Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Luzern
Band: 29 (1987)

Artikel: Die Anfänge der Gletscherforschung und der Glazialtheorie
Autor: Vögele, Anna-Elisabeth
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-523439

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.10.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die Anfänge der Gletscherforschung und der Glazialtheorie

ANNA-ELISABETH VÖGELE

Zusammenfassung

Die Kenntnisse über die Gletscher waren bis weit ins 18. Jahrhundert hinein sehr beschränkt. Eingestreut in die Beschreibungen der Natur und der Menschen wurden über die Gletscher oft recht wunderliche Theorien vertreten, da die wenigsten Autoren kaum je einen Gletscher aus eigener Anschauung kannten. Erst mit zunehmendem Interesse an den Naturphänomenen und den neuen instrumentellen Möglichkeiten am Übergang vom 18. zum 19. Jahrhundert wurden die Informationen über die Gletscher genauer und vielfältiger, und es wurden Erklärungen über deren Entstehung und Bewegung gesucht. In einer Auswahl von Zitaten lassen wir diese bewegte Zeit zum Ausdruck kommen; bekannte Namen wie Scheuchzer, Gruner, de Saussure, um nur einige zu nennen, treten auf. Anfangs des 19. Jahrhunderts wurde die Glazialtheorie erstmals von Venetz vertreten, dem bald de Charpentier und Agassiz folgten. Nur mit Mühe setzte sich die Auffassung durch, dass die Findlinge durch Gletscher transportiert worden seien. Eine derartige Ansicht stand im Widerspruch zu der von den Gelehrten jener Zeit postulierten Flut- oder Drifttheorie. Mitte des 19. Jahrhunderts erfolgte der endgültige Durchbruch der neuen Theorie, erweitert nun durch die Hypothesen eines mehrmaligen Vorstossens der Gletscher und/oder mehrerer Eiszeiten. Damit verknüpft sind die Namen von Venetz und Morlot. Gleichzeitig versuchte Heer auf Grund botanischer Untersuchungen die Eiszeit zeitlich einzuordnen.

Résumé

Jusqu'au 18ème siècle, nos connaissances des glaciers étaient très limitées. Les quelques auteurs de l'époque n'ayant guère vu de glacier eux-mêmes, on a bien souvent défendu des théories plutôt singulières dans les descripitions de la nature et des hommes.

Il faudra attendre la période transistoire du 18ème au 19ème siècle pour voir les informations sur les glaciers devenir plus précises et variées – du fait de l'intérêt accru aux phénomènes naturels et de la mise au point de nouveaux instruments. On entreprit alors d'expliquer l'origine des glaciers et de leurs mouvements. Nous laissons cette époque mouvementée s'exprimer dans un recueil de citations où apparaissent des noms prestigieux comme Scheuchzer, Gruner, de Saussure, notamment.

Au début du 19ème siècle, Venetz défend pour la première fois la théorie sur les glaciers, suivi bientôt par de Charpentier et Agassiz. Mais il faudra beaucoup de peine à faire admettre que les blocs erratiques avaient été transportés par les glaciers. Une telle appréciation était contraire à la théorie sur les marées et les courants de surface défendue par les scientifiques de l'époque.

Au milieu du 19ème siècle, la nouvelle théorie s'impose définitivement, enrichie à présent par les hypothèses d'une avancée répétée des glaciers et/ou de plusieurs périodes glaciaires. Les noms de Venetz et de Morlot sont indissociables de ces connaissances. Parallèlement, Heer essayait de situer dans le temps la période glaciaire en s'appuyant sur des recherches faites dans le domaine de la botanique.

Abstract

Well into the 18th century, knowledge of glaciers was greatly limited. In the descriptions of man and scenery strange theories about that subject were advanced because only few authors had ever seen a glacier by their own observation before. With the increasing interest in natural phenomena and the progressive development of technical facilities at the turn of the 18th to the 19th century the information on glaciers became more accurate and differentiated. For this reason, explanations for glacial formation and movement were sought. These troubled days are revealed by means of selected quotations; well-known names such as Scheuchzer, Gruner, de Saussure and some others are mentioned here.

At the beginning of the 19th century, the glacial theory was first supported by Venetz followed by de Charpentier and Agassiz. It required a great effort to carry through the idea that erratic blocks had been transported by glaciers. Such an interpretation, however, did not agree with the scholars' and learned people's opinion in those days because this view was incompatible with the flood or drift theory.

In the middle of the 19th century, the final break-through of the new theory occurred now enlarged by the hypothesis of repeated glacial advances and/or several glacial epochs. Names such as Venetz and Morlot are well-known in connexion with this subject. On the basis of botanical evidence, a contemporary, Heer, tried to integrate the glacial epoch into the geological time scale.

Schon früh erwachte in der Schweiz das erste Interesse an der Beschreibung und später der Erforschung der Gletscher. In zunehmendem Masse beschäftigten sich die Gelehrten im 16. Jahrhundert neben der Philosophie, Theologie und der Medizin auch mit den Naturverhältnissen, waren doch die Berge, Steine und Gletscher in ihrer Heimat nicht zu übersehen.

Die ersten Gletscherbeschreibungen

AEGIDIUS TSCHUDI (1505–1572) durchzog in jungen Jahren die Alpen vom Grossen Sankt Bernhard über die Furka zum Gotthard und weiter über die Bündner Pässe Splügen, Lukmanier und Septimer. Auch als Landvogt und Gesandter lernte er das Land kennen. Zusätzliche Kenntnisse suchte er sich aus den Archiven der Klöster und Stifte zu erwerben. Er hinterliess viele topographische Beschreibungen, wovon *Die uralt warhafftig Alpisch Rhetia / samt dem Tract der anderen Alpgebirgen* (1538) die älteste seiner gedruckten Schriften ist. Der grösste Teil seines Werkes liegt ungedruckt in Form von Manuskripten und Briefen vor (STUDER 1863).

Vermutlich die älteste gedruckte Gletscherbeschreibung finden wir in SEBASTIAN MÜNSTERS (1489–1552) *Cosmographia* (deutsch 1544). Münster konnte Einsicht nehmen in Tschudis Manuskripte und korrespondierte mit ihm und weiteren Informanten (vorwiegend Pfarrherren). Der folgende Text gibt uns Einblick in die damaligen Kenntnisse über die Gletscher (MÜNSTER 1544, p. ccclix):

«Was bey den gletscheren verstanden
Wie wol die gletscher nit bergwerck noch metallen seind / seind sie doch gleichförmig in der reinikeit den lauteren Crystallen / werden zummhererntheil gefunden gegen mittag vff den hôhsten vnd wildẽbergen / die man nent schneeberg / ist aber nit schnee noch eyß in seiner natur eigentlich / ist viel mere ein verhertet eyß / das vff der höhe der

bergẽ nümermere zerschmeltzt / sunder von zwey oder drey tausent jar her do gelegen ist vnnd garnah zu eim stein worden. Vnd so etwan ein stuck abherfalt in ein thal / bleibt es lange zeyt ligen ehe es zu wasser resoluirt wirt / onangesehen die grosse hitz des summers oder der soñen glantz. Ist auch sein eigẽschafft dz er sich selber purgirt vñ reyniget / dz in im kein herdt / sand / stein / gros noch klein /auch kein andere matery bleibt / er duldet der ding keins / biß dz er als rein wirt wie ein cristal. Ist an vil enden ongruntlich tieff / macht auch zum offtern mal grosse schründẽ vñ spalt / das gar sorglich ist in pässen / vnd auch den jägern / besunder so disse spält mit schnee bedeckt werden. An vil enden seind die vffgerissen schrunden drey oder vier hundert claffter tieff / etlich ongrüntlich. So einer zu summer zeytẽ anfaht spalten / ertönt dar von so ein grausammes krachẽ / gleich als wölt daß ertrich brechẽ. Die jäger hencken das fleisch vnd wildpräat darin zu summerzeyten / do mit es darin gefrier /vnd wirt also darin behalten biß inen füglich ist bey guter weyl zu verkauffen. Es braucht auch das läduolck den gletscher in tödlichen kranckheiten für artzney / nemlich do mit zu stellen disenteriam / das ist / den roten schaden der von hitz kompt / vnnd zu leschen acutas febras / das seind hitzige kranckheitẽ. Es ist so ein kalt ding vmb den gletscher / daß man ein kanten mit warmem wein / mit ein stuck eins eyes gros grim kalt machen mag.»

JOHANN STUMPFF (1500–1566), Pfarrer in Bubikon, gab 1546 ebenfalls ein grosses Werk über die Schweiz heraus mit dem Titel *Gemeiner loblicher Eydgnoschafft Stetten / Landen vnd Völckeren Chronick wirdiger thaaten beschreybung*, bekannt unter dem Namen *Schweizer Chronik*. Auch er kannte nur wenige Landesteile aus eigener Anschauung; die Quellen für sein Werk waren ebenfalls ältere Autoren sowie Informanten. Zum Vergleich wollen wir auch seine Gletscherbeschreibung im Wortlaut anführen (STUMPFF 1548, II. Teil, p. 284):

«Diß gebirg hat selten so vil Summers / daß der schnee des selbigen jars gefallẽ allenthalb möge gar abgon / es seye daß der Summer warm vnd langwirig. Bei etlichen heissen Sumers zeyten / als im jar Christi 1540. gewesen / gadt auch etwan der alt schnee ab / doch niemermer also gar / dann das die obristen spitzen ständigs schnee behaltend: vnd den selbigen alten schnee neñt man Firn / das ist / alten verlegnen schnee / der ist gefrorẽ wie das winter eyß: daß so er gleych im sumer von dẽ Sonnenglätz den tag weichet / gefrürt er doch die nacht wider / vnd wirt ye lenger ye herter. Vnd so dann etliche der allerhöchsten vnd wildesten gebirg sölichen schnee vnd Firn auff etlich tausent jar här ständigs besamlet habẽd / wirt der selbig zeletst an vilen orten also hert / lauter vnd klar als ein schöner Cristall / vnd verlaßt gar die natur vnd eigenschafft des gemeinen schnees vnd yß / vñ wirt ein verhertet yß / das auff der höhe niemer zergadt / sonder gar beynaach zů einem stein wirt: vnd sölichs wirt von den landleüten genennt Glettscher. Es hat ein söliche art vñ eigenschafft / daß es sich selbs reiniget / also daß kein erd / stein / sand noch einicherley matery darinn bleybt / biß daß er also rein / lauter vnd klar wirt wie ein Cristall. Vnd so etwan ein stuch daruon herab falt / oder sunst in die warmen talgelend bracht wirt / bleybt er lange zeyt ligen ee er widerum zů wasser möge werden. Er laßt sich auch nit mit gäher hitz oder Sonnenglätz schnäll zerschmeltzen / wie ein ander gemein winter-eyß. Man kůlet den weyn an etlichẽ enden darmit. Eins kleins stückle machet ein groß geschirr mit warmem weyn gantz kalt. Es ist ein überkalte materi. Die landleüt in disen Alpen wonhafft / brauchend den Gletscher in schwären kranckheiten für artzney / damit zelöschen die scharpffen fieber vnd hitzigen kranckheiten. Sy trinckend auch das kalt wasser, so vom Glettscher fleüßt für die rot Růr / genennt *Disenteria* / die selbigen darmit zestellen / so die von hitz kompt. Diser Glettscher ist an vilen enden vnergrüntlich tieff / offtermals spaltet er auf / machet grosse weyte spält vnd schrunden: so sich die aufthůnd von neüwem / gibt es ein so grausamen thon oder knall / als wölte das erdtrich

brechen. Sõliche spålt vnd schrundē sind gemeinlich grausam tieff / auff etlich hundert klaffter / etliche gar vnergründtlich. Die landleüt henckend Sum̃erszeyt das fleisch vnd gefangen wildpråt dareyn / das wirt gůte zeyt darinn behalten / vñ gefreürt hert / biß man das brauchen wil ist es frisch vnd gůt. Wo die straassen über dise Glettscher gond / da ist es gar sorgklich wandlē / von wegen diser spålt vñ schrunden: ist auch den Jågern oder weydleüten gefarlich / die nit in den straassen bleybēd: besonder so der Glettscher mit neüwem schnee überdeckt / vnd bey weyten die lõcher durch den wind mit schnee verfelt werdend.»

Bis ins 18. Jahrhundert hinein bilden diese beiden Gletscherbeschreibungen die Grundlage der Kenntnisse über die Gletscher der Schweiz und wurden immer wieder herangezogen sowohl für Schriften als auch für Zeichnungen.

Tschudis, Münsters und Stumpffs Schriften regten andere Gelehrte an, ihre Heimat näher kennenzulernen und zu beschreiben. Wir ihre Vorgänger betrieben sie diese Forschungen nur nebenbei.

Der erste Gelehrte, der die Erforschung der Natur zu seinem Lebensziel machte, war Conrad Gessner (1516–1565); allerdings konzentrierte er sich vor allem auf Zoologie und Botanik. Auf seinen jährlichen Wanderungen durch die Schweiz sammelte er Pflanzen, später auch Mineralien und versuchte, seine Funde einzuordnen.

Ein jüngerer Zeitgenosse von Gessner, Josias Simler (1530–1576), beschäftigte sich wiederum mit den Gletschern. Seine Quellen waren vor allem Stumpff und Münster; sein Ziel war, ein grosses Werk über ganz Helvetien zu schreiben. In seiner *Descriptio Vallesiae* (1574) unterscheidet Simler zum erstenmal zwischen Firn und Eis.

Hans Rudolf Räbmann, Pfarrer und Anhänger der Naturkunde, setzte die Werke von Münster, Stumpff, Simler u. a. in Verse um in seinem *Ein Neuw / Lustig / Ernsthafft / Poetisch Gastmal / vnd Gespräch zweyer Bergen* (usw.) (1606), wo er die Gletscher folgendermassen beschreibt (p. 130–131):

«Vil Berg hand alten schnee wie Eyß /
Deren das Volck war nimpt mit fleiß /
Vnd nennt es Firn / de so gar hert /
Vnd wie Cristall lauter er dert /
Gsamlet auff etlich tausend Jar
In denen er erhertet gar /
Gstocket vnd nimmer zergath /
Gleich einem herten stein bestaht.
Vom Volck wirt er auch Gletscher g'nannt
Der reinigt sich von stein vnd sand /
Ein mercklich weite er bedeckt
Im hohen Sommer kracht und kleckt /.
Wirfft tieffe schrůnd / herd / sand / vnd stein /
Hol/tzvnd was sonst fůr wust gemein /
Wirffts auß morgens vnd abends gar.
Wann es in heissen tagen war /
G'wint er sein spålt vnd schrůnd mit krachen
Als wolt er einen Donner machen /
Also im Berg erbrůlt er gar
Ist rauch mit spitzen obenhar /
Ein schrund hart an dem andren leit /
Der bleibt nicht also jederzeit /
Bald er vermachet ihn behend
Wirfft andren auff an andrem end /
Vnd vngleich tieff gantz wunderbar
Also wachßt er fürbass all Jar.
Ihr G'wild die Jeger hencken drein
Da mags ein lange zeit frisch seyn /
Kein Pfiffholter vnd Flieg da bleibt /
Die grosse kelt sie dannen treibt.
Er kůlt in Sommerhitz den Wein
Darinn er lange zeit mag seyn:
Ist ein Materi vberkalt
Auch zur Artzney das Volck ihn b'halt /
Heiss Fieber / vnd vom rothen schaden
Kan es damit sich wol entladen.»

Und über den Grindelwaldgletscher (p. 201):

«Bey Petronell am berg fürwar
Ein grosser Glettscher hanget dar /
Hat gantz bedeckt dasselbig ort
Mit Heusren muß man rucken fort.
Stoßt vor im weg das Erderich
Bõum / Heuser / Felsen wunderlich.»

Das ist nach Böhm (1901, p. 4) die erste Andeutung einer Moränenbildung am Ende des vorstossenden Gletschers.

Im 17. Jahrhundert mit seinen Wirren und Verfolgungen von Andersdenkenden finden

Abb. 1: Der Grindelwaldgletscher. Aus Martin Zeillers *Topographia Helvetiae, Rhaetiae et Valesiae* 1659. (Graphische Sammlung der Zentralbibliothek Zürich.)

wir nur wenige Arbeiten über Gletscher. MARTIN ZEILLER (1589–1661) verfasste den Text zum grossen Kupferwerk von Mattäus Merian. Die Abbildungen der Gletscher wurden teilweise nicht nach der Natur gezeichnet oder – bedingt durch die Drucktechnik – so schematisiert, dass spätere Autoren anhand dieser Bilder oft zu ganz falschen Beschreibungen und Gletschertheorien gelangten. Ein Beispiel dazu ist der Grindelwaldgletscher in Abbildung 1. Wie schon in den Versen von Räbmann, wird auch von Zeiller das Vorrücken des Gletschers von Grindelwald in seiner *Beschreibung des grossen Gletschers* (1654, p. 31–32) erwähnt. Zeiller bezieht sich dabei auf das Gedicht von Räbmann und auf die Chronik von Stumpff.

Es erschienen in diesem Jahrhundert einige topographische Beschreibungen von Teilgebieten der Schweiz. Meistens beruhen sie auf älteren Arbeiten wie jenen von Stumpff, Gessner und Simler. Die Aufgabe, eine topographische Beschreibung der ganzen Schweiz zu verfassen, übernahm JOHANN JACOB WAGNER (1641–1695), Stadtarzt in Zürich. In seiner Schrift *Historia naturalis Helvetiae curiosa* (1680) finden wir über den Grindelwaldgletscher folgendes (p. 26–27):

«Mons his niveus jam ab aliquot seculis tanta incrementa sumpsit, ut terram proximè circumjacentem unà cum arboribus, pra-

tis amoenissimis ac casis vicinis paulatim à se repulerit, ita ut accolae tuguriola sua aliò transferre coacti fuerint: ex eo etenim aliae atque aliae moles glaciei induratae, ac rupes niveae cum stiriis adhaerentibus assurgunt, mirandae aspectu, quae, quòd si glacies rimas agat, rursus decidunt, sed mox aliae earum loco succrescunt; quòd si etiam Mons hic arenam, lapides aliásque sordes per venas seu meatus suos Æolios eructet, ab iis sese purgat, aliarum utpote rerum mixturam minimè ferens.»

«Diese Schneemasse verzeichnete schon seit einigen Jahrhunderten einen solchen Zuwachs, dass sie die am nächsten umliegenden Gebiete mitsamt den Bäumen, den anmutigen Wiesen und den benachbarten Hütten allmählich von sich zurückdrängte, so dass die Anwohner gezwungen wurden, ihre Häuser an einen anderen Ort zu versetzen: seither erhärteten sich immer wieder Massen von Eis, und schneebedeckte Felsen erheben sich, wunderbar anzuschauen, mit Eiszapfen, die ihnen anhaften. Diese «Eisgebilde» fallen aber wieder zusammen, wenn das Eis Spalten treibt, bald jedoch wachsen an ihrer Stelle neue «Eismassen» nach. Wenn daher der (Schnee-)berg hier Sand, Steine und andere Ablagerungen durch Spalten oder durch seine «äolischen» (?) Gänge (Wege) ausstösst, so reinigt er sich von all diesem, da er nämlich keineswegs eine Mischung von anderen Stoffen (als Eis?) mit sich trägt.»

Wagner gründet in seinen weiteren Beschreibungen auf Münster und Stumpff; von diesen stammt auch die Aussage über die Selbstreinigung des Gletschers. In seinen Schriften bleibt Wagner beim Beschreiben und Aufzählen.

Beginn der Erforschung der Natur

Erst Wagners Schüler und Nachfolger Johann Jacob Scheuchzer (1672–1733), Stadtarzt, Mathematiker und Physiker, begann mit einer wissenschaftlichen Erforschung der Natur. Beinahe jährlich unternahm er mit seinen Schülern Reisen in die Alpen, wobei er sich an die bekannten Strassen und Täler hielt und nicht in das einsame, abgelegene Hochgebirge eindrang. Zur Höhenbestimmung beobachtete er das Barometer, und er sammelte Nachrichten sowohl über Naturerscheinungen wie Winde und Erdbeben, als auch über die wirtschaftlichen Schwerpunkte der Bevölkerung wie Käseproduktion und Jagd. Er bemühte sich um Angaben über die Topographie zur Verbesserung der Karten, über Pflanzen, Tiere und Mineralien; alles wurde in Reiseberichten festgehalten. Neu ist bei ihm, dass er sich mit den gefundenen Tatsachen auseinandersetzt und sie nicht einfach aneinanderreiht. Aufgrund seiner eigenen Beobachtungen und der Literatur (Simler, Leonhard und Hottin-

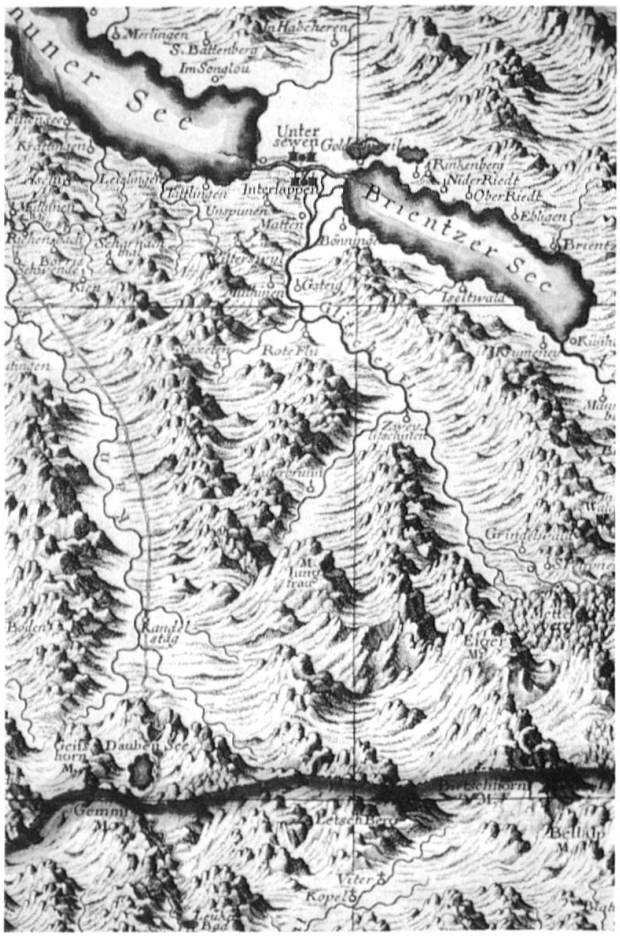


Abb. 2: Ausschnitt aus der Karte von J.J. Scheuchzer *Nova Helvetia tabula geographica* ca. 1:230 000, 1765(?), Teil III Südwestschweiz (Zentralbibliothek Zürich).

ger) über die Entstehung und Fortbewegung der Gletscher, erklärt er diese durch Infiltration und Gefrieren des Wassers in «Eisspälten». Er wird damit der Vater der Dilatationstheorie, die später von Agassiz und Charpentier entwickelt wird.

