

Tafel 3.8 Nacheiszeitliche Gletscherschwankungen

Einleitung

Am Ende der Eiszeit, vor rund 11 000–11 500 Jahren, stieg die mittlere Jahrestemperatur innerhalb weniger Jahrzehnte stark an. Damit begann die Nacheiszeit (Postglazial oder Holozän). In der Folgezeit schwankten die mittleren Sommertemperaturen längerfristig nur geringfügig mit Abweichungen von ca. $\pm 1^\circ \text{C}$ gegenüber heute. Die zu Beginn der Nacheiszeit weit in die Alpentäler zurückgeschmolzenen Gletscher bewegten sich entsprechend nurmehr innerhalb einer kleinen räumlichen Bandbreite, die heute an vielen Gletschern durch die noch wenig fortgeschrittene Vegetation deutlich erkennbar ist und als Gletschervorfeld bezeichnet wird. Dieses ist einerseits begrenzt durch die Hochstandsmoränenwälle (z. B. Stand um 1850/60) und andererseits durch den aktuellen Eisrand. Innerhalb der postglazialen Kalt- und Warmphasen stiessen die Alpengletscher mehrmals zu einem Hochstand vor bzw. schmolzen auf heutige, zeitweise sogar auf noch geringere Ausmasse zurück. Die letzte ausgeprägte Warmphase wird als «Mittelalterliches Klimaoptimum» (ca. Ende 8. Jahrhundert bis um 1300), die letzte ausgeprägte Kaltphase als Kleine Eiszeit (ca. 1300 bis um 1850/60) bezeichnet [2]. Da Gletscher gute Klimazeiger sind, widerspiegeln die Kurven der Gletscherschwankungen indirekt die natürliche Variabilität des Klimas innerhalb des Postglazials.

Methoden

Die Rekonstruktion nacheiszeitlicher Gletscherschwankungen erfolgt mit verschiedenen Methoden unterschiedlicher Genauigkeit und zeitlicher Reichweite:

- Glaziologische Methode (letzte 120 Jahre): Mit der glaziologischen Methode werden zur Hauptsache direkte Daten über die Volumen-, Flächen- und Längenänderungen der Gletscher erhoben (Messungen, s. Tafel 3.7).
- Historische Methode (letzte 500 bis 700 Jahre): Historisches Material (Schrift- und Bildquellen, kartographische Zeugnisse und Reliefs) liegen nur von solchen Gletschern in einer befriedigenden Menge vor, die früh schon den erforderlichen Bekanntheits- und Attraktivitätsgrad erreichten, um Reisende, Wissenschaftler und Künstler herbeizulocken. Die Mehrzahl der auswertbaren Schriftquellen datiert aus der Neuzeit (ab dem 16. Jahrhundert). Bild Darstellungen aus Malerei und Graphik stammen vereinzelt bereits aus dem frühen 17. Jahrhundert, treten aber gehäuft erst mit der aufkommenden Mode der Schweizerreisen im 18. Jahrhundert auf. Ab 1849 sind auch Photographien verfügbar.
- Geländearchäologische Methode (letzte 700 bis 800 Jahre): Wo Kulturland in enger Nachbarschaft mit einem Gletscher liegt, können Spuren anthropogener Tätigkeit oftmals in Verbindung mit der Gletschergeschichte gebracht werden, so beispielsweise Fundamente und Holzbalken von Behausungen, speziell im Wallis auch Überreste aufgelassener Wasserleitungen [1].
- Glazialmorphologische Methode (gesamtes Postglazial): Im Gletschervorfeld wird nach Böden und Bäumen gesucht, die innerhalb einer Vorstossphase vom Gletscher zugedeckt bzw. umgedrückt wurden. Diese fossilen organischen Reste lassen sich mit der Radiokarbonmethode datieren. Fossile Bäume können zudem dendrochronologisch (Analyse der Jahrringe) untersucht und zum Teil jahrgenau bestimmt werden [1,2,3].

