

Sonderabdruck

aus der

Geographischen Zeitschrift, hrg. von A. Hettner.

II. Jahrgang. 1896.

(Druck und Verlag von B. G. Teubner in Leipzig.)

Geographische Zeitschrift. Herausgegeben von Dr. Alfred Hettner,
a. o. Professor an der Universität Leipzig. gr. 8. Jährlich 12 Monats-
hefte zu je $3\frac{1}{2}$ —4 Bogen. Preis halbjährlich 8 Mk.

Die Zeit der großen Entdeckungen im Innern der Festländer liegt hinter uns; aber zahlreiche Reisende und Forscher sind noch eifrig bestrebt, die räumlichen Lücken unserer Kenntnis von der Erdoberfläche auszufüllen und uns die Natur und die Bewohner fremder Erdteile besser kennen zu lehren. Das wissenschaftliche Verständnis der Erdnatur und ihrer Beziehungen zu der Entwicklung und dem heutigen Zustande des Menschengeschlechts macht gewaltige Fortschritte, die keineswegs nur für die Fachwissenschaft, sondern für unsere ganze Weltanschauung und auch für das praktische Leben von hoher Bedeutung sind. Der so lange verkümmerte geographische Unterricht ist durch die Fortschritte der geographischen Wissenschaft zu neuem Leben erweckt worden. Auch der Zustand der Erdoberfläche selbst, die Beschaffenheit der Pflanzen- und Tierwelt, die Zusammensetzung der Völker und Staaten, Besiedelung und Verkehr, wirtschaftliche Produktion und Handel, kurz, viele der Thatsachen, die die Eigenart der Länder bestimmen und deshalb den Gegenstand der Geographie bilden, sind in unserem Zeitalter schnelleren Veränderungen als früher unterworfen, und diese Veränderungen haben, bei der engen Verbindung aller Völker durch den hoch entwickelten Verkehr, viel größere Wichtigkeit für uns gewonnen.

Trotz der ansehnlichen Zahl geographischer Zeitschriften und Vereinsmitteilungen fehlt ein Organ, das die Fortschritte des geographischen Wissens und die Veränderungen der geographischen Zustände in übersichtlicher Weise zusammenfaßt und zu allgemeiner Kenntnis bringt. Die „Geographische Zeitschrift“ soll diese Lücke ausfüllen. Sie wendet sich keineswegs nur an den geographischen Fachmann, sondern an alle, die an geographischen Dingen Anteil nehmen, an die Lehrer der Geographie, an die Vertreter der Nachbarwissenschaften, an die gebildeten Laien. Sie bringt also keine Spezialarbeiten, die nur vom Fachmann verstanden werden und nur für ihn Interesse haben, sondern behandelt nur Gegenstände von allgemeinem Interesse in allgemein verständlicher und dabei möglichst reiner und fließender Sprache; aber sie ist wahrhaft wissenschaftlich, insofern sie nur tüchtige Fachmänner zu Mitarbeitern wählt.

Die Gegenstände, mit denen sich die „Geographische Zeitschrift“ beschäftigt, lassen sich in folgende vier Gruppen zusammenfassen:

[Fortsetzung siehe S. 3 des Inhaltslagä.]

Die Gletscher Norwegens.

Mit drei Abbildungen.

Von E. Richter in Graz.

Die Litteratur über die gegenwärtigen Gletscher des südlichen und mittleren Norwegens ist keineswegs sehr umfangreich. Und zwar nicht bloß, wenn man sie mit der über die Alpengletscher vergleicht, sondern auch im Zusammenhalt mit der skandinavischen Eiszeitlitteratur. Das auffeherregendste Werk über das Thema war J. Forbes: *Norway and its glaciers visited in 1851*, Edinburgh 1853; deutsch von Zuchold, Leipzig 1858. Er faßte die früheren Beobachtungen von Wahlenberg, Raumann, Durocher u. a. zusammen und präzisirte die weiteren Aufgaben; die eigenen Untersuchungen des rasch reisenden Verfassers waren nicht sehr belangreich. Viel eingehendere Studien verdanken wir Professor Sege, der zwischen 1860 und 1868 selbst über Folgefond und Voiumbrae schrieb, und eine genaue Bearbeitung des Jostedalabrae durch de Seue veranlaßte.¹⁾ 1879 hat Bend mit Benutzung dieser Studien und nach Autopsie über beide genannte Gletschergruppen berichtet.²⁾ In den letzten Jahren hat B. A. Ohen mehrere interessante Aufsätze über die Gletscher Jotunheims veröffentlicht.³⁾ Es ist sehr begreiflich, daß eingehendere Untersuchungen über die Höhe der Schneegrenze, Ausdehnung und Beschaffenheit der norwegischen Gletscher noch ausstehen. Fehlt doch noch immer eine verlässliche mit genügenden Höhenzahlen ausgestattete topographische Aufnahme! Die wenigen bisher erschienenen Blätter der sogenannten Rektangelfarte 1:100 000 zeigen nur, was wir noch entbehren. Die Amtskarten 1:200 000 sind mehr noch wegen der Spärlichkeit der Höhenzahlen als wegen der Kleinheit des Maßstabes schlecht verwendbar. Die Höhengschichtenlinien dienen nur zur Terraindarstellung und sind nicht wirkliche „Isohypsen“; auch der Glaube an die Verlässlichkeit der Situation wird durch die schlechten Anschlüsse (z. B. Nordre Bergenhusamt n. ö. Bl. und Kristiansamt II) erschüttert.⁴⁾

1) Universitätsprogramme von Christiania 1864, II, 1869, I, 1870 II.

2) Mitth. des Ver. f. Erdk. zu Leipzig f. 1879 S. 28.

3) Isbraestudier i Jotunheimen, Nyt Magazin 1892, Isbraer i Jotunheimen; Nogle jagttegelsler med hensyn til temperatur og struktur i Jotunheimens sne og isbraer; Archiv f. Mathem. 1893 u. a. m.

4) Auch die sehr gefälligen und in ihrer Methode (Isohypsen mit Schummerung) dem Terraincharakter geschickt angepaßten Rektangelfarten 1:100 000 haben einen für genaue Untersuchungen sehr hinderlichen Mangel. Es ist nirgends, auch am Rande der Karte nicht, eine Angabe der Höhe der Schichtenlinien zu finden. Das macht sie für Profilzeichnungen fast unbrauchbar.

Eine systematische Bearbeitung der norwegischen Gletscher in Bezug auf Flächeninhalt, Höhenlage und Abhängigkeit vom orographischen Bau, wie ich eine solche für die Ostalpen versucht habe, ist also vorläufig noch unmöglich. Für ein etwas allgemeiner gehaltenes Bild mögen aber die kartographischen Hilfsmittel und die Beobachtungen einer Sommerreise ausreichen.

Mit Recht nehmen unter den Gletschern Norwegens die beiden großen Plateaugletscher Folgefonden und Jostedalstræen das meiste Interesse in Anspruch. Hat man ja nach ihnen einen eigenen Gletschertypus, den norwegischen aufgestellt. Er ist wie alle Gletscherformen durch den Oberflächenbau bedingt. Das schneebedeckte Fjeld, die wellige durch Kuppen und Mulden



Brigdalstræen.

