganz verschwunden? Diese Frage lässt sich anhand der Funde, die während der letzten zehn Jahre in den zungennahen Vorfeldern einzelner Alpengletscher gemacht worden sind, wenigstens teilweise beantworten.

Holz- und Torffunde

Seit Anfang der Neunzigerjahre des letzten Jahrhunderts sind bei glazialgeologischen Arbeiten an Gletschern im unmittelbaren Zungenbereich und auf dem gletschertornahen Sander[3] immer wieder Holz- und Torfstücke gefunden worden. Dabei konnte beobachtet werden, wie kleinere und grössere Holzspäne direkt an der Gletscherbasis freischmelzen oder auf Kiesrücken im unmittelbaren Gletschervorfeld liegen. Interessant war die Fundumgebung vieler Torf-

1 Prof. Christian Schlüchter ist Inhaber des Lehrstuhls für Umwelt- und Quartärgeologie am Institut für Geologie der Universität Bern. Neben der Beschäftigung mit der Geologie von Gletschern befasst sich das Team mit Umweltgeologie.

2 Robert Bösch, Bundesamt für Landestopografie, Peter Donatsch, Françoise Funk-Salamí, Schweiz. Flieger Flab Museum (Luftbild Schweiz), Andreas Werthemann, Lukas Witschi

Grafiken/Zeichnungen: Christian Schlüchter/Atelier Richner, Ueli Jörin

3 Unter Sander versteht man eine Schwemmebene im Vorfeld eines Gletschers.

stücke, die zwischen einzelnen Geröllen bzw. Blöcken eingeklemmt waren. Diese Einbettung ist ein sedimentologisches Kriterium für den Transport bei einem Schmelzwasserausbruch. Diese Art der Einbettung von Geröllen, was die Torfstücke ja auch sind, wird als Imbrikation bezeichnet. Bei den Torfstücken handelt es sich um gepressten Torf ganz unterschiedlicher Zusammensetzung. Die einzelnen Stücke, max. 30 cm dick und 60 cm im Durchmesser, sind durch den Wassertransport gerundet. Die meisten haben nur noch die Grösse von durchschnittlichen Hamburgern.

Die Hölzer zeigen verschiedene Bearbeitungsspuren vom Transport in Eis und Wasser. Viele Stammteile sind angerundet oder gehobelt und haben auf den geschliffenen Flächen eingepresste Sand- und Kieskörner. Andere sind auseinander gerissen bzw. zerschert. Als Baumarten sind neben Weide und Birke bisher Arve, Rottanne, Föhre und Lärche bestimmt worden. Vegetationskundlich interessant sind vor allem die Lärchenstämme vom Unteraargletscher.

Glaziologische Bedeutung

Wissenschaftlich wertvoll sind diese Funde in glaziologischer Hinsicht. Die Holz- und Torfstücke sind unter den heutigen Gletschern, offenbar zusammen mit viel Sediment, hervorgespült worden. Das heisst, dass unter gewissen Gletschern Sedimentbecken vorhanden sind, die Holz und Torf enthalten. Und das wiederum zeigt, dass dort, wo heute der Gletscher liegt, einmal Moorpflanzen wachsen konnten. Dies war natürlich nur möglich, wenn der Gletscher sich hinter diese Stelle zurückgezogen hatte. Die Sedimente unter den Gletschern können also Beckenfüllungen sein, mit geologischer Information aus Zeiten, in denen die Eismassen, die sie heute bedecken, zumindest kleiner, wenn nicht ganz verschwunden waren. Es sind diese Funde unter den heutigen Gletschern, die die Geschichte der minimalen Ausdehnung bzw. des maximalen Zurückschmelzens rekonstruierbar machen.

