



Angerzellgasse 14
A-6020 Innsbruck

**Birnbachloch-Gletscher –
aus klimatologischer und industriehistorischer Sicht**

Vorwissenschaftliche Arbeit

verfasst von

Caroline Fiegl

Klasse

8B

Betreuungslehrperson

Mag. Marlene Mennel

Abgabetermin

19. Februar 2016

Abstract

Einleitung. Ziel dieser Arbeit war die breit angelegte Untersuchung des Birnbachloch-Gletschers, gelegen am Fuße des Birnhorns in Leogang/Pinzgau. Dieser Gletscher erregte mein Interesse, weil er erstens sehr tief gelegen ist, und zweitens – wie ich im Bergbau- und Gotikmuseum Leogang erfahren konnte – Ende des 19. Jahrhunderts industriell abgebaut wurde. Sein Eis wurde nach München zur Versorgung von Kühlhäusern transportiert. Vieles zu diesem „permanenten Schneefeld“ ist unerforscht, insbesondere seine Erscheinungsform und Größenausdehnung im Zusammenhang mit dem Klimawandel. **Methoden.** Im Herbst 2014 und 2015 unternahm ich Ausflüge zum Birnbachloch-Gletscher zwecks Vermessung und fotografischer Dokumentation. Serielle EDV-gestützte Flächenbestimmungen wurden aus Luftaufnahmen (Orthofotos), Google Earth Bildern und einer historischen Aufnahme aus dem Jahre 1897 durchgeführt. Klimadaten und Ergebnisse aus den Gletscherberichten des ÖAV wurden mit den Veränderungen des Birnbachloch-Gletschers in Beziehung gesetzt. Schließlich trug ich möglichst viel Literatur zur Eisgewinnung vom Birnbachloch-Gletscher Ende des 19. Jahrhunderts zusammen. Mittels Literatur- und Internet-Recherche erhielt ich Daten zu weiteren tiefgelegenen Gletschern der Alpen. **Ergebnisse.** Ende des 19. Jahrhunderts – zur Zeit des industriellen Abbaus – war der Birnbachloch-Gletscher wesentlich größer und massenreicher als zuletzt, aber auch als im Jahre 1880. Meine Messreihe zeigt einen kontinuierlichen Rückgang der Gletschergröße, andererseits dürfte es Phasen mit stabiler Größe oder Gletscherzuwachs gegeben haben. Im Jahr 2014 war nach einem relativ schneereichen Winter und kühlem Sommer der Birnbachloch-Gletscher bis auf winzige Eisreste abgeschmolzen, wogegen 2015 trotz Hitzesommer ein mächtiges Eisfeld vorhanden war (vergleichbar mit der Gletschergröße von 1880). Ich berichte über weitere „tiefgelegene Gletscher“ in den Ostalpen. Die historischen Aspekte zur Natureisgewinnung am Birnbachloch-Gletscher und anderen Alpengletschern werden beleuchtet. **Diskussion.** Zusätzlich zu den Klimatrends (Klimaerwärmung) dürften insbesondere lokale Gegebenheiten (Niederschlagsmenge, Lawinenaktivität, etc.) die entscheidende Rolle für die Größenschwankungen des Birnbachloch-Gletschers spielen. Terminologisch korrekt handelt es sich beim Birnbachloch-Gletscher um ein

„permanentes Eisfeld“, wobei zuletzt der Begriff „permanent“ auch nicht mehr zutrifft, bei fast vollständiger Abschmelzung im Jahr 2014. Historisch interessant ist die Tatsache, dass der Abbau von Natureis vom Birnbachloch-Gletscher besonders ökonomisch vonstatten ging, nachdem der Transportweg zu Eisenbahn (Westbahn) recht kurz war. Meines Wissens wurden in Österreich nur zwei weitere Gletscher zu Kühlzwecken abgebaut, sowie einige wenige in der Schweiz und in Frankreich. Insgesamt ist zu diesem historisch interessanten Thema wenig bekannt.

Vorwort

Ich habe das Thema „Birnbachloch-Gletscher – aus klimatologischer und industriehistorischer Sicht“ für meine Vorwissenschaftliche Arbeit ausgewählt, da mich Gletscher schon immer faszinierten.

An dieser Stelle möchte ich mich besonders herzlich für die Betreuung durch Frau Prof. Mag. Marlene Mennel, die mir immer mit Rat und Tat zur Seite stand, bedanken. Außerdem will ich mich ebenfalls bei meiner Familie und meinen Freunden bedanken, die mich immer wieder zum Weiterschreiben motiviert haben.

Großer Dank für ihre Kooperation geht an Herrn Dr. Alois Schwaiger, Chronist von Leogang, und an Herrn Prof. Hermann Mayrhofer, Kustos des Bergbau- und Gotikmuseum Leogang. Beide Herren sind *die* Experten zum Thema Birnbachloch-Gletscher und haben in den vergangenen Jahren das Wissen darüber zusammengetragen und dokumentiert, und mir zur Verfügung gestellt. Dr. Schwaiger durfte ich auch am Birnbachloch-Gletscher antreffen. Herr Mag. Klaus Spielmann, Geograf und Geschäftsführer der Firma Planalp (Innsbruck), hat mit viel Aufwand und Geduld Orthofotos des Birnbachloch-Gletschers organisiert, und mich gelehrt, die Flächen zu berechnen, wofür ich mich herzlich bedanke!

Dank gebührt Herrn Martin Achraier vom Österreichischen Alpenverein/Innsbruck, der mir „Mitteilungen des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins“ aus dem Jahre 1884 zur Verfügung stellte, sowie Herrn Christian Burchard vom Deutschen Museum, der mich herzlich im Archiv in München empfing und Unterlagen für mich bereitgelegt hat.

Zu guter Letzt möchte ich mich bei meinem Vater, Univ.-Doz. Dr. Michael Fiegl, für die Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten bedanken, weil er immer zur Stelle war, wenn ich Fragen hatte. Ich bin dankbar dafür, dass er mir bei den Formulierungen half und mein Chauffeur und Begleiter zu allen nötigen Ausflügen, wie z. B. in das Archiv des Deutschen Museums in München und nach Leogang zum Birnbachloch-Gletscher, war.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| 1 Einleitung | 6 |
| 2 Definition eines Gletschers | 7 |
| 3 Fragestellung..... | 11 |
| 4 Methoden | 11 |
| 4.1 Vermessung des Birnbachloch-Gletschers..... | 11 |
| 4.2 Veränderung des Birnbachloch-Gletschers im Laufe der Zeit | 12 |
| 4.3 Identifikation weiterer tiefergelegener Gletscher in den Ostalpen..... | 12 |
| 4.4 Historische Dokumente zum industriellen Abbau | 12 |
| 5 Ergebnisse | 13 |
| 5.1 Der Birnbachloch-Gletscher 2015 – und seine Veränderung im Laufe der Zeit ... | 13 |
| 5.2 Weitere Beispiele tiefergelegener Gletscher in den Ostalpen..... | 20 |
| 5.2.1 Blaueis, Berchtesgaden, Bayern/Deutschland | 21 |
| 5.2.2 Kleingletscher der Julischen Alpen, Slowenien | 23 |
| 5.2.3 Sulzenauerferner, Stubaital, Tirol/Österreich: Ein Toteis-Gletscher..... | 24 |
| 5.3 Industrieller Abbau des Birnbachloch-Gletschers im 19. Jahrhundert..... | 26 |
| 6 Diskussion | 29 |
| 6.1 Entstehung tiefergelegener Gletscher | 29 |
| 6.2 Die Bedeutung des Klimawandels für den Birnbachloch-Gletscher | 31 |
| 6.3 Warum wurde gerade der Birnbachloch-Gletscher industriell abgebaut?..... | 33 |
| 6.4 Eine Innovation – Kunsteis ersetzt Natureis | 36 |
| 7 Zusammenfassung | 38 |
| 8 Referenzen..... | 39 |
| 8.1 Originalliteratur, Bücher, Zeitungsartikel | 39 |
| 8.2 Internet-basierte Literatur | 42 |
| 8.3 Abbildungen | 43 |
| 8.4 Tabellen..... | 44 |
| 9 Anhang..... | 45 |

1 Einleitung

Zentrales Thema meiner Vorwissenschaftlichen Arbeit (VWA) ist der Birnbachloch-Gletscher, ein Eisfeld am Fuße des Birnbachhorns in den Leoganger Steinbergen. Ich verbrachte viele Sommer mit meiner Familie im Pinzgau in der Gegend um Saalfelden, und öfters besuchten wir das Bergbau- und Gotikmuseum Leogang. Hier stieß ich auf einen historischen Zeitungsartikel, in welchem vom industriellen Abbau des Birnbachloch-Gletschers berichtet wird (*Illustrierte Zeitung, Unbekannter Autor, 1897, S. 692*). Dieses permanente Eisfeld im Bereich des sogenannten „Birnbachloches“ wird sogar als „niedrigstgelegener Gletscher der Alpen“ (*Bogdanov, 2016*) bzw. als „niedrigstgelegener Gletscher Mitteleuropas“ (*Schwabe, 2014*) beschrieben! Dieses Eisfeld weist Besonderheiten auf, welche mich faszinierten: erstens, die tiefe Lage um 1300 m Seehöhe; zweitens, die Tatsache, dass das Eis Ende des 19. Jahrhunderts industriell abgebaut wurde. Handelt es sich hier überhaupt um einen Gletscher? Wie konnte der Birnbachloch-Gletscher entstehen?

Wegen dieser geografisch-klimatologischen und historischen Besonderheiten fragte ich mich, ob erstens ähnliche Beispiele einer tiefliegenden Gletscherbildung in den Ostalpen existierten und zweitens zum Birnbachloch-Gletscher eine gute Dokumentation vorhanden sei. Ich beschloss, dem Phänomen dieses Eisfeldes und der seinerzeitigen wirtschaftlichen Nutzung näher auf den Grund zu gehen.

Meine Arbeit beleuchtet somit „tiefliegene Gletscher im Alpenraum“, mit besonderer Berücksichtigung des bei Fachleuten bekannten Birnbachloch-Gletschers (*Schwaiger, 2012, S. 355*). Alternative Bezeichnungen lauten „Birnbachgletscher“ oder „Birnhorn-Kees“ (*Schautafel Bergbaumuseum, 2003*). Alte Aufnahmen aus 1897 beweisen, dass hier tatsächlich ein richtiger Eispanzer am Fuß des Gebirgsstockes lag. Im Jahre 2014 war das Eis bis auf einen kleinen Rest abgeschmolzen, 2015 war wieder ein durchgehendes Eisfeld vorhanden. Mir wurde somit klar, dass dieser „Gletscher im weiteren Sinne“ einer großen Variabilität unterliegt.

2 Definition eines Gletschers

In diesem Abschnitt versuche ich, gestützt auf gängige Beschreibungen, das Wesen eines echten Gletschers zu definieren. Ich bin mir bewusst, dass der Begriff „Gletscher“ in der Literatur, aber auch im allgemeinen Sprachgebrauch, unterschiedlich verwendet wird. Einigkeit besteht wohl dahingehend, dass unter „Gletscher“ eine größere Eismasse im Gelände gemeint ist, welche sich aus Schnee durch Umwandlung in Firn und unter Druck weiter in Eis bildet. Ich unterscheide grundlegend zwei Arten von Gletschern:

- Gletscher im engeren Sinne
- Gletscher im weiteren Sinne

Gletscher im engeren Sinne. Hier handelt es sich um Ansammlungen von Schneemassen durch Schneefall, welche sich im Laufe der Zeit durch den Wechsel von Durchfeuchtung und Frieren zu Firn und weiter zu Gletschereis verdichten (**Abb. 1**).

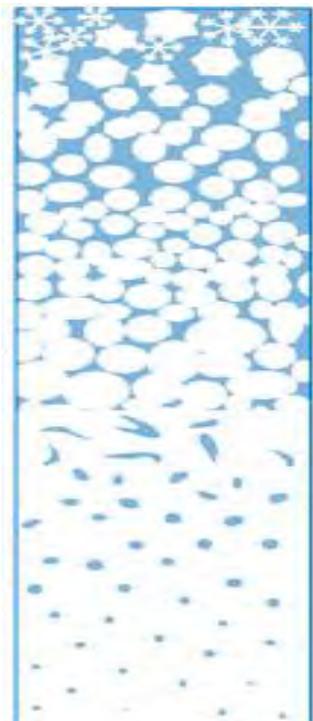


Abb. 1: Umwandlung von Schneekristallen über Firn zu Eis. Aus Neuschneezuwachs an der Oberfläche entsteht mit der Zeit kompaktes Gletschereis (*Funk-Salami, 2004, S.194*).

Die Eisbildung findet normalerweise nur in großer Höhe statt, in einem Bereich, in welchem die Schneezufuhr durch Schneefall größer ist als das Abtauen (Übersicht bei *Funk-Salami, 2004, S. 194*). Man spricht vom „Nährgebiet“ eines Gletschers (**Abb. 2**).

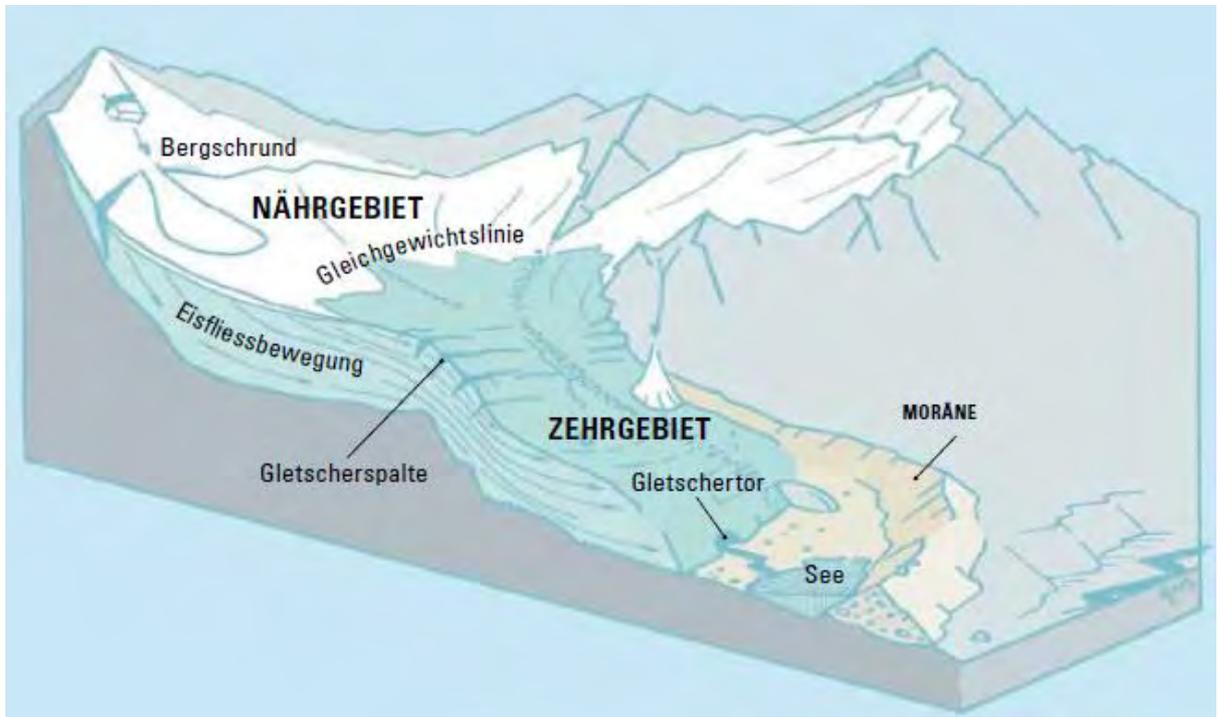


Abb. 2: Schema eines echten Gletschers, hier auch als „Gletscher im engeren Sinne“ bezeichnet (*Funk-Salami, 2004, S. 194*).