Ein Zeitgenosse von Scheuchzer war JOHANN HEINRICH HOTTINGER (1680–1756), ebenfalls Arzt in Zürich. In seinem Werk *Montium Glacialium Helveticorum Descriptio* (1706) übernimmt er vieles aus Münster, Simler und Wagner, beschreibt aber auch neue und eigene Beobachtungen; unter anderem leitet er das Anwachsen der Gletscher von dem im Winter fallenden Schnee ab, der sich im Sommer mit anfrierendem Schnee bedecke und so eine deutliche Schichtung zeige. Er unterscheidet aber nicht deutlich zwischen der Zunahme der Masse und deren Vorrücken. Anders formulierte dies JOHANN LEONHARD im Jahre 1700, wenn er vom Rheinwaldgletscher sagte (SCHEUCHZER 1716, I. Teil, p. 267):

«Die schwere so gross / dass es Sand und Herd bey nahem eines Hauses hoch / und Steine wie Oefen mag herfür treiben.»

Hierin ist die Aussage enthalten, dass der Gletscher sich infolge seiner Schwere bewegt.

CARL NICLAUS LANG (1670–1741), Stadtarzt und Ratsherr in Luzern, war einer der ersten, die sich Gedanken darüber machten, auf welche Weise die Felstrümmer auf weit entfernte Hügel oder in die Ebene gelangten, denn wo sie gegenwärtig liegen, können sie nicht entstanden sein. Er schien einen Zusammenhang zwischen der Felsverwitterung in den Alpen und der Verteilung der Findlinge zu ahnen (siehe Abbildung 3).

Auch sein Landsmann MORIZ ANTON CAPPELLER (1685–1769), ebenfalls Arzt, machte sich in seiner Monographie über den Pilatus *Pilati montis historia* Gedanken über diese Blöcke oder «Geissberger» (das Gestein der Grimsel), welche am Fusse des Pilatus vereinzelt vorkommen und früher auch in der Ebene häufig vorgekommen seien; Tausende habe man zerstört und als Bausteine verwendet. Er war der Ansicht, dass diese Blöcke durch Fluten hergebracht worden seien (p. 175–176):

«Leucorei seu grisei porro & quarzosi saxi rupes aut strata praedescriptis intermixta hucusque in Monte haud observavi; qua tamen saxi specie summarum Alpium Nodus, & qua altiores sunt ejus propagines unice compinguntur: quodque admiratione non caret, alicubi in Pilati radicibus solitaria ejus frusta offendi: quemadmodum etiam non infrequentia sunt in infimis vallubs, & longe à montibus qui ex eo constant, remotis planitiebus ad extimam terrae superficiem sparsa: ex quo nobis nullum dubium est, inundationum fluctibus esse deducta, ulterius delata lapidum & arenarum concomitante colluvie, ita ut nunc extimo solo injacere videantur, nisi forte aliquis asserere malit,

PRÆFATIO.

da forent, quæ ſæpius diverſimodè differunt ſecundum varium eorum ſitum, prout nimirum Septentrionem, aut Meridiem ſpectant, in alpibus & locis ſublimibus, aut demiſſis collocata ſunt, vel integras rupes, aut tantùm fragmenta quædam conſtituunt, quænam verò ſit eorum ſtructura interna, non rarò haud parum à ſuperficiè externâ & aeri expoſitâ diverſa, intra cavernas montium explorari debet. Inter ſaxa quoque obſervandæ erunt innumeræ marmoris ſpecies colore, venis ac duritie inter ſe diſtinctæ. Denique circa ſaxa hoc potiſſimum admirandum occurrit, quòd quandoque ſumma rupium, altiſſimorumque montium cacumina in mera fruſta lapidea diviſa obſerventur, & inſuper nonnunquam in planitie quâdam, vel etiam collibus ab editioribus locis longiſſimè diſſitis, vel per valles ab ijs ſeparatis fragmenta quædam, ſeu fruſta ſaxea ingentis magnitudinis ad aliquot cubitos alta & lata ſita deprehendantur: quomodo antedictæ diviſiones duriſſimis rupibus fuerint illatæ, & deſcripta rupium fragmenta ad hujusmodi loca delata magno ſanè ſtudio inquirendum mihi videtur: Etenim hoc modo & hujuſmodi in locis fuiſſe generata vix credendum puto, cùm veriſſima rupium fragmenta præſeferant.

Abb. 3: Caroli Nicolai Langii (1708) *Historia lapidum figuratorum Helvetiae ejusque viciniae* (etc.), Seite biij aus dem Praefatio.

coelo delapsa esse saxa haec, imo superaddere Vorticibus abreptos Cometarum nucleos esse. Non parum quondam haec saxa solitaria, nostrae regionis arva & prata vastaverunt, sed jam jam rara occurrunt: millena enim, agros colendi fedulitas incolarum, pulvere pyrio disjecit, & evexit; minora frusta in muros adplicata, aptiora & majora ad postes, scamna, scalarum gradus, ad limitum metas & obelos & hujusmodi in aevum duratura, applicata sunt: ex majoribus fontium crateres paratae: ad farinae molas rara ejus species durior occurrit, sed & aliquando etiam ad hoc apta.»

Das «Eismeer»

Es war WOLFGANG CHRISTEN († 1745), Stadtarzt in Bern, der die Aufmerksamkeit wieder auf das «grosse Eismeer» lenkte, das sich seiner Meinung nach vom Hinterrhein bis an den Sanetsch erstrecken sollte. Die Gletscher seien Buchten oder Golfe dieses Eismeeres, dessen Umfang er auf 500 Meilen schätzte (STUDER 1863, p. 217–218, p. 346). Sein Bericht über eine abenteurliche Reise durch die Alpen ermunterte mehrere Zeitgenossen zu ähnlichen Unternehmen.

Einer davon war JOHANN GEORG ALTMANN (1697–1758), der nach einem Ausflug zu den Gletschern von Grindelwald seinen *Versuch Einer Historischen und Physischen Beschreibung Der Helvetischen Eisbergen* (1751) verfasste. Es scheint das erste Werk zu sein, das ausschliesslich den Gletschern gewidmet ist. Altmann, der vermutlich wenig mehr als die Gletscher in Grindelwald selber gesehen hatte, lehnte sich vor allem an die Schriften von Wagner, Hottinger und Scheuchzer an; sein Werk enthält auch ein Kapitel von Cappeller über den «Aargletscher» und die Übersetzung eines Briefes von William Windham über die 1741 durchgeführte Reise zu den Gletschern von Chamonix. Er betrachtete – wie Christen – die Gletscher als Ausflüsse eines höheren Eismeeres, das sich von Glarus über den Gotthard und die Grimsel bis Lauterbrunnen erstrecke. Diese Eistafel schwimme auf Wasser und entlade sich in Form von Gletschern durch die abfallenden Täler von seinem Überfluss an Wasser und Eis, meinte Altmann (p. 11):

«Man stelle sich also vor, dass dieser Gletscher, so wie er zwischen zweyen hohen Bergen von dem obenher sich befindenden Eismeer hervor getrieben wird, nichts anders sey, als ein Auswurff von dem in der Höhe sich befindenden Eis-See, welcher darum, weil er mit Wasser untersetzt ist, und bey leichtem Luft in Bewegung gebracht wird, nach und nach grosse Stücke hervor stosset, welche, so bald sie an den stihlen Berg kommen, sich wegen ihrem Gewicht nicht mehr gerade hinaus tragen, sondern in Stücke zerfallen.»

Zwei Jahre nach Altmann folgte eine Beschreibung des Räzligletschers (Simmental) von Arzt DANIEL LANGHANS (1727–1813). Ein längerer Aufenthalt im Simmental wegen einer Epidemie benutzte er zu seiner *Beschreibung verschiedener Merkwürdigkeiten des Siemmenthals* (1753). Seine Ansicht über die Entstehung der Gletscher weicht etwas ab von jener Altmanns, auf den er sich wiederholt beruft (p. 20):

«. . . dass das Eis der Gletscher mehr salpetrische Theile in sich halt, als alles gemeine Eis, und also wegen dieser Ursache, und der kältern Erde vor der Ritze des Gletscher-Felsens leichtlich eine solche Eisdecke von dem herabgeflossenen Wasser habe entstehen können, die vielleicht niemals mehr vergehen, wohl aber immerdar an Dicke und Breite zunehmen wird, aussert, es geschehe, dass einmal einen ganzen Sommer hindurch bestendig ein starker Mittags-Wind an dieses Eis blase.»

Grosse Beachtung und Anerkennung fand das dreiteilige Werk *Die Eisgebirge des Schweizerlandes* (1760) von GOTTLIEB SIGMUND GRUNER (1717–1778). Gruner fasste in seinem Elternhaus in Burgdorf und auf Reisen eine Liebe zur Naturgeschichte und war zu seiner Zeit einer der bedeutendsten Schriftsteller über die Naturverhältnisse in

der Schweiz. Von eigenen Reisen her kannte er die Schweiz wenig; seine Kenntnisse beruhen auf älteren Werken und auf seiner fleissigen Korrespondenz mit Pfarrern, wie Pfarrer Tschudi in Schwanden und anderen Ortskundigen, wie Major Reding in Schwyz. So erhielt er eine Menge wertvoller, damals neuer Tatsachen über die Topographie, die Gletscher usw., die er in seinen Büchern vermittelte. Die Regionen, in welchen er keine Korrespondenten finden konnte, wie das Wallis, Tessin und Graubünden, sind sehr mangelhaft und wunderlich beschrieben. So nimmt er anhand der Karte von Scheuchzer (siehe Abbildung 2) an, dass, wenn man auf der Furka stehe, man das ganze Wallis sehe «. . . ringsumher mit den prächtigsten Mauern von Eise umschlossen» (Teil I, p. 236). Sogar bei Stumpff und Simler, 200 Jahre früher, sind diese Gegenden besser beschrieben worden. Die Gletscher hatte Gruner – wie übrigens vor und nach ihm viele Autoren – meistens anhand der Karte von Scheuchzer beschrieben.

Mit dem Begriff «Eismeer» von Christen und Altmann ist er nicht einverstanden (Teil III, p. 50):

«Diese grossen Eisflächen, die öfters an einem Stücke den Grund viele Stunden langer Thäler ausfüllen, kan man, wenn man Liebhaber von Gleichnissen, und kleines mit grossem vergleichen will, wohl eine Eissee, schwerlich aber ein Eismeer nennen; wie Hr. Christen und Hr. Altmann gethan haben. Die Vergleichung aber ist sehr gezwungen. Denn diese Eisthäler haben niemals grosse und ausgedähnte Oberflächen; sondern sie schleichen sich nur durch die oft engen Zwischenräume der Berge hin: auch sind sie niemal in einer vollkommnen Ebenlage; sondern sie weichen allzeit mit dem Grunde der Thäler mehr oder minder ab; und haben rauhe, hin und wieder durch hervorragende Felsklippen unterbrochene Oberflächen.»

Seine «Eisberge» teilt er ein in (Teil III, p. 2–3):

«Zum voraus aber muss ich hier wiederholen, dass ich den ganzen Zusammenhang der Eisgebirge eintheile, in Eisberge, Eisthäler, Eisfelder und Gletscher. Eisberge habe ich genennt, einzele Erhöhungen der Erdkugel, deren Stoffe aus Felsen besteht, deren Oberfläche aber mit beständigem Schnee bedeckt ist. Unter dem Rahmen der Eisthäler habe ich verstanden die zwischen Reihen von Bergen in grosser Erhöhung oft weit fortgehende Vertiefungen und hohe Bergthäler, deren Grund mit ewigen Eisklumpen an einem Stücke ausgefüllt ist. Eisfelder habe ich geheissen: Die zwischen den Bergen und an ihrem Rucken und Seiten oft weit sich erstreckende Flächen und Felder, die mit einem fast unvergänglichen Schnee und Eis bedeckt sind. Gletscher aber nenne ich nochmalen: Die Eisgeburten, mit denen sich die Zwischenräume und Oefnungen zwischen den Eisbergen bedeckt befinden, durch welche die Eisfelder und Eisthäler ihren Ueberfluss in die niedrigen Thäler auslähren.»

Wer wie Gruner die Gletscher – mit wenigen Ausnahmen – nicht selber gesehen hatte und nur aus älterer Literatur und Zeichnungen, welche kaum nach der Natur hergestellt wurden, davon Kenntnis hatte, dürfte Mühe haben, die Entstehung dieser phantastischen Eismassen zu erklären (Teil III, p. 3):

«Die Gletscher habe ich hinwiederum eingetheilt in Gletscherberge, die sich zwischen den Eisbergen selbst wie hohe Berge aufthürmen; Die aber in ihrem ganzen Stoffe aus purem Eise bestehen, und keine Felsen zum Grunde haben. In Eisschründe, die sich wie Decken zwischen den Oefnungen der Eisberge in grossen ausgestellten Eiszacken anlegen, durch welche sich insgemein die Eisthäler ihres Überflusses in die niedern Thäler entladen. In Eiswände; Durch die sich eben liegende Eisthäler auf einem flachen Grunde, wie durch eine senkrechte Wand abschneiden: Und in Eisflächen oder Eislagen; Die entweder von dem ablaufenden Schmelzwasser, oder von denen in tiefe Schründe fallenden Lauinen, oder von dem überbleibenden Winterschnee allein sich anlegen und zusammen gefrieren.

Wir wollen nun dem Ursprunge aller dieser verschiedenen Eisgeburten betrachtend nachgehen, und nach einigen über die Eisgebirge überhaupt gemachten Anmerkungen, bey den Eisbergen den Anfang machen.»

Und weiter schreibt er (Teil III, p. 143–144):

«Es ist hingegen sehr gläublich, dass der meiste Wachsthum der Gletscher in die Höhe, von oben aus den Eisthälern herkomme: denn die Art ihres Wachstums kan mit der Art ihrer ursprünglichen Entstehung nicht verschieden seyn. Die Eisthäler lähren den empfangenden Ueberfluss gleich einem vollen und überlaufenden Kasten, beständig durch ihre Oefnungen aus. Dieses Schneewasser, indem es über die Oberfläche des Eismantels herunterrinnt, gefriert daselbst in den kältern Jahrszeiten, und macht neue Lagen. Dann ungeacht in den Eisthälern ein beständiger Frost herrscht, so liegen dennoch die grossen Eisklumpen, welche die Thäler ausfüllen, beständig auf Wasser, welches wegen der beständigen Ausdünstung der Berge an der untern Fläche des Eisklumpens beständig abgeschmolzen wird; von da sich im Winter, wie im Sommer, unter dem Eisklumpe in das Thal hervor ergiesst; durch die Oefnungen desselben auch über die äussern Eisdecken hinunterrinnt, und während seinem Ablaufe gefriert.»

Gruner fasste das damalige Wissen und die Theorien über die Gletscher in der Schweiz in einem mehrere hundert Seiten mächtigen Werk zusammen, das weit ins 19. Jahrhundert hinein eine der vollständigsten Arbeiten zu diesem Thema blieb und von späteren Autoren, unter ihnen de Saussure, auch immer wieder erwähnt wurde.

1778, 18 Jahre nach der ersten Ausgabe, liess Gruner sein Werk, umgearbeitet und ergänzt, in London anonym herausgeben. Interessant ist darin folgende Stelle (I, p. 225): «Wenn sie *(die Gletscher)* wachsen, so stossen und schieben sie mit Gewalt alle Erde und Steine, bis auf den blossen Felsen vor sich hin: weichen sie wieder zurück, so bleibt dieser vor sich hergeschobene Wall liegen, und dazwischen nichts als der blosse Fels übrig.» Und (II, p. 24): «Im Wallislande bei dem Aletschgletscher, beweisen die sogenannten Firenstösse, oder die Erd- und Steinwälle, die die Gletscher vor sich herschieben, dass der dasige Gletscher eine ganze Stunde sich zurück gezogen habe.» Gruner hatte somit als einer der ersten alte Stirnmoränen als solche erkannt und daraus einen früheren grösseren Gletscherstand abgeleitet.

Die wissenschaftliche Erforschung der Gletscher

Der Übergang vom 18. ins 19. Jahrhundert war eine bewegte Zeit. Die politischen Wirren und Veränderungen konnten aber den Vormarsch der Naturwissenschaften nicht aufhalten. In diese Zeit fielen neue Entdekkungen auf allen Gebieten der Naturwissenschaften; Theorien und Terminologien wurden ausgearbeitet; es wurde katalogisiert und systematisiert. Im Bestreben, genaue Karten herzustellen, wurden die Vermessungstechniken verbessert, und aufgrund der französischen Gradmessung das metrische System entwickelt.

Das Interesse an der Natur und deren Entstehung und Entwicklung nahm gewaltig zu. Die chemischen und physikalischen Grundlagenkenntnisse wurden stark erweitert, so dass man den Versuch wagen konnte, damit einige Naturphänomene zu erklären.

In diese Zeit fiel auch der Beginn der wissenschaftlichen Erforschung der Gletscher. Bedingt durch die politischen Verhältnisse verlagerte sich die Forschertätigkeit von der Deutschschweiz zur französischen Schweiz und hier vor allem nach Genf. Der bekannteste Name dürfte jener von Horace Bénédict de Saussure (1740–1799) sein. In ein reiches Elternhaus geboren und von seiner Mutter nach den Grundsätzen von Rousseau erzogen, konnte er seine Ausbildung, seinen Anlagen und Neigungen entsprechend, wählen. Sein Hauptinteresse galt den Naturwissenschften. Bereits mit 20

Jahren führte er, 1760, angeregt durch den Reisebericht von Windham und Pococke, seine erste Reise nach Chamonix mit zwei Freunden durch. Es folgten von 1761–1778 mehrere weitere Studienreisen ins Mont-Blanc-Gebiet. 1779 publizierte er seine Ergebnisse im ersten Band seiner *Voyages dans les Alpes*. Wie bei seinen Vorgängern und seinen Zeitgenossen sind auch bei Saussure die uns interessierenden Angaben über Gletscher in seinen Reisebeschreibungen, der damals am meisten benützten Form von naturkundlichen Publikationen, eingestreut.

Von Saussure schreibt STUDER treffend (1863, p. 415–416):

«De Saussure ist der Begründer der Physik des alpinischen Hochgebirgs, der Kenntniss seiner geologischen Structur, seiner Steinarten, seiner Wärmeverhältnisse und atmosphärischen Zustände. Bei ähnlichem Streben wie Scheuchzer, überragte er diesen um die ganze hohe Stufe, auf welche die Physik im Laufe eines Jahrhunderts war erhoben worden, während zugleich seine philosophische und litterarische Bildung, in der Schule von Le Sage und in der geistvollen Gesellschaft entwickelt, die sich damals in Genf und besonders im Hause von Bonnet versammelte, weit über derjenigen des wakkeren Zürchers stand. Auch drang de Saussure, kühner als Jetzler und de Luc, in die höchsten und wildesten Partie'n des mit Schnee bedeckten Hochgebirges ein, wählte Beobachtungsstationen und machte längere Aufenthalte auf vor ihm nicht erstiegenen Gebirgshöhen, erfand neue Apparate und Methoden der Forschung, diesen ungewohnten Verhältnissen entsprechend, und verstand es, mit vollkommener Beherrschung seines Stoffes, die Beobachtung der Entdeckung allgemeiner Gesetze dienstbar zu machen, während Scheuchzer, beschränkter in seinen Hülfsmitteln und meist von jungen, des Bergsteigens ungewohnten Schülern begleitet, auf seinen Alpenreisen sich an gebahnte Strassen hielt und sich in der Regel, wie ein Tourist, auf zufällige, gleichsam im Fluge erhaschte Beobachtungen beschränkte. Bei de Saussure war die Forschung, bei Scheuchzer das Sammeln vorherrschend, bei jenem die Physik, bei diesem die Naturgeschichte.»

Saussure war aber nicht der einzige «moderne» Naturwissenschaftler dieser Zeit. Noch vor dem Erscheinen seines ersten Bandes der *Voyages dans les Alpes* waren einige sehr interessante Arbeiten anderer Autoren publiziert worden.