Die Fundorte von Hölzern und Torf reichen vom Engadin im Osten bis ins Unterwallis im Westen: Tschiervagletscher, Gletscher im Val Malenco, Fornogletscher, Steiglet-

Perioden mit Gletscherschwund

Warmzeit-fenster	Zeit cal yr BP (Zeit vor 1950)	Dauer Periode
10	9900–9550	350
9	9000–8050	950
8	7700–7500	200
7	7350–6500	850
6	6150–6000	150
5	5700–5500	200
4	5200–3400	1800
3	um 2700	100
2	2300–1800	500
1	1450–1150	300
	Total	5400

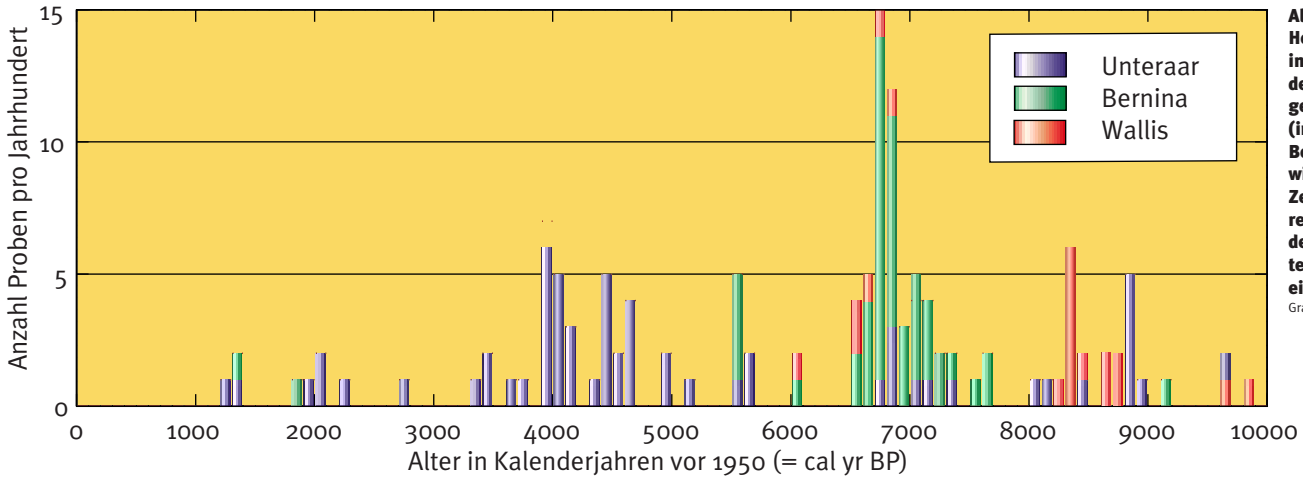
scher, Steilimigletscher, Oberaargletscher, Unteraargletscher, Riedgletscher, Glacier du Trient und Glacier du Mont Miné. Das Ausserordentliche dabei sind die reichhaltigen Funde beim Unteraargletscher. Hier konnten bisher weit über 1000 Einzelstücke geborgen werden, was auch von grosser paläoklimatischer Bedeutung ist: Dieser Fundort liegt nicht nur im zentralen Teil der Alpen, sondern der Unteraargletscher ist auch heute noch einer der grossen Alpengletscher. Aussagen über bedeutende Schwankungen dieses Gletschers sind deshalb von ausschlaggebender paläoklimatischer Signifikanz.

