

AUF DEM WEG ZU EINEM NEUEN VERSTÄNDNIS
DER KLIMAGESCHICHTE:
DER ALPENRAUM UND DIE ANFÄNGE DER EISZEITFORSCHUNG

Tobias Krüger

1 Die Steine des Anstosses

Im ganzen Alpenraum verteilt finden sich immer wieder ortsfremde Gesteinsblöcke von mitunter beeindruckenden Ausmassen. Seit alters her regten sie die Phantasie der Menschen an. Zahlreiche Sagen führen ihre Präsenz auf Kobolde, Riesen oder den Teufel zurück. Polierte und geschrammte Felsflächen, welche die eiszeitlichen Gletscher hinterlassen hatten, wurden bisweilen auch als Wagenspuren oder Abdrücke von Nagelschuhen gedeutet.¹ Die älteste schriftliche Erwähnung, die sich auf einen erratischen Block aus dem Alpenraum beziehen dürfte, findet sich in einer Urkunde aus dem Jahre 1301. Darin urkundet «Henricus dictus von dem Steine».² Die Familie des genannten Heinrich stammte vermutlich aus dem heute solothurnischen Steinhof. Dort ragt oberhalb des Dorfes der als Grosse Fluh bezeichnete drittgrösste Findling der Schweiz mit über 1000 m³ auf.³ Die erste zweifelsfreie schriftliche Nennung eines erratischen Blockes findet sich 1616 in Johannes Gulers (1670–1741) Werk *Raetia*. Darin erwähnt er einen «Coloss» im Veltlin, in den italienischen Alpen, von dem er nicht sehen könne «wo er möchte abgebrochen seyn».⁴

1 *Edmund Blair Bolles*, *Eiszeit*, Berlin 2000, S. 76.

2 Staatsarchiv Solothurn, ISIL: CH-000043-5, Urkundensammlung, Urkunde vom 5. Oktober 1301. Für den freundlichen Hinweis auf die Urkunde danke ich Silvan Freddi, wissenschaftlicher Assistent am Staatsarchiv Solothurn.

3 Näheres zum Namen der Familie vom Stein: *Karl Ludwig Schmalz*, Steinhof – Steinenberg, in: *Jahrbuch des Oberaargaus* 9 (1966), S. 14–55.

4 *Johannes Guler*, *Raetia*, Zürich 1616, Id. XI, Sp. 872, zit. nach *Karl Ludwig Schmalz*, Geissberger. Ein Beitrag zur Geschichte der Findlinge und zur Bedeutung des Wortes Geissberger, in: *Berner Zeitschrift für Geschichte und Heimatkunde* 42 (1980), S. 1–32, S. 3.

2 *Vielzahl der Theorien*

Mit dem Aufkommen der modernen Geologie um die Mitte des 18. Jahrhunderts weckten die ortsfremden Felstrümmer im Alpenraum zunehmend das Interesse der zeitgenössischen Gelehrten. Der Luzerner Stadtarzt Moritz Anton Capeller (1685–1769) erkannte 1727/28 den alpinen Ursprung der erratischen Blöcke der Schweizer Voralpenregion. Doch publizierte er seine Erkenntnis erst 1767 in seinem Werk *Pilati montis historia*.⁵ Auch der bernische Notar Abraham Schellhammer (1675–1735) scheint den Ursprung dieser Felsblöcke in den Alpen gesehen zu haben. In seiner 1732 veröffentlichten *Topographia* schrieb er sie der «Zerstörung der Berge» zu.⁶

Anfänglich führten zeitgenössische Gelehrte wie Schellhammer die Verbreitung dieser Blöcke auf die Sintflut zurück. Einzelne Naturforscher, wie etwa der Berner Universalgelehrte Albrecht von Haller (1708–1777), hielten an dieser Erklärung bis in die zweite Hälfte des 18. Jahrhunderts fest. Doch erwies es sich im Laufe der Zeit immer schwieriger, eine Vielzahl geologischer Befunde auf eine einzige Flut zurückzuführen. Dadurch verlor die Sintflut ihre Bedeutung als universelles Deutungsmuster. Doch blieb der Deutungsrahmen Flut erhalten. An die Stelle einer einzigen grossen Flut trat im Laufe des 18. Jahrhunderts die Vorstellung einer Abfolge verschiedener Fluten.

Vor diesem Hintergrund sind die Überlegungen des Genfer Naturforschers und Alpinisten Horace-Bénédict de Saussure (1740–1799) zu sehen. Seit 1758 durchstreifte er die Berge um Genf, ab 1760 erkundete de Saussure auch die Alpen. Während der folgenden Jahre durchquerte er diese 14 Mal ganz und unternahm zahlreiche weitere Exkursionen in den Alpenraum. Bei seinen Erkundungen legte er Wert auf die genaue Beschreibung aller angetroffenen Gesteine. Deshalb entging ihm nicht, dass die *cailloux roulés*, also abgerundete Geschiebe, überall dort zu finden sind, wo die grossen Alpentäler ins Vorland münden. De Saussure deutete die abgeschliffenen Formen dieser so genannten Rollsteine, als Ergebnis eines Transportes durch Wasser. Er vermutete, die Explosionen elastischer Flüssigkeiten unter dem Boden des Urozeans hätten einst die Erdkruste zerrissen und so begonnen, die Alpen emporzuheben. Im weiteren Verlauf ihrer Entstehung seien die jungen Alpen von gewaltigen Erdbeben erschüttert worden. Darauf seien ungeheure Stossfluten aus einstürzenden Gebirgszügen ins Vorland geschossen. Diese hätten Geschiebe und Felsbrocken mitgerissen.⁷ Bei seiner These

5 Moritz Capeller, *Pilati montis historia*, Basilea 1767.

6 Abraham Schellhammer, *Topographia chronologica urbis et agri Bernensis*, Stelle 77, 2354, zit. nach Karl Ludwig Schmalz (Anm. 4), S. 4.

7 Eugen Seibold, Ilse Seibold, *Erratische Blöcke – erratische Folgerungen: Ein unbekannter Brief von Leopold von Buch von 1818*, in: *Geologische Rundschau* 92 (2003), S. 426–439, S. 427; *Al-*

stützte sich der Genfer Gelehrte keineswegs nur auf Mutmassungen. Zu den wohl aufregendsten Erlebnissen auf seinen Wanderungen durch die Alpen zählte eine Sturzflut, die er im August 1767 im Tal der Arve südöstlich von Genf beobachtete. Er sah wie das Wasser Bäume entwurzelte, Häuser umwarf und sogar Felsblöcke transportierte. Durch diese Ereignisse angeregt, übertrug de Saussure den Mechanismus der entfesselten Naturgewalten auf den Transport der erratischen Blöcke.⁸ Jahre später bemerkte er: «Es war mir inzwischen doch lieb, diese Art von Ausbruch mit angesehen zu haben: denn er machte mir begreiflich, wie der grosse Ausbruch des Meeres Felsen von den Alpen auf eine grosse Entfernung mit sich hat fortschleppen können».⁹

Eine ähnliche Ansicht vertrat Johann Gottfried Ebel (1764–1830). Der ursprünglich aus Schlesien stammende Mediziner bereiste nach seinem Studium drei Jahre lang die Schweiz. 1793 veröffentlichte er eine *Anleitung auf die angenehmste und nützlichste Art in der Schweiz zu reisen*. Dieser Reiseführer enthält zahlreiche Angaben zur Geologie der Alpen. Seinen Beobachtungen zufolge zeigen sowohl das Urgebirge der Alpen, worunter er die Granitalpen verstand, als auch deren Kalkzonen Spuren heftiger Zerstörung und Verwüstung. Diese erklärte Ebel mit gewaltigen Fluten. Im Unterschied zu de Saussure nahm er jedoch periodisch wiederkehrende Einbrüche des Ozeans in die Festländer an. Die letzte und verheerendste Flut hatte sich seiner Ansicht nach von Südost nach Nordwest ausgebreitet. Auf sie seien die mächtigen Geschiebelager und erratischen Blöcke zurückzuführen, welche am Fuss der Alpen verstreut liegen.¹⁰

Eine andere Erklärung für die Entstehung und Verbreitung der ortsfremden Felsblöcke des Alpenraumes entwickelte der aus Genf stammende Jean André Deluc (1727–1817). Durch widrige Vermögensumstände sah er sich 1773 zur Auswanderung nach England gezwungen. Dort knüpfte er Kontakte zum Königs-

bert V. Carozzi, Histoire des Sciences de la terre entre 1790 et 1815 vue à travers les documents inédits de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève. Trois grands Protagonistes: Marc-Auguste Pictet, Guillaume-Antoine Deluc et Jean Tollot, (=Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève, vol. 45, fasc. 2) Genève 1990, S.396 Zu de Saussures Beschreibung siehe: *Horace-Bénédict de Saussure, Reise durch die Alpen, nebst einem Versuche über die Naturgeschichte der Gegenden von Genf, 4 Bde., Leipzig 1781–1788, Bd. 2, § 210.*

8 *Cornelia Lüdecke, Wechselbeziehungen zwischen Geologie und Meteorologie am Beispiel von Horace-Bénédict Saussure (1740–1799), in: Helmuth Albrecht, Roland Ladwig (Hrsg.), Abraham Gottlob Werner und die Begründung der Geowissenschaften. Ausgewählte Vorträge des Internationalen Werner-Symposiums vom 19. bis 24. September 1999 in Freiberg, Freiberg 1999, S. 198–209, S.200; Horace-Bénédict de Saussure (Anm. 7), S. 166–167, § 485.*

9 *Horace-Bénédict de Saussure (Anm. 7), S.167, § 485, zit. nach Cornelia Lüdecke (Anm. 8), S.200.*

10 *Karl Alfred von Zittel, Geschichte der Geologie und Paläontologie bis Ende des 19. Jahrhunderts. Herausgegeben durch die Historische Commission bei der Königlichen Academie der Wissenschaften, München 1899, S. 130.*

hof und lernte als Vorleser und Reisebegleiter der Königin Charlotte weite Teile Europas kennen. Von 1798–1804 lehrte er als Honorarprofessor an der Göttinger Universität. Nach Aufenthalt in Berlin und Braunschweig kehrte er nach Grossbritannien zurück, wo er 1817 in Clever bei Windsor starb.¹¹ In seinen geologischen Arbeiten galt sein Hauptaugenmerk einer Versöhnung des Schöpfungsberichtes der Genesis mit den Erkenntnissen der aufkommenden Geologie. Damit war er möglicherweise der erste Gelehrte, der den Versuch unternahm, das allmählich ins Bewusstsein der Geologen dringende Alter der Erde mit dem biblischen Schöpfungsbericht zu harmonisieren. Entgegen späteren, fast schon polemischen Darstellungen war er nach den Massstäben seiner Zeit ein ernstzunehmender Geologe.¹² In seinem 1810 erschienenen *Traité élémentaire de Géologie*¹³ legte Deluc seine bereits zuvor skizzierte Erdentstehungstheorie dar: Die Sonne sei anfänglich nicht leuchtend gewesen und habe keine Wärme zur Erde gesandt. Erst nachdem sie zu leuchten begonnen habe, hätten ihre Strahlen das gefrorene Wasser auf der Erdoberfläche zu schmelzen begonnen. Dieses sei ins Innere des aus gefrorenem Staub bestehenden Planeten eingedrungen. Dort habe es mineralische Substanzen gelöst und ungeheure Hohlräume gebildet. Deluc nahm an, dass sich die Urgesteine als chemischer Niederschlag aus einer chaotischen Flüssigkeit auskristallisiert hatten. Durch den Einsturz der unterirdischen Hohlräume seien die Ozeane entstanden. Schichten ursprünglich horizontal gelagerter sekundärer Gesteine wären zerrissen und in die Tiefe versenkt worden. Auf solche Einbrüche der Erdkruste seien senkrecht oder schräg stehende Gesteinsschichten und die Entstehung von Tälern zurückzuführen. Das in unterirdische Höhlungen eindringende Wasser sei zuweilen mit erhitzten und glühenden Gesteinsmassen zusammengetroffen. Dabei seien enorme Mengen elastischer Dämpfe entstanden. Diese hätten submarine Eruptionen von Basalt und anderen Gesteinen verursacht. Auch jene erratischen Blöcke und Geröllmassen, welche in der Nachbarschaft der Alpen zu finden seien, wären damals empor geschleudert worden.¹⁴

Eine andere These vertrat der preussische Geologe Leopold von Buch (1774–1853). Seit 1800 befasste er sich wiederholt mit der Herkunft der erratischen Blöcke des Alpenraumes. Zunächst entwickelte er die These, ursprünglich sei das heutige Rhonetal bei St. Maurice durch einen Felsriegel zwischen den Dents du Midi und den Dents des Morcles blockiert gewesen. Dahinter habe sich ein riesi-

11 Ebd., S. 106.

12 *Norman Cohn*, Noah's Flood. The Genesis Story in Western Thought, New Haven 1996, S. 109; *Karl Alfred von Zittel* (Anm. 10), S. 106–109.

13 *Jean André Deluc*, Geological travels. Travels in the north of Europe containing observations on some parts of the coasts of the Baltic, and the North Sea, translated from the French manuscript, London 1810.

14 *Karl Alfred von Zittel* (Anm. 10), S. 108f.; ähnlich, wenn auch weniger detailliert, fasst Carozzi die Theorie Delucs zusammen, s. *Albert V. Carozzi* (Anm. 7), S. 391.

ger See bis zu den Bergspitzen aufgestaut. Beim Zusammenbruch dieser Sperre hätten die hervorbrechenden Wassermassen mit kaum vorstellbarer Gewalt Felsen bis an den Jura geschleudert.¹⁵ Als er im Sommer 1810 erneut die Alpen bereiste besuchte er im August das Mont Blanc-Massiv. Im Herbst 1811 fasste er seine Geländebefunde in einem Referat vor der Akademie der Wissenschaften in Berlin zusammen.¹⁶ Darin legte er seine Erklärung der unterschiedlichen Verbreitung und Verteilung der Findlinge dar. Von Buch deutete die Findlinge als Hinterlassenschaft einer gewaltigen Flut. Diese sei nach seinen Berechnungen mit einer Geschwindigkeit von 19'460 Fuss pro Sekunde oder knapp 22'000 Stundenkilometern aus dem Walliser Rhonetal hervorgeschossen. Sie habe das Schweizer Mittelland überflutet und sei schliesslich gegen den Jura gebrandet. Die Höhe dieser Flutwelle hätte anfänglich ein Drittel des Erddurchmessers betragen. Allerdings räumte von Buch selber ein, dies sei «unglaublich».¹⁷ Deshalb vermutete er, «dass die Erscheinung der Geschiebeverbreitung aus dem Wallis hervor noch von einer ganz anderen Ursache herrühren müsse, als von einem Ausbruch der Rhône durch den Jura oder die Berge von St. Maurice».¹⁸

Im Abbruch des Giétroz-Getschers 1818 im Kanton Wallis sah Leopold von Buch eine Bestätigung seiner Auffassung.¹⁹ Der oberhalb des Val de Bagnes in einem seitlichen Hängetal befindliche Gletscher war in den vorhergehenden Jahren stark angewachsen. Ausreichende Niederschläge und ungewöhnlich kühle Sommer während der vorangehenden Jahre hatten das Gletscherwachstum begünstigt.²⁰ Dadurch war die Zunge des Giétroz-Gletschers vorgestossen. Diese war teilweise abgebrochen und nach unten ins Haupttal gestürzt. Dort stauten die Eismassen das Flüsslein Dranse. Schliesslich brach der so entstandene See aus. Die Flutwelle verwüstete das Tal. Im November 1818 berichtete Leopold von Buch in einem Brief ausführlich über diese Katastrophe. Dabei kam er auch auf seine früheren Überlegungen zu einer Schlammlut zurück. In dem Schreiben bezog er nun die geschätzte Sinkgeschwindigkeit der Granitblöcke innerhalb der Flutwelle

15 *Eugen Seibold* et al. (Anm. 7), S. 427. Diese Untersuchung erschien allerdings erst posthum 1867 im Druck, s. hierzu *Albert Heim*, *Geologie der Schweiz*, Leipzig 1919, S. 6.

16 *Leopold von Buch*, Über die Ursachen der Verbreitung grosser Alpengeschiebe, in: *Abhandlungen der physikalischen Classe der Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1815, S. 161–186, abgedruckt in: *Leopold von Buchs gesammelte Schriften*, hrsg. von *Julius Wilhelm Ewald* et al., Berlin 1870, S. 597–623.