Die Autorität Saussures war aber so stark, dass andere Meinungen einen schweren Stand hatten. So erging es auch seinem Mitbürger ANDRÉ CÉSAR BORDIER (geb. 1747) – einem Geistlichen, der diesen Stand später verliess, um in den Rat der 200 einzutreten –, der in seiner Schrift *Voyage Pittoresque aux Glacières de Savoye* 1773 zum erstenmal die Ansicht vertrat, dass die Gletscher eine plastische Masse seien (1773, p. 225): «. . . comme un amas de matière coagulée, ou comme de la cire amollie fléxible & ductile jusqu'à un certain point.» (zitiert nach BÖHM 1901, p. 12). Bordier hatte auch an den «rocs parallèles du Dru & du Montanvert» erkannt, dass das Eis viel höher hinaufgereicht habe (p. 254–255).

Auch die Brüder DE LUC, JEAN ANDRÉ (1727–1817) und GUILLAUME ANTOINE (1729–1817), deren Vater, ein Uhrmacher, mit Rousseau befreundet war, beschäftigten sich neben ihrer Handelstätigkeit mit der wissenschaftlichen Erforschung der Gebirge. Vor allem der Ältere, Jean André, neigte zur Physik, Meteorologie und Geologie und führte auf seinen Reisen mit seinem Bruder Messungen und Beobachtungen durch. 1770 glückte es ihnen, einen vergletscherten Gipfel, den Buet, zu ersteigen. Diese Besteigung des Buet ist auch insofern interessant, als sie zeigt, dass jetzt, gegen Ende des 18. Jahrhunderts, erstmals von den Wissenschaftlern die gebahnten Wege in die Berge verlassen werden. Erinnern wir uns, dass bis anhin Informationen von Korrespondenten gesammelt wurden und die wenigen Alpenreisen sich auf die bekannten Täler und Wege beschränkten. In seinen *Lettres Physiques et Morales sur les Mon-*

tagnes (etc) heisst es: (p. 146): «Elles *(die Gletscher)* ont labouré & lavé successivement le pied des montagnes d'où elles descendent; de sorte qu'elles so sont creusé un lit, & qu'elles atteignent ainsi plus bas que le sol habitué.» Er war damit der erste Vertreter der Glazialerosions-Theorie.

Nicolas Desmarest (1725–1815), Sohn armer Eltern, erhielt seine Ausbildung ab 15 Jahren in einer Klosterschule; er machte solch grosse Fortschritte, dass seine Lehrer ihn nach Paris empfahlen. An Physik und Geologie interessiert, besuchte er 1765 die Gletscher von Chamonix und machte sich Gedanken über deren Entstehung und Bewegung. Am 16. November 1776 hielt er in der Pariser Akademie einen Vortrag, der 1779 publiziert wurde. Nebst vielen, heute als unrichtig angesehenen Erklärungen, machte er folgende, sehr moderne Aussage zur Gletschererosion. Als «un dernier fait curieux, qui constate encore la marche & le transport des glaces», erwähnt er (p. 390): «des amas de pierres à moitié arrondies, mêlées de terres qui forment des espèces de *terrasses* à l'extrémité & sur les côtés des glaciers de moyenne grandeur. Nous nous contenterons de dire que les matériaux de ces terrasses ont été visiblement accumulés dans ces parties par le frottement des glaçons qui usent le lit sur lequel ils se meuvent, & qui poussent en même-tems devant eux les débris qu'ils détachent du fond des bassins qu'ils se creusent; que ces terrasses ne subsistent que dans le cas où l'eau de la fonte du glacier n'étant pas réunie en masse, peut traverser par petits filets la terrasse sans la détruire: que dans les glaciers du premier ordre, les torrens entraînent les terres & les pierres avant qu'elles puissent s'accumuler, & les déposent le long de leur canal.»

Bemerkenswert ist auch die von H. Besson verfasste Einleitung *Discours sur l'Histoire Naturelle de la Suisse,* welche zwischen 1770 und 1780 (genaues Erscheinungsjahr unbekannt) zum I. Band des grossen Werkes von Zurlauben und De La Borde *Tableaux de la Suisse* erschienen war. Besson war nicht nur Künstler – einige der besten Gletscher- und Gebirgsansichten in obigem Werk sind von ihm –, sondern auch Naturforscher. Saussure führt ihn an mehreren Stellen als einen berühmten Naturforscher an, und Ferber (*Drei Briefe mineralogischen Inhaltes an H. von Racknitz,* 1789, p. 37) sagt von ihm: «H. Besson ist der geschickteste und zuverlässigste französische Geolog, den ich kenne. Seine gedruckten Beobachtungen über die schweizerischen Gebirge, welche H. Wyttenbach von neuem herausgegeben hat und einige andere Abhandlungen im Journ. de Phys. geben davon grosse Beweise.» Bei Besson scheint das Wort *Moräne* das erstemal in der Literatur aufzutreten (p. V): «En Savoie on nomme Mareme des enceintes composées de terre, de gravier, de pierres & des masses de rochers qui sont au pied de la plupart des glaciers, quelquefois sur les côtés, selon la disposition du terrain.» Auch Saussure gebrauchte diesen Begriff und korrigierte die Schreibweise von Besson (1796, III, p. 486): «Il (Besson) aura mal entendu nos Savoyards, le mot est *moraines.*» Bis jetzt waren, vor allem im deutschen Sprachgebrauch, die Begriffe *Guffer* und *Gandecken* benutzt worden. Sehr richtig bemerkte Besson, dass, wenn ein Gletscher den Fuss eines Hanges erreicht hat, sich die Eismassen häufen, bis sie die zum Abfliessen nötige Höhe erreicht haben und einen Hügel umfliessen: (p. XXII): «ces écoulemens de glaces remplissent exactement les règles des fluides.» Als erster regte er die exakte Messung der Gletscherbewegung an.

Kehren wir zu *Saussure* zurück. Die Ausarbeitung des zweiten Bandes seiner *Voyages dans les Alpes* wurde durch eine Krankheit unterbrochen, die ihn für mehrere Jahre von Gebirgsreisen abhielt. Band II erschien 1786, der dritte Band, bedingt durch die politischen Wirren, erst 1796 und im gleichen Jahr der vierte, worin er seine wieder aufgenommenen Alpenreisen miteinbezog, so seine berühmte Reise auf den Mont Blanc von 1787.

Eine Folge der erwachten Wissenschaftlichkeit war das Festlegen einer Terminolo-

gie. Dazu leistete Saussure einen wesentlichen Beitrag. Wir haben bereits erwähnt, dass die Schreibart von *Moraine* von ihm stammt. In seinem zweiten Band entwarf er für die durch den Gletscher geschliffenen Felsen den Begriff *Montagnes moutonnées* (II, p. 512: «rochers, qui ont une forme que je nomme moutonnée»), den später Agassiz übernahm und als *roches moutonnées* einführte; Carl Vogt übersetzte ihn als *Rundhöcker.* Auch *Sérac* (Schnee- und Eisblöcke) stammt von Saussure (IV, p. 158). Im weiteren machte er die Beobachtung, dass in den Alpen die Bergformen bis zu einer gewissen Höhe sanft und rund sind, in höheren Regionen scharf und eckig; dabei ist ihm aber nicht der Gedanke an eine frühere, grössere Ausdehnung der Gletscher gekommen, obwohl er von den runden Formen sagte, dass die «action des pluies, des neiges, des glaces, des pierres même qui en glissant & roulant sur elles leur ont donné ces formes arrondies» (III, p. 473–474).

Etwas vom Besten, was in dieser Zeit über die Gletscher geschrieben wurde, sind die Abhandlungen von BERNHARD FRIEDRICH KUHN (1762–1825). Kuhn wurde in Grindelwald geboren, wo sein Vater während 27 Jahren Pfarrer war und verbrachte dort seine Jugend. Später studierte er das Recht und war im 1798 gewählten helvetischen Grossen Rat Justiz- und Polizeiminister. Bei seiner scharfen Beobachtungsgabe konnte er die Naturphänomene nicht sehen, ohne sich Gedanken über sie zu machen. Er schreibt darüber (1787, p. 118):

«Ich habe das Vergnügen genossen, noch in demjenigen Alter ein Bewohner der Alpen zu seyn, in welchem wir anfangen dürfen, unsern eignen Beobachtungen einiges Gewicht beyzulegen. Ich hatte diese ganze Zeit über den Vortheil, die Gletscher aus der Nähe zu beobachten. Die merkwürdigen Auftritte, deren in diesen Blättern verschiedentlich Erwähnung geschieht, giengen unmittelbar unter meinen Augen vor, und die Eindrücke, welche mir davon zurückgeblieben sind, wird weder Zeit noch Entfernung aus meinem Gedächtniß auslöschen. Ich habe mir übrigens zum Gesetz gemacht, nur diejenigen Erfahrungen in diesen Versuch aufzunehmen, für deren Zuverlässigkeit ich bürgen kann.»

Es entstand der für die Gletscherforschung bedeutende Aufsatz *Versuch über den Mechanismus der Gletscher,* publiziert 1787 in Höpfner's Magazin für die Naturkunde Helvetiens (p. 119–136) und, ein Jahr später, als Antwort auf Plouquets Angriff der *Nachtrag zu dem Versuch über den Mechanismus der Gletscher im ersten Band dieses Magazins* (III, p. 427–436).

Vergleicht man seine Ausführungen mit jenen von Gruner, wird einem bewusst, welch grosser Schritt innerhalb einer Generation in den Naturwissenschaften getan wurde.

Zur Entstehung und Bewegung der Gletscher schreibt Kuhn folgendes (1787, p. 122–126):

«Die Temperatur des Luftkreises um die Gipfel und obersten Bergthäler der Alpengebürge ist wegen ihrer erhabnern Lage weit rauher, als auf den Gräten der Mittelalpen, und selbst in einer gleichen Höhe muß sie es seyn, wegen der Kälte, die von denen sich daselbst gleichsam verewigenden Eismassen ausgehaucht wird. Unter diesen Umständen, und bey der daherrührenden Unwirksamkeit der Sonne kann während der äusserst kurzen Dauer eines ohnehin ohnmächtigen Sommers der jedesmalige Winterschnee unmöglich ganz, und an vielen Stellen auch nicht zur Hälfte, aufgelöst werden. –

Nun scheint freylich beym ersten Augenblick eine beständig, fortschreitende Aufhäuffung des Schnees die nothwendige Folge des Misverhältnisses zwischen der jährlich fallenden Schneesmenge, und derjenigen zu seyn, welche im Sommer wieder wegschmelzen kann. – Allein ich gebe hiebey meinen Lesern nur folgende Umstände zu bedenken, um sie von der Unrichtigkeit dieser so nothwendig scheinenden Folgerung zu überzeugen. – Man wird mir wol ohne Bedenken zugeben, daß das gedachte Misverhältniß so lange schon in mehrerm

oder minderm Maasse existirt haben muß, als unsere Alpen vorhanden gewesen sind. Gesetzt, sie seyen nicht älter als 3000 bis 4000 Jahre, und wir setzen das angezeigte Misverhältnis im Durchschnitte für diese Anzahl von Jahren so niedrig an, als wir wollen, so wird sich für diesen Zeitraum dennoch eine Summe von Schnee ergeben, wodurch alle höhern Bergthäler angefüllt und die Gipfel der Alpen selbst gröstentheils überdeckt seyn müßten. Nun zweifle ich aber, ob die auf den Gebürgen liegenden Schneemassen wirklich irgendwo die Tieffe von 90 bis 100 Klaftern erreichen, und also ist die fortschreitende Anhäufung des Schnees in der Natur wirklich nicht vorsich gegangen. Allein nun entsteht die Frage, wo der daherige Überfluss hingekommen seyn möge? Und was für eines Mittels sich die Natur bediene, den Folgen dieses Misverhältnisses vorzubeugen, und den jährlichen Überschuß von Schnee aus den Gebürgen zu schaffen? –

Auf der andern Seite dann bieten sich auch in Absicht auf die wirklich formirten Gletscher Bemerkungen an, die nicht weniger der Aufmerksamkeit des Naturfreundes würdig sind. – Man trift nemlich die Gletscher nicht blos in jenen hohen Thälern an, die ihrer Beschaffenheit und Lage nach nothwendig Eis- und Schneebehalter seyn müssen. Viele derselben liegen tief unter jener Gränzlinie von Temperatur und Kälte, unter welcher sogar der in tieffen schattigten Schlünden liegenden Schnee jeden Sommer wieder wegschmilzt. Man ist's gewohnt, an der Seite dieser Eismassen und zuweilen noch weit über ihnen, blühende Wiesen mit Fruchtbäumen, Äckern und Wohnsitzen der Menschen anzutreffen. Diese Beobachtung allein überzeugt uns schon von der Unmöglichkeit, daß der Abgang, den diese Gletscher leiden, auf der Stelle selbst durch frisch entstandene Eislagen ersetzt werden könne. Dann wirklich wüsste ich mir keinen vernünftigen Grund anzugeben, warum sich so ungeheure Gletschermassen in Gegenden anlegen sollten, welche ihrer Lage nach weit wärmer seyn könnten, als tausend höher liegende, dem Frostpunkt nähere Stellen, auf welchen – bey allem Nachtheil ihrer Oertlichkeit, dennoch das schönste Futter wächst, und mehrere Arten von Früchten gedeihen! – –

Allein, was uns die Vernunft beym ersten Anblick dieser Gletscher schon sagen muß, davon überführt uns die Erfahrung auf eine sehr sinnliche und intuitive Art. Das Gletschereis überhaupt kann nicht anders als aus einer Mischung von Schnee und Wasser vermittelst ihrer innigen Verbindung durch die Kälte entstehen. Nun haben aber wiederholte Beobachtungen gelehrt, daß der Schnee, welcher den Winter über fällt, im Frühling allemal von der Oberfläche dieser tiefern Gletscher gänzlich wegschmilzt. Die darauf liegenden Sandhaufen und Steine sind im Winter unsichtbar und unter dem Schnee begraben; sie kommen aber, so wie auch das Gletschereis selbst, jedesmal bey der Rückkehr der Wärme wieder zum Vorschein. Die Gletschermassen also, welche in die niedrigern Thäler hinaustreten, werden durch den darauf fallenden Schnee nicht vergrössert, und der im Sommer erlittene Abgang kann eben so wenig auf diesen niedrigen Stellen selbst ersetzt werden, weil sich – nach der vorausgeschickten Erfahrung – überhaupt kein neues Gletschereis daselbst zeugen kann. Die Untersuchung nun, durch welchen Weg der tägliche Abgang dieser Gletscher ersetzt werde? – kann hier keineswegs gleichgültig seyn.

Die Sommerhitze zerstört während der warmen Jahrszeit eine erstaunliche Menge von Eis. Dieses beweisen unter andern die von demselben ablauffenden Gletscherwasser, die so leicht und klein sie auch im Winter sind, im Sommer dennoch zu grossen Strömen anschwellen. Die Verminderung des Gletschereises ist daher zuweilen sehr beträchtlich. – Zuweilen – sage ich: denn dieses ist keine beständige Regel, sondern die Beyspiele sind häufig, dass der erlittene Abgang nicht nur mitten im Sommer ersetzt worden ist, sondern die Gletscher haben sich sehr oft diese ganze Jahrszeit über immerzu vergrössert. Von 1770. bis 1778. nahmen die

beyden Grindelwald-Gletscher mit schnellen Schritten zu; es fand sich jedesmal am Ende der schönen Jahrszeit, daß sie sich während derselben den umliegenden Gegenständen oft um 20–30 und mehrere Klafter genähert hatten, und was hiebey das merkwürdigste ist – ihrer Ausbreitung war im Sommer meistens beträchtlicher, als im Winter.

Nun ist es aber eine ausgemachte Sache, dass die Summe des vorhandenen Gletscherstoffes sich nur im Winter vermehrt, im Sommer hingegen einer beständigen Verminderung unterworfen ist. Wenn sich also die Gletscher während dieser letztern Jahrszeit ausbreiten, so ist ihre Vergrösserung nur anscheinend, und kann in nichts anders, als in der Veränderung der Lage ihrer Massen, in einer Versetzung des Eises vom ersten Standorte bestehen. – Aber welche Kraft ist vermögend, diese unermeßlichen Gletschermassen aus ihrem Lager zu rücken? – und welcher Mittel bedient sich die Natur, diese grossen Anstalten ins Werk zu setzen? – Auch hier wird die Erfahrung unsre sicherste Führerin seyn.»

Und er fährt weiter auf Seite 128–129:

«Ungeacht eigentlich auf den Gebürgen keine beständig fortschreitende Anhäuffung des Schnees vor sich gehe, so sind dennoch diejenigen Gletscher, welche bis in die fruchtbaren Thäler herabsteigen, nur unbedeutende Auswüchse der unermeßlich grossen Eismassen, die im Innern der Gebürge liegen, und daselbst zuweilen meilenlange und eben so breite Beghalden decken. Die tieffern Gletscher hingegen zwängen sich meistentheils nur durch enge Bergthäler hervor, und verlieren auf ihrem Wege den grössten Theil ihres körperlichen Innhalts. Jene Eismassen sind ihnen daher so wol in der Grösse des Umkreises als in Absicht auf den Halt ihres Durchmessers weit überlegen.

Wer die ganz einfache Lehre von der schiefen Fläche und den Würkungsgesetzen der darauf liegenden Körper kennt, der begreift leicht, daß ein Theil des Gewichtes der auf abschüßigem Grunde ruhenden Gletschermassen auf das Eis, das am Fusse der Halde liegt, fallen und also immerfort auf dasselbe würken muss. Sobald es aber den Widerstand der tiefer liegenden Eismassen überwiegt, so muß es dieselben entweder in gerader Linie, oder wenn es die Krümmung der Thäler nicht erlaubt, in gebrochener Richtung nach derjenigen Gegend hinschieben, wo die Gegenwürkung am schwächsten ist – gegen den Auslauf der Thäler zu. Sehr oft ist es also nicht so wol eigene Schwere, als aber Würksamkeit des Uebergewichts der an steilen Abschüssen des Gebürges, und insonderheit in seinen obersten Thälern liegenden Schnee- und Eismassen, welche die tiefern Gletscher gegen die fruchtbaren Gegenden tief unter den Frostpunct hinabführt.

Daher läßt sich nun erklären, warum auch jene Eismassen, die auf einem flachen, oder doch nur wenig abhängigen Grunde ruhen, gleich den übrigen, einer beständigen Veränderung des Standorts unterworfen sind. Da sie ihrer Lage nach sich für sich selbst und unabhängig von denen über die Halden herabsteigenden Eismassen nicht fortbewegen könnten, so müssen sie durch das auf sie würkende Gewicht dieser letztern fortgeschoben werden. Ein Beyspiel hievon ist die grosse, am Rücken des Mettenbergs im Grindelwald liegende unter dem Namen des Eismeers bekannte Eismasse, die ihrer fast horizontalen Lage ungeacht, dennoch immer weiter gegen den Einschnitt des Mettenbergs und Eigers herausrückt, und den untern Grindelwald-Gletscher vor sich her schiebt.»

Welche Kraft ein Gletscher entwickeln kann, erlebte er aus nächster Nähe (p. 130):

«Ueberall an den Felsen, wo sich die Gletschermassen vorbeydrängen, oder ihre Richtungslinie brechen, lassen sie untrügliche Merkmale einer gewaltsam und mit äusserster Heftigkeit würkenden Kraft zurück. Man sieht an denselben tieffe Furchen, welche durch das wiederholte Reiben des vorbeylauffenden Eises ausgestossen worden sind. Den stärksten Beweis davon sahe ich aber im Jahr 1779. bey der Ortfluh, einer

vom Mettenberge gegen das Eisfeld herausspringenden Felsecke. – Ein mächtiger Granitblock lag auf der Kante des Eises, und wurde durch das allmälige Fortrücken der Gletschermasse zwischen ihr und dem Felsen eingeklemmt. Dort setzte es so gewaltige Stösse, daß er in Zeit von einigen Wochen nach und nach in kleine Stücke gieng, deren keines mehr einen Kubikfuss hielt.»

Dass auch andere, einfache Bergbewohner gute Beobachter und an den Naturvorgängen interessierte Forscher sind, zeigt seine Anmerkung (p. 125):

«Ich liebe unter gewissen Einschränkungen die Bemerkungen des Bauers, nicht bloss wegen dem Gepräge der Naivität, das seine Erzählung gewöhnlich trägt, sondern auch um einer Menschenklasse Gerechtigkeit wiederfahren zu lassen, über welche sich viele zu sehr erhaben dünken, um ihren Nachrichten den verdienten Werth beyzulegen. Aus diesem Grunde will ich hier meinen Lesern eine kleine Geschichte mittheilen, die zugleich über das angebrachte einiges Licht geben kann.

Ein Hirtenknabe von ungefähr 15 Jahren hütete im Jahr 1773. nahe an dem obern Grindelwald-Gletscher seine Ziegen. Er hatte von dem damals sehr schnellen Fortschreiten der Gletscher und den daherigen Besorgnissen der Anwohner reden gehört, und mit unter selbst die Annäherung desselben gegen die benachbarten Gegenstände wahrzunemmen geglaubt. Seine Neugierde trieb ihm dieses Phänomen etwas näher zu untersuchen. Er maß zu diesem Ende die Entfernung eines aus der Erde hervorragenden Felsblockes von dem Gletscher aus, und bemerkte die Distanzen allemal nach der Länge seines Stockes mit einem Steine. Er besuchte nun diese Merkzeichen täglich, und sahe eines nach dem andern unter dem Eise verschwinden. Innerhalb wenigen Tagen lag der Gletscher zart an dem Felsblocke selbst; den nächsten Morgen war er bis auf die Mitte desselben und noch den nemlichen Abend war er ganz vom Eise bedeckt.»