Das Eis fließt stetig – gemessen in Jahrzehnten – in tiefere Höhenlagen und schmilzt unter einer bestimmten Höhe schließlich ab („Zehrgebiet“). Der Übergang vom Nährgebiet in das Zehrgebiet ist Schwankungen unterworfen, welche von vielen Faktoren beeinflusst werden: Jahreszeitliche Temperaturschwankungen, Menge an Niederschlag, Ausrichtung in Bezug auf die Himmelsrichtung, Oberflächenbeschaffenheit des Gletschereises (Verschmutzung, Schotterablagerungen, etc.), längerfristige Klimatrends, sowie geografische Breite. In den Ostalpen ist die Höhe der Übergangszone des Nährgebietes zum Zehrgebiet („Gleichgewichtslinie“ [**Abb. 2**]; „Schneegrenze“) je nach Gegend und Lage zwischen 2800 und 3100 m Seehöhe (*Mair, 2007 [Tab. 1]*), was bedeutet, dass auf Bergen unter dieser Seehöhe normalerweise keine Gletscher entstehen können.

| SCHNEEGRENZE in Abhängigkeit von EXPOSITION und GEBIRGE | | | | |
|---|------------|------------|-----------|------------|
| | Nordhälfte | | Südhälfte | |
| | Nr. | Mittelwert | Nr. | Mittelwert |
| SILVRETTA | 38 | 2750 m | 4 | 2890 m |
| ÖZTALER | 48 | 2970 m | 23 | 3130 m |
| STUBAIER | 39 | 2828 m | 9 | 2973 m |
| ZILLERTALER | 25 | 2760 m | 12 | 2933 m |
| TAUERN | 48 | 2800 m | 54 | 2980 m |
| Mittelwert | | 2820 m | | 2980 m |

Tab. 1: Die Schneegrenze gibt die Höhe an, welche Nährgebiet (Akkumulationsgebiet) und Zehrgebiet (Ablationsgebiet) teilt. Sie ist abhängig von Temperatur, Niederschlag, Wind, Geländeform, Höhenlage und Exposition (*Mair, 2007*).

Tatsächlich gibt es im begrenzten Bereich der Ostalpen beachtliche Unterschiede der Möglichkeit der Gletscherbildung, und dies sei am Beispiel der Dachsteingletscher gezeigt: Der Dachstein ist mit 2980 m der höchste Berg Oberösterreichs, ein gewaltiger Kalkstock mit vier großen Gletschern, welche gegen Norden bis zu einer Seehöhe von circa 2400 m herabfallen. Offensichtlich ist es am Dachstein so, dass sich die Gleichgewichtslinie weit im Bereich unter 3000 m Seehöhe befindet, erklärbar wohl durch ein dort kälteres Klima und hohe Niederschlagsmengen im Winter (*Helfricht, 2009, S. 73*).

Gelangt Gletschereis in ein relativ steileres Gelände, bricht das Eis, und es entstehen „Gletscherspalten“ in V-Form, welche je nach Ausprägung der Spaltenbildung einen „Gletscherbruch“ bilden. Der unterste Teil eines Gletschers liegt häufig in einem Talabschnitt, und das Gletscherende wird wegen seiner Form „Gletscherzunge“ bezeichnet. Das abschmelzende Wasser aus dem Gletscher gelangt über das „Gletschertor“, welches oft die Form eines Eisgewölbes aufweist, in den nun sichtbaren Gletscherbach. Zieht sich die Gletscherzunge durch Abschmelzung zurück, bleiben zuvor mitbewegte Gesteinsmassen im Bereich des größten (letzten) Gletschervorstoßes liegen und bilden eine „Moräne“, sei es am tiefsten Punkt des Gletschers („Endmoräne“) oder im Bereich der größten seitlichen Ausdehnung („Seitenmoräne“). Oft hinterlässt der zurückweichende Gletscher im Zungenbereich einen See (**Abb. 2**).

Gletscher im weiteren Sinne. Es existieren in den Ostalpen jedoch permanente Eisfelder mit Gletschereis, deren Bildung auf andere Phänomene als oben beschrieben zurückzuführen ist. Ich spreche in diesem Falle von „Gletscher im weiteren Sinne“.

Ich unterscheide drei Typen von Gletschern im weiteren Sinne, wobei Zwischenformen häufig sind:

- **Kargletscher:** vergletschertes Eisfeld, meist in einem schattigen Kar, ohne wesentliche Fließbewegung; wegen seiner Lage durchaus unter der für die Gegend charakteristischen Schneegrenze gelegen; Beispiel: Blaueis (*Hagg, 2016*).
- **Lawinengletscher:** permanente Eisbildung im Einzugsbereich von Lawinen; Gletschereisbildung auch in ausgesprochen tiefen Lagen; Beispiel: Birnbachloch-Gletscher (*Schwaiger, 2012, S.355*), Eiskapelle (*Berchtesgadener Land Tourismus GmbH, 2016*).
- **Toteis:** Gletscherzunge wird vom Hauptgletscher durch Felsriegel abgetrennt; endgültiges Abschmelzen droht (*Schwanke et al., 2010, S. 350*); Beispiel: Sulzenauerferner, abgetrennte Gletscherzunge.

Im Einzelfall ist eine exakte Kategorisierung tiefergelegene Gletscher in den Ostalpen nicht möglich, weil Zwischenformen der Gletschertypen existieren und lokale Gegebenheiten eine atypische Gletscherbildung ermöglichen: Ein wohlbekanntes Beispiel für letzteres ist der Dachstein-Gletscher in Oberösterreich (*Helfricht, 2009, S. 73*), aber auch das Blaueis bei Berchtesgaden/Bayern (*Hagg, 2016*), welches ich unten näher beschreibe. Es gibt natürlich eine Reihe weiterer Beispiele tiefergelegener Gletscher in den Ostalpen, und diese waren häufig Gegenstand von Diplomarbeiten und wissenschaftlicher Untersuchungen (z. B. *Seiser, 2010*). In meiner Arbeit beleuchte ich alle drei beschriebenen Typen von tiefergelegenen Gletschern.

3 Fragestellung

Als erstes stellte ich mir die Frage nach dem aktuellen Zustand des Birnbachloch-Gletschers. Wie hat sich der Birnbachloch-Gletscher in den vergangenen 135 Jahren verändert – Stichwort Klimawandel?

Zweitens fragte ich mich, ob das Phänomen „Birnbachloch-Gletscher“ einzigartig sei oder ob es ähnliche Fälle tiefergelegener Gletscher in den Ostalpen gäbe.

Ich stellte fest, dass die Dokumentation über den industriellen Abbau des Eises vom Birnbachloch-Gletscher zur Zeit der Jahrhundertwende zum 20. Jahrhundert limitiert ist. So war meine dritte Frage zum Thema Birnbachloch-Gletscher folgende: Ist es mir möglich, durch intensive Recherche detaillierte Fakten zur industriellen Verwertung des Gletschers mit wissenschaftlichem Neuwert zusammen zu tragen?

4 Methoden

4.1 Vermessung des Birnbachloch-Gletschers

Am 28.09.2014 gingen wir (die Familie Fiegl) erstmals zum Birnbachloch-Gletscher und versuchten eine Größenbeurteilung durch Fotografie, wobei als Maßstab zur Abschätzung der Gletscherdicke eine 1,80 m große Person diente. Im Herbst 2015 gingen wir nochmals zum Birnbachloch-Gletscher, mit dem Vorsatz, eine genauere Messung mittels Meterband zur Bestimmung der aktuellen Gletschermaße und -form durchzuführen. Mag. Klaus Spielmann, Geograf und Geschäftsführer der Firma Planalp (Innsbruck), stellte mir Orthofotos zur Verfügung und unterwies mich in Methoden der Kartografie, insbesondere der Flächenberechnung aus Quantum GIS (QGIS) und Google Earth. Die Seehöhe des Gletscherober- und -unterrandes 2015 wurde in Google Earth bestimmt.

4.2 Veränderung des Birnbachloch-Gletschers im Laufe der Zeit

Der Vergleich von historischen Aufnahmen, Luftaufnahmen (Orthofotos) und Google-Earth Bildern im Zeitverlauf ermöglichte die Abschätzung der unterschiedlichen Gletschergrößen im Laufe der Zeit. In vielen Fällen gelang es, aus den Gletscherberichten des Österreichischen Alpenvereins (ÖAV) klimatische Besonderheiten des jeweiligen Berichtjahres mit der Größenausdehnung des Gletschers in Beziehung zu setzen.

4.3 Identifikation weiterer tiefelegener Gletscher in den Ostalpen

Durch Literatursuche inklusive Google-Suche fand ich interessante Beschreibungen weiterer tiefelegener Gletscher in den Ostalpen, sowohl in der Nähe des Birnbachloch-Gletschers (ähnliches Klima), als auch weiter weg, nämlich südlich des Alpenhauptkammes in Slowenien (Triglav-Gebiet). Schließlich untersuchte ich den untersten Teil des Sulzenauerferners, welcher vom Hauptgletscher abgetrennt ist und laufend an Masse abnimmt („Toteis“).

4.4 Historische Dokumente zum industriellen Abbau

Bei einem Museumsbesuch im Bergbau- und Gotikmuseum Leogang fand ich einen alten Zeitungsausschnitt zum Thema „Industrieller Abbau des Birnbachloch-Gletschers“. Weitere Dokumente zum Gletscherabbau erhielt von Prof. Mayrhofer vom Bergbau- und Gotikmuseum Leogang, von Dr. Alois Schwaiger/Leogang (siehe auch *Schwaiger, 2012, S. 355*), von Martin AchRAINER vom ÖAV/Innsbruck, sowie von Christian Burchard vom Deutschen Museum in München. Weiters erhielt ich interessante Informationen aus einer erweiterten Google-Suche.

5 Ergebnisse

5.1 Der Birnbachloch-Gletscher 2015 – und seine Veränderung im Laufe der Zeit

Der Gletscherrückgang der vergangenen Jahrzehnte ist wissenschaftlich für viele Gletscher Österreichs dokumentiert (*Fischer, 2015, S. 26; Zängl & Hamberger, 2004, S. 14*). Vom Birnbachloch-Gletscher existierten meines Wissens bislang keine systematischen Größenaufzeichnungen, und ein wesentliches Ziel meiner VWA ist es, möglichst viele Daten zur Größenausdehnung des Birnbachloch-Gletschers im Laufe der Zeit zu erheben (Abb. 3-6; Tab. 2). Unterschiedliche Quellen ermöglichten es mir, relativ detailliert Daten über die Größe des Gletschers sowie über die Seehöhe am Stirnende des Gletschers zu erheben. Zum einen liegen mir Größenangaben aus der Zeit zwischen 1880 und 1883 vor (*Fugger, 1884, S. 317*). Weiters gelang die Bestimmung der Gletscherfläche durch Abschätzung der geografischen Gletscherbegrenzungen aus alten Fotografien (1897), aus Luftbildern (Orthofotos: 1954, 1995, 2002, 2008, 2012) sowie Google Earth (2015). Wir unterschieden in den Flächenbestimmungen jeweils ein oberes und ein unteres Gletscherfeld, welche zumindest 1954 noch zusammen hingen. In der Fotografie aus 1897 war nur das untere Gletscherfeld auswertbar (Abb. 3), ebenso bei meinen Erhebungen in den Jahren 2014 und 2015.

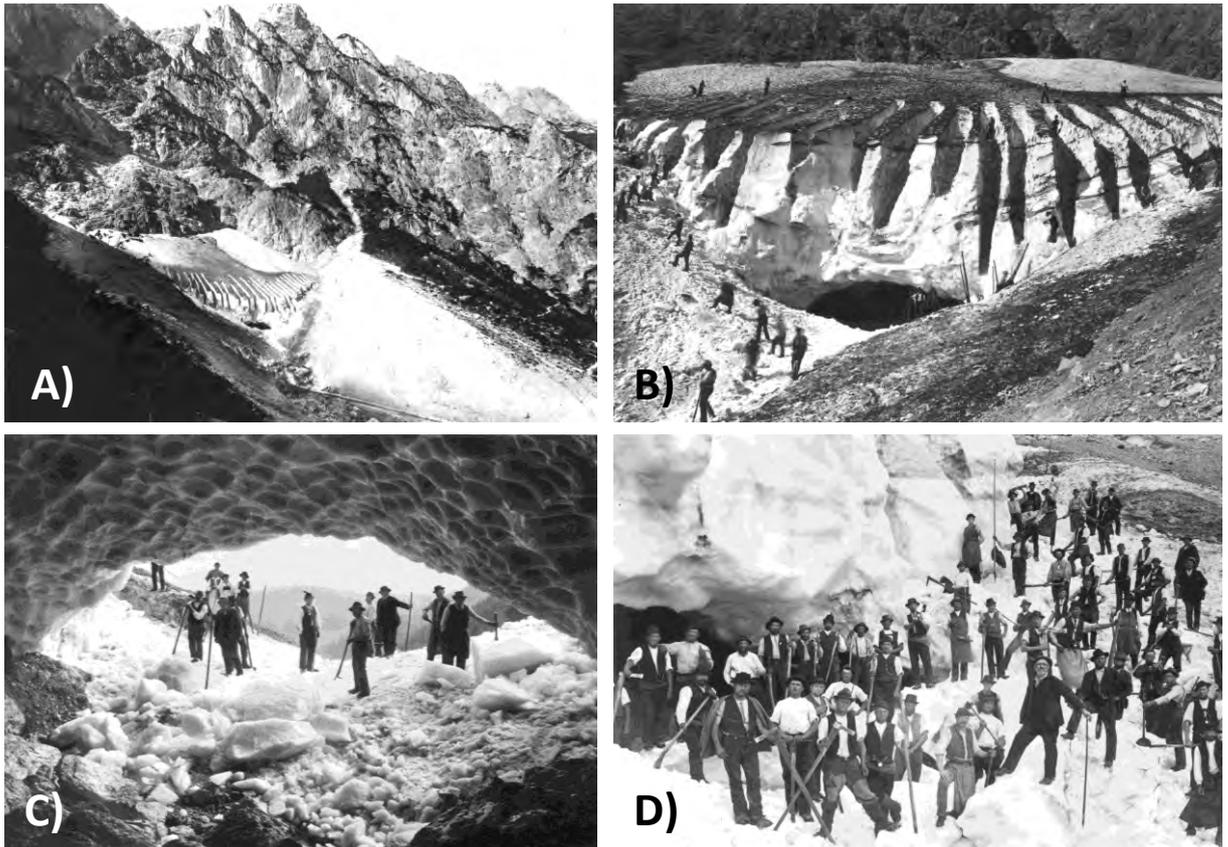


Abb. 3: Der Birnbachloch-Gletscher 1897, Fotografien aus der Photographischen Kunstanstalt, Technisches Archiv des Deutschen Museums, München. **A)** Blick in nordöstliche Richtung. **B)** Die Dicke des Gletschers anhand dieses Fotos abschätzbar, die länglichen Rillen im Eis stammen von Sprengungen. **C)** Das Gletschertor. **D)** Die Arbeit am Gletscher war relativ gut bezahlt (Müller, 1995, S. 773).

Die erhobenen Daten sind in der Tabelle 3 dargestellt, wobei die Flächen jeweils des oberen und unteren Gletscherfeldes und die Gesamtfläche angegeben werden. Am 28. September 2014, als ich das erste Mal zum Birnbachloch-Gletscher aufstieg, stellte ich fest, dass im unteren Gletscherfeld kein geschlossenes Gletscherareal bzw. Schneefeld vorhanden war, lediglich im Randbereich östlich und westlich befanden sich zwei kleine Eisgebilde mit einer geschätzten Ausdehnung von 5 x 2 x 3 m (westlich) bzw. 15 x 9 x 3 m (östlich, Abb. 4). Somit betrug im Jahre 2014 die Fläche des unteren Gletscherfeldes auf jeden Fall $<0,1$ ha. 2015 fand ich wieder ein großes durchgehendes Schneefeld mit einem Gletschertor und einem Randschlund am Oberrand vor (Abb. 5).

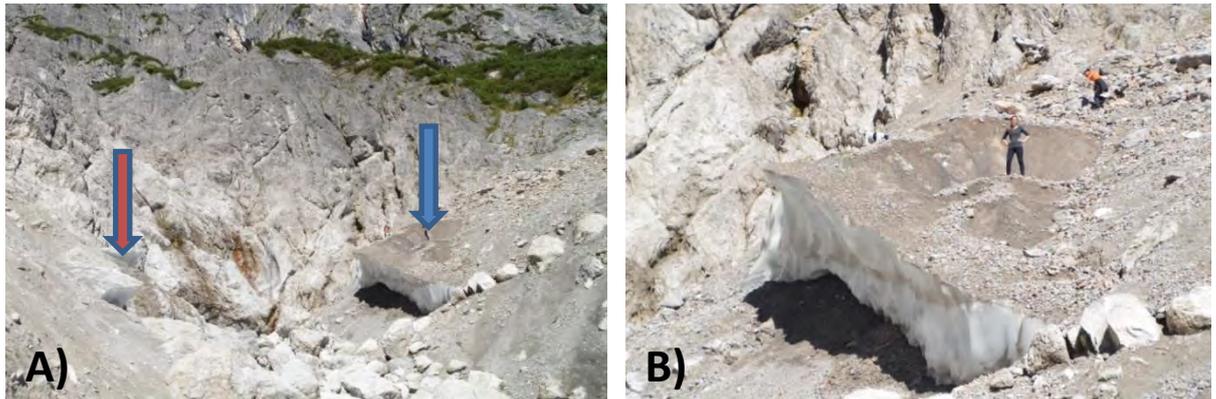


Abb. 4: Der Birnbachloch-Gletscher im September 2014. **A)** In der Gesamtansicht sieht man nur mehr zwei Restbereiche des Gletschereises (roter Pfeil: westlicher Anteil; blauer Pfeil: östlicher Anteil). **B)** Die Größenverhältnisse des östlichen Teiles sind durch die abgebildeten Personen gut abschätzbar. Weiters fällt eine mittelgradige Bedeckung durch Schotter und Geröll auf, wodurch die Abschmelzung des Eises im Jahr 2014 verstärkt gewesen sein dürfte (Caroline Fiegl, 2014).



