Der Vorstoss des Gornergletschers von 1791 bis zum Hochstand um 1859 im Spiegel historischer Bild- und Schriftquellen

Autor(en): **Holzhauser, Hanspeter**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin für angewandte Geologie**

Band (Jahr): **13 (2008)**

Heft 2

PDF erstellt am: **27.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-226683

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Bull. angew. Geol. Vol. 13/2, 2008 S. 43-58

Der Vorstoss des Gornergletschers von 1791 bis zum Hochstand um 1859 im Spiegel historischer Bild- und Schriftquellen

Hanspeter Holzhauser[1]

Ergänzender Beitrag zur Jahresversammlung der VSP/ASP, Sion, Juni 2008.

Dieser Artikel ist ein Nachdruck aus der Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrgang 146, Heft 4, Dezember 2001 (aktualisiert).

Stichworte: Gletschergeschichte, historische Dokumente, Dendrochronologie, Klima

Zusammenfassung

Das Auswerten von historischen Bild- und Schriftquellen ist eine wichtige Methode, um neuzeitliche Zungenlängenänderungen der Alpengletscher zu rekonstruieren. Vom Gornergletscher liegt hochwertiges Bild- und Schriftmaterial vor, das eine genaue Rekonstruktion der lang andauernden, mehr oder weniger kontinuierlichen Vorstossphase im 19. Jahrhundert erlaubt. Anders als bei vielen Alpengletschern, die bereits um 1820 hochstandsähnliche Ausmasse annahmen, erreichte der Gornergletscher seine Maximalausdehnung im 19. Jahrhundert erst um 1859. Innerhalb einer Zeitspanne von rund 60 Jahren stiess dieser Gletscher um rund 600 m in Kulturland vor und zerstörte dabei dutzende von Alpgebäuden und einzelne Wohnhäuser. Das dendrochronologisch ermittelte Baujahr eines Stalles, der innerhalb des Vorfeldes gestanden hatte und vom Gletscher erfasst wurde weist darauf hin, dass der Gornergletscher von 1696/97 an bis zu Beginn der Vorstossphase im 19. Jahrhundert relativ klein war.

Abstract

The study of historical material such as visual records and written documents is one of the important methods used to reconstruct glacier fluctuations during modern times. The high quality of the historical material allows the reconstruction of the, more or less, continuous advance of the Gorner glacier during the 19th century. By 1820 the Gorner glacier, as opposed to most of the other alpine glaciers with maximum extension at that time, was comparatively little extended. The glacier did not reach its maximum extension until 1859. During a time span of 60 years the tongue of the Gorner glacier advanced about 600 m destroying many farm buildings and houses as well as valuable farmland. The dendrochronological analysis of wooden beams from a stable shows that it was built in the glacier forefield in 1696/97. This means that the Gorner glacier was little extended from this time up unto the early 19th century.

[1] Ahornstrasse 38, 8051 Zürich, h.holzhauser@bluewin.ch

1. Einleitung

Mit der Rekonstruktion von Gletscherzungenlängenänderungen wird das Ziel verfolgt, nacheiszeitliche (postglaziale oder holozäne) Klimaschwankungen nachzuweisen. Gletscher sind nämlich erwiesenermassen Klimazeiger und spielen in der Diskussion um die befürchtete, vom Menschen in zunehmendem Masse beschleunigte Erwärmung des globalen Klimas (verstärkter «Treibhauseffekt») eine zentrale Rolle. Ihre Bedeutung im Rahmen der Klimaforschung zeigt sich darin, dass die Gletscher im Bericht des Intergovernmental Panel on Climatic Change (IPCC 1996) als Klimaindikatoren höchster Signifikanz eingestuft werden und somit Schlüsselindikatoren des Klimasystems darstellen.

Zur Rekonstruktion der nacheiszeitlichen Gletschergeschichte werden unterschiedliche Methoden angewendet wie das Auswerten von historischen Bild- und Schriftquellen, geländearchäologischen Spuren (z. B. Fundamente und Holzbalken von Behausungen, die vom vorstossenden Gletscher zerstört wurden oder Alpwege, die je nach Ausdehnung eines Gletschers begehbar oder nicht begehbar sind), sowie dem Datieren von Bäumen und Böden, die vom Gletscher überfahren bzw. überdeckt wurden (Röthlisberger 1976, Holzhauser 1984).

Im vorliegenden Artikel wird im Fall des Gornergletschers exemplarisch gezeigt, wie hilfreich Bild- und Schriftquellen zur Rekonstruktion der Gletschergeschichte sein können. Bilddarstellungen von Alpengletschern sind bereits aus dem frühen 17. Jahrhundert greifbar (Zumbühl 1980, Nicolussi 1993), in zunehmender Anzahl jedoch erst mit der aufkommenden Mode der Schweizerreisen ab dem 18. Jahrhundert. Allgemein sollten drei Voraussetzungen erfüllt sein, um optimale Vergleiche der Gletscherausdehnungen auf den verschiedenen Bildern vornehmen zu können: Erstens muss die Abbildung genau datierbar, zweitens müssen der Gletscher und seine Umgebung korrekt abgebildet und drittens, der Aufzeichnungsstandort des Künstlers muss bekannt sein. Wesentlich erleichtert wird eine Auswertung der historischen Bildquellen, wenn das Vorfeld durch topographische Bezugselemente (markante Felsstufen oder Hügel) gegliedert ist (Zumbühl 1980). Als Dokumente von unschätzbarem Wert sind Fotographien zu nennen. Schriftliche Hinweise reichen bis ins Spätmittelalter zurück, treten aber gehäuft erst ab dem 16. Jahrhundert auf und umfassen Chroniken, Auszüge aus Urbarien, Alprechtsverträge und Landbesitzurkunden, handschriftliche und gedruckte Reiseberichte von wissenschaftlich Geschulten und Interessierten sowie ältere naturwissenschaftliche Werke über Alpen- und Gletscherforschung (z. B. Gruner 1760, Venetz 1833, Charpentier 1841, Agassiz 1840, Desor 1844, Hogard 1858, Dollfuss-Ausset 1863-1872).

Das kritische Auswerten von historischen Schrift- und Bildquellen erlaubte es beispielsweise, die Längenänderungen des Unteren Grindelwaldgletschers in den letzten rund 470 Jahren nahezu lückenlos zu rekonstruieren (Zumbühl 1980, Pfister et al. 1994). Wenn auch nicht soweit zurückreichend wie beim Unteren Grindelwaldgletscher, liegt aussagekräftiges Bild- und Schriftmaterial auch vom Gornergletscher vor, das eine exakte Rekonstruktion der Gletscherumrisse innerhalb der kräftigen Vorstossphase in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts ermöglichte.

2. Der Gornergletscher

2.1 Lage

Der Gornergletscher bei Zermatt bildet zusammen mit dem Zmutt-, Oberen und Unteren Theodul-, Furgg- und dem Findelengletscher den Talschluss des Mattertales in den südlichen Walliser Alpen. Eingebettet

inmitten der imposanten Kulisse von berühmten Viertausendern wie dem Monte Rosa, dem Liskamm, den Zwillingen (Castor und Pollux) und dem Breithorn erstreckt sich dieser gewaltige Eisstrom von den höchsten Spitzen des Monte Rosa-Massivs mit rund 4600 m ü. M. bis unterhalb des Riffelhorns auf 2200 m ü. M., wo der Gletscher in einer schluchtartigen Verengung eingezwängt endet (Fig. 1). Mit einer vereisten Fläche von rund 54 km² ist der Gornergletscher der zweitgrösste Eisstrom der Schweizer Alpen. Seine maximale Länge von 12.9 km wird nur noch vom Walliser Fieschergletscher (14.9 km) und vom Grossen Aletschgletscher (22.85 km) übertroffen (Werte 2007).