Aus Kuhns Erklärungen des Vorrückens und Zurückziehens der Gletscher ergibt sich, dass von einem starren Siebenjahresrhythmus nicht die Rede sein kann (p. 131 und p. 132):

«Ich habe schon oben bemerkt, daß das Gewicht der obern Massen unter gewissen Bedingungen die vornehmste würkende Krafte ist, welche die Fortbewegung der tiefern Gletscher verursacht. Nun ist dieses Gewicht in einem beständigen Verhältnis mit der auf den Gebürgen vorhandenen Schneesmenge. Da sich nun diese von einem Jahre zum andern ungleich ist, so muss eine beständige Anomalie in der Geschwindigkeit des Fortrückens der Gletschermassen eine unausbleibliche Folge davon seyn. Wenn deswegen die Schneesmenge auf den Gebürgen unter ein gewisses Verhältnis herabfällt, so müssen sich die Gletscher nothwendig vermindern. Wenn sie aber dasselbe überschreitet, so nemmen die Gletscher zu.»

«Von der Anomalie welche durch die Zusammenwürkung mehrerer Umstände, und vorzüglich durch den Zustand der Witterung von einem oder mehreren Jahren im Durchschnitte und die Menge des gefallenen Schnees in dem Fortrücken der Gletscher verursacht wird, rührt auch der ununterbrochene Wechsel her, dem die Gletschergrössen, das heißt, ihr Umkreis und ihre Höhe – unterworfen sind. – Zwar wollte ihm ein – ich weiß nicht woher entstandener? – allgemeiner Aberglaube gewisse unveränderliche Zeitpunkte setzen, die an die fatale Zahl der sieben Jahre gefesselt seyn sollten. Aber dieses unter dem Einfluss irgend eines unglücklichen Gestirns ersonnene Mährchen hat weiter keinen Vertheidiger, als das Vorurtheil, das grauen Dummheiten so gerne das Wort redt.»

Die Wirkung der vorrückenden Gletscher auf das fruchtbare Land ist verheerend (p. 133–135).

«Die größten vor dem Eise stehenden Bäume werden mit der Wurzel aus der Erde gehoben, oder mitten am Stamme entzweygebrochen. Die Erde vor auf den Kanten der Gletscher wird von Grund aufgewühlt, und mit denen daselbst liegenden Felsblöcken in

hohe Wälle zusammengeschoben, die das Eis immer weiter vor sich her – selbst Anhöhen hinan wälzt. Rauhe Winde, vermehrte Kälte in der Nachbarschaft, zurückgehaltenes Wachsthum der Pflanzen und spätere Erndten sind die jedesmaligen Folgen dieser Vergrösserungen. Das von den Gletschern bedeckte Land wird mit einem unfruchtbaren Sande belegt, das blos nach einem langen Zeitverlauffe durch die äusserst langsame Anlegung einer neuen fruchtbaren Erdschichte wieder urbar werden kann. Gemeiniglich aber gehen der Vergletscherung andere Verwüstungen, nemlich Fortschwemmung der fruchtbaren Erde durch das Austreten der Gletscherbäche, und Versendung des urbaren Bodens vor.»

Diese Beobachtungen sind nicht neu, sondern der Bevölkerung in Gletschernähe wohlbekannt (p. 431):

«Die Anwohner der Alpen erkannten ohne Zweifel zuerst die Wahrheit des Satzes, daß das Gletschereis sich nicht unten in den tiefern Thälern, sondern oben in den höhern und kältern Regionen bilde, und aus seinem Zeugungsorte hinweg in abwechselnden Geschwindigkeiten über die Halden der Gebirge gegen ihren Fuss hinabrücke. Die hatten im Laufe des sechszehnten und siebenzehnten Jahrhunderts Auftritte vor Augen gehabt, welche alle Zweifel darüber zerstören mussten. Die Gletscher waren damals verschiedene male mitten im Sommer in ihre Wiesen herausgetreten, hatten auf ihrem Wege die stärksten Bäume mit der Wurzel ausgerissen, grosse Bänke von Sand und Steinen vor sich hergewälzt, und sich viele hundert Schritte weit über ihre vorherigen Gränzen ausgebreitet.»

Eindeutig ist die Tatsache, dass im 16. Jahrhundert die Gletscher vorstiessen; offen bleibt, ob sie früher je diese Grösse erreichten (p. 135–136):

«Das Schicksal der um die Gletscher gelegenen Gegenden und die Veränderungen dieser Eismassen in den ältern Zeiten sind uns ganz unbekannt. Erst vor bald zwei Jahrhunderten weckte eine ausserordentliche Revolution die in selbstgefälliger Unwissenheit schlummernden Anwohner auf, und lenkte ihre Aufmerksamkeit auf die schnellern Veränderungen, die am Ende des sechszehnten Jahrhunderts mit den Gletschern vorgiengen. Damals schien die Natur aus ihrem gewohnten Gleise zu treten, und die Gletscher nahmen mit ungewöhnlichen Schritten zu. Im Jahr 1600. erreichten sie in der Schweiz, im Tyrol, und wahrscheinlicher Weise auch in den Savoyschen Alpen den Meridian ihrer Grösse. Bey den meisten Gletschern entdecken wir noch unverkennbare Spuren diese merkwürdigen Naturbegebenheit. Die Gandecken oder Sandwälle, die den damaligen Umkreis bezeichnen, sind noch vorhanden. Diese sichern Gewährleister ihrer Gewißheit stehen an vielen Orten mitten im angebauten Lande, und würden wol kaum für die Reste derselben angesehen werden, wenn nicht mündliche Überlieferung und schriftliche Urkunden ihren Ursprung bescheinigten.

Ob die Gletscher vorher jemals diese Grösse erreicht haben, oder nicht? – können wir bey dem tieffen Stillschweigen aller ältern Schriftsteller so eigentlich nicht wissen. Aber die Gränzen derselben haben sie vor diesem Zeitpunkt wahrscheinlich nie überschritten, spätere Revolutionen der Erde müßten denn nachher die zurückgebliebenen Merkmale überall gänzlich vertilget haben. Aber ziemlich bestimmt wissen wir hingegen, daß sie sich seit dieser ausserordentlichen Vergrösserung niemals wieder ganz in ihre ehemaligen Gränzen zurückgezogen haben.»

Die Eiszeittheorie

Das Jahr 1787 mit B. F. Kuhns *Versuch über den Mechanismus der Gletscher* war somit für die Erkenntnisse über die Gletscher ein Markstein. Wie oft in der Wissenschaft, wurde dies von seinen Zeitgenossen nicht erkannt, hielten sie doch an ungenauen und falschen Erklärungen der Vorgänge und Definitionen fest. Bis in die erste Hälfte des

19. Jahrhunderts beschäftigte sich niemand mehr intensiv mit Gletschern; es blieb bei allgemeinen Beschreibungen.

Es brauchte äussere, zwingende Umstände, damit die Gletscherforschung wieder ins Blickfeld und Interesse kam: Anlässlich der dritten Versammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft im Jahre 1817 in Zürich, wurde beschlossen, folgende Preisfrage auszuschreiben:

«Es unterwirft demnach die Central-Commission dem Gutbefinden der Gesellschaft den Vorschlag der ersten auszuschreibenden Preisfrage, in nachfolgender Abfassung:

Schon öfter ist von Gelehrten und Ungelehrten die Behauptung aufgestellt und nachgesprochen werden, daß das Klima der höheren Gegenden unsers Vaterlandes seit einer langen Reihe von Jahren allmählig rauher und kälter geworden sey. Da es an direkten Beweisen hiefür aus vieljährigen thermometrischen Beobachtungen fehlt, so hat man jene Meinung durch andere Umstände zu unterstützen versucht, welche als Erfahrungen angenommen werden, und die sich hauptsächlich auf folgende vier zurückführen lassen: Es sind erstens, Zeugnisse, dass verschiedene Plätze in den Alpen ehmals zur Viehweide benutzt worden seyen, die jetzt für diesen Zweck untauglich sind; zweitens, historische Zeugnisse und Spuren von ehemaligen Waldungen in solchen Höhen, welche über die Gränze der gegenwärtigen Baumvegetation sich befinden; drittens, fortschreitendes Niedersteigen oder Senkung der Schneegrenze; viertens, zunehmendes Vorrücken der Gletscher in verschiedenen Gegenden der Schweiz.

Die Wichtigkeit dieses Gegenstandes, in Hinsicht sowohl auf die allgemeine Physik unsers Erdballs, als auch auf das für unser Vaterland so bedeutende Gewerb der Viehzucht, veranlasst die allgemeine Gesellschaft schweizerischer Naturforscher, denselben zum Vorwurf folgender Preisaufgabe zu machen:

«Ist es wahr, dass unsere höheren Alpen seit einer Reihe von Jahren verwildern?»

Da diese Frage nur durch Thatsachen entschieden werden kann, so wünscht die Gesellschaft: erstens, eine umfassende und möglichst vollständige Zusammenstellung aller der ältern und neuern Zeugnisse, welche für die Verordnung und Verfassung der ehmaligen Weidplätze in den Hochalpen aufzufinden sind; zweytens, eine strenge critische Prüfung ihrer Glaubwürdigkeit; drittens, die genaue Unterscheidung derjenigen Fälle, wo die Weiden durch andere Ursachen, als die Kälte ist, durch Verwitterung der über ihnen stehenden Felsmassen, durch zufällige Ereignisse, wie Verschüttung von Bergfällen und Schneelauwinen unwirthbar geworden sind; viertens, Aufzählung und Prüfung der historischen sowohl als natürlichen Zeugnisse von ehemaligem Baumwuchs in ungewöhnlichen Höhen, mit Berücksichtigung derjenigen Ursachen, welche öfters auch in viel tieferen Gegenden dem Nachwuchs und Wiederaufkommen vormaliger Waldungen und Baumpflanzungen entgegenwirken; fünftens, eine möglichst reichhaltige Sammlung von Nachrichten und Beobachtungen über die Höhe der Schneegrenze und die Vertreibung des Viehs aus den Hochalpen in verschiedenen Jahren; sechstens endlich, eine unpartheyische Zusammenstellung mehrjähriger Beobachtungen über das theilweise Vorrücken und Zurücktreten der Gletscher in den Querthälern, über das Ansetzen und Verschwinden derselben auf den Höhen; Aufsuchung und Bestimmung der hie und da durch die vorgeschobenen Felstrümmer kenntlichen ehemaligen tiefern Grenzen verschiedener Gletscher.

Sollten alle diese Beobachtungen und Untersuchungen noch durch zuverläßige Angaben aus den benachbarten Hochgebirgen Savoyens und Tyrols vermehrt werden können, so würde dieses allerdings einer gründlichen Entscheidung der Hauptfrage sehr beförderlich seyn.

Die Preisschriften müssen in lateinischer, deutscher oder französischer Sprache abgefaßt, und nebst einem versiegelten Zettel, welcher den Namen des Verfassers enthält,

und dessen Aufschrift den Denkspruch zeigt, welcher auch der Abhandlung selbst vorgesetzt ist, vor dem 1. Jenner 1820, an den Präsidenten der allgemeinen Gesellschaft schweizerischer Naturforscher eingesandt werden. Die Gesellschaft wird in ihrer Versammlung vom J. 1819 eine Prüfungs-Commission ernennen, auf deren Bericht und Antrag, in der Sitzung vom J. 1820, der erste Preis von 600 Schweizerfranken und das Accessit von 300 Schweizerfranken, den preiswürdig erfundenen Arbeiten sollen zuerkannt werden.»

(Eröffnungsrede der Jahresversammlung der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften, p. 17–19, Zürich 1817.)

(Diese Rede von USTERI wurde auch im Naturwissenschaftlichen Anzeiger der allg. Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften, Nr. 5, I. Jg., 1817, mit etwas differierendem Wortlaut gedruckt.)

Mit dieser Fragestellung kommen wir zur Geschichte der modernen Eiszeittheorie, mit der und deren Exponenten wir uns etwas näher befassen wollen. Daneben ging die eigentliche Gletscherforschung z. T. expansiv weiter, denn das Interesse an der Erforschung der Natur war erwacht. Die Publikationen wurden so zahlreich, dass wir uns im weiteren auf die Entwicklung der Eiszeittheorie beschränken wollen.

Wenn wir die Literatur durchsehen, finden wir zahlreiche Publikationen zur Geschichte der Gletscher-, Eiszeit- oder Glazialtheorie. Nicht immer wurden dabei die Originalzitate herangezogen, vielleicht weil diese oft schwer zu beschaffen waren. Es wird deshalb in dieser Arbeit Wert darauf gelegt, die Primärliteratur ausführlich zu Worte kommen zu lassen.

Kehren wir zurück zur Preisfrage, die 1817 in Zürich von der Naturforschenden Gesellschaft gestellt wurde. Es gingen zwei Arbeiten ein, von denen die eine als ungenügend betrachtet wurde, die zweite nur den zweiten Preis erhielt, da der Verfasser, CHARLES KARSTHOFER, sich nur auf einen Kanton, den Kanton Bern, abstützte (Naturwissenschaftlicher Anzeiger der allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften, No. 3, 4. Jg. 1820, p. 17–20):

«*2. Séance.* Rapport de la Commission, nommée à St. Gall pour examiner les mémoires envoyés en reponse à la question de prix proposée à Zuric (1817) «s'il est vrai, que les hautes Alpes de la Suisse soyent devenues plus âpres et plus froides, depuis une série d'annèes.»

On n'avait envoyé que 2 mémoires au concours. Le 1r n'étant qu'un recueil de faits épars dans les divers écrivains, sans qu'il y ait d'observations propres à l'auteur ou du moins complettes, la Commission ne juge pas ce mémoire digne du prix.

Le 2d est le résultat de recherches laborieuses, de vues nouvelles et ingenieuses, mais l'auteur ne pouvant répondre entièrement à la question, d'ailleurs fort générale et d'une solution très difficile, a borné son travail à l'un des Cantons, au lieu de l'étendre à toute la Suisse, comme le voulait le programme. Voici l'extrait de ce mémoire dont Mr. le Président a fait la lecture.

«L'auteur a divisé son travail en 3 parties. Dans la première il traite presque théoriquement les phénomènes atmosphériques sur les hautes montagnes, ceux qui résultent de leurs formes particulières, de leurs expositions, et l'influence de ces phénoménes sur la végétation. La 2de partie a été particulièrement destinée à recueillir les faits qui pouvaient jetter du jour sur la question. Dans la 3me l'auteur a cherché à déduire de ces faits les consequences les plus légitimes.

La 3me partie du mémoire commence par des considérations sur les consequencés de ce qui a été exposé en fait dans les phénomènes des glaciers. Il en conclut: 1) Qu'il y a peu de rapports dans la marche progressive et retrograde des parties inférieures des glaciers qui descendent dans les vallées. 2) Qu'il y a d'autres causes de l'accroissement des glaciers que l'influence des années froides. 3) Il n'est point prouvé que la quantité absolue de glace ait augmentée sur les hautes

montagnes depuis des siècles, mais c'est un fait que ces glaces sont descendus plus bas. Ce fait ne prouve rien pour le refroidissement de la terre. 4) On ne peut pas prouver, que la limite inférieure des neiges soit plus basse dans les alpes qu'elle ne l'était il y a plusieurs siècles, elle oscille entre certaines limites et varie selon des influences locales. 5) Comme les Avalanches ne se forment guères là, où il y a des forêts, elles sont devenues plus fréquentes et plus dangereuses là, où les forêts ont été détruites. Cette plus grande fréquence ne prouve rien quant à la température. 6) C'est un fait que le gazon diminue sur les hautes alpes et par suite la bonne terre même là, où il n'y a ni avalanches ni chutes de rochers. Cette destruction se fait surtout remarquer sur les alpes, qui sont au dessus de la région des bois. 7) Le gazon disparait surtout dans les endroits, ou après de neiges d'hiver abondantes, le chaleurs d'été n'ont pas suffi pour les faire fondre, ainsi que dans les lieux où des vents froids souflent avec plus de violence. 8) Les forêts remontaient jadis plus haut qu'actuellement, mais ce n'est pas la faute du climat si elles sont détruites; on n'a pas de preuves qu'elles s'élevassent plus haut dans les endroits qui n'ont pas été dépouillés par la main des hommes. 9) Les courans d'air sont plus violens dans les lieux ou les forêts ont été détruites et ces vents emportent surtout la bonne terre qui a été dépouillé de gazon. 10) Dans les endroits, où l'on voit que la force végétative a diminué, il n'est pas possible de prouver, que cet effet est dû au réfroidissement du climat, c'est l'action renforcée des vents et la diminution du terrain, dont elle est la consequence, qui sont les causes immediates de ce decroissement . . .

La commission, considérant que l'auteur de ce mémoire intéressant n'a repondu entièrement à la question, était d'avis qu'on ne pouvait lui accorder le prix de L. 600, mais qu'il était digne de l'accessit de L. 300. La discussion est ouverte sur cette conclusion de la commission; un membre pense, que ce mémoire, quoique il ne satisfait pas entièrement à la question, merite pourtant d'être couronné et sans vouloir augmenter la somme adjugée de L. 300 il desire que ce soit à titre de prix et non d'accessit, qu'on l'accorde à l'auteur. Cette proposition étant adoptée à la grande majorité Mr. le Président rompe le cachet et Mr. Charles Kasthofer, inspecteur de forêts à Unterseen est couronné.»

Es wurde beschlossen, die Preisfrage nochmals auszuschreiben (Naturwissenschaftlicher Anzeiger der allg. Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften, Nr. 4, 4. Jg., 1820, p. 31):

«La Société s'étant convaincue des difficultés qu'offrait la solution de la question proposée en 1817 dans toute son étendue, et persuadée cependant qu'une connaissance plus précise de l'état passé et actuel de nos Alpes pourrait seule nous conduire à quelque résultat sur l'opinion de leur refroidissement, propose la question suivante: «Rassembler des faits exacts et bien observés sur l'accroissement et la diminution des glaciers dans les diverses parties des Alpes, sur la détérioration ou l'amélioration de leurs paturages, sur l'état antérieur et actuel des forêts.»

On n'éxige pas que les mémoires embrassent cette question dans toute son étendue. Il suffit qu'ils la traitent pour une partie déterminée des Alpes, ou même pour un seul Canton. Les mémoires écrits à volonté en latin, en allemand, en français ou en italien et accompagnés d'un billet cacheté contenant le nom de l'auteur et portant la devise du mémoire, doivent être envoyés au Président de la Société helvétique des Sciences naturelles jusqu'au 1. Janvier 1822. Dans la session de 1822 il sera decerné sur le rapport d'un comité d'éxamen que la Société nommera dans la session de 1821 un prix de 300 Francs de Suisse au mémoire qui sera couronné et un prix de 200 Francs à celui qui sera jugé digne de l'accessit.»

Darauf ging eine Arbeit ein, die an der dritten Sitzung in Bern 1822 wie folgt beurteilt wurde:

«In der dritten Sitzung giebt zuförderst die zu der Beurtheilung der in der Versammlung zu Genf ausgeschriebenen Preisfrage: über die Veränderung des Climas in den Alpen etc. erwählte Commission, (von Charpentier, Ebel, Escher, Horner und Pictet) Bericht über die einzige eingelangte Preisschrift, welche das Motto führt: *«Ventos et varium cœli prædiscere morem cura sit. Virg.»*

Nachdem der Verfasser auf die Schwierigkeit, die Ursachen einer Veränderung der Temperatur aufzufinden, aufmerksam gemacht hat, führt er an, dass ihm keine andere Untersuchung besser zu diesem Zwecke zu führen scheint, als diejenige über das Wachsen und Abnehmen der Gletscher. Er bemerkt, dass im Jahr 1811 die Schneelinie sehr viel höher gewesen, und in den Jahren 1815, 1816 und 1817 um einige hundert Fuss heruntergestiegen sey. Er führt viele Thatsachen an, welche beweisen, dass vormals die Temperatur gelinder war. Dieselben sind meistens von verschütteten Wäldern, durch Schnee und Eis, unbrauchbar gewordenen Pässen, vereiseten Alpen und dergleichen hergenommen. Hierauf geht er zu denjenigen Thatsachen über, welche ihm zu beweisen scheinen, dass in viel frühern Zeiten die Temperatur niedriger gewesen sey, als jetzt. Für diese Meinung sprechen unter andern die vielen Steinwälle *(Moraines)* am Fuss der Gletscher, welche oft weit über deren jetzigen Fuss hinausreichen. Die meisten Beobachtungen des Verfassers sind in den Thälern von Wallis und Piemont angestellt worden, und enthalten viel Neues und Bemerkenswertes. Er beschreibt eine grosse Menge von Thatsachen mit vieler Deutlichkeit.

Aus allen seinen Beobachtungen schliesst der Verfasser, das die Ab- und Zunahme von Kälte und Wärme, und das hierdurch bewirkte Vorrücken und Zurückweichen der Gletscher periodischen Veränderungen unterworfen sey; dass wir gegenwärtig am Ende einer solchen kältern Periode stehen, und dass es nicht wahrscheinlich sey, dass die Gletscher sobald wieder zu der Grösse gelangen, wie sie vor vielen Jahren, aus den hinterlassenen Spuren zu schliessen, gewesen sind.