17 Ebd. (Anm. 16), S. 183.

18 Ebd.

19 *Otfried Wagenbreth*, Aus der Vorgeschichte von Torells Glazialtheorie, in: *Berichte der Geologischen Gesellschaft in der Deutschen Demokratischen Republik* 5/1–4 (1960), S. 175–190, S. 176.

20 Ursache dieser Klimaanomalie war nach heutigem Wissensstand der Ausbruch des Tambora in Indonesien. Der Vulkan schleuderte gewaltige Mengen von Staub in Aerosolen in hohe Atmosphärenschichten. Als Folge kam es weltweit zu einer Abnahme der Temperaturen.

in seine Berechnungen ein. Dabei gelangte er zum Ergebnis, dass die mutmassliche Flutwelle, die einst aus dem Rhonetal ausgebrochen sei, eine Geschwindigkeit von rund 400 Stundenkilometern gehabt haben müsse. Dies erschien ihm weit realistischer als seine früheren Berechnungen.²¹ Im Jahre 1819 erschien Leopold von Buchs Überlegungen – wenn auch kritisch kommentiert – in den angesehenen *Annales de Chimie et de Physique*.²²

1827 griff von Buch das Thema nochmals auf. In einem Beitrag für eine deutschsprachige Zeitschrift fasste er seine bisherigen Thesen so zusammen: «Es ist von der Mitte der Alpen her durch die Alpentäler eine ungeheure Flut ausgebrochen, welche die Trümmer der Alpengipfel weit über entgegenstehende Berge und über sehr entlegene Flächen verbreitet hat».²³ Doch bereits seine Zeitgenossen machten Einwände.²⁴ Sie stellten die Frage, woher denn das Wasser der Flutwelle gekommen sei und was diese verursacht habe. Leopold von Buch versuchte sie zu beantworten, indem er de Saussures katastrophistische Theorie aufgriff: Die Alpen hätten sich bei ihrer Entstehung schlagartig aus dem Meer emporgehoben. Das ablaufende Wasser habe jene gewaltigen Überschwemmungen hervorgerufen.²⁵ Eine Theorie, wie eine derartig plötzliche Gebirgserhebung erklärt werden könnte, hatte er schon 1825 in seinem Aufsatz über Dolomit als Gebirgsart publiziert. Darin ging er von einer chemischen Reaktion zwischen so genanntem Augit-Porphyr mit Magnesiumdämpfen aus dem Erdinneren aus. Dadurch sei Dolomit entstanden. Da dieser ein grösseres Volumen als Porphyr besitzt, habe er die darüberliegenden Gebirgsmassen in die Höhe gehoben.²⁶

Seit Ende der 1820er-Jahre entwickelt der französische Geologe Élie de Beaumont (1798–1874) eine weitere Theorie. In seine Gebirgserhebungstheorie liess er verschiedene Anregungen älterer Theorien einfließen.²⁷ Kurz zusammengefasst besagte sie, die Erdkugel habe sich nach ihrer Entstehung allmählich abgekühlt. Durch Schrumpfung habe sich der Durchmesser der Erdkugel verringert.

21 *Eugen Seibold et al.* (Anm. 7), S. 433.

22 *André Jean Marie Brochant de Villiers*, Additions au Mémoire sur les Causes du transport des blocs de roches des Alpes sur le Jura. Par M. Léopold de Buch. Note communiquée par M. Brochant-de-Villiers, in: *Annales de Chimie et de Physique* 10 (1819), S. 241–264.

23 *Leopold von Buch*, Über die Verbreitung grosser Alpengeschiebe, in: *Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie* 9 (1827), S. 575–588, S. 581.

24 Wie Seibold zusammenfasst, führte Brochant de Villiers schon bei der Veröffentlichung des Briefes von Buchs auf den Seiten 255 bis 263 eine ganze Reihe von Einwänden an, s. *Eugen Seibold et al.* (Anm. 7), S. 432.

25 *Bernhard von Cotta*, Geologische Briefe aus den Alpen, Leipzig, 1850, S. 39; *Eugen Seibold et al.* (Anm. 7), S. 427.

26 *Christian Leopold von Buch*, Über Dolomit als Gebirgsart, in: *Abhandlungen der Königlichen Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1822/23, Berlin 1825, S. 83–136.

27 *Rachel Laudan*, From Mineralogy to Geology. The Foundations of a Science 1650–1830, Chicago 1987, S. 197.

Zwischen der erstarrten Erdkruste und dem verbleibenden glutflüssigen Inneren seien leere Zwischenräume entstanden. Diese wären eingesunken. Da die Kruste grösser als der verbleibende flüssige Erdkörper gewesen sei, hätte sie sich beim Absinken falten müssen. Gewisse Teile seien so in die Tiefe abgetaucht, andere emporgehoben worden. Ausserdem hätten eindringendes Wasser und die unterirdische Hitze Hebungsphänomene von gewaltsamer und schneller Art zustande bringen können, wodurch Bergketten entstanden seien. Die heftige und rasche Emporhebung von Gebirgen hätte gewaltige Flutwellen ausgelöst.²⁸ Insgesamt glaubte de Beaumont zwölf verschiedene Gebirgsbildungs-Phasen weltweit unterscheiden zu können. Die Entstehung der Alpen ordnete er der zweitletzten zu. Die Findlinge des Alpenraumes schienen ihm ein Beleg für diese katastrophenhafte Geburt der Alpen zu sein. Nach Einschätzung des irischen Wissenschaftshistorikers Peter Bowler wurde de Beaumonts Theorie in den 1850er-Jahren geradezu ein Dogma der französischen Geologie.²⁹

Die Thesen muteten zu ihrer Zeit weit weniger abenteuerlich an als in der Gegenwart. Sie waren konform mit den damals weitverbreiteten katastrophistischen Grundannahmen zeitgenössischer Naturgeschichtler. Neben diesen Explosions- und Geröllfluttheorien lassen sich seit den 1740er-Jahren jedoch auch andere Ansichten zur Herkunft und Verbreitung der erratischen Blöcke nachweisen.

Der in Genf lebende Ingenieur und Geograph Pierre Martel (1701–1767) unternahm 1742 eine Reise zum Mont Blanc-Massiv, wo er das Mer de Glace besuchte. Im Anschluss an seine Reise verfasste er einen der ersten Reiseführer über die Alpen.³⁰ Darin berichtete Martel von grossen Felsblöcken, die im Tal von Chamonix lägen. Dessen Bewohner hätten ihm erklärt, diese Felstrümmer seien einst durch den Glacier du Bois ins Tal getragen worden.³¹ Demnach waren nach bisherigem Kenntnisstand die Bewohner der Savoyer Alpen die ersten, welche eine Beziehung zwischen Gletschern und ortsfremden Felsblöcken herstellten.

Im letzten Jahrzehnt des 18. Jahrhunderts befasste sich der schottische Privatgelehrte James Hutton (1726–1797) mit der Findlingsthematik. Nach einem Me-

28 Eine gute Zusammenfassung von de Beaumonts Erhebungstheorie bietet Laudan in ihrem Buch über die Entstehung der modernen Geologie, s. *Rachel Laudan* (Anm. 27), S. 197–200. In seinem Buch über die Anfänge der Glazialforschung in Schweden umreist Frängsmyr diese Theorie in knapper Form ebenfalls, s. *Tore Frängsmyr*, *Upptäckten av istiden. Studier i den moderna geologins framväxt*, Stockholm 1976, S. 96.

29 *Peter Bowler*, *The Earth Encompassed. A History of the Environmental Sciences*, New York 1993, S. 233.

30 *William C. Windham*, *An account on glaciers or ice Alps in Savoy, in two letters; one from an english gentleman [W. Windham, assisted by R. Price and B. Stillingfleet] ... the other from Peter Martel. Illustrated with a map and two views (from drawings by R. Price and P. Martel)*, London 1774.

31 *Frank F. Cunningham*, *James David Forbes Pioneer Scottish Glaciologist*. Edinburgh 1990, S. 35.

dizinstudium, der Gründung einer chemischen Fabrik und einer mehrjährigen Tätigkeit als Gentleman-Farmer liess er sich in Edinburgh nieder. Durch seine vorangehenden geschäftlichen Aktivitäten finanziell unabhängig, widmete er sich fortan seinen wissenschaftlichen Interessen. Dazu zählte auch die Geologie. 1795 verfasste er seine ursprünglich auf vier Bände angelegte *Theory of the Earth*. In deren zweiten Band befasste er sich unter anderem mit den als Findlinge bezeichneten erratischen Blöcken. Er tat dies am Beispiel der französischen und Schweizer Alpen. So weit bekannt, hatte er diese selbst nie gesehen. Deshalb war er auf beschreibende Literatur angewiesen. Seine wichtigste Informationsquelle waren die *Voyages dans les Alpes* Horace-Bénédict de Saussures. Dem Genfer Gelehrten war aufgefallen, dass die erratischen Blöcke an den Ufern des Genfer Sees, auf den Bergkuppen des Salève und an der den Alpen zugewandten Seite des Juras nicht aus den gleichen Gesteinen bestehen wie ihre Umgebung. Da diese Findlinge mehrheitlich aus Granit sind, folgerte de Saussure, dass sie aus den Alpen stammen müssen.³² Obwohl Hutton die *Voyages* des Genfer Gelehrten bewunderte,³³ lehnte er de Saussures Vorstellung, Findlinge seien durch Wasser transportiert worden, ab. Dazu hätten tonnenschwere Felsbrocken bis zu 1000 Meter über den Boden des Rhonetals empor gehoben und an den Berghängen abgelagert werden müssen. Doch waren solche Einwände für James Hutton vermutlich eher unerheblich. Er versuchte vielmehr die Existenz von Findlingen seinem Konzept einer langsamen Entstehung und Erosion der Gebirge anzupassen. Hutton nahm an, die Gesteinsblöcke seien an ihre Fundorte gelangt, bevor die Erosion die heutigen Täler geschaffen hätte. Dabei seien sie von Gletschern transportiert worden.³⁴ «Zu jener Zeit wird es immense Täler von Eis gegeben haben, die in alle Richtungen in das tiefer liegende Land herabglitten und grosse Granitblöcke in weite Entfernungen trugen, wo sie nach Zeiten zu einem Objekt der Bewunderung werden würden, Mutmassung anregend, woher und wie sie wohl dorthin gekommen seien».³⁵ Als Ursache für die ausgedehntere Vergletscherung der Alpen vermutete Hutton, diese seien früher höher als heute gewesen. Dadurch wäre es dort kälter gewesen, was eine verstärkte Vereisung begünstigt habe. Auch sei, so nahm er an, der Abhang der Alpen zum Jura steiler gewesen, was das Abgleiten der Gletscher erleichtert habe. Später wies allerdings sein Freund John Playfair (1748–1819) da-

32 Louis Seylaz, John Playfair (1748–1819). A forgotten Pioneer of the Glacial Theory, in: *Journal of Glaciology* 4 (1962/63), S. 124–126, S. 124.

33 Frank F. Cunningham (Anm. 31), S. 41.

34 Anthony Hallam, *Great Geological Controversies*, Oxford 1989, S. 89.

35 «There would then have been immense valleys of ice sliding down in all directions towards the lower country and carrying large blocks of granite to a great distance where they would be an object of admiration after ages, conjecturing from whence, or how they came» (*James Hutton, Theory of the Earth with Proofs and Illustrations*, London and Edinburgh, 1795, S. 212), zit. nach Anthony Hallam (Anm. 34), S. 89.

rauf hin, dass das Juragebirge damals ebenfalls hätte höher sein müssen. Ein weiterer möglicher Kritikpunkt an Huttons Theorie war, dass er eine enorme Erosion unterstellte. Diese hätte die von ihm vermutete Hochebene zwischen den Alpen und dem Jura abtragen und die Alpentäler aus dem Gebirge herausarbeiten müssen. Dies hätte sehr lange gedauert. Dennoch nahm er offenbar an, die Findlinge hätten diese Zeit unbeschadet in der Landschaft verstreut liegend überstehen können. Trotz dieser Schwierigkeiten seiner These war James Hutton einer der ersten, der das Findlingsphänomen mit einer weiträumigen Vergletscherung in Verbindung brachte.

Nach Huttons Tod machte sich der Theologe und Mathematiker John Playfair an die Herausgabe von Huttons nachgelassenem Werk. Auf den Spuren seines Lehrers befasste sich Playfair in den *Illustrations of the Huttonian Theory of the Earth* mit den Findlingen des Alpenraumes. Wie Hutton kam er in Kenntnis von de Saussures Beobachtungen zu dem Schluss, dass sie durch Eis transportiert worden waren.³⁶ Wenn sie durch fließende Gewässer bewegt worden wären, hätten sie abgeschliffen und abgerundet sein müssen. Dies war jedoch nicht der Fall.³⁷ Nur durch den Transport auf Gletschern war es möglich, dass die Felstrümmer eckig und scharfkantig blieben. In den *Illustrations* schrieb er: «Für die Bewegung grosser Felsmassen sind zweifellos Gletscher die kraftvollsten Maschinen der Natur, jene Seen oder Flüsse aus Eis, die in den höchsten Tälern der Alpen und anderen Gebirgen erster Ordnung gebildet werden. Diese grossen Massen sind in andauernder Bewegung, unterminiert durch den Zutritt der Erdwärme und durch ihr enormes Gewicht mitsamt der unzähligen Felsfragmente, mit welchen sie beladen sind, die Abhänge herabgerückt, auf denen sie ruhen. Diese Bruchstücke transportieren sie allmählich zu ihren äussersten Grenzen, wo ein eindrucksvoller Wall [gemeint ist die Endmörane] ihre Grösse dokumentiert und die Gewalt der Maschine bezeugt, durch welche er aufgebaut wurde».³⁸ Die einstmals aus-

36 Karl Alfred von Zittel irrt sich mit seiner Aussage, erst John Playfair habe beim Abfassen der *Illustration of the Huttonian Theory* die transportierende Kraft des Eises erkannt (*Karl Alfred Zittel* [Anm. 10], S. 105). Schon Hutton sprach – wie oben dargestellt – von einer weiträumigen Vergletscherung der Alpen und dem Transport der Findlinge über weite Distanzen (*James Hutton* [Anm. 35], S. 212).

37 *Louis Seylaz* (Anm. 32), S. 124.

38 «For the moving of large masses of rock, the most powerful engines without doubt which nature employs are the glaciers, those lakes or rivers of ice which are formed in the highest valleys of the Alps, and other mountains of first order. These great masses are in perpetual motion, undermined by the influx of heat from the earth, and impelled down the declivities on which they rest by their own enormous weight, together with that of the innumerable fragments of rock which they are loaded. These fragments they gradually transport to their utmost boundaries, where a formidable wall ascertains the magnitude, and attests the force, of the great engine by which it was erected» (*John Playfair*, *Illustration of the Huttonian Theory of the Earth*, Edinburgh 1802, S. 388f., § 348).

gedehntere Vergletscherung der Alpen brachte Playfair ebenso wenig wie Hutton mit einer Phase kalten Klimas in Verbindung. Vielmehr übernahm er dessen Erklärung, das Gebirge sei früher höher und folglich stärker vereist gewesen. Die Gletscher seien auf einer leicht geneigten Hochebene von den Alpen bis hin zum Jura gerutscht. Erst später sei dieses Plateau durch Erosion abgetragen und durch die heute vorhandenen Täler sowie die Ebene des Schweizer Mittellandes ersetzt worden. Ebenso hätten auch die Alpen an Höhe verloren.³⁹ Nach dem Ende der Napoleonischen Kriege unternahm Playfair, der seit 1805 in Edinburgh einen Lehrstuhl für Naturphilosophie innehatte, eine grosse Reise auf das europäische Festland. Sie führte ihn in den Jahren 1815 und 1816 über Frankreich in die Schweiz weiter nach Italien und Österreich. Via Schweiz und Frankreich gelangte er nach Schottland zurück. Insgesamt war Hutton 17 Monate unterwegs und legte rund 6500 Kilometer zurück.⁴⁰ Zum ersten Mal in seinem Leben sah er die Alpen und ihre Gletscher in natura. Nach seiner Rückkehr bereitete Playfair eine Neuauflage der *Illustrations* vor, als er im Juni 1819 unerwartet starb. Sein Neffe James gab daraufhin 1822 die *The works of John Playfair, Esq. With a Memoir of the Author* heraus.⁴¹ Diesen stellte er einen biographischen Abriss zum Leben seines Onkels voran. Daraus geht hervor, dass die Untersuchung der Gletscher wohl eines der Hauptanliegen des verstorbenen Naturgeschichtlers während seines Aufenthaltes in den Alpen gewesen war. Was Playfair in der Schweiz gesehen hatte, bestätigte vollauf die 1802 in den *Illustrations* vorgebrachten Ansichten: «Als er das Val Travers im Juragebirge betrat, stiess er auf ein Phänomen [...], das oft seine Aufmerksamkeit auf sich gezogen hatte, nämlich die Existenz loser Granitblöcke an der Oberfläche einer Bergkette, die vollständig aus Kalk bestand. [...] Den grössten und auffallendsten von diesen [schätzte er auf ein Gewicht von] 2520 t. Wenn wir berücksichtigen, dass der nächste Punkt, wo Granit an seinem natürlichen Platz gefunden wird, in einer Entfernung von 70 Meilen [112 km] liegt, ist klar, «dieser Block konnte solch eine Reise nicht über dazwischen liegende Hügel und Täler vollführt haben. Wasser hätte ihn im ersten Tal, in das er gekommen wäre abgelagert» [...] ein Gletscher».⁴² Deshalb käme für den Transport solcher

39 Ebd., § 345–347.

40 *Gordon Younger Craig*, James Hutton's Theory of the Earth. The lost Drawings, Edinburgh 1978, S. 23.

