

Das Eis der Antarktis.

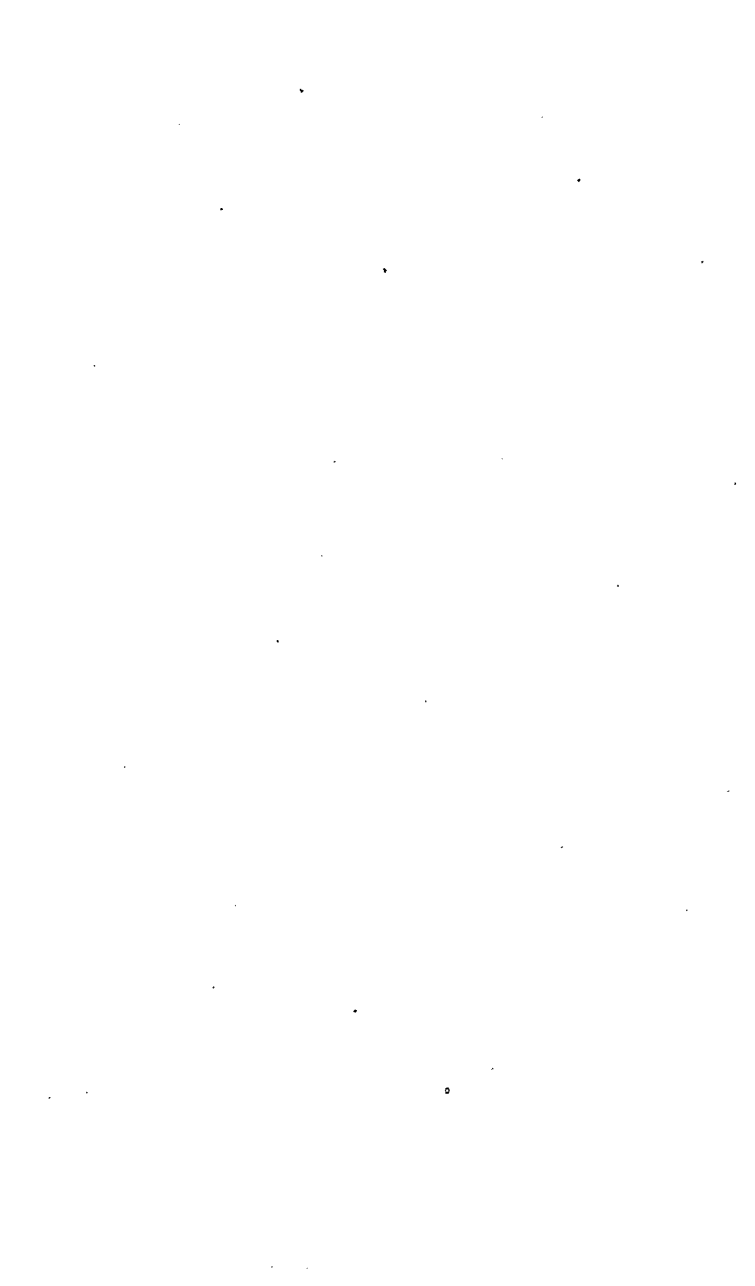
Von

Prof. Dr. Ed. Brückner.

Vortrag, gehalten am 9. November 1910.

(Mit Projektionen.)

(Mit einer Figur im Texte.)



Ein gewaltiger Umschwung hat sich in den letzten Jahrzehnten in unseren Anschauungen über die Beschaffenheit der Umgebung der beiden Erdenpole vollzogen. Noch vor 25 Jahren herrschte die Meinung, daß in der Umgebung des Nordpols weites Land zu erwarten sei, während man in der Umgebung des Südpols ein ausgedehntes, allerdings größtenteils gefrorenes Meer anzunehmen geneigt war. Zum ersten Male wurde die Hypothese vom Nordpolarland schwer erschüttert, als im Jahre 1885 an der Südspitze Grönlands eine Eisscholle mit Überresten der amerikanischen Jeannette-Expedition angetrieben wurde, die 1883 bei den Neusibirischen Inseln zugrunde gegangen war. Es war sofort klar, daß jene Eisscholle nach allem, was man von den Meeresströmungen der Polarregion wußte, nur nördlich von Franz-Josefsland, also unmittelbar über den Pol hinweg ihren Weg von den Neusibirischen Inseln nach der Südspitze Grönlands gefunden haben konnte. Auf der Trift dieser Eisscholle hat Nansen den Plan seiner Nordpolarfahrt aufgebaut. Seine Expedition (1893—1896) war es, die den strengen Nachweis erbrachte, daß das nördliche Eismeer eine Tiefsee ist. Damit war die Meeresnatur der Umgebung des Nordpols wahrscheinlich gemacht. Daß sich am Nordpol in der Tat ein weites tiefes Meer findet, hat

dann Peary bei seiner denkwürdigen Polarfahrt 1909 festgestellt.

Auch über die Natur der Umgebung des Südpols haben uns erst die letzten anderthalb Jahrzehnte Aufschluß gebracht. Eigenartig ist die Entdeckungsgeschichte dieses Gebietes. Ende der dreißiger und Anfang der vierziger Jahre des vorigen Jahrhunderts ziehen drei große Expeditionen, eine amerikanische unter Wilkes, eine französische unter Dumont d'Urville und eine englische unter James Clarke Ross nach dem Süden aus. Sie fanden hier schon in verhältnismäßig niedrigen Breiten mächtige Eismassen, die zum Teil auf festem Lande lagerten. Dann wird es ganz still von der Südpolarregion. Nur 1874 macht die englische Challenger-Expedition vom Indischen Ozean aus einen kurzen, aber erfolgreichen Vorstoß nach Süden bis zu den Eismassen der Antarktis. Eine neue Periode der Entdeckungen beginnt erst 1897 mit der belgischen Südpolarexpedition, die volle zwei Jahre in den antarktischen Gebieten südlich von Südamerika zubrachte. 1898—1899 erfolgte die erste Überwinterung auf dem Festlande Antarktika selbst, am Gestade des von Ross entdeckten Viktorialandes südlich von Neuseeland bei Gelegenheit der englischen Expedition unter Leitung des Norwegers Borchgrevink (1898—1900). 1902 überwintern gar drei Expeditionen an verschiedenen Punkten der Antarktis: in Viktorialand die sogenannte erste englische antarktische Expedition unter R. F. Scott (1901—1904), südlich vom Indischen Ozean in Kaiser-Wilhemsland die deutsche