Die Commission schlägt vor dieser Schrift den ausgeschriebenen Preis zu ertheilen, indem durch die vorliegende Arbeit die Frage so vollständig als möglich beantwortet worden sey. Die Gesellschaft genehmigt einstimmig diesen Vorschlag, und bei Eröffnung des versiegelten Zettels, findet sich als Verfasser genannt: J. Venetz, Strassen-Inspector in Sitten.

Es wird hierauf beschlossen, die Schrift des Herrn Venetz, deutsch und französisch, so wie auch die vor zwei Jahren in Genf gekrönte Preisschrift über den gleichen Gegenstand, von Herrn Kasthofer ins Französische übersetzt, auf Kosten der Gesellschaft drucken zu lassen.» (Naturwissenschaftlicher Anzeiger der allg. Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften, No. 8, 5. Jg., 1822, p. 61.)

Der Verfasser war IGNAZ VENETZ (1788–1859), Strassen-Inspektor in Sitten. Die Schrift wurde nicht, wie vorgesehen auch in deutsch, sondern nur französisch gedruckt und dies erst im Jahre 1833 in den «Denkschriften der allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften, Ersten Bandes zweyte Abtheilung» unter dem Titel *Mémoire sur les variations de la température dans les Alpes de la Suisse.* Venetz entwickelte seine Ansichten 1829 an der Versammlung der Naturforschenden Gesellschaft im Hospitz des Grossen Sankt Bernhard:

«Mr. Venetz, ingénieur des ponts et chaussées du Valais, fait lecture d'un mémoire sur l'extension qu'il présume que les glaciers avaient autrefois, et sur leur retraite dans leurs limites actuelles. Il attribue les amas de blocs de roches alpines, qui sont répandus sur divers points des Alpes et du Jura, ainsi, que dans plusieurs contrées du nord de l'Europe, à l'existence d'immenses glaciers qui ont disparu dès-lors et dont ces blocs formaient les moraines. Il appuye cette hypothèse par la citation de plusieurs faits qu'il a observés dans les Alpes du Valais, aux environs des glaciers.»

(Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles, quinzième réunion annuelle, à l'Hospice du Grand-Saint-Bernard, 1829, Lausanne 1830, p. 31.)

Seine 1883 publizierte Schrift schloss er mit folgender Zusammenfassung (Venetz 1833, p. 38):

«Nous sommes donc en quelque manière autoriés à croire:

1) Que les moraines qui se trouvent à une distance considérable des glaciers, datent d'une époque qui se perd dans la nuit des temps.

2) Que les faits que nous avons cités pour prouver un abaissement de la température, sont plus récents que les dites moraines.

3) Que celles qui se trouvent près des glaciers peuvent être des deux derniers siècles.

4) Que la température s'élève et s'abaisse périodiquement, mais d'une manière irrégulière.

5) Que selon les apparences, le refroidissement de cette époque est arrivé à son terme.

6) Que les glaciers parviendront difficilement à la hauteur gigantesque dont nous trouvons tant de vestiges, et que nous pou-

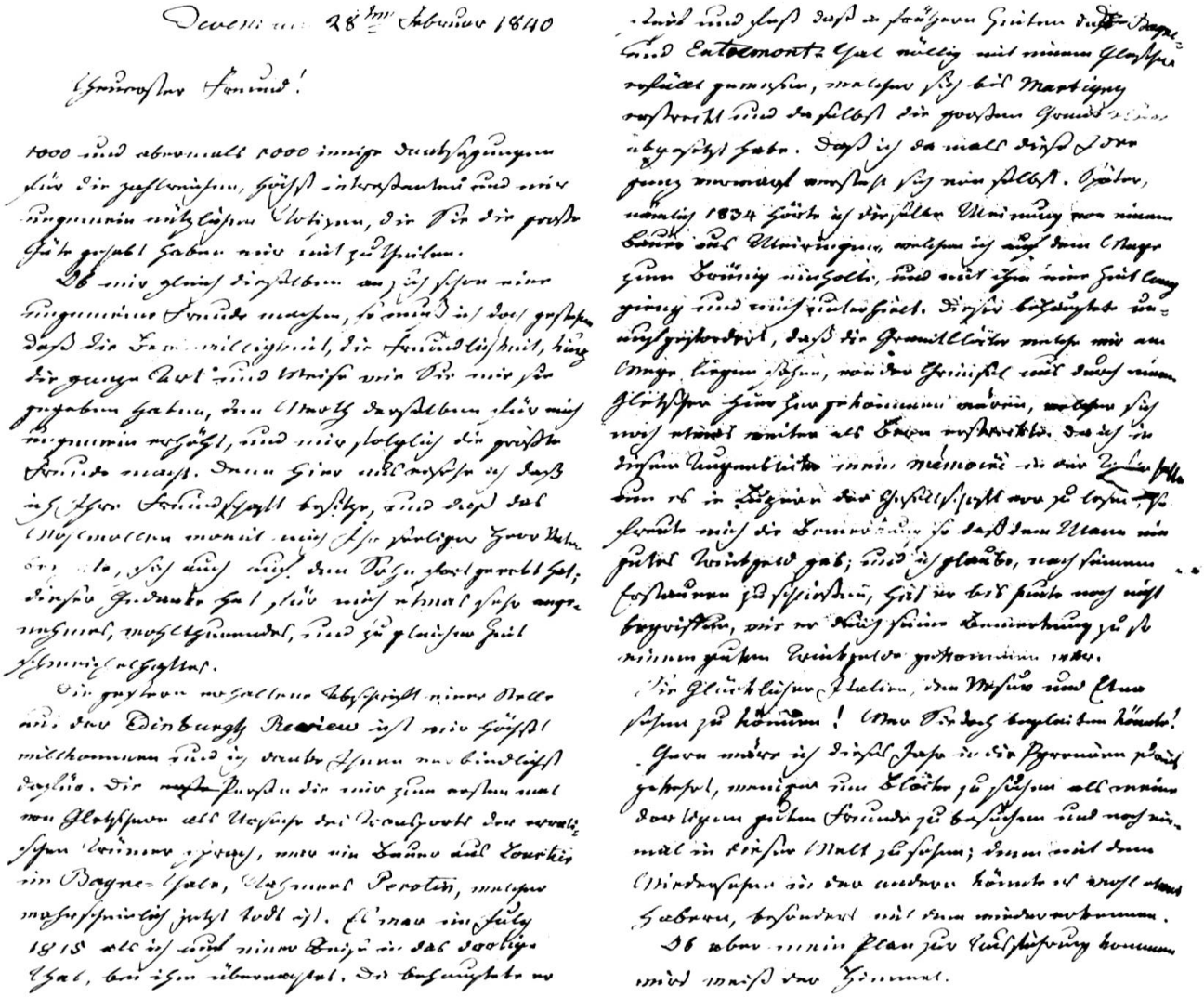


Abb: 4: Brief von Jean de Charpentier an Bernhard Studer vom 28. Februar 1840 (Burgerbibliothek Bern, Mss.hist.helv.XIV.150.1[20].

vons nous tranquilliser sur l'extension présumée de la région des glaces en général.»

Wie kam Venetz zu der Auffassung, dass die Findlinge durch Gletscher transportiert wurden? Diese Ansicht stand ganz im Gegensatz zu der damals vorherrschenden Meinung der Gelehrten. Vielleicht gerade weil er nicht ein Gelehrter war, konnte er zu dieser Schlussfolgerung kommen! Venetz hatte in seiner Arbeit als Kantonsingenieur im Wallis täglich mit den Gewalten der Natur zu tun. Er beobachtete die Gletscher sorgfältig, denn immer wieder richteten sie verheerende Zerstörungen an. So erkannte er auch die Spuren früherer, ausgedehnter Gletscherstände. Wurde er sogar von aufmerksamen Bergbewohnern auf solche Sachverhalte hingewiesen? Er wäre nicht der einzige gewesen, der dies erlebt hätte, wohl aber derjenige, der diese Idee aufgegriffen und weiterverfolgt hatte, denn Jean de Charpentier schreibt (1841, p. 241–242):

«La personne que j'ai entendue pour la première fois émettre cette opinion *(Gletschertransport der erratischen Blöcke)*, est un bon et intelligent montagnard nommé Jn. Pr. Perraudin, passionné chasseur de chamois, encore vivant au hameau de Lourtier dans la vallée de Bagnes. Revenant en 1815, des beaux glaciers du fond de cette vallée, et désirant me rendre le lendemain par la montagne de Mille au Saint Bernard, je passai la nuit dans sa chaumière. La conversation durant la soirée roula sur les particularités de sa contrée, et principalement sur les glaciers, qu'il avait beaucoup parcourus, et qu'il connaissait fort bien. «Les glaciers de nos montagnes» me dit-il alors «ont eu jadis une bien plus grande extension qu'aujourd'hui. Toute notre vallée, jusqu'à une grande hauteur au-dessus de la Drance (torrent de la vallée), a été occupée par un vaste glacier, qui se prolongeait jusques à Martigny, comme le prouvent les blocs de roches qu'on trouve dans les environs de cette ville, et qui sont trop gros pour que l'eau ait pu les y amener».

Quoique le brave Perraudin ne fît aller son glacier que jusques à Martigny, probablement parce que lui-même n'avait peut-être guère été plus loin, et quoique je fusse bien de son avis relativement à l'impossibilité du transport de blocs erratiques par le moyen de l'eau, je trouvai néanmoins son hypothèse si extraordinaire, si extravagante même, que je ne jugeai pas qu'elle valût la peine d'être méditée et prise en considération.»

(Diese Mitteilung machte Jean de Charpentier im Brief vom 28. Februar 1840 an Bernhard Studer, siehe Abbildung 4.)

Ebenso wie Charpentier, arbeitete auch Venetz mit Perraudin zusammen. So ist es wohl möglich, dass der Bergbauer, Gemsjäger und Bergführer JEAN-PIERRE PERRAUDIN (1767–1858) der Vater dieser Idee war. Darauf könnte auch folgende Aussage von Venetz deuten (VENETZ 1833, p. 24):

«Monsieur Perraudin, conseiller de la commune de Bagnes, habile chasseur de chamois, et amateur de ces sortes d'observations, nous a assuré que les glaciers de Sévereu, de Loui et de la Chaux-de-Sarayer, tous dans la vallée de Bagnes, ont des moraines fort reconnaissables, qui sont environ à une lieue de la glace actuelle; il dit, que les châlets situés près du glacier de Corbassière sont bâtis sur des moraines composées de débris de pierres calcaires, transportées dans ces lieux par le glacier de Corbassière venant du Combin. Les rochers qui composent la montagne des environs des dits châlets, sont verdâtres, appartenant à une autre formation que celle du calcaire du Combin.»

Von der Beobachtungsgabe und Intelligenz Perraudins zeugt auch die Notiz von ihm, die in Abbildung 5 ersichtlich ist. F. A. Forel (1899, p. 112) zollt ihm seine Achtung, wenn er schreibt:

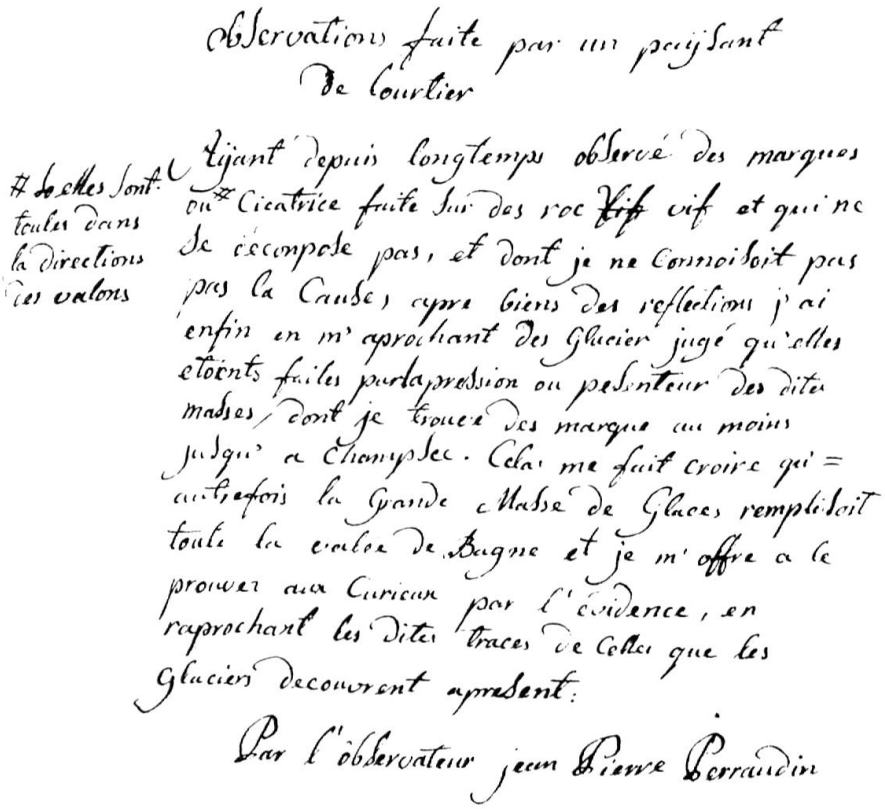
«Nous conserverons avec respect le nom de Jean-Pierre Perraudin. Nous retrouvons en lui le type si intéressant et d'une haute valeur morale et intellectuelle du montagnard des Alpes – du montagnard valaisan, vaudois, bernois, grison, savoyard, il est partout le même, – avec son intelligence, son esprit d'observation, son ardeur passionnée pour la nature. Il est un vrai naturaliste;

non pas le naturaliste de laboratoire ou de bibliothèque, sa théorie est peu savante, sa littérature peu compliquée, son orthographe souvent assez primitive; mais il sait voir, il sait observer, il sait se poser des questions, et parfois – la preuve en est donnée par Perraudin – il sait y répondre.»

Dass Perraudin kein Einzelfall war, zeigt die Anmerkung von Charpentier (1841, p. 242–243):

«J'ai rencontré encore dans d'autres parties de la Suisse des montagnards qui croient également à une plus grande extension des glaciers dans les temps anciens, et qui leur attribuent aussi le transport des blocs erratiques. Lorsqu'en 1834 je passai par la vallée de Hasli et par celle de Lungern pour assister à Lucerne à la réunion de la Société helvétique des sciences naturelles, je joignis sur la route du Brunig, un bûcheron de Meiringen. Je liai conversation avec lui, et nous fimes un bout de chemin ensemble. Me voyant examiner un gros bloc de granite du Grimsel, qui gisait au bord du sentier, il me dit: «Il y a beaucoup de ces pierres par ici; mais elles viennent de loin; elles viennent toutes du Grimsel, car c'est du Geisberger (nom du granite en allemand suisse), et les montagnes des environs n'en sont pas». Sur ma question, comment il croyait que ces pierres avaient pu arriver jusques ici, il me répondit sans hésiter. «Le Glacier du Grimsel les a amenées et déposées des deux côtés de la vallée; car ce glacier s'est étendu jadis jusques à la ville de Berne; en effet, continua-t-il l'eau n'aurait par les déposer à une aussi grande hauteur au-dessus du sol de la vallée, sans combler les lacs» (ceux de Brienz et de Thoun)....»

«J'ai trouvé également dans la vallée de Ferret, et Mr de Guimps, dans les environs d'Yverdon, des paysans qui attribuent le transport des blocs erratiques à des glaciers. Enfin Mr Brard rapporte (Dictionnaire des siences naturelles. Tom. 19, pag. 16.) que le nommé Marie Deville de la vallée de Chamounix attribuait également aux glaciers le transport des blocs de protogine que l'on



Observations faite par un paysant de Lourtier

Ayant depuis longtemps observé des marques ou # Cicatrice faite sur des roc ~~vif~~ vif et qui ne se décompose pas, et dont je ne connoissoit pas pas la Cause, après biens des reflections j'ai enfin en m'aprochant des Glacier jugé qu'elles etoients faites par la pression ou pesanteur des dites masses, dont je trouve des marque au moins jusqu'a Champsec. Cela me fait croire qu'= autrefois la Grande Masse de Glaces remplissoit toute la valée de Bagne et je m'offre a le prouver aux Curieux par l'évidence, en raprochant les dites traces de celles que les Glaciers decouvrent aprésent.

Par l'observateur Jean Pierre Perraudin

Lesquelles sont toutes dans la directions des valons

Abb. 5: Faksimile einer Notiz von J.-P. Perraudin de Lourtier, geschrieben 1818 in einem Manuskript von Henri Gilléron. (MS Gilléron XXX. 223, Bibliothèque cantonale et universitaire de Lausanne.)

trouve sur quelques éminences de cette vallée, et les sillons parallèles qu'on y observe sur des roches schisteuses.»

Was für die Bergbewohner selbstverständlich war, war es nicht für die Naturwissenschaftler. Wie konnte Venetz hoffen, dass seine Theorie angenommen würde, da selbst sein Freund JEAN DE CHARPENTIER (1786–1855), Bergwerksdirektor der Salinen von Bex, schreibt (1841, p. 243–244):

«J'avais presque oublié cette conversation *(mit Perraudin),* lorsqu'au printemps 1829, Mr Venetz vint me dire aussi que ses observations le portaient à croire que, non seulement la vallée d'Entremonts, mais que tout le Valais avait été jadis occupé par un glacier, qui s'était étendu jusques au Jura et qui avait été la cause du transport des débris erratiques.

Si j'avais trouvé extraordinaire et invraisemblable la supposition d'un glacier s'étendant du fond de la vallée de Bagnes jusques à Martigny, je trouvai réellement folle et extravagante l'idée d'un glacier de plus de 60 lieues de longueur, occupant non seulement le Valais, mais recouvrant même tout l'espace entre les Alpes et le Jura, et entre Genève et Soleure. Au premier abord cette hypothèse me parut être en opposition manifeste avec tous les principes de physique et de géologie, et entièrement contraire à tous les faits qui prouvent l'ancienne élévation de la température. En effet, comment concevoir qu'un glacier eût pu couvrir une contrée qui doit avoir joui jadis d'un climat propre à faire prospérer des palmiers, comme le prouvent les empreintes de Chamærops qu'on trouve dans les couches supérieures de la molasse de la Basse-Suisse.»

Und er fährt weiter (p. 244–245):

«Pour convaincre mon ami de l'erreur dans laquelle il me semblait être tombé, je m'appliquai à étudier d'une manière spéciale le terrain erratique et toutes les circonstances qui l'accompagnent. Mais cette étude me conduisit à un résultat tout opposé à celui auquel je m'étais attendu. En effet, loin de me fournir des arguments contre l'hypothèse des glaciers, je reconnus clairement qu'elle expliquait de la manière la plus satisfaisante le terrain erratique jusques dans ses moindres détails, et tous les phénomènes qui s'y rattachent. Néanmoins, je restai dans le doute, jusques au moment où je crus être parvenu à concilier l'existence de ces glaciers-monstres avec les faits qui prouvent l'ancienne élévation de la température. Croyant avoir trouvé la solution de ce problème, je rédigeai un mémoire sous le titre de *Notice sur la cause probable du transport des blocs erratiques de la Suisse.* J'en fis lecture à la société helvétique des sciences naturelles réunie à Lucerne en Juillet 1834, et il fut inséré en 1835 dans le 8me volume des Annales des Mines.»

Gerecht und korrekt wie Charpentier war, prüfte er Venetzes Beweise im Terrain nach und liess sich von seinem Freund von der Richtigkeit der Glazialtheorie überzeugen. An der Versammlung der Naturforschenden Gesellschaft in Luzern 1834 vertrat er diese Idee:

«Herr v. Charpentier aus Lausanne liest: Annonce d'un des principaux resultats des recherches de Mr. Venetz, ingénieur des Ponts et chaussées du Canton du Vallais, sur l'état actuel et passé de Glaciers du Vallais.

Bisher war man der Meinung, die Eisblökke, welche in unsern Thälern zerstreut umherliegen, seien durch Wasser dahin gebracht worden. Allein nach einer genauern Prüfung ihrer Gestalt, so wie verschiedener anderer Umstände, hat schon Herr Venetz darzuthun gesucht, daß nicht das Wasser diese Blöcke dahin gebracht habe. Herr von Charpentier unterstützt diese Behauptung durch neue Gründe. Er zeigt, daß die frühere Hypothese ungenügend sei, alle die Umstände, welche dieses Phenomen begleiten, zu erklären. Herr Venetz war der Erste, welcher annahm, diese Felsblöcke seien durch Gletscher in die Thäler herabgestossen worden, als Theil jenes morastigen Schuttes, der an den untern Gletscherrändern sich findet. Die Ansicht scheint Herrn v. Charpentier verschiedene Umstände zu erklären. Er weist nach, daß Analogie zwischen diesen Felsblöcken und denjenigen

der wirklichen Gletschermoräste herrsche, und wie durch diese Ansicht sich erklären lasse, warum unsere See'n nicht durch diese Felsblöcke angefüllt worden seien, was unfehlbar hätte geschehen müssen, wenn dieselben durch Wasser hergebracht worden wären. Man könnte gegen dieses System einwenden, daß verschüttete Palmstämme sich da vorfinden, welche vermuthen lassen, daß einst die Temperatur in unsern Thälern höher gewesen seyn müsse. Herr v. Charpentier begegnet dieser Einwendung dadurch, dass er annimmt, die Erhebung unserer Alpen sei später, als jene Epoche, und einst viel beträchtlicher gewesen, als sie jetzt ist, wodurch die Existenz einer wärmern Periode sich erklärt, auf die aber dann eine kältere gefolgt, während welcher die Gletscher viel ausgedehnter waren, als sie heut zu Tage es sind.»