Der Gornergletscher setzt sich aus mehreren Teilgletschern zusammen, die durch deutlich sichtbare Mittelmoränen voneinander getrennt sind. Die Haupteislieferanten sind der namengebende Gornergletscher sowie der Grenz- und der Zwillingsgletscher. Zwischen Pollux und Breithorn ist heute ein weiterer Gletscher, der Schwärzegletscher, mit dem Gornergletscher verbunden. Früher nährte auch der Breithorngletscher und die gemeinsame Zunge des Triftji- und des Unteren Theodulgletschers den Gornergletscher. Bedingt durch den anhaltenden Eisschwund haben sich diese Gletscher jedoch vom Hauptgletscher gelöst. Beim Zusammenfluss Gorner- und Grenzgletscher am Fuss des Monte Rosa bildete sich in einer Senke ein Eisrandsee, der sogenannte Gornersee, dessen Ausbrüche schon früh bekannt und auch gefürchtet waren, weil die abfliessenden Wassermassen zum Teil verheerende Schäden im Talgrund von Zermatt anrichteten (Engelhardt 1840, Kronig 1927, Bezinge 1973).

Der Gornergletscher wird in der älteren Literatur als «grand glacier de Zermatt» oder «glacier de Zermatt» (Agassiz 1840, Desor 1840), «Zermattgletscher» (Vogt 1847),

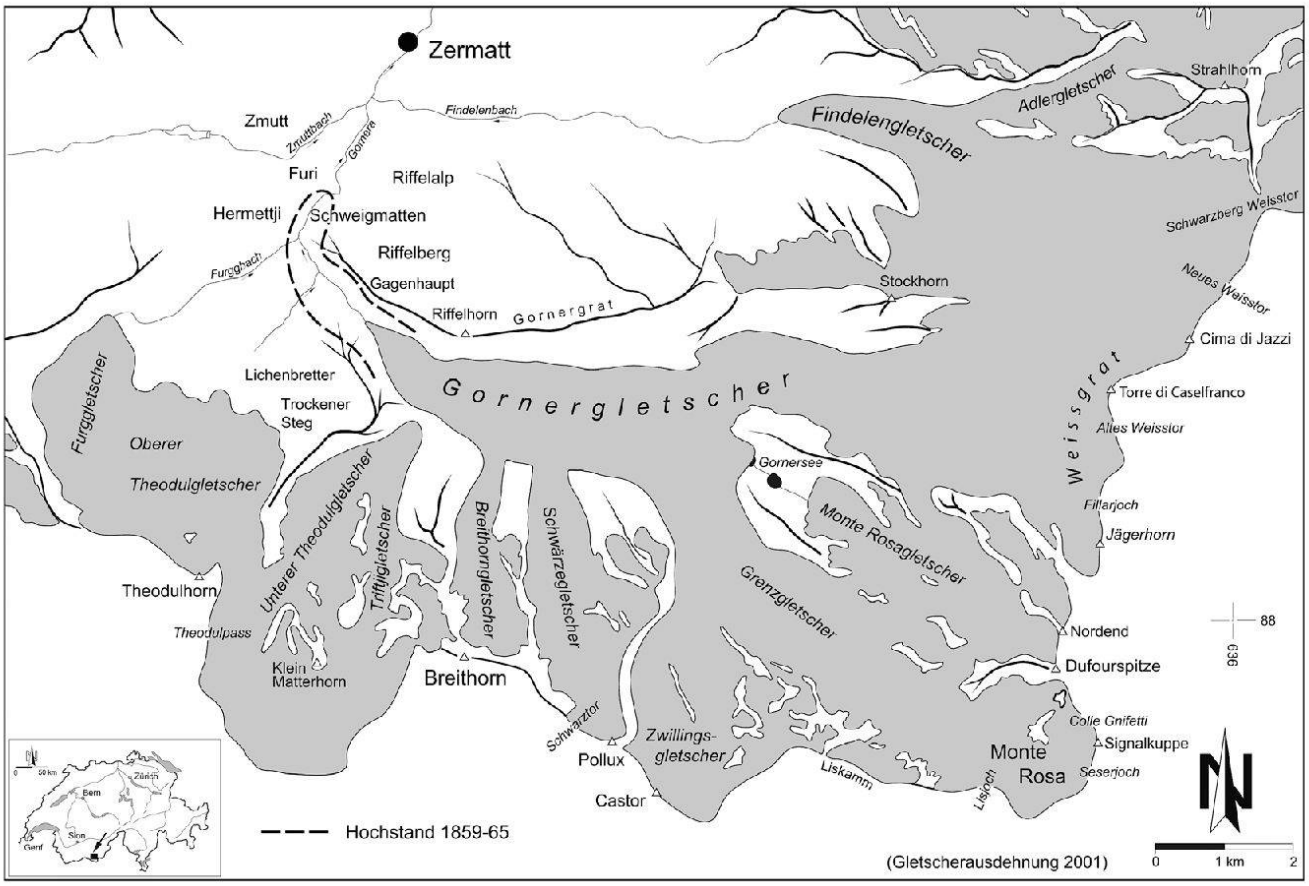

Fig. 1: Das Einzugsgebiet des Gornergletschers bei Zermatt.

«Rosagletscher» (Hirzel-Escher 1829) oder «grosser Gletscher vom Monte Rosa» (Forbes 1845) bezeichnet. Bei Hochständen stiess der Gornergletscher hinab bis in die Schweigmatten vor (Fig. 1) und bildete eine schweifförmige, von zahlreichen Spalten durchsetzte Zunge aus, die von Zermatt aus gut sichtbar war. Seit dem letzten Hochstand um 1859 ist dieser früher als «Bodengletscher» genannte unterste Abschnitt des Gornergletschers vollständig abgeschmolzen. Dabei hat sich das Zungenende des Gornergletschers um rund 2.65 km talaufwärts verlagert.

2.2 Der Gornergletscher Ende des 18. Jahrhunderts und im frühen 19. Jahrhundert

Erste konkrete Anhaltspunkte über die Ausdehnung des Gornergletschers stammen aus dem ausklingenden 18. Jahrhundert und basieren auf mündlichen Überlieferungen (Ruden 1870, Kronig 1927), denen zufolge der Gornergletscher ungefähr bei der Einmündung des Furggbaches in die Gornera stirnte und vergleichbare Ausmasse wie um 1920 aufwies. Vermutlich war der Gornergletscher damals jedoch geringfügig grösser als uns diese Überlieferungen vermuten lassen, denn die ersten bekannten skizzenhaften Zeichnungen von diesem Gletscher, vom Engelberger Ingenieur J. E. Müller höchstwahrscheinlich im Sommer 1791 angefertigt (siehe Dufner 1980, Wolf 1859, Imhof 1981), deuten nämlich auf eine Ausdehnung des Gornergletschers wie zwischen 1890 und 1900 hin.

Vom Zeitpunkt der Entstehung der Müller'schen Skizzen bis in die zweite Dekade des 19. Jahrhunderts ist über den Zustand des Gornergletschers wenig bekannt. Den Aufzeichnungen von Major Alexandre-Salomon Roger (Engel 1935) ist lediglich zu entnehmen, dass der Gornergletscher am 25. Juli 1811 von Zermatt aus deutlich zu sehen war, was auf eine grosse Ausdehnung hindeutet. Zudem darf angenommen werden, dass der Gornergletscher im Vorrücken begriffen war, da seine Oberfläche im Zungenendbereich als stark zerklüftet beschrieben wird.