Abb. 5: Der Birnbachloch-Gletscher am 04.11.2015. **A)** Gesamtansicht von oben. **B)** Gletschertor. **C)** Oberrand des Gletschers mit Gletscherschlund (Caroline Fiegl, 2015).

Zur Seehöhe des Stirnendes liegen mir nur die Beschreibungen aus den Jahren 1880, 1881 und 1883 vor (Fugger, 1884, S. 317, siehe auch Anhang), sowie meine Messungen aus Google Earth aus den Jahren 2000 (1226 m) und 2015 (1236 m).

Das Gletschertor wurde bereits 1884 als „prachtvolles Eisthor“ mit einer Weite von 20 m und einer Höhe von 6 m beschrieben (*Fugger, 1884, S. 317*). Bei meiner Begehung am 2. November 2015 betrug die gemessene Höhe 5 m und die Breite circa 15 m. *Fugger (1884, S. 317)* beschrieb als Charakteristikum der Innenoberfläche der resultierenden Eishöhle „schüsselförmige Aushöhlungen, welche wabenartig nebeneinander gereiht waren und einen Durchmesser von circa 30 cm hatten“. Dieses Phänomen ist auf die Abschmelzvorgänge im Inneren des Eisfeldes zurückzuführen und konnte auch bei meiner Dokumentation gut beobachtet werden (siehe Anhang). Die exakten Gletschermaße wurden auch für das Jahr 2015 aus QGIS abgeleitet. In der Zusammenschau aller Flächenmessungen des Birnbachloch-Gletschers (Abb. 6) ergibt sich eine hochgradige Variabilität der Eismasse bzw. Größenausdehnung des Gletschers, mit dem Tiefstwert 2014 (Tab. 2). Offensichtlich ist es so, dass die Größe des Gletschers nicht in jeder Hinsicht der Größendynamik der Alpengletscher folgt, sondern auch von lokalen Gegebenheiten, wie Niederschlagsmenge und Schneezufuhr durch Lawinen, abhängt. Ich kann durch das Literaturstudium ableiten, dass die Größe des Birnbachloch-Gletschers 1880 ziemlich genau der Größe 2015 entsprach (wenn auch die Angabe der Seehöhe des jeweiligen Stirnendes divergiert), 1883 jedoch viel kleiner war (*Fugger, 1884, S. 317*). Nur ein Jahr später, 1884, begann der industrielle Abbau (*MDOeAV, Unbekannter Autor, 1884, S. 382*), was nahelegt, dass bereits 1884 und in den Folgejahren der Birnbachloch-Gletscher mächtiger war. Dies ist in den Fotodokumenten (Abb. 3 & Anhang) gut belegt, und man weiß auch, dass in den letzten zwei Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts eine weltweite Abkühlung (*Schmidt & Schwunk, 2016*) und in den Alpen ein kleiner Gletschervorstoß stattfand (*Nicolussi, 2013, S. 69*). Weiters waren nach 1884 die Niederschlagsmengen im Winterhalbjahr und vermutlich die Schneezufuhr durch Lawinen überdurchschnittlich (*Hann, 1911, S. 237*). Ich vermute, dass die größte Ausdehnung und Mächtigkeit des Birnbachloch-Gletschers im Zeitraum seines Abbaus 1897 bestand, wie Abbildung 3 belegt: so betrug die Dicke im Bereich des Gletschertors circa 10 – 15 m und an seiner dicksten Stelle weiter oben circa 25 – 40 m. In meiner eigenen Abmessung im November 2015 betrug die längliche Ausdehnung 66 m, die Breite am Oberrand circa 45 m, am Unterrand circa 15 m. Die Gletscherdicke am Unterrand betrug 5 m (Abb. 5), ich schätze die Dicke an der mächtigsten Stelle im oberen Bereich auf 10-12 m. Interessanterweise wies der

Birnbachloch-Gletscher im Jahre 1880 sehr ähnliche Maße auf (*Fugger, 1884, S. 317*). Allein diese Beobachtung zeigt sehr schön, dass der Birnbachloch-Gletscher beachtlichen Größenschwankungen unterworfen war. Die Zeit um 1880 dürfte klimatisch wärmer als die Jahrzehnte zuvor und danach gewesen sein, so beobachtete man auch beim Blaueis/Berchtesgaden zu dieser Zeit einen vorübergehenden Gletscherrückzug (siehe Tab. 4).

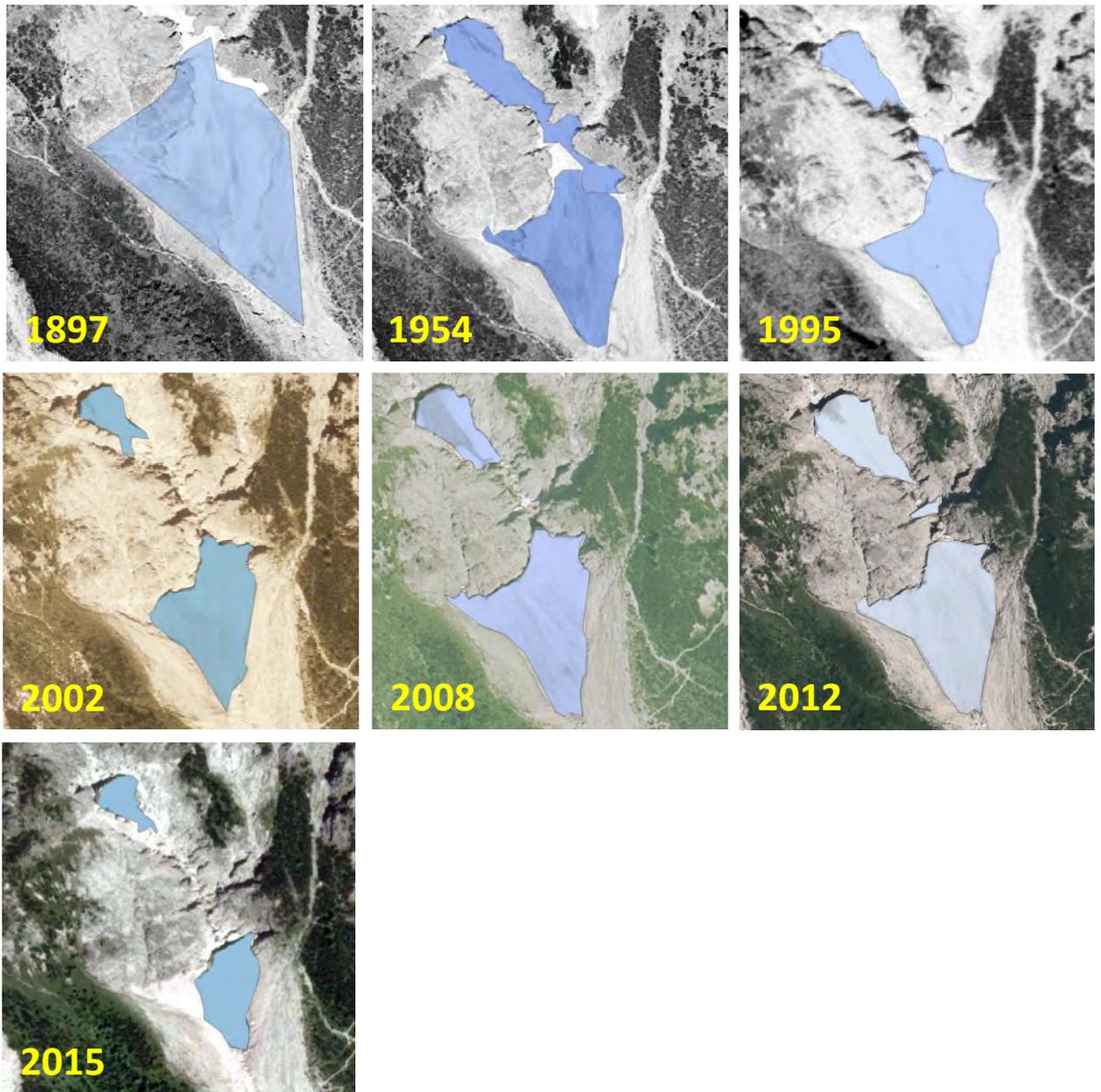


Abb. 6: Der Birnbachloch-Gletscher im Laufe der Zeit. Flächenbestimmungen durch EDV-gestützte Umrandung des Eisfeldes von Orthofotos (*SAGIS, 2015*) bzw. aus *Google Earth (2015)*. Die Flächenbestimmung im Jahre 1897 erfolgte durch Übertragung von markanten Geländepunkten der damaligen Gletscherausdehnung (Fotografie aus dem Jahr 1897, Abb. 3) auf ein Orthofoto. Im Bild von 1954 ist ersichtlich, dass damals das obere und untere Gletscherfeld noch verbunden waren.

Bemerkenswerterweise zeigte sich im Jahre 2015, welches weltweit als heißestes Jahr seit Beginn der Temperaturlaufzeichnungen gilt, eine weniger ausgeprägte Abschmelzung des Birnbachloch-Gletschers als im Jahr zuvor. Als wahrscheinlichste Ursache nehme ich eine wesentlich höhere Schneezufuhr im Winterhalbjahr 2014/15 an, obwohl dies durch die Gletscherberichte aus den Haushaltsjahren 2013/14 und 2014/2015 nicht eindeutig nachvollzogen werden kann (Fischer, 2015, S. 26; Hynek, 2015). Umso mehr dürften lokale klimatische Gegebenheiten zu einer besonders ausgeprägten Eisbildung im Winterhalbjahr 2014/15 geführt haben. Dieser Eispanzer konnte offensichtlich den Hitzesommer 2015 gut überstehen. Erwähnenswert ist auch meine Beobachtung, dass auf der Oberfläche des Resteises aus dem Jahr 2014 relativ viel Schotter und Geröll lag (Abb. 4), wogegen 2015 praktisch kein Schotter und Geröll festzustellen war (Abb. 5). Ich nehme an, dass 2014 vermehrter Steinschlag durch nicht näher definierte Umstände auftrat. Diese Tatsache dürfte im Fall des Birnbachloch-Gletschers die Absorption der Sonneneinstrahlung verstärkt haben, mit verstärkter Abschmelzung.

| Jahr | 1897 | 1954 | 1995 | 2002 | 2008 | 2012 | 2014 | 2015 |
|------------------------------------|----------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|--------------|
| Foto | Historische Aufnahme | Ortho | Ortho | Ortho | Ortho | Ortho | Eigene Messung | Google Earth |
| Fläche oberes Gletscherfeld in ha | - | 0,37 | 0,15 | 0,1 | 0,18 | 0,26 | - | 0,08 |
| Fläche unteres Gletscherfeld in ha | 1,4 | 0,62 | 0,65 | 0,48 | 0,64 | 0,67 | <0,1 | 0,24 |
| Oberfläche gesamt in ha | - | 0,99 | 0,80 | 0,58 | 0,82 | 0,93 | - | 0,33 |
| Klimatologischer Kontext | Nicolussi, 2013 | Klebelsberg, 1954 | Patzelt, 1996 | Patzelt, 2003 | Patzelt, 2009 | Fischer, 2013 | Fischer, 2015 | Hynek, 2015 |

Tab. 2: Vermessung des Birnbachloch-Gletschers. Die Flächebestimmung des oberen und unteren Gletscherfeldes erfolgte EDV-gestützt auf grafischem Wege mittels QGIS-Programm (Abb. 6). Die Gletschergröße folgt teilweise dem allgemeinen Trend der Gletscherschrumpfung; lokale, klimatologische Begebenheiten wie Niederschlagsmenge in Form von Schnee, Schneezufuhr durch Lawinen und Sonnenexposition sind zusätzliche, wesentliche Faktoren: dieser lokale, klimatologische Kontext kann in den Gletscherberichten des ÖAV (siehe Literaturhinweise in der letzten Zeile) abgeleitet werden.

Um die Größenverschiebungen von Gletschern nördlich des Alpenhauptkammes und im Speziellen des Birnbachloch-Gletschers mit Klimadaten in Beziehung zu setzen, werden im Folgenden stichwortartig Daten zum Gletscher-Haushaltsjahr aus den Gletscherberichten des ÖAV zusammengefasst, bzw. für 2014/2015 aus dem Bericht der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG). Ich lege Augenmerk auf Wetterdaten und Schneemengen nördlich des Alpenhauptkammes:

- **ÖAV-Gletscherbericht 1953/1954:** wenig Schneezufuhr im Nährgebiet im Winter; Anstieg der Schneegrenze in den vergangenen Jahrzehnten; kühler Sommer 1954; Fazit: weiter allgemeiner Gletscherrückgang, aber etwas weniger ausgeprägt (*Klebelsberg, 1954, S. 8*).
- **ÖAV-Gletscherbericht 1994/1995:** Winterhalbjahr um 0,7° C zu warm; in Nordstaulagen März bis Mai Entwicklung einer mächtigen Schneedecke; kühler Juni, sehr heißer Hochsommer; Fazit: weiter allgemeiner Gletscherrückgang, aber in Nordstaulagen etwas weniger; einige Gletscher erreichen nach dem Vorstoß zwischen 1970-1985 den Gletscherstand vor Beginn des Vorstoßes (*Patzelt, 1997, S. 14*).
- **ÖAV-Gletscherbericht 2001/2002:** Im Dezember überdurchschnittliche Schneemengen, dann extrem schneearm; insgesamt um ca. 20% unterdurchschnittliche Schneedecke; Mai und Juni sehr warm, Sommer feucht, ohne Neuschnee in Höhenlagen, insgesamt lange Abschmelzperiode; Fazit: deutlich verstärkter Gletscherrückgang (*Patzelt, 2003, S. 6*).
- **ÖAV-Gletscherbericht 2007/2008:** Kühler, schneereicher Frühwinter; warmer Hochwinter, kalter März und durchschnittlicher April; überdurchschnittliche Schneemengen; Sommer überdurchschnittlich warm; Schneefälle im Juli verzögerten die Ausaperung, heißer August; Fazit: leicht unterdurchschnittlicher Rückschmelzbetrag im Vergleich mit den Jahren zuvor (*Patzelt, 2009, S. 18*).
- **ÖAV-Gletscherbericht 2011/2012:** extrem trockener November, gefolgt von winterlichen Schneerekorden am Alpennordrand; Spätwinter (März) und Sommer überdurchschnittlich warm, vielerorts Starkniederschläge mit Regen

bis in große Höhe, Abschmelzung in tiefen Lagen bis 15.10.2012; Fazit: Gletscher gingen im Berichtsjahr stark zurück (*Fischer, 2013, S. 22*).

- **ÖAV-Gletscherbericht 2013/2014:** im Norden und Westen unterdurchschnittlich viel Schnee auf den Gletschern; überdurchschnittlich warmer Winter; Sommer 2014 relativ kühl, knapp unter dem langjährigen Mittel; Fazit: weiterer Gletscherrückgang in Österreich, abgesehen von einigen stationären Gletschern und vier vorstoßenden Gletschern; Gletscherrückgang etwas geringer als in den Vorjahren (*Fischer, 2015, S. 26*).
- **Bericht ZAMG, 10.12.2015:** im Winter um ca. 10% mehr Schneefall als im langjährigen Mittel; 2015 zweitwärmster Sommer seit der Beginn der Messungen, seit 1911 auch der trockenste Sommer; Fazit: „Die Abschmelzraten waren auf allen von uns vermessenen Gletschern in den Hohen Tauern im Bereich der Rekordwerte aus dem Jahr 2003“ (*Hynek, 2015*).

Interessanterweise kann ich am Birnbachloch-Gletscher die extreme Gletscherschmelze in den Ostalpen des Jahres 2015 nicht nachvollziehen; vielmehr dürften lokale Faktoren dazu beigetragen haben, dass die Abschmelzung des Birnbachloch-Gletschers 2015 viel geringer ausfiel als im kühlen Sommer 2014. Am ehesten dürfte am Winter 2014/2015 eine größere Schneezufuhr durch Lawinen stattgefunden haben, zusätzlich dürfte die Qualität der Eisbildung im ersten Halbjahr 2015 größer als im Jahr zuvor gewesen sein.