(Verhandlungen der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften, in ihrer neunzehnten Jahresversammlung in Luzern, 28./29. und 30. Juli 1834, Luzern, 1835, p. 23–24.)

Sein Beitrag wurde 1835 unter dem Titel *Notice sur la cause probable du transport des blocs erratiques de la Suisse* in den «Annales des Mines» publiziert, 1836 ebenfalls in den «Mittheilungen aus dem Gebiete der theoretischen Erdkunde, herausgegeben durch Froebel und Heer». Auszüge kamen 1836 in England und Deutschland heraus (BALMER 1969, p. 223).

Was dies bedeutete, wird erst deutlich, wenn wir wissen, dass der Name Jean de Charpentier in Fachkreisen etwas galt.

Nun war die Diskussion zwischen den verschiedenen Richtungen entbrannt; junge Forscher interessierten sich für die neuen Gletschertheorien, während ältere versuchten, diese zu widerlegen. Welche Ausmasse das annehmen konnte, beschreibt ein Bericht von Carl Vogt (BECK 1973, p. 117–118):

«Leopold v. Buch, den Humboldt den «grössten Geognosten des Jahrhunderts» nannte, war der entschiedendste Gegner der Glazialtheorie, wie schon Andeutungen der bisherigen Darstellung gezeigt haben. Seine Stellung zu den jüngeren Gelehrten ergibt sich sehr gut aus der Schilderung KARL VOGTS, der einst selbst zum Neuenburger Kreis um Agassiz gehört hatte. Die Darstellung ist eine der ersten Wiedergaben eines Interviews, in dem ein ungenannter Gletscherforscher den Gelehrten in der Schweiz aufsuchte und zum Erzählen brachte. Im Verlauf der Unterhaltung fragte Vogt seinen Bekannten, ob er denn von seinem ersten wissenschaftlichen Strauß mit Leopold v. Buch wisse. Der ungenannte Gletscherforscher berichtete:

«Davon habe ich nie etwas gehört.»

«Dann will ich Ihnen die Geschichte erzählen, denn sie war nicht ohne Einfluß auf meine späteren Lebensschicksale. Schon im Jahre 1840 hatte mich Agassiz zu einer naturforschenden Versammlung nach Erlangen geschickt, um dort die neue Gletschertheorie und die damit zusammenhängende Erklärung der erratischen Blöcke vorzutragen. Der alte Buch, dessen Verdienste um die Wissenschaft ich gewiß zu keiner Zeit verkannt habe, hatte unglücklicherweise in seiner Jugend über jenes Problem eine Meinung ausgesprochen, die heutzutage höchstens noch ein historisches Interesse hat. Er war schwach genug, mir deshalb wie ein grollender Löwe zu begegnen. Im Garten beim Kaffeetrinken griff er mich leidenschaftlich an, machte dann anderen Tages Frieden und sagte mir Abends auf dem Heimweg: ‹Ich gehe jetzt in's Theater und Sie gehen nach Hause, um sich auf das dumme Zeug vorzubereiten, das Sie uns morgen vortragen wollen.› Am nächsten Tage erhielt ich denn das Wort und ging wohlgemuth an meine Predigt. Buch setzte sich mir dicht gegenüber, seinen dicken Stock mit beiden Händen zwischen den Knieen haltend und das Kinn auf den Knopf des spanischen Rohrs gestützt, schaute er herausfordernd zu mir auf und begleitete meine Rede mit Murren und Knurren. Wir kamen indessen in Erlangen noch friedlich genug auseinander. Unangenehmer wurde die Begegnung zwei Jahre später, als ich mit reicheren Resultaten unserer Gletscherfor-

schungen an die naturforschende Versammlung nach Mainz kam. Leopold von Buch hatte in seinem gereizten Gelehrtenstolz etwas von Gelbschnäbeln fallen lassen, die noch nicht trocken hinter den Ohren seien; er suchte mein Auftreten in der Section zu verhindern. Ich setzte es aber bei dem Präsidenten durch, daß die Reihe der eingeschriebenen Redner auch für mich eingehalten wurde; ich hatte widrigenfalls mit Lärm in der allgemeinen Sitzung gedroht. Man rief mich dann zu rechter Zeit auf die Tribüne. Ich aber ärgere mich über den Alten und glücklich am Ende meines Vortrags angelangt, schliesse ich in jugendlichem Eifer mit den Worten: ‹Das Lied der Wahrheit dringt doch durch, ob es von grauen oder gelben Schnäbeln gesungen wird!› Sie können sich das Aufsehen denken, welches eine solche Abwehr in der Versammlung hervorrief.»

«Inwiefern hatte aber diese Begegnung einen Einfluß auf ihre späteren Schicksale?» fragte ich den Erzähler.

«Ich müßte vielleicht etwas weit ausholen, um Ihnen dies zu erzählen.»

«O, thun Sie es nur, denn ich möchte von Ihnen doch ein wenig mehr als Ihre Schriften kennen.»

«Sie wissen, daß ich als Student drei Jahre in Liebig's Laboratorium in Giessen gearbeitet habe. Es war von 1833 bis 1835. Liebig hatte stets viel Wohlwollen für mich gehabt und mich auch nicht aus den Augen verloren, als ich später mit Desor bei Agassiz in Neuchâtel an dessen grossem Werke über die Anatomie der Süßwasserfische arbeitete und mich an den Untersuchungen über die Gletscherbewegung betheiligte. Agassiz wollte mich nach Amerika mitnehmen; ich schlug den Antrag aus, denn die Yankees haben nie zu meinen Liebhabereien gehört.» Nach der Promotion ging Vogt 1844 nach Paris und schrieb von dort die «physiologischen Briefe, die ursprünglich für die Beilage der Allgemeinen Zeitung bestimmt waren und jetzt in dritter Auflage erschienen sind. Im nächsten Winter ging ich nach Nizza. Dort entstand mein Buch, ‹Ocean und Mittelmeer›, von dort aus erhielt ich auf Liebig's Veranlassung einen Ruf als Professor der Zoologie an die Gießener Universität.»

«Und waren gegen diese Berufung nicht vielfache Bedenken von der Regierung des Großherzogthums Hessen erhoben worden? Ihr Vater war ja lange genug in der Opposition gewesen, bis er sich endlich gezwungen sah, eine Professur an der Berner Hochschule anzunehmen.»

«Und meine Mutter ist eine geborene Follen», fügte Vogt hinzu; «so konnte der Sohn freilich nicht auf besondere Gönnerschaft in den regierenden Kreisen zählen. Der Cultusminister Linde wollte auch um keinen Preis meine Ernennung zugeben und begründete seine Weigerung mit der Bemerkung, ich habe mich vor einigen Jahren so unehrerbietig gegen Herrn Leopold von Buch benommen, daß meine Berufung an die Gießener Universität eine Beleidigung jenes Veteranen der Wissenschaft gleichkäme. Der alte Buch aber, als er von dieser Äußerung des Ministers etwas erfuhr, schrieb diesem einen so entsetzlich derben Brief und verbat sich so ausdrücklich, dass ein hessen-darmstädtischer Cultusminister sich in seine Privatangelegenheiten mische und sie zum Vorwande seiner politischen Maßregeln nehme, daß meine Berufung endlich erfolgte.»

LOUIS AGASSIZ (1807–1873), ein fähiger und schon in jungen Jahren berühmter Fischforscher, der mit 25 Jahren bereits als Professor an die Hochschule in Neuenburg berufen wurde, konnte diesem Streit nicht untätig zusehen. Noch voll Glauben an die Kenntnisse, die er an den Universitäten erworben hatte, warf er sich in die Diskussion und wollte Charpentier von den klassischen Ideen wieder überzeugen. Dazu nahm er 1836 eine Einladung zu einem Aufenthalt in Salaz bei Devens, Charpentiers Wohnort, an und blieb 6 Wochen. Auf Grund dessen, was er auf den Exkursionen mit seinem älteren Freund sah, und durch die Diskussionen mit ihm, akzeptierte er die von Venetz und Charpentier beobachteten Tatsachen: «Les *faits* observées par MM. Ve-

netz et de Charpentier sont cependant définitivement acquis à la science; importe-t-il d'en proclamer hautement l'exactitude; car de là dépend naturellement la validité de toutes les conséquences qu l'on peut en tires.» (AGASSIZ 1837, p. VIII).

Gewählt als Jahrespräsident der Naturforschenden Gesellschaft für 1837 in Neuenburg – auf deren Versammlung Gletscher, Moränen und erratische Blöcke den Hauptgegenstand der Beratungen bildeten –, stellte er eine persönliche Theorie vor, denn mit Charpentiers Erklärungen war er nicht ganz einverstanden (AGASSIZ 1837, p. XI):

«*L'explication* que M. de Charpentier a donnée de ces faits, évidemment produits par de grandes masses de glaces, qui remplissaient jadis le fond de toutes les vallées alpines, ne me semble cependant pas embrasser toute la question, et le Jura présente une série de phénomènes qui la mènent plus loin.

Pour mettre plus de liaison dans ce que j'ai à vous dire là-dessus, je vous entretiendrai d'abord des surfaces polies que l'on remarque sur toute la pente méridionale du Jura et que nos montagnards appellent des *laves,* comme nous l'a appris M. Léopold de Buch, celui de tous les géologues qui le premier a le mieux étudié le Jura Neuchâtelois et à qui sont dus les plus grands travaux sur le sujet qui nous occupe.»

MERCANTON (1907, p. 41–42) fasste Agassizs Theorie folgendermassen zusammen:

«Voici cette théorie: Une de ces révolutions brutales, à la mode alors en géologie pour expliquer les mutations des faunes et des flores au cours des âges terrestres, aurait marqué, selon lui, la fin de l'ère tertiaire. Un froid intense aurait envahi, sinon notre globe entier, du moins son hémisphère nord, congelant lacs et cours d'eau, ensevelissant tout sous un revêtement épais de glace. Au fort de cette «période glaciaire», les Alpes, soulevées brusquement, auraient percé la carapace glacée, la divisant en lambeaux assez fortement déclives vers l'extérieur, pour que, sur ces plans inclinés, les décombres rocheux des cimes aient pu glisser de celles-ci jusqu'à leur emplacement actuel. En même temps, des glaciers se formaient dans les Alpes fraîchement nées et descendaient vers les plaines, y abandonnant, à leur disparition, les nombreuses moraines reconnaissables au milieu du terrain erratique.

Agassiz distinguait ainsi le transport des blocs erratiques du dépôt des moraines; il assignait le premier à la calotte de glace antérieure au soulèvement alpin, le deuxième aux glaciers nés de celui-ci.»

Und er kommentierte (p. 42):

«Cette théorie dualistique marquait certainement plus d'imagination juvénile que de sens pratique et par la complication de phénomènes qu'elle exigeait, elle était loin de la belle simplicité de l'hypothèse des Playfair et des Venetz, attribuant toute la formation erratique au jeu des seuls glaciers. Mais elle était plis conforme aux enseignements de la géologie classique, elle gardait avec celle-ci un contact désiré, puis elle semblait donner aux phénomènes une signification plus générale pour l'histoire de notre planète.»

Unter Agassiz's Zuhörern sass Leopold von Buch, der grosse Geologe und Verfechter der Fluttheorie, der anhand der Findlinge im Jura die Meinung vertrat, dass diese durch Wasserfluten aus den Alpen herangetragen worden seien. Begreiflich, dass Agassiz's Ausführungen nicht widerspruchslos entgegengenommen wurden. Dieser Widerstand spornte Agassiz an, sich intensiver mit den Gletschern zu befassen. Mit Freunden untersuchte er mehrere Jahre lang Gletscher und Gletscherspuren. Die Ergebnisse fasste er zusammen in seinem Werk *Etudes sur les glaciers,* das 1840 publiziert wurde. Agassiz und seine Freunde konzentrierten sich auf die Erforschung der Gletscher und nicht auf die Glazialtheorie.

Nicht immer herrschte zwischen den Forschern ein feiner Ton. Dies geht aus dem Vorwort von FRANZ JOSEPH HUGI's (1796–1855) Werk *Die Gletscher und die erratischen Blöcke* hervor (1843, p. VII–IX):

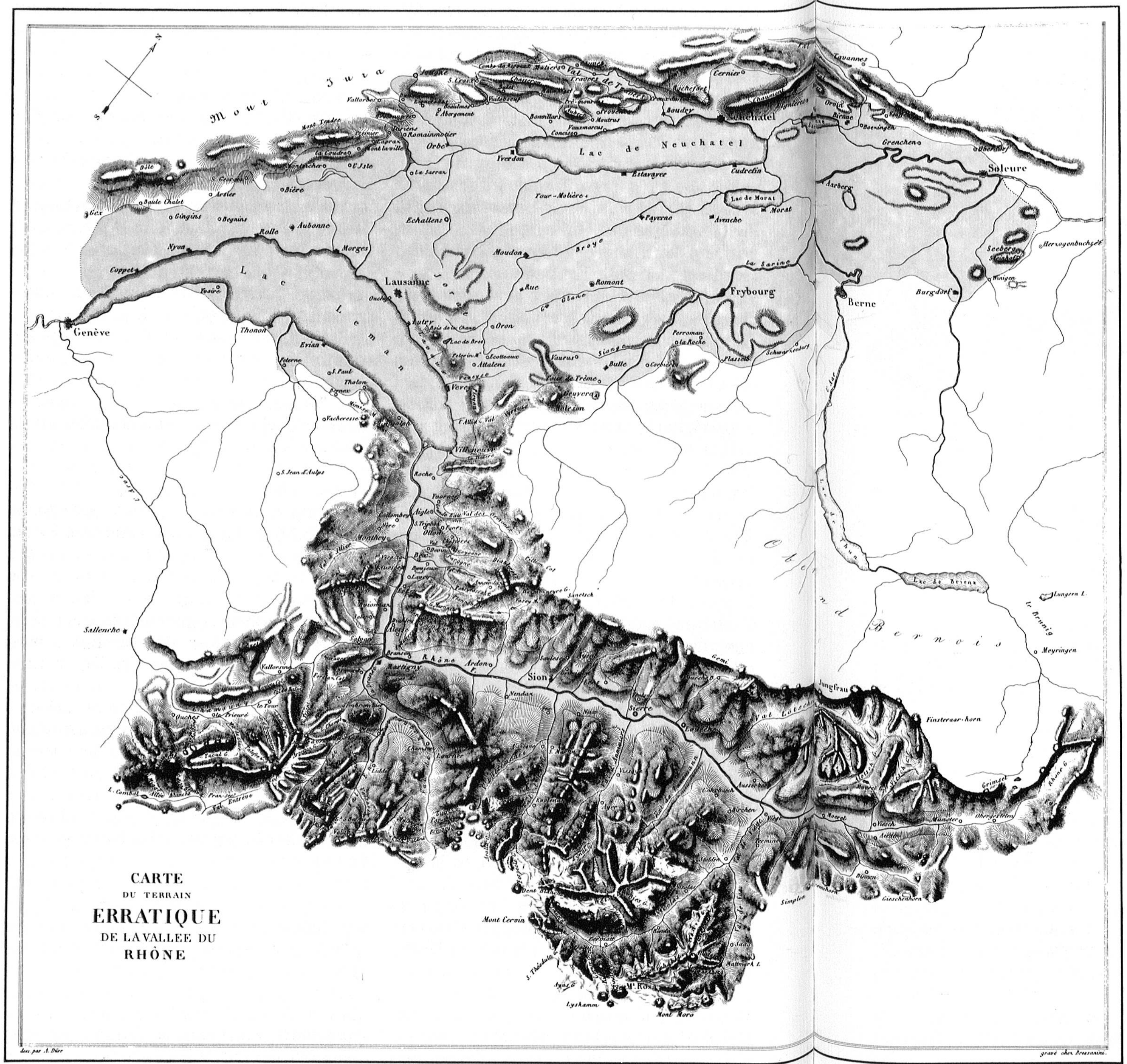
«In der ersten Hälfte des laufenden Jahres gab ich eine Schrift über das Wesen der

Gletscher heraus, keineswegs in der Absicht, die wichtige Frage entscheiden, oder auch nur etwas bedeutendes leisten zu wollen; denn über die Gletschergeschichte kennen wir noch äußerst wenig und die näheren Untersuchungen müssen erst von der Zukunft erwartet werden; was wir kennen ist einseitiges Stückwerk.

Die Gletscherfrage, die man früher für die Wissenschaft kaum einer Beachtung werth hielt, weil man aus Unkenntniß keinen Begriff von der Bildung und Thätigkeit in jenen Hochregionen hatte, ist nun für die Wissenschaft zu einer Hauptfrage geworden. Nur äußerst wenige Forscher aber, welche über die Sache urtheilen wollen und urtheilen, kennen die Sache aus Selbstanschauung, oder Selbstuntersuchung; denn nicht Jedem ist es gegeben, in jenen Hochregionen herumzuklettern, mit der zur Untersuchung nöthigen Mannschaft zu allen, auch den kältesten Zeiten, in der oft wirklich grausen Winterwelt Wochen oder Monate lang zu weilen, und mit gleicher Ausdauer Jahr auf Jahr die Beobachtungen zu vergleichen und die Firn- und Gletschermasse wiederholt neuen Untersuchungen zu unterwerfen; das Urtheil des größeren, wissenschaftlichen Publikums muß daher auf Autorität beruhen. Da nun aber jeder Beobachter mehr oder weniger einseitig ist und auch sein muß, da eine vorgefaßte Ansicht immer einen unverkennbaren Einfluß auf die Beobachtung ausübt, und da das wissenschaftliche Publikum im Begriffe stand, nach meiner Überzeugung, einseitig erfaßtes als erschöpfend und zu wenig noch geprüftes als Wahrheit anzunehmen, so glaubte ich, es wäre zeitgemäß, auch die Stimme eines anderen, älteren Beobachters vernehmen zu lassen. An eine Gletschertheorie dachte ich dabei nicht; ich wollte nur auch andere Beobachtungen mittheilen, vor Einseitigkeit warnen, auf den Zusammenhang mit anderen Naturerscheinung hinweisen und auf andere Erklärungsweise aufmerksam machen. Die Bemühungen des Herrn Agassiz und seiner Reisegefährten achtete ich dabei sehr, was die Darstellung sowohl, als die keineswegs beleidigende oder unwürdige Sprache beweiset. Man hätte also wenigstens auf eine anständige Behandlung von Seite der Agassiz'schen Partei rechnen dürfen.

Desor, der Freund und Reisegefährte von Agassiz (Bibliotheque universelle) wußte, nachdem er meine Schrift gelesen, nicht, was ich im Winter 1832 13 Tage lang auf dem Eismeere gemacht habe; die Schrift ist nach ihm ein Mischmasch, alles Gesagte dem Zustand der Gletscher im Winter ganz fremd, über die Frage, ob der Gletscher Wasser habe, steht kein Wort, in Allem Tendenz nach Übertreibung, Unwahrscheinlichkeit u. s. w.

C. Vogt, der andere Freund von Agassiz, treibt es ärger noch. (Allgemeine Zeitung, Beilage Nr. 111. 1842.) Er wirft mir vor: Hang nach Wunderbarem, unglaubliche Behauptungen, fabelhafte Erzählungen; daß ich 161 Fuss in Gletschergründe hinabgestiegen, findet er aus dem Grunde zweifelhaft, weil ich von 8 Männern wieder auf die Oberfläche gezogen worden sei, da mehr als 8 Mann schwere Mühe hatten, H. Agassiz 120 Fuss empor zu ziehen. Meine Einwendung gegen das Abrunden der Felsmassen durch die Gletscher will er durch den Kirchet und durch sonderbare Entstellungen und Verdrehungen entkräften. «Vielleicht», sagt er, «läugne ich noch, meiner Theorie zu lieb, die Existenz der Rundhöcker.» Die Sache ist hier einfach diese: In der Mittellinie der Berneralpen treten allenthalben zugerundete, granitartige Massen auf, ohne Spur irgend einer bestimmten Schichtung, wie ich in meinen Alpenreisen 1830, in meiner letzten Schrift und in mehreren Abhandlungen nachgewiesen. Agassiz behauptet nun, diese Gebirgsmassen seien durch die Gletscher nicht nur abgeschliffen, sondern auch kuppenartig zugerundet worden; ich dagegen behauptete, das Abschleifen könne man zugeben, die Rundformen aber seien ursprünglich und mit der Hebung des Alpengebirges gegeben. Wozu nun jene Umschweife? Wenn es um Wahrheit zu thun ist, so wiederlege man ernst und derb, aber ohne Schimpf, der zu Wissenschaft nichts bei-



trägt. Man fasse die Sache wie sie ist; vor allem aber fordere ich zu Beobachtungen auf.»

Seinem Vorwort hatte er folgenden Spruch von Heraklit vorangestellt:

«Der Streit ist der Vater aller Dinge, der rechte Herrscher und König, indem er durch Aufregung entgegengesetzter Kräfte das Leben bewirkt, deren Beendigung auch der Tod des Lebenden ist. Aus der gegenseitigen Trennung entwickelt sich immerfort eine höhere Einheit, aus der Dissonanz eine Harmonie.»

HUGI, Gründer und Direktor des naturhistorischen Museums in Solothurn, hatte sich noch vor Agassiz um die Erforschung der Gletscher verdient gemacht, Mit Agassiz's Ergebnissen ging er nicht einig und setzte sich kritisch mit dessen Gletschertheorie auseinander. Er konnte sich für diese neue Theorie nicht erwärmen und führte aus seiner Sicht Beweise für die Flut- und Drifttheorie an.