41 *James Playfair*, The Works of the late John Playfair, Esq. With a Memoir of the Author, Edinburgh and London 1822.

42 «On entering the Val Travers in Mont Jura he met with a phenomenon [...] which had often engaged his attention, namely the existence of loose blocks of granite [...] on the surface of a chaine of mountains entirely calcareous. [...] The largest and most striking of these [he calculated to weigh] 2520 tons. When we consider that the nearest point where the granite is to be found in its native place is at a distance of 70 miles [112 km] it is clear that this block could not have «performed such a journey over intervening hills and valleys. [...] A current of water would have depo-

Felsbrocken nur ein gewaltiger Gletscher in Frage. Wie schon 20 Jahre zuvor fanden die revolutionären Ideen Playfairs zunächst keinen Anklang.

Etwa zur gleichen Zeit wie ihre schottischen Kollegen begannen bayerische Gelehrte ihre Aufmerksamkeit den erratischen Blöcken des Alpenraumes zuzuwenden. 1792 erkannte der Geologe, Mineraloge und Physiker Matthias von Flurl (1756–1823) den ortsfremden Charakter der bayerischen Findlinge.⁴³

1809 befasste sich der bayerische Arzt und Astronom Franz von Paula Gruithuisen mit dem Ursprung der erratischen Felsblöcke des Alpenraumes. Seit 1808 unterrichtete er an der Schule für Landärzte in München physische und naturhistorische Wissenschaften.⁴⁴ Auslöser seiner Beschäftigung mit erratischen Felsblöcken war im Frühling 1809 eine Ausfahrt mit Freunden in das südliche Umland Münchens. Er berichtet darüber: «[...] – aber als wir die Ortschaft Wangen passirt hatten, wurde ich plötzlich aus dem Taumel der Gefühle von den Schönheiten der Natur und des Frühlings durch Monumente der Erde geweckt, die dem Naturforscher über Alles in der Welt sind. Viele Tausend zwar fuhren und gingen da schon vorbei, ohne zu ahnen, dass das Daseyn der grossen Felsblöcke, die an den waldigen Abhängen neben der Strasse oft halb, oft fast ganz in der Erde versenkt liegen, eine andere Bedeutung habe, als dass sie – Felsblöcke sind».⁴⁵ Franz von Paula Gruithuisen bemerkte, dass einige dieser Felsstücke zwar abgestumpfte und gerundete Kanten besaßen. Andere jedoch wiesen so scharfe Kanten auf, die wirkten als seien sie erst vor kurzem gebrochen. Durch Ebels Reiseführer wusste von Paula Gruithuisen, dass solche Urfelstrümmer nicht nur in den nordwestlich der Alpen gelegenen Gebieten mit Sandstein- und Nagelfluhuntergrund, sondern sogar im Jura gebirge zu finden sind. Ebels These einer grossen Flut, die von den Alpen ausgegangen sei,⁴⁶ lehnte von Paula Gruithuisen jedoch ab: «So viel ist nun ausgemacht, dass diejenigen Felsblöcke, welche scharfe Ecken und Kanten haben, nicht einen Weg von 24 bis 30 Stunden aus dem Inneren von Tyrol und der Schweiz hingewälzt werden konnten; [...]».⁴⁷ Daneben schloss er – wie bereits er-

sited it in the first valley it came to [...] a glacier etc.» (*James Playfair* [Anm. 41], ohne Seitenangabe aus dem Vorwort zitiert in: *Louis Seylaz* [Anm. 32], S. 125).

43 *Karlheinz Kaiser*, Die Inlandeistheorie, seit 100 Jahren fester Bestandteil der Deutschen Quartärforschung, in: *Eiszeitalter und Gegenwart* 26–28 (1975), S. 1–30, S. 25 und 29; *Matthias Flurl*, Beschreibung der Gebirge von Baiern und der oberen Pfalz mit den darin vorkommenden Fossilien, München 1792.

44 Näheres zur Biographie von Paula Gruithuisen findet sich in: *Anton Michael Zamann*, Das Leben und Wirken des Franz von Paula Gruithuisen (1774–1852) oder: Seine Bedeutung für die Urologie, Herzogenrath 1997, S. 22–71 und S. 88–91.

45 *Franz von Paula Gruithuisen*, Über erratische Blöcke im Würmseegebiet, in: *Neue oberdeutsche allgemeine historische Zeitung* 64 (1809), S. 1009–1020, S. 1009.

46 Ebd., S. 1012.

47 Ebd., S. 1014.

wähnt – eine Entstehung aufgrund vulkanischer oder sonstiger Eruptionen, wie sie etwa Deluc verfocht, aus. Denn dann hätten sie je nachdem aus vulkanischem Material bestehen müssen. In jedem Fall hätten sich die erratischen Felsblöcke an ihrem Aufschlagsort viel tiefer in den Untergrund hineinbohren müssen. Zudem wäre zu erwarten, dass sie zumindest teilweise beim Aufprall zersplittert wären. All dies war jedoch nicht der Fall. Wie aber konnten scharfkantige Felsblöcke von Tyrol bis in das Umland von München befördert werden? Am besten, so überlegte von Paula Gruithuisen, auf dem Wasserweg. Er nahm an, zwei gewaltige Fluten hätten den Alpenraum verheert. Die erste sei sehr stürmisch gewesen. Sie habe grosse Schuttmengen mit sich gerissen, welche heute die Täler des Voralpenlandes füllten. Dabei sei in den hohen Alpentälern jedoch «viel Wasser» zurückgeblieben, wofür man in «den Alpenseen noch Beyspiele» finde.⁴⁸ Diese «Alpenwässer oder Seen» seien während der Winterszeit vor allem in grossen Höhen gefroren. Sie hätten «Eismassen – Gletscher, wie jene noch in den Gebirgen sind», gebildet.⁴⁹ «Aber die Gletscher schlossen allemal oben, an den Seiten und auf dem Boden jene Steinmassen in sich ein, welche von den höchsten Berggipfeln herabfielen oder rollten; [...]».⁵⁰ Diese wären, als eine zweite, sanftere Flut bis an die Alpen gereicht habe, «aus dem Grund» gehoben worden und ins nördliche Alpenvorland getrieben. Dort hätten sie beim Abschmelzen ihre Fracht fallen lassen. Dieses Phänomen war nach Auffassung des Münchener Medizinprofessors nicht alleine auf den bayrischen Alpenraum beschränkt: «Damals musste auf dem Wasser eine Reihe von Gletscherbergen gestanden seyn, die in Savoyen anfang, die südöstlichen Berge des Jura bedeckte und durch die Schweiz, das südliche Schwaben und Baiern bis nach Salzburg fortlief, und vielleicht noch weiter ging».⁵¹ Aus diesen Äusserungen von Paula Gruithuisens lässt sich ableiten, dass ihm nicht bekannt war, dass Gletscher langsam zu Tal fliessen. Er scheint sie für gefrorene Seen und somit für starre Eismassen gehalten zu haben. Aufgrund der scharfen Kanten der Findlinge kam aber nur ein Transport durch Eis in Frage. Deshalb benötigte er – schon aus der inneren Logik seiner Theorie – eine Kraft, die imstande war, die Gletscher samt ihrer steinernen Fracht emporzuheben und über weite Distanzen fortzutragen. Hier bot die Annahme einer grossen Überflutung eine elegante Lösung. Die biblische Erzählung der Sintflut dürfte dabei allenfalls indirekt als Vorlage gedient haben. Die fraglichen Ereignisse siedelt von Paula Gruithuisen, der ein strenggläubiger Katholik gewesen sein soll, in den «ersten Zeiten der Erde vor der Erstedung des Menschen» an.⁵²

48 Ebd.

49 Ebd.

50 Ebd., S. 1015.

51 Ebd., S. 1016.

52 Ebd., S. 1014; *Anton Michael Zamann* (Anm. 44), S. 72.

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts begannen sich auch Schweizer Gelehrte mit der Herkunft und dem Transport der erratischen Felsblöcke des Alpenraumes zu befassen. In den 1810er-Jahren untersuchte der Genfer Professor für Naturgeschichte und Physik Marc-Auguste Pictet (1752–1825) die Gletscher in der Umgebung des Mont Blanc. Dabei erregten verstreut liegende Findlinge seine Aufmerksamkeit. Wie seine Zeitgenossen in Schottland und Bayern brachte er deren Transport mit Gletschern in Zusammenhang. Doch gelangte er – vermutlich aufgrund seiner Untersuchungen vor Ort – zu konkreteren Erkenntnissen über das Verhalten der alpinen Eisströme. Pictet veröffentlichte die Ergebnisse seiner Untersuchungen zunächst 1816 in der *Bibliothèque de Genève*, deren Mitherausgeber er war.⁵³ Im Jahre 1818 erschien eine deutschsprachige Übersetzung in Leonhards *Taschenbuch*. Pictet stellte fest, dass sich zwischen dem Abschmelzen des Gletschers und dem beständigen Nachfliessen des Eises ein Gleichgewicht einstelle. Dieses sei von der Temperatur abhängig. Für das Jahr 1816 beobachtete er ein allmähliches Anwachsen des Bosson-Gletschers. Nahe der Quelle des Arveron stiess er auf «ungeheure Anhäufungen von Granit». Pictet folgerte daraus, dass der Gletscher, welcher die Felsblöcke dorthin geführt habe, «weiter vorgerückt war, als gegenwärtig».⁵⁴ Wie seine schottischen Kollegen scheint Pictet nicht an eine Eiszeit oder ähnliches gedacht zu haben. Doch befasste er sich wohl nicht ganz zufällig im Laufe seiner wissenschaftlichen Tätigkeit intensiv mit Meteorologie.

Ungefähr zur gleichen Zeit, in der Pictet über eine grössere Ausdehnung der alpinen Gletscher nachdachte, stellte Jean-Pierre Perraudin (1767–1858) ähnliche Überlegungen an. Er lebte in Lourtier, einem Dorf im Val de Bagnes im Kanton Wallis. Perraudin war Landwirt, Zimmermann und leidenschaftlicher Gensengänger. Daneben betätigte er sich offenbar als eine Art Bergführer. Dadurch kam er in seinem Tal ziemlich weit herum. Im Sommer 1815 besuchte Jean de Charpentier (1786–1855) das Val de Bagnes, um die Gletscher am Ende jenes Tales zu besichtigen. Er hatte im sächsischen Freiberg Geologie studiert und leitete seit 1813 die Salinen von Bex im Rhonetal. Nachdem er die Gletscher am Ende des Tales besehen hatte, übernachtete er in Lourtier im Haus von Perraudin. Im Laufe des Abends entspann sich ein Gespräch zwischen den beiden. Dieses drehte sich um die umliegende Gegend und insbesondere ihre zahlreichen Gletscher, die Perraudin recht gut kannte. Nach Charpentiers nachträglichen Aufzeichnungen äusser-

53 Yves Bridel, Roger Francillon, La «Bibliothèque universelle» (1815–1924). Miroir de la sensibilité romande au XIX^e siècle, Etudes et documents littéraires, Lausanne 1998, S. 24; Auguste Pictet, Note sur la Marche Progressive de l'un des Glaciers de la Vallée de Chamouni, in: Bibliothèque Universelle de Genève, Sciences et Arts II (1816), S. 167–168.

54 Auguste Pictet, in: Taschenbuch für die gesamte Mineralogie mit Hinsicht auf die neuesten Entdeckungen 12/1 (1818), S. 248–249.

te Perraudin: «Die Gletscher unseres Gebirges [...] hatten vorzeiten eine deutlich grössere Ausdehnung als heute. Unser ganzes Tal wurde bis zu einer grossen Höhe über die Dranse [Fluss im Val de Bagnes] von einem unermesslichen Gletscher eingenommen, der sich bis nach Martigny ausdehnte, wie es die Felsblöcke beweisen, die man in der Umgebung dieser Stadt findet und die zu gross sind, als dass Wasser sie dorthin hätte bringen können». ⁵⁵ Doch Charpentier blieb ablehnend und schrieb dazu: «Wenn der biedere Perraudin, seinen Gletscher nur um 24 Meilen über seine derzeitige Zunge hinaus bis Martigny verlängerte, wahrscheinlich weil er selber kaum weiter gekommen war, und wenn ich mit seiner Meinung bezüglich der Unmöglichkeit des Transports von Findlingsblöcken durch Wasser übereinstimmte, so fand ich seine Hypothese nichtsdestoweniger doch so aussergewöhnlich, ja sogar übertrieben, dass ich sie nicht der Mühe einer Betrachtung oder nur einer Erwägung für wert hielt». ⁵⁶

1818 unternahm Jean-Siméon-Henri Gilliéron (1779–1838), Diakon in Vevey am Genfer See, eine Reise ins Tal von Entremont in den Walliser Bergen. Dabei begegneten sich Gilliéron und Perraudin. Der Gensjäger ergänzte das Reisejournal ⁵⁷ des Diakons mit verschiedenen Bemerkungen und einer topographisch erstaunlich genauen Skizze des Gletschers von Corbassière. Seine Ergänzungen lassen sich auf den Zeitraum zwischen August 1818 und dem August des folgenden Jahres datieren. ⁵⁸ Unter anderem fügte Perraudin seine Ansicht einer vollständigen Vergletscherung des Val de Bagnes ein: «Beobachtungen eines Bauern aus Lourtier. – Nachdem ich schon vor langer Zeit Kerben und Kratzer auf harten, nicht verwitterten Felsen entdeckt hatte (diese Schrammen sind alle in Tal-

55 «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 bloc 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», zit. nach *Jean de Charpentier*, *Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du bassin du Rhône*, Lausanne 1841, S. 241f.

56 «Quoique le brave Perraudin ne fit aller son glacier que jusqu'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, qu'elle valût la peine d'être méditée et prise en considération», zit. nach *Jean de Charpentier* (Anm. 55), S. 241.

57 Dieses Reisejournal befand sich laut Forel 1899 im Besitz der Walliser Kantonsbibliothek und wurde dort unter der Signatur MS Gilliéron, XXX. 223 aufbewahrt.

58 Um Mitte August 1819 erhielt Gilliéron einen Brief seines Cousins Christan Deloës. Dieser dankte sich bei Gilliéron, dass er ihm das Journal für eine Reise ins Wallis im Sommer 1819 ausgeliehen hatte. Entweder begegnete also Gilliéron selbst Perraudin im August 1818 oder sein Cousin im Sommer des folgenden Jahres. Siehe hierzu und zur Frage der Echtheit von Perraudins Ergänzungen des Reisejournals: *François Alphonse Forel*, *J.-P. Perraudin, le précurseur glaciairiste*, in: *Eclogae Geologicae Helvetiae* VI/2 (1900), S. 169–175, S. 172.

richtung), deren Ursache ich nicht kannte, kam ich nach einigen Überlegungen schliesslich zu der Folgerung – als ich nahe an die Gletscher herangegangen war –, dass sie vom Druck oder Gewicht dieser Massen verursacht worden waren, von denen ich Spuren mindestens bis Champsec gefunden habe. Ich glaube daher, dass in der Vergangenheit Gletscher das ganze Val de Bagnes ausfüllten, und bin bereit, diese Tatsache Wissbegierigen durch den offensichtlichen Beweis zu demonstrieren, indem ich diese Spuren mit jenen vergleiche, die heute von Gletschern freigegeben werden. [Geschrieben] vom Beobachter Jean-Pierre Perraudin». ⁵⁹ Nach der Schilderung de Charpentiers stützte sich Perraudin im Jahre 1815 für seine These einer Vergletscherung des Val de Bagnes nur auf Funde erratischer Blöcke. Wie dessen eigene schriftliche Äusserungen in Gilliérons Reisejournal zeigen, bezog er spätestens 1818 Schrammen auf Felsflächen und deren Richtung in seine Überlegungen ein.