Datierungen

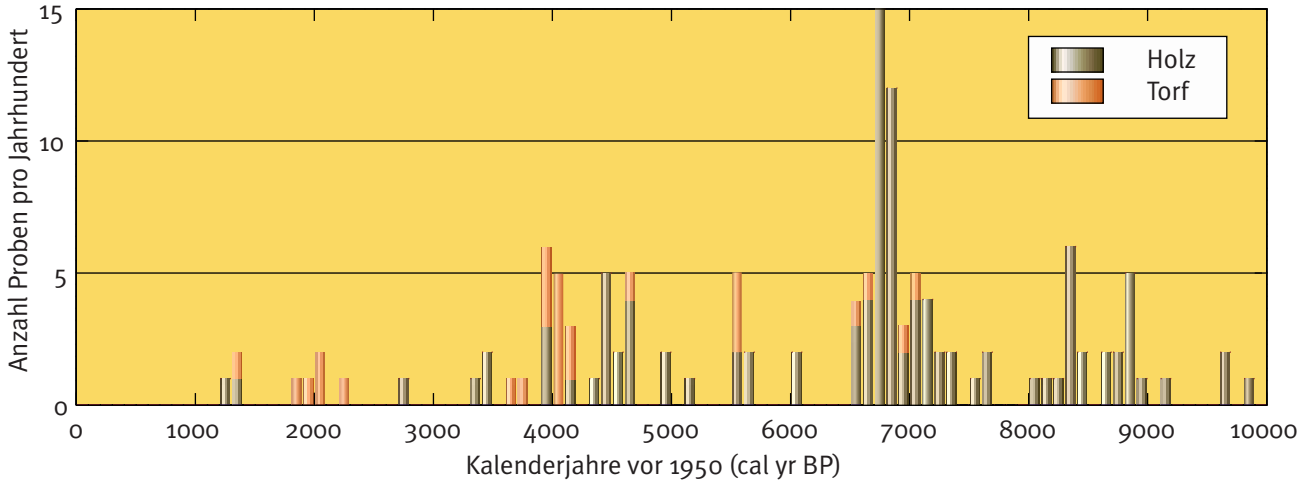
Neben der einfachen Tatsache, dass Holz- und Torfstücke unter den heutigen Gletschern hervorgespült werden, ist deren Datierung mit der Radiokarbonmethode interessant. Es sind bisher über 100 Proben datiert worden.[4] Auch erste dendrochronologische Bestimmungen[5] sind viel versprechend, wobei hier das Material beschränkt ist, denn nur wenige Stammstücke haben mehr als 80 Jahrringe.

4 Die Datierung mit der Radiokarbonmethode erfolgte zuerst im Rahmen der abgeschlossenen Dissertation von Anne Hormes und jetzt im Rahmen der laufenden Dissertation von Ueli Jörin. In diesem Zusammenhang danken die Autoren dieses Beitrags R. Fischer und M. Möll vom Radiokarbon-Labor der Klima- und Umweltphysik der Universität Bern.

5 Dendrochronologie ist ein Verfahren zur jahrgenauen Datierung geologischer, archäologischer und historischer hölzerner Objekte.



Altersverteilung der Holz- und Torfproben insgesamt, unterschieden nach den Herkunftsgebieten Berner Oberland (insbesondere Unteraar), Bernina, Wallis. Daraus wird ersichtlich, dass die Zeitperioden mit kürzeren Gletscherständen in den untersuchten Gebieten weit gehend übereinstimmen.
Grafik: Ueli Jörin



Altersverteilung der Fundstücke, unterschieden nach Holz- und Torfproben, die kleinere Gletscherstände als heute anzeigen
Grafik: Ueli Jörin

Foto: Françoise Funk-Salamí

Auch verschiedene Walliser Gletscher, darunter der hier abgebildete Glacier du Mont Miné hinten im Val d'Hérens, haben Holz- und Torffundstücke geliefert, die datiert werden konnten. Daraus liessen sich dieselben Zeitperioden mit kürzeren Gletscherständen nachweisen.

Foto: Lukas Witschi

Der Steigletscher im heissen «Jahrhundertsommer 2003». Zur Römerzeit vor ca. 2000 Jahren müssen die Gletscher hier im Sustengebiet aber noch wesentlich weiter oben, etwa auf der Höhe der Tierberglihütte (2795 m), geendet haben. Ganz rechts im Bild der Steilimigletscher

Blick auf das Sustengebiet mit Steigletscher (rechte Bildhälfte) und dem Zungenende des Steilimigletschers (ganz rechts unten). Die Torffundstücke am Steilimigletscher sind deshalb von besonderem Interesse, weil sie anhand der Scherflächen aus dem oberen Teil des Gletscherbeckens stammen müssen. In diesen noch heute von Gletschereis bedeckten Gebieten mussten gemäss Datierungen die klimatischen Verhältnisse vor ca. 2000 Jahren die Entstehung von Moorlandschaften erlaubt haben.

Foto: Robert Bösch

Dank des reichhaltigen Fundmaterials kann bei der Analyse methodisch differenziert vorgegangen werden: Nach der Standardaufbereitung im Radiokarbonlabor der Berner Umweltphysik werden Holzgesamtproben, Cellulose- und Ligninextrakte datiert. Bei den Torfen sind es sowohl Gesamtproben als auch extrahierte Huminsäuren bzw. herausgelesene Makroreste. Die gemessenen Abweichungen an doppelt oder sogar dreifach datierten Proben sind kleiner als der statistische Messfehler, also zu vernachlässigen. Somit kann die Kontamination der Proben ausgeschlossen werden.