unter Erich v. Drygalski (1902—1903) und südlich von Südamerika unweit der Rossinsel bei Grahamland die schwedische unter Otto Nordenskjöld (1902 bis 1904). Es folgte 1903—1904 die schottische Expedition unter W. S. Bruce, deren Arbeitsfeld südlich vom Atlantischen Ozean lag, sowie eine französische in das Gebiet südlich von Südamerika unter J. Charcot. Scott hatte schon die hohe Breite von $82^{\circ} 17'$ erreicht. Aber noch weiter südlich, bis $88^{\circ} 23'$ südl. Breite, also bis auf eine Entfernung von nur 180 km vom Südpol, drang 1908 Shackleton, der Leiter der zweiten englischen antarktischen Expedition (1907—1909), die wieder Viktorialand als Ausgangspunkt gewählt hatte. Eine zweite französische Expedition unter Charcot ging 1909 abermals in das Gebiet südlich von Südamerika, von wo sie soeben (1910) zurückgekehrt ist.

Die Resultate dieser Expeditionen¹⁾ gestatten schon heute ein Bild von der physikalischen Beschaffenheit des antarktischen Gebietes zu entwerfen.

Trägt man, wie das W. H. Hobbs getan hat, die Schiffsrouten aller Expeditionen, die in die Südpolarregion eingedrungen sind, in eine Karte ein, so läßt sich sofort erkennen, bis wohin die Ausdehnung des Meeres mit Sicherheit festgestellt ist. Das innerhalb dieses Gewirres von Routen liegende, auf der Karte weiß entgegnetretende Gebiet ist zum Teil sicher, zum Teil möglicher-

¹⁾ Siehe das Literaturverzeichnis am Schluß des Vortrages.

weise Land. Schon heute steht fest, daß die antarktische Landmasse von zwei Seiten her durch tief eindringende Golfe stark eingeschnürt wird. Südlich von Neuseeland erstreckt sich das Rossmeer offen bis etwa 78° südl. Breite, unter Eis aber noch viel weiter, und südlich vom Atlantischen Ozean dringt das Weddelmeer mindestens bis 75° südl. Breite nach Süden vor. Es ist nicht ausgeschlossen, daß diese beiden Meeresteile durch die ganze Antarktis hindurch miteinander zusammenhängen. Freilich kann nicht von einem offenen, sondern nur von einem mit schwimmendem Eis von großer Mächtigkeit bedeckten Meer die Rede sein. Jedenfalls gliedert sich insgesamt das ganze antarktische Land in eine größere südlich von Afrika, vom Indischen Ozean und von Australien liegende Landmasse, die als Ostantarktika bezeichnet wird, und eine wesentlich kleinere südlich von Südamerika liegende — das sogenannte Westantarktika. Der äquatoriale Saum von Ostantarktika folgt im großen und ganzen dem südlichen Polarkreis und weicht nur südlich von Afrika und vom Atlantischen Ozean bis zum 70. Parallel, vielleicht auch noch etwas weiter gegen Süden zurück. Der gegen Westantarktika schauende Rand von Ostantarktika wird am Rossmeer und südlich davon von einer mächtigen, mehrfach 3000 m übersteigenden Gebirgskette gebildet, die insgesamt auf eine Entfernung von 1700 km verfolgt ist. Sie verläuft nicht über den Südpol selbst, sondern läßt diesen rechts im Herzen von Ostantarktika liegen. Möglicherweise hängt dieser gewaltige Gebirgszug mit den Gebirgen

von Coatsland zusammen, die die schottische antarktische Expedition unter Bruce 1904 vom südlichsten Punkt ihrer Route sichtete. Westantarktika scheint nicht in der Weise massig gebaut zu sein wie Ostantarktika; sowohl die belgische, als auch die schwedische und die französische Expedition haben hier Landmassen gefunden, die den Charakter eines Archipels besitzen.

Ein großer einheitlicher Zug zeigt sich in der ganzen Antarktis. Überall, wo man in höhere südliche Breiten vordrang, stieß man auf Eis und immer wieder auf Eis. Das Eis spielte hier geradezu die Rolle des wichtigsten Gesteins. Das ist tief in den klimatischen Verhältnissen begründet.

Überaus niedrige Temperaturen charakterisieren das Klima des gesamten Gebietes der Antarktis. Während der zweijährigen Beobachtungen der ersten englischen antarktischen Expedition unter Scott an ihrer Winterstation am Südrande des Rossmeeres ($77^{\circ} 51'$ südl. Breite) wurde als Mitteltemperatur des wärmsten Monats (Januar 1903) -3.3°C gefunden; der Dezember 1902 ergab als Monatsmittel -4.9° , der Dezember 1903 -3.5° . Im zweijährigen Mittel hatte der Dezember -4.2° , der Januar -4.3° , der Februar (drei Jahre) -9.6° . Als Mitteltemperatur der drei Sommermonate ergibt sich -6.0° . Die Bedeutung dieser Zahlen wird klar, wenn wir uns vergegenwärtigen, daß bei uns in Wien die mittlere Temperatur des kältesten Wintermonats, des Januars, -2.2° beträgt und

die mittlere Temperatur der drei Wintermonate -0.9° . Der wärmste Monat am Rossmeer ist kälter als der kälteste Monat in Galizien oder Polen. Nur an fünf Tagen während der ganzen über zwei Jahre sich erstreckenden Beobachtungszeit stieg die Temperatur über 0° und der wärmste Tag des ganzen Zeitraumes ergab als Tagesmittel nur $+1.5^{\circ}$ C.