Leopold von Buch berichtete 1824, die Meinung, Findlinge seien von Eis transportiert worden, sei in der Schweiz recht verbreitet. ⁶⁰ Tatsächlich sind solche Ansichten zum Transport erratischer Blöcke in den 1830er-Jahren auch aus dem Walliser Val de Ferret, dem waadtländischen Seeland und dem Berner Oberland überliefert. ⁶¹

Aus den Savoyer Alpen berichtet der französische Naturforscher Cyprien Prosper Brard (1786–1838) ähnliches. In seinem 1821 veröffentlichten *Dictionnaire des Sciences Naturelles* schildert er einen Besuch des Mont Blanc im Jahre 1815. Dort führt er auf Wunsch Pictets Messungen durch. Brard berichtet, der Bergführer Marie Deville aus Chamonix habe ihn bei seinen Erkundungen begleitet. Deville habe ihm verschiedene vom Mont Blanc stammende erratische Blöcke gezeigt, welche auf verschiedenen Anhöhen, den Aiguilles Rouges, entlang dem Nordrand des Tals von Chamonix lägen. Deville habe behauptet, diese Felsblöcke seien sichere Beweise dafür, dass die Gletscher des Mont Blanc-Massivs einstmals erheblich grösser gewesen seien. Der Bergführer habe weiter darauf bestan-

59 «Observations faites par un paysan de Lourtier. – Ayant depuis longtemps observé des marques ou cicatrices faites sur des rocs vifs et qui ne se décomposent point (ces marques sont toutes dans la direction des vallons) et dont je ne connaissais pas la cause, apres bien des réflexions, j'ai enfin, en m'approchant des glaciers, jugé qu'elles étaient faites par la pression ou pesanteur des dites masses, dont je trouve des marques au moins jusqu'au Champsec. Cela me fait croire qu'autrefois la grande masse des glaciers remplissait toute la vallée de Bagnes, et je m'offre à le prouver aux curieux par l'evidence, en rapprochant des dites traces de celles que les glaciers d'écouvrent à présent. – Par l'observateur Jean-Pierre Perraudin», zit. nach *François Alphonse Forel* (Anm. 58), S. 170.

60 Siehe hierzu die englische Übersetzung von Esmarks Artikel: *Jens Esmark*, Remarks tending to explain the geological history of the Earth, in: *The Edinburgh New Philosophical Journal* 2 (1827), S. 107–121, S. 114. Der ursprüngliche Beitrag in norwegischer Sprache: *Jens Esmark*, Bidrag til vor Jordklodes Historie, in: *Magazin for Naturvidenskaberne* 2/1 (1824), S. 28–49.

61 *Jean de Charpentier* (Anm. 55), S. 243.

den, dass Schrammen und Furchen in Schiefergestein weit ausserhalb jedes bekannten Vorstosses der Gletscher von Chamonix mit jenen Spuren identisch seien, die bei ihrem kürzlichen, geringfügigen Rückgang entdeckt worden seien.⁶² Damit argumentierte Deville ähnlich wie gut 80 Jahre zuvor die Bewohner von Chamonix gegenüber Martel. Zugleich führte er wie Perraudin geschrammte Felsflächen auf Gletscher zurück.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die zeitgenössischen Gelehrten schon seit der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts die Verbreitung erratischer Felsblöcke zunehmend nicht mehr auf die biblische Sintflut zurückführten. Lediglich der Deutungsrahmen einer Folge von Fluten blieb bestehen.⁶³ In Ermangelung eines anderen Agens zum Transport dieser Felsen, war dies aus der damaligen Perspektive konsequent. Zum genauen Ablauf dieser Überflutungen entwickelten die damaligen Gelehrten eine Vielzahl einander ergänzender und teilweise widersprechender Theorien. Gemeinsam war ihnen der mehr oder minder stark ausgeprägte Charakter der postulierten Überflutungen.

Seit den 1740er-Jahren lassen sich für den Alpenraum erste Vermutungen zum Transport von Findlingen durch Gletscher fassen. Doch konnte dieser Erklärungsansatz vorerst nicht recht überzeugen. Zwar gab es eine Reihe von Schwachpunkten der verschiedenen Flut- und Eruptionstheorien. Felsblöcke, die durch Geröll- und Schlammfluten transportiert worden waren, hätten abgerundet und nicht scharfkantig sein müssen. Die Voralpenseen hätten mit den Schuttmassen der unterstellten Fluten vergleichbar Geschiebesammlern aufgefüllt werden müssen. Auch dies war augenscheinlich nicht der Fall. Gesteinstrümmen, die durch die Luft geschleudert worden waren, hätten sich beim Aufschlag in den Boden graben oder zersplittern müssen. Doch dies traf nicht zu. Daneben war die Art der Gletscherbewegung, ja sogar die Frage, ob sich Gletscher überhaupt bewegen, unter Wissenschaftlern bis ins 19. Jahrhundert umstritten. Kleinere Gletschervorstösse infolge kalter Witterung mochten vorstellbar sein. Doch die Annahme grossräumiger Gletschervorstösse hatte stark hypothetischen Charakter. Woher sollte die Kälte kommen? Hutton und Playfair glaubten diese Frage mit der Meinung höherer Gebirge lösen zu können.

62 *Prosper Cyprien Brard*, «Glaciers», in: *Dictionnaire des Sciences Naturelles*, par plusieurs Professeurs, Strasbourg et Paris 1821, S. 5–16, S. 16; *Frank F. Cunningham* (Anm. 31), S. 42; *Karl Alfred von Zittel* (Anm. 10), S. 337.

63 Diese Beobachtung deckt sich weitgehend mit den Ergebnissen von Michael Kempes Untersuchung zur Sintfluttheorie im 18. Jahrhundert, s. *Michael Kempe*, *Wissenschaft, Theologie, Aufklärung. Johann Jakob Scheuchzer (1672–1733) und die Sintfluttheorie*, Epfendorf 2003, S. 138f.

3 Entdeckung einer Verbindung
zwischen Klimaschwankungen und Gletschervorstössen

Eine Verbindung zwischen vorstossenden Gletschern und kalter Witterung stellte erstmals der österreichische Jesuitenpater Joseph Walcher (1718–1803) im Jahr 1773 her. Dabei stützte er sich auf seine Untersuchungen von Gletschern in Tirol.⁶⁴

Unter seinen Zeitgenossen befasste sich der Berner Jurist und Landschreiber Gottlieb Sigismund Gruner (1717–1778) im Laufe seines Lebens wiederholt mit Gletschern. 1778 erschien seine *Reise durch die merkwürdigsten Gegenden Helvetiens* in London. Darin schrieb er, die Vorstellung, dass Gletscher periodisch eine gewisse Zeit vorstiessen und sich dann wieder zurückzögen, sei «ein einfältiger Aberglaube».⁶⁵ Für beides war nach seiner Auffassung die Witterung verantwortlich. Wenn im Winter mehr Schnee falle als in den Sommermonaten schmelzen könne, wüchsen Gletscher. Umgekehrt zögen sie sich zurück, wenn in heissen Sommern mehr abschmelze als im Winter hinzugekommen sei.⁶⁶ Auch zwischen Endmoränen und Gletschern erkannte Gruner eine Beziehung. «Wenn 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 blosser Fels übrig».⁶⁷ Folgerichtig leitete der Berner Jurist – von seinem Landsmann Johann Georg Altmann (1695–1758) abgesehen – als erster aus alten Endmoränen frühere Gletscherstände ab.⁶⁸ Gruner berichtete: «Im Wallislande bei dem Aletschgletscher, beweisen die so genannten Firnstösse, oder die Erd- und Steinwälle, die die Gletscher vor sich herschieben, dass der dasige Gletscher eine ganze Stunde sich zurückgezogen habe».⁶⁹ Das von Gruner mehrfach angeführte Beispiel des Aletschgletschers zeigt, in welchen Ausmassen Gruner bei Vorstössen und Rückzügen von Gletschern dachte.⁷⁰ Der Gedanke wesentlich grösserer Eisströme und eines deutlich kühleren Klimas scheint jenseits der Vorstellungswelt Gruners und seiner Zeit gelegen zu haben.

64 Karlheinz Kaiser (Anm. 43), S. 25; *Joseph Walcher*, Nachrichten von den Eisbergen in Tyrol, Wien 1773.

65 *Gottlieb Sigismund Gruner*, *Reise durch die merkwürdigsten Gegenden Helvetiens*, zwey Theile, London 1778, hier: Zweyter Theil, S. 24.

66 Ebd., Zweyter Theil, S. 24f.

67 Ebd., Erster Theil, S. 221.

68 *August Böhm Edler von Böhmersheim*, *Die Geschichte der Moränenkunde*, Wien 1901, S. 9 und 17; *Johann Georg Altmann*, *Versuch einer historischen und physischen Beschreibung der helvetischen Eisbergen*, Zürich 1751, S. 24.

69 *Gottlieb Sigismund Gruner* (Anm. 65), Zweyter Theil, S. 24.

70 Ebd., Erster Theil, S. 229 und Zweyter Theil, S. 24.

Drei Jahre nach seinem Tod schrieb die *Oekonomische Gesellschaft* in Bern 1781 eine Preisfrage zur Rekonstruktion früherer Gletscherstände aus. Anhand historischer Urkunden sollte die unterschiedliche Ausdehnung der alpinen Gletscher rekonstruiert werden: «Wie hoch steigen die historischen Urkunden, die sowohl von unseren als den benachbarten Eisgebirgen einige Meldung thun? Kan uns nach vorhandenen Documenten bewiesen werden, dass sowohl durch den Fortgang unserer Eisgebirge als durch Zufälle vieles zum Weidgang ehemals brauchbares Land gegenwärtig entweder durch Eisgebirge bedeckt liege, oder [...] auf den höheren Alpen erwidert, oder durch Zufälle verlernt worden?»⁷¹ Die mit einem Preisgeld von 20 Dukaten dotierte Aufgabe dürfte das erste quasi offizielle glaziologische Forschungsprojekt gewesen sein. Den Anstoss für diese Fragestellung gaben vermutlich die Gletschervorstösse der 1770er-Jahre.⁷² Doch lassen sich Anregungen durch die Publikationen von Gruner oder Walcher nicht ausschliessen.⁷³ Da den Zielsetzungen der *Oekonomischen Gesellschaft* entsprechend zu meist landwirtschaftliche Probleme im Zentrum standen, fiel die Frage nach früheren Gletscherständen wohl etwas aus dem Rahmen. Das könnte mit ein Grund gewesen sein, weshalb keine Antworten eingingen.

Erst 1786 unternahm der junge Jurist Bernhard Friedrich Kuhn (1762–1825) im Rahmen der Berner *Naturforschenden Gesellschaft* einen Versuch frühere Gletscherstände zu rekonstruieren. Seiner Herkunft aus Grindelwald entsprechend stützte sich Bernhard Kuhn bei seiner Untersuchung auf Beobachtungen am Oberen und Unteren Grindelwaldgletscher. Fast wirkt es, als habe er mit seiner Arbeit den Versuch unternommen anhand der Ausdehnung des Grindelwaldgletschers eine verspätete Antwort auf die Preisfrage von 1781 zu geben.⁷⁴ Der wohl bemerkenswerteste Aspekt von Kuhns Arbeit ist der dynamische und quantitative Rahmen, in den er seine Überlegungen einfügte. Kuhn unternahm keine Messungen oder Berechnungen. Aber er stellte Überlegungen zu Schnee- und Eismengen, den Raten ihrer Aufhäufung und ihres Abbaus und der Geschwindigkeit der Glet-

71 Burgerbibliothek Bern, ISIL: CH-000031-4, GA Oek. Ges. 4, 3. Manual, Versammlung: VS 1779-04-01. Für den Hinweis auf diese Preisfrage danke ich Daniel Salzmann, Oberdiesbach.

72 Zu den Vorstössen verschiedener Alpengletscher siehe beispielsweise *Heinz J. Zumbühl, Hanspeter Holzhauser*, Alpengletscher in der Kleinen Eiszeit, Sonderheft zum 125. Jubiläum des SAC, in: *die Alpen* 64 (1988), S. 188, 238–239 und 272.

73 Tatsächlich scheinen Walchers Untersuchungen auch in Bern zur Kenntnis genommen worden zu sein. Ein Exemplar seines Büchlein befindet sich seit 1857 im Besitz der dortigen Universitätsbibliothek. Da es nicht im Bibliothekskatalog der Oekonomischen Gesellschaft erscheint, dürfte es sich zuvor in Privatbesitz befunden haben. Wer der Besitzer war, und wann es genau nach Bern gelangte, lässt sich allerdings nicht mehr feststellen.

74 *Bernhard Friedrich Kuhn*, Versuch über die Mechanismen der Gletscher, in: *A. Höpfner's Magazin für die Naturkunde Helvetiens I* (1787), S. 119–145. Eine englische Übersetzung dieses Textes findet sich in: *Gavin R. de Beer*, Bernhard Friedrich Kuhn's Investigations on Glaciers, in: *Annals of Science* 9 (1953), S. 323–341.

scherbewegung an. Anders als sein Zeitgenosse, Horace-Bénédict de Saussure, vermochte Kuhn die Entstehung von Mittelmoränen durch das Zusammentreffen zweier Gletscher erstmals zutreffend zu erklären. Ebenso erkannte Kuhn die Natur der Endmoränen und konnte beschreiben, wie diese von Gletschern gebildet werden.⁷⁵ Gestützt auf sein Wissen über deren Entstehungsweise und alte Aufzeichnungen entdeckte er die Endmoränen von Gletschervorstössen aus dem 16. und 17. Jahrhundert. Diese führte Bernhard Friedrich Kuhn auf Klimaschwankungen zurück. Zu jener Zeit, schrieb er, sei es gewesen, als ob «die Natur aus ihrem gewohnten Geleise» getreten wäre.⁷⁶ Ob Gletscher jemals zuvor eine ähnliche Ausdehnung erreicht hätten, könne man dagegen nicht wissen, da ältere Autoren hierzu schwiegen.⁷⁷ Aber es sei wahrscheinlich, dass vor jener Zeit niemals diese Grenzen überschritten worden seien. Andernfalls hätten jedoch spätere Umwälzungen der Erdgeschichte deren Spuren ohnehin ausgelöscht. Doch, gibt er zu bedenken, man wisse mit ziemlicher Sicherheit, dass seit dieser aussergewöhnlichen Ausdehnung die Gletscher sich nie wieder in ihre ursprünglichen Grenzen zurückgezogen hätten.⁷⁸

Während der folgenden knapp 30 Jahren wurde es um die Frage früherer Gletschervorstösse wieder still, bis nach 1812 die alpinen Gletscher erneut vorsties-
sen.⁷⁹ Im Jahre 1815 gründeten engagierte Naturforscher in Genf die *Allgemeine schweizerische Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften*, die heutige *Schweizer Akademie der Naturwissenschaften*. 1816 trafen sich die Mitglieder der Gesellschaft zu deren zweiter Jahrestagung in Bern. Dort diskutierten sie über eine Preisfrage, die auf der kommenden Jahrestagung gestellt werden sollte.⁸⁰ In den Statuten der Gesellschaft war die regelmässige Ausschreibung von Preisfragen vorgesehen.⁸¹ Diese sollte, so einigten sich die Anwesenden, die Frage einer

75 Ebd., S. 323f.; August Böhm Edler von Böhmersheim (Anm. 68), S. 35.

76 Bernhard Friedrich Kuhn (Anm. 74), S. 135.

77 Tatsächlich berichten die Grindelwald-Chroniken, ursprünglich wohl eine Pfarrchronik, bei dem Gletschervorstoss von 1588 habe der Grindelwaldgletscher einen «Hübel», d. h. eine alte Endmoräne eines früheren Gletschervorstosses, überfahren. Offenbar hatte Kuhn diesen Hinweis übersehen; Näheres: Christian Pfister, Hanspeter Holzhauser, Heinz J. Zumbühl, Neue Ergebnisse zur Vorstossdynamik der Grindelwaldgletscher vom 14. bis zum 16. Jahrhundert, in: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern N. F. 51 (1994), S. 5–79, S. 56 und 63.

78 Gavin R. de Beer (Anm. 74), S. 335.

79 Christian Pfister, Klimageschichte der Schweiz 1525–1860. Das Klima der Schweiz von 1525–1860 und seine Bedeutung in der Geschichte von Bevölkerung und Landwirtschaft, (=Academia Helvetica, Bd. 6) Bern ²1985, S. 143.