Die bestimmten Alter bilden keine chaotische Datenwolke über die letzten 10 000 Jahre, sondern fallen in definierte Zeitfenster. Das ist umso bemerkenswerter, als die Auswahl der Proben für die Datierung nach dem Zufallsprinzip erfolgte. Bisher konnten zehn Zeitfenster bestimmt werden, wobei die Zahlen kalibrierte Radiokarbonjahre sind und somit den Kalenderjahren entsprechen (vgl. Tab. S. 36). In diesen Zeitfenstern waren die Gletscher, die Proben lieferten, kleiner als heute. Über die letzten 10 000 Jahre gerechnet, ergibt das etwas über 50% der Zeit mit kleineren (kürzeren) Gletschern als heute.

Schon allein dieser Befund ist erstaunlich. Das Bild der vergletscherten Alpen, wie wir es heute kennen, ist also nicht das Bild der nacheiszeitlichen Alpen schlechthin. Die Geschichte der Gletscherbedeckung ist offenbar weit dynamischer und wechselhafter, als bisher angenommen werden konnte. Noch spannender wird die Geschichte, wenn die von den Proben bestimmten Alter mit der ^{14}C-Produktionsrate verglichen werden: Die Proben folgen auf Zeitabschnitte mit reduzierter ^{14}C-Produktion in der Atmosphäre. Da die ^{14}C-Produktion zu einem grossen Teil von der Sonnenaktivität abhängig ist – starke Sonnenaktivität bedeutet starkes Erdmagnetfeld und daraus folgernd schwache ^{14}C-Produktion –, entsprechen offenbar die bestimmten «Holz- und Torfphasen» der Alpengletscher Zeiten mit einer bestimmten Sonnenaktivität.

Das Einzugsgebiet von Steigletscher und Steilimigletscher am 24. August 2000 aus 6700 m ü. M. Darauf ist die sich zwischen ca. 2700 und 3100 m Höhe erstreckende Gletscherhochfläche gut ersichtlich. Inwieweit auch dieser Bereich in den letzten 10 000 Jahren eisfrei gewesen sein könnte, lässt sich zurzeit nicht feststellen.

© Aufnahme des Bundesamtes für Landestopografie

Foto: Daniel Anker

Am Sustenpass: Blick auf Steisee, (links), Steilimigletscher (Bildmitte) und das Gwächtenhorn (links oben) um 1993, mit eingezeichneten Gletscherständen von 1856 (ausgehende Kleine Eiszeit) und 1922

Einzelne Beispiele

Sustengebiet

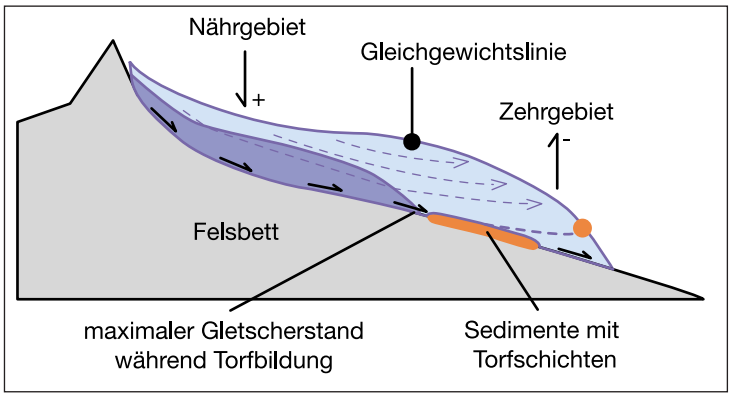
Im Sommer 1991 hat ein Schmelzwasserausbruch beim damaligen Gletschertor des Steigletschers auf der rechten Gletscherseite in Richtung Chüöbärgli einen zerdrückten, 1,2 m langen, gut erhaltenen Arvenstamm hervorgebracht. Die Baumgrenze ist heute im Talkessel des Steigletschers gut 100 m tiefer als die Lage der Gletscherzunge von 1991. Diese Probe ist auf 4920 +/– 60 Jahre vor heute (kalibrierte Radiokarbonjahre: cal yr BP = calibrated years before present) datiert worden.