Nach einer Photographie gezeichnet von E. Richter.

gegliederte Landschaft mit Firn überzogen, das ist der norwegische Gletschertypus. Wo aber alpine Bergformen oder doch den alpinen ähnliche vorkommen; dort finden sich auch Thal-, Rahr- und Hängegletscher, wie in den Alpen; und zwar besonders zahlreich die zwei letzten Formen, da Rahr- (Botner) ebenso häufig sind als ungliederte steil geneigte Hänge. Typisch entwickelte Thalgletscher finden sich viel seltener, weil regelmäßige hochgelegene Thalsysteme selbst in den stärksten gegliederten Hochgebirgen Norwegens (Totunheim) nicht vorhanden sind; es sind meistens nur verkümmerte Formen zu sehen.

Die norwegische Gletscherlandschaft, welche von dem charakteristischen Plateaugletscher beherrscht wird, hat doch einen wesentlich verschiedenen Charakter, je nachdem aus dem Firn Eiszungen durch steile Schluchten in tiefe Täler und Fjorde hinabhängen oder nicht. Man könnte darnach glauben, es mit zwei

ganz verschiedenen Arten von Plateaugletschern zu thun zu haben, solchen, bei denen sich das Einzugsgebiet in der Höhe, das Schmelzgebiet im Thale befindet, und solchen, bei denen auch das Schmelzgebiet auf hohem Fjelde liegt. Zur ersteren Gruppe gehörten Folgefond, Jostedalabrae, Fresvikbrae, Kalfotbrae und die dem Jostedalabrae sich anschließenden, Ravnefjeld-, Kustofjeldbrae u. a.; zur zweiten die Gletscher des Langefjeld, der Hardangerjøckull und einzelne in Sotunheim.

Doch wäre es eine Täuschung, zu glauben, bei der ersten Gruppe geschähe der ganze Abzug durch die aus ihnen abströmenden steilen und tief herabhängenden Eiszungen. Das ist vor allem bei Folgefond nicht der Fall, aber auch bei Jostedalabrae, von dem doch mehr als zwanzig Eiszungen bis nahe zum Meeresniveau oder doch bis in tiefe Thalsohlen herabreichen, wird nur ein Teil des großen Firnsfeldes durch diese entlastet; ein namhafter Teil des zu schmelzenden Materials wird auf der Höhe des Plateaus verzehrt. De Sauerbrück drückt das so aus: Mehrere hundert Gletscher zweiter Ordnung befänden sich, neben jenen zwanzig erster Ordnung, die in die Thäler hängen, auf der Höhe des Fjeldes. Doch scheint die Bezeichnung Gletscher erster und zweiter Ordnung hier überhaupt nicht angebracht. Die steilen schmalen Eiszungen, wie Bojum-, Buar-, Bondhus-, Brixdalabrae und so viele andere, die aus dem Jostedalafirn und dem Folgefond herabhängen, haben mit den alpinen Thalgletschern, die Saussure Gletscher erster Ordnung nannte, ebensowenig gemein, als die breiten Eiszungen auf der Fjeldhöhe mit feinen Gletschern zweiter Ordnung, bei denen er an Rahr- und Hängegletscher dachte.

Wenn hier auf diese Unterscheidungen genauer eingegangen wird, so geschieht es weniger wegen der Richtigstellung der Terminologie, als deshalb, weil diese Verhältnisse für die Bestimmung der klimatischen Schneegrenze wichtig sind, und die unklare Ausdrucksweise thatsächlich auch hier schon Verwirrung angerichtet hat.

I. Folgefond.

• Das Gletscherfeld Folgefond (oder Folgefond) befindet sich bekanntlich auf einem Fjeldstück, das im Westen vom eigentlichen Hardangerfjord, im Osten vom Sörfjord, im Süden vom Akrefjord umgeben ist, und nur im Südosten mit dem Festland zusammenhängt. Der Flächeninhalt dieses Landstückes beträgt 1740 qkm. Es ist durchwegs mit hohem Fjeld erfüllt, das nach allen Seiten steil zum Meere abfällt, an seinem Rande aber auch von tiefen kurzen Thälern angechnitten ist. Die mit Schnee und Eis bedeckte Fläche beträgt nach einer planimetrischen Messung auf der Amtskarte 288 qkm. Es ist das die mittlere unegliederte und unzerschnittene Partie des Gebirgsstockes.¹⁾ Sie bildet einen sanft gewölbten Dom. Allen Besuchern und Beschreibern ist von jeher diese Eigenschaft im hohen Grade aufgefallen. Wie ebenflächig das Firnsfeld ist, wird wohl am deutlichsten dadurch illustriert, daß seit Jahren für die Besucher eine Schlittenfahrt eingerichtet ist. Man reitet bis zur Breidablikhütte 1325 m, dort wird das Pferd vor einen Schlitten gespannt, und nun werden die noch

1) Die zwei langen schmalen eisfreien Thäler, welche das Firnsfeld durchziehen, sind nicht abgerechnet.

bis zum höchsten Punkt zu überwindenden 300 m Höhenunterschied meist im Trab zurückgelegt.

Diese Ebenheit der firnbedeckten Fjeldpartie steht im auffallenden Gegensatz zu der bewegten Oberfläche des nicht vom Schnee eingehüllten Fjeldes, sowohl des in der nächsten Umgebung, als auch anderer ähnlicher Gebiete, z. B. des jenseits des Sörfjords gelegenen Hardangerfjeldes, von dem Folgefond nur ein abgetrenntes Stück ist.

Hierin liegt ein deutlicher Beweis, in welchem Grade Firnbedeckung durch Ausschluß der Wassererosion (trotz der Gesamtabnutzung) erhaltend auf die Landfläche einwirkt. Es ist nicht zu zweifeln, daß kleinere Unebenheiten durch die Firnbedeckung verhüllt werden, und zu Tage träten, wenn diese verschwände; trotzdem bliebe der Unterschied gegen das stark gefurchte Fjeld, das seit der letzten Eiszeit der Atmosphäre ausgesetzt ist, groß genug.

Auf dem schneefreien Fjelde, das den Folgefond umgiebt, sind deutlich zweierlei Thäler zu unterscheiden. Einmal solche, deren Erosionsnullpunkt am Meeresspiegel liegt, und die daher tief und mit ungemein steilen Wänden in den Gebirgskörper eingeschnitten sind, wie das Bondhusthal und Jordal; dann eine zweite Gattung, bei denen der Erosionsnullpunkt, dem sie ihre jetzige Gestalt verdanken, viel höher lag, die also viel weniger tief in das Fjeld eingesenkt sind. Sie werden gegenwärtig ebenfalls zum Meere hin, und vielfach in die tiefergelegenen Thäler der ersten Gruppe hinab entwässert; aber steile und hohe Stufen, die noch keineswegs ausgeglichen sind, trennen sie von ihnen; man sieht sofort, daß sie einer anderen Bildungsperiode angehören; sie münden hoch an den Thalwänden der tiefen Furchen aus. Diese Scheidung der flachen Fjeldthäler von den tiefen Fjordthälern kehrt überall in Norwegen wieder.