5.2 Weitere Beispiele tiefgelegener Gletscher in den Ostalpen

Bei der Literatursuche über weitere Beispiele tiefgelegener Gletscher in den Ostalpen fand ich eine Reihe solcher Gletscher. Es gibt eine Diplomarbeit, welche eine detaillierte Aufstellung von „Kleingletschern“ in den Stubai Alpen beschreibt (*Seiser, 2010, S. 4*). Für diese VWA möchte ich drei Beispiele tiefgelegener Gletscher herausgreifen, wobei gemeinsame Charakteristika mit dem Birnbachloch-Gletscher hervorgehoben werden:

- Entstehung unter der theoretischen Schneegrenze
- Lokale Gegebenheiten, welche die Eisbildung begünstigen (Lawinen)

- Abnahme der Eismasse in den vergangenen Jahrzehnten

In der Tabelle 3 werden Daten zu den in meiner VWA beschriebenen tiefgelegenen Gletschern zusammengefasst, wobei die in der Literatur erhobenen unterschiedlichen Zeitangaben der Gletschermessung berücksichtigt sind. Zum Blaeis-Gletscher in Berchtesgaden gibt es bereits eine sehr ausführliche Tabelle, welche in meiner VWA gesondert dargestellt wird.

| | Birnbachloch-Gletscher (unteres Gletscherfeld) | Triglav-gletscher | Westl. Canin-gletscher | Östl. Canin-gletscher | Montasch-gletscher | Blaeis |
|----------------------------------|--|-------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------|
| Seehöhe in m, Oberrand Gletscher | 1295 (2015) | - | - | - | 2100 (2006) | 2850 (2009) |
| Seehöhe in m, Stirnende | 1226 (2000) 1236 (2015) | 2400 (1991) | 2250 (1991) | 2150 (1991) | 1860 (1991) 1940 (2006) | 2650 (2009) |
| Fläche vor/um 1900 (ha) | ~1,4 | - | - | - | | ~16,4 |
| Fläche um 1950 (ha) | ~0,6 | 12,7 | 21,2 | 10,6 | 7,5 | ~15,2 |
| Fläche um 1990 (ha) | ~0,7 | 10 | 8-9 | 6,5-7 | 7,5 | ~12,3 |
| Fläche aktuell (ha) | ~0,2 | - | - | - | ~1,7 | ~7,5 |

Tab. 3: Diese Tabelle bietet einen Größenvergleich von tiefgelegenen Kleingletschern. In den Flächenangaben wird ersichtlich, dass ein kontinuierlicher Gletscherschwund seit der Jahrhundertwende 19./20. Jahrhundert zu beobachten war, am meisten ausgeprägt jedoch in der Zeit nach 1990. Der Gletscherrückzug lässt sich auch am Ansteigen der Seehöhe am Stirnende ablesen.

5.2.1 Blaeis, Berchtesgaden, Bayern/Deutschland

Der Blaeis-Gletscher (kurz: „Blaeis“) gilt als der nördlichste Gletscher der Alpen und liegt an der Nordseite im Blaeiskar unter dem Hochkalter (2607 m) im Gemeindegebiet von Ramsau bei Berchtesgaden. In einer mir vorliegenden Aufnahme aus dem Jahr 1934 zeigt sich ein durchgehender Gletscher mit Schrund am Oberrand, zwei Gletscherbrüchen und einer Gletscherzunge (Abb. 7, Zängl & Hamberger, 2004, S. 14). Diese Formationen belegen, dass es sich beim Blaeis um einen „echten“ Gletscher handelte, weil Spaltenbildung nur durch die Fließbewegung des

Gletschereises über eine sich ändernde Hangneigung entsteht. In den folgenden Jahrzehnten kam es zur Zerteilung des Gletschers im Bereich des ehemaligen oberen Gletscherbruches durch Ausapern in diesem Bereich, es bildete sich ein Felsriegel. Dies führte zu einem oberen Gletscherfeld (im Jahre 2009 zwischen 2428 m und 2218 m Seehöhe, ermittelt durch Google Earth) und einem unteren Gletscherfeld im Sinne eines Toteises (Seehöhe zwischen 2119 m und 1985 m). Die sich ändernden Größenverhältnisse des Blaueis-Gletschers sind besonders gut seit 1820 bis in die Gegenwart dokumentiert (Tab. 4; *Hagg, 2016*). In diesem Zeitraum wurden insgesamt drei Gletschervorstöße beobachtet, Ende des 19. Jahrhunderts, in den 20er Jahren und zuletzt um das Jahr 1980, als sich die beiden Gletscheranteile wieder vereinten (Abb. 7). Die Dynamik des Größer- und Kleinerwerdens des Gletschers kann in einer Filmanimation angesehen werden (*Hagg, 2016*). Im Jahr 2015 ist das Blaueis auf einige Restschneefelder zusammengeschmolzen.

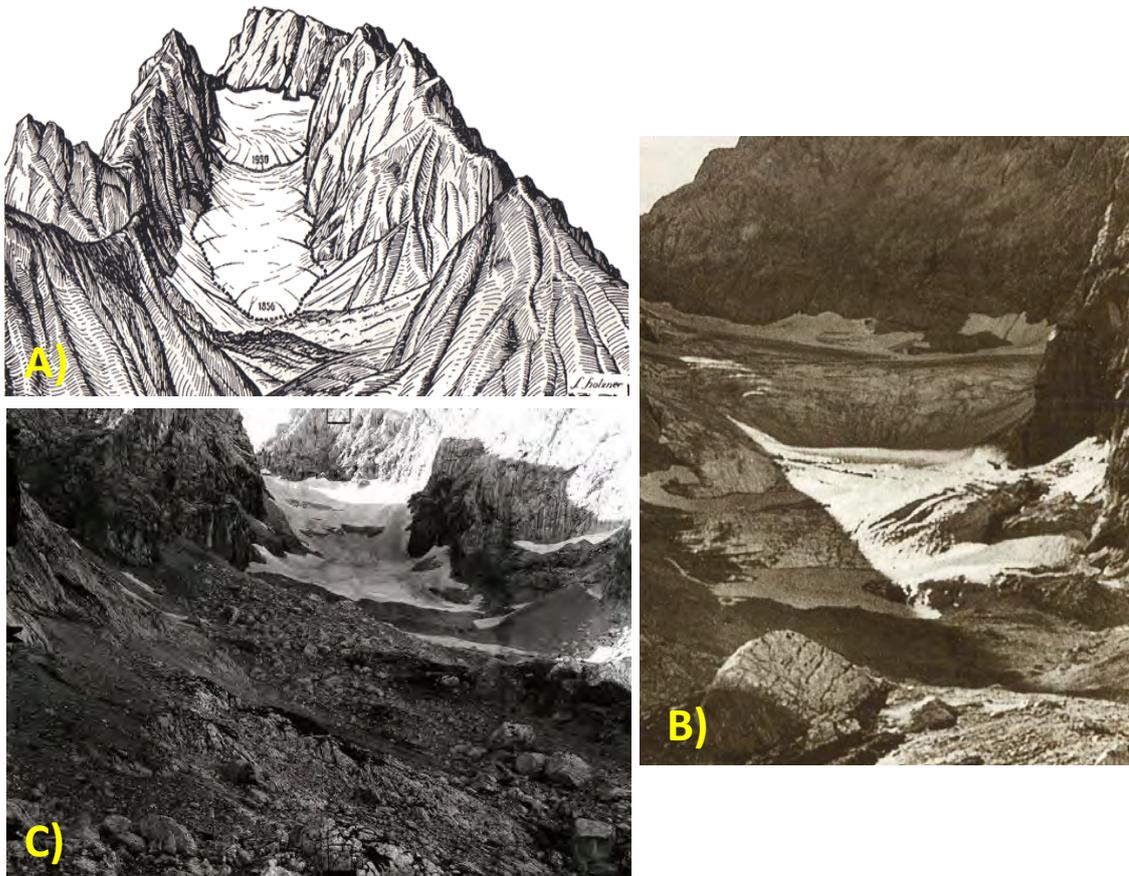


Abb. 7: Das Blaueis bei Berchtesgaden. **A)** Eine alte Grafik zeigt die Gletscherstände im Jahre 1856 und 1890 (*Hagg, 2016*). **B)** In dieser Aufnahme aus dem Jahre 1934 erkennt man den mächtigen Gletscherbruch (*Zängl & Hamberger, 2004, S. 14*). **C)** Im Jahre 1980, zur Zeit des letzten Gletschervorstoßes, wurden der obere und untere Gletscheranteil „wiedervereint“ (*Hagg, 2016*).

| | 1820 | 1889 | 1924 | 1949 | 1959 | 1970 | 1980 | 1989 | 1999 | 2006 | 2009 |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Gesamtfläche (ha) | 25 | 16,4 | 20,2 | 15,2 | 13,1 | 12,6 | 16,4 | 12,3 | 12,3 | 11 | 7,5 |
| Höchster Punkt (Seehöhe in m) | - | 2360 | 2361 | 2382 | 2394 | 2386 | 2396 | 2385 | 2385 | - | 2368 |
| Niedrigster Punkt | - | 1881 | 1849 | 1919 | 1921 | 1925 | 1907 | 1910 | 1910 | - | 1937 |
| Mittlere Höhe | - | 2118 | 2119 | 2154 | 2162 | 2152 | 2133 | 2150 | 2146 | - | - |

Tab. 4: Größenverhältnisse und Seehöhe von Messpunkten des Blaueis-Gletschers 1820-2009 (Hagg, 2016).

5.2.2 Kleingletscher der Julischen Alpen, Slowenien

Es existiert eine ausführliche Publikation des naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten aus dem Jahre 1993, in welcher vier Eisbildungen in den Julischen Alpen, welche als „Kleingletscher“ titulierte wurden, wissenschaftlich dokumentiert wurden (Tintor, 1993, S. 405). Meines Wissens gibt es zu diesem Thema keine neuere Publikation, wohl aber fotografische Bestandaufnahmen dieser Gletscher jüngerer Datums (Abb. 8). Die vier Kleingletscher (Triglavgletscher, westlicher und östlicher Caningletscher, sowie Montaschgletscher) haben als topografische Gemeinsamkeit, dass sie nordexponierte „Wandfußgletscher“ sind und somit länger im Schatten verbleiben. Tintor (1993, S. 405) bezeichnet diese Gletscher auch als „Kargletscher“, und ihre Zufuhr an Schnee erfolgt in erster Linie durch Lawinen, Tribschnee und die in dieser Gegend typischerweise großen Schneemengen im Winterhalbjahr. Es handelt sich hier um permanente Eisfelder, also „Gletscher in weiteren Sinne“. Besonders interessant für meine Betrachtungen ist der Montaschgletscher, weil er in seiner Gestalt dem Birnbachloch-Gletscher ähnlich ist und eine tiefe Lage von unter 2000 m Seehöhe aufweist. Interessanterweise zeigte sich gemäß Tintor (1993, S. 405) kein wesentlicher Verlust an Oberfläche zwischen den Jahren 1950-1991. In einer relativ aktuellen Aufnahme aus dem Jahr 2007 zeigt sich jedoch eine Zerteilung dieses Gletschers, wohl einem großen Masseverlust entsprechend. In einer Google Earth Aufnahme aus dem Jahr 2006 ist die Zerteilung des Gletschers gut ersichtlich, und meine Flächenberechnung ergab eine drastische Verminderung der Oberfläche auf 1,7 ha (Abb. 8). Mir ist nicht bekannt, wie der Zustand dieses Kleingletschers im Jahr 2015 ist.



Abb. 8: Fotografischer Größenvergleich des Montaschgletschers in einer Aufnahme von **A)** 12.08.1991 (*Tintor, 1993, S. 405*), **B)** 2006 (*Google Earth*) und **C)** vom 29.09.2010 (*Meteonetwork, 2010*).

5.2.3 Sulzenauerferner, Stubaital, Tirol/Österreich: Ein Toteis-Gletscher

Der Sulzenauerferner fällt vom höchsten Gipfel der Stubai Alpen, dem Zuckerhüttl (3505 m), sowie vom Wilden Pfaff (3458 m) in Richtung Norden und im unteren Anteil Nordost über mehrere Brüche tief ins Sulzenautal ab. Mitte des 19 Jahrhunderts befand sich die Gletscherzunge circa 100 Höhenmeter oberhalb der 1926 erbauten Sulzenauer Hütte (2191 m). In der *Alpenvereinskarte „Hochstubai“* (ÖAV, 1984) wird der Gletscherstand aus dem Jahr 1970 angegeben: Das Stirnende des Gletschers befand sich bei circa 2400 m. In den vergangenen 35 Jahren, seit dem letzten Gletschervorstoß um 1980, wurde ein kontinuierlicher Gletscherrückgang Jahr für Jahr dokumentiert (jährlicher Gletscherbericht des Österreichischen Alpenvereines [ÖAV], aktuell: *Fischer, 2015, S. 26*). Vor circa 20 Jahren kam erstmals ein Felsriegel im großen Gletscherbruch auf circa 2700 m Höhe zum Vorschein. Dieser Felsriegel ist auf der ÖAV-Karte noch nicht ersichtlich. Naturgemäß bringt ein Felsriegel mitten im Gletscher eine beschleunigte Abschmelzung des umgebenden Gletschereises mit sich. Schließlich kam es in den vergangenen 10 Jahren zu einer vollständigen Abtrennung des unteren

Gletscheranteiles, welcher nun abgeschnitten ohne Nachschub in einer relativ flachen Mulde unter dem Felsriegel liegt und als Toteis kontinuierlich an Masse verliert und abschmilzt. Somit zeigt auch das untere Ende des Toteises einen Rückzug, und es entstand ein See in der verbleibenden eisfreien Mulde, welcher vor wenigen Jahren noch nicht bestand. Im See schwimmen Eisschollen (Abb. 9). Trotz der für das Toteis „aussichtslosen“ Situation beträgt die aktuelle Ausdehnung beeindruckende Ausmaße, und dieser Restgletscher ist von Spalten durchzogen und besitzt ein wunderschönes Gletschertor, wie ich mich persönlich bei einer Bergtour am 12.09.2015 überzeugen konnte (Abb. 9 & Anhang). Die sich verändernde Gletscherausdehnung mit Neubildung von Seen und Freilegung von Seiten- und Endmoränen ist ein schönes Beispiel für eine sich innerhalb weniger Jahren ändernden Geografie.

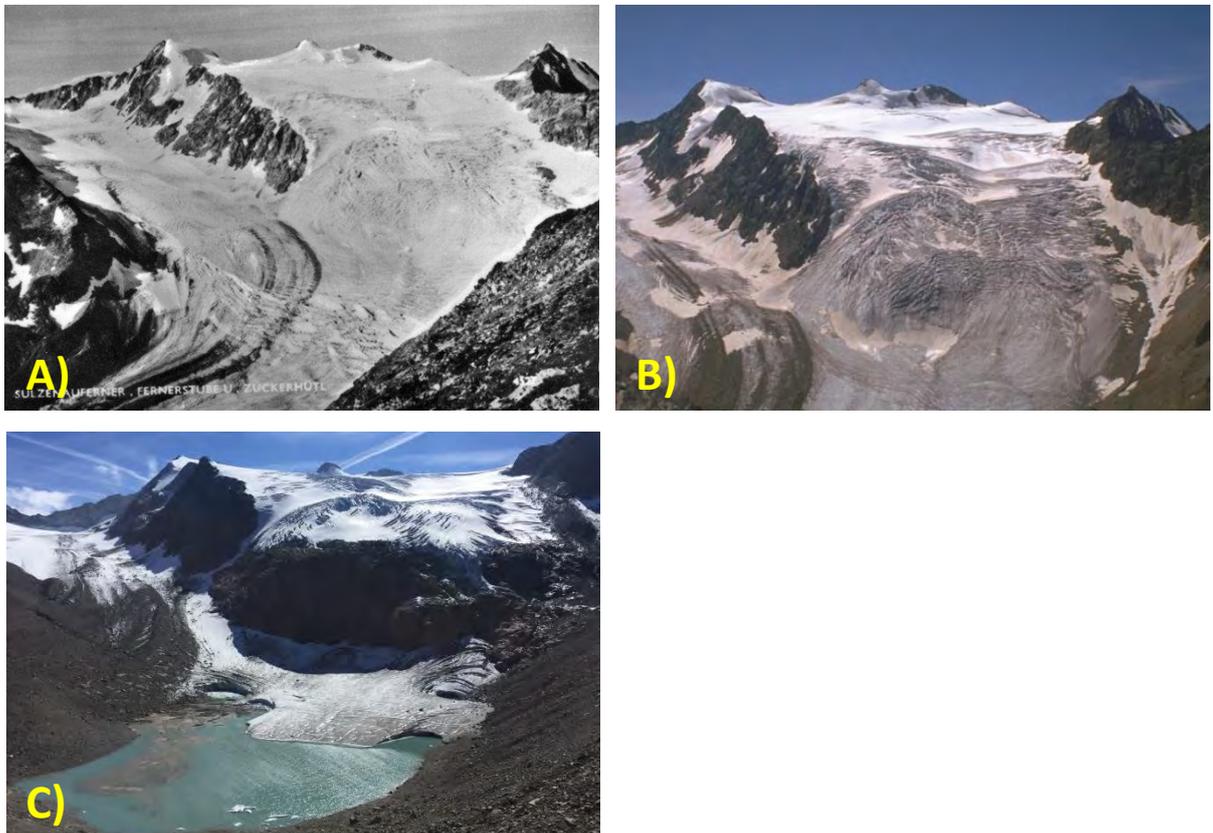


Abb. 9: Der Sulzenauerferner in unterschiedlichen Zeitepochen. **A)** Ansicht vermutlich um die Jahrhundertwende (*Stubai Bilder, 2012*). **B)** Ansicht 1984 (*Braukmann, 2015*) **(C)** Meine Fotografie aufgenommen am Peiljoch am 12.09.2015. Im Bereich der ehemaligen Gletscherzunge – nunmehr Toteis – hat sich ein See gebildet (*Caroline Fiegl, 2015*).