Obwohl um 1820 viele Alpengletscher zu ihrem ersten Hochstand im 19. Jahrhundert vorgestossen sind (z. B. Oberer Grindelwald- und Rosenlauigletscher; Zumbühl 1980 bzw. Zumbühl & Holzhauser 1988), wies der Gornergletscher zu Beginn der 1820er Jahre eine vergleichsweise geringe Ausdehnung auf; das Zungenende lag damals noch deutlich hinter seiner Maximalausdehung im 19. Jahrhundert zurück. Dies kann mit der ersten genauen zeichnerischen Darstellung des Gornergletschers nachgewiesen werden, die vom 5. oder 7. September 1821 datiert und vom englischen Astronomen John F. W. Herschel angefertigt wurde (Fig. 2). Die Bleistiftzeichnung stellt gletschergeschichtlich ein äusserst wertvolles Dokument dar und wurde von Engel (1950) erstmals publiziert. Die nahezu photographische Genauigkeit erreichte Herschel, indem er eine sogenannte Camera lucida verwendete (Schaaf 1992). Die Zeichnung entstand etwas unterhalb der Hermettji am Weg zum Theodulpass und zeigt im Hintergrund das dreigipflige Breithorn. Der Bildausschnitt entspricht einem Blickwinkel von etwa 90° und reicht von den östlich gelegenen Driestelen, oben links als sanft geneigte Alpweidefläche sichtbar, bis hin zum Taleinschnitt im Westen, durch den der Furggbach fliesst. Der Gornergletscher, anfänglich von den Plattelen etwas verdeckt, erscheint in der oberen Bildhälfte und fliesst zuerst Richtung NW, biegt dann westlich der Plattelen scharf nach NE zum Betrachter hin ab und endet mit spitz zulaufender Zunge in einer tief eingeschnittenen Schlucht. Dank der exakt wiedergegebenen Topographie kann die Lage des Zungenendes relativ genau bestimmt werden. Aufgrund der starken Zerklüftung der Gletscheroberfläche kann gefolgert werden, dass der Gornergletscher vorstiess, wie auch ein Jahr später, als Hirzel-Escher (1829) den Gletscher sah. Ihm fiel 1822 das ausserordentliche Vorrücken des Gornergletschers auf, trotz gut sichtbarer Ausaperung vieler anderer Gletscher bis in hohe Lagen.

Fig. 2: J. F. W. Herschel, 5. oder 7. September 1821: «Valley of Zermatt with summit ascended». Zeichnung, angefertigt bei Hermettji am Weg zum Theodulpass mit Hilfe einer Camera lucida. Der Gornergletscher ist in der rechten Bildhälfte dargestellt. Im Hintergrund erkennt man das Breithorn.

Fig. 3: S. Birmann, August 1825: «Der Gorner Gletscher bey Zermatt». Der vorstossende Gornergletscher bedroht die Hütten der Alp «Im Boden».

Vier Jahre nach der Entstehung der Zeichnung von Herschel weilte der Basler Kleinkünstler Samuel Birmann (1793-1859) in Zermatt. Er fertigte 1825 eine lavierte Federzeichnung an, die den sogenannten «Bodengletscher» zeigt und ausserhalb des heutigen Gletschervorfeldes entstanden ist (Fig. 3). Birmann zeichnete mit fotographischer Präzision und wird deshalb zurecht als «bedeutendster Schweizer Romantiker der topographischen Landschaftskunst» bezeichnet (Weber et al. 1981, Zumbühl 1997). Auf dem Aquarell ist rechts im Hintergrund das Breithorn, hier fälschlicherweise als «Monte Rosa» angeschrieben, schemenhaft angedeutet, und links im Hintergrund ist der Grat des senkrecht aufragenden Gagenhauptes erkennbar.

Die linke Bildhälfte wird vom rundgeschliffenen Felsbuckel der Plattelen dominiert, über den ein seitlich dem Gletscher entweichender Bach kaskadenartig talabwärts rauscht. Dieser Bach schwoll bei Ausbrüchen des Gornersees stark an und ist auch auf anderen historischen Bildern dargestellt worden (z. B. bei Bühlmann, Fig. 4). Der Gornergletscher wälzt sich über eine Felsstufe zum Betrachter hin und folgt dann der tiefeingeschnittenen Schlucht in nordöstlicher Richtung. Auf den Plattelen ist die Eisoberfläche aufgebrochen, talabwärts wirkt der Gletscher hingegen kompakter und stösst seitlich in mehr oder weniger ebenes Gelände vor, einen mächtigen Moränenwall vor sich herschiebend. Der Eisrand lag damals (1825) schätzungsweise 100 bis maximal 150 m von einer Alpsiedlung mit eng aneinander gescharten Ställen und Scheunen entfernt, die am linken unteren Bildrand von Birmann mit «im Boden» bezeichnet wurde. Noch heute erinnert die Bezeichnung «dr Bode» (Julen et al. 1995) an diese Alpsiedlung, die sehr wahrscheinlich namengebend für den untersten Abschnitt des Gornergletschers, den «Bodengletscher», war. Das Zungenende des Gornergletschers entzieht sich wie auf der Zeichnung von Herschel dem Blick des Betrachters. Obwohl das Birmann'sche Aquarell an einem etwas weiter südlich gelegenen Standort entstanden ist als die Zeichnung von Herschel, gewinnt man den Eindruck, dass der Gletscher von 1821 bis 1825 leicht vorgestossen ist.

2.3 Der Gornergletscher in den 1830er Jahren

Die nächstfolgenden Hinweise über die Grösse des Gornergletschers liegen mit den «Naturschilderungen» von Engelhardt (1840) vor, der diesen Gletscher anlässlich einer Reise im Jahre 1835 besuchte. Engelhardt war fasziniert von der gewaltigen, stark zerklüfteten Eismasse, die er während des Aufstiegs von Winkelmatten nach Findelen überblickte: «Über den, in alle Formen zerklüfteten Felssaum vor uns, ragt, ungeachtet der reichsten Ultramarinreflexe, schauderhaft, das Labyrinth der Eis-Obeliske. (...) Westlicher und weiter abwärts, wo der Fall geringer ist, vereint sich das Eis wieder in eine gediegene Masse, die sich jedoch in mehrere, grosse Abtheilungen sondert, und, wie gewöhnlich, etwas fächerförmig ausbreitet. Diese Abtheilungen stemmen sich zuletzt, wie Tatzen eines riesigen Ungeheuers an die untersten steilen Felsufer, und die herein ragenden Wiesenabhänge, theils sitzen sie dem Thalgrund auf. Durch ein wenig hohes Gletscherthor entgleitet die Visp (Gornera, Anm. des Autors) ihrem wohl 4 Stunden langen Eiskeller, als ein wasserreicher Strom auf fast ebenem Boden. Eine Wiese, mit einigen Stallungen und Baumgruppen, begränzt zunächst ihr östliches Ufer. Etwas unterhalb befindet sich die erste Brücke (zur Brück) darüber, die sich aber von hier nicht zeigt.»

Diesen Ausführungen zufolge stirnte 1835 die Gletscherzunge am Ausgang der Schlucht am Fusse der Plattelen (vgl. Fig. 9, «S»). Bei Engelhardt (1840) findet man zudem die ersten Hinweise auf die zerstörerische Wirkung des in den vorangegangenen Jahren stark angewachsenen Gletschers: «An einem jener Abhänge verschlang der Gletscher, im Vorrücken in den letzten Jahren, von 20 Vieh-

ställen 17.» Der Gornergletscher hat damals die Gebäude der Alp «Im Boden» allerdings noch nicht erreicht. Es muss davon ausgegangen werden, dass auch weiter südlich dieser Alp Hütten gestanden haben.

Im Jahr 1835 weilte auch der spätromantische Landschaftsmaler Johann Rudolf Bühlmann (1812-1890) in Zermatt. Während dieser Zeit entstanden einige lavierte und aquarellierte Zeichnungen. Mit den insgesamt vier Ansichten des «Bodengletschers», von unterschiedlichen Standorten aus gezeichnet, entsteht ein recht guter Eindruck der damaligen Zungenendlage. Von diesen Ansichten ist hier eine ausgewählt worden (Fig. 4).