Die Eisströme, welche dem großen Firnfeld entfließen, oder von ihm ausgepreßt werden, endigen ihrer überwiegenden Mehrzahl nach in den viel zahlreicheren, hochgelegenen Fjeldthälern, deren oft botnenförmige obere Endungen sich unmittelbar an das Firnfeld anschließen. Im allgemeinen kann man sagen, der Rand des Folgefondes sei so beschaffen, daß eine ziemlich regelmäßige Abwechslung zwischen solchen flachen Thälern, die am Gletscherrand ihren Ursprung nehmen oder sich andeutungsweise noch unter die Eisdecke hinein verfolgen lassen, und den flachen Rücken, welche diese Thäler trennen, auftritt. An den Rücken läuft die Eis- oder Firndecke flach und dünn aus; das sind die Stellen, wo sie am leichtesten zu betreten ist; in die Thalmulden senken sich breite Eisplatten meistens mit ziemlich geringer Neigung, manchmal auch steiler, fast immer mit regelmäßigen Spalten hinab. Eine eigentliche Zungenbildung mit unbetretbarem Spaltengewirr ist nicht häufig, tritt aber wiederholt auf.

Ein Abfluß von Eisströmen in die tief eingeschnittenen Thäler der ersten Gattung ist am Folgefond nur an zwei oder drei Stellen zu finden. Einmal im Bondhusthale, wo der prachtvolle Bondhusbrae bis auf 314 m Meereshöhe hinabreicht, und im Jordal, wo Quarbrae eine ungefähr gleiche Meereshöhe erreicht. Der dritte Fall, Bytbraeen, bleibt zweifelhaft; das Gletscherende liegt bei 660 m; doch ist das Thal, als Seitenthal des Bondhusthales, der ersten Gattung zuzurechnen.¹⁾

1 P. A. Øyen, Bytbraeen; Archiv. f. Mathem. XVII, 2.

Alle anderen, auf 20 oder 30 zu schätzenden Eisclappen erreichen nur Thäler der zweiten Art; so die Zunge neben der Breidablickhütte, die Zungen am Mysevand, Godalsvand, Foklevand, Felavand, Blaavand, Kjeringsboten, Mosevand und andere. Einige Zungen hängen zwar in tiefere Thäler, erreichen aber die Sohle nicht, so die Zungen über dem Sandvikfaeter. Vielleicht könnte auch Pythraen hierher gerechnet werden. Die Endungen dieser Eisclappen liegen in Höhen von 800—1000 m. Doch ist der Unterschied der Gestalt noch viel auffallender, als in den Höhenzahlen zum Ausdruck kommt; dort die blendenden Eiskastaden in wilder Schlucht, mit ihrem reichen malerischen Vordergrund, der keulenförmigen Ausbreitung am Ende; hier flache Eiskuchen in öder Umgebung.

Es ergibt sich hieraus von selbst, daß die berühmten Thalglaciers der ersten Art, so sehr sie von jeher die Aufmerksamkeit auf sich gezogen haben, für die Oekonomie des Gletschers von sehr geringer Bedeutung sind. Gewiß ist die Eisquantität, die durch sie abfließt, im Verhältnis zu ihrer geringen Breite nicht klein, da sie dafür schnellere Bewegung besitzen; der maßgebende Teil des Ablationsgebietes liegt aber oben auf dem Fjelde in dem flachen, unansehnlichen aber breiten Eisrande, der den Firn von allen Seiten umgiebt.

Will man also die Höhe der klimatischen Firngrenze ermitteln, so muß man diesen Eisrand abrechnen. Man wird in seiner Schätzung nicht zu niedrig greifen dürfen, da in Norwegen, wenigstens bei Fjeldglaciers, das Verhältnis von Einzug- und Schmelzgebiet ein anderes zu sein scheint, als in den Alpen. Es ist also nicht richtig, wenn Sege die Schneegrenze für Folgefond aus den Höhenzahlen einer Reihe von Randpunkten des Eises ableitet. Dabei kommt er auch zu dem erstaunlichen Ergebnis, diese Höhe mit nur 1025 m anzusehen; erstaunlich, wenn man beobachtet, wie viele Berge von 1200 und 1400 m Höhe in denselben Teilen von Norwegen noch vollkommen schneefrei bleiben; wie in der Gegend des Folgefond selbst zwischen 900 und 1200 m noch die schönste Vegetation gedeiht und Alpenwirtschaft getrieben wird.

Jene Zahl ist auch in Hand- und Lehrbücher übergegangen; so steht in Heims Gletscherkunde S. 18 die Schneegrenze für Folgefond-West mit 1000 m, Ost mit 1200 m angesetzt, was freilich zu dem Ansatze 1300—1450 m für den $1\frac{1}{2}$ Grad nördlichere Jostedalbrae, und von 1270—1330 m für den um 7 Breitengrade nördlicher liegenden Sulitelma schlecht genug stimmt.

Nichtiger als Sege hat Forbes die Verhältnisse beurteilt und zum Ausdruck gebracht. Er erhielt als Mittel aus mehreren eigenen und fremden Schätzungen die Höhe von 1341 m. Meine eigenen Beobachtungen ergeben folgendes Resultat: Nach ziemlich verlässlichen Aneroidmessungen, deren Fehlergrenzen durch Berührung des trigonometrisch gemessenen höchsten Punktes und die Nähe des Meerespiegels eingeschränkt waren, liegt der Gletscherrand an der Breidablickhütte 1325 m hoch. Hier war am 18. August 1895 schneefreies, stark im Tauen begriffenes Eis. Die zusammenhängende Firnbede begann bei 1459 m Meereshöhe. Der August 1895 und die letzte Sulitwoche waren für Norwegen eine regenreiche Zeit; außergewöhnliches Zurücktreten der Firnlinie war also nicht anzunehmen.

Darnach kann man die klimatische Schneegrenze für Folgefond, dessen höchster Punkt nur 1650 m hoch liegt, auf 1450—1500 m ansetzen. Wenn

die Fjohypsenziehung auf der Generalkarte von Norwegen 1:400 000 verlässlich wäre, müsste man sie noch höher hinaufrücken, weil sonst der Abschmelzungsraum gegenüber dem Einzugsgebiet viel zu klein herauskäme. Doch ist darauf wohl nicht viel zu geben.

Auch eine Firnlinie von 1450—1500 m ist eine niedrige und nur durch die unmittelbare Nähe des Meeres zu erklären. In Totunheim ist in dieser Höhe noch alles schneefrei und mit Vegetation bedeckt.

II. Jostedalabrae.

Ganz anders als Folgefond ist das zweite größere Gletschergebiet Jostedalabrae beschaffen. Und zwar liegt der Unterschied darin, daß nicht, wie bei Folgefond, nur der mittlere höchste Teil eines Plateaustückes in die Firnregion aufragt, sondern, man kann sagen, fast das ganze Fjeldstück, auf dem der Firn ruht. Dadurch wird bewirkt, daß viel mehr Eiszungen in tiefe Fjordthäler hinabhängen, als bei Folgefond. Der Kontrast zwischen den tief eingesenkten Fjorden und dem hohen, unzerschnittenen Fjeld ist also noch viel schärfer und ärmer an Übergängen, als dort.