80 Karlheinz Kaiser, Ignaz Venetz im Dienste der Eiszeitforschung, in: Stefan Berchtold, Peter Bumann (Hrsg.), Ignaz Venetz 1788–1859. Ingenieur und Naturforscher, Gedenkschrift, (=Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Oberwallis, Bd. 1) Brig 1990, S. 53–123, S. 96f.

81 Stefan Brönimann, Verwildern unsere Alpen? Ein Nationales Forschungsprojekt über Klimaänderungen in den Alpen – vor 180 Jahren, in: UNIPRESS. Forschung und Wissenschaft an der

Klimaänderung in den Alpen behandeln. Der Beschluss war durch das Anwachsen der alpinen Eisfelder, verschiedene Diskussionen über Gletscher im Verlauf der Versammlung motiviert.⁸² Das Präsidium dieser Jahresversammlung hatte der Berner Pfarrer Samuel Wytttenbach (1748–1830) inne.⁸³ Vermutlich auf seine Initiative hatte die Berner *Oekonomische Gesellschaft* 1781 die bereits erwähnte Preisfrage zur Rekonstruktion früherer Gletscherstände ausgeschrieben. 1786 hatte Wytttenbach die Gründung der Berner *Naturforschenden Gesellschaft* initiiert, in deren Rahmen Bernhard Friedrich Kuhn noch im gleichen Jahr seine Arbeit über den Grindelwaldgletscher vorlegte. Am 6. Oktober 1817 traf sich die Gesellschaft zu ihrer dritten Jahresversammlung in Zürich. Diese war gut besucht. Verschiedene grundsätzliche Fragen, vor denen die im Aufbau befindliche Organisation stand, waren zu klären. Eine davon war die geplante Ausschreibung der Preisfrage.

Zunächst verlief die Ausschreibung nicht sehr vielversprechend. Die Wettbewerbsbedingungen verlangten eine gründliche Dokumentation der erhobenen Daten.⁸⁴ Doch war die dafür vorgesehene Zeit von zwei Sommern wohl zu knapp bemessen. Dementsprechend wurden 1820 nur zwei Arbeiten eingereicht. Davon erachtete die Jury lediglich jene von Karl Kasthofer (1777–1853), Oberförster des Berner Oberlandes, für prüfenswert.⁸⁵ Dieser ging alten Überlieferungen nach, suchte nach Hinweisen für veränderte Waldgrenzen und Schneelinien und beschrieb alte Gletscherstände. Die Schwäche seiner Untersuchung war, dass sie zum grössten Teil im Stil einer Reisebeschreibung verfasst war, sich allzu einseitig an den Befunden der Oberen Baum- und Waldgrenze orientierte und sich die Auswahl der Beobachtungen beinahe ausschliesslich auf den Raum des bernischen Hochgebirges konzentrierte. Deshalb erhielt Kasthofer für seine Arbeit an der Jahresversammlung der Schweizer Naturforscher 1820 in Genf lediglich den zweiten Preis zuerkannt.⁸⁶ Nach diesem unbefriedigenden Ergebnis schrieb man die Preisaufgabe nochmals aus. Das einzige Manuskript,⁸⁷ welches daraufhin ein-

Universität Bern, Nr. 101, Juni 1999, S. 17–19, S. 17.

82 *Karlheinz Kaiser* (Anm. 80), S. 96.

83 *Wilfried Haerberli, Heinz J. Zumbühl*, Schwankungen der Alpengletscher im Wandel von Klima und Perception, in: *François Jeanneret, Doris Wastl-Walter, Urs Wiesmann, Markus Schwyn* (Hrsg.), *Welt der Alpen – Gebirge der Welt. Ressourcen, Akteure, Perspektiven*, Bern 2003, S. 77–92, S. 79.

84 Zu den Auflagen und Bedingungen der Ausschreibung s. *Naturwissenschaftlicher Anzeiger der allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesamte Naturwissenschaft* 8 (1822), zit. nach *Karlheinz Kaiser* (Anm. 80), S. 97.

85 Ebd., S. 98.

86 *Stefan Brönimann* (Anm. 81), S. 3; *Karlheinz Kaiser* (Anm. 80), S. 98.

87 Venediz bat dieses Manuskript noch im Sommer 1822 wieder zurück. *Karlheinz Kaiser* (Anm. 80), S. 102.

traf, stammte von Ignaz Venetz (1788–1859). Ähnlich wie Kasthofer kam er durch seinen Beruf als Kantonsingenieur des Kantons Wallis viel in den Alpen herum. Vergleichbar dem Berner Oberförster trug er viele Indizien zusammen. Dabei stützte Venetz seine Ausführungen auf Beobachtungen von Gletscherständen, Moränen und Findlingen im Unterwallis und in Piemont. In ihnen sah er geeignete Anzeiger für Temperaturveränderungen. Der Kantonsingenieur fand sowohl Spuren einer Erwärmung als auch einer Abkühlung und versuchte eine zeitliche Einordnung. Die wärmere Zeit datierte er ins Hoch- und Spätmittelalter. Eine Klimaverschlechterung glaubte er in der Frühen Neuzeit feststellen zu können, war jedoch der Ansicht, dass deren Tiefpunkt bereits überschritten sei. Schwieriger zu erklären waren jedoch Spuren alter Moränen einige Kilometer von den heutigen Gletscherzungen entfernt.⁸⁸ An der Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft Ende Juli 1822 in Bern sprach die Preiskommission Venetz den ersten Preis zu.⁸⁹

Zusammenfassend lässt sich feststellen: Zwischen dem letzten Viertel des 18. und dem ersten des 19. Jahrhunderts kristallisierte sich trotz vereinzelter Widersprüche unter zeitgenössischen Gelehrten die Erkenntnis eines Zusammenhanges zwischen Klimaschwankungen und Gletschervorstössen im Alpenraum heraus.

4 Vom alpinen Supergletscher zur globalen Eiszeit

Noch im Sommer 1822 bat Ignaz Venetz sein 1821 verfasstes Manuskript zurück. In den folgenden Jahren publizierte er verschiedene Auszüge. Unter anderem setzte er sich mit der Frage auseinander, wie es zu den von ihm erkannten unregelmässigen, periodischen Abkühlungen des Klimas hatte kommen können. Dabei zog er astronomische Ursachen, etwa eine Veränderung der Erdumlaufbahn, in Betracht, verwarf diese jedoch wieder.⁹⁰ Vollständig im Druck erschien seine bis Ende 1828 immer wieder überarbeitete Abhandlung erst 1833.⁹¹ Obwohl Venetz darin nach Einschätzung seines Biographen Karl-Heinz Kaiser das Gerüst seiner

88 Ignaz Venetz, Abhandlung über die Veränderung der Temperatur in den Schweizer Alpen, von Herrn Venetz, Chefingenieur des Kantons Wallis. Verfasst 1821. Aus dem Französischen übertragen von Alfons Egger, Visp, Ignaz Venetz 1788–1859. Ingenieur und Naturforscher, in: Stefan Berchtold, Peter Bumann (Anm. 80), S. 125–143.

89 Naturwissenschaftlicher Anzeiger der allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesamte Naturwissenschaft 8 (1822), S. 61, zit. nach Karl-Heinz Kaiser (Anm. 80), S. 98f.

90 Ignaz Venetz (Anm. 88), S. 140.

91 Ignaz Venetz, 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, in: Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesamte Naturwissenschaft 1 (1833), S. 1–38.

Vergletscherungs-Theorie präsentierte, brachte er den Gedanken einer grossräumigen Vergletscherung des Alpenraumes darin noch nicht zu Papier.⁹²

Dieser lässt sich bei Venetz erstmals im Frühjahr 1829 fassen, als er seinen Freund Jean de Charpentier ins Vertrauen zog. Nach dessen Erinnerungen soll ihm Venetz erklärt haben, «dass ihn seine Beobachtungen dazu gebracht hätten zu glauben, dass nicht nur das Tal von Entremonts, sondern dass das ganze Wallis einstmals von einem Gletscher bedeckt war, der sich bis zum Jura erstreckte hätte, und der die Ursache für den Transport erratischer Geschiebe gewesen sei».⁹³ Dies legt den Schluss nahe, dass Venetz im Winter von 1828 auf 1829 der Gedanke kam, die Alpen könnten einst völlig vergletschert gewesen sein. Er machte sich nun an die Ausarbeitung eines Vortrages, den er auf der kommenden Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft zu halten beabsichtigte. Jean de Charpentier war alles andere als begeistert von der kühnen These seines Freundes. Die Vorstellung einer so gewaltigen Vergletscherung schien ihm, wie er nachträglich bekannte, «wahrhaftig verrückt und übersteigert».⁹⁴ Doch gelang es ihm nicht, Venetz davon abzuhalten, seine Überlegungen auf der folgenden Jahresversammlung der Naturforschenden Gesellschaft vorzutragen. Diese fand vom 21. bis 23. Juli 1829 auf dem Grossen St. Bernhard statt. Zahlreiche prominente Naturwissenschaftler aus dem In- und Ausland waren zugegen wie etwa der einflussreiche Erdgeschichtler Leopold von Buch aus Berlin oder der Berner Geologieprofessor Bernhard Studer (1794–1887). In den 1830 in Lausanne veröffentlichten *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* wird über Venetz Vortrag berichtet: «Herr Venetz liest eine Denkschrift über die Ausdehnung, die, wie er glaubt, die Gletscher früher gehabt haben, und ihren Rückzug in ihre heutigen Grenzen. Er erklärt die Mengen alpiner Gesteine, die an verschiedenen Stellen in den Alpen und im Jura zerstreut sind, ebenso wie in verschiedenen Gegenden Nordeuropas,⁹⁵ durch die Existenz ungeheurer Gletscher, die seit her verschwunden sind, wobei diese Blöcke den Moränen angehörten. Er stützt

92 *Karlheinz Kaiser* (Anm. 80), S. 100; *Tobias Krüger*, *Die Entdeckung der Eiszeiten. Internationale Rezeption und Konsequenzen für das Verständnis der Klimageschichte*, Basel 2008, S. 134–145.

93 «[...] que ses observations le portaient à croire que, non seulement la vallée d'Entremonts, mais que tout le Valais avait été jadis occupée par un glacier, qui s'était étendu jusques au Jura et qui avait été la cause du transport des débris erratiques» (*Jean de Charpentier* [Anm. 55], S. 243).

94 «[...] réellement folle et extravagante» (ebd.).

95 Sempers Aussage, die erste Anwendung der Glazialidee auf Nordeutschland «rührt wohl doch eher von Agassiz her» (*Max Semper*, *Die geologischen Studien Goethes*, Leipzig 1914, S. 340, Fussnote 221) ist nicht zutreffend. Ohne die Norddeutsche Tiefebene direkt zu nennen, überlegte Venetz bereits 1829, ob sich die Gletschertheorie nicht auf Nordeuropa anwenden liesse. Ebenso ist Zittels Aussage, der schwedische Geologe Otto Torell habe «zuerst die Idee eines über die norddeutsche Ebene ausgedehnten Inlandeises» geäussert, falsch (*Karl Alfred von Zittel* [Anm. 10], S. 718).

diese Hypothese durch Aufzählung mehrerer Tatsachen, die er in der Umgebung der Gletscher der Walliser Alpen beobachtet hat».⁹⁶ In seinem Vortrag formulierte Venetz erstmals eine Vergletscherungstheorie für den Alpenraum. Zugleich nahm er darin die Theorie der Inlandvereisung Norddeutschlands vorweg, welche der Berner Geologe Adolph von Morlot (1820–1867) 1844 ausarbeitete. Die Reaktionen auf Venetz' Vortrag fielen 1829 sehr kritisch aus. Von Leopold von Buch wird berichtet, dass er heftig protestierte. Auch de Charpentier war unter den Kritikern. Insgesamt nahmen die auf dem grossen St. Bernhard versammelten naturwissenschaftlichen Koryphäen den Vortrag von Venetz nicht ernst. Konnte es denn sein, dass sich solche wissenschaftliche Grössen wie Leopold von Buch, Élie de Beaumont und Alexander von Humboldt geirrt haben sollten, während ein einfacher Kantonsingenieur den tatsächlichen Sachverhalt erkannt hatte?

Die Frage, woher Venetz die Anregung für seine These bezog, muss offen bleiben. Der Wissenschaftshistoriker Heinz Balmer berichtet jedoch von einer interessanten Beobachtung, die Venetz machte. Am Fuss des Schwarzberggletschers im Walliser Saastal stiess der junge Kantonsingenieur auf einen riesigen Findling aus Serpentin. Beeindruckt von dessen Grösse vermass er ihn. Der Felsblock war 22 m lang, 18 m breit und 20 m hoch. Sein Rauminhalt betrug 8000 m³. Ältere Bewohner des Tales berichteten dem Kantonsingenieur, ihre Eltern hätten diesen, Blauenstein genannten Block noch auf dem Rücken des Schwarzberggletschers gesehen. Als im Jahre 1818 die Zunge dieses Gletschers stark vorstiess, erreichte das Eis den Felsklotz und verschob diesen.⁹⁷ Da Venetz seine spätere These einer Vergletscherung des Alpenraumes und Nordeuropas auf das Vorhandensein von Findlingen stützte, wäre zumindest denkbar, dass er dieser Beobachtung eine wichtige Anregungen für seine späteren Überlegungen verdankte.

Unterdessen schämte sich de Charpentier für seinen Freund und unternahm in der Folge den vergeblichen Versuch, Venetz von seinem vermeintlichen Irrtum abzubringen.⁹⁸ Doch es sollte anders kommen. Iganz Venetz gelang es, de Charpentier von seiner These zu überzeugen. Darauf arbeitete dieser einen Vor-

96 «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 leur limites actuelles. Il attribue les amas de blocs de roches alpines, qui sont répandus sur divers points des Alpes et de Jura, ainsi que dans plusieurs contrées du nord de l'Europe, à l'existence d'immense 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 à observé dans les Alpes du Valais, aux environs des glaciers», in: Quinzième réunion annuelle, à l'Hospice du Grand-Saint-Bernhard les 21, 22 et 23 juillet 1829, Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles, 1830, S. 31.

97 Heinz Balmer, Ignaz Venetz, in: Verhandlungen der schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft 149 (1969), S. 175–177, S. 176; Heinz Balmer, Ignaz Venetz, 1788–1859, in: Gesnerus 27 (1970), S. 138–168, S. 145.

98 Jean de Charpentier (Anm. 55), S. 244.

trag über das Thema für die Tagung der *Naturforschenden Gesellschaft* 1834 in Luzern aus. Er betitelte ihn mit *Anzeige eines der wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen des Herrn Venetz über den gegenwärtigen und früheren Zustand der Walliser Gletscher*.⁹⁹ Darin versuchte de Charpentier zu beweisen, dass der Rhonegletscher einst bis ins Schweizer Mittelland gereicht hatte.¹⁰⁰ Er nahm an, bei der Entstehung der Alpen hätten sich Klüfte in der Erdkruste geöffnet. Aus diesen sei Wasserdampf entwichen. Dies habe zu verstärkten Niederschlägen über dem entstehenden Gebirge geführt. Zugleich seien die Alpen zu jener Zeit noch undurchteilt und höher gewesen.¹⁰¹ Diese Faktoren hätten in der Folge ein monströses Gletscherwachstum verursacht. Damit ging de Charpentier nicht von einer globalen Kältephase aus. Er hielt an der damals gängigen These einer ehemals glutflüssigen, sich kontinuierlich abkühlenden Erde fest. Damit vertrat er im damaligen wissenschaftlichen Kontext eine gemässigte plutonistische Erdentstehungs- und Gebirgsbildungstheorie. Sowohl die Vereisung des Alpenraumes als auch Skandinaviens betrachtete er daher als vorübergehende, lokale Phänomene.¹⁰² Genau betrachtet vertrat de Charpentier in seinem Vortrag an der Jahresversammlung der *Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* in Luzern die These eines alpinen Supergletschers.¹⁰³

99 Ignaz Venetz, Eine Vorlesung gehalten in der allgemeinen Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft im Jahre 1834 von J. von Charpentier, mit späteren Zusätzen vom Verfasser, in: Mitteilungen aus dem Gebiete der theoretischen Erdkunde I (1836), S. 482–495; ders., Über den gegenwärtigen und früheren Zustand der Walliser Gletscher und über die erraticen Blöcke oder die Bruchstücke alpiner Felsarten, welche sich vom Rücken der Alpen bis zu den des Jura, und überhaupt in den Thälern aller hohen Gebirgsketten finden, mit Ausnahme derjenigen, welche in den Äquatorialen Gegenden gelegen sind und auf denen die Massen des ewigen Schnees sich nicht in Gletscher verwandeln können. Eine Vorlesung, gehalten in der allgemeinen Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft im Jahre 1834 von J. de Charpentier, mit späteren Zusätzen vom Verfasser, in: Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde, 1837, S. 472–477; zur Rezeption von de Charpentiers Vortrag in Grossbritannien s. Gordon L. Davies, *The Earth in Decay. A History of British Geomorphology 1578–1878*, London 1969, S. 269.