AGASSIZ trug dazu bei, dass sich die Glazialtheorie langsam international durchzusetzen begann; sogar in England konnte er die grossen englischen Geologen von dieser Theorie überzeugen. Sowohl in den Vereinigten Staaten, wohin er 1846 zu einer Vortragstour reiste und sich für den Rest seines Lebens niederliess, als auch in Südamerika fand er immer wieder Spuren von Gletschern, die die Glazialtheorie bestätigten.

Inzwischen arbeitete CHARPENTIER unermüdlich weiter, um die Gletschertheorie sorgfältig und eindeutig belegen zu können, das Für und Wider abzuwägen, Einwendungen zu widerlegen. Das Ergebnis publizierte er 1841 unter dem Titel *Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du Bassin du Rhône*. Anhand der beobachteten Spuren der

Abb. 6: «Der eiszeitliche Rhonegletscher, rekonstruiert von Jean de Charpentier anhand von Gletscherspuren, vor allem von Findlingen.» (In: *Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du Bassin du Rhône*, 1841.)

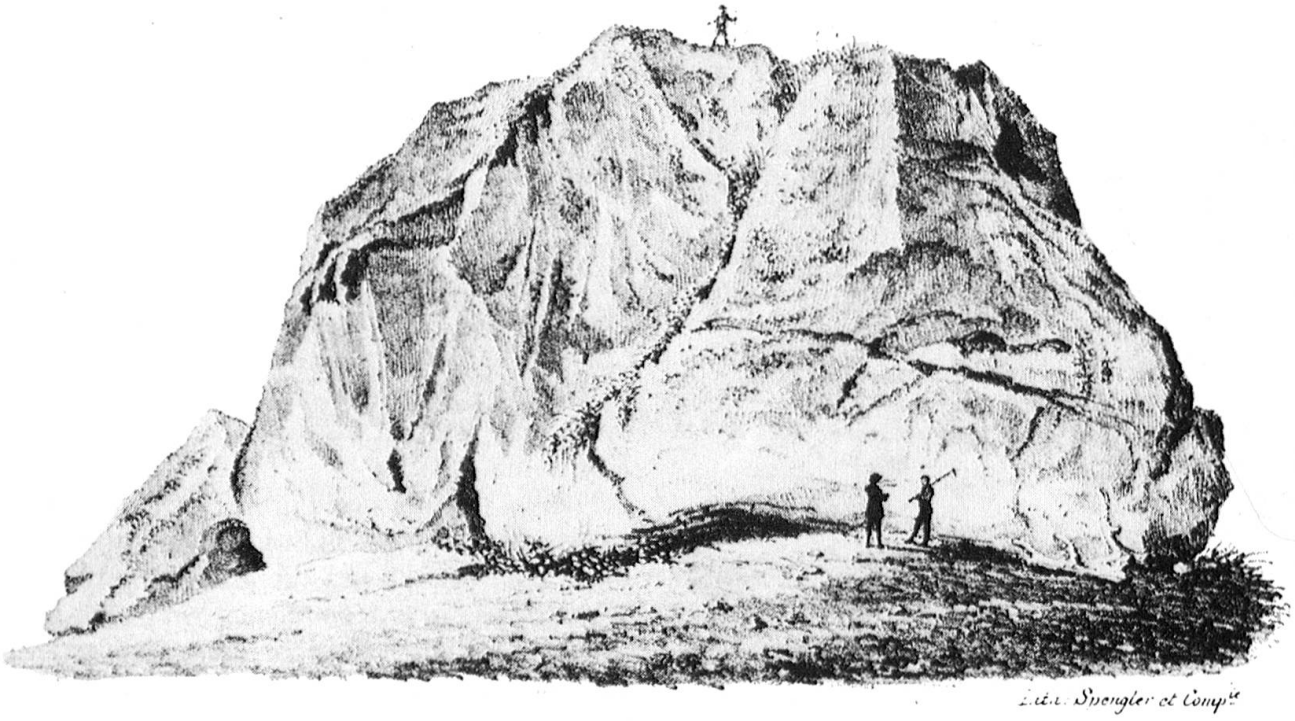


Abb. 7: Pierre des Marmettes, Findling bei Monthey (aus: Jean de Charpentier *Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du Bassin du Rhône,* 1841 (S. 126). Koord. 561675/122450.

Gletscher im Gelände, vor allem der erratischen Blöcke, erstellte er auf der Grundlage der Schweizerkarte von Heinrich Keller eine Karte der grössten Ausdehnung des Rhonegletschers (siehe Abb. 6). Die Findlinge beschrieb er eingehend und legte von einigen Zeichnungen bei. Wir wollen zwei der bekanntesten, mit Namen versehenen erratische Blöcke herausnehmen:

Pierre des Marmettes (Abbildung 7)

«Ce beau bloc, décrit pag. 126, se trouve à 15 minutes du bourg de Monthey. Le petit pavillon dont il est maintenant surmonté, n'est pas indiqué dans le dessin, qui est antérieur à cette construction.» (p. 360)

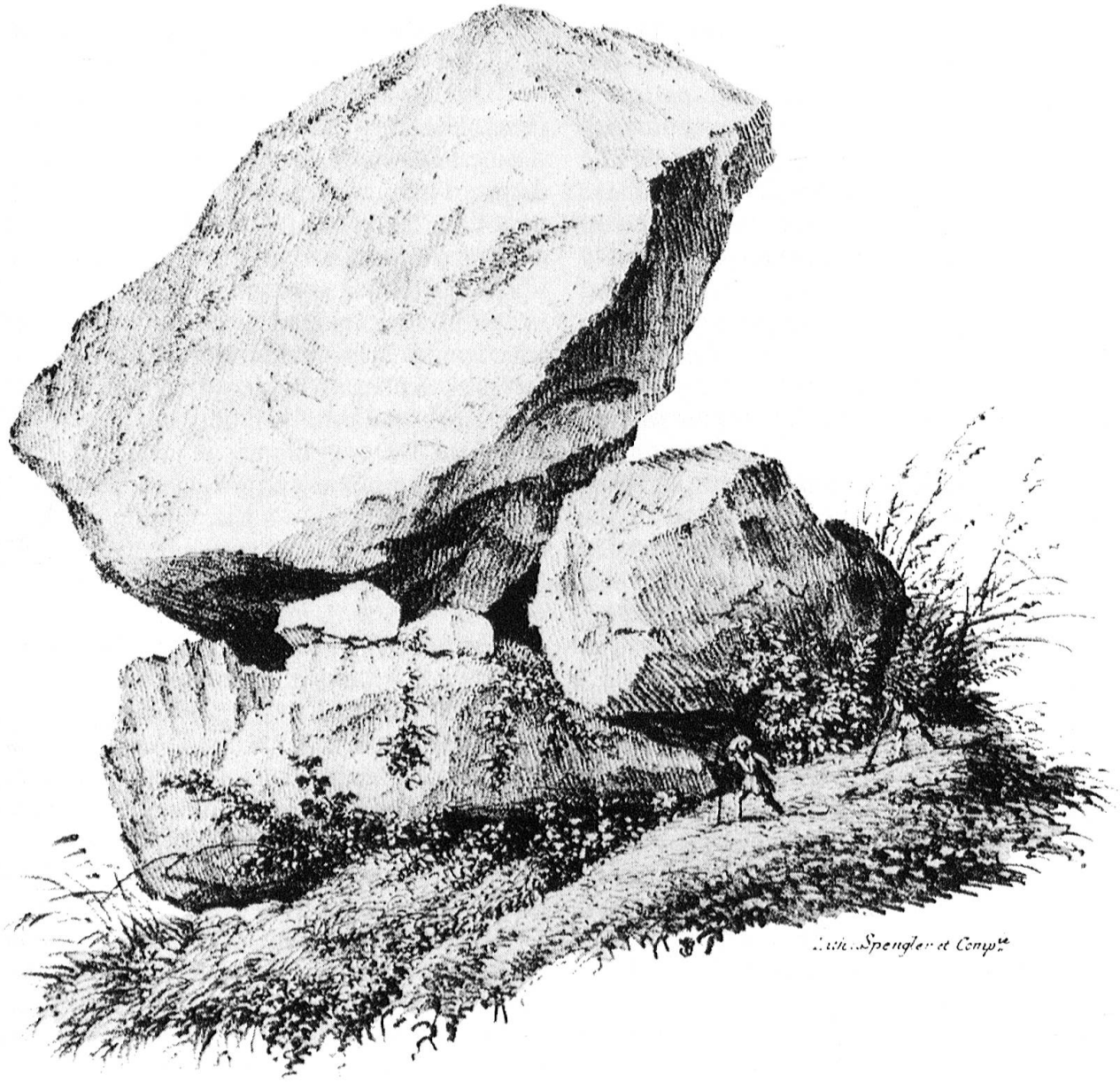
«La *Pierre des Marmettes,* au-dessus de Monthey, a 63 pieds de longueur, 32 de largeur et 30 de hauteur. Son volume est donc de 60,480 pieds cubes. C'est un bloc de granite de la vallée de Ferret. Il y a encore dans la même localité quelques blocs de 20,000 à 50,000 pieds cubes, et un grand nombre de 8,000 à 10,000 pieds cubes. Tous ces blocs viennent de la vallée de Ferret, et ont dû faire au moins 11 lieues de chemin.» (p. 126)

Pierre à Dzo (Abbildung 8)

«Ce bloc, remarquable par sa position, a été décrit pag. 141. Il est à peu de distance au nord-est de celui des Marmettes.» (p. 360)

«Un très-gros bloc, appelé la *Pierre à Dzo,* d'une forme irrégulière, polyédrique, est perché sur un autre; mais il n'y est retenu que par un troisième bloc fort petit et fendu verticalement par la chûte du premier; sans cet appui il se précipiterait sur le bourg de Monthey. Il est absolument impossible qu'un choc horizontal ait produit de pareils accidents.» (p. 141)

Beide Findlinge sind erhalten geblieben und können noch heute leicht aufgesucht werden.



N° 2. PIERRE A DZO.

Abb. 8: Pierre à Dzo, Findling bei Monthey (aus: Jean de Charpentier *Essai sur le glaciers et sur le terrain erratique du Bassin du Rhône,* 1841 (S. 141). Koord. 561700/122600.

Es ist für Charpentier selbstverständlich, dass er alle seine Informanten und Quellen erwähnt, wie bereits bei den Bergbewohnern zitiert. In den Anmerkungen auf Seite 246 und Seite 247 kommen noch Playfair, Goethe und Esmark zu Wort:

«Voici le passage que Mr Studer a eu la complaisance de me communiquer:

An other hypothesis lately brought forward in Schwitzerland accounts for the erratics of the Jura by supposing the valley now separating that range from the central chaine of the Alps, to have been once filled up with ice-and these blocks detached from some of the highest alpine ridges, to have formed what are called the «moraines» of the

glaciers. Our readers will find this speculation mentioned by the late Professor Playfair (Works Vol. I. pag. XXIX.) and we are not certain that this view of the subject had been taken before. In the notes of a tour in 1815 he remarks «that a glacier which fills up valleys in its course, and wich conveys the rocks on its surface frée from attrition, is the only agent we non see capable of transporting them to such a distance, without destroging that sharpness of the angles so distinctive of these masses. That mountains formerly existed of magnitude sufficent to give origine to such extensius glaciers, is countenanced by other phenomena observed in the Alps, and does not imply an y alteration in the surface so great as the supposition of a continued deelivity between the two extreme points, which is after all, insufficient to remove the objection arising from the sharp angles of these rocks.»

Zuletzt wollten zwey oder drey stille Gäste sogar einen Zeitraum grimmiger Kälte su Hülfe rufen und aus den höchsten Gebirgszügen, auf weit in's Land hingesenkten Gletschern, gleichsam Rutschwege für schwere Ursteinmassen bereitet, und diese auf glatter Bahn, fern und ferner hinausgeschoben, im Geiste sehen. Sie sollten, sich, bei eintretender Epoche des Aufthauens, niedersenken und für ewig in fremden Boden liegen bleiben. *Wilhelm Meisters Wanderjahre.* 2tes Buch Cap. 10. *Gœthe's* Werke Bd. 22. Cotta. 1820.

Je viens d'apprendre par le rapport infiniment intéressant adressé le 21 Février 1840 par Mr Buckland à la Société géologique de Londres (pag. 60) que feu le Professeur Esmark, à Christiania, a admis que la majeure partie de la Norwége a été dans un temps recouverte de glace, et que les blocs de granite, qui abondent dans ce pays, ont été amenés par des glaciers. J'ignore l'année où ce savant a conçu cette opinion; mais, d'après Mr Buckland, elle se trouve consignée déjà dans la traduction des Remarques de Mr Esmark sur l'histoire géologique du globe, insérée en 1827 dans l'*Edinburgh New Philosophical Journal* Vol. VI. pag. 107.»

Der Geologe Maurice Lugeon urteilte 1920 über dieses Werk von Charpentier:

«Quelles admirable méthode! Je me souviens, j'étais bien jeune, de mon enthousiasme à la lecture de cette œuvre grandiose. Aujourd'hui, vieux routier..., ma joie a peut-être été plus grande encore ces jours lorsque j'ai relu ces pages mémorables.» (Zitiert nach Balmer 1969.)

Die Theorie einer Eiszeit und des Gletschertransportes der Findlinge setzte sich von nun an überall durch, wenn es auch noch grosse Widerstände zu überwinden galt, so vor allem in Deutschland.

Poliglazialismus

Die Eiszeit? War der Vorstoss der Gletscher bis ins Mittelland ein einmaliges Ereignis gewesen?

Bereits Venetz war aufgefallen, dass sich im Bereich des Rhonegletschers, d. h. vom Wallis bis zum Jura, verschieden grosse Gletscherausdehnungen rekonstruieren liessen. Anhand des erratischen Materials und der Moränen entwickelte er in seinen *Mémoires sur l'extension des anciens glaciers,* nach seinem Tode 1861 herausgegeben, ein Modell, das vier verschiedene Ausdehnungsbereiche oder Gletscherperioden oder Zeitabschnitte umfasste:

1. «Le terrain erratique du Jura, si bien décrit par Charpentier, me paraît être en partie le résultat de cette première extension, mais il n'indique nulle part la hauteur à laquelle elle est parvenue.

Au contraire, les dépôts erratiques prouvent clairement qu'ils ont été formés pendant la diminution des glaciers, soit à leur retraite.» (p. 15)

2. «A la deuxième époque glaciaire, les glaciers du Jura arrivaient de nouveau les premiers dans la basse plaine.

Celui de la Valserine fermait le passage au cours du Rhône et formait un lac qui dépassait d'environ 200 mètres la hauteur actuelle du lac Léman.» (p. 19)

3. «A la troisième extension des glaciers diluviens celui du Rhône a presqu'atteint le bassin actuel du lac Léman.

Les collines entre Chessel et Noville sont, à mon avis, des moraines de ce glacier.

Mais MM. de Morlot et Troyon, les attribuent à l'éboulement du mont Taurus.»

4. «Les glaciers de la quatrième et dernière époque, qui ont précédé les temps historiques, ont formé de nombreuses moraines par lesquelles on peut juger de leur étendue; toutes les vallées latérales du Valais en fournissent amplement.» (p. 22)

Eine zeitliche Einordnung dieser vier Perioden nahm er nicht vor, verglich aber die Ergebnisse anderer Forscher (Desor, Martin, Gastoldi) mit den seinen.

Der Schlusssatz seiner *Mémoires* lautete: «Mais quelle est la cause de ces différentes extensions?»

An der Sitzung vom 15. März 1854 der Société Vaudoise des Sciences Naturelles präsentierte KARL ADOLF MORLOT (1820–1867), Professor an der Akademie in Lausanne, seine *Notice sur le Quaternaire en Suisse* (1856). Er erkannte eine

«... subdivision de l'époque erratique en une première phase celle de leur plus grande extension, et une seconde phase de longue durée, et pendant laquelle les glaciers étaient considérablement moins étendus. Voici donc ces deux phases tout-à-fait séparées par une époque de longue durée, pendent laquelle les glaciers avaient tout-à-fait disparu, non-seulement dans la basse Suisse, mais dans toutes les vallées principales des Alpes, puisque les dépôts diluviens s'y poursuivent partout.» (p. 41)

Daraus leitete er folgende Einteilung ab (p. 43–44):

«Nous nous trouvons à présent, par rapport à l'intelligence du quaternaire chez nous, en parfaite concordance avec le Nord, comme cela résulte surtout de la lumineuse note de Mr Desor sur le phénomène erratique du Nord comparé à celui des Alpes, et nous arrivons ainsi à établir la subdivision suivante:

1° *Première époque glaciaire,* celle de leur plus grande extension, lorsqu'ils envahissaient toute la basse Suisse. La carte du terrain erratique de la vallée du Rhône, que Mr de Charpentier a donnée dans son fameux *Essai,* représente l'étendue du glacier débouchant du Valais à cette époque. L'Ecosse était alors entièrement envahie par les glaces, et le Nord de l'Allemagne était recouvert par le grand glacier scandinave, ainsi qu'il était réservé au génie de Mr de Charpentier de la développer.

Formation du *Till.* L'époque ne parait pas avoir été longue et n'avoir guères duré beaucoup plus longtemps qu'il n'a fallu pour permettre aux glaciers d'atteindre leur limite extrême, de sorte qu'il n'y aurait pas eu formation de moraines terminales.

2° *Epoques diluvienne.* Les glaciers ont disparu même dans les grandes vallées de l'intérieur des Alpes. Le niveau des cours d'eau et des lacs est plus élevé, parce que le niveau de la mer l'est également. L'éléphant vivait en Suisse. Epoque de longue durée, à en juger d'après la dimension des cônes de déjection torrentiels correspondants, au moins aussi longue que l'époque moderne, donc d'après Lyell d'au moins 60,000 ans de durée.

3° *Seconde époque glaciaire.* Les glaciers envahissent toutes les vallées principales des Alpes et débouchant dans la basse Suisse occupent les bassins comme celui du Léman, du lac de Zurich, etc. Le glacier du Rhône ne dépassait alors pas le Jorat, il ne s'élevait qu'à quelques centaines de pieds au-dessus du niveau actuel du lac et allait mourir aux environs de Genève. En Ecosse et en Scandinavie il y avait des glaciers locaux formant entr'autres les *ösars.* Formation des moraines bordant les bassins des lacs subalpins et du *Loess* dans la vallée du Rhin et ailleurs. L'éléphant vivait en Suisse, comme c'est prouvé par une máchoire trouvée dans une alluvion glaciaire de cette époque à la Chiesaz au-dessus de Vevey. En général la faune vertébrée actuelle, y compris les animaux domestiques, existait en Suisse, comme l'ont prouvé MM. Favre et Pietet.

4° *Epoque moderne.* Le niveau de la mer ayant baissé, les cours d'eau se sont creusé un lit plus bas dans leur alluvious de l'époque diluvienne. L'éléphant disparait.»

Er schloss seine Notiz mit der Bemerkung (p. 45):

«Ne terminons pas sans rendre hommage à Mr Venetz qui avait, à ce qu'il paraît, depuis longtemps remarqué l'intercalation du diluvium entre deux erratiques. Il a reconnu sur le revers méridional du grand talus glaciaire de Thonon, le dépôt de bois bitumineux diluvien gisant sur un glaciaire inférieur et sous un autre glaciaire supérieur. Il doit même avoir ébauché une carte représentant l'étendue du glacier du Rhône pendant la seconde époque glaciaire; si elle peut se retrouver on s'empressera de la communiquer.»

1855 publizierte Morlot einen ausführlichen Artikel über seine Unterteilung des *quaternaire,* und 1858 benützte er an der Sitzung vom 20. Januar der Naturforschenden Gesellschaft den neuen Begriff *quartaire* (1861, p. 101). Die Schlüsselstelle für seine Beweisführung ist die Schlucht der Dranse bei Thonon (p. 102–103):

«Le point, qui devait évidemment présenter le plus d'intérêt dans le bassin du Léman, c'était la gorge de la Dranse près de Thonon. Là les énormes dépôts glaciaires et diluviens sont coupés transversalement sur une grande hauteur et en quelques endroits la roche alpine apparaît au fond du ravin. Cette gorge de la Dranse a effectivement fouri, dans l'automne de 1857, la solution du problème. Sur un point d'accès tant soit peu difficile, situé un peu en amont de la fabrique de plâtre, sur la rive gauche de la Dranse, à environ 40 pieds de hauteur au-dessus de celle-ci, mais distinctement visible depuis le chemin sur la rive droite, on voit, dans une dépression de la roche alpine en place, un dépôt, d'une douzaine de pieds d'épaisseur, de boue glaciaire compacte, bleue, empâtant des cailloux striés de calcaire alpin et des roches du Valais. Ce dépôt est recouvert immédiatement par la grande masse du diluvium, d'environ 150 pieds d'épaisseur, au moins. Ce diluvium est formé de cailloux bien arrondis, de grosseur assez uniforme, qui ont été déposés en assises régulières et horizontales. Comme ce diluvium est plus ou moins conglomeré, il forme paroi presque verticale et il surplombe d'une dixaine de pieds le dépôt erratique inférieur, ensorte qu'il ne peut y avoir le moindre doute sur sa position normale et sur la superposition en question. Le diluvium est à son tour recouvert par une masse considérable du glaciaire supérieur. Celui-ci présente sur quelques points des traces des stratification, indiquant son passage au diluvium glaciaire, comme cela a dû effectivement avoir lieu dans cette région et à cette hauteur. La présence de boue glaciaire avec cailloux striés et celle de blocs erratiques établissent cependant de la manière la plus certaine l'origine de ce dépôt supérieur, qui fait partie de la grande moraine latérale gauche du second glacier du Rhône, lequel n'occupait que le bassin du Léman.»