Der Gebirgsrücken, der Jostedalabrae trägt, hängt mit den Plateauflächen an der oberen Otta so innig zusammen, daß es schwer ist, eine Grenzlinie zu ziehen. Er hat merkwürdiger Weise eigentlich gar keinen Namen. Denn „Brae“ gleich Gletscher ist kein Name für ein Gebirg. Es würde sich vielleicht die Einführung des Namens Jostefjeld empfehlen, als Abkürzung für den Satz: Das Fjeld, das Jostedalabrae trägt.

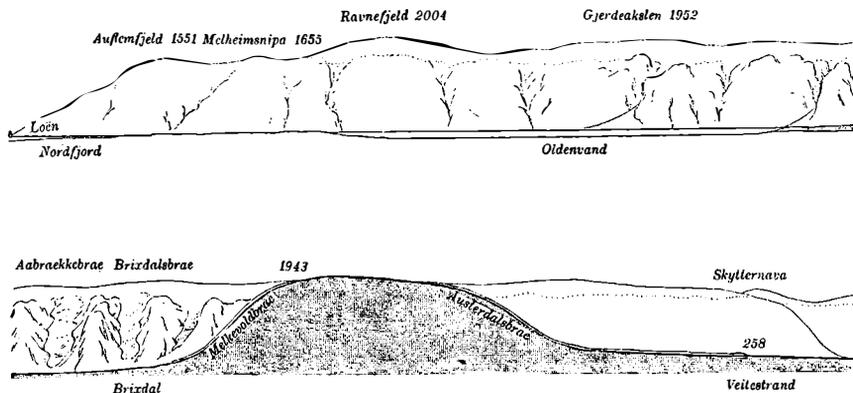
Dieses „Jostefjeld“ im weitesten Sinn dehnt sich von SW bis NO fast 100 km lang aus. So lang ist wenigstens die zusammenhängende Firnbedeckung. Diese beginnt mit dem Veklefjordbrae, unweit Valsestrand in Sogne, und endigt an dem Skridulaupbrae bei Polsoß an der Otta. So weit wird allerdings der Name „Jostedalabrae“ gewöhnlich nicht ausgedehnt. Das erste Stück vom Veklefjord bis zur Einschnürung des Plateaus zwischen Lundethal und Voiumthal heißt Folgefond. Seine Firnbedeckung umfaßt 64 qkm.

Das nächste Stück des Plateaus bis zur Lodalstaupe oder zum Paß zwischen Erdal (Stryin) und Jostedal ist der eigentliche Jostedalabrae. Der Gebirgsbau ist hier folgendermaßen beschaffen: Zwischen Sognefjord und Nordfjord ist eine geschlossene Plateaumasse von 60—70 km Breite gelagert (70 km beträgt die Entfernung von Lekanger nach Olden; 60 km von Skjolden in Lyster bis Nedstryn), die Höhe dieser Bergmasse schwankt nur unbedeutend um 1900 m. Von nahe oder ferne gesehen, überrascht sie immer von neuem durch fast ganz ungestörte Horizontalität ihrer Kontur. Wie eine oben gerade abgeschnittene weiße Wolkenbank erscheint sie sowohl im Panorama der Berge von Totunheim oder Romsdal, wie von näheren Thalpunkten aus.

Diese Bergmasse ist durch tief eingeschnittene „Fjordthäler“ stark gegliedert, was bei der ganz gleichen Höhe und Ebenheit aller einzelnen Glieder von entfernteren Standpunkten aus leicht übersehen wird. Im Norden schneiden ein: Fjölster, Stardal, Olden-, Voen- und Stryinthäl; im Süden der Fjälrandfjord, Beitestrand, Jostedal und Lysterfjord mit Mörkereid und Fortunthal, um nur das Wichtigste zu nennen. Dadurch entsteht eine Art Hauptkette und sehr deutlich ausgebildete Nebenketten. Freilich nicht etwa Gebirgskämme, sondern

langgestreckte Hochflächen, Plateaufstreifen könnte man sagen, mit steilen Wänden; an manchen Stellen bis 10 und 12 km breit, an anderen bis auf einige Hundert, ja Duzend Meter reduziert. Aber auch in diesem Falle ist der Plateaucharakter des schmalen Rückens streng gewahrt.¹⁾ Der Hauptrückens ist durchaus verfirnt, die Nebenrücken größtenteils; einige von ihnen bilden ganz geschlossene, sehr ansehnliche Firngebiete, wie der Zug zwischen Star dal, Mektelbost dal und Oldenthal, oder der zwischen Vo en und Olden; andere sind mehr durch Fjeldthäler aufgelöst, sodaß nicht ein zusammenhängender Firn, sondern einzelne Gletscher vorhanden sind, wie im Zug zwischen Beitestrant und Fjærland.

Die folgende Tabelle mag eine Vorstellung von der Ausdehnung der einzelnen Teile von Jostedalsbrae und seiner östlichen Nachbargebiete geben. Als Abgrenzung gegen Norden diente der Paß von Strjyn nach Grotlid; als Grenze gegen die Totunfjelbene das Båvrathal.



Ein Querschnitt durch Jostedalsbrae. Geg. von E. Richter.

..... Firngrenze. Höhen und Längen in gleichem Maßstab 1:100 000.

Flächeninhalt des Jostedalsbrae und seiner Nachbargebiete.

I. Hauptstück von Wetleffjord bis zur Lodalsskaupe . . . 637,8 qkm

a) nördliche Glieder:

- 1. Grovebrae zwischen Grøndal und Rösnaesfjord . . . 33,2 "
- 2. Gruppe der Snenipa zw. Mektelbost- und Oldenthal . . . 101,2 "
- 3. Ravnefjeld zw. Olden- und Voenthal . . . 30,4 "
- 4. Gruppe der Staale zw. Olden und Strjyn . . . 50,4 "

b) südliche Glieder:

- 1. Svardalsbrae zw. Fjærlandfjord und Beitestrant . . . 24,0 "
- 2. Tvaer dalsbrae zw. Beitestrant und Tunsbergthäl . . . 24,8 "
- 3. Røstebals- und Basdalsbrae zw. Tunsberg- und Jostedal . . . 41,0 "

Flächeninhalt des Jostedalsbrae im engeren Sinn . . . 942,8 qkm.

1) Vgl. Helland, Om Botner og Sakkedale; Geol. Föreningens Forhandlingar II. 1875. Dann das Panorama der Supphellenipa von A. Heim im Jahrbuch des Schweizer N. C. IX. Band. Die Stelle, wo dieses aufgenommen wurde, ist typisch für die oben beschriebenen orographischen Verhältnisse.

Dazu kommen noch eine Anzahl einzelner Gletscher, besonders im Süden.