Der Steilimigletscher war während seines Hochstandes bis Anfang der Neunzigerjahre von auffallenden, konzentrischen Scherflächen durchzogen. Im zungennahen Bereich, wo Scherflächen aus dem tieferen Teil des Gletschers aufsteigen, ist an einer solchen Bewegungsfläche zerscherter Torf ausgeschmolzen (vgl. untenstehende Fig.). Mit diesem Fund konnte nun gezeigt werden, dass an der Basis des Gletschers Torf vorhanden sein muss, der aktiv erodiert und hochgeschert wird. Eine geometrische Abschätzung

Foto: Christian Schlüchter

Der auf der rechten Seite des Steigletschers gefundene ca. 1,2 m lange, gut erhaltene Arvenstamm. Gemäss Datierung und Fundlage ist dieser um die Zeit von 4920 vor heute an einem Ort gewachsen, der heute vom Gletscher überdeckt ist (Foto August 1993).

Schematische Darstellung des Steilimigletschers: Der orange Punkt markiert die Fundstelle des hochgescherten und datierten Torfes an der Gletscheroberfläche, orange eingefärbt ist der Bereich des Hängetorfs unter dem heutigen Gletscher. Dunkelblau ist die maximale Gletscherausdehnung während des Torfwachstums. Die punktierten Linien zeigen schematisch das innere Fliessen an, und mit den schwarzen Halbpfeilen ist das basale Gleiten des Gletschers skizziert.



Zeichnung: Ueli Jörin

Dieselbe Landschaft am Sustenpass, wie sie etwa zur Römerzeit vor ca. 2000 Jahren ausgesehen haben könnte, als sich der Steigletscher ungefähr auf die Höhe der Tierberglihütte (2795 m) zurückgezogen hatte. Entsprechend hoch lag auch die Waldgrenze, und die Landschaft zeigte ein völlig anderes Bild als heute.

Zeichnung: Atelier Thomas Richner nach Vorlage Christian Schlüchter

Das Vorfeld des Tschiervagletschers ist relativ steil und blockig, weshalb nur grössere Hölzer zurückbleiben und fast alles feinere Probenmaterial weggeschwemmt wird (Aufnahme Juli 1999).

Foto: Christian Schlüchter

Foto: Christian Schlüchter

Zahlreiche Holzproben konnten im Vorfeld des Tschiervagletschers gefunden, gesammelt und datiert werden (Aufnahme Juli 1999).

Das Einzugsgebiet des sich aus zwei Armen vereinigenden Tschiervagletschers am 8. September 2000 aus 7300 m ü. M. (Bildmitte). Links der Sella- und der Roseggletscher. Auch die an den Zungenenden der Bündner Gletscher entdeckten Holz- und Torfstücke zeigen eine sehr gute zeitliche Übereinstimmung mit den Rückzugsperioden in den anderen alpinen Landesteilen der Schweiz.

© Aufnahme des Bundesamtes für Landestopografie

Unter dem Eisrand des Tschiervagletschers wird ein weiteres grösseres Holzstück zu Tage gebracht, das zeigt, dass unter dem heutigen Gletscher einmal Bäume gewachsen sind (Aufnahme Juli 1999).

Foto: Christian Schlüchter

und Georadarprofile zeigen, dass die Scherflächen aus dem Zungenbereich bis in den oberen Teil des regenerierten Gletschers verfolgt werden können und dass demzufolge der Torf auch dort oben anstehen muss. Dieser dislozierte Torf wurde auf 2100 +/– 50 Jahre vor heute datiert. Das heisst, dass zur Römerzeit das Sustengebiet wahrscheinlich bis auf die Höhe der Tierberglihütte gletscherfrei war.