Aletschgletscher

Der Grosse Aletschgletscher ist der grösste Eisstrom der Alpen. Seit dem letzten Hochstand um 1856 ist seine Zunge um 3.37 km kürzer geworden, was einem jährlichen Schwundbetrag von ca. 24 m entspricht. Bis in die 1870er Jahre wurde der Grosse Aletschgletscher von der linken Zunge

des Oberaletschgletschers genährt. Dessen rechte, heute vollständig abgeschmolzene Gletscherzunge reichte während des letzten Hochstandes bis nahe an die Hütten «Üssers Aletschi» heran (s. Karte).

Die Zungenlängenänderungen des Grossen Aletschgletschers konnten dank der Anwendung aller oben aufgeführter Methoden für die letzten 3500 Jahre rekonstruiert werden [1,2]. Zur Hauptsache gelang die Rekonstruktion aber mit der Datierung von fossilen Bäumen, die im Gletschervorfeld zum Teil noch am Wuchsort (in situ) gefunden wurden. Mit dieser Methode lassen sich nicht nur insgesamt zehn zum Teil ausgeprägte Vorstossphasen, sondern auch Zeitabschnitte mit – im Vergleich zu heute – ähnlicher oder geringerer Ausdehnung nachweisen, so beispielsweise in der Bronze-, Eisen- und Römerzeit sowie im Frühmittelalter. Der jüngste Abschnitt der Kurve (ab dem 12. Jahrhundert) ist auch mit historischen Bild- und Schriftquellen sowie durch die Interpretation geländearchäologischer Spuren abgesichert. In diesem Zusammenhang zu erwähnen ist die «Oberriederi». Es handelt sich dabei um ein System von drei Wasserleitungen, die nachweislich vom 12. Jahrhundert an bis um 1580, sehr wahrscheinlich mit einem Unterbruch in der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts, Wasser vom Grossen Aletschgletscher nach Oberried leiteten. Dies war nur deshalb möglich, weil der Grosse Aletschgletscher in diesem Zeitraum meist eine relativ geringe Ausdehnung besass. Dendrochronologisch absolute Datierungen weisen jedoch darauf hin, dass er zu Beginn der Kleinen Eiszeit um 1300 vorstoss und kurz nach 1369 einen Hochstand erreichte. Die Vorstossphase des Grossen Aletschgletschers, die um 1580 begann und um 1678 in einem Hochstand endete, setzte die «Oberriederi» ausser Betrieb.

Rhonegletscher

In der Mitte des 19. Jahrhunderts hatte der Rhonegletscher folgenden Aufbau: Oberer Gletscher – Eissturz – unterer Gletscher mit imposanter fächer- oder fladenartiger Eiskalotte (vgl. Photographie). Das Vorfeld des Rhonegletschers weist mindestens sieben Endmoränenwallsysteme auf, was wohl selten so exemplarisch und übersichtlich an einem Alpengletscher zu sehen ist. Die äussersten Wälle A und B stammen von älteren postglazialen oder aber frühmittelalterlichen Vorstössen. Wall C entstand im 14. Jahrhundert und umreisst die maximale Ausdehnung des Rhonegletschers während der Kleinen Eiszeit. Die Endmoräne D wurde um 1600 aufgeschüttet. Ab 1770 lassen sich die Zungenlängenänderungen des Rhonegletschers mit Hilfe von teilweise ausserordentlich genauen und künstlerisch hochwertigen Bilddarstellungen sehr zuverlässig rekonstruieren [6]. Gekennzeichnet ist diese Zeit durch drei unterschiedlich starke Vorstösse innerhalb des «Gletschbode» (vgl. Karte) sowie seit dem Ende der Kleinen Eiszeit durch einen massiven Eisverlust. Beim stärksten Vorstoss von 1770–1781 (Wälle E, F) stiess die Eisfront um 660–820 m, evtl. sogar um 1100 m, vor und erreichte damit eine Ausdehnung, die möglicherweise grösser war als in der Mitte des 19. Jahrhunderts. Geringere Vorstossbeträge (ca. 420 m) brachte die Gletscheraktivität von 1810/12–1818. Damals endete die Eisfront ca. 80–180 m hinter dem Hochstandswall von 1856. Der 1831 beginnende Vorstoss endete 1856 mit der maximalen Ausdehnung des Gletschers im 19. Jahrhundert und nicht 1818, wie dies Mercanton vermutete. Heute ist von dem ursprünglich dreiteiligen Eisstrom nur noch die oberste Partie vorhanden. Wie die Photographie belegt, endet der Gletscher 1998 unmittelbar oberhalb der Felsstufe, d.h., er ist seit dem Ende der Kleinen Eiszeit mehr als 2.1 km zurückgeschmolzen.

Gornergletscher

Der während des letzten Hochstandes von 1859 bis 1865 von Zermatt aus gut sichtbar gewesene unterste Abschnitt des Gornergletschers wurde «Bodengletscher» genannt und drang bis in die «Schweigmatten» vor. Seit diesem Hochstand hat sich das Zungenende jährlich durchschnittlich um rund 19 m talaufwärts verlagert, insgesamt 2600 m, und der «Bodengletscher» ist dabei vollständig abgeschmolzen (vgl. Photographien).

Dank qualitativ hochstehender Schrift- und Bildquellen sowie der Datierung von fossilen Bäumen aus dem Vorfeld mit der Radiokarbonmethode, vor allem aber mit Hilfe der Dendrochronologie, gelang die lückenlose, zum Teil jahrgenaue Rekonstruktion der Zungenlängenänderungen des

Gornergletschers in den letzten 1400 Jahren [2]. Im Anschluss an den Vorstoss im 8. Jahrhundert schmolz der Gornergletscher zurück. Im nachfolgenden Mittelalterlichen Klimaoptimum bis zum Beginn der Kleinen Eiszeit um 1300 war der Gletscher nachweislich kürzer als um 1940. Ein bescheidener Vorstoss ereignete sich im 12. Jahrhundert mit einer Kulmination um 1186. Von 1327 bis 1341 stiess der Gornergletscher relativ langsam mit ca. 9 m/Jahr, von 1341 bis zum ersten Hochstand innerhalb der Kleinen Eiszeit um 1385 beschleunigt mit ca. 20 m/Jahr vor. Somit verlagerte der Gornergletscher sein Zungenende zwischen 1327 und 1385 mit durchschnittlich 17 m/Jahr um rund 1000 m talabwärts. Nach einer erneuten Schwundphase erreichte der Gornergletscher um 1669/70 seinen zweiten Hochstand während der Kleinen Eiszeit (Tab. 2).

Um 1791 lag das Zungenende unterhalb der Einmündung des Furggbaches in die Gornera. Damals begann eine langandauernde und mehr oder weniger kontinuierliche Vorstossphase, die erst um 1859 in einem letzten Hochstand ihren Abschluss fand. Der Gornergletscher verlagerte in jener Zeit sein Zungenende mit durchschnittlich 10 m/Jahr talabwärts und zerstörte dabei zahlreiche Wohnhäuser und Alpbäude sowie wertvolles Kulturland (s. Karte).

Unterer Grindelwaldgletscher

Da das Zungenende des Unteren Grindelwaldgletschers während der kleinen Eiszeit oft bis in den Talboden vorstieß und damit in unmittelbarer Nähe des Dorfes endete, gehört er seit dem 18. Jahrhundert zu den bekanntesten und meistbesuchten Eisströmen des ganzen Alpenraumes. Entsprechend einzigartig ist die Zahl (mehr als 360 Bildquellen vor 1900) und zum Teil auch die Qualität der historischen Bild- und Schriftquellen. Zusammen mit den vor allem in den Ufermoränen Stieregg und Zäsenberg gefundenen fossilen Böden und Hölzern wird es möglich, die Geschichte des Unteren Grindelwaldgletschers für die letzten 3000 Jahre zu rekonstruieren, wobei wegen der Fülle der Quellen für die letzten 300 Jahre eine Genauigkeit erreicht wird, wie sie bei den meisten übrigen Alpengletschern nicht möglich ist [4,5].

Von der ausklingenden Bronzezeit bis ins Hochmittelalter konnten am Unteren Gletscher insgesamt sechs markante Vorstossphasen nachgewiesen werden [3]. Der dendrochronologisch bestimmte spätmittelalterliche Vorstoss um 1338 fällt bereits in die Kleine Eiszeit. Nach 1560 kann die Geschichte dieses Gletschers stark vereinfacht wie folgt zusammengefasst werden:

- Im Bereich der Schopffelsterrassen, etwa 1250 m vor dem heutigen Eiszungenende, verharrte der Gletscher während längerer Zeit (s. Bilddokumente von 1748/49, 1762, 1794, 1808).
- Mindestens sechsmal kam es zu relativ kurzfristigen Vorstössen von 400–600 m, die zur Bildung des «Schweifes» führten – eine markante Eispranke, die weit vorgeschoben im Talboden endete. Dreimal wurden dabei Hochstände erreicht (um 1778/79, 1820/22, 1855/56, s. Orthophoto), dreimal war die Ausdehnung bescheidener, z. B. 1669 (s. Bilddokument).
- Der um 1575 beginnende langandauernde Vorstoss von ca. 1000 m endete um 1600 mit der grössten Eisausdehnung während der Kleinen Eiszeit.
- Seit dem Ende der Kleinen Eiszeit schmolz der Untere Grindelwaldgletscher um beinahe 2 km bis auf den heutigen Stand in der Gletscherschlucht zurück (Photographien 1974, 1998).

Literatur

- [1] **Holzhauser, H. (1984):** Zur Geschichte der Aletsch- und des Fieschergletschers. Physische Geographie, Vol. 13, Zürich.
- [2] **Holzhauser, H. (1995):** Gletscherschwankungen innerhalb der letzten 3200 Jahre am Beispiel des Grossen Aletsch- und des Gornergletschers. Neue Ergebnisse. In: Gletscher im ständigen Wandel. Publikationen der SANW, Nr. 6:101–122, Zürich.

- [3] **Holzhauser, H., Zumbühl, H.J. (1996):** To the history of the Lower Grindelwald Glacier during the last 2800 years – palaeosols, fossil wood and historical pictorial records – new results. In: Zeitschrift für Geomorphologie, Neue Folge, Supplementband 104:95–127, Berlin, Stuttgart.
- [4] **Zumbühl, H.J. (1980):** Die Schwankungen der Grindelwaldgletscher in den historischen Bild- und Schriftquellen des 12.–19. Jahrhunderts. Ein Beitrag zur Gletschergeschichte und Erforschung des Alpenraumes. Denkschrift Schweiz. Naturforschende Gesellschaft, Band 92, Basel, Boston, Stuttgart.
- [5] **Zumbühl, H.J. (1997):** Die Hochgebirgszeichnungen von Samuel Birman – ihre Bedeutung für Gletscher- und Klimageschichte. In: Peter und Samuel Birman. Künstler, Sammler, Händler, Stifter. Katalog zur Ausstellung im Kunstmuseum Basel 27. 9. 1997–11. 1. 1998, Basel.
- [6] **Zumbühl, H.J., Holzhauser, H. (1988):** Alpengletscher in der Kleinen Eiszeit. In: Die Alpen. Sonderheft zum 125jährigen Jubiläum des SAC, 64. Jg., 3. Quartal, Bern.