II. Fortsetzung des eigentlichen Jostedalabrae, von der Lodalskaupe zum Siffel- und Saekkebrae, mit der Nebengruppe des Saeterfjeld zwischen Erdal und Sundal samt Tvaereggen

	184,8 qkm
1. Fjeld vom Nufen in Sundal bis zur Stridulaupe	132,8 "
2. Fjeld zwischen Joste- und Mörkereidsdal	100,8 "
3. Fjeld zwischen Mörkereid- und Fortundal	113,6 "
4. Liabrae	21,6 "
5. Grjotaabrae	70,0 "
5. Hestbrae	45,2 "

Fläche der unter II. angeführten Gletscher 668,8 qkm.

Gesamtfläche des vergletscherten Gebietes von Jostedalsbrae im weitesten Sinn, samt Jostefond 1675,6 km.

Da Nalfoftrae 125,2 qkm, Folgefond 288 qkm und Hardanger Jökull 135,2 qkm messen, so ergibt sich für die vier größten zusammenhängenden Firngebiete Mittelnorwegens allein eine Fläche von 2224 qkm gegen 1462 qkm der Ostalpen. Die Gesamtvergletscherung dieses Landesteiles — also ohne die Gletscher des Nordlandes — wird darnach wohl nicht unter 3000 qkm betragen.

Die Schneegrenzverhältnisse in unserem Gebiete sind sehr eigentümliche. Die Erscheinung hoch über die Schneegrenze emporragender schneefreier Häupter neben tief liegenden, ausgedehnten Schneeanfammlungen, überall in Norwegen häufig, tritt hier besonders überraschend auf. Zahlreiche Gipfel von mehr als 1900 m Höhe sind in der Umgebung des Jostedalsbrae schneefrei, und zwar nicht etwa nur zackige Hörner, sondern dem Gebirgscharakter entsprechend runde, breite Kuppen, die Enden der aus dem Plateau hervortretenden Sporne. Daneben ist aber das Plateau selbst bis fast 1600 m herab in Schnee eingehüllt, ja die höchsten Teile des ungeheuren Firnfeldes sind kaum höher als jene schneefreien Häupter, der größte Teil niedriger. Es erinnert dieser Zustand an die Übergossene Alpe (in den Berchtesgadner Alpen), wo aus einem zwischen 2470 und 2800 m Höhe sich ausdehnenden Firn mehrere schneefreie Gipfel bis 2939 m aufragen. Ganz regelmäßig tritt ähnliches in Grönland auf, wo Helland beobachtete, daß das Inlandeis tiefer liege, als die schneefreien Berge des Landes.¹⁾ In den Alpen sind solche „apere“ Hörner meist schroff, und ihre Form allein scheint die Schneefreiheit zu bedingen; an der Übergossenen Alpe, wie ausnahmslos in Norwegen, sind es runde Kuppen, auf denen Raum genug für Schneeanhängung vorhanden wäre. Wenn sie trotzdem und trotz ihrer unzweifelhaften Lage oberhalb der klimatischen Schneegrenze schneefrei werden, so giebt es dafür wohl nur einen Grund, nämlich den Wind. Die Erwärmung durch die Sonne ist auf den Kuppen nicht größer, als nebenan in den Mulden und Gruben; im Gegenteil, die Temperatur steigt hier an windstillen Sommertagen gewiß höher, als dort. Es bleibt also nur der Wind, der eine Auflagerung auf den Kuppen verhindert.

Da nun, wie jede Wetterkarte lehrt, die Windstärken an der nordwegischen

1) Om de isfylde fjorde etc. i Nordgrönland; Arch. f. Mathem I, 64.

Küste in der Regel viel größer sind, als in den Alpen, so mag die Erscheinung auf Norwegens Gebirgen leicht auffälliger werden als hier. Eine direkte Vergleichung von Höhenstationen ist nicht möglich, weil es solche in Norwegen nicht giebt. Die Folgerung zwar, daß in Norwegen die Windstärke ebenso mit der Höhe zunehme, wie in den Alpenländern, schiene kaum gerechtfertigt. Im Inneren der Kontinente ist die Bodenluft durch Reibung zurückgehalten, während die oberen Luftschichten ihre ursprüngliche Geschwindigkeit besser bewahrt haben; nahe der Küste eines Weltmeeres werden obere und untere Schichten sich viel weniger in ihrer Geschwindigkeit unterscheiden. Trotzdem wird die Annahme größerer Windstärken auf den norwegischen Gebirgen nicht ungerechtfertigt sein; sind doch die Gradienten dort fast jederzeit größer als in den Alpenländern.

Es ist hier übrigens zu beachten, daß es sowohl in den Alpen als in Norwegen eine Höhenzone giebt, wo offenbar auch der stärkste Wind und die längste Schönwetterperiode nicht mehr vermögen Berggipfel schneefrei zu erhalten; es wären denn Felszinnen, auf denen buchstäblich der Schnee keinen Lagerungsraum findet. Der Galbhöpig, 2560 m, ist ein ziemlich schmaler Rücken, der sicherlich ebenso schneefrei geblasen wäre, wie die Skala und andere Berge von 1900—2000 m, wenn er nicht eben schon über die absolute Schneegrenze hinaufreichte. Das gleiche gilt in den Alpen vom Benediger, Ortler, Weißfugel und einer großen Anzahl anderer Gipfel, auch vielen hohen Schweizerbergen wie Jungfrau, Weißhorn, Mont Blanc u. s. w., welche trotz kühner Form doch gewaltige Firnhäuben tragen. Diese absolute Schneegrenze, welche mit der unteren Grenze von Kerners „normaler Schneedecke“ zusammenfallen wird¹⁾, liegt in den Alpen hoch über 3000 m, vielleicht bei 3300 m; in Sotunheim, der einzigen Gegend Norwegens, wo es Hochgipfel giebt, die in jene Region aufragen, etwa bei 2300—2400; also gar nicht weit unterhalb des Galbhöpigipfels; denn viele Ruppen und breite Grate, die noch über 2000 m aufragen, sind dort schneefrei.

Neben diesen hohen schneefreien Häuptern giebt es im Fostedalabrae-Gebiet wieder eine Anzahl überraschend niedrig liegender Gletscher. Der höchste Punkt von Frudalsbrae liegt nur 1575 m; von Stendalsbrae 1631 m; von Gunds-vordbrae 1568 m hoch. Es sind das kleine Gletscher zwischen Färland und Beitstrand, und es darf nicht übersehen werden, daß sie allein von dem ganzen Gebiet auf einer Rektangelfarte (Blatt Sognebal) wiedergegeben sind. Darnach würde man die Schneegrenze mindestens gleich der in Folgefond auf etwa 1500 m ansetzen müssen.