Oberengadin

Im Zungenbereich des Tschiervagletschers sind Ende der Neunzigerjahre des letzten Jahrhunderts grosse Mengen an freigeschmolzenen Holzstücken beobachtet worden. An dieser Gletscherzunge konnten auch Stücke geborgen werden, wie sie direkt von der Basis der Gletscherzunge ausschmelzen. Interessant ist hier, dass bisher aus der Seitenmoräne vom Gletscherrand Holzfunde unbekannt sind. Das heisst, dass also auch hier der Vorstoss der Achtzigerjahre mit seinem mechanischen Tiefgang aus den Sedimenten unter dem heutigen Gletscher Holzstücke remobilisiert hat. Leider ist das Vorfeld des Tschiervagletschers recht steil und demzufolge grobkörnig, also steinig bis blockig. Das anfallende Schmelzwasser fliesst wild-

Das Vorfeld des Tschiervagletschers im Juli 1999, wo in den früheren Phasen der Wald bis weit über die heutige Eisbedeckung hinaufgereicht hat. An Stelle einer ebenso kargen wie steinigen Gebirgslandschaft werden hier Gras und Bäume das Landschaftsbild geprägt haben.

Foto: Christian Schlüchter

Blick von Nordwesten gegen Südosten auf die Berninagruppe (Aufnahme vom 22. September 1988). Links der zweiarmige Tschiervagletscher, in dessen Vorfeld zahlreiche Holzreste gefunden wurden, die Zeugnisse für frühere ungleich geringere Gletscherbedeckungen sind und damit auch einen viel mehr von Wald geprägten, völlig anderen Landschaftscharakter dokumentieren. Rechts der Sella- und der Roseggletscher

Foto: Luftbild Schweiz, Flieger Flab Museum, Dübendorf

Das Gletschervorfeld des Unteraargletschers, wo die Holz- und Torfstücke gefunden wurden. Ganz im Vordergrund links unten ist noch ein solches Holzstück zu sehen (Aufnahme August 2001).

Foto: Christian Schlüchter

Nahaufnahme eines vom Unteraargletscher freigegebenen gut erhaltenen Baumstücks, an dem noch die Rinde zu sehen ist (Aufnahme November 1995)

Foto: Andreas Werthemann

Foto: Christian Schlüchter

Das Gletscherbecken des Unteraargletschers mit Gletscherzunge und terrassiertem Vorfeld (Aufnahme Juli 1995). Unter diesem Gletscher liegen Sand-, Kies- und Torfablagerungen aus Zeiten mit wesentlich kleineren Gletscherständen als heute, zudem zahlreiche Überreste von Bäumen, die dort gewachsen sind, wo heute noch eine Eisüberdeckung anzutreffen ist.

Ein selten grosses und wenig beschädigtes Baumstück aus dem Unteraargletscher (Aufnahme August 2001)

Vom Unteraargletscher freigeschmolzenes flaches Holzstück mit «gehobelter» Oberfläche und eingepressten Gesteinsbruchstücken (Aufnahme Juli 1998)

Fotos: Andreas Werthemann

Torfstück mit eingeschlossenem Weidenzweig aus dem Unteraargletscher. Alter ca. 4100 Jahre (Aufnahme Januar 2004)

Vollständig zerschertes Holzstück mit intaktem Astknorpel (unten links) aus dem Unteraargletscher (Aufnahme Juli 1998)

bachartig ab, weshalb nur grössere Hölzer auf den Kiesbänken zurückbleiben. Man muss davon ausgehen, dass sehr viel Probenmaterial weggeschwemmt wird.

Ganz anders sieht die geologische Situation im Zungenbereich des Fornogletschers aus. Hier sind vor allem auf der linken Gletscherseite Mitte der Neunzigerjahre kiesig-sandige Schmelzwassersedimente mit dem Vorstoss der Gletscherzunge umgelagert worden. Dabei muss auch hier der erosionswirksame Tiefgang des Vorstosses organische Sedimente aufgearbeitet haben. In klar abgegrenzten Horizonten innerhalb der dislozierten sandigen Schotter lagen stark gepresste Torfstücke. Dieses Vorkommen war schon vor seiner Erosion und Verschleppung durch den heutigen Gletscher durch eine frühere Eisbedeckung vorbelastet gewesen.

Alle datierten Holz- und Torfproben aus dem Oberengadin sind mehr als 5000 Jahre alt. Nur im hinteren Val Malenco, im Vorfeld des kleinen Ghaspociogletschers, sind durch die Gletscher der Kleinen Eiszeit deformierte Seeablagerungen aus der Römerzeit bekannt.