100 Ignaz Kaiser (Anm. 80), S. 222f.; Albert Heim (Anm. 15), S. 11.

101 Ebd.

102 Albrecht Penck, *Die Vergletscherung der Deutschen Alpen. Ihre Ursachen, periodische Wiederkehr und ihr Einfluss auf die Bodengestaltung*, Leipzig 1882, S. 6f.; Lothar Eiszmanns These de Charpentier habe «die Venetzsche (Alpen-)Vereisungstheorie auf die ganze nördliche Hemisphäre» übertragen ist mit Vorsicht zu geniessen. Mit Sicherheit lässt sich dies nur von Agassiz sagen. Eine Rekonstruktion der Theorieentwicklung von de Charpentier ist zurzeit noch ein Forschungsdesiderat. Zu Eiszmann: Lothar Eiszmann, *Die Begründung der Inlandeistheorie für Norddeutschland durch den Schweizer Adolph von Morlot im Jahre 1844*, in: *Abhandlungen und Berichte des Naturkundlichen Museums «Mauritianum» Altenburg* 8 (1974), S. 289–318, S. 295.

103 Die Einschätzung von Peter Wick, wonach die Eiszeittheorie wesentlich von de Charpentier begründet worden sei, ist somit nicht zutreffend. Peter Wick, Vorwort, in: *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern, Sonderband Eiszeitforschung* 29 (1987), S. 7–8, S. 8.

Nichtsdestoweniger war es der naturwissenschaftlich gebildete de Charpentier, der Venetz' Erkenntnisse aufgriff und zu einer begründeten Theorie ausbaute. Allerdings systematisierte und verknüpfte der Salinendirektor nicht nur zahlreiche Beobachtungen. Doch domestizierte er mit seiner Ausarbeitung zugleich die ursprünglichen Gedanken seines Freundes. Denn Venetz hatte das Vergletscherungsphänomen nicht auf den Alpenraum beschränkt und die Findlinge der Norddeutschen Tiefebene auf eine vermutlich von Skandinavien ausgehende Vergletscherung zurückgeführt. Die Diskussion möglicher astronomischer Ursachen einer klimatischen Abkühlung zeigen, dass Venetz eine weltweite Kaltzeit schon in seiner Abhandlung zumindest angedacht hatte.¹⁰⁴ Dagegen stand für den akademisch gebildeten Geologen de Charpentier fest, dass das Klima der Erde früher wärmer gewesen war, was für ihn eine erdgeschichtliche Epoche mit einem weltweit kälteren Klima ausschloss. Somit konnte er sich eine ausgedehnte Vergletscherung zu diesem Zeitpunkt nur als räumlich begrenztes und vorübergehendes Phänomen denken. In seinen Ausführungen der, wie er respektvoll schrieb, Venetzchen Hypothese übergang de Charpentier taktvoll die vermeintlich übertriebenen und irrigten Ausführungen des Kantonsingenieurs, der nie eine richtige Hochschule besucht hatte. Trotz ihrer systematischen Ausarbeitung waren de Charpentiers Überlegungen mit ihrer regionalen Beschränkung gegenüber jenen von Venetz eher ein Rückschritt.

Zwischenzeitlich hatten weitere Forscher ähnliche Thesen wie Venetz und de Charpentier entwickelt. Bereits 1824 hatte der dänisch-norwegische Geologe Jens Esmark eine erste Eiszeittheorie publiziert. Durch Veränderungen der Erdbahn war es seiner Auffassung nach zu einer Abfolge von Kaltzeiten gekommen. Diese hätten jeweils zu einem massiven Gletscherwachstum geführt. Dabei stützte sich Esmark auf seine Untersuchungen in Norwegen und Dänemark. Seine Theorie erschien in norwegischen, schwedischen, britischen und deutschen Zeitschriften. Vereinzelt griffen zeitgenössische Gelehrte diese auf.

Unter ihnen befand sich auch Albrecht Reinhard Bernhardi (1797–1849). Gerade zum Professor an der Forstakademie im thüringischen Dreissigacker berufen, knüpfte er 1832 an die Theorie Esmarks an. Diese war 1827 in deutscher Sprache im angesehenen *Taschenbuch für Mineralogie* veröffentlicht worden.¹⁰⁵ Ähnlich Esmark war Bernhardi kein Katastrophist. Stattdessen vertrat er eine gradualistisch-aktualistische Sicht der Erdgeschichte. Das bedeutet, er ging von allmählichen Veränderungen in der Natur aus, wie sie auch heute noch beobachtbar sind. Er nahm ein ehemals deutlich kälteres Klima auf der nördlichen Hemisphäre und eine langsame nachfolgende Erwärmung an. Bernhardi vermutet ein riesiges vom

104 *Ignaz Venetz* (Anm. 88), S. 140.

105 *Jens Esmark*, Zustand der Erde in der Urzeit, *Taschenbuch für die gesamte Mineralogie mit Hinsicht auf die neuesten Entdeckungen I* (1827), S. 282–285.

Nordpol ausgehendes Eisschild. Dessen Südgrenze schien ihm mit der weitesten Verbreitung skandinavischer Findlinge zusammenzufallen. Die Alpen, die Bernhardi auf seinen Reisen zwischen 1825 und 1827 besucht hatte, bezog er ebenfalls in seine Überlegungen ein: «Auch die ewigen Firnen und Gletscher der Alpen müssten unter der obigen Voraussetzung in jenen längst verflossenen Zeiten eine weit grössere Ausdehnung besitzen, viel weiter in die Thäler herabreichen und manche, von ewigem Eis jetzt freie Thäler ganz ausfüllen».¹⁰⁶ Auf diese Weise wäre es erklärbar, dass Felsbruchstücke der Hochalpen durch die Gletscher an ihre jetzigen Fundorte gelangt seien, selbst wenn sie von ihren ursprünglichen Lagerstätten oft durch tiefe Täler und teilweise sogar Seen getrennt seien. Sollte sich diese Annahme nach genauer Prüfung als zulässig erweisen, meinte Bernhardi, könnte sie auch «bei dem rätselhaften Vorkommen ähnlicher Felsbruchstücke in anderen Gegenden z. B. dem Juragebirge» Anwendung finden.¹⁰⁷

Unabhängig von Bernhardi und de Charpentier hatte in jenen Jahren der badiisch-bayerische Botaniker Karl Friedrich Schimper (1803–1867) begonnen, sich mit dem Findlingsphänomen zu befassen. Seit Herbst 1827 lebte Schimper in München.¹⁰⁸ Während der folgenden Jahre unternahm er verschiedentlich Exkursionen ins Umland. Dabei erregten die seinerzeit noch recht zahlreich im Voralpenland liegenden Findlinge seine Aufmerksamkeit. Zunächst interessierten sie den jungen Botaniker wegen der auf ihnen wachsenden Flechten und Moose. Doch dann begann er sich Gedanken über die Herkunft dieser Felsbrocken zu machen. Da Wasser deren Kanten beim Transport abgerundet hätte, folgerte Schimper, dass sie nur durch Eis bewegt worden sein konnten. Schimper erklärte ihr Vorkommen deshalb mit einem Meer, das Bayern einst bedeckt habe. Er stellte sich vor, Eisschollen hätten sich von eisbedeckten Küstengebirgen gelöst. Ob er zu diesem Zeitpunkt an die Alpen oder die skandinavischen Gebirge dachte, lässt sich nicht mehr genau klären. Er nahm an, Blöcke des Ufergesteins seien durch Eisschollen auf das Meer hinaus getragen und dort abgesetzt worden.¹⁰⁹ Als Schüler hat-

106 *Albrecht Reinhard Bernhardi*, Über das Vorkommen der Geschiebe in den Süd-Baltischen Ländern, besonders in der Mark Brandenburg, in: *Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde III* (1832), S. 257–267, S. 259.

107 Ebd.

108 *Louis Agassiz*, Erwiderung auf Dr. Carl Schimper's Angriffe (im November 1842 privatim vertheilt), o. O. 1842, S. 3.

109 Nach Meinung von Bolles knüpfte Schimper mit diesen Überlegungen an Goethes Eiszeittheorie an, die ihm zu dieser Zeit wahrscheinlich bereits aus dessen Bildungsroman «*Wilhelm Meisters Wanderjahre*» bekannt gewesen sei (*Edmund Blair Bolles* [Anm. 1], S. 80). Doch führt Bolles keinen Beleg hierfür an. Auch erscheint diese Annahme angesichts des späteren Prioritätenstreits nicht schlüssig. Wenn Schimper gewusst hätte, dass Goethe ganz ähnliche Gedanken formuliert hatte, weshalb hätte er einen langwierigen und hässlichen Streit mit Agassiz um die Entdeckung der Eiszeit führen sollen?

te Schimper in seiner Vaterstadt Mannheim am Zusammenfluss von Rhein und Neckar das Treibeis beobachtet. Bei diesen Gelegenheiten hatte er gesehen, dass es Geschiebe und allerlei Gesteinsbrocken mit sich führte.¹¹⁰ Schimper kombinierte diese Gedanken mit der Vorstellung eines Wechsels von Belebungs- und Verödungsphasen im Laufe der Erdgeschichte. 1833 trug er im Bekanntenkreis erstmals seine Eisverbreitungslehre vor.¹¹¹ Den Sommer 1835 nutzte Schimper um in den bayrischen Alpen erratische Blöcke zu untersuchen. Er soll dabei zu dem Schluss gelangt sein, dass sie von einem Gletscher dorthin gebracht worden seien. Allerdings sah er dessen Ursprung nicht in den Alpen, sondern im hohen Norden.¹¹² Charakteristisch für Schimpers Anschauungen war die enge Verzahnung geologischer Vorgänge mit der Entwicklung des Lebens auf der Erde. Darin zeigt sich sein an der Naturphilosophie der Romantik orientierter Denkansatz, jedes Einzelne in den Zusammenhang des Ganzen und umgekehrt zu stellen, wie dies auch in anderen seiner Abhandlungen erkennbar wird.¹¹³

Der Aktualist Bernhardt, der Katastrophist de Charpentier und der an der romantischen Naturphilosophie ausgerichtete Schimper präsentierten in der ersten Hälfte der 1830er-Jahre drei Theorien zur Erklärung des Findlingsphänomens in den Alpen, die in ihren Grundannahmen deutlich voneinander abwichen. Dennoch sollte die spätere Synthese dieser Ansätze für die Glazialgeologie im Alpenraum entscheidend werden.

Im Frühsommer 1836 hielt die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft ihre Jahresversammlung in Solothurn ab. Sie war vom Solothurner Kantonsschulprofessor Franz Joseph Hugi (1796–1855) organisiert worden, der durch seine Aktivitäten als Gletscherforscher eine gewisse Berühmtheit erlangt hatte. An dieser Versammlung nahmen Jean de Charpentier, Karl Friedrich Schimper und der charismatische Paläontologe Louis Agassiz teil. De Charpentier nutzte die Gelegenheit, um Agassiz einzuladen, die Sommermonate bei ihm in Les Devens bei Bex im Kanton Waadt zu verbringen. Tatsächlich folgte Agassiz, der eine Professur an der Akademie in Neuenburg hatte, während der vorlesungsfreien Zeit mit seiner Familie dieser Einladung. Der Salinendirektor hatte ihn schon 1833 eingeladen und Agassiz von den fossilen Fischen und plutonischen Hebungerscheinungen in

110 Willi Schäfer (Hrsg.), Karl Friedrich Schimper. Geschichte und Gedichte eines Naturforschers, Schwetzingen 2003, S. 25; Otto Volger, Leben und Leistung des Naturforschers Karl Schimper, Vortrag zur 62. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte zu Heidelberg am 18. des Herbstmonats 1889, Heidelberg 1889, S. 8 und 36.

111 Otto Volger (Anm. 110), S. 37.

112 Edmund Blair Bolles (Anm. 1), S. 78; Frank F. Cunningham (Anm. 31), S. 48; Otto Volger (Anm. 110), S. 36.

113 Siehe zu diesem Aspekt: Edmond Grin, Der Schellingianer Karl-Friedrich Schimper. Ein verkannter deutscher Gelehrter im XIXten Jahrhundert, und sein Einfluss auf den Lausanner Philosophen Charles Secrétan, in: Philosophisches Jahrbuch 66 (1958), S. 305–317, S. 308.

der Nähe seines Wohnortes berichtet.¹¹⁴ Unweit von de Charpentiers Villa lag die ehemalige Abtei von Salaz. Das geräumige Gebäude bot genug Zimmer für Agassiz mit Frau und Söhnchen. Täglich verkehrten sie mit de Charpentier, der als Witwer mit seiner Schwester und seiner Tochter Ernestine lebte. Agassiz' Frau Cécile und Caroline de Charpentier stammten beide aus Deutschland, waren für die damalige Zeit ungewöhnlich gebildet und verstanden sich gut.¹¹⁵ Solche Einladungen sprach de Charpentier regelmässig aus; seine Villa war ein Treffpunkt namhafter Naturforscher. Der Salinendirektor zeigte seinem Gast während dieser Zeit zahlreiche Spuren einer früheren Vergletscherung des Rhonetales. Auch Ignaz Venetz stattete de Charpentier während dieser Monate einen Besuch ab. Schliesslich lud Agassiz seinen Studienfreund Schimper ein, ebenfalls nach Bex zu kommen.¹¹⁶ Während seines Aufenthaltes in Devens soll sich Agassiz vorrangig mit Fossilien befasst haben. Er war aber häufig bei den Gesprächen über Gletscherfragen zwischen de Charpentier und dem mittlerweile eingetroffenen Schimper anwesend. In Begleitung seines Schwagers Charles-Marc Francillon (1811–1888), einem Kaufmann aus Lausanne, unternahm er mit den beiden einen Ausflug zum Col de Balme, wo sie den *Trientgletscher* aufsuchten. Auf diesem erläuterte Schimper seine Ansichten zur Beschaffenheit von Schnee und Eis.¹¹⁷ Zusammen mit de Charpentier besuchte Schimper das Val de Ferret, wo sie auf zahlreiche Spuren einer früheren Vergletscherung stiessen. De Charpentier zeigte und diskutierte mit seinen Besuchern bei diesen Gelegenheiten die Schlift- und Moränen Spuren der einstigen Vergletscherung.¹¹⁸ Schimper berichtete dem Waadtländer Salinendirektor seinerseits von seinen Beobachtungen im Alpenvorland und im Schwarzwald.¹¹⁹ Am 1. November reiste Louis Agassiz wieder nach Neuenburg, um seinen Lehrverpflichtungen als Professor an der wenige Jahre zuvor gegründeten Neuenburger Akademie nachzukommen.¹²⁰ Im Monat nach seiner Rückkehr unternahm Agassiz verschiedene Exkursionen in den Jura.¹²¹ Im Dezember verliess auch Schimper Devens und reiste über Vevey und Lausanne nach Neuenburg. Dort kam er am 16. Dezember 1836 an und verbrachte den Winter als Gast im Haus von Agassiz.¹²² Schimper unternahm nun verschiedene Exkursionen in den umgeben-

114 *Elisabeth Cary Agassiz*, Louis Agassiz's Leben und Briefwechsel. Autorisierte deutsche Ausgabe von C[äcilie] Mettenius, Berlin 1886, S. 133.

115 *Heinz Balmer*, Louis Agassiz, 1807–1873, in: *Gesnerus* 31 (1974), S. 1–18, S. 11.

116 *Louis Agassiz* (Anm. 108), S. 3; *Susanne Bährle*, Karl Friedrich Schimper – Der Geologe und die Eiszeitforschung, in: *Willi Schäfer* (Anm. 110), S. 149; *Edmund Blair Bolles* (Anm. 1), S. 62f., 68.

117 *Otto Volger* (Anm. 110), S. 38.

118 *Ebd.*, S. 39.

119 *Susanne Bährle* (Anm. 116), S. 149 und *Willi Schäfer* (Anm. 110), S. 26.

120 *Edmund Blair Bolles* (Anm. 1), S. 69.

121 *Louis Agassiz* (Anm. 108), S. 3.