Die anderen Expeditionen, die längere Zeit in der Antarktis verweilten, haben nicht so kalte Sommer beobachtet. Es erklärt sich das dadurch, daß sie sich in niedrigeren Breiten befanden. Die schwedische Expedition fand auf ihrer Winterstation Snow Hill (64° südl. Breite) als Dezemberrmittel -2.0° C, als Januarmittel -0.9° , als Februarmittel -3.5° , also eine mittlere Sommertemperatur von -2.1° . Hier stieg die Temperatur jeden Monat gelegentlich über 0° . In Port Charcot auf Grahamland (65° südl. Breite) wurde beobachtet: Dezemberrmittel -0.4° , Januarmittel $+0.5^{\circ}$, Februar- mittel -0.4° , Sommermittel also -0.1° C.

Noch weit tiefere Temperaturen herrschen in den hochgelegenen Teilen der Antarktis in unmittelbarer Umgebung des Poles. Hier beobachtete Shackleton auf seiner Schlittenreise im Sommer 1908—1909 niemals Temperaturen über -17.8° C. So ist es denn in der ganzen Antarktis das Zurücktretten, ja das vollkommene Fehlen der Temperaturen über 0° , das dem ganzen Klima den Stempel aufdrückt.

Das äußert sich naturgemäß auch in den Niederschlägen. Auf Viktorialand an der Station der engli-

schen Expedition ist niemals Regen beobachtet worden; der gesamte Niederschlag fiel in Form von Schnee. Dabei ist die Niederschlagsmenge, entsprechend den niedrigen Temperaturen, klein, da ja kalte Luft immer nur wenig Wasserdampf zu enthalten vermag, daher auch nur wenig Wasser kondensiert werden kann. Allerdings sind die Messungen des Niederschlages in der Antarktis unsicher, weil die häufigen stürmischen Winde den Schnee einerseits vertragen, an anderen Stellen anhäufen. Unter Berücksichtigung einer später zu verwendenden Schätzung von Shackleton beträgt der Niederschlag, ausgedrückt in Schmelzwasserhöhe, auf den weiten Eisebenen südlich vom Rossmeer 30—35 cm im Jahre.

Ist wegen der niedrigen Temperatur die absolute Feuchtigkeit der Luft gering, so ist zugleich auch die Luft relativ trocken. In vielen Fällen hat man es mit einem trockenen Fallwind zu tun, der mit großer Heftigkeit aus dem Innern der Antarktis gegen die Küsten hin weht und geradezu Föhncharakter annimmt, wenn auch die Temperaturen, die er erreicht, immer noch niedrig bleiben. Dieser Trockenheit der Luft wegen ist die Verdunstung außerordentlich groß. Die englische Expedition maß dieselbe durch Wägen einer mit Eis gefüllten Schale. Es ergab sich für den Winter als mittlerer Monatswert 6·3 mm. Die Verdunstung ist hier doppelt so groß wie in den Wintermonaten in London bei einer um 28° C höheren Lufttemperatur. In den neun Monaten, für die Beobachtungen vorliegen, ergab sich eine Verdunstungshöhe von 85 mm. Interpoliert man die fehlenden Sommer-

monate, so kommt man für das Jahr auf 140 bis 160 mm.

Fassen wir zusammen, so können wir sagen: Es gibt in der Antarktis keinen Sommer; es gibt kein Tauen; der Niederschlag ist klein und fällt im Innern nur als Schnee. Die Luft ist trocken, so daß eine starke Verdunstung des Eises und des Schnees erfolgt. Dabei wehen überaus häufig Stürme. Antarktika erscheint als Kontinent des ewigen Eises. Es herrschen im ganzen Gebiet Bedingungen, wie wir sie bei uns in Gebirgen und auch hier nur oberhalb der Schneegrenze treffen. In der Antarktis häuft sich Schneelage auf Schneelage; der Druck der oberen Schichte verwandelt den tiefer liegenden Schnee in Firn und Eis. Gletscher entstehen, die in langsamer Bewegung das Eis fortführen. Sie erfüllen als Inlandeis das Land, als Schelfeis kleinere und größere Meeresteile. Eisberge brechen von ihnen ins Meer ab. Am Strand der Felsküste bildet sich als Eisfuß ein Gürtel von Eis, der das Land blockiert. Endlich gefriert im Winter auch das im Sommer offene Meer und es bildet sich Meereis.

Überall, wo Landmassen der Antarktis betreten oder gesichtet wurden, hat man riesenhafte Gletscher getroffen, die an Größe alles in Schatten stellen, was wir bisher von Gletschern auf der Erde kannten. Ein ausgedehntes Inlandeis bedeckt Antarktika. Nur hier und da erscheint das Felsgerüste des Landes. Das gilt besonders von steilen Gehängen hochragender Gebirge, dann auch

von solchen Stellen der Talgehänge, wo der Wind die Anhäufungen von Schnee hindert.

Das Inlandeis zeigt sich in der Antarktis in zweierlei Typen. Auf Kaiser-Wilhelmsland im Arbeitsfeld der deutschen Expedition steigt das Inlandeis aus dem Innern der Antarktis allmählich als unabsehbar weite Fläche gegen das Meer herab. Es bedeckt hier das ganze Festland; mit Ausnahme des isoliert aufragenden Gaußberges ist kein Fels sichtbar. Ähnliches beobachtete Bruce in Coatsland. Nirgends sah er nackten Fels; das Eis erreichte das Meer in einem 20—30 m hohen Abfall. Auch in Kaiser-Wilhelmsland tritt das Inlandeis in einem 40—50 m hohen Kliff ans Meer heran. Verhältnismäßig steil ist der Anstieg der Oberfläche von hier hinauf bis 300 m Seehöhe; dann wird der Anstieg schwächer und eine weite, flache, nur leicht wellige Ebene liegt vor uns. Die Himmelslinie, das heißt die Grenzlinie, in der sich Himmel und Inlandeis verschneiden, ist leicht geschwungen. Obwohl das Inlandeis von Kaiser-Wilhelmsland sein Ende im Meer findet, liegt es doch auch hier noch auf dem Boden fest auf. Unmittelbar an der Eisstirn hat das Meer nur Tiefen von 170—250 m; da kann eine Eismasse, die 40—50 m über das Wasser emporragt, nicht schwimmen. An der Vorderseite der Eiswand ließ sich auch die Verschiebung des Wasserstandes mit Ebbe und Flut erkennen: eine Gezeitenlinie war ins Eis eingefressen.