5.3 Industrieller Abbau des Birnbachloch-Gletschers im 19. Jahrhundert

Wie schon kurz in der Einleitung erwähnt, wurde ich auf das Thema „Birnbachloch-Gletscher“ durch einen Zeitungsartikel der Münchner *Illustrierte Zeitung* vom 18.11.1897 aufmerksam gemacht. Dieser Zeitungsartikel beschreibt die Ursprünge des Eisabbaus am Birnbachloch-Gletscher, den Sinn des Eisabbaus und den Grund, warum gerade dieses Eisfeld zum Abbau ausgewählt wurde. Nachdem dies in meinen Recherchen der ausführlichste Artikel zu diesem Thema ist, wird er ungekürzt im Folgenden wiedergegeben:

„Das herrliche Gebietes des Birnhorns (2630 Mtr.) mit der eine großartige Fernsicht bietenden Hütte der Alpenvereinsection Passau, von Leogang, Station der Giselabahn, in sechs Stunden zu erreichen, bot dieses Jahr in seinem Ullachgraben den treuen Freunden dieser hohen Zinne ein gegen sonst ganz verändertes Bild dar.

Wo in anderen Jahren nur stille Ruhe herrschte, wo sonst dem kühnen Bergsteiger höchstens noch einige Hirtenbuben Auskunft geben konnten, herrschte heuer in den Monaten August, September und Oktober ein rühriges Schaffen und Treiben fleißiger Arbeiter; galt es doch, ein sonst ungewohntes Unternehmen mit Erfolg zur Ausführung zu bringen, nämlich dafür zu sorgen, dass der durch den vergangenen milden Winter in Aussicht stehenden Mangel an Eis nicht Tatsache werden.

Die vereinigten Münchner Eiswerke Ortlieb und Edenhofer, die München seit Jahren durch ihre amerikanischen Eishäuser am Nymphenburger Kanal und durch ihre Eisfabrik (System Linde) mit Eis versorgen, hatte der schwachen Eisernte des Münchner Platzes schon dadurch nachgeholfen, dass sie in den Monaten Februar und März Hunderte von Waggons See-Eis von Zell am See bezogen und in den Eishäusern einlagerten; ebenso wurden am Hopfensee bei Füssen in fliegenden Depots Tausende von Centnern geborgen, die dann in den Monaten Mai und Juni nach München verfrachtet wurden.

Mit diesen Vorkehrungen war der Vorrat gesichert, der zur Befriedigung der stehenden Kundschaft notwendig war; die rege Nachfrage sonst fernstehender Reflectanten veranlasste nun die genannte Firma, dem Gedanken näher zu treten, Eis von den Bergen herabzuschaffen. Es wurden die Gletscher des Arlbergs, des Glocknergebiets und Feuersteins bei Gossensaß besichtigt, Pläne für deren Ausbeutung entworfen und wieder verworfen, bis sich endlich das durch Lawinen gebildete und vergletscherte Schneefeld am Birnhorn als das für die Ausbeutung am meisten geeignete Objekte darbot.

Dieses Schneefeld liegt in eine trichterförmigen Einsenkung an den steilen Hängen des Birnhorns, erreicht hier die Höhe eines großen Kirchturms und fällt mit einer Neigung von 25 und bis zu 30 Grad zur Mur ab. Bis Innere des Schneefeldes wird von einem Bach durchflossen und bildet eine wunderbare, mächtige Eishöhle.

Die gewaltige Ausdehnung dieses Schneefeldes ist geeignet, Tausende von Waggons Eis abzugeben. Die Ausbeutung wurde in der Weise bewirkt, dass man in das Eis Stollen in einer Höhe von 2 bis 9 Meter und eine Tiefe von 2 bis 15 m trieb. Das an die Felsen fest angefrorene Eis wurde mittels Dynamit gesprengt und so Blöcke von 100 bis 150 Ctr. losgelöst, die dann zu Centnerstückchen zerkleinert auf einer eigens für diesen Zweck erbauten Holzbahn von 1600 Mtr. Länge mit starkem Getöse selbst ihren Weg ins Tal nahmen, um von hier aus mittels Wagengespanne zur Verladestelle auf der offenen Eisenbahnstrecke zwischen Saalfelden und Leogang gebracht zu werden.

Die Beförderung des Eiswaggons durch die beteiligten Bahnen geschah so rasch, dass das Eis, das Montags am Birnhorn gewonnen wurde, schon mittwochs in München seinem Zweck zugeführt werden konnte.“ (Illustrierte Zeitung, Unbekannter Autor, 1897, S. 692)

Was ist nun im Detail über den industriellen Abbau des Birnbachloch-Gletschers bekannt? Jedenfalls wurde mit dem Abbau im Jahre 1884 (MDOeAV, Unbekannter Autor, 1884, S. 283; siehe Originaltext im Anhang) begonnen. Wie oben in der Illustrierten Zeitung (Unbekannter Autor, 1897, S. 692) beschrieben, war die wichtigste Bedingung für den ökonomischen Abbau und Transport von natürlichem Eis die leichte Erreichbarkeit des Eisfeldes und das Vorhandensein eines Verkehrsmittels. Damals war die noch relativ neu erbaute Westbahn, damals auch Giselabahn (Fugger, 1884, S. 317) genannt, das einzige Verkehrsmittel, welches in der Lage war, große Mengen von schweren Gütern rasch in ein Zentrum wie München zu transportieren. Mein Ur-Ur-Ur-Ur-Großvater Dr. Adolf Weiss von Tessbach war als Jurist in den sechziger Jahren des 19. Jahrhunderts maßgeblich am Großprojekt Westbahn beteiligt, indem er die Grundablösungen für die Streckenführung der Bahn im Auftrag der „Actiengesellschaft der privilegierten Kaiserin Elisabethbahn“ verhandelte. Dr. Adolf Weiss von Tessbach fühlte sich im Pinzgau besonders wohl und erwarb als Sommersitz die Ruine Schloss Lichtenberg, welche er liebevoll renovierte. Noch heute befindet sich Schloss

Lichtenberg im Familienbesitz, und so kommt es, dass ich mit meiner Familie jedes Jahr zwei Wochen auf Schloss Lichtenberg verbringe.

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts gab es bereits einen großen Bedarf an Eis für industrielle Kühlzwecke, und ab circa 1875 wurden „Kühlmaschinen“ betrieben, angetrieben meist durch Dampfmaschine. Offensichtlich war es jedoch so, dass die Natureisgewinnung zu dieser Zeit immer noch ökonomischer war, vorausgesetzt Abbau und Transport waren unkompliziert, wie beim Birnbachloch-Gletscher zutreffend. Im Pinzgau wurden zu dieser Zeit Eisblöcke aus dem Zellersee geschnitten und ebenfalls nach München abtransportiert (*MDOeAV, Unbekannter Autor, 1884, S. 283*; siehe Originaltext im Anhang). Schon damals gab es jedoch wärmere und kältere Winter, sodass die gewonnene Eismenge variierte. In der Gesamtzusammenschau der klimatischen und ökonomischen Rahmenbedingungen war die industrielle Gewinnung von Natureis im Pinzgau um die Jahrhundertwende nicht mehr rentabel, und die mir vorliegenden Quellen belegen, dass der Eisabbau am Birnbachloch-Gletscher bereits im Jahre 1900, nach nur 17 Jahren Betrieb eingestellt wurde. Trotz recht ausgiebiger Literatursuche im Internet, im Archiv des Deutschen Museums in München, an der Universitätsbibliothek Innsbruck, sowie im Bergbau- und Gotikmuseum in Leogang konnte ich keine neuen Erkenntnisse zum industriellen Abbau des Birnbachloch-Gletschers gewinnen.

Aus historischer Sicht ist es auch interessant, dass in den Alpen auch an anderer Stelle Gletschereis industriell abgebaut wurde. Dazu existieren relativ wenig Daten und Berichte (Tab. 6).

6 Diskussion

6.1 Entstehung tiefergelegener Gletscher

Meine Definition für „tiefergelegene Gletscher“ ist eine permanente Eisbildung, welche in unseren Breiten auf einer Seehöhe unter der Schneegrenze, d. h. unter 2800 – 3000 m, entsteht.

Den Birnbachloch-Gletscher, aktuell gelegen auf einer Höhe zwischen circa 1424 (Oberrand oberes Gletscherfeld) und 1236 m (Unterrand unteres Gletscherfeld), zähle ich zur Kategorie der „Gletscher im weiteren Sinne“. Der Birnbachloch-Gletscher ist ein klassischer Lawinengletscher, wie z. B. der Höllentalgletscher an der Nordseite der Zugspitze (Hagg, 2016), der Eiskargletscher in den Karnischen Alpen (Hohenwarter, 2009, S. 47) oder die bekannte „Eiskapelle“ bei Berchtesgaden (Berchtesgadener Land Tourismus GmbH, 2016). Der Birnbachloch-Gletscher hat nicht nur kein Nährgebiet, sondern weist praktisch kein Fließen des Eises und somit keine typische Spaltenbildung auf. Zusätzlich stellte ich fest, dass zuletzt auch keine Beständigkeit des „permanenten“ Eisfeldes gegeben war, mit praktisch vollständiger Abschmelzung im Jahr 2014 (Abb. 4). Andererseits bildete sich Ende des 19. Jahrhundert ein massiver Eispanzer trotz der südseitigen, sonnenexponierten Lage, welcher über Jahre sogar abgebaut werden konnte. Mehrere Faktoren begünstigten die Bildung des Birnbachloch-Gletschers:

- Hohe Felswände über dem Gletscherbereich und ihre etwas trichterförmige Anordnung, wodurch Lawinen aus mehreren Bereichen der Wand im Gletscherbereich zusammenfließen.
- Große Niederschlagsmengen im Bereich der nördlichen Kalkalpen, so auch im Pinzgau (Hiebl et al., 2011, S. 19).
- Große Niederschlagsmengen in Form von Schnee im Spätwinter und Frühjahr.
- Relativ kühle und kurze Sommer im Pinzgau (Auer et al., 2010, S. 11).
- Mögliche Kühleffekte durch weitere geografische und lokal-klimatische Bedingungen: Bedeckung des Gletschers mit einer dicken Schicht von Schotter und Geröll, stehende kalte Luft zwischen den Gesteinsbrocken verursachend (Hohenwarter, 2009, S. 47); kalte Fallwinde aus großer Höhe mit Bündelung in

den Rinnen und Karen oberhalb des Eisfeldes; kalte Luftströme aus unter dem Eisfeld liegenden Höhlensystemen, wie sie häufig in den Kalkstöcken vorliegen; sowie häufige Nebelbildung im Pinzgau.

- Die Art der Durchfeuchtung des Lawinenschnees im Frühling und der Temperaturverlauf in dieser Jahreszeit dürfte auch die Eisbildung bzw. die Qualität des Eises beeinflussen und seine Widerstandsfähigkeit im Sommer bestimmen.

Diese und weitere Faktoren dürften eine nicht unerhebliche Rolle spielen, weil eine Gletschereisbildung in einer so geringen, sonnenexponierten Höhenlage in den Alpen nirgends beschrieben wurde. In meinen Recherchen zu tiefgelegenen Gletschern fand ich nur zwei weitere nennenswerte permanente Eisfelder auf einer Seehöhe unter 2000 m, den Montasch-Gletscher in den Julischen Alpen, den ich weiter oben beschrieb, und die Eiskapelle bei Berchtesgaden. Beim Montasch-Gletscher wurden ähnliche Bedingungen für seine außergewöhnliche Eisbildung genannt (*Tintor, 1993, S. 405*), mit dem Unterschied, dass der Montasch-Gletscher nordseitig gerichtet ist und somit weniger intensiver Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist. Das gleiche trifft bei der Eiskapelle zu.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass mit Superlativen zur Tatsache, dass Gletscher in außergewöhnlich niedriger Seehöhe gelegen sind, großzügig umgegangen wurde:

- Montaschgletscher (Stirnende 1860 m Seehöhe): „tiefstgelegener Ostalpengletscher“ (*Tintor, 1993, S. 405*)
- Birnbachloch-Gletscher (Stirnende im Jahre 2015: 1236 m): „niedrigstgelegener Gletscher der Alpen bzw. Mitteleuropas“ (*Bogdanov, 2016; Schwabe, 2014*)
- Eiskapelle am Königssee (Stirnende ca. 800 m): „tiefstes Schneefeld der Deutschen Alpen“ (*Berchtesgadener Land Tourismus GmbH, 2016*)

Vermutlich würden sich bei vertiefter Suche noch weitere Beispiele dieser Art in der Literatur finden lassen.

Zusammengefasst schlage ich vor, dass der Birnbachloch-Gletscher heute der Kategorie „Eisfeld“ zugeordnet werden sollte, weil er – zumindest 2014 – praktisch

vollständig verschwand. Andererseits zeigte sich 2015 ein großes, den Hitzesommer überstehendes Schneefeld mit Eiskern, Kategorie „Lawinengletscher“.

6.2 Die Bedeutung des Klimawandels für den Birnbachloch-Gletscher

Ich konnte durch die serielle Flächenbestimmung der Größe des Birnbachloch-Gletschers eine beachtliche Größenveränderung im Laufe der Zeit zwischen 1880 und 2015 dokumentieren, was aber nicht in jedem Fall Gletscherrückgang bedeutete. Offensichtlich war die Ausgangsgröße 1880, gemäß Beschreibung in den *Mitteilungen des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins (Unbekannter Autor, 1884, S. 283)*, vergleichbar mit der Größe von 2015; tatsächlich waren die 70er und 80er Jahre des 19. Jh. von Gletscherrückgang betroffen, und in den 90er Jahren des 19. Jahrhunderts wurde ein allgemeiner Gletschervorstoß registriert, der sich in der Größe des Birnbachloch-Gletschers 1897 widerspiegelt. Weitere Gletschervorstöße zeigten sich in den 20er, sowie 70er und frühen 80er Jahren des 20. Jahrhunderts (Abb. 10 aus *Nicolussi, 2011, S. 69*).

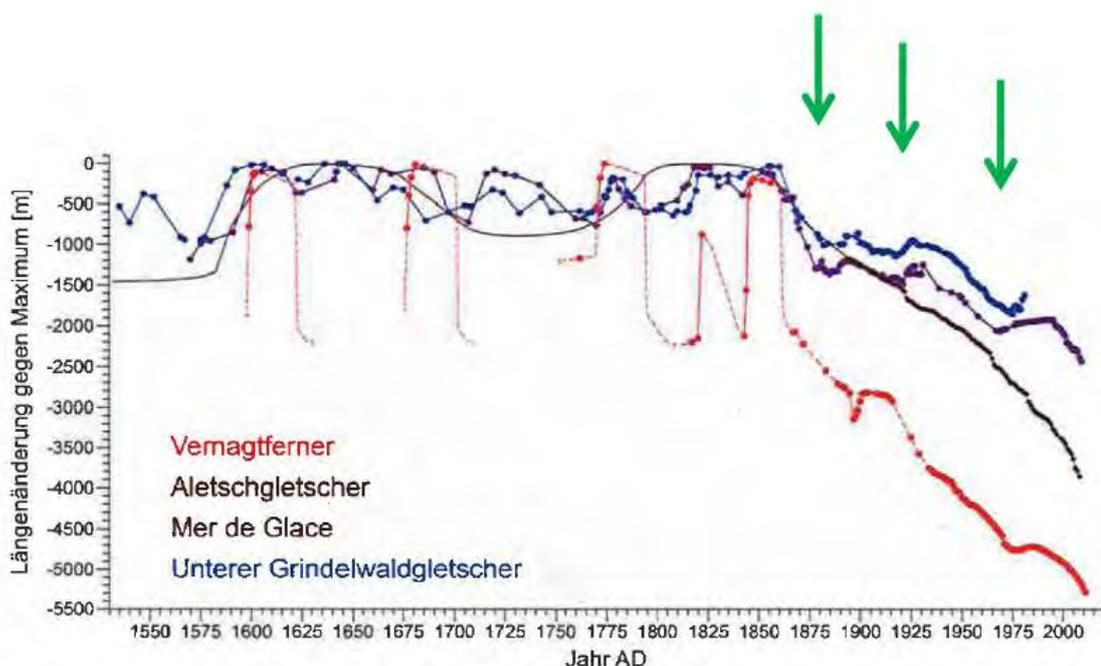


Abb. 10: Darstellung der Größenschwankungen von vier Alpengletschern über fünf Jahrhunderte: Man erkennt relativ konstante Gletschermaße bis ca. 1850 („kleine Eiszeit“). In der Zeit danach kam es zum bis heute beobachtbaren Gletscherschwund, welcher allerdings kurzzeitig dreimal unterbrochen wurde (Ende 19. Jahrhundert; 20er Jahre und 70er Jahre des 20. Jahrhunderts [Pfeile]).