122 *Otto Volger* (Anm. 110), S. 39.

den Jura. Unter anderem studierte er dort die berühmten Gletscherschliffe von Le Landeron.¹²³ In den Nächten des Winters 1836/37 führten die beiden ehemaligen Studienfreunde lange Gespräche über ihre Beobachtungen.¹²⁴ Schimper liess sich Aufzeichnungen seiner früheren Vorträge aus München nachsenden. Diese trafen im Laufe des Januars 1837 ein.¹²⁵ Während der gemeinsamen Diskussionen arbeiten sie ihre Eiszeittheorie aus. Die beiden Forscher mit ihrem unterschiedlichen Naturell und ihren andersartigen Fähigkeiten ergänzten sich recht gut. Agassiz war nach allem, was über ihn bekannt ist, ein sehr faktenlastiger Geist. Er schlug nur selten eine gedankliche Brücke. Seine Theoriebildung wurde gehemmt von dem Unwillen, Schlussfolgerungen zu ziehen, die den Fakten nur ein wenig voraus waren.¹²⁶ Schimper kann dagegen eher als Theoretiker und Generalist bezeichnet werden. Zwar war er ein begeisterter Forscher, doch wenn er einmal zu einer Einsicht gelangt war, verspürte er meist keine Neigung, diese detailliert auszuarbeiten oder schriftlich genauer zu formulieren. Deshalb publizierte Schimper nur wenige wissenschaftliche Arbeiten. Allein wäre er wahrscheinlich nie auf den Gedanken gekommen, sich mit den Einzelheiten der Eisbewegung, des Klimas und der Geländeformationen zu befassen. Als Gespann zeichneten sich die beiden Wissenschaftler jedoch durch ihren Respekt vor Fakten und ihre Fähigkeit zum Generalisieren aus. Die Eiszeittheorie erweist sich bei genauerer Analyse als das Ergebnis einer grossen Synthese von Agassiz und Schimper. In diese gingen wohl Anregungen verschiedener zeitgenössischer Forscher ein. Im Falle von Vernetz und de Charpentier ist dieser Zusammenhang klar. Daneben sprechen verschiedene Indizien dafür, dass zumindest Agassiz auch die Theorie Bernhardis kannte. Die gemeinsam entwickelte, neue Theorie bot den theologischen und philosophischen Grundannahmen von Schimper und Agassiz Anknüpfungspunkte: Beide waren mit der idealistischen Naturphilosophie in Berührung gekommen, als sie in München beim späteren Gründungsrektor der Universität Zürich, Lorenz Oken (1779–1851), studierten.¹²⁷ Soweit sich dies rekonstruieren lässt, vertrat Schimper in Anlehnung an Oken und den Philosophen Friedrich Wilhelm Schelling (1775–1854) die Auffassung, der Natur wohne eine Kraft der Selbstorganisation inne. Ausgehend vom fast noch Zufälligen, dem Mineralischen, sei die Natur so zum Organischen gelangt, dann weiter zu den höheren Tieren und schliesslich zum Menschen, in welchem sie die Fähigkeit der Vernunft erreicht habe. Deshalb sei der Mensch das Ziel der Natur. In den Zeiten der Verödung, mit denen Schimper nun offenbar die Eiszeit identifizierte, erblickte er eine Art Motor dieser Ent-

123 *Susanne Bährle* (Anm. 116), S. 149.

124 *Edmund Blair Bolles* (Anm. 1), S. 81.

125 *Otto Volger* (Anm. 110), S. 39.

126 *Edmund Blair Bolles* (Anm. 1), S. 79.

127 *Edward Lurie*, *Louis Agassiz: A Life in Science*, Baltimore 1988, S. 51.

wicklung. Er glaubte, sie habe alte unvollkommenere Lebensformen ausgelöscht und so Raum für neuere, idealere Lebensformen geschaffen.

Agassiz soll die idealistische Naturphilosophie nach Einschätzung seines Biographen Edward Lurie zu abstrakt und mystisch gewesen sein.¹²⁸ In der Tradition bisheriger naturphilosophischer Überlegungen sah er in einem Eiszeitalter vielmehr einen Beweis der «providentia dei», der Vorhersehung Gottes, und dessen Plan, den Menschen nach seinem Bilde zu schaffen. Zudem schien eine Eiszeit die Ansichten von Agassiz' akademischem Lehrer Georges Cuvier (1769–1832) zu bestätigen. Dieser vertrat die Theorie einer phasenweisen Entwicklung der Naturgeschichte. Die einzelnen Phasen seien, so überlegte Cuvier, nicht nur qualitativ voneinander verschieden, sondern durch Katastrophen voneinander getrennt. Agassiz war das Konzept einer Eiszeit umso willkommener, als er meinte, damit den französischen Zoologen Jean Baptiste Lamarck (1744–1829) widerlegen zu können.¹²⁹ Dieser glaubte, dass fortwährend primitive Einzeller neu entstünden. Diese entwickelten sich dann im Laufe unendlich langer Zeiträume unter günstigen Umweltbedingungen weiter. Dies gehe so vonstatten, dass Lebewesen erworbene Eigenschaften an ihre Nachkommen weitervererbten. Dabei lasse sich eine allgemeine Tendenz zu immer grösserer Perfektion feststellen. Lamarck lehnte die Vorstellung ab, dass Arten aussterben könnten. Wenn diese verschwänden, dann deshalb, weil sie ihre Erscheinung geändert und sich anderen Umweltbedingungen angepasst hätten. Dem christlich erzogenen Agassiz dürfte speziell der Gedanke einer andauernden Urzeugung neuer Lebewesen missfallen haben. Denn damit wäre die Einmaligkeit von Gottes gegenwärtiger Schöpfung in Frage gestellt worden. Die Vorstellung, dass sich eine Art in eine andere wandeln konnte, dürfte für Agassiz zudem im Widerstreit mit der Aussage der Bibel gestanden haben, wonach Gott jedes Lebewesen «nach seiner Art» geschaffen habe.¹³⁰ Wenn dagegen eine Kaltzeit alles Leben auf Erden vernichtet haben sollte, wie Agassiz vermutete, wären heutige Arten nicht Nachfahren solcher, die vor der Eiszeit gelebt hatten. Diese mutmasslichen biologischen Konsequenzen der Eiszeit waren für ihn, während all der Jahre, in denen er sie zunächst im Alpenraum und später auf den Britischen Inseln und in Nordamerika erforschte, der eigentliche Zweck seiner Untersuchungen.¹³¹

Nachdem Schimper weitere zwei Monate bei de Charpentier in Devens verbracht hatte, verliess er im Mai 1837 die Schweiz.¹³² Ende Juli fand die Jahresversammlung der *Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* in Neuenburg

128 Näheres: ebd., S. 50–61.

129 Edmund Blair Bolles (Anm. 1), S. 80f.

130 Die Bibel. Nach der Übersetzung Martin Luthers, Stuttgart 1991, Genesis 1, 11–12 und 21, 24–25.

131 Frank F. Cunningham (Anm. 31), S. 48.

132 Otto Volger (Anm. 110), S. 42 und 50; Willi Schäfer (Anm. 110), S. 26.

statt. In diesem Jahr war Agassiz deren Präsident. Die meisten Teilnehmer erwarteten, er werde einen Vortrag über sein Spezialgebiet, versteinerte Fische, halten. Doch der Präsident überraschte sie. Die Nacht vor der Tagung hatte er damit verbracht, ein Referat über Gletscher und die neue Eiszeittheorie vorzubereiten. Dieses lässt sich grob in drei Abschnitte gliedern: Er erklärte, jene Gletscher, die man heute in der Schweiz sehe, seien einst erheblich grösser gewesen. Agassiz räumte unumwunden ein, dass er hier an Erkenntnisse von Venetz und de Charpentier anknüpfe. Dann berichtete Agassiz von seinen Beobachtungen im Jura, aus denen er ableitete, dass jenes Gebirge ebenfalls von Eis bedeckt gewesen sei. Schliesslich ging er noch einen Schritt weiter und stellte die These auf, Europa wäre vom Nordpol her bis zum Mittelmeer von riesigen Gletschern bedeckt gewesen. In Nordamerika und Asien sei das Gleiche der Fall gewesen. Nachdem die Erde ursprünglich sehr heiss gewesen sei, habe sie sich mit jedem neuen geologischen Zeitalter ein wenig mehr abgekühlt. Während der einzelnen Epochen sei das Klima ähnlich stabil wie in der Gegenwart gewesen.¹³³ Jedes Zeitalter sei jedoch durch einen Temperatursturz beendet worden, der «eine eisige Kälte produziert habe».¹³⁴ Hinterher habe sich der Planet wieder erwärmt, ohne aber die Temperatur der vorangehenden Epoche zu erreichen. Von dieser wilden Hypothese war selbst Jean de Charpentier schockiert. Die Reaktionen des übrigen Publikums reichten von Gelächter bis Empörung. Der damals unter Geologen als Berühmtheit geltende Leopold von Buch soll auf Latein sarkastisch ausgerufen haben: «O Heiliger de Saussure, bitte für uns!»¹³⁵ Doch Agassiz liess sich nicht beirren und schilderte in blumigen Worten, die an Schimper erinnerten, den plötzlichen Beginn der Eiszeit: «Eine klirrende Kälte» habe sich ausgebreitet. Er fuhr in seiner Beschreibung fort: «Ein sibirischer Winter legte sich über die Welt, die bis dahin mit üppiger Vegetation gesegnet und von grossen Säugetieren bevölkert gewesen war, [...]. Der Tod breitete ein Leichentuch über die gesamte Natur».¹³⁶ Das Publikum verlor angesichts des vermeintlichen Blödsinns die Geduld und im Saal wurde es laut. Im weiteren Verlauf der Sitzung entstand durch widersprüchliche Redebeiträge eine heillose Verwirrung. Entgegen manchen abrissartigen Darstellungen, markierte Agassiz' berühmter Vortrag keineswegs den Durchbruch der Eiszeittheorie. Als er die neue Theorie im Sommer 1837 einem breiteren wissenschaftlichen Publikum

133 *Louis Agassiz*, Discours prononcé à l'ouverture des séances de la Société Helvétique des Sciences Naturelles, in: Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles 21 (1837), S. V–XXXII, S. XXIII.

134 «... produit un froid glacial» (ebd., S. XXIII).

135 «O Sancte de Saussure, ora pro nobis!» (*Albert V. Carozzi*, Agassiz's Amazing Geological Speculation, in: *the Ice Age, Studies in Romanticism* V [1966], S. 57–83, S. 66).

136 «L'hiver de la Sibérie s'était établi pour un temps sur une terre jadis couverte d'une riche végétation et peuplée de grands mammifères, [...]. La mort avait enveloppé toute la nature dans un linceul, et le froid arrivé à son plus haut degré, [...].» (*Louis Agassiz* [Anm. 133], S. XXIV).

vortrag, stiess Agassiz ähnlich wie Venetz 1829 auf harsche Kritik und Ablehnung. Die gemeinsam mit Karl Friedrich Schimper formulierten Überlegungen standen den etablierten Theorien zur Erd- und Klimageschichte zu sehr entgegen. Doch brachte Agassiz mit seinem aufsehenerregenden Vortrag den Gedanken einer weltweiten Eiszeit einem naturwissenschaftlich interessierten Publikum zu Gehör. In den folgenden Jahren erschienen in deutschen, amerikanischen und Schweizer Zeitschriften Zusammenfassungen des Vortrages.¹³⁷

5 Die Folgen einer Entdeckung

Die Ablehnung der Eiszeittheorie veranlasste Agassiz die spekulativen Elemente der Eiszeittheorie nicht mehr offensiv zu vertreten. Zugleich versuchte er, die kühn dahingeworfene Theorie stärker durch Belege zu untermauern.¹³⁸ In den folgenden Jahren unternahm er im Alpenraum ausgedehnte Feldforschungen. Den Sommer 1838 nutzte Agassiz für eine längere Exkursion ins Berner Oberland. Dabei identifizierte er die polierten Felsflächen im Oberhasli als Gletscherschliffe.¹³⁹ Im folgenden Sommer unternahm er eine Exkursion nach Zermatt, wo er den Gornergrat und das Riffelhorn besuchte. Angesichts der dortigen geologischen Befunde gelang es ihm, seinen Begleiter, den Berner Geologieprofessor Bernhard Studer, von der Realität einer einstigen Glazialzeit zu überzeugen.¹⁴⁰ Im Sommer 1840 richtete Agassiz mit seinen Assistenten auf dem Unteraargletscher eine improvisierte Forschungsstation ein. Dabei nutzten sie zuerst eine Hütte, die der Solothurner Gletscherforscher Hugi dort errichtet hatte. Später richteten sie unter einem Felsblock auf der Mittelmoräne eine scherzhaft als *Hôtel des Neuchâtelois* bezeichnete Unterkunft ein. Sie diente Agassiz und seinen Mitarbeitern zumeist während der Sommermonate bis 1844 als Unterkunft bei ihren gletscherkundlichen Untersuchungen. Agassiz hoffte durch seine Untersuchungen Belege zu finden, um die Eiszeittheorie zu stützen. Von 1845 bis 1863 führte der Mühlhauser Fabrikant Daniel Dollfus-Ausset (1797–1870) die von Agassiz begonnenen Messreihen weiter.¹⁴¹

137 Ebd., S. V–XXXII; *Bernhard Studer*, Über die neueren Erklärungen des Phänomens erraticer Blöcke, in: *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefactenkunde*, 1838, S. 278–287; *Bernhard Studer*, On the Recent Explanation of the Phenomenon of Erratic Blocks, in: *American Journal of Science and Arts* XXXVI (1839), S. 325–332.

138 *Tobias Krüger* (Anm. 92), S. 232–234.

139 *Heinz Balmer* (Anm. 115), S. 12.

140 *Jean-Paul Schaer*, Agassiz et les glaciers. Sa conduite de la recherche et ses mérites, in: *Eclogae Geologicae Helvetiae* 93 (2000), S. 221–256, S. 239f.; *Heinz Balmer* (Anm. 115), S. 12.

141 Dass die «systematische, insbesondere experimentelle und messende Gletscherbeobachtung» erst ab 1871 mit den Arbeiten des österreichischen Geographen Friedrich Simony (1813–1896)

In der Schweiz wurde die Eiszeittheorie nach dem aufsehenerregenden Vortrag Agassiz' noch einige Jahre angezweifelt. So finden sich in den *Verhandlungen* der geologischen Kommission der *Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* von 1842 unterschiedliche Auffassungen zum Transport erratischer Blöcke protokolliert. Der Luzerner Arzt und Historiker Hermann von Liebenau (1818–1871) vertrat die These, das Schweizer Mittelland sei einst von einem Gewässer bedeckt gewesen. Dieses habe von den Alpen bis an den Jura gereicht. Darauf treibende Eisschollen hätten Findlinge aus alpinem Gestein verbreitet. Doch zeigt diese Äusserung, dass zu diesem Zeitpunkt bereits Einigkeit darin bestand, dass Findlinge von Eis transportiert worden sein mussten.¹⁴² Auch der Gletscherforscher Franz Joseph Hugi konnte sich für die von Agassiz propagierte Eiszeittheorie nicht erwärmen und kritisierte sie. In einem Buch über Gletscher und erratische Blöcke führte er 1843 – nach seiner Sicht – Beweise für wiederholte Fluten und eine Verdriftung erratischen Materials durch Eisschollen an.¹⁴³ Das Erscheinen von Bernhard Studers zweibändigem *Lehrbuch der physikalischen Geographie und Geologie* zwischen 1844 und 1847 dürfte den Durchbruch der Eiszeittheorie für die Schweiz markieren. Der Berner Geologe betonte in seinem zweibändigen Werk ganz im Sinne der These des amerikanischen Physikers und Wissenschaftstheoretikers Gregory N. Derry den hohen Erklärungswert der neuen Theorie.¹⁴⁴ Dabei ging Studer auch auf die klimatischen Implikationen der Glazialtheorie ein und gelangte zu der Feststellung: «Eine so grosse Verbreitung der Gletscher und ihr Vorkommen auf Gebirgen, die jetzt nicht einmal immerwährenden Schnee tra-

am Dachsteingletscher begonnen habe, wie Kaiser meint, ist nicht zutreffend, s. *Karlheinz Kaiser* (Anm. 43), S. 13. Zu der von Agassiz angestossenen Gletscherforschung, s. *Wilfried Haeblerli* et al. (Anm. 83), S. 84; *Heinz Balmer* (Anm. 115), S. 13–15; *Daniel Dolfuss-Ausset*, *Matériaux pour l'étude des Glaciers*, Paris 1864–1873; *Louis Agassiz*, *Nouvelles études et expériences sur les glaciers actuels, leur structure, leur progression et leur action physique sur le sol*, Paris 1847.