Dem widerspricht aber der Befund am Hauptgletscher ganz entschieden. Der Plateaurand liegt im allgemeinen 1600 m hoch. Läge die Firngrenze tiefer, so müßten sich an vielen Stellen des Plateaurandes Firnabbrüche vorfinden. Solche sind aber nur ganz vereinzelt zu sehen. Die Isohypse von 1600 m geht zwar meist noch auf Eis und Schnee; man hat aber den Eindruck, daß sie mehr auf Eiszungen, als auf Firn verläuft. Wenn auch bei Fostedalabrae die Rolle der Eiszungen in den Thälern für die Abschmelzung viel bedeutender ist, als bei Folgefond, so geht doch gewiß nicht der ganze Eisabfluß in die Eisströme, sondern es wird ein beträchtlicher Teil auch auf dem Plateau

1) Vgl. Gletscher der Ostalpen S. 278.

verzehrt. Man wandert lange genug auch in der Höhe auf schneefreien spaltenreichen Eiszungen; das konnte ich selbst beobachten.

Deshalb kann die Schneelinie keineswegs tiefer liegen als 1600 m, sondern wäre unbedenklich höher einzuschätzen, wenn nicht jene oben angeführten niedrig liegenden Gletscher dagegen sprächen. Die Befunde beim Hauptgletscher und seinen kleineren Nachbarn widersprechen sich. Man wird darüber so lange nicht hinauskommen, bis bessere Karten und genauere Untersuchungen vorliegen.¹⁾

Nach dem jetzt vorliegenden Material halte ich 1600 bis 1650 m für die wahrscheinliche Höhe der klimatischen Schneegrenze auf Fostedalsbrae. Wenn sie also hier höher liegt als auf Folgefond, so kann die Erklärung nur im Verhältnis zum Meere gefunden werden. Folgefond hat keine höheren Inseln oder Berge zwischen sich und dem Meere; wohl aber Fostedalsbrae.

In welchem Grade die Höhe der Schneegrenze in Norwegen von der Meeresnähe abhängt, dafür ist ein sehr interessanter Beweis die Berggletscherung des 125,2 qkm großen Aalfotbrae-Plateaus am Nordfjord. Nur wenige Kilometer vom nächsten Fjord, und etwa 30 km von der offenen See erhebt sich ein Fjeld, dessen westliche Höhepunkte Hjelmen und Kjeipen 1217 m und 1358 m hoch sind, während sich das Gebirge weiter östlich auf 1631 m und 1722 m (im Gjegnalund) erhebt. Die Berggletscherung beginnt aber sofort am Hjelmen und Kjeipen, so daß von der westlichen Gletscherhälfte ein beträchtlicher Teil, etwa ein Viertel, unter 1000 m liegt, und keine einzige Stelle die Höhe von 1400 m überhaupt erreicht. Weiter östlich scheint schon am selben Gebirgsstock die Firnlinie sich zu heben. Trotzdem wird man sie für den westlichen Teil nicht höher als auf 1100—1200 m, für den östlichen auf 1300 m ansetzen können.

III. Langesjeld.

Die größten Plateaugletscher des Inneren sind die in jener Tabelle angeführten Fortsetzungen des Fostedalsbrae. Das Gebiet, in dem sie auftreten, ist an seiner Außenseite durch die Verzweigungen des Nordfjord und der Fjorde von Söndmøre, im äußersten Südosten auch von den letzten Ästen des Sognefjords (Risterfjord) angeschnitten. Die Wasserscheide liegt nahe am Meere, und die Fjordthäler, die zu ihm hinabziehen, sind kurz und steil, wie das von Merock, das Videdal und Sundal bei Strypin. Die zwischen diesen Thälern und den Fjorden stehenden geblienen Stücke des Fjeldes sind hoch und so stark von tiefen Thälern gegliedert, daß sie einen sehr wenig norwegischen Charakter zeigen und mehr an die Alpen erinnern als ein anderer Teil Norwegens.²⁾

1) Die Schwierigkeiten, das ausgedehnte Gebiet zu bereisen, sind nicht gering. Zwar sind in den letzten Jahren in den Thälern überall vortreffliche Unterkünfte entstanden; die Hotels in Voën, Ulven, Fölstet und Fjærland gehören zu den besten in Norwegen; aber mit den Führern sieht es schlimm aus, und noch schlimmer mit den Wegen von den tiefen Thälern auf die Höhe des Plateaus. Unterkünfte in der Höhe (Schutzhäuser) fehlen gänzlich. Die Wege auf dem Gletscher sind harmlos, wenn man sich nicht absichtlich in das Spaltengewirr an den Ansatzstellen der Eisströme begiebt; dafür bringen Nebel und schlechtes Wetter viel ernstere Gefahren mit sich, als in den Alpen. Denn dann wird auf den eintönigen Firnflächen jede Orientierung unmöglich; für das Wandern nach dem Kompaß sind aber die vorhandenen Karten zu klein und minderwertig.

2) Nordland mit dem Lofotenzug ist hier immer auszunehmen.

Die nach Osten, gegen das Innere gefehrte Abdachung ist hingegen nur von flachen weiten Fjeldthälern gegliedert. Der Hauptfluß ist die Otta, deren Nebenflüsse sternförmig von Norden, Westen und Süden einem Punkte zustreben, der ungefähr in der Gegend des Polband 590 m liegt. So sind auch die breiten massigen Berggrücken oder Plateaustücke, welche zwischen den Thälern liegen, sternförmig angeordnet; die nördlichen streichen gegen Süden; die westlichen gegen Osten, die auf der Südseite des Ottathales liegenden gegen Nordosten. Trotzdem die Thäler außerordentlich breit sind, nach alpinen Begriffen mehr flache Tröge als Thäler, so sind die zwischen ihnen stehenden Rücken noch viel breiter. Ihre Höhe erreicht nach den spärlichen Messungen wohl nirgends 2000 m, kommt aber dieser Zahl an vielen Stellen nahe. Die Trogform der Thäler bedingt, daß das Gelände erst langsam, dann immer steiler bis zu einem Maximum ansteigt, welches oft zur Wandbildung führt und im Mittel leicht 40° erreichen, an einzelnen Stellen auch bedeutend darüber hinaus gehen wird; ebenso allmählig nimmt die Neigung wieder ab, bis das Gehänge zu den sanft ansteigenden Terrassen und Kuppen der eigentlichen Fjeldhöhe hinüber führt. Bevor die höchsten Rücken und Dome erreicht sind, tritt dann nicht selten abermals eine Vergrößerung des Neigungswinkels ein; niedrige Wände unterbrechen den Firn, die durch reihenweise nebeneinander liegende Rahre (Botner) gegliedert sind. Die höchsten Kuppen sind dann wieder flach und rund und nicht selten vom Sturme schneefrei sefegt.

Nach diesem Baue des Gebirges ist auch die Form der Gletscher leicht vorstellbar. Es sind Kalotten-Gletscher, nur ist die Grundfläche des gewölbten Körpers meist nicht einem Kreise verwandt, sondern einer langgestreckten Ellipse.