Damit im Einklang zeigte sich global, speziell auch auf der nördlichen Halbkugel in den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts, eine signifikante Abkühlung im Zeitraum 1880 - 1910 (Abb. 11 aus *Schmidt & Schwunk, 2016*).

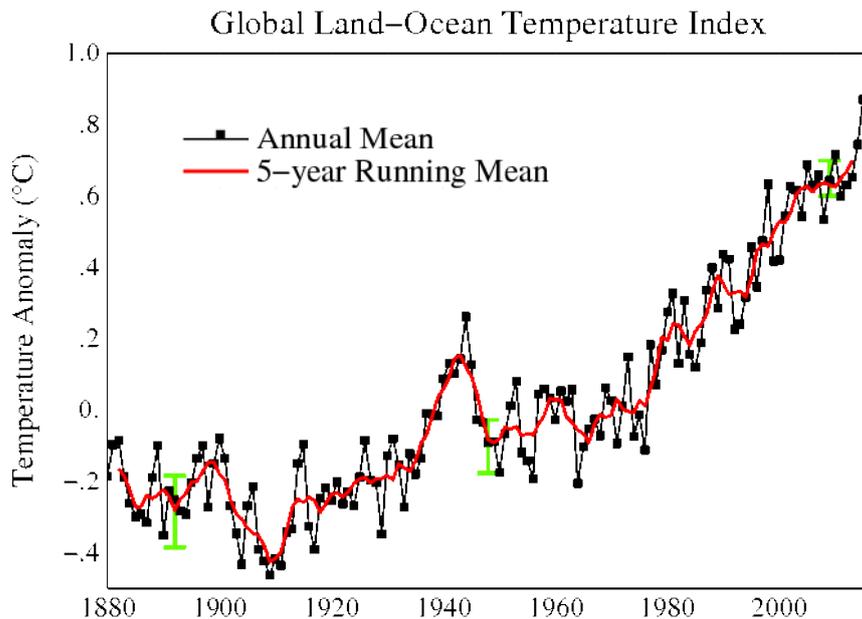


Abb. 11: Darstellung der globalen Temperatur. Man erkennt unterdurchschnittliche Temperaturen in den letzten Jahrzehnten des 19. und ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts (*Schmidt & Schwunk, 2016*). Dazu passend zeigte sich ein Größenzuwachs des Birnbachloch-Gletschers zwischen 1881 (*Fugger, 1884, S. 317*) und 1897 (diese VWA, Abb. 3).

Leider liegen mir keine Größenangaben für den Birnbachloch-Gletscher aus diesen Dekaden vor. Jedenfalls zeigte sich in den Alpen in vergangenen 30 Jahren ein dramatischer Gletscherschwund (*Fischer, 2015, S. 26; Zängl & Hamberger, 2004, S. 14*), eine Entwicklung, welche sich in der Größe des Birnbachloch-Gletschers nur teilweise nachvollziehen lässt. Erst in der Zeit nach 2012 kam es zur dramatischen Schrumpfung bzw. zum fast vollständigen Abschmelzen 2014. 2008 und 2012 wies der Birnbachloch-Gletscher noch beachtliche Maße auf, vergleichbar mit 1954 und 1995. Interessanterweise wies das Eisfeld im Jahre 2015 – trotz Hitze – wieder eine beachtliche Größenzunahme auf. Zusammengefasst folgte der Birnbachloch-Gletscher im Wesentlichen den Gletschertrends der vergangenen Jahrhunderte, lokale Effekte spielen jedoch eine überlagernde Rolle.

6.3 Warum wurde gerade der Birnbachloch-Gletscher industriell abgebaut?

Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts war die Gewinnung und Lagerung von Natureis im großen Stil ein wichtiger Wirtschaftszweig, verwendet zu Kühlzwecken vor allem von Lebensmitteln. Mir ist nicht bekannt, seit wann Natureis als Handelsware über weitere Strecken vom Erzeuger zum Abnehmer transportiert worden ist. Auf jeden Fall wurde bereits 1799 Natureis in Schiffen von New York State nach Charlestown transportiert. In der Folge wurde aus nördlichen Ländern (z. B. Neufundland/Canada) Natureis in eigens für den Transport ausgerüstete Eisschiffe nach Südamerika, Asien, Australien und England transportiert (*Ortlieb & Edenhofer, um 1910, S. 4*). Es wurde auch in Deutschland und Österreich, wo immer möglich, aus Seen, Kanälen und aufgestauten Flüssen Eis gewonnen, so z. B. am Zeller See im Pinzgau vornehmlich für das Wirtschaftszentrum München, aber auch innerhalb in der Stadt München selbst, z. B. am Nymphenburger Kanal. Das Natureis wurde in riesigen Eishäusern, welche speziell isoliert wurden, gestapelt. Deutschland konnte zu dieser Zeit seinen Eisbedarf fast ausschließlich mit dem Eisenertrag seiner eigenen Flüsse und Seen decken. Interessanterweise war auch damals das Thema „kalter Winter“ mit hohem Eisenertrag und „warmer Winter“ mit niedrigem Eisenertrag wichtig. Um für eine ausreichende Eisversorgung auch in milden Wintern zu sorgen, „....ging man daran, im Gebiete eines auf österreichischem Boden liegenden Gletschers Eissprengungen vorzunehmen und das so gewonnene Material auf einer langen, mit Bohlen gezimmerten Gleitbahn zu Tal zu fördern und dort [mit der Bahn, Anmerkung] zu verfrachten.“ (*Ortlieb & Edenhofer, um 1910, s. 4*). Dieser Bericht über den Eisabbau „auf österreichischem Boden“ ist ein bislang nicht im Umlauf befindlicher Originalbeleg zum Eisabbau am Birnbachloch-Gletscher, den ich im Archiv des Deutschen Museums in München ausheben konnte und hiermit für am Birnbachloch-Gletscher interessierte Forscher beisteuern kann. Es handelte sich hier mit Sicherheit um den Birnbachloch-Gletscher, weil die Vereinigten Münchner Eiswerke nur von einem einzigen Gletscher Natureis abbauten. Das weiß ich vom Artikel aus der *Illustrierten Zeitung* (*Unbekannter Autor, 1897, S. 692*), welcher oben in voller Länge präsentiert wird. Die Vereinigten Münchner Eiswerke prüften den Abbau mehrerer Gletscher und entschieden sich letztlich für den Birnbachloch-Gletscher, in erster Linie aus ökonomischen Gründen. Der Eisabbau vom Birnbachloch-

Gletscher war deswegen so attraktiv, weil das Eisfeld so niedrig gelegen war und der Abtransport über die Westbahn problemlos möglich war. Noch im Jahre 1873 wurde in der „Salzburger Zeitung“ berichtet, das in Tirol vom Pflerscher Gletscher Eis gewonnen wurde, und man nahm Bezug auf die künftige Möglichkeit, von Gletschern des Pinzgau Eis abzubauen: „...schade, daß die Giselabahn noch nicht fertig ist, um unsere Gletscher ausbeuten zu können“ (zitiert in Müller, 1995, S. 773). Dieser indirekte Hinweis auf einen geplanten Abbau vom Birnbachloch-Gletscher weist darauf hin, dass die Natureisindustrie in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts einen hohen Stellenwert hatte und für eine Region wie den Pinzgau einen wichtigen Wirtschaftszweig darstellte. Neun Jahre, nachdem die Westbahn 1875 eröffnet wurde, begann der profitable Abbau des Birnbachloch-Gletschers.

| Jahr der Beschreibung | Inhalt kurz zusammengefasst | Referenz | Präsentation in meiner VWA |
|-----------------------|--|--|---------------------------------|
| 1873 | Plan, Salzburger Gletscher an der Giselabahn (heute Westbahn) „ausbeuten zu können“ | <i>Salzburger Zeitung</i> | Zitiert in Müller, 1995, S. 773 |
| 1884 | 200 Arbeiter/ 30 Pferde transportierten Eis für täglich 4 Waggon; nach der im Bau befindlichen Rutschbahn sollen 10 Waggonladungen Eis gewonnen werden | <i>Salzburger Volksblatt, Unbekannter Autor, S. 2</i> | Anhang |
| 1884 | Rutschbahn zur Station Leogang: täglich 30-35 Waggonladungen Eis | <i>MDOeAV, Unbekannter Autor, S. 283</i> | Anhang |
| 1884 | Beschreibung der Ausdehnungen des Birnbachloch-Gletschers in den Jahren 1880 - 1883 | <i>Fugger, MDOeAV, S. 317</i> | Anhang |
| 1897 | Gesamter Artikel in dieser VWA/Ergebnisse zitiert | <i>Illustrierte Zeitung, Unbekannter Autor, S. 692</i> | Seite 26 |
| 1897 | Es werden die beiden Artikel des MDOeAV 1884 zitiert | <i>Schjernig, S. 167</i> | Anhang |
| Um 1910 | Die auf den Birnbachloch-Gletscher bezogene Textstelle in dieser VWA/Ergebnisse zitiert | <i>Ortlieb & Edenhofer, S. 4</i> | Seite 33 |

Tab. 5: Diese Übersicht gibt alle mir verfügbaren Beschreibungen und Erwähnungen des Eisabbaus am Birnbachloch-Gletscher zur damaligen Zeit wieder.

Von welchen anderen Alpengletschern wurde zur damaligen Zeit Natureis abgebaut?
Zu diesem Thema existiert meines Wissens sehr wenig Literatur. In meiner intensiven

EDV-basierten Suche konnte ich einige Westalpengletscher identifizieren, von welchen ebenfalls Natureis zu Kühlzwecken abgebaut wurde. Angeblich gab es Eisabbau von Gletschern im größeren Stile bereits in der Römerzeit. Mir ist nicht bekannt, ob in der Antike mit Gletschereis gehandelt wurde. Ab dem 18. Jahrhundert jedenfalls bis ins frühe 20. Jahrhundert war die industrielle Verwertung von Natureis - unter anderem von Gletschern - ein wichtiger industrieller Zweig. In Tabelle 6 werden alle mir bekannten Alpengletscher, von denen ebenfalls Natureis abgebaut wurde, beschrieben.

| Gletscherabbau zur Natureisgewinnung | Zeit des Abbaus | Bemerkung, Referenz |
|---|-----------------|--|
| Hochkargletscher (A) | Um 1884 | Gletscher bei St. Jakob am Arlberg; <i>Der Tourist, 1884</i> zitiert in <i>Müller, 1995, S. 773</i> |
| Pflerscher Gletscher (Südtirol, damals A) | Um 1873 | Es wurde „mit Dynamit Eis abgesprengt“; <i>Müller, 1995, S. 773</i> |
| Unterer Grindelwaldgletscher (CH) | 1860 - 1914 | Abtransport mit Leiterwagen nach Interlacken, weiter per Bahn nach Basel und Paris; <i>Holzhauser, 2016</i> |
| Oberer Grindelwaldgletscher (CH) | 1900 - ca. 1914 | <i>Holzhauser, 2016; Betschart, 2011, S. 23</i> |
| Großer Aletschgletscher (CH) | Nicht berichtet | Zur Versorgung des Hotel Belalp; <i>Betschart, 2011, S. 23</i> |
| Trientgletscher (CH) | 1865 - 1895 | Abtransport über Schrägaufzug; Export nach Paris, Marseille, Lyon. <i>Gay-Crosier, 1999</i> |
| Saleinagletscher (CH) | Nicht berichtet | <i>Käsermann & Wipf, 2011, S. 15</i> |
| Rhone-Gletscher (CH) | Um 1884 | Bekannt ist mir nur, dass er Kanton Uri Protest gegen die „Ausbeutung des Rhone-Gletschers“ erhoben hat; <i>MDOeAV, Unbekannter Autor, 1884, S. 283</i> |
| Gletscher bei Chamonix (F) | Um 1900 | Bekannt ist mir nur, dass der Gletscher „nach Beschwerde, wegen Schädigung nationalen Erbes, vor einem weiteren Abbau verschont blieb“; <i>Täubrich, 1991, S. 50</i> |
| Gletscher am Mt. Pelvoux (F) | Nicht berichtet | Abtransport über Seilbahn; <i>Müller, 1995, S. 773</i> |

Tab. 6: Übersicht aller mir durch Literatur- und Internetsuche bekannten Alpengletscher, welche zur Eisgewinnung für Kühlzwecke herangezogen wurden.

6.4 Eine Innovation – Kunsteis ersetzt Natureis

Um die Jahrhundertwende wurde die Erfindung der künstlichen Kälteerzeugung mittels Kältemaschinen als bedeutende Innovation im Alltag der Menschen gefeiert. Dies wird im Originalton der Vereinigten Münchner Eiswerke folgendermaßen beschrieben: *„Ein gewaltiger Umschwung in den Verhältnissen trat von dem Zeitpunkte ab ein, da es gelang, künstliches Eis herzustellen. Mit Ausnahme der Verwertung der Elektrizität in technischen Betrieben ist wohl keine neuere Erfindung von so einschneidender Bedeutung für die Entwicklung einer grossen Anzahl Industriezweige geworden, als die fabrikmässige Kunsteiserzeugung...“* (Ortlieb & Edenhofer, um 1910, S. 4). Federführend in der Entwicklung von Kältemaschinen war der Geheime Hofrat Professor Dr. Carl von Linde. Prof. Linde gründete die Firma „Gesellschaft für Linde’s Eismaschinen A.G. Wiesbaden“ im Jahre 1873. Seit dieser Zeit beschäftigte sich die Firma ausschließlich mit der Erzeugung und Anwendung von künstlicher Kälte. Obwohl zu dieser Zeit der Handel von Natureis internationale Bedeutung hatte – es wurde sogar Natureis interkontinental auf Schiffen von nördlichen Eisabbaustätten in die Tropen transportiert – war der Umgang mit dem Natureis mit vielen Problemen behaftet (*Künstliche Kälte, Unbekannter Autor, 1912, S. 3*):

- Eisarme Winter
- Zur Neige gehende Reserven in heißen Sommern
- Eismassenverlust beim Transport
- Aufwändige Lagerung des Eises - Kühlhäuser
- Wechselnde Eisqualität
- Bakteriologische Kontamination des Eises
- Mangelnde Reinheit des Eises

Aus diesen Gründen erfuhr die industrielle Kühlung in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts einen ungeahnten Aufschwung. Die Firma Linde verbesserte die Qualität der Kühlmaschinen kontinuierlich und beschrieb die „Vorzüge der Linde’schen Kältemaschinen“ geradezu enthusiastisch in ihrem Werbeprospekt aus dem Jahre 1905 (*Gesellschaft für Linde’s Eismaschinen, Unbekannter Autor, 1905, S. 3*):

- *„Geringerer Verbrauch von Brennmaterial*

- *Geringerer Kühlwasserverbrauch*
- *Geringster Ammoniakverbrauch*
- *Vollkommene Verlässigkeit (sic!)*
- *Besondere Solidität der Construction*
- *Reichliche automatische Schmierung von Stopfbüchse und Kolben*
- *Keine Explosionsgefahr“*

Tatsächlich ergab sich aus den oben beschriebenen Rahmenbedingungen eine Änderung der industriellen Kühlung von der Natureisanwendung zur Etablierung von Kälteanlagen in den unterschiedlichsten Geschäftszweigen. In der Werbebrochure der Firma Linde aus dem Jahre 1905 wird dies folgendermaßen beschrieben: *„Unser Anlagen-Verzeichniss gibt ein Bild von der ausserordentlich raschen Verbreitung, welche unsere Maschinen in allen Industriezweigen, die von mechanischer Kälteerzeugung Gebrauch machen, gefunden haben und wie sie keines der concurrirenden Systeme auch nur annähernd aufweisen kann. Es sind zur Zeit ausgeführt resp. in Ausführung begriffen 5260 Linde'sche Kältemaschinen welche in 3057 verschiedenen Etablissements arbeiten, und zwar in:*

- *1453 Bierbrauereien*
- *586 Fleisch-Kühlanlagen an Land*
- *188 Fleisch-Kühlanlagen auf Seeschiffen*
- *331 Eisfabriken*
- *134 Butterfabriken und Molkereien*
- *70 Chemische Fabriken*
- *26 Chokoladefabriken*
- *11 Zuckerraffinerien*
- *9 Stearinfabriken*
- *9 Gummiwaarenfabriken (sic!)*
- *8 Champagnerfabriken*
- *4 Bergwerken (f. Schachtabteufung)*
- *231 Etablissements für diverse Zwecke“*

Ich habe diesen Umstand einer „industriellen Revolution in Sachen Kühlung“ um die Jahrhundertwende deshalb hervorgehoben, weil dadurch verständlich wird, warum der industrielle Abbau von Natureis, unter anderem am Birnbachloch-Gletscher, an Bedeutung verlor und somit eingestellt wurde. In kleinem Stile wurde die Eisgewinnung aus Seen bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts betrieben, so z.B. am Zeller See im Pinzgau (*Müller, 1995, S. 773*). Als Kuriosum möchte ich erwähnen, dass noch heute in Ecuador von einem Andengletscher Eis abgebaut wird, wie meine Google-Suche ergab (*Stadler, 2011*).