Die unmittelbare Bedrohung von Hab und Gut, die vom Gornergletscher ausgeht, ist auf diesem Aquarell von Bühlmann sehr eindrucksvoll festgehalten. Über die Steilstufe der Plattelen fliesst der zerklüftete Eisstrom, und dem geräumigen Gletschertor entspringt die Gornera, die vorbei an den Gebäuden des Weilers «Zur Brücke» bis zu einem Steg über ebenes Gelände fliesst, wie dies Engelhardt richtig schildert. Abgebildet sind unter anderem ein zweistöckiges (?) Wohnhaus sowie eine Stallscheune, die sich innerhalb des Gletschervorfeldes, schätzungsweise 50 m vom Hochstandswall von 1859 entfernt, befanden.

Was die Bewegungen des Gornergletschers in den Jahren 1838 und 1839 betrifft, so bemerkte Engelhardt (1840) im Stirnbereich Spuren des Vorrückens: «Wo eine der gedachten Gletschertatzen sich auf eine Wiese, im Boden genannt, einige Minuten oberhalb Forren, stemmt, gelangt man hart an den Gletscher. Wir hatten bereits 1836 diese Stelle besucht. 1838 lagen hier die, unverkennbar kürzlich durch den Gletscher abgesprengten, Felsstücke, mit Eisblöcken vermischt. Eine noch merkwürdigere Erscheinung stellte sich mir 1839 dar. Augenscheinlich hatte der Gletscher ganz kürzlich vorwärts gedrückt,

Fig. 4: J. R. Bühlmann, 23. Juli 1835: «Der Bodengletscher bei Zermatt». Zungenende des Gornergletschers und Wohnhaus, Speicher, Ställe und Brücke des Weilers «Zur Brücke».

denn es war längs seiner vordersten, furchtbaren Eiswand, wo derselbe aufsitzt, der Boden durch dieses Andrängen aufgewühlt, oder vielmehr in die Höhe gedrückt, wie wenn zäher Strassenschlamm durch schwere Räder neben dem Wagengeleise emporgequetscht wird. (...) Hier zeigte sich also ein unverkennbares, frisches Merkmal der Bewegung des Gletschers nach vorwärts und der Art wie auch Felsschichten und Gerölle abgesprengt, und seitwärts gedrückt zu werden im Fall sind. (...) Es ist dies die Wiese, von welcher durch dieses Vorrücken des Gletschers schon eine Anzahl Viehställe weggenommen worden, und die noch fernhin von ihm bedroht wird (...)».

Offenbar war der Gornergletscher im Jahr 1839 bereits soweit vorgerückt, dass er einige der in Fig. 3 eingezeichneten Alpgebäude zerstört hat.

Im selben Jahr wie Engelhardt, nämlich 1839, weilten auch der berühmte Paläontologe und Gletscherforscher Louis Agassiz mit seinen glaziologischen Gefährten Carl Vogt, dem Geologen Gottlieb Studer, dem Naturforscher und seinem langjährigen Sekretär Jean Edouard Desor sowie dem Zeichner Joseph Bettannier und dem Botaniker Célestin Nicolet während fünf Tagen in Zermatt und führten glaziologische Untersuchungen am Gornergletscher durch. Ihnen verdanken wir gletschergeschichtlich äusserst wertvolle Beobachtungen und aussagekräftiges Bildmaterial. Agassiz bemerkte wie Engelhardt, dass der Gornergletscher 1839 vor allem auf der linken Talseite (auf der Seite der Alp «Im Boden») vorstiess. Ergänzend dazu hat Vogt (1847) das Vordrängen des Gornergletschers anschaulich beschrieben: «Zu unserem grossen Erstaunen sahen wir bei der Untersuchung des Gletscherendes, dass dieser sich merklich auf seiner linken Seite vorgeschoben hatte. Ein auf einer alten Moräne angelegtes Kartoffelfeld war dermassen zusammengeschoben worden, dass die Stauden einander berührten; der Boden trug alle Zeichen eines starken Seitendruckes. Seit dem Monat Mai, wo die Kartoffeln gepflanzt worden waren, hatte der Gletscher, nach unserer Schätzung um 4 oder 5 Fuss zugenommen.» Der Fuss ist ein altes Längenmass für die Feldvermessung, das früher in der Schweiz zwischen 26.4 und 33.5 cm betrug. Im Wallis und allgemein in der Westschweiz war der «pied du Roi» oder «Pariser Fuss» mit 32.48 cm verbreitet (Dubler 1975). Nach Hellwig (1983) misst ein Schweizer Fuss 30 cm.

Agassiz und Bettannier fertigten 1839 mehrere Skizzen des Gornergletschers an. Diese dienten Hercule Nicolet (nicht zu verwechseln mit dem Botaniker Célestin Nicolet) als Vorlage für die grossformatigen Lithographien, die im ergänzenden Bildband zum bedeutenden Werk von Agassiz, dem «Etudes sur les glaciers» (Agassiz 1840, deutsche Ausgabe: Agassiz 1841), erschienen sind. Die bezüglich Endlage der Gletscherzunge aussagekräftigste Bildtafel dieses Werkes ist zweifellos Tafel 6 (Fig. 5, vgl. Fig. 9).

Der Gornergletscher endet auf dieser Lithographie am Schluchtausgang südlich der Schweigmatten und schob seine Zunge auf den flachen Talboden vor. Die geringe Schuttbedeckung, die steile Gletscherstirn und der sich dem Eisrand angeschmiegte Moränenwall, der sich vom Gletscherbach (Gornera) bis hinauf zu einem Lärchenbestand erstreckt (rechts im Bild), deuten zweifellos auf die Vorwärtsbewegung des Gletschers hin.

Nur ein Jahr später, 1840 nämlich, hielt sich Jean de Charpentier, damaliger Direktor der Salzbergwerke von Bex und überzeugter Verfechter der im Entstehen begriffenen Eiszeittheorie, in Zermatt auf. Seine Beobachtungen am Gornergletscher hielt er in seinem berühmten Buch «Essai sur les glaciers ...» fest (Charpentier 1841). Gemäss den Ausführungen von Charpentier rückte der Gornergletscher seit 1834/35 mehr oder weniger kontinuierlich vor. Zudem weist Charpentier darauf hin, dass in den vergangenen Jahren dem Gletscher ein Dutzend Speicher zum Opfer gefallen sind. Von Bedeutung ist auch der folgende Hinweis in seinem Buch: «(...), cependant j'ai trouvé en Août le glacier de Gorner près de Zermatt beaucoup plus grossi qu'il ne l'était même en 1818.»

Diese Feststellung fügt sich sehr gut ins Bild der Entwicklung des Gornergletschers in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts ein, das anhand der historischen Quellen gewonnen werden kann, nämlich dass der Gornergletscher seit 1818 bedeutend vorgestossen ist.