Die Firnfelder sind allseitig mit einem Eisfuß umgeben, d. h. das Liegende des Firnes, das Gletschereis tritt rings herum aus dem Firnfeld hervor. So wenig sind die Fjeldstöcke selbst durch Seitenthäler und Gräben gegliedert, daß ich auf meinen Wanderungen in diesem Gebiete, die mir doch die meisten Stöcke, wenn auch viele nur aus der Ferne, zeigten, nirgends den Ansaß zu einer ähnlichen Eiszunge sah, wie sie bei den durch Fjordthäler gegliederten Stöcken so häufig auftreten. Wenn der Eisrand nicht oben auf dem flachen Fjeld liegt, so reicht er nur in Gestalt einer breiten Draperie, wenig oder gar nicht von Felsrändern begleitet über den Steilhang hinab bis gegen den Thalgrund oder auch bis auf die Thalsohle. Diese Eisdraperien, von Spalten zerrissen, hier und da von schwarzen Felswänden unterbrochen, unter denen sich der Eisstrom wieder vereinigt, in moränenloser Reinheit strahlend, sind die größte landschaftliche Zierde dieser so überaus öden und eintönigen Landschaft. Nicht selten endigt der Eisfuß in einem der zahllosen Seen, welche die Fjeldthäler erfüllen.

Die Schneegrenze kann in diesem Gebiete nicht unter 1600 m liegen. Hätten wir genügende Höhenmessungen, so wäre es wohl nirgends leichter, die klimatische Schneegrenze mit Genauigkeit zu bestimmen, als hier, wo so viele nahezu horizontale Schneebedeckte und schneefreie Flächen in allen Höhenstufen neben einander liegen. Ein Vergleich der wenigen Höhenangaben auf den Blättern Romsdalamt I und Kristiansamt III der Amtskarte zeigt nur, daß Gipfel und Fjeldpartien unter 1600 m ausnahmslos schneefrei sind, und zwar auch in den westlichen, dem Meere näheren Teilen des Gebirges, so der Gjeitz-

feldtind mit 1568 m, den man von Merof aus vor sich hat, das Jordhorn mit 1547 m, Tolfnivegg mit 1533 m u. v. a. Hingegen hat das Blaahorn mit 1787 m und Saathorn mit 1738 m umfangreiche Vereisung. Auch die Kette des Fjersjeld zwischen Geiranger- und Nordalsfjord mit 1600 und 1607 m Höhe ist auf der Ostseite, der Seite der Schneewehen, verfirnt.

Ein nicht zu niedriger Anfsatz der klimatischen Schneelinie ist deshalb rätlich, weil die Verfirnung dieser 1800—1900 m hohen Berge meist den Eindruck macht, eine recht dünne Hülle zu sein. Häufig sind schneefreie Kuppen, Unterbrechungen durch unbedeutende Wandstufen und schneefreie Südlehnen. Der Querschnitt des Firnes bei Abbruchstellen zeigt, wie verhältnismäßig dünn die Lage ist, und die Eiskuchen sind meist flach und haben wenig Körper. Ein großer Unterschied gegen die Firnlasten unserer höchsten Alpengipfel, aber auch gegenüber den Firnhäuben des 5—600 m höheren Galdhøpig.

Der Charakter des norwegischen Fjeldgletschers läßt sich also vielleicht in der Weise zusammenfassen: Eine Firnkalotte auf flachgewölbter Unterlage als Nährgebiet, ein verschieden breiter Eisfuß, der manchmal draperieartig in die benachbarten Fjeldthäler hinabhängt, häufiger auf dem hohen Fjelde selbst liegt, als Schmelzgebiet; Neigung zur Zerreißung der Firndecke und Schneelosigkeit der exponierten Kuppen.

Reihenweise Rahr- oder Botngletscher, die oft mit dem Hauptgletscher keinen Zusammenhang haben, sind eine nicht seltene Begleitererscheinung.

Ebenso treten die Eisdraperien manchmal vom Hauptfirn getrennt auf, und damit ist ein neuer Gletschertypus gegeben, den man Schneewehen-Gletscher nennen könnte. Am Nordabhang schneefreier oder schneebedeckter Rücken, bei denen der Firn nicht bis an den Rand reicht, sieht man eine Reihe von Schneefeldern, die in ihren unteren Teilen völlig in Eis übergehen, Bänderstruktur und Spalten und überhaupt den Charakter überaus steiler Hängegletscher besitzen, eines Nährgebietes aber gänzlich entbehren. In den Alpen ist derlei nirgends zu sehen, wohl deshalb, weil es dort nirgends einen so ausgiebigen und ununterbrochenen Nordschatten giebt. Die niedrig stehende Sonne der langen Sommer-nächte am 61.—62. Grade hat wohl keine große Kraft mehr.

IV. Fotunfjeld.

Sobald man sich den Gabbrostöcken von Fotunheim nähert, verändern mit den Bergformen auch die Gletscher ihren Charakter. Ein Muster einer Übergangsform ist der stattliche Smörstabgletscher, in dem die Bävra entspringt. Lang hingeböhnt, mit geringer Neigung, breiten Zungen, die höchstens bis 1500 m Meereshöhe herabreichen, ist er ein rechter Plateaugletscher; aber sein Rand ist umstanden von kühngeformten „Tindern“, die ihn überragen, jedoch sein Firnfeld nicht etwa in alpiner Weise in einzelne Kessel oder Hochmulden zerlegen. Man könnte wieder an die Übergoffene Alpe denken, doch sind die Formen des Gabbro verschieden von denen des Kalkes.

Dieser Typus des flachen Gletscherfeldes mit einzelnen Tindern kehrt mehrmals in Fotunheim wieder, so am Urunaastind und den Melkedalstindern; auch diese Tinder entragen vereinzelt einer Schneekalotte.

Häufiger ist aber eine andere Form. Sie hat Ähnlichkeit mit den alpinen Thal-gletschern, unterscheidet sich aber doch merklich von ihnen. Die hohen Berge von Jotunheim sind Fjeldstücke, die zwischen zahlreichen Botnern (Rahren) stehen geblieben sind. Das kann man ja vielleicht auch von vielen Alpengipfeln sagen. Aber die Verhältnisse sind doch ganz anders. Die Rahre von Jotunheim sind weiter und flachbödiger, als die alpinen; sie sind nur selten der Anfang von Thalschluchten. Viele münden in flache, weite Terrassen oder sanftgeneigte Hochthäler aus. Die in den Botnern liegenden Gletscher sind daher meist viel größer, als die Rahr-gletscher der Alpen; und zwar nicht bloß, weil die Rahre weiter sind, sondern weil die Zungen nur ein geringes Gefälle haben und daher eine größere Schmelzfläche sich entwickeln muß, als wenn eine steile Zunge das Eis rasch in wärmere Regionen entführte. Ferner unterscheiden sie sich von den alpinen durch ihre Eingliedrigkeit; das Zusammenfließen mehrerer



Smidrtabbrae vom Dölesfjeld.
Nach der Natur gezeichnet von E. Richter.

Eisströme zu einem Hauptgletscher kommt kaum vor. Auch das ist leicht erklärlich. Den Eisströmen der Alpen liegen präglaciale Thalsysteme zu Grunde. Die alpinen Firnfelder sind freilich gegenwärtig nicht mehr einfach mit Firn erfüllte „Wasserthäler“, sie sind durch die langdauernde Firneinlagerung gründlich umgestaltet. Es scheint aber doch in den Alpen eine Zeit gegeben zu haben, wo das Gebirge ganz eisfrei und das hydrographische Abflusssystem bis in seine letzten Konsequenzen ausgebildet war. Denn auch die größten Firnfelder haben noch die Andeutung einer hydrographischen Gliederung. Die regelmäßige Verzweigung in Haupt- und Nebenthäler, die man an den Firnfeldern eines Meteschgletschers oder des Eismeers von Chamonië wahrnimmt, deutet auf eine Zeit der Eisfreiheit und der Wassererosion.