Bemerkenswert ist die blaue Farbe des Inlandeises, die von der deutschen Expedition hervorgehoben wird.

Das Inlandeis war hier im wesentlichen frei von Schnee, so daß das blanke Eis zu Tage lag. Der Ostwind verwehte allen Schnee, der fiel, und nur in den Spalten und in Lee des Gaußberges, der sich 350 m über die Oberfläche des Inlandeises an dessen Nordrand erhebt, wurde Schnee abgelagert.

Daß das Inlandeis sich bewegt, war schon an den weithin sichtbaren Spalten festzustellen, die in großer Zahl besonders am Abfall der Eisfläche gegen das Meer hin auftreten. In großen Blöcken sinken die sich gegen das Meer vorschiebenden Eismassen an Staffelbrüchen ab. Der Gaußberg hemmt die Bewegung; oberhalb staut sich das Eis empor, während unterhalb des Berges eine kleine Depression besteht, die Drygalski auf die Wärmestrahlung vom dunkleren Gestein des Berges zurückführen möchte. Doch dürfte auch eine dynamische Ursache hier mitspielen: unterhalb eines jeden stauenden Hindernisses bildet sich in einem fließenden Medium eine kleine Depression. Die Bewegung des Inlandeises zu messen ist schwer, da fixe Punkte fehlen, denen gegenüber man die Verschiebung des Eises feststellen könnte. Einzig und allein der Gaußberg bot einen solchen fixen Punkt. Die Geschwindigkeit des Eises wurde am Rande zu 30 cm im Tage festgestellt. Das macht 100 m im Jahre und entspricht etwa der Geschwindigkeit des Stromstriches unserer großer Alpengletscher, z. B. des Rhonegletschers. 2 km vom Rande entfernt gegen das Innere des Inlandeises hin betrug die Bewegung nur mehr 4 cm im Tage, also 15 m im Jahre. Das lehrt, daß

die Bewegung des Inlandeises im Innern ganz außerordentlich langsam ist.

Ganz anders erscheint das Inlandeis dort, wo ein mächtiger Gebirgswall den Abfluß hemmt. Solche Verhältnisse konnten die Engländer in ihrem Arbeitsgebiet beobachten.

Wir haben den Gebirgswall schon erwähnt, der von Viktorialand südwärts zieht und möglicherweise mit dem Gebirge von Coatsland zusammenhängt. Seine Teile führen verschiedene Namen: Admiraltätskette, Prinz-Albertkette, Königin-Alexandrakette usw. Dieser Gebirgswall wirkt wie ein gewaltiges Wehr auf die Eismassen, die Ostantarktika erfüllen. Er staut sie hoch auf, indem er ihren Abfluß hemmt; nur wo sich Breschen im Gebirge finden, fließt das Eis in der Richtung zum Rossmeer und zum Gebiet südlich von Neuseeland ab. Eine ganze Reihe von solchen Abflüssen sind bekannt. Der größte unter ihnen ist der Beardmoregletscher, über den hinauf Shackleton ins Herz des antarktischen Kontinents vordrang. Es ist der größte bekannte Eisstrom der Erde. Sein Areal beziffert sich ohne Zuflüsse auf 6000—7000 km². Seine Breite erreicht 45 km und seine Länge von der Stelle, wo er vom Inlandeis sich ablöst, bis zu seinem Ende, wo er in die breite Fläche des Barriereises mündet, das den Süden des Rossmeeres einnimmt, beträgt rund 200 km. Seine Oberfläche fällt auf dieser Strecke um 2000 m, so daß sich ein mittleres Gefälle von 10 ‰ ergibt, das sich aber auf vielen Strecken auf 25 ‰ und höher steigert. Auf der Oberfläche des

Beardmoregletschers findet man alle Übergänge von Schnee zu Eis. Überall zeigen sich Spalten, einzelne von großer Tiefe; sie zeugen von der Bewegung des Eisstromes. Hier kämpfte sich Shackleton mit seinen Gefährten durch. Als er über den Eisstrom hinaufgelangt war, da befand er sich auf einer weiten einförmigen Fläche, die südwärts langsam zuerst mit 3 ‰ , später nur mit 1.8 ‰ auf 3000 und 3100 m anstieg. Unebenheiten traten ihm nur in Form von sogenannten Sastrugi entgegen. Es sind das zum Teil aufgehäufte Schneedünen, zum Teil auch durch Winderosion geschaffene Formen der Schneeoberfläche, die in Gestalt von kleinen Kämmen und Wällen erscheinen. Vom südlichsten von ihm erreichten Punkt sah Shackleton, daß die Oberfläche des Eises immer noch anstieg, wenn auch fast unmerklich, so daß sie am Pol selbst in etwa 3300 m Höhe liegen dürfte. Das Inlandeis oberhalb jenes gewaltigen Gebirges erhob sich also flach schildförmig. Die Oberfläche war nicht vollkommen eben, sondern leicht wellig und oberhalb des Austrittes des Abflusses zeigte sich eine Einsenkung, wie das stets an der Wurzel eines Abflusses zu beobachten ist.

Ganz ähnliche Verhältnisse sind an den weiter nördlich gelegenen Eisströmen, die das Inlandeis durch das stauende Gebirge hindurch sendet, beobachtet worden, so am Ferrargletscher, der zum Rossmeer herabsteigt. Hier herrscht nacktes Eis vor, da der Wind allen Schnee wegweht. Am Fuße der Felswände erscheint die Eisoberfläche erniedrigt, einerseits durch die Windbewegung,

die hier besonders heftig ist, dann aber auch wohl durch die Wärmestrahlung der Felswände.

Diese charakteristischen Verhältnisse des Inlandeises herrschen im ganzen Gebiet westlich der gewaltigen Gebirgskette. Sie sind nicht nur beim Vorstoß nach Süden hin beobachtet worden, sondern auch bei den beiden Vorstößen, die während der ersten und der zweiten englischen Südpolarexpedition zum magnetischen Nordpol im Innern von Viktorialand nach Nordwesten unternommen wurden. Von einer Breite von wenig über 70° bis zum Pol hin, das heißt über rund 2000 km erstreckt sich das Inlandeis als flachgewölbter Schild. Wo seine Grenze jenseits des Poles und nach Westen zu liegt, ist unbekannt. Vermuten darf man aber, daß die mächtigen Eismassen von Wilkesland, Kaiser-Wilhelmsland und Enderbyland den ungestauten Nordrand desselben bilden.