2.4 Der Gornergletscher in den 1840er Jahren bis zum Hochstand um 1859

Aus der Zeit um 1842 datiert eine Federzeichnung vom Schaffhauser Kleinkünstler Rudolf Weinmann (1810-1878; hier nicht abgebildet, vgl. Fig. 9). Ähnlich wie auf dem Aquarell von Bühlmann (Fig. 4) zeigt sie das Zungenende des Gornergletschers vom Weiler «Zur Brücke» aus gesehen. Der Gornergletscher hat sich diesem Weiler inzwischen weiter genähert und wirkt dadurch noch bedrohlicher.
Im Jahr 1844 hielt der Vormarsch des Gornergletschers unvermindert an. Billy (1867) schreibt dazu: «Lors de ma première visite de cette belle contrée, c'était en 1844, je fus très frappé de trouver le premier de ces glaciers (Gornergletscher, Anm. des Autors) en voie de progression, (...). La forêt était bordée à l'aval par une prairie dans laquelle se trouvaient disséminées des maisons dont les unes servaient de granges, les autres d'habitations; toutes étaient alors évidemment menacées par le glacier, (...).»
Ein Anwachsen des Gornergletschers ist auch in der zweiten Hälfte der 1840er Jahre dokumentiert. Ein schriftlicher Hinweis aus dieser Zeit entstammt der Feder von Collomb (1849), der den Gornergletscher 1848 sah, acht Jahre später als Charpentier und vier Jahre später als Billy: «Dans cette même vallée de Zermatt, le glacier de Gorner (...), progresse d'une manière désastreuse pour les propriétaires des terrains situés vers le front du glacier. Les prairies immédiatement en contact avec la moraine, sont boulversées, le gazon en est relevé sous forme de

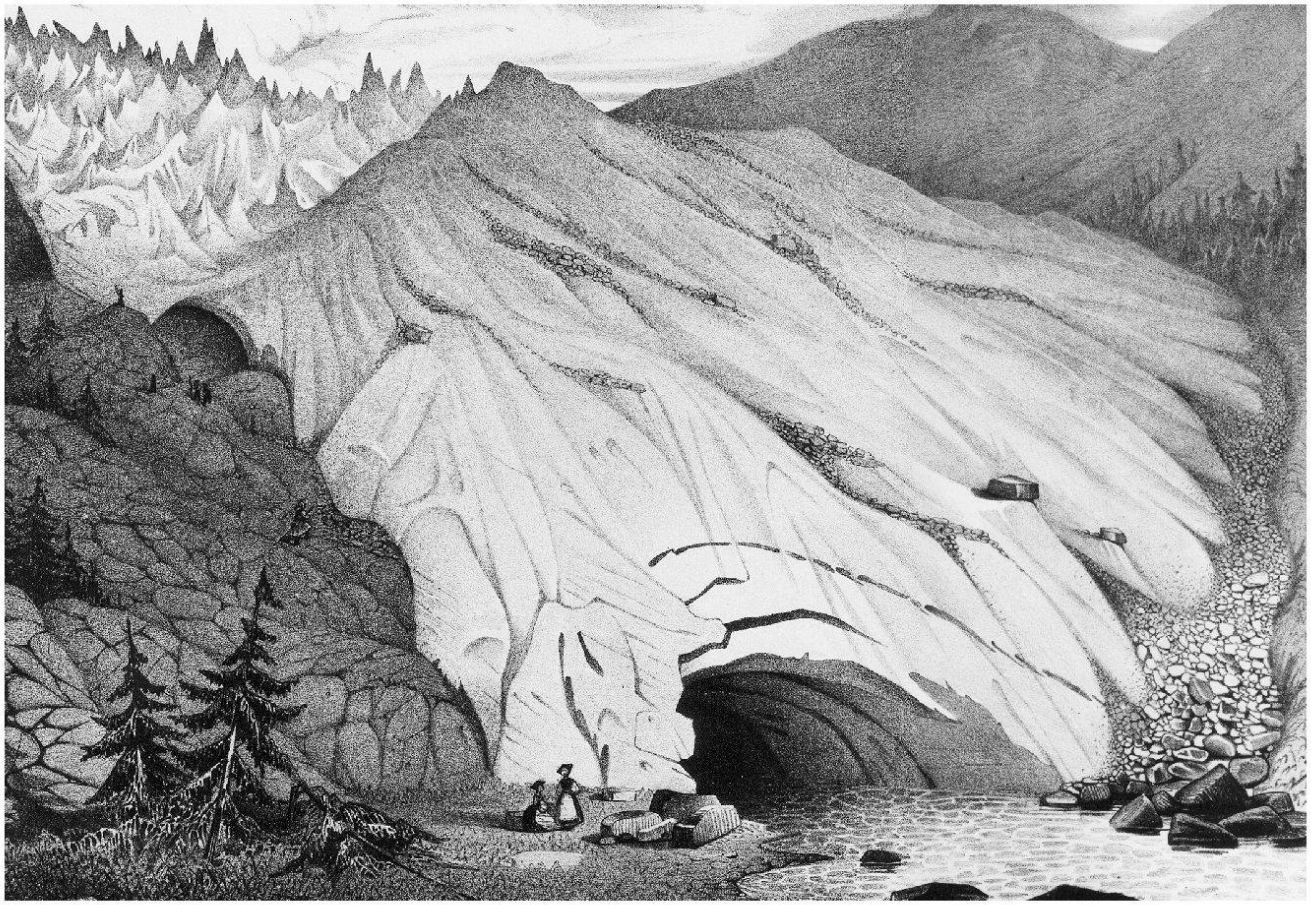

Fig. 5: J. Bettannier / H. Nicolet, 15. August 1839: «Zermatt-Gletscher, unteres Ende». Zungenende des Gornergletschers mit Moränenwall (rechts) und vom Gletscher abgeschliffene Felsen (links).

bourrelet, de manchon, d'un mètre de diamètre. (...) Beaucoup d'habitations situées dans cette localité sont abandonnées, et ne servent plus que de granges à fourrages. C'est un fait bien connu des gens du pays, qu'il existait, il y a une cinquantaine d'années, une vingtaine de granges, d'écuries et de maisons habitées, dans une localité de la rive gauche, qui est aujourd'hui complétement couverte de glace.»

Zweifellos handelt es sich bei der erwähnten, unter dem Gletscher begrabenen «localité de la rive gauche» mit Ställen und Wohnhäusern um die Alp «Im Boden». Damit besteht Gewissheit, dass 1848 die Hütten dieser Alp nicht mehr existierten. Die damaligen Verhältnisse am Zungenende hielt Engelhardt (1852) anlässlich seiner zweiten Reise nach Zermatt schriftlich fest. Das Gletscherende befand sich offensichtlich in unmittelbarer Nähe des Weilers «Zur Brücke» (Fig. 4), denn Engelhardt schreibt, dass die Besitzer der dem Eis benachbarten Hütten «nicht ohne Sorge fernerer Annäherung des gefährlichen Nachbars» waren. Auch in den darauf folgenden Jahren 1849 und 1850 weilte Engelhardt am Gornergletscher. Es fiel ihm auf, dass 1849 der Gletscher nur wenig zugenommen hatte und etwas ruhiger war als 1848. Das Anwachsen des Gletschers muss nach Engelhardt's Worten im Jahr 1850 aber beachtlich gewesen sein.

Vom 23. August 1849 datiert eine Farblithographie des Geologen und Aquarellisten Henri Hogard (Hogard 1858-1862; hier nicht abgebildet). Henri Hogard zählte zu einer kleinen Gruppe von Gletscherenthusiasten, die sich im Sommer 1849 in Zermatt aufhielt und der auch Edouard Collomb, der elsässische Industrielle Daniel Dollfus-Ausset sowie der Fotograf Jean Gustave Dardel angehörte (Lagoltière 1989). Dollfus-Ausset, bekannt durch sein grosses Engagement für die damalige Erforschung der Gletscherwelt und durch sein imposantes achtbändiges Werk «Matériaux pour l'étude des glaciers» (Dollfus-Ausset 1863-1872) erkannte den dokumentarischen Wert der damals aufkommenden Fotographie für die Gletscherforschung und beauftragte für seine Feldkampagnen die ersten Alpenfotographen, so auch Jean Gustave Dardel (Lagoltière 1989). Am 22. August 1849 fertigte Dardel eine Daguerreotypie an (Morand & Kempf 1989), die zu den ersten fotografischen Ansichten eines Gletschers im Alpenraum gehört. Sie zeigt den stark aufgewölbten Zungenendbereich des Gornergletscher («Bodengletscher») mit einem Dorfteil von Zermatt im Vordergrund (Fig. 6).