Derlei fehlt in Norwegen gänzlich. Keine Andeutung einer Zeit ist mehr zu finden, wo das Land weniger vereist war, als jetzt, gegenüber unzähligen Erinnerungen an eine viel weiter gehende Vereisung. Daher sind die höheren Gebirgsstöcke nicht durch Wasserrisse und Thalsysteme, sondern nur durch Botner, das sind glacial beeinflusste Verwitterungsnischen, gegliedert und angegriffen.

Zu einer Anreihung von Botnern an einen hydrographischen Hauptstamm, wie in den Alpen, war aber keine Veranlassung.

Die Gletscher von Jotunheim sind somit einfach, ohne Mittelmoränen; ihre Zungen sind meist breit und im Verhältnis zu den alpinen Gletschern und den milden Eiszungen, die von Jostedalbrae oder Folgefond zum Meere herabhängen, schwach geneigt.

Daher sind auch die Abschmelzungsräume im Verhältnis zu den Firnfeldern sehr groß. Die mangelhaften Karten gestatten nicht, das Verhältnis genauer zu ermitteln, und mein eigener Aufenthalt in Jotunheim war zu kurz und zu wenig vom Wetter begünstigt, um das Fehlende zu ergänzen. Ich gewann aber im allgemeinen den Eindruck, als ob die beiden Gletscherhälften, die produktive und konsumierende, in der Regel fast gleich umfangreich wären.

Wenn es in den Alpen Gletscher giebt, die denen von Jotunheim ähnlich sind, so sind es die vom Typus des Hochjochgletschers. Die Ähnlichkeit wird besonders auffallend bei solchen, die über Wasserscheiden übergreifen, wie die beiden aus einem Firnfeld nach zwei Seiten abströmenden: Heilstugubrae und Memurubrae.

Die Gletscher des Galdhöpig sind sehr stattliche Eisströme, die nach den Messungen Nyens den kleineren Thalgletschern der Ostalpen, wie Rothmoos-, Geisberg-, Sulzenaugletscher u. dgl., gleichkommen. Aber auch sie sind im ganzen einheitlich, haben große Eiszungen und mit Ausnahme der letzten Enden keine große Neigung. Die Annahme Nyens, daß zwischen Hänge-, Botn- und Thalgletschern ein genetischer Zusammenhang bestehe, sodaß ein Hängegletscher durch die von ihm selbst ausgeübte Erosion nach und nach in einen Botn zu liegen komme und endlich den Botn in ein Thal verwandle, halte ich für eine arge Überschätzung der erodierenden Kraft dieser unbedeutenden Eisströme. Es liegt in Norwegen nahe, die Glacialerosion zu überschätzen; aber je gewaltiger die Wirkungen des alten Inlandeises waren, desto mehr muß man sich hüten, den gegenwärtigen Gletschern die gleichen Kräfte zuzuschreiben.

Die Schneegrenze liegt in Jotunheim viel höher, als man bisher wohl angenommen hat; jedenfalls weit höher, als z. B. auf Folgefond. Das Plateau der Galdhö ist bis 1900 m ganz schneefrei, obwohl große, fast horizontale Flächen vorhanden sind; ja es giebt hier Rücken von mehr als 2000 m, die alle Jahre schneefrei werden. Schneefreie Thalstücke von 1600—1700 m Meereshöhe sind regelmäßig anzutreffen; so z. B. vor dem Ende des westlichen Memurgletschers. Dazu stimmt, daß die Enden ganz großer Gletscher, wie des eben genannten, dann des Veobrä, nicht weiter als bis 1600—1700 m abwärts reichen. Ja es giebt firnfreie Gipfel von 2000 m und mehr, wie die Hestlägahörne (2035 m), und zwar nicht etwa steile Linder, sondern Kuppen, auf denen sich leicht Firn lagern könnte. Exposition und orographische Begünstigung spielen hier, offenbar wegen des niedrigen Sonnenstandes, eine weit größere Rolle, als in Mitteleuropa. Es giebt Südhänge von 2100—2200 m, die man schneefrei sieht, und umgekehrt sehr tief liegende Botner in Nordlage mit Gletschern.

Doch glaube ich mit aller Vorsicht annehmen zu können, daß die klimatische Schneegrenze in Jotunheim etwa bei 1900 m liegt, eher höher.¹⁾

1) Ich befolge bei diesen Schätzungen dieselben Methoden wie in meinem Buche „Die Gletscher der Ostalpen“, da sie sich hier, wie ich annehmen kann, bewährt haben. Wenigstens

Um noch einige Eigentümlichkeiten hervorzuheben, so sei bemerkt, daß die Gletscher Fotunheims viel moränenreicher sind, als Folgefond und Fostedalsbrae. Einzelne, z. B. Stagastölsbotnbrae und Ringsbotnbrae in den Fjorungern, stehen darin alpinen Gletschern kaum nach. Freilich sind sie auch von wilden, zerklüfteten Hörnern umstanden, von denen ein unablässiger Steinregen abfällt.

Verschiedenheiten des physikalischen Verhaltens des Eises zu suchen und zu erwarten, halte ich für gegenstandslos. Woher sollten solche kommen, da doch die Dimensionen der Eiskörper sowie das Klima im ganzen den alpinen Verhältnissen so überaus ähnlich sind? Daß die gleichen klimatischen Zonen in geringerer Meereshöhe auftreten, kann wohl ebensowenig einen Unterschied hervorgerufen, als die verschiedene Dauer des Tages und der Nacht.

Über die Gletscher des Nordlandes, Swartisen, Sulitelma u. dgl., konnte ich keine Beobachtungen sammeln. Auf den Lofoten sah ich einige kleine Gletscher an den Bergen des Raftsfund und besonders im Hintergrund des unvergleichlichen Trolsvand auf Ostvaagö. In einem herrlichen, grünen See, der auf einer Seite von wilden, wie Türme emporragenden Granitzacken und Mauern, auf der anderen von einem üppig grünen Rücken eingeschlossen wird, endigt ein Gletscher, dessen Trümmer als kleine Eisberge auf der kaum 200 m über dem Meere gelegenen Flut umherschwimmen. Der Gletscher wird aber wohl hauptsächlich von Lawinen genährt und ist allseits von hohen Wänden beschattet. Nach der Üppigkeit des Pflanzenwuchses auf dem etwa 600 m hohen Svolvärjuret möchte ich schließen, daß die klimatische Schneegrenze auf den Lofoten kaum viel unter 1000 m liegen wird, wobei hier, jenseits des Polarkreises, die orographische Begünstigung als besonders wirksam zu betrachten sein wird.

haben neue, genauere Beobachtungen, wie die von Frijsch in der Ortlergruppe, ein abweichendes Resultat nicht ergeben.