142 *Emanuel Maurer*, «Im Interesse der Wissenschaft und zur Ehre des Landes». Der Schutz der Findlinge in der Schweiz – vom Anliegen der Naturforscher bis zur staatlichen Angelegenheit 1800–1945, Lizentiatsarbeit, Historisches Institut, Universität Bern, 2004, S. 9; Bericht der Jahresversammlung. Geologische Kommission, in: *Verhandlungen der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft*, 1842, S. 49.

143 *Franz Joseph Hugi*, *Die Gletscher und die erratischen Blöcke*, Solothurn 1843. Angaben nach: *Eugen Seibold* et al. (Anm. 7), S. 433; *Anna-Elisabeth Vögele*, *Die Anfänge der Gletscherforschung und der Glazialtheorie*, in: *Eiszeitforschung*, (=Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern, Sonderband 29) Luzern 1987, S. 11–50, S. 41.

144 *Bernhard Studer*, *Lehrbuch der physikalischen Geographie und Geologie*, Bern 1844–1847, S. 310–311; *Gregory N. Derry*, *Wie Wissenschaft entsteht. Ein Blick hinter die Kulissen*, Darmstadt 2001, S. 253f.

gen, setzt aber offenbar eine bedeutende und Jahrhunderte anhaltende Depression der Temperatur, eine wirkliche Eiszeit voraus, [...]».¹⁴⁵

Auch ausserhalb der Schweiz überwog noch lange der Zweifel. In Bayern stand selbst Franz von Paula Gruithuisen der Eiszeittheorie, in der von Schimper und Agassiz formulierten Form, skeptisch gegenüber. Entsprechend kritisch fiel 1839 sein Bericht darüber aus. Er lehnte die Vorstellung, dass Gletscher sich eigenständig bewegen, ab. Stattdessen neigte er der Drifttheorie zu, wohl nicht zuletzt, da diese seiner eigenen Auffassung am nächsten kam. Gestützt auf richtige, jedoch von falschen Prämissen ausgehenden trigonometrischen Berechnungen, glaubte er 1842 die Unmöglichkeit des Abgleitens von Felstrümmern auf einem von Skandinavien ausgehenden Eisschild belegen zu können.¹⁴⁶

In den österreichischen Alpen dürfte der Berner Geologe Adolph von Morlot als erster Spuren der Eiszeiten untersucht haben. Von Morlot arbeitete Mitte der 1840er-Jahre als kartierender Feldgeologe für den *Geognostischen-Montanischen Verein für Innerösterreich und das Land ob der Enns*. Unter anderem berechnete er anhand der Spuren des eiszeitlichen Inn-gletschers dessen Mächtigkeit. Später kehrte er in die Schweiz zurück und wurde 1851 Professor an der neu gegründeten Universität Lausanne.¹⁴⁷ Grosse Aufnahme scheinen seine Untersuchungen zunächst nicht gefunden zu haben. Noch 1857 liess ein Friedrich Schönamnsgruber «2000–3000 Fuss hohe Wassermassen durch das Inntal ins Vorland schiessen», um die dortigen erratischen Erscheinungen zu erklären.¹⁴⁸

In Frankreich fand die Eiszeittheorie Ende der 1830er-Jahre einige Anhänger. Unter ihnen befand sich C. Renoir, Mathematik- und Physiklehrer am Gymnasium in Belfort. Kurz vor Weihnachten 1840 präsentierte Renoir die Ergebnisse einer neuen Studie der *Société Géologique*.¹⁴⁹ Wie schon im vorangehenden Jahr, als er die Berner und Walliser Alpen besuchte, hatte er die Sommermonate für geologische Erkundungen genutzt. Diesmal hatte er die Alpen der Dauphiné bereist. Er gelangte zu dem Schluss, dass auch dieser Teil der Alpen einst grossräumig vergletschert gewesen sein müsse. Der Kanonikus Louis Rendu (1789–1859) veröffentlichte 1841 in den *Mémoires de la Société Royale Académique de Savoie*

145 Bernhard Studer (Anm. 144), S. 310 (im Original Hervorhebung des Wortes Eiszeit durch Sperrung).

146 Siegmund Günther, Kosmo- und geophysikalische Anschauungen eines vergessenen bayerischen Gelehrten (Franz von Paula Gruithuisen, 1774–1852), München 1914, S. 19f.

147 Lothar Eismann (Anm. 102), S. 291–293.

148 Albrecht Penck (Anm. 102), S. 29, hier zit. nach Eugen Seibold (Anm. 7), S. 434.

149 C. Renoir, Sur les traces des anciens glaciers, qui ont comblé les vallées des Alpes du Dauphiné, et sur celles de même nature qui paraissent resulter de quelques unes des observations faites par M. Robert dans la Russie septentrionale, in: Bulletin de la Société géologique de France 12 (1840), S. 68–85; Robert ist wahrscheinlich Édouard Robert (1792–1881), Indiennefabrikant aus Thann im südlichen Elsass, der ebenfalls der Société Géologique de France angehörte.

eine Abhandlung, in der er sich mit den Bewegungsmöglichkeiten von Gletschereis auseinandersetzte.¹⁵⁰ Der spätere Bischof von Annecy gelangte dabei zu der Erkenntnis, dass Gletschereis plastisch sei. Diese Einsicht hatte zwar schon der Genfer Arzt und Politiker André-César Bordier (1746–1802) im Jahre 1773 publiziert, doch war sie zwischenzeitlich wieder in Vergessenheit geraten.¹⁵¹ Mit dieser Eigenschaft konnte Rendu sowohl die Anpassung von Gletschern an ihren Untergrund, wie deren mit Flüssen vergleichbare, im Querschnitt unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten erklären. Während der 1840er und 1850er-Jahre leistete besonders der Arzt und Botaniker Charles-Frédéric Martins (1806–1889) für die Erforschung der eiszeitlichen Vergletscherung des Alpenraumes wichtige Grundlagenarbeit. Im Frühsommer 1842 besuchte er das Vorder- und Hinterrheintal im Kanton Graubünden. Dabei erkannte er erstmals die Bedeutung fluvioglazialer Ablagerungen. Vierzig Jahre später griff Albrecht Penck diesen Faden wieder auf und versuchte, ihn als Schlüssel für die Gliederung der Eiszeit im Alpenvorland zu nutzen.¹⁵² Im gleichen Aufsatz führte Martins den Begriff Grundmoräne ein. Diese definierte er in einer Fussnote als «jene Anhäufung von Schotter und Blöcken auf denen der Gletscher liegt».¹⁵³ Das Konzept der Grundmoräne sollte in den späteren Debatten um die glazialzeitliche Vergletscherung in und ausserhalb des Alpenraumes Bedeutung erlangen. 1847 publizierte er eine weitere Abhandlung, in der er die Frage aufwarf, ob die «Gletscher der Schweiz und Savoyens stets auf ihre gegenwärtigen Grenzen beschränkt gewesen» seien oder ob «sie sich ehemals in den grossen, die Alpenkette umgebenden, Ebenen ausgebreitet» hätten.¹⁵⁴ Martins Absicht ist nach eigenem Bekunden, «die Thatsachen darzulegen, auf die sich die Verfechter der einstigen Ausdehnung der Gletscher stützen».¹⁵⁵ Diesen innovativen Beiträgen stand jedoch in Frankreich der zähe, hinhaltende, wenn auch zunehmend passive Widerstand aus dem Umfeld der *Ecole des Mines* entgegen. Deren Leiter Elie de Beaumont verteidigte, unterstützt von einigen seiner Schüler, bis in die 1870er-Jahre seine Gebirgs- und Schlammluttheorie. Allerdings war er flexibel genug, sein Gedankegebäude immer wieder zu modifizieren

150 *Louis Rendu*, *Théorie des Glaciers de la Savoie*, in: *Mémoire de la Société Royale Académique de Savoie* 10 (1841), S. 39–159.

151 *André-César Bordier*, *Voyage pittoresque aux glaciers de Savoie fait en 1772*, Genève 1773.

152 *Raimund von Klebelsberg*, *Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie*, Wien 1948, S. 304.

153 «[...] cet amas de gravier et de blocs sur lequel le glacier repose» (*Charles-Frédéric Martins*, *Sur les formations régulières du terrain de transport des vallées du Rhin Postérieur*, in: *Bulletin de la Société géologique de France* 13 [1842], S. 322–346, S. 343f.).

154 Zit. nach der deutschen Ausgabe: *Charles-Frédéric Martins*, *Von Spitzbergen zur Sahara. Stationen eines Naturforschers in Spitzbergen, Lappland, Schottland, der Schweiz, Frankreich, Italien, dem Orient, Aegypten und Algerien*, Jena 1867, S. 259f.

155 Ebd., S. 260.

und gegenüber der Eiszeittheorie kleinere Zugeständnisse, wie etwa eine geringfügig grössere Vergletscherung der Alpen, zu machen.

In Italien dürfte die Eiszeitforschung erst in den 1850er-Jahren unter dem Einfluss französischer Forscher begonnen haben. In einer gemeinsamen Publikation gelangten erstmals Charles-Frédéric Martins und Bartolomeo Gastaldi (1818–1879), Professor der Geologie an der Ingenieurschule in Turin, 1850 zum Ergebnis einer zweifachen Vergletscherung der Poebene.¹⁵⁶

Bis die eiszeitliche Vergletscherung des Alpenraumes und ihr Ausmass allgemein akzeptiert waren, sollten trotz der wegweisenden Forschungsarbeiten in den Alpenländern noch Jahre vergehen. Als etwa der britische Geologe Charles Lyell (1797–1875) 1857 Solothurn besuchte, besichtigte er in den Steinbrüchen nahe der Einsiedelei Felsflächen mit parallelen Furchen. Die Arbeiter des Steinbruchs erklärten, die Furchen stammten nach Meinung Jean de Charpentiers vom eiszeitlichen Rhonegletscher. Lyell dagegen nahm an, sie rührten von Eisbergen her. Diese seien auf einem See, der einst das Schweizer Mittelland bedeckt habe, von den Alpen an den Fuss des Jura gebirges getrieben. Dort seien sie über den Untergrund geschrammt und hätten Schutt aus Alpengestein abgeladen. Bei seinen Überlegungen ging Lyell, der einer der führenden Geologen seiner Zeit war, von der Annahme aus, nur heute beobachtbare Vorgänge als Erklärungen zuzulassen. Weiter nahm er an, geologische Prozesse wären in der Vergangenheit mit der gleichen Geschwindigkeit abgelaufen wie heute. Erst als es ihm gelang, die Eiszeittheorie aus dem katastrophistischen Rahmen zu lösen, in den sie von Forschern wie de Charpentier, Schimper und Agassiz gestellt worden war, wurde sie für ihn wenigstens in Teilen akzeptabel. 1861 räumte er ein, dass die eiszeitlichen Alpengletscher tatsächlich das Mittelland bedeckt und bis an den Jura gereicht hätten. Die Vorstellung eines weltweit kälteren Klimas in der jüngeren Erdgeschichte vermochte er Zeit seines Lebens nicht zu akzeptieren. Von ähnlichen Prämissen gingen nach 1850 neben britischen eine ganze Reihe deutscher Wissenschaftler aus. Die Erkenntnis, dass die eiszeitlichen Alpengletscher einst Oberschwaben und die bayerische Hochebene bedeckt hatten, konnte sich beispielsweise erst in den 1860er und 1870er-Jahren durchsetzen. Bis zur vollständigen Akzeptanz der Eiszeittheorie sollte es in die zweite Hälfte der 1870er-Jahre dauern. Erst dann setzte sich die Vorstellung einer Phase eines global kälteren Klimas mit einem deutlichen Anwachsen von Gletschern und Eisschilden durch.

Zusammenfassend lässt sich feststellen: Zahlreiche frühe und wegweisende Forschungsarbeiten zur Geschichte der Eiszeiten entstanden im Alpenraum. Ungeachtet vereinzelter Untersuchungen zu Gletschern im 18. und frühen 19. Jahr-

156 Charles-Frédéric Martins, Bertrand Gastaldi, *Essai sur les terrains superficiels de la vallée du Po, aux environs de Turin, comparés à ceux du bassin Helvétique*, in: *Bulletin de la Société géologique de France* 2/7 (1850), S. 554–605.

hundert, steht die Eiszeitforschung an der Wiege der systematisch betriebenen Glaziologie. Damit können die Alpen als Kinderstube der Gletscherkunde gelten.

6 Ausblick

Eine der wichtigsten Einsichten, denen die Entdeckung der Eiszeiten den Weg bereitete, war die Wandelbarkeit des Klimas. Während unter zeitgenössischen Gelehrten noch über die Faktizität der Eiszeiten, deren Ausmass und Häufigkeit gestritten wurde, machten sich andere Forscher auf die Suche nach deren Ursachen. Sie hofften die Auslöser für die Klimaveränderungen zu entdecken, welche die Eiszeiten verursacht hatten. Einige der damals gewonnenen Einsichten wirken bis in die aktuellen Debatten um einen menschengemachten Klimawandel zu Beginn des 21. Jahrhunderts fort. Einer der wichtigsten Anstösse geht auf den englisch-irischen Physiker John Tyndall (1820–1893) zurück. Tyndall unternahm im Laufe der Jahre zahlreiche Reisen in die Alpen. Dabei erklimmte er mehrfach den Mont Blanc. Auf einer anderen Tour gelang ihm 1861 die Erstbesteigung des Weisshornes (4505 m) bei Zermatt im Kanton Wallis. Später liess sich Tyndall auf der Belalp bei Naters ein Landhaus in englischem Stil erbauen, wo er regelmässig die Sommermonate verbrachte. Während seiner Hochgebirgstouren erwachte in ihm das Interesse für Meteorologie. In den späten 1850er und frühen 1860er-Jahre wurde die Frage nach möglichen Ursachen der Eiszeiten zu einem der grossen und spannenden Themen innerhalb der Geologie.¹⁵⁷ Tyndall überlegte, ob diese Kaltzeiten nicht auf meteorologische Umstände wie beispielsweise eine Veränderung in der Zusammensetzung der Atmosphäre zurückzuführen sein könnten.¹⁵⁸ Im Januar 1859 begann er eine Serie von Experimenten zum Wärmeabsorptionsverhalten verschiedener Gase.¹⁵⁹ Ende Mai konnte er erste Resultate seiner Untersuchungen der Royal Society mitteilen: Elementare Gase wie Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff erwiesen sich als beinahe transparent für Strahlungswärme. Dagegen stellte er fest, dass komplexe Moleküle wie Wasserdampf, Kohlendioxid, Ozon und sogar Parfüm die besten Absorber sind.¹⁶⁰ Diese Eigenschaft «von völlig farblosen und unsichtbaren Gasen»¹⁶¹ ist, so erkannte er, für die Erklärung meteorologischer Erscheinungen wie die nächtliche Abkühlung, die Bildung von

157 John Imbrie, Katherine Palmer Imbrie, *Die Eiszeiten: Naturgewalten verändern unsere Welt*, Düsseldorf 1981, S. 80.

158 Spencer R. Weart, *The Discovery of Global Warming*, Cambridge/Massachusetts 2003, S. 4.

159 James Rodger Fleming, *Historical Perspectives on Climate Change*, Oxford 1998, S. 68.

160 Ebd., S. 67–70. «perfectly colorless and invisible gases and vapours», zit. nach James Rodger Fleming (Anm. 159), S. 70.

161 Ebd., S. 70.

Tau und Frost und möglicherweise für Variationen des Klimas in der Vergangenheit der Erde von Bedeutung.¹⁶² Tyndall hielt aus heutiger Sicht fälschlicherweise Wasserdampf für das entscheidende Treibhausgas. Anfänglich unabhängig von seinen Ergebnissen überlegte der schwedische Chemiker und Geologe Gustav Arvid Högbom (1857–1940) zu Beginn der 1890er-Jahre, ob eine Veränderung in der Zusammensetzung der Atmosphäre die Eiszeiten ausgelöst haben könnte. Darauf machte sich der Physiker Svante Arrhenius (1859–1927) daran, ein Modell zu entwickeln, mit dem er näherungsweise den Zusammenhang zwischen der Abnahme des atmosphärischen Kohlendioxidgehaltes und einer Verringerung der globalen Temperatur aufzeigen konnte. Später erkannte Arrhenius, dass er mit dem gleichen Kalkül auch eine Zunahme der weltweiten Temperaturen bedingt durch eine erhöhte Freisetzung von CO₂ infolge menschlicher Aktivitäten beschreiben konnte. Damit hatte er von einer Fragestellung der Eiszeitforschung ausgehend das erste, wenn auch grobe, quantifizierende Modell des Treibhauseffektes entwickelt.

162 Ebd., S. 67.