Wie die Ausführungen von Hogard und Dollfus-Ausset (1854) vermuten lassen, befanden sich um 1853 die Gebäude des Weilers «Zur Brücke» entweder dicht am Eisrand oder sie waren kurz zuvor zerstört worden: «(...) sur le front du glacier de Zermatt, plusieurs chalets ont été atteints et détruits; (...). Dans le courant de 1853 il n'en restait plus que quelques cabanes déjà touchées par les moraines et par la glace, derniers témoins du séjour des hommes dans ces lieux élevés que le glacier avait abandonnés autrefois et qu'il vient de nouveau occuper aujourd'hui et couvrir de ruines et de monceaux de blocs.»

Aus dem Jahre 1855, kurz vor dem Hochstand des Gornergletschers, stammt eine Fotographie vermutlich von Frédéric Martens (um 1805-1875), die den «Bodengletscher» in seiner gesamten Länge zeigt (Fig. 7). Den Hintergrund dominieren die Zwillinge und das Breithorn, in die Matten unten links eingestreut stehen die Gebäude der Furi. Das Zungenende des Gornergletschers in den Schweigmatten ist noch knapp erkennbar.

Bedeutend für die Rekonstruktion der Gletscherbewegung in den 1850er Jahren sind die Aufzeichnungen von Billy (1867), der das jährliche Vorrücken des Gornergletschers genau beobachtete: von 1851 bis 1855 bewegte sich das Gletscherende um 17 m, 19 m, 22 m, 11 m bzw. 4 m vorwärts, in den Jahren 1856 und 1857 jeweils nur um 2-3 m. Im Jahr 1859 schliesslich soll nach Billy der Eisstrom zum Stillstand gekommen sein (Fig. 9). Grad (1868) hingegen schreibt, dass die Vorstossphase erst um 1862 beendet war. Bis 1865 verhielt sich der Gletscher nach Angabe des-

Fig. 6: J. G. Dardel, 22. August 1849: Der vorstossende Gornergletscher von der Herberge in Zermatt aus gesehen. Im Vordergrund stehen Gebäude des südlichen Dorfteils von Zermatt, im Hintergrund ist die breite Front des Oberen Theodulgletschers erkennbar (Das Original der Daguerreotypie ist seitenverkehrt).

Fig. 7:
Frédéric Martens(?), 1855: Der als «Bodengletscher» benannte, schweifförmige untere Abschnitt des Gornergletschers kurz vor seinem Hochstand.

selben Autors mehr oder weniger stationär und veränderte seine Länge kaum, nahm aber in der Dicke sichtbar ab.
Mit diesem Hochstand um 1859 fand die rund 60 Jahre dauernde Vorstossphase des Gornergletschers endlich ein Ende. Der Gornergletscher stiess innerhalb dieses Zeitraumes zwischen 580 und 650 m vor, was einem jährlichen Längenwachstum von rund 9.6-11 m entspricht.
Bis zu Beginn der jährlichen Beobachtung der Gletscherzunge im Jahre 1892 ist das Zungenende rund 550 m talaufwärts hinter den Hochstandswall von 1859 gewichen. Die auf den jährlichen Messwerten der Zungenbewegung basierende Reihe von 1892 bis heute weist nur wenige Lücken auf (siehe Variations périodiques ....) und erlaubt es, den jährlichen Längenschwund des Gornergletschers mit rund 18-19 m pro Jahr zu beziffern. Dieser Wert entspricht ungefähr dem Durchschnittswert über die gesamte Schwundphase von 1865 bis 2007 (ca. 18.5 m pro Jahr).
Das Zungenende des Gornergletschers hat sich in den letzten rund 135 Jahren so weit vom Hochstandsbereich entfernt, dass es von der Hubelwäng aus, von der aus Martens 1855 den Gornergletscher fotographierte, nur noch knapp sichtbar ist (Fig. 8).

3. Spuren ehemaliger Gebäude im Gletschervorfeld

In den vorangegangenen Kapiteln war oft die Rede von Gebäuden, die dem vorstossenden Gornergletscher in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts weichen mussten. Ihre Anzahl kann nicht genau beziffert werden, sie muss laut schriftlicher Hinweise aber beträchtlich gewesen sein. Tyndall (1898) schreibt von 44 Hütten, die im Zeitraum von 1800 bis zum Hochstand um 1859 den vorrückenden Eismassen zum Opfer fielen. Nach Tscheinen (1870) beläuft sich die Zahl der betroffenen Wohnhäuser, Ställe und Speicher auf etwa

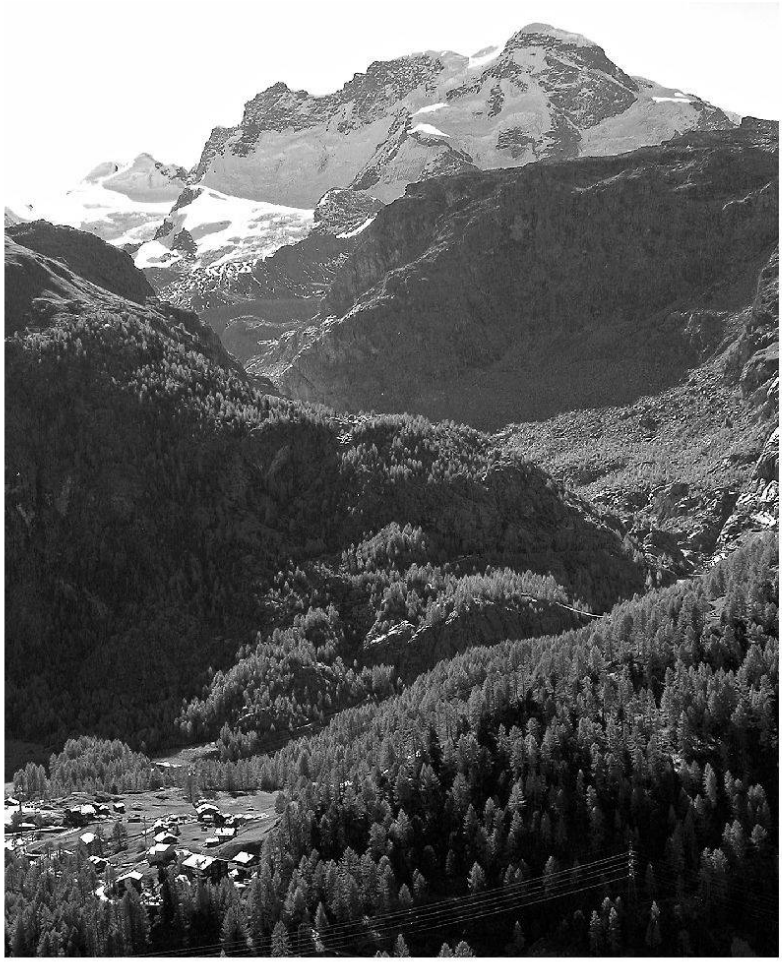

Fig. 8:
Vergleichsfoto zu Fig. 7. Der «Bodengletscher» ist heute vollständig weggeschmolzen (Aufnahme: H. Holzhauser, 14. Oktober 2007).