Grimselgebiet

Holzhauser[6] hat in vielen Veröffentlichungen über den Aletschgletscher gezeigt, dass dieser Gletscher während der letzten 3200 Jahre sowohl in der Länge als auch in seiner Mächtigkeit variierte. Diese Daten basieren auf Holz- und Stockfunden vom Gletscherrand und auf historischen Quellen. Daraus kann gefolgert werden, dass sich die zentralalpinen Gletscher offenbar zumindest während der letzten 3000 Jahre in ihrer Masse veränderten.

Vor diesem Hintergrund erhielten die grossen Holz- und Torffunde vor der Zunge des Unteraargletschers eine zusätzliche Bedeutung. Die Fundumstände waren am Unteraar- und am Aletschgletscher unterschiedlich und somit noch interessanter. Weiter war anzunehmen, dass die Befunde vom Aletschgletscher bestätigt werden könnten. Am Unteraargletscher war seit den ersten Funden von 1995 klar, dass die Holz- und Torfstücke mit grossen Schmelzwasserausbrüchen aus dem Gletschertor gefördert wurden und dann auf den entsprechenden Hochflutterrassen in den Sedimenten lagen. Der Ursprung dieser Sedimente mit den organischen Komponenten ist ganz klar unter dem heutigen Gletscher zu suchen. Das Hauptargument sind die stark gepressten Torfziegel, die offenbar von eigentlichen Torflagern weggerissen und im Schmelzwassertransport gerundet worden sind.

Das Alter der Hölzer und Torfe vom Unteraar reicht bis 9000 Jahre vor heute zurück und fällt in definierte Gruppen zusammen. Interessant ist hier, dass unter den Höl-

6 Vgl. auch Holzhauser Hanspeter; Fluctuations of the Grosser Aletsch Glacier and the Gorner Glacier during the last 3200 years: new results. In Frenzel, B. et al (eds.), Paläoklimaforschung; Vol. 24 (1997).

zern auch Stammstücke mit bis zu dreihundert Jahrringen vorhanden sind. Unter den Hölzern finden sich auch Lärchenstücke. Da sich die Lärche heute nicht mehr nördlich des Grimselpasses findet, ist dies ein Hinweis auf beträchtliche klimatische Verschiebungen in den Zentralalpen. Die Lärchenfundstücke weisen auf ein kontinentaleres Klima (mit trockeneren Verhältnissen und eventuell sogar kälteren Wintern) hin, als es heute dort vorherrscht. In die gleiche Richtung zeigen auch die in Torfstücken gefundenen, ökologisch analysierten Käfer.

Folgerungen

Die Holz- und Torffunde im Vorfeld von zahlreichen Gletschern der Alpen bieten vielfache Belege für kleinere Gletscherstände als heute. Pflanzen- und Baumwachstum in den Gebirgstälern, dort wo heute Gletscher liegen, war nur möglich, als diese Eiskörper – in Übereinstimmung mit einer entsprechend höheren Waldgrenze – wesentlich kleiner waren. Vor 1900 bis 2300 Jahren lagen die Gletscherzungen mindestens 300 m höher als heute. So wurden in der Römerzeit die Gletscher kaum als solche erlebt aus dem einfachen Grund, weil sie weitab von den damals benützten Alpenübergängen lagen und somit auch nicht als Hindernis empfunden wurden. Die niedersten Gletscherstände fallen nach heutiger Kenntnis in die Phase 7300 bis 6800 Jahre vor heute. Die bisherigen Funde lassen den Schluss zu, dass in dieser Periode entweder die meisten Alpengletscher sogar überhaupt verschwunden waren oder aber zumindest nur noch als Restbestände existierten.