Auf der Außenseite des stauenden Gebirges liegen kleine lokale Gletscher als selbständige Eisströme. Alle Typen sind hier vorhanden. Man findet Gletscherhauben und Plateaugletscher nach Art der norwegischen Gletscher, besonders aber alpine Kargletscher.

Merkwürdig ist der Haushalt des Inlandeises. Eine eigentliche Schneegrenze fehlt oder richtiger gesagt, das gesamte Gebiet, einschließlich des Meeresstrandes, liegt über der Schneegrenze, das heißt im ganzen Gebiet überwiegt die Menge des auf horizontalen Flächen fallenden Schnees über den Betrag der Abschmelzung und apere Stellen treten uns nur da entgegen, wo der Wind den Schnee wegweht. Eine Vernichtung von Schnee findet in

dieser Weise naturgemäß nicht statt. Der pulverförmige Schnee wird sehr leicht ein Spielball des Windes, der hier oft in außerordentlicher Heftigkeit weht. Noch in 3000 m Höhe beobachtete Shackleton gewaltige Stürme, so mehrere Blizzards, die aus dem Innern der Antarktis herauswehten und bei ihrer Trockenheit als Föhn erschienen. Schneetreiben herrschte außerordentlich oft. Meist bewegte sich der Schnee dabei in geringer Höhe. Die Ponys, die Shackleton verwendete, ragten über die Grenze des treibenden Schnees empor; sie konnten daher freie Luft einatmen. Das können Hunde nicht, da sie zu klein sind. Das ist der Grund, weshalb Shackleton in der Südpolarregion Ponys den Hunden als Zugtiere vorzieht. Die fortwährende Umlagerung des lockeren Schnees spielt eine große Rolle im Leben des Inlandeises. Shackleton fand auf seiner Südexpedition wie auch die Gefährten Scotts und Shackletons auf ihren Reisen nach Westen die hochliegende Fläche des Inlandeises jenseits des stauenden Gebirgszuges meist mit Schnee bedeckt. Auf seiner Rückreise von Süden aber traf er in weiten Gebieten, wo die Hinreise durch lockeren Schnee erschwert worden war, die ganze Oberfläche des hier verfirnten Inlandeises blank und hart wie Carraramarmor. Das gilt auch vom oberen Teile des Beardmoregletschers, während die untere Hälfte tief unter Treibschnee begraben war. Überhaupt zeigte sich blaues Eis oft an den Abflüssen durch das Gebirge hindurch. Das Eis war hier mehrfach durch Schneetreiben geschliffen und geglättet. Eine Schneezufuhr zur Er-

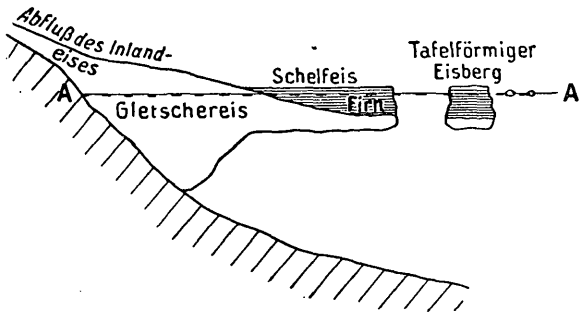
nahrung des Inlandeises ist also vorhanden, aber sie ist gering und von Ort zu Ort sehr unregelmäßig; an manchen Stellen setzt sie zeitweise aus; so lag auf dem Rande des Inlandeises am Gaußberg, wie wir schon erwähnten, kein Schnee.

Woher stammt nun das Schneematerial des Inlandeises? Die Frage ist nicht so einfach zu beantworten. Über dem Kontinent Antarktika liegt nach allem, was wir von seinen Wind- und Luftdruckverhältnissen wissen, eine ziemlich stabile Antizyklone. Hann machte es jedoch wahrscheinlich, daß sie auf die unteren Schichten der Atmosphäre beschränkt ist. Daher wehen die Winde an der Landoberfläche meist von Süden her, in den oberen Luftschichten aber von Norden, also vom Meer, wie die Rauchsäule des Vulkans Erebus (77° südl. Breite) im Rossmeer bei der Winterstation der Engländer zeigte. Da die Luft an der Küste feuchter, im Innern trocken ist, so können die Nordwinde der Höhe immerhin Feuchtigkeit ins Innere des Inlandeises schaffen. In der Tat scheint hier Schnee vielfach in Form des sogenannten Diamantstaubes niederzusinken. W. H. Hobbs möchte diesen Diamantstaub aus den Zirren der höheren Luftschichten ableiten und in diesen die Quelle der Ernährung des Inlandeises sehen.

Erfolgt in dieser Weise eine Ernährung der Eismassen durch Schneefall, so findet eine Ablation derselben nur in geringem Maße statt. Schnee- und eisvernichtend wirkt in der Antarktis nur die große Verdunstung, die aber doch im Mittel hinter dem Schneefall zurückbleibt,

wenn sie auch an einzelnen Stellen den Schnee ganz wegzulecken imstande ist. Dagegen fehlt den Gletschern ein Abschmelzgebiet vollkommen.

Da trotz der Verdunstung der Abtrag kleiner ist als der Schneeauftrag, so schieben sich die Gletscher durch die steilen Breschen im Gebirge hinaus ins Meer.



Beziehungen von Inlandeis, Schelfeis und tafelförmigen Eisbergen im Rossmeer (nach W. H. Hobbs).

A A Meeresniveau.

Dort, wo sie das Meer erreichen und ins Schwimmen kommen, staut sich die Eismasse; es bildet sich ein verdicktes Ende. Schnee fällt auf dieses Gletscherende, und zwar erheblich mehr als in den mehr trockenen inneren Teilen des Inlandeises. Er drückt die Gletscherzungen tief ins Wasser hinab. Solcher schwimmender Gletscherenden sind eine Reihe beobachtet. Am großartigsten sind diese Erscheinungen an den Eismassen der sogenannten Rossbarriere. Es liegt hier eine ge-

waltige schwimmende Eistafel jener Art vor, die neuerdings, wenn auch nicht ganz passend, als Schelfeis bezeichnet wird.¹⁾

Als Ross 1840—1841 von Neuseeland aus bis gegen 78° südl. Breite vorgedrungen war, setzte eine mächtige Eismauer einem weiteren Vordringen ein Ende. Ross fuhr eine weite Strecke dieser Eismauer entlang, konnte aber nicht über sie hinausschauen und vermochte sie auch nicht zu erklimmen. Borchgrevink ist der erste gewesen, der sie 1898—1899 bestieg. Er kam auf eine weite, schier unabsehbare horizontale Fläche von Schnee. Scott und Shackleton haben uns dieses eigentümliche Eisgebilde genauer kennen gelehrt. Es ist kein Zweifel, daß es sich um eine schwimmende Eismasse handelt; denn an ihrer Stirn ist keine Spur einer

¹⁾ Man hat entsprechend dem Eigennamen „Rossbarriere“ solche schwimmende Eisgebilde zuerst als Barriereeis bezeichnet; doch ist der Name nichtssagend. Der neuerdings aufgekommene Ausdruck Schelfeis ist aber auch nicht vollkommen passend. Als Schelf bezeichnet man bekanntlich den untergetauchten, nur von einem seichten, in der Regel nicht über 200 oder allerhöchstens 300—400 m tiefen Meer bedeckten Rand des Kontinentalblockes. Jene schwimmenden Eisgebilde treten aber auch über tieferem Meer (700—800 m Tiefe) auf. Auch gebrauchte jüngst v. Drygalski den Ausdruck Schelfeis in etwas anderem Sinne. Sein Schelfeis umfaßt alle auf dem Schelf verankert liegenden Eismassen, also auch Eisberge aus Gletschereis und Meereis. Der Ausdruck Meer-gletscher würde vielleicht für den Charakter des Barriereeis am besten passen.

Gezeitenbewegung zu beobachten; das Schelfeis senkt und hebt sich mit dem Meeresspiegel. Die Höhe der Eiswand über dem Meere ist von Ort zu Ort etwas verschieden. Sie schwankt zwischen 5 und 75 m und beträgt im Mittel 30 m. Daraus läßt sich die Mächtigkeit der schwimmenden Eisschicht schätzen. Da von der in ihrem oberen Teil, wie wir gleich sehen werden, sehr lockeren Schnee- und Eistafel schwerlich mehr als dreiviertel unter Wasser tauchen, so kann man aus jenen Höhen auf eine gesamt Mächtigkeit zwischen 20 und 300 m, im Mittel von 120 m schließen. Die Lotungen der „Discovery“ unter Scott am Rande der Eisbarriere wiesen in der Tat überall Meerestiefen nach, die um mehrere hundert Meter größer sind als die Mächtigkeit der unter Wasser befindlichen Teile der Eistafel, selbst wenn man nicht das Verhältnis 1:3, sondern 1:9 für das über und unter Wasser befindliche Eis annimmt. Aber nicht nur der Rand dieser mächtigen Eistafel schwimmt, sondern die ganze Tafel. Es fehlen Spalten, die eine Abtrennung eines schwimmenden Teiles von einem auf dem Meeresgrunde aufruhenden kennzeichnen würden. Scott und Shackleton zeigten in Übereinstimmung damit, daß die Höhe der Oberfläche der ausgedehnten Eistafel von ihrem Rande im Norden bis zum südlichsten Punkt, der auf derselben erreicht wurde, d. i. über ganze 600 km, gleichblieb, soweit sich das aus Barometerbeobachtungen schließen läßt. Erst unmittelbar an solchen Stellen, wo ein Abfluß des Inlandeises durch eine Bresche im Gebirge herabsteigt und in das Schelfeis mündet, macht

sich ein leichtes Ansteigen seiner Oberfläche bemerkbar. Die Oberfläche des Schelfeises ist dabei, von flachen Wellen abgesehen, vollkommen eben. Nirgends sieht man Eis, überall nur Schnee und auf dem Schnee Sastrugi der verschiedensten Form.

Nach allem, was wir wissen, kann wohl kein Zweifel bestehen, daß die Ernährung dieses Schelfeises der Rossbarriere einerseits durch die einmündenden Gletscher erfolgt, die vom Inlandeis entstammen, andererseits durch den Schnee, der darauffällt. Die Schneemengen sind nicht groß. Shackleton hatte das Glück, ein Depot aufzufinden, das Scott sechs Jahre früher auf dem Eise angelegt hatte. Das Depot war tief verschneit und mußte ausgegraben werden. In sechs Jahren war insgesamt eine Schneeschicht von 8 Fuß = 2·4 m Mächtigkeit zum Absatz gekommen; es macht das im Jahr 40 cm Schnee. Geschmolzen dürfte das etwa 26—30 cm Niederschlag ergeben. Allerdings wissen wir nicht, wie viel von dieser Schneemenge auf Rechnung des Treibschnees zu setzen ist. Da wir es jedoch mit einer weiten horizontalen Fläche zu tun haben, dürfen wir diese Zahl immerhin als guten Näherungswert betrachten und sonach einen jährlichen Zuwachs durch zusammengepreßten Schnee um rund 0·3 m oder in Eisform um 0·2 m annehmen. Dieser Zuwachs ist als die Differenz zwischen Niederschlag und Verdunstung zu betrachten. Dasselbe Depot gab Shackleton die Möglichkeit, die Geschwindigkeit der Bewegung des Eises festzustellen. Schon Scott hatte hierüber eine Beobachtung gemacht.

Das Barriereeis schob sich nach derselben 60 km vom Gebirgsrande, 20 km vom weit ins Eis vorspringenden Felskap Minna Bluff entfernt, in $13\frac{1}{2}$ Monaten um 556 m nach Norden. Das macht 412 m im Jahr oder 1·1 m im Tag. Diese Messung von Scott stimmt gut mit Shackletons Messung der Verschiebung des betreffenden Depots innerhalb sechs Jahren überein, die 2·925 km betrug. Wir können darnach mit Sicherheit für die Eistafel an dieser Stelle eine tägliche Geschwindigkeit von 1·2 m oder eine Jahresgeschwindigkeit von 450 m annehmen. Legt man diese Geschwindigkeit zugrunde, so braucht das Eis, um die Strecke vom Fuße des Beardmoregletschers bis zum Nordrande der Eistafel, insgesamt etwas über 570 km, zurückzulegen, volle 1200—1300 Jahre. In dieser Zeit häuft sich auf dem Eis eine gewaltige Schneeschicht auf, deren Mächtigkeit unter Berücksichtigung der Kompression der tieferen durch die oberen Schichten auf 200—300 m geschätzt werden muß. Die obersten 200 bis 300 m der Stirn des Barriereeises sind also aus Schnee entstanden, der auf das Barriereeis fiel. Damit steht in vollkommener Übereinstimmung, daß alle Beobachter an dem über Wasser sichtbaren Teil der Stirn des Barriereeises nur Schnee und Firn, aber kein Gletschereis wahrgenommen haben (vgl. Fig. S. 92).

Nördlich des großen Barriereeises münden noch einige Gletscherzungen in das Rossmeer, die ebenfalls von mächtigen Schneemassen bedeckt und herabgedrückt werden. Schwimmendes Eis solcher Entstehung nahmen die Schweden auch bei König-Oskarland wahr. Ob das

Westeis von Kaiser-Wilhelmsland, das Hobbs auch dazu rechnet, hieher gehört, scheint zweifelhaft. Das Westeis besteht nämlich größtenteils aus blauem Eis und keineswegs aus Schnee und Firn. Auch ist es durch die Verwitterung stark abgezehrt, durch Schneegebläse in seinen südlichen Partien geglättet und geschliffen, alles Erscheinungen, die sich beim typischen Schelfeis des Rossmeeres nicht zeigen.

Die schwimmenden Schelfeismassen spielen eine wichtige Rolle im Haushalte der Antarktis. Auch auf ihnen überwiegt der Schneefall über die Abschmelzung und die Verdunstung, ja, wenn man die Größe des Schneefalls in Betracht zieht, sogar in noch höherem Grade als auf den hochliegenden Flächen des Inland-eises selbst. Dadurch, daß die Schelfeismassen im Meere sich nordwärts schieben, gelangen sie in niedrigere Breiten. Durch ihre eigene Bewegung klaffen in der Nähe des Ufers Spalten auf; auch die Gezeitenbewegung des Meeres trägt dazu bei. Es brechen schließlich große Eistafeln vom zusammenhängenden Schelfeis ab. So entstehen die tafelförmigen Eisberge der Antarktis. Sind sie jung, so verschneiden sich ihre vertikalen Wände mit der horizontalen Oberfläche in scharfen Kanten; vertikale Spalten treten auf. Trefflich ist die Schichtung wahrzunehmen. Oben herrschen weiße, also schneeige luftreiche Schichten vor; nach unten stellen sich blaue Bänder ein. Überhaupt nimmt die Schichtung nach unten an Feinheit zu, offenbar infolge des Druckes, dem die unteren Schichten durch die oberen ausgesetzt sind.

Moränen sind nirgends an solchen tafelförmigen Eisbergen wahrzunehmen; denn derjenige Teil ihres Körpers, der aus den Gletschermassen des Inlandeises entstand und allein Moränenmaterial führen kann, liegt tief unter Wasser (vgl. Fig. S. 92).

In Kaiser-Wilhelmsland beobachtete die deutsche Expedition ein Kalben des Inlandeises selbst, das sich hier bis ins Meer hinschob und frei von Schnee war. An Staffelbrüchen lösen sich hier mächtige Blöcke von Gletschereis vom Inlandeis ab. Die Eisberge sind hier wesentlich unregelmäßiger als im Rossmeer, wo sie vom Schelfeis abbrechen.

Meeresströmungen und Winde tragen die Eisberge nordwärts. Wo das Meer flach ist, geraten sie gelegentlich auf den Grund, werden hier gleichsam verankert und erleiden eine langsame Aufzehrung durch Windschliff und Verdunstung, dann auch durch Verwitterung, wie das v. Drygalski für das deutsche Arbeitsgebiet nördlich vom Gaußberg dargelegt hat. Im tiefen Meer aber segeln die Eisberge nordwärts. Im kalten Meerwasser, das hier eine Temperatur von -2.0 bis -0.3 °C besitzt, kann ihr untergetauchter Fuß nicht schmelzen. Aber die warme Luft, die ihre Flanken bestreicht, der Regen, der auf ihre Fläche niedergeht, trägt zur Abschmelzung wesentlich bei. Die Brandung schlägt an ihre Wände, nagt tiefe Höhlen ein und unterminiert die Berge; so geht allmählich die Tafelform verloren und der Eisberg stellt sich wohl im Streben nach einer Gleichgewichtslage schief ein. Die über dem Wasser sichtbaren Teile

desselben nehmen unregelmäßige, bizarre Formen an. Weiter nordwärts im warmen Wasser ist in kurzer Zeit das Schicksal des Eisberges besiegelt: er zergeht rasch.

Wir begegnen in der Antarktis dem Eis noch in einer anderen Form. Auch dort, wo Fels ans Meer herantritt und nicht Inlandeis oder Schelfeis die Küste blockiert, ist es fast niemals der nackte Fels selbst, der unmittelbar das Gestade bildet. Es schaltet sich fast stets ein Eisfuß ein, eine flache Terrasse mit einer 5—30, ja auch mehr Meter breiten Oberfläche, die 2—3, in einzelnen Fällen auch 20—30 m über dem Meeresspiegel liegt. In steiler Wand stürzt der Eisfuß zum Meer ab. Seine Entstehung ist einfach. Am Fuße des Felsgehanges sammelt sich Schnee; die Brandung bespritzt ihn und so bleibt er haften. Aber auch das Wasser der Brandung selbst vermehrt die Masse des Eises und bald ist keine scharfe Grenze mehr zwischen den Schnee- und Eismassen, die vom Lande sich herabsenken und dem Eisfuße zu ziehen, der am Gestade des Meeres entstand.

Das ganze Gebiet der Antarktis ist, soweit sich nicht Schelfeis erstreckt, umgeben von einer weiten Zone von Meereis und Packeis, das durch Gefrieren des Meerwassers zustande kommt. Die Temperatur des letzteren ist hier, wie schon erwähnt, — 2·0 bis — 0·3 °C. Im Sommer lagert sich im weiteren Umkreis der Antarktis eine dünne Schichte von etwas wärmerem Wasser darüber, die im Winter fehlt. Im Bereiche des Schelfeises hält sich gerade das etwas wärmere, aber salzigere

Wasser in der Tiefe, während das kälteste Wasser die Oberfläche bildet.

Der Vorgang des Gefrierens des Meerwassers vollzieht sich hier ganz entsprechend wie in den Arktischen Meeren. In dem auf den Gefrierpunkt des Meerwassers (-2.0°C) abgekühlten Wasser schießen Eiskristalle an. Es bildet sich ein Eisbrei, der von den Wellen hin und her geworfen wird. Die einzelnen Eisteilchen frieren zusammen und bald sind die bekannten pfannkuchenähnlichen Formen entstanden, jeder Kuchen mit erhabenem Rand, der sich dadurch bildete, daß die einzelnen Fladen sich aneinander reiben und pressen. Das Wasser, das in diesen hohlen tellerförmigen Kuchen hineinspritzt, gefriert auf denselben; von unten krystallisiert ebenfalls Eis an. So werden die Fladen größer und dicker, sie dämpfen die Wellenbewegung; steht letztere still, so überkrusten sich auch die zwischen den Fladen vorhandenen Stellen mit Eis. So entsteht das Feldeis. Bei großer Kälte birst es und Spalten bilden sich. Winde und Meeresströmungen andererseits treiben es zusammen und erzeugen Eispressungen. So türmen sich Schollen auf Schollen. Schnee fällt auf das Feldeis und bringt ihm Zuwachs von oben her. Im Feldeis eingefroren zeigt sich hier und da ein großer Eisberg. Im Sommer bricht das Eis auf und Wind und Meeresströmungen tragen es in niedrigere Breiten, wo es zur Abschmelzung kommt.

So sind es denn Meeresströmungen und Winde, welche durch Fortführen der Eisberge, die den Gletschern entstammen, und der Feld- und Packeismassen, die sich

durch Gefrieren des Meerwassers bilden, das Gleichgewicht zwischen Eisanhäufung und Schmelzung im Bereiche der Antarktis herstellen. Als ein sehr wesentlicher, an Bedeutung hinter der Abtrift des Eises durch Meeresströmungen kaum nachstehender Faktor im Haushalt der Eismassen der Antarktis gesellt sich dazu die starke Verdunstung.

So groß die Vergletscherung der Antarktis auch heute ist, so war sie früher doch noch bedeutender. Es haben alle Expeditionen der letzten Jahrzehnte Anzeichen hierfür gefunden. Am Rande des Inlandeises südlich des Indischen Ozeans erhebt sich im Arbeitsgebiet der deutschen Expedition der Gaußberg volle 350 m über die heutige Eisoberfläche. Auf seinem Gipfel aber liegen erratische Blöcke, anzeigend, daß das Eis hier früher mindestens 350 m höher gestanden hat als heute. In Viktorialand sind überall an den Gehängen der Täler, durch die die Abflüsse des Inlandeises zur Küste herabsteigen, Gletscherschliffe und Moränen bis 120—150 m über der heutigen Oberfläche der Gletscher zu beobachten. Auch in Westantarktika haben die belgische, die schwedische und die französische Expedition festgestellt, daß die Gletscherausdehnung früher viel bedeutender gewesen ist als heute. Moränen finden sich am Gestade der Belgica-Straße 20—25 m über dem Meeresspiegel. Sie können nur von einem Eisstrom herühren, der einst die ganze 600 m tiefe Meeresstraße erfüllte, die heute, abgesehen von Wintereis, eisfrei ist.

Rundhöckerformen ziehen sich hoch hinauf, zum Teil besät mit erratischen Blöcken. Kein Zweifel, auch die heute unter Eis begrabene Antarktis hat eine Zeit noch größerer Eisausdehnung, eine Art Eiszeit gehabt.

Darauf weist auch das Auftreten von toten Gletschern hin, eine der eigentümlichsten Erscheinungen der Antarktis. Ferrar fand bei der ersten englischen Expedition unter Scott am untern Ende eines Tales, das von den Höhen des Gebirges herunter zum Rossmeer führt, eine etwa 15 m mächtige Eismasse von mehreren Quadratkilometern Fläche. Es war der Rest eines Gletschers, der einst durch das heute eisfreie Tal herabstieg. Dieser Gletscher war nicht durch Abschmelzung von untenher aufgezehrt worden; es hat vielmehr seine Ernährung, d. h. die Eiszufuhr vom Inlandeis aufgehört. Nur so ist es zu erklären, daß das Eis der äußersten Gletscherzunge, das noch erhalten ist, durch ein langes eisfreies Talstück vom Nährgebiet getrennt ist. Das Eis ist hier tot, es ist fossil geworden, schmilzt aber nicht ab, da es hier so gut wie nie taut. Auch an anderen Stellen fanden die englischen Expeditionen Reste solcher toten Gletscher.

Seit wann diese Abnahme der Vergletscherung erfolgt ist, läßt sich nicht bestimmen; sie liegt aber wohl sicher sehr viel weiter zurück als der erste Besuch der Antarktis durch Ross im Jahre 1841—1842. Allein auch seit Ross' Zeiten ist ein Rückzug des Eises festzustellen: der Rand der ausgedehnten Eistafel des Barriereeises, das als Meergletscher den südlichen Teil der Rosssee erfüllt, liegt heute je nach der Örtlichkeit 30—50 km

weiter südlich, als ihn Ross fand. Dabei ist seine gegen das Meer abfallende senkrechte Stirn