7 Zusammenfassung und Ausblick

Über Klimawandel und Erderwärmung wird viel diskutiert und geschrieben. Entsprechend ist auch der Gletscherschwund ein großes Thema. Dabei ist das Phänomen der weltweiten Klimaerwärmung nicht neu (Abb. 10 & 11). Wenn man ÖAV Gletscherberichte aus den 30er und 50er Jahren liest, wurde schon damals – beinahe wehmütig – auf den anhaltenden Gletscherschwund und seine Folgen hingewiesen (*Klebensberg, 1932, S. 53 & 1954, S. 8*). In der Zeit des Wiederaufbaus nach dem Kriege standen verständlicherweise andere Themen als der Klimawandel im Vordergrund, und ich vermute, dass vorausschauende Warnungen von Experten in der Öffentlichkeit nicht ausreichend wahrgenommen und gewürdigt wurden. Gibt es etwa heute Warnungen auf der Basis aktueller wissenschaftlicher Ergebnisse, deren Bedeutung die Gesellschaft sich noch gar nicht bewusst ist?

Ich persönlich konnte durch die Vertiefung in Gletscherkunde und Klimafragen viel lernen und mitnehmen. Ich gewann Einblicke in Themen, von denen ich kaum zuvor gehört hatte, wie z. B. von der Evolution der Technik im Zusammenhang mit Eisenbahnbau oder industrieller Kühlung. Für diese Einblicke und die wissenschaftliche Basis, welche mir im Akademischen Gymnasium bereitet wurde, bin ich dankbar.

Tatsächlich (aber unbeabsichtigt) lag mein VWA-Thema ein bisschen im Trend: So kann ich feststellen, dass in den vergangenen wenigen Jahren ein gesteigertes Interesse der Öffentlichkeit zum Thema „Eisgewinnung am Birnbachloch-Gletscher“ bestand. Es erschienen zuletzt einige populärwissenschaftliche Artikel dazu (z. B. *Orfer, 2011; Bayer, 2015, S. 12*). Interessanterweise wurde bei diesen Artikeln immer auf die wenigen Originalquellen bzw. Übersichtsarbeiten (in erster Linie *Illustrierte Zeitung, Unbekannter Autor, 1897, S. 692*, sowie *Schwaiger, 2012, S. 355*) Bezug genommen. Mein Bestreben in dieser VWA war es, dieses Thema in der ganzen Breite zu beleuchten und neue Aspekte einfließen zu lassen. Tatsächlich war dies eine Herausforderung, weil zum Birnbachloch-Gletscher nur wenige neue Quellenangaben mit vertretbarem Aufwand ausgehoben werden konnten. Aus diesem Grund werde ich weiterhin - in Kooperation mit Herrn Dr. Alois Schwaiger/Leogang und Herrn Prof. Mayerhofer/Leogang - versuchen, Originalberichte und Zeugnisse über den Abbau des Birnbachloch-Gletschers zusammenzutragen.

8 Referenzen

8.1 Originalliteratur, Bücher, Zeitungsartikel

Auer, Ingeborg et al.; ÖKLIM 1971 – 2000. Aktualisierung des digitalen Klimaatlas Österreichs 1961 – 1990. In: ZAMG, Projektendbericht 31, 3, 2010, S. 11.

Bayer, Heinz; Ja. Bitte schön kalt! In: Salzburger Nachrichten, 21.07.2015, S. 12.

Betschart, Andres; Wasser für Walliser Weiden, Kühleis und für die Elektrizität. In: Gletscherwelten, Stiftung UNESCO Welterbe Schweizer Alpen Jungfrau-Aletsch, Managementzentrum, 1. Auflage, 2011, S. 23.

Fischer, Andrea; Gletscherbericht 2011/12. Sammelbericht über die Gletschermessungen des Österreichischen Alpenvereins im Jahre 2012. In: Bergauf 2013, Jg. 68 (138), Heft 2, S. 22.

Fischer, Andrea; Gletscherbericht 2013/14. Sammelbericht über die Gletschermessungen des Österreichischen Alpenvereins im Jahre 2014. In: Bergauf 2015, Jg. 70 (140), Heft 2, S. 26.

Fugger; Die Schneemassen im Birnbachlochgraben. In: MDOeAV 1884, Band 10, Heft 9, S. 317.

Funk-Salami, Françoise; Allgemeines über Gletscher. In: Gletscher und Klimawandel in Graubünden, Faktenblatt 14, 2009, S. 2.

Gesellschaft für Linde's Eismaschinen, Unbekannter Autor; A.-G. Wiesbaden, 1905, S. 3 (Werbebrochure). Aus dem Archiv des Deutschen Museums, München. (Kopie bei Caroline Fiegl vorliegend)

Hann, Julius; Klima der gemäßigten Zonen. In: Handbuch der Klimatologie, 1911, Band 3, S. 237.

Helfricht, Kay; Veränderungen des Massenhaushaltes am Hallstätter Gletscher seit 1856. Diplomarbeit am Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck, 2009, S. 73.

Hohenwarter, Gerhard; Der Eiskargletscher – Messergebnisse und ihre klimatologische Interpretation. In: Carinthia II, 199./119. Jahrgang, 2009, S. 47.

Hiebl, J., et al.: Multi-methodical realisation of Austrian climate maps for 1971–2000, Adv. Sci. Res., 2011; Vol. 6, S. 19.

Illustrierte Zeitung, Unbekannter Autor; Ausnutzung einer vergletscherten Schneelawine am Birnhorn bei Saalfelden. In: Illustrierte Zeitung, München, Vol. 2838, Jg. 1897, S. 692f.

Künstliche Kälte, Unbekannter Autor; Gesellschaft für Linde's Eismaschinen. A.-G., Wiesbaden, 1912, S. 3. Aus dem Archiv des Deutschen Museums, München. (Kopie bei Caroline Fiegl vorliegend)

Kälteerzeugung und Kälteverwertung; Gesellschaft für Linde's Eismaschinen. A.-G., Wiesbaden, Ecksteins Biographischer Verlag Berlin, 1911. Aus dem Archiv des Deutschen Museums, München. (Kopie bei Caroline Fiegl vorliegend)

Käsermann, Christoph & Wipf, Andreas; Faszination Gletscher. In: Gletscher der Schweiz, Ott Verlag, 2011. S. 15.

Klebelsberg, Raimund; Die Ostalpengletscher im Sommer 1932. In: Mitteilungen des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, 1932, Nr. 3, S. 53.

Klebelsberg, Raimund; Die Gletscher der österreichischen Alpen 1953/54 - Bericht über die Gletschermessungen des Österreichischen Alpenvereins im Jahre 1954. In: Mitteilungen des OeAV, 1954, S. 8.

MDOeAV, Unbekannter Autor; Ueber die Eisgewinnung im Pinzgau. In: MDOeAV, Mitteilungen des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins, 1884, Band 10, Heft 8, S. 283.

Müller, Guido; Die Gewinnung und Verwendung von Natureis. Geografische Aspekte eines beinahe vergessenen Kapitels der Wirtschaftsgeschichte – Salzburg als Beispiel. In: MGSLK - Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde 135, 1995, S. 773.

Nicolussi, Kurt; Zur Geschichte des Vernagtferners – Gletschervorstöße und Seeausbrüche. In: Klima, Wetter, Gletscher im Wandel. Universität Innsbruck, Innsbruck University Press, 2013, S. 69.

Ortlieb & Edenhofer; Vereinigte Münchner Eiswerke. Werbebrochure, um 1910, S. 4. Aus dem Archiv des Deutschen Museums, München. (Kopie bei Caroline Fiegl vorliegend)

ÖAV; Alpenvereinskarte, Stubaier Alpen/Hochstubaier; 1:25 000, Nr: 31/1, Jg. 1984.

Patzelt, Gernot; Gletscherbericht 1995/96 – Sammelberichte über die Gletschermessungen des Österreichischen Alpenvereins im Jahre 1996. In: Mitteilungen des OeAV 1997, Jg. 52 (122), Heft 2, S.14.

Patzelt, Gernot; Gletscherbericht 2001/02 – Sammelberichte über die Gletschermessungen des Österreichischen Alpenvereins im Jahre 2002. In: Mitteilungen des OeAV 2003, Jg. 58 (128), Heft 2, S. 6.

Patzelt, Gernot; Gletscherbericht 2007/08 – Sammelberichte über die Gletschermessungen des Österreichischen Alpenvereins im Jahre 2008. In: Mitteilungen des OeAV 2009, Jg. 64 (134), Heft 2, S. 18.

Salzburger Volksblatt, Unbekannter Autor; Eis vom Fuße der Birnhorns bei Leogang. In: Salzburger Volksblatt, Nr. 213, 14. Jg., 17.09.1884, S. 2.

Schautafel Bergbaumuseum Leogang; Birnbachgletscher-Birnhornkees, 2003.

Schjerning, Wilhelm; Der Pinzgau: Physikalisches Bild eines Alpengaues. Verlag von J. Engelhorn, Stuttgart, 1897, S. 167.

Schwaiger, Alois; Eisabbau am Birnbachloch-Gletscher. In: Leogang – Fakten, Bilder & Geschichte. Gemeinde Leogang, 2012 (2. Auflage), S. 355.

Schwanke, Karsten, et al.; Landschaftsformen. Unsere Erde im Wandel – den gestaltenden Kräften auf der Spur. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010, S. 350.

Seiser, Bernd; Gletscherinventar 2006 der Stubaier Alpen. Diplomarbeit am Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck, 2010, S. 4.

Täubrich, Hans-Christian; Eisbericht – Vom Handel mit dem natürlichen Eis. In: Unter Null – Kunsteis, Kälte und Kultur. Verlag C. H. Beck München, 1991, S. 50.

Tintor, Wolfgang; Die Kleingletscher der Julischen Alpen. In: Carinthia II, Klagenfurt 1993, Jg. 103, S. 405.

Zängl, Wolfgang und Hamberger, Sylvia; Blaeisgletscher am Hochkalter. In: Gletscher im Treibhaus. Steinfurt, Tecklenborg Verlag. Jg. 2004, S.14.

8.2 Internet-basierte Literatur

Berchtesgadener Land Tourismus GmbH; Die Eiskapelle am Königssee. In: Berchtesgadener Land – Perle der Alpen, 2016. (<http://www.berchtesgadener-land.com/natur/wandern/nationalpark/watzmann/eiskapelle>) (09.02.2016)

Bogdanov, Georg; Leogang im Pinzgau - Das spannendste Urlaubsdorf in den Alpen. In: city-map Region Pinzgau-Pongau, 2016. (<https://pinzgau-pongau.city-map.at/02011000>) (30.09.2016)

Gay-Crosier, Roland; In: Trient, cent ans d'histoire, cent ans de vie. Edition Pillet, 1999. (www.eingestellte-bahnen.ch) (27.01.2016)

Hagg, Wilfried; Das Blaeis. In: Bayerische Gletscher, 2016. (<http://bayerischegletscher.userweb.mwn.de/blaeis.htm>; Filmanimation: http://bayerischegletscher.userweb.mwn.de/bei/bei_topo.htm) (27.11.2015)

Hagg, Wilfried; Höllentalferner. In: Bayerische Gletscher, 2016. (<http://bayerischegletscher.userweb.mwn.de/htf.htm>) (27.11.2015)

Holzhauser, Hanspeter; In: Wozu Gletschereis früher auch noch diente, 2016. (<http://www.myswissalps.ch/story/516>) (28.12.2015)

Hynek, Bernhard; Gletscher sehr stark geschmolzen. In: ZAMG – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 10.12.2015. (<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/gletscher-sehr-stark-geschmolzen>) (27.01.2016)

Mair, Paul; Gletscherkunde. Instruktor Hochtour 2007. (https://www.alpenverein.at/portal_wAssets/z_alt/portal/Download/Bergsport/Instruktoren/Gletscherkunde_07_01.pdf) (07.02.2016)

Orfer, Bernd; Ein Kühlschranks für das Münchner Bier. In: Reisen. Der Standard, 21.05.2011. (<http://derstandard.at/1304552448828/Ein-Kuehlschrank-fuer-das-Muenchner-Bier>) (12.11.2015)

Schwabe, Dieter; Birnbachloch und Birnbachgletscher, 2014.

(<http://www.outdooractive.com/de/wanderung/saalfelden-leogang/birnbachloch-und-birnbachgletscher/100268953/>) (30.09.2015)

Schmidt, Gavin & Schwunk, Robert; GISS Surface Temperature Analysis. In: NASA Goddard Institute for Space Studies, 2016.

(http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v3/) (09.02.2016)

Stadler, Gernot; Eis vom Thron Gottes, 2011.

(<http://www.3sat.de/page/?source=/dokumentationen/159029/index.html>) (04.02.2016)

8.3 Abbildungen

Abb.1: Umwandlung von Schneekristallen über Firn zu Eis. (Funk-Salami, Françoise; Allgemeines über Gletscher. In: Gletscher und Klimawandel in Graubünden, Faktenblatt 14, 2009, S. 2.)

Abb.2: Schema eines Gletschers. (Funk-Salami, Françoise; Allgemeines über Gletscher. In: Gletscher und Klimawandel in Graubünden, Faktenblatt 14, 2009, S. 2.)

Abb. 3: Der Birnbachloch-Gletscher 1897. (Photographische Kunstanstalt, München/Technisches Archiv des Deutschen Museums, München, 1897.)

Abb. 4: Der Birnbachloch-Gletscher im September 2014. (Caroline Fiegl, 2014)

Abb. 5: Der Birnbachloch-Gletscher am 04.11.2015. (Caroline Fiegl, 2015)

Abb. 6: Der Birnbachloch-Gletscher im Laufe der Zeit. (Salzburger Geografisches Informations System, SAGIS, Othofotos, Erstelldatum 2015.

<http://www.salzburg.gv.at/landkarten> & Google Earth, 2015)

Abb. 7: Das Blaueis bei Berchtesgaden. **(A) & C)** Hagg, Wilfried; Höllentalferner. In: Bayerische Gletscher, 2016.

http://bayerishegletscher.userweb.mwn.de/bei/bei_bilder.htm (27.11.2015), **B)**

Zängl, Wolfgang und Hamberger, Sylvia; Blaueisgletscher am Hochkalter. In: Gletscher im Treibhaus. Steinfurt, Tecklenborg Verlag. Jg. 2004, S.14.)

Abb. 8: Fotografischer Größenvergleich des Montaschgletschers. **(A)** Tintor, Wolfgang; Die Kleingletscher der Julischen Alpen. In: Carinthia II, Klagenfurt 1993, Jg. 103, S. 405., **B)** Google Earth, 2006., **C)** Meteonetwork; Ghiacciai delle Alpi Orientali (Montasio, Canin, Coglians), 2010. <http://forum.meteonetwork.it/glaciologia-a-cura-di-sgl-/60396-ghiacciai-delle-alpi-orientali-montasio-canin-coglians-agosto-2007-a-9.html> (27.11.2015))

Abb. 9: Der Sulzenauerferner in unterschiedlichen Zeitepochen. **(A)** Stubai Bilder; Sulzenauerferner, Fernerstube u. Zuckerhüttl, 2012. <http://www.stubai-bilder.at/bilder/3-alte-stubaier-ansichten/detail/788-sulzenauerferner> (27.11.2015), **(B)** Braukmann, Stephan; Sulzenauerferner 1984 mit Wilder Pfaff, Zuckerhüttl und Aperer Pfaff, 2015. <http://www.stephan-braukmann.de/seiten/vollbilder/sulzenauerferner.htm> (27.11.2015), **(C)** Caroline Fiegl, 2015)

Abb. 10: Darstellung der Größenschwankungen von vier Alpengletschern über fünf Jahrhunderte. (Nicolussi, Kurt; Zur Geschichte des Vernagtferners – Gletschervorstöße und Seeausbrüche. In: Klima, Wetter, Gletscher im Wandel. Universität Innsbruck, Innsbruck University Press, 2013, S. 69.)