Auf Grund dieser Funde, die die Gletschergebiete der Schweizer Alpen weit gehend abdecken, *muss die bisher gängige Vorstellung von den seit der Eiszeit durchgehend relativ stark vergletscherten Alpen entscheidend revidiert werden.* Die Kleine Eiszeit vom 17. bis Mitte des 19. Jahrhunderts hat die grösste Gletscherausdehnung in den letzten 10 000 Jahren gebracht, was noch heute unser Bild der Alpen prägt. Demgegenüber waren die Alpengletscher etwas über 50% der letzten 10 000 Jahre von geringerer Ausdehnung als heute. Die Phasen kleiner Alpengletscher fallen dabei mit den Anfangszeiten erhöhter Sonnenaktivität zusammen, was den Schluss zulässt, dass der Einfluss der Sonnenaktivität auf die Gletscherentwicklung bisher unterschätzt wurde. Die hier aufgezeigten Phasen kleinerer Gletscher als heute beziehen sich auf die Zeit vor der Kleinen Eiszeit. Die Fragen nach den Ursachen der heutigen Klimaentwicklung werden dabei nicht diskutiert.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass die Gletscherbedeckung und die Gletscherbewegungen einem *viel dynamischeren Prozess* unterliegen, als dies bisher angenommen wurde. Welche Formen der Klimaentwicklung dabei für die periodischen Gletschervorstösse und Rückzüge jeweils verantwortlich waren, ist im Einzelnen noch zu prüfen, denn nicht nur wärmere, sondern auch trockene winterkalte Klimatypen können gegebenenfalls zu einem Rückzug führen.

Die Datierungen an bereits vorhandenem Probenmaterial werden weitergeführt und wenn immer möglich dendrochronologisch und vor allem statistisch bearbeitet. Aus diesem Grund werden die ALPEN-Leserinnen und -Leser gebeten, neue Funde aus dem Umfeld der Alpengletscher zu melden (vgl. Kästchen).

Aufruf: Fundstücke gesucht!

Alle, die in Gletschergebieten der Schweiz unterwegs sind, können einen Teil zur klimatischen Erforschung der Vergangenheit beitragen: Jedes SAC-Mitglied und Bergführer, Bergsteigerschulen, Hüttenwarte sind aufgerufen, nach Holz- und Torffundstücken aus früheren Zeiten zu suchen!

Vorgehen

1. Übersichtsfoto von Fundort (mit Umgebung) und Detailfoto von der ungestörten Lage des Fundstücks machen
2. Koordinaten und Lage des Fundstücks auf LK 1:25 000 eintragen
3. Kleine, tragbare Proben in sauberen Plastiksack verpacken und mit Fotos, Fotokopie der Fundstelle aus LK 1:25 000 (inkl. Blatt-Nr.) und Absenderadresse gut verpackt schicken an: Institut für Geologie, Universität Bern, Balzerstrasse 1, CH-3012 Bern, Kennwort «Gletscherfundstück».
4. Grosse Fundstücke: Meldung mit entsprechend präzisen Angaben und kurzer Beschreibung des Fundstückes (Grösse, geschätztes Gewicht, Aussehen) an obige Adresse

Finder erhalten für gelieferte Fundstücke den nächsten Gipfeltrunk spendiert! Die Autoren freuen sich auf zahlreiche Zusendungen.

Fotos: Archiv Christian Schlüchter

Vom Fornogletscher freigegebener Splitter eines Baumstamms. Der Transport unter dem Gletscher führt zu einer abgehobelten Oberfläche, eingepressten Kiesel und einer wellenartigen Verformung. Das Alter beträgt 5520 +/– 50 cal yr BP.

Abgerundete Stücke von gepresstem Torf werden mit Schmelzwasserausbrüchen unter dem Gletscher hervor ins Vorfeld transportiert. Alter der Torfablagerung: 5540 +/– 60 cal yr BP

© Aufnahme des Bundesamtes für Landestopografie

© Aufnahme des Bundesamtes für Landestopografie

Der Fornogletscher im Bergell (GR): der Zungenbereich des Fornogletschers mit Val Forno und Lägh da Calvac. Oben rechts der Fornogletscher mit seinem Einzugsgebiet. Im Vorfeld des Fornogletschers fanden sich in klar abgegrenzten Horizonten vor allem gepresste Torfstücke, die eine gute Ergänzung zu den Holzfunden am Tschiervagletscher boten.

Foto: Peter Donatsch

Der Fornogletscher in seiner heutigen «alpin» wirkenden Umgebung (Aufnahme August 1991). In den Phasen mit wesentlich niedereren Gletscherständen als heute muss es hier weit gehend grün ausgesehen haben, d.h., an Stelle der Vorfeldgeröllwüste und unter dem Gletscher selbst befanden sich Moore. Nur so konnte der Torf entstehen.