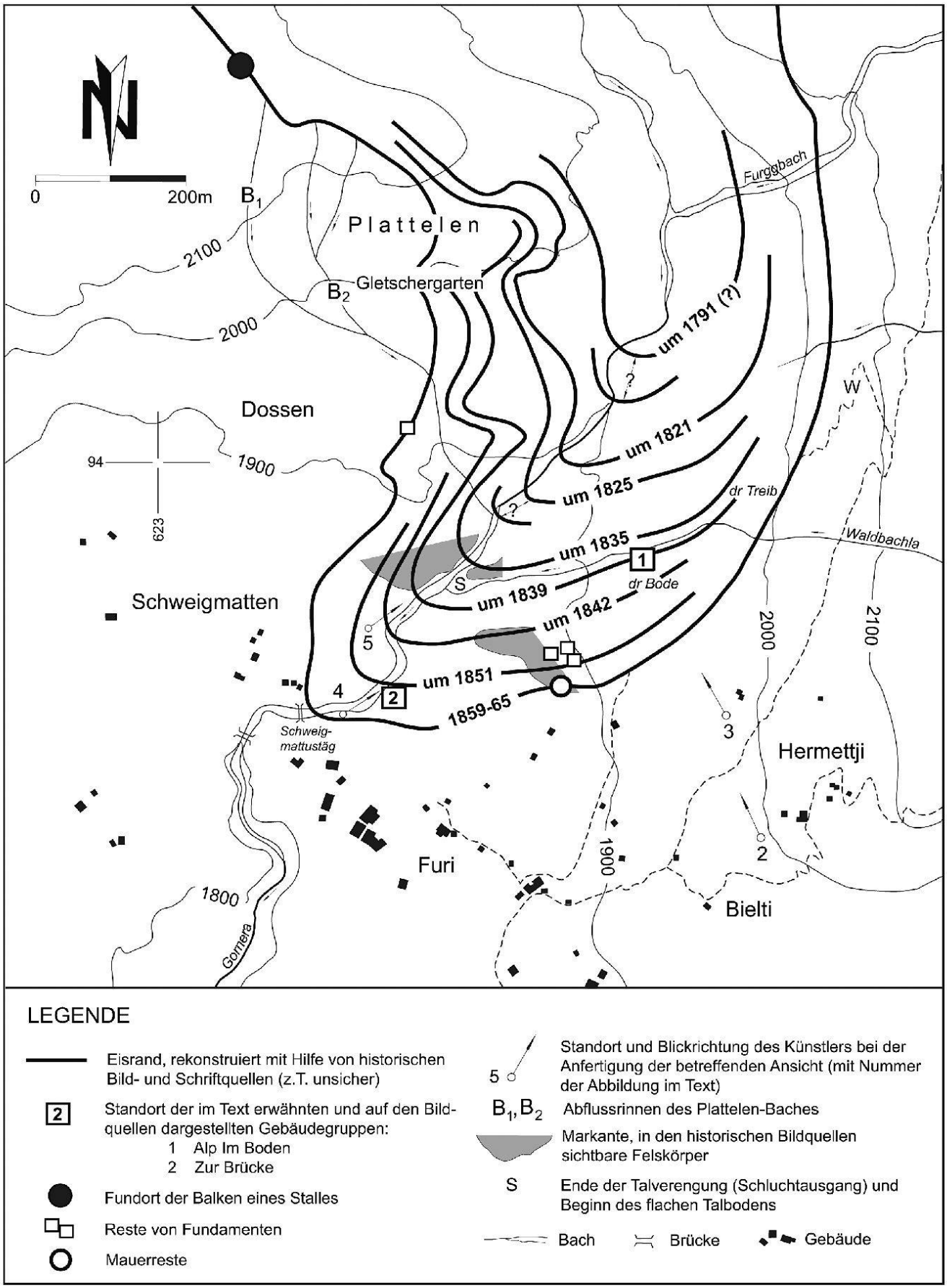

Fig. 9: Der Vorstoss des Gornergletschers von 1791 bis zum Hochstand 1859 rekonstruiert mit Hilfe von historischen Bild- und Schriftquellen.

fünfzig. Diese relativ hohe Gebäudedichte innerhalb des Vorfeldes kann dahingehend gedeutet werden, dass der Gornergletscher während längerer Zeit, bevor er in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts gewaltig vorzustossen begann, keine unmittelbare Gefahr für die Talbewohner darstellte. Schriftliche Hinweise und einzelne Bildquellen weisen darauf hin, dass die Mehrzahl der Alpgebäude und Äcker, die dem Gletscher weichen mussten, auf der linken Talseite sowie im flachen Talboden bei den Schweigmatten standen. Der rechte Talhang eignete sich wegen seiner Topographie – das Gelände ist grösstenteils felsig und abschüssig – weit weniger gut für eine landwirtschaftliche Nutzung und den Bau von Behausungen und Alpgebäuden.

Vereinzelt sind Spuren dieser einst vom Gletscher überfahrenen Gebäude in Form von Trockenmauern noch auffindbar. Sogar fünf Balken eines Stalles wurden gefunden, die teilweise in den Hochstandswall auf den Plattelen eingearbeitet waren (Fig. 9). Der recht gute Erhaltungszustand des Holzes erlaubte eine jahrgenaue dendrochronologische Datierung mit Hilfe der Standard-Lärchenchronologie MKWALLIS (774 - 1996 A. D., Holzhauser 1995). Den Datierungen zufolge wurde das Gebäude in den Jahren 1696 und 1697 errichtet. Aufgrund der Topographie und der Fundumstände darf angenommen werden, dass dieses Alpgebäude innerhalb des Gletschervorfeldes in der Nähe des heutigen Hochstandswalles stand und erst kurz vor dem Hochstand um 1859 vom Gornergletscher erfasst wurde. Weiter kann gefolgert werden, dass von Ende des 17. Jahrhunderts an bis zum beginnenden Vorstoss in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, d. h. während des gesamten 18. Jahrhunderts, der Gornergletscher relativ klein war, denn es ist nicht wahrscheinlich, dass die Talleute Gebäude dicht an den Gletscher gebaut haben im steten Bewusstsein, dass dieser jederzeit gefährlich werden könnte.

Dank

Der Autor möchte den folgenden Institutionen für die Reproduktionsbewilligung folgender Abbildungen danken: der Öffentlichen Kunstsammlung Basel, Kupferstichkabinett (Fig. 3), der Graphischen Sammlung der ETH Zürich (Fig. 4) und der Bibliothèque de la Société Industrielle de Mulhouse (Fig. 6). Zu Dank verpflichtet bin ich auch Herrn Prof. Dr. Heinz Zumbühl (Bern), der mir die Fotografie von Frédéric Martens (Fig. 7) zur Verfügung stellte. Ebenfalls danken möchte ich Herrn Dr. Peter Lehner (Richterswil), der mir den Hinweis auf die Balken des Stalles in der Seitenmoräne des Gornergletschers gab und bei der Bergung tatkräftig mithalf.

Literatur

Agassiz, L. 1840: Etudes sur les glaciers, avec atlas. Neuchâtel.

Agassiz, L. 1841: Untersuchungen über die Gletscher. Deutsche Bearbeitung Carl Vogt. Textband und Atlas. Solothurn.

Bezinge, A. 1973: Feuille documentaire du glacier du Gorner. 3 Seiten (unveröffentliche Mitteilung).

Billy, M. E. 1867: Sur les changements de volume en sens inverse des deux glaciers de Gorner et de Findelen, près de Zermatt en Valais. Annales des Mines, sixième série, Mémoires, Tome XI, S. 431-44. Paris.

Charpentier, J. de 1841: Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du bassin du Rhône par Jean de Charpentier. Lausanne.

Collomb, E. 1849: De l'envahissement séculaire des glaciers des Alpes. Observations faites en août et septembre 1848, par E. Collomb. Supplément à la Bibliothèque universelle de Genève, Archives des sci. nat., Tome I, 1-16. Genève. Auch erschienen als: Envahissement séculaire des glaciers des Alpes, par Ed. Collomb. Archives des sci. phys. et nat. de Genève, 10, 30-43. Genève.

Desor, E. 1840: Journal d'une course faite aux glaciers du Mont Rose et du Mont Cervin, en société de MM. Studer, Agassiz, Lardy, Nicolet et autres, par E. Desor, renfermant une notice sur les glaciers, par M. Agassiz. (Communiqué par l'auteur). Bibl. univ. de Genève, Tome XXVII, mai 1840: 128-154 et juin 1840, 336-370. Genève.

Desor, E. 1844: Excursions et séjours dans les glaciers et les hautes régions des Alpes de M. Agassiz et de ses compagnons de voyage. Neuchâtel, Paris.

Dollfus-Ausset, D. 1863-1872: Matériaux pour l'étude des glaciers. 8 Bde. mit 13 Teilen, Suppl. Bd. und Atlas. Paris, Strasbourg.