Abb. 11: Darstellung der globalen Temperatur. (Schmidt, Gavin & Schwunk, Robert; GISS Surface Temperature Analysis. In: NASA Goddard Institute for Space Studies, 2016. http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v3/ (09.02.2016))

8.4 Tabellen

Tab. 1: Schneegrenze in Abhängigkeit von Exposition und Gebirge. (Mair, Paul; Gletscherkunde. Instruktor Hochtour 2007. https://www.alpenverein.at/portal_wAssets/z_alt/portal/Download/Bergsport/Instruktoren/Gletscherkunde_07_01.pdf (07.02.2016))

Tab. 2: Vermessungen des Birnbachloch-Gletschers. (Caroline Fiegl, 2016)

Tab. 3: Größenvergleich von tiefgelegenen Gletschern. (Caroline Fiegl, 2016)

Tab. 4: Größenverhältnisse und Seehöhe von Messpunkten des Blauseis-Gletschers 1820-2009. (Hagg, Wilfried; Das Blaueis. In: Bayerische Gletscher, 2016. http://bayerischegletscher.userweb.mwn.de/bei/bei_topo.htm (27.11.2016))

Tab. 5: Beschreibungen und Erwähnungen des Eisabbaus am Birnbachloch-Gletschers zur damaligen Zeit. (Caroline Fiegl, 2016)

Tab. 6: Alpengletscher, die zur Eisgewinnung für Kühlzwecke herangezogen wurden. (Caroline Fiegl, 2016)

9 Anhang

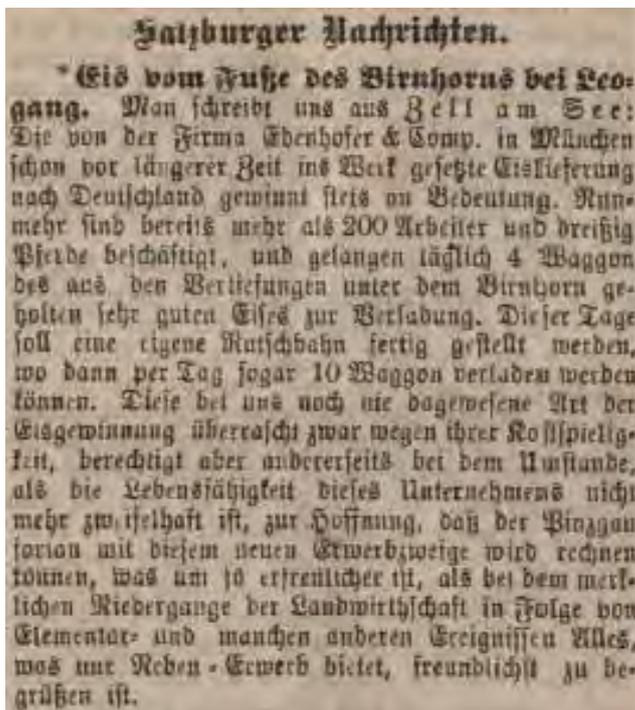
Historische Aufnahmen vom industriellen Abbau des Birnbachloch-Gletschers 1897

(*Photographische Kunstanstalt, Technisches Archiv des Deutschen Museums, München*)



Wanderung zum Birnbachloch-Gletscher am 04.11.2015 (Caroline Fiegl)



Wanderung zum Sulzenauerferner am 12.09.2015 (Caroline Fiegl)**Historische Dokumente zum industriellen Abbau**

(Salzburger Volksblatt, 1884, S. 2)

Ueber die Eisgewinnung im Pinzgau erhalten wir von befreundeter Seite interessante Notizen. Im vorigen Winter war der Zeller See so tief und fest gefroren, dass bis ins Frühjahr hinein mit der Eisförderung fortgefahren werden konnte; über 2000 Waggons mit Eis passirten damals allein München. An dieser Eisgewinnung, bei welcher über 300 Mann, in Gruppen unter einzelnen „Unternehmern“ getheilt, Beschäftigung fanden, hat die Marktgemeinde Zell am See einen Reingewinn von über 22 000 fl. erzielt. Die auffallende Thatsache, dass der See trotz des milden Winters so tief gefror, erklärt sich daraus, dass, wie auch aus den Meteorologischen Notizen in den Mittheilungen hervorgeht, andauernd ein barometrisches Maximum über der Schmittenhöhe lagerte, das, ähnlich wie vor einigen Jahren in Klagenfurt, örtliche Kälte zur Folge hatte, so dass zum öfteren in Zell am See -14° gegen $+2^{\circ}$ in Salzburg beobachtet worden sind.

Z. Z. findet nun eine Eisgewinnung am Birnhorn bei Leogang statt, über welche eine, wie gewöhnlich in solchen Dingen, nicht ganz genaue Notiz durch die Zeitungen läuft. Engelbert Stecher in Zell am See, einer der „Unternehmer“ bei der See-Eisgewinnung, der s. Z. für die Section Pinzgau den Weg auf die Schmittenhöhe gebaut hat, war dort der „Eisfinder“; am Birnhorn der Leoganger Steinberge befindet sich das Birnloch, ein „Schneeloch“, wie sie der Pinzgauer nennt und wie solche auf den Plateaus der östlichen Kalkalpen öfter beobachtet werden; (auch Fugger in unserer Zeitschrift 1880, S. 191 ff. beschreibt solche am Untersberg als Schneetrichter). Ein solches Schneeloch kann unter Umständen der Sammel-punkt für Lawinen werden, so dass z. B. das Birnloch eine halb eisartige, in Blöcke gut trennbare, feste Masse von über 100 m Tiefe fassen kann. Vom Birnloch nun ist eine Rutschbahn nach der Station Leogang gebaut worden, wo dann dieses Schneeeis, das jedenfalls mehr Consistenz besitzt als das Gletschereis an der Oberfläche, verladen wird; es sollen täglich 30 bis 35 Waggons expédirt werden.

Der Pinzgau kann sich zu solch unerwartetem Verdienst der Bevölkerung nur Glück wünschen und hat gewiss keine Veranlassung, gegen diese Art der Eisgewinnung, welche ja der landschaftlichen Schönheit keinen Eintrag thut, Protest zu erheben, wie ihn jüngst der Kanton Uri gegen die Ausbeutung des Rhone-Gletschers erhoben hat.

(MDOeAV, Unbekannter Autor, 1884, S. 283)

Die Schneemassen im Birnlochgraben. In den Mittheilungen Nr. 8, S. 283 wird von der Eisgewinnung am Birnhorn gesprochen, und die betreffende Stelle (nach dortigem Gebrauch) ein Schneeloch genannt, wobei auch die Schneetrichter des Untersbergs citirt werden. Ich bringe seit einer Reihe von Jahren einen Theil der Ferien in Leogang zu und bin daher in der Lage, über jenes »Schneeloch« einige Auskünfte zu geben.

Die Giselabahn beschreibt von Saalfelden weg vorerst eine lange, mehrfach gebogene Linie, um das Saalachthal zu verlassen und das linksseitige Gehänge des Leogangthals zu erreichen. Nachdem sie die rein ostwestliche Richtung eingeschlagen hat, steigt sie ziemlich stark an und bietet links den Anblick des ziemlich weiten Thals, zur Rechten dagegen jenen des sehr monotonen nördlichen Gehänges. Nach einer Fahrt von etwa 12 Minuten öffnet sich plötzlich dieser Abhang und gestattet einen Blick in einen weiten Graben, der in seinem Hintergrund von steilen Wänden umfassen wird, welche durch prächtige, kühnaufragende Spitzen und Felsköpfe gekrönt sind. Die höchste dieser hier sichtbaren Spitzen ist zugleich die höchste des ganzen Gebirgstocks der Leoganger Steinberge, das Birnhorn. Unmittelbar aus der Mitte des weiten Kessels im Hintergrund des Grabens leuchtet eine mächtige Schneemasse herab, und diese ist es, welche im Sommer d. J. zur Eisgewinnung ausgenützt wurde. Kaum mehr als eine Minute ist von der Bahn aus der Anblick dieses schönen Bildes vergönnt, das monotone Sandstein-Gehänge verdeckt wieder die weitere Aussicht nach rechts, und wenige Minuten später ist der Zug in der Station Leogang.

Der erwähnte Graben führt in seinem unteren Theil den Namen Ullachgraben und enthält eine stattliche Anzahl von hübschen Bauernlehen; durch diesen Graben zieht sich auch der durch die Section Pinzgau des D. u. Ö. A.-V. bezeichnete Weg auf das Birnhorn. Ein grosser Seiten-

arm, der Atlasgraben, fliesst dem Hauptgraben von O. her in etwa 860 m Meereshöhe zu, welcher von hier an aufwärts Birnlochgraben heisst. Sein Name stammt von einer Höhle, dem sogenannten Birnloch, welches im östlichsten Arm dieses Grabens, 1228 m ü. M., liegt; es ist ein Loch von 3 m Weite, $1\frac{1}{2}$ m Höhe und einigen Metern Tiefe. Im Hintergrund dieser Höhle zieht sich ein weiter Schacht nach abwärts, aus welchem eine mächtige Quelle emporsteigt, welche unter normalen Verhältnissen den Boden der Grotte bis zu einer Höhe von 30 cm bedeckt. Nur bei ganz niedrigem Wasserstand kann man die Höhle betreten und bis an den Rand des tiefen Schachts vordringen; im Herbst und Winter soll die Quelle mitunter vollkommen versiegen. Ihre Temperatur ist ziemlich constant $3\cdot9^{\circ}$ C. — Der westliche Arm des Birnlochgrabens besteht wieder aus drei Haupttrinnen und wird der Kessel genannt. Bis zu 1120 m reichen hier die Schiefer und Sandsteine der Werfener Serie, darüber lagern Muschelkalke und Wettersteindolomite; die Muschelkalke bilden das felsige Gebiet bis an die Steilwände, diese aber bestehen bereits aus Wettersteindolomit; sie haben grosse Quantitäten von Schutt im Kessel angehäuft, und durch diesen Schutt haben sich die Gewässer die besprochenen drei Rinnen ausgewaschen. In jener Rinne nun, welche dem Birnloch zunächst liegt, befindet sich die fragliche Eismasse. Sie ist ein grosser Lawinenrest, der sich von einem Jahr zum anderen erhält und selbst im Herbst noch ansehnliche Dimensionen zeigt. Im August 1880 befand sich das untere Ende des Eisfeldes in 1184 m Meereshöhe, hatte eine Länge von 65 m aufwärts in der Richtung der Rinne bei einer Breite von 25 bis 40 m und einer Neigung von 35° . Unter dem Eisfeld hat sich der Bach sein Bett ausgewaschen und bildete an einer Spalte ein prachtvolles Eisthor von gegen 20 m Weite und 6 m Höhe, welches auf seiner Innenseite schüsselförmige Aushöhlungen zeigte. Die einzelnen Höhlungen, welche Kugelsegmenten glichen, waren wabenartig nebeneinander gereiht und hatten etwa 30 cm Durchmesser. Sie glichen vollkommen den Eisschüsseln, welche man in der Eiskapelle am Königsee beobachten kann. Etwa 15 m unterhalb dieses Eisthores befand sich das Ende der Eismasse, und zwar ebenfalls mit einem Thor, jedoch von kleineren Dimensionen. — Im August 1881 war das Eisfeld bedeutend mächtiger als das Jahr vorher; das Eisthor, welches sich am unteren Ende des Lawinenrests, in 1170 m Höhe, befand, war sehr klein, aber mit wohl entwickelten Eisschüsseln; im August 1882 war das Schneefeld von geringer Ausdehnung, nicht über 30 m lang und höchstens 20 m breit; auch im August 1883 waren seine Dimensionen nicht viel grösser, das untere Ende der Lawine, welche diesmal gar kein Eisthor zeigte, befand sich in 1190 m Höhe.

Ganz ähnliche Bildungen wie diese Eismassen des Kessels sind die Eiskapelle am Königsee, welche jedoch in geringerer Höhe (844 m) liegt und im September 1879 die kolossale Ausdehnung von 600 m Länge und 350 m grösster Breite zeigte; dann die Eiskapelle bei der

Scharitzkehlalpe am Göll in 1330 m Höhe. Letztere gilt als der Rest einer Schneelawine, welche anfangs der Vierziger Jahre dieses Jahrhunderts dahin abgestürzt (Weidmann, Touristenhandbuch für Salzburg, 1845. II. 202.) und seither nie völlig verschwunden ist. Im Hochsommer bohrt sich der Bach einen Gang durch den Eisklotz und bildet dann am unteren Ende ein mehr oder weniger grosses Eisthor, welches sich im Winter wieder schliesst. Am 26. Juli 1879 hatte sich dasselbe noch nicht gebildet. Der Eisklotz selbst hatte eine Länge von 12 m in der Richtung des Thals und etwa 25 bis 30 m in der Breite; die Dicke lässt sich nicht gut abschätzen, soll jedoch nach Angabe von Berchtesgadener Führern sehr bedeutend sein.*) — Die Schneemassen der Eiskapellen vom Königsee und der Scharitzkehl erhalten sich den Sommer über vorzugsweise durch den Umstand, dass die Sonnenstrahlen die Oberfläche des Eises nur wenige Wochen im Jahr und dann nur wenige Stunden des Tages erreichen. Der Kessel dagegen, in welchem das Eisfeld im Birnlochgraben liegt und sich erhält, gehört zu den sonnigsten Mulden des Birnhornstocks und wird von früh Morgens bis Nachmittags den ganzen Sommer über von der Sonne beschienen. Der Kessel ist aber auch das Sammelbecken der grössten Lawinen des Birnhornstocks, und das von einem Jahr zum andern ausdauernde Eisfeld ist nur ein kleiner Rest jener enormen Schneemassen, welche Winter und Frühjahr hier aufhäufen.

Salzburg.

Eberhard Fugger.

(Fugger, 1884, S. 317)

Nur die Tauernkette weist im Pinzgau Gletscher auf. An dem grössten Gletscher der nördlichen Kalkalpen, der Uebergossenen Alm¹⁾, läuft nur die Grenze ein Stück auf der Umrandung entlang, und wenn auch in einzelnen Mulden der Kalkalpen sich dauernde Schneeflecken halten, wie auf dem Ebersberg in den Leoganger Steinbergen oder an manchen Stellen des Steinernen Meeres, insbesondere in der Schneeegrube am Breithorn, so ist doch ihre Ausdehnung im Hochsommer zu gering, zugleich eine Bewegung des Schnees so wenig festzustellen, dass keiner dieser Schneeflecken den Namen Gletscher verdient²⁾. Ihre Erhaltung den Sommer über verdanken diese Schneeanhäufungen auch nur dem Umstande, dass sie nicht allein vom Winde herbeigeführten lockeren Schnee enthalten, sondern durch Lawinen von den steilen Gehängen der Kessel gebildet sind und so aus massigem, zusammengepresstem Schnee bestehen, auf den die Wärme der Luft schwerer schmelzend einwirken kann.

Eins der auffallendsten Beispiele einer solchen Lawinenschneeanammlung in verhältnismässig tiefer Lage findet sich im Birnlochgraben am Südfusse des Birnhorns³⁾. Dort dauert fast jeden Sommer ein Lawinenrest aus, dessen unteres Ende in 1170—1190 m Höhe liegt, dessen Ausdehnung aber mit den Jahren wechselt. Im August beträgt die Oberfläche des unter 35° geneigten, in einer tiefen Rinne liegenden Schneefeldes noch 2000 qm und darüber. Im Unterschiede von ähnlichen Lawinenresten in dauernd beschatteten Mulden, von denen am bekanntesten die Eiskapelle am Königsee (844 m hoch) sein dürfte, ist der Birnlochgraben nach Süden geöffnet, und das Eisfeld ist von früh bis zum Nachmittag der Sonne ausgesetzt. Dafür ist der Kessel, der in den Graben ausläuft, das Sammelbecken der grössten Lawinen des Birnhornstockes, und ganz gewaltige Schneemassen häufen sich hier jeden Winter und Frühling an. Die im Sommer ausdauernde Schneemasse ist halb eisartig und lässt sich gut in Blöcke trennen, so dass der Vorrat schon industriell ausgebeutet wurde. Im Jahre 1884 war nach der Eisenbahnstation Leogang vom Birnlochgraben eine Rutschbahn gebaut worden, auf der die einzelnen Blöcke abwärts glitten; täglich wurden über 30 Wagen gefüllt⁴⁾.

(Schjernig, 1897, S. 167)

Selbstständigkeitserklärung

Ich, Caroline Fiegl, Schülerin des Akademischen Gymnasium Innsbrucks, versichere hiermit eidesstattlich, dass ich diese Arbeit selbstständig geschrieben habe. Alle wörtlichen und sinngemäßen Übernahmen aus anderen Werken wurden als Zitate kenntlich gemacht und alle von mir verwendeten Quellen im Literaturverzeichnis ausführlich angegeben.

Ort, Datum

Unterschrift

Caroline Fiegl

Löfflerweg 32

6020 Innsbruck

carolinefiegl@yahoo.de