Somit postulierte Morlot zwei Eiszeiten, unterbrochen durch eine Zwischenzeit, in der die Gletscher zurückgeschmolzen waren und zwar nicht nur von den tieferen Regionen, sondern bis weit in die Gebirgstäler hinein.

Etwa zu gleicher Zeit gelang Oswald Heer (1809–1883), Professor am Polytechnikum in Zürich, Direktor des botanischen Gartens, die zeitliche Einordnung der Eiszeit, indem er in einem öffentlichen Vortrag die Schieferkohle von Uznach und Dürnten nach unten und nach oben abgrenzen konnte (1858, p. 15–18):

«*II. Wann sind sie entstanden?*

Darüber geben uns zwei Momente Aufschluß, nämlich:

1. Lagerung der Kohlen,
2. die Pflanzen und Thiere, welche sie einschließen.

Mit diesen Mitteln wollen wir das geologische Alter der Kohlen zu bestimmen suchen und die Grenzen nach Unten und Oben aufsuchen.

A. Grenzen nach Unten.

Die Lagerung der Kohlen liegt in Utznach und Dürnten klar vor. Wir haben unmittelbar unter den Kohlen Letten und dann Sandstein. In Dürnten haben diese eine horizontale Lage; die Kohlen dagegen sind geneigt, welche Lage wahrscheinlich durch eine Unterwaschung derselben und somit eine lokale Senkung veranlaß wurde. In Utznach sind die Sandsteine senkrecht aufgerichtet. Wir sehen dieß sehr schön bei dem alten Thurme auf der Südseite des Städtchens. Dort steht das alte Gemäuer auf diesen senkrecht aufgerichteten Sandsteinfelsen auf. Und diese Lagerung zeigen die Sandsteine in der ganzen dortigen Gegend. Die Kohlenlager dagegen sind horizontal auf diese senkrecht gestellten Felsen gelegt. Dieß zeigt uns unzweifelhaft, daß sie nicht nur jünger sind als die Sandsteinbildung, sondern daß zwischen ihnen und der Kohlenbildung eine große Umwälzung in diesen Gegenden muß vor sich gegangen sein. Wir werden diese indessen erst dann in ihrer ganzen Tragweite zu würdigen im Stande sein, wenn wir unsern Blick über unser ganzes Sandsteinland, welches in der Tertiärzeit gebildet wurde, ausdehnen. Wir werden dann finden, daß die ganze ebene Schweiz, das ganze Becken zwischen dem Jura und den Alpen, mit einer Decke von Sandsteinen überzogen ist. Der ganze Kanton Zürich gehört in dieses Sandsteinbecken und nur in den Lägern steht der Jurakalk inselartig aus diesen Sandsteinen hervor. Diese haben in der ganzen ebenen Schweiz eine horizontale Lage, in der Nähe der Alpen aber sind sie in die Höhe gehoben, und je näher den Alpen um so mehr aufgerichtet; wie wir gesehen haben, schon in Utznach senkrecht gestellt und noch weiter nach Süden sogar gegen die Alpen einfallend. Sie bilden so längs der ganzen Alpenkette ein Dach, dessen Südseite gegen die Alpen einfällt, die Nordseite aber in die ebenere Schweiz ausläuft. Es unterliegt keinem Zweifel, daß diese Aufrichtung der Molasse an ihrem ganzen, der Alpenkette folgenden Saume durch die Hebung der Alpen entstanden ist, da an manchen Stellen die viel ältern alpinen Bildungen sogar über die Molasse hingeschoben wurden.

Da nun die Utznacher-Kohlen horizontal auf der senkrecht aufgerichteten Molasse aufliegen, ist klar, dass sie erst nach der Hebung der Alpen entstanden sein können und damit zu einer Zeit, wo unser Land im Großen Ganzen schon die jetzige Gestalt erhalten hatte, denn wären sie von demselben Alter wie die Sandsteine, so wären sie auch in gleicher Weise aufgerichtet worden.

Wir sehen sonach, daß das großartigste geologische Ereigniß Europa's, die Hebung der Alpen, die Schieferkohlenbildung von der Sandsteinbildung oder der Tertiärzeit trennt. Es liegt also eine große Kluft zwischen diesen beiden Bildungen, die Grenzmarken eines neuen Weltalters.

Zu demselben Resultate führt uns auch eine Vergleichung der Pflanzen und Thiere dieser beiden Bildungen. Schon der Zustand, in dem wir sie antreffen, ist ganz verschieden. Zu Utznach und Dürnten sind die Baumstämme meist noch sehr wohl erhalten, frisch aus der Erde genommen, können sie noch technisch verarbeitet und ganz hübsche Geräthe daraus gefertigt werden und unter dem Mikroskope ist die Form der einzelnen Zellen noch zu erkennen. Die weichen Letten und die Geröllmassen aber, welche diese Kohlen umgeben, waren der Erhaltung der krautartigen Gebilde sehr ungünstig und diese sind verloren gegangen. Ganz anders in den Sandsteinbildungen; da sind die Baumstämme schon völlig verändert, und nur selten ist ihre Holzstruktur noch erkennbar; die organische Substanz bildet hier eine fast homogene Masse; sie ist durch das höhere Alter und den noch viel stärker erlittenen Druck viel fester und konzentriter geworden und bildet die Steinkohle, oder eigentlich Braunkohle, da die wahre Steinkohle einer noch unendlich viel ältern Bildung angehört, welche leider unseren Gegenden fehlt. Diese Braunkohlen sind aber in der Regel nicht von losen Geröllmassen, sondern von festem Gestein umschlossen, welches anfangs weich war, die Zweige und Blätter der Bäume, welche die Kohlen

bilden, aufnahm und dieselben zum Theil vortrefflich erhalten hat. Das Studium dieser in die Sandsteine eingeschlossenen Pflanzenwelt weist uns auf eine ungemein reiche Flora hin, welche in damaliger Zeit unser Land bekleidete. Es sind uns gegenwärtig allein aus der Schweiz über 800 Arten bekannt geworden, die sämmtlich von den Jetztlebenden abweichen und uns nicht den geringsten Zweifel darüber lassen, daß damals die Wälder bei uns aus einer viel reichern und manigfaltigern Baumvegetation bestanden haben als gegenwärtig und eine Menge von Formen enthielten, die jetzt nur aus der heißen Zone bekannt sind.»

«Der Elephant und das Rhinoceroß der Schieferkohlen erinnern noch lebhaft an die ähnlichen Thierformen der Tertiärzeit, die damals sehr häufig waren. Allein der Art nach sind sie von denselben gänzlich verschieden.

Wir sehen daher, daß nicht nur die Lagerungsverhältnisse die Schieferkohlen gänzlich von der Sandsteinbildung trennen, sondern in gleicher Weise auch die Pflanzen- und Thierwelt. Wir überzeugen uns, daß mit der Hebung unserer Alpen, und wir können hinzufügen, mit der Hebung der Gebirgsmassen Mitteleuropa's überhaupt, nicht nur eine Umgestaltung der orographischen Verhältnisse Europa's vor sich ging, sondern auch eine Umwandlung in der organischen Natur.» (p. 22)

«B. Grenze nach Oben.

So hätten wir also eine sichere Grenze nach Unten gegen die älteren geologischen Zeiten hin gefunden; wir müssen uns nun aber noch weiter umsehen, ob wir auch nach Oben, gegen die jetzige, historische Zeit hin eine Grenze bestimmen können. Auch hier haben wir die Pflanzen und Thiere der Schieferkohlen und die Lagerungsverhältnisse zu konsultieren. In ersterer Beziehung leisten uns die in Dürnten aufgefundenen Thiere die wichtigsten Dienste. Sie sind nämlich auch anderwärts gefunden worden. Man hat dieselbe Elephantenart (E. antiquus Falc.) in verschiedenen Gegenden Italien's entdeckt, wie in England, das damals noch mit dem Festlande verbunden war, und merkwürdiger Weise an denselben Stellen auch dieselbe Rhinoceros-Art, wie in Dürnten» (p. 23)

«Das Zeitalter dieser Elephanten und somit die Bildung der Schieferkohlen reicht daher weit, weit vor die ersten Anfänge der römischen Geschichte zurück.

Wir werden aber noch mehr in dieser Ansicht bestärkt werden, wenn wir nochmals einen Blick auf die Lagerungsverhältnisse der Kohlen werfen.

Wir haben schon früher erwähnt, daß sie von hohen Geröllmassen bedeckt sind. Über diesem Geröll liegt das Gletscher-Diluvium.» (p. 25)

«Es hat sich gezeigt, daß zu einer Zeit ein großer Theil der Schweiz mit Gletschern bedeckt war und daß auf diesen Gletschern die Felsentrümmer transportiert wurden, in gleicher Weise, wie man dies im Kleinen noch jetzt auf allen unsern Gletschern sehen kann. Diese Ansicht klang anfangs so abentheuerlich, dass fast alle Geologen dagegen sich erhoben; aber nach und nach häuften sich die Thatsachen, welche für diese Verbreitung der Blöcke durch Gletscher sprechen, dermaßen, und erklärten die früher verwickelten und unbegreiflichsten Verhältnisse so vollständig, daß jetzt wenige mehr zu finden sind, die wirklich ein Urtheil in Sachen haben, welche sie nicht angenommen hätten. Die anfangs kühne Hypothese ist in jenes Stadium übergegangen, wo sie zu einer wissenschaftlich fest begründeten, auf unumstößlichen Thatsachen ruhenden Theorie geworden ist.

Von diesen Gletschern haben wir nun die unverkennbaren Spuren in Utznach, wie in Dürnten. Es bedecken nämlich Felsblöcke, welche durch die Gletscher aus den Alpen gebracht wurden, die Geröllmassen über den Kohlen. Die ganze Gegend von Bubikon über Dürnten und Hinweil ist mit solchen Blöcken überstreut, ja wir finden noch ganze Wälle derselben beim Eyrenbad, am Allmann und am Bachtel und zwar sowohl Kalk, wie aus dem Glarnerland stammende rothe Felsblöcke, neben Graniten, welche

aus Ponteljas in Bünden gekommen sind. Wir ersehen aus denselben, daß es eine Zeit gegeben hat, wo diese ganze Gegend mit einem zusammenhängenden Gletscher überzogen war.

Dadurch haben wir für die Bestimmung des obern Horizontes der Schieferkohlen einen wichtigen Anhaltspunkt bekommen. Sie sind unzweifelhaft älter als jene Gletscher, sind gebildet worden, bevor die Vergletscherung des Landes begann. Wie also die Hebung der Alpen diese Schieferkohlenzeit nach Unten abschließt, so die Eiszeit nach Oben. Sie sind in der Zwischenzeit entstanden, welche von den Geologen die quartäre oder diluviale genannt wird.» (p. 26–27)

So konnte Oswald Heer nachweisen, dass die Alpenhebung *vor* dem Diluvium stattgefunden hatte.

Damit war der Weg frei für die moderne Glazialtheorie.

LITERATURVERZEICHNIS

Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles, quinzième réunion annuelle, à l'Hospice du Grand-Saint-Bernard, 1829. Lausanne 1830.

AGASSIZ, Louis (1837): *Discours prononcé à l'ouverture des séances de la Société Helvétique des Sciences Naturelles,* à Neuchâtel le 24 juillet 1837. – Actes de la Soc. Helv.. d. Sc. Nat., réunie à Neuchâtel le 24, 25 et 26 juillet 1837.

ALTMANN, Johann Georg (1751): *Versuch Einer Historischen und Physischen Beschreibung Der Helvetischen Eisbergen.*

Annales des Mines, troisième série, tôme VIII, Paris. 1835.

BALMER, Heinz (1969): *Jean de Charpentier, 1786–1855.* – Gesnerus 26, S. 213–232.

BALMER, Heinz (1970): *Ignaz Venetz, 1788–1859.* – Separatabdruck aus Gesnerus 27, Heft 3/4.

BALMER, Heinz (1974): *Louis Agassiz, 1807–1873.* – Separatabdruck aus Gesnerus 31, Heft 1/2.

BECK, Hanno (1973): *Alexander von Humboldt und die Eiszeit.* – Gesnerus 30, S. 105–121.

(BESSON) (1780): *Discours sur l'Histoire Naturelle de la Suisse* – Enthalten in den Tableaux Topographiques, Pittoresques, Physiques, Historiques, Moraux, Politiques, Littéraires de la Suisse, von Zurlauben und De La Borde.

BÖHM, August (1901): *Geschichte der Moränenkunde.*

MR. B. (André César Bordier) (1773): *Voyage Pittoresque aux Glacières de Savoye,* fait en 1772.

CAPPELER, Moritz Anton (1767): *Pilati montis historia.*

CHARPENTIER, Jean de (1836): *Quelques conjectures sur les grandes révolutions qui ont changé la surface de Suisse.*

CHARPENTIER, Jean de (1841): *Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du Bassin du Rhône.*

DE LUC, Jean André (1778): *Lettres Physiques et Morales sur les Montagnes et sur l'Histoire de la Terre et de l'Homme.*

DESMAREST, Nicolas (1779): *Sur le Mouvement Progressif des Glaces dans les Glaciers et sur les Phénomènes que dépendent de ce Déplacement Successif.* Lu à la Séance Publique de l'Académie des Sciences, le 16 Novembre 1776. – Observations sur la Physique etc., par Rozier, T. XIII, 1779, S. 383–391.

Eröffnungsrede der Jahresversammlung der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften, 1817.

FALSON, A. (1889): *La période glaciaire, étudiée principalement en France et en Suisse.*

FOREL, F.-A. (1899): *Jean-Pierre Perraudin de Lourtier.* – Bulletin de la Soc. Vaud. d. Sc. Nat., vol. XXXV, no. 132.

FROEBEL und HEER (1836): Mittheilungen aus dem Gebiet der theoretischen Erdkunde.

GRUNER, Gottlieb Sigmund (1760): *Die Eisgebirge des Schweizerlandes.* Drei Teile.

(GRUNER, Gottlieb Sigmund) (1778): *Reisen durch die merkwürdigsten Gegenden Helvetiens.* Zwei Teile. – Eine Umarbeitung und Erweiterung eines Teiles von «Die Eisgebirge des Schweizerlandes, 1760».

HEER, Oswald (1858): *Die Schieferkohlen von Utznach und Dürnten.* – Öffentlicher Vortrag, gehalten den 7. Januar 1858.

HOTTINGER, Johann Heinrich (1703): *Montium Glacialium Helveticorum Descriptio.* (Miscell. Cur. s. Ephemer. Med.-Phys. Germ. Acad. Caes. Leop. Nat. cur., Decuria III, Annus IX et X, Appendix, Norimbergae, S. 41–75).

HUGI, Franz Joseph (1830): *Naturhistorische Alpenreise.*

HUGI, Franz Joseph (1842): *Über das Wesen der Gletscher und die Winterreise in das Eismeer.*

HUGI, Franz Josph (1843): *Die Gletscher und die erratischen Blöcke.*

KAISER, Karlheinz (1975): *Die Inlandeis-Theorie, seit 100 Jahren fester Bestand der Deutschen Quartärforschung.* – Eiszeitalter und Gegenwart, Bd. 26, S. 1–30.

KAPPELER, Moritz Anton (1960): *Pilati montis historia, Naturgeschichte des Pilatusberges.* Deutsche Übers. des 1767 ersch. Werkes. – Hrsg. Naturforsch. Ges. Luzern.

KUHN, Bernhard Friedrich (1787): *Versuch über den Mechanismus der Gletscher.* – Höpfner's Magaz. Naturk. Helvet., I. Bd., S. 119–136.

KUHN, Bernhard Friedrich (1788): *Nachtrag zu dem Versuch über den Mechanismus der Gletscher im ersten Bande dieses Magazins.* – Höpfner's Magaz. Naturk. Helvet., III. Bd., S. 427–436.

LANG, Carl Niclaus (1708): *Historia lapidum figuratorum Helvetiae ejusque viciniae, in qua non solum enarrantur omnia eorum genera species et vires aeneisque tabulis repraesentantur, sed insuper adducuntus eorim loca nativa* etc.

LANGHANS, Daniel (1753): *Beschreibung verschiedener Merkwürdigkeiten des Siementhals, eines Theils des Bernergebiets* (etc.)

MARIÉTAN, Ignace (1961): *Venetz et la théorie glaciaire.* – Die Alpen, 1. Quart., 37. Jgl, S. 56–65.

MERCANTON, M. Paul-L. (1907): *Louis Agassiz, Ses travaux sur les glaciers.* – Bull. Soc. vaud. Sc. Nat., Vol. XLIII, no 160.

MORLOT, Adolf (1855): *Note sur la Subdivision du Terrain Quaternaire en Suisse.*

MORLOT, Adolf (1856): *Notice sur le Quaternaire ein Suisse.* – Bull. d. Séance de la Soc. Vaud. d. Sc. Nat., T. IV, Années 1853–1855, S. 41–45.

MORLOT, Adolf (1861): *Mémoires sur le Terrain Quartaire du Bassin du Léman.* – Bull. d. Séance de la Soc. Vaud. D. Sc. Nat., T. VI, Années 1858, 1859, 1860. s. 101–108.

MÜNSTER, Sebastian: *Cosmographia. Beschreibung aller Lender, in welcher begriffen Aller völcker Herrschafften, Stetten vnd namhafftiger flecken herkommen* (etc.). Gedruckt zu Basel durch Henrichum Petri. Anno MDXLIV.

NATURWISSENSCHAFTLICHER ANZEIGER der allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften, herausg. von Fr. Meismer
Nr. 5, 1. Jg. 1817
Nr. 3, 4. Jg., 1820
Nr. 4, 4. Jg., 1820
Nr. 8, 5. Jg., 1822

PORTMANN, Jean-Pierre (1973): *Louis Agassiz (1807–1873)* – Die Alpen, 4. Quart., 49. Jg.

PORTMANN, Jean-Pierre (1975): *Louis Agassiz (1807–1873) et l'étude des glaciers.* – Denkschr. d. Schw. Nat. Ges., Bd./Vol. LXXXIX.

RÄBMANN, Hans Rudolf (1606) *Ein Neuw / Lustig / Ernsthafft / Poetisch Gastmal / vnd Gespräch zweyer Bergen / in der Löblichen Eydgnosschaft / vnd im Berner Gebiet gelegen: Nemlich dess Niesens vnd Stockhorns / als zweyer alter Nachbaren.*

SAUSSURE, Horace Bénédict de (1779–1796): *Voyages dans les Alpes,* précédés d'un Essai sur l'Histoire Naturelle des Environs de Genève. Bd. I 1779 Neuchâtel, Bd. II 1786 Genève, Bd. III und IV 1796 Neuchâtel.

SIEGFRIED, J. J. (1874–75): *Geschichtliche Notizen über die Gletschertheorie.* Jahrb. d. Schw. Alpenclub, 10. Jg.

SIMLER, Josias (1574): *Vallesiae Descriptio Libri Duo. De Alpibus Commentarius.*

SCHEUCHZER, Johann Jacob (1716–1718): *Helvetiae Historia Naturalis, oder Natur-Historie des Schweizerlandes.* Drei Teile: I, 1716; II, 1717; III, 1718.

STUDER, Bernhard (1863): *Geschichte der Physischen Geographie der Schweiz bis 1815.*

STUMPFF, Johann (1548): *Gemeiner loblicher Eydgnoschaft Stetten/Landen vnd Völckeren Chronick wirdiger thaaten beschreybung.*

TSCHUDI, Aegidius (1538): *Die uralt warhafftig Alpisch Rhetia / sampt dem Tract der anderen Alpgebirgen.*

Verhandlungen der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften, in ihrer neunzehnten Jahresversammlung zu Luzern, den 28./29. und 30. Juli 1834. Luzern 1835.

VENETZ, Ignaz (1833): *Mémoire sur les variations de la température dans les Alpes de la Suisse.* Par M. Venetz, ingénieur en chef du canton du Valais. Rédigé en 1821. – Denkschriften der allg. Schw. Ges. f. d. ges. Nat., 1. Bd., 2. Teil.

VENETZ, Ignaz (1861): *Note sur le glacier diluvien de la Vallée du Rhône.* – Bull. d. Séanc. de la Soc. Vaud. de Sc. Nat., Années 1858, 1859, 1860, S. 129–130.

VENETZ, Ignaz (1861): *Mémoire sur l'extension des anciens glaciers, renfermant quelques explications sur leurs effets remarquables.* – Neue Denkschr. d. allg. Schw. Ges. f. d. ges. Nat., Bd. XVIII.

WAGNER, Johann Jacob (1680): *Historia naturalis Helvetiae curiosa.*

ZEILLER, Martin: *Topographia Helvetiae, Rhaetiae et Valesiae, Das ist Beschreibung vnnd eygentliche Abbildung der vornehmsten Stätte vnd Plätze in der Hochlöblichen Eydgnosschafft / Grawbündten / Walliss / vnd etlicher zugewandten Orthen.* In diesen andern Edition mit sonderm fleiss durchgegangen, vnd von vorigen Fehlern corrigirt, vermehrt vnd verbessert. Franckfurt am Mayn, Zum Truck verlegt von denen Merianischen Erben. Im Jahre MDCLIV.

Dr. Anna-Elisabeth Vögele
Geographisches Institut
der Universität Zürich