Dubler, A. M. 1975: Masse und Gewichte im Staat Luzern und in der Eidgenossenschaft. Bearbeitet im Rahmen der «Luzerner Forschungsstelle für Wirtschafts- und Sozialgeschichte» im Staatsarchiv. 125 Jahre Luzerner Kantonalbank. Luzern.

Dufner, G. 1980: Ingenieur Joachim Eugen Müller 1752-1833. Engelberger Dokumente, H. 8. Engelberg.

Engel, C. E. 1935: Alpinistes d'autrefois; le Major Roger et son baromètre. Neuchâtel et Paris.

Engel, C. E. 1950: Sir John Herschel and the Breithorn. The Alpine Journal, Vol. LVII, May 1950, No. 280, 298-304. London.

Engelhardt, C. M. 1840: Naturschilderungen, Sittenzüge und wissenschaftliche Bemerkungen aus den höchsten Schweizer-Alpen, besonders in Süd-Wallis und Graubünden. 2 Bde, Treuttel und Würtz, Paris und Strassburg.

Engelhardt, C. M. 1852: Das Monte-Rosa und Matterhorn- (Mont-Cervin)-Gebirg, aus der Inseite seines Erhebungsbogens gen Nord; seine Ausläufer und Umgrenzung, besonders der Saasgrat mit dem Mischabeldom über dem Gletscherkrater von Fee. Treuttel und Würtz, Paris und Strassburg.

Forbes, J. D. 1845: Reisen in die Savoyer Alpen und in anderen Theilen der Penninen-Kette nebst Beobachtungen über die Gletscher. Bearbeitet von Gustav Leonhard. Stuttgart.

Grad, C. 1868: Observations sur les glaciers de la Viège et le massif de Monte-Rosa en juillet et août 1866, par M. Charles Grad. Annales des Voyages, de la Géographie, de l'Histoire et de l'Archéologie, dirigées par V. A. Malte-Brun, Année 1868, Tome Deuxième, 273-295 et Tome Troisième, 45-93. Paris.

Gruner, G. S. 1760: Die Eisgebirge des Schweitzerlandes. 3 Bde. Bern.

Hellwig, G. 1983: Lexikon der Masse und Gewichte. – Lexikothek Verlag, Gütersloh.

Hirzel-Escher, 1829: Wanderungen in wenig besuchte Alpengegenden der Schweiz und ihrer nächsten Umgebungen. Zürich.

Hogard, H. 1858: Recherches sur les glaciers et sur les formations erratiques des Alpes de la Suisse. (Textband). Paris, Epinal.

Hogard, H. 1858-1862: Recherches sur les glaciers et sur les formations erratiques des Alpes de la Suisse. 36 Planches (Atlas zum Textband). Paris, Epinal.

Hogard, H. & Dollfus-Ausset, D. 1854: Principaux Glaciers de la Suisse. Imprimés en Lavis-Aquarelle d'après les originaux dessinés et peints d'après nature par Henri Hogard. Matériaux pour servir à l'étude des Glaciers. Publiés par H. Hogard et Dollfus-Ausset. Strasbourg.

Holzhauser H. 1984: Zur Geschichte der Aletsch- und des Fieschergletschers. Physische Geographie, 13. Zürich.

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 Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften (SANW/ASSN), 6, 101-122. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

Imhof, E. 1981: Bildhauer der Berge. Sonderheft Die Alpen, 57. Jg., 3. Quartal, 103-166. Bern.

IPCC 1996: Climate Change 1995. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.

Julen, K., Perren, O., Taugwalder, A., Schuler, L. & Kronig, I. 1995: Orts- und Flurnamen der Gemeinde Zermatt. Tscherrig AG Brig.

Kronig, S. 1927: Familien-Statistik und Geschichtliches über Zermatt. Ingebohl, Kt. Schwyz. Nachdruck (Faksimile) des Originals 1982. Visp.

Lagoltière, R. M. 1989: Mulhouse et la conquête photographique des Alpes et du Mont Blanc. Annuaire historique de la ville de Mulhouse, 2, 39-63. Mulhouse.

Morand, S. & Kempf, C. 1989: Le temps suspendu. Le daguerréotype en Alsace au XIXe siècle. 150e anniversaire de la divulgation de la photographie. Editions Oberlin, Strasbourg.

Nicolussi, K. 1993: Bilddokumente zur Geschichte des Vernagtferners im 17. Jahrhundert. Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie. 26(2), 1990. Innsbruck.

Pfister, C., Holzhauser, H. & Zumbühl, H.J. 1994: Neue Ergebnisse zur Vorstossdynamik der Grindelwaldgletscher vom 14. bis zum 16. Jahrhundert. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern. N.F. 51, Band 1994, 55-79, Bern.

Röthlisberger, F. 1976: Gletscher- und Klimaschwankungen im Raum Zermatt, Ferpècle und Arolla. Sonderheft Die Alpen, 52 (3/4), 59-152. Bern.

Ruden, J. 1870: Familien-Statistik der löblichen Pfarrei von Zermatt, mit Beilagen. Ingebohl, Kt. Schwyz. Nachdruck (Faksimile) 1974. Visp.

Schaaf, L. J. 1992: Out of the Shadows. Herschel, Talbot & the Invention of Photography. Yale University Press, New Haven and London.

Tscheinen, M. 1870: Aus einem Schreiben von Kaplan Stephan Biner in Zermatt vom 26. September 1859. Vjschr. Naturf. Ges. Zürich, 15. Jg., 95-96.

Tyndall, J. 1898: Die Gletscher der Alpen. Autorisierte deutsche Ausgabe. Braunschweig.

Variations Périodiques ... 1880-1999: Les variations pérodiques des glaciers dans les Alpes suisses. Rapports annuels (Jahrbuch des SAC, 3.- 44. Ber.). Titel z. Z.: Die Gletscher der Schweizer Alpen, Zeitschr. des Schweizer Alpen-Clubs (SAC) ‹Die Alpen› (45.- 117. Ber.) und Jahrbuch der GK/SANW und der VAW/ETHZ (95.- 114. Ber.), ab 1999: «The Swiss Glaciers», Glaciological Report No.115/116 - 117/118.

Venetz, I. 1833: Mémoire sur les variations de la température dans les Alpes de la Suisse. Par M. Venetz, ingénieur en chef du Canton du Valais. Réd. en 1821. Denkschriften der allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften, 1(2), 1-38. Zürich.

Vogt, C. 1847: Agassiz' und seiner Freunde geologische Alpenreisen in der Schweiz, Savoyen und Piemont. Ein Alpenreisebuch unter Agassiz', Studer's und Carl Vogt's Mitwirkung verfasst von E. Desor. Deutsch von Carl Vogt. Zweite stark vermehrte Auflage. Frankfurt am Main.

Wolf, R. 1859: Biographien zur Kulturgeschichte der Schweiz. Zweiter Cyclus. Zürich.

Weber, B. (Red. und Mitautor), Ramso, N., Röthlisberger, M., Ruhmer, E. & Wied, A. 1981: Die Alpen in der Malerei. Rosenheimer Raritäten, Rosenheim.

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. Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges., 92. Birkhäuser, Basel, Boston, Stuttgart.

Zumbühl, H. J. 1997: Die Hochgebirgszeichnungen von Samuel Birmann: ihre Bedeutung für die Gletscher- und Klimageschichte. In: Peter und Samuel Birmann: Künstler, Sammler, Händler, Stifter. Katalog zur Ausstellung im Kunstmuseum Basel, 27. September 1997 bis 11. Januar 1998, 59-74.

Zumbühl, H. J. & Holzhauser, H. 1988: Alpengletscher in der Kleinen Eiszeit. Sonderheft zum 125jährigen Jubiläum des SAC. 67(3), 129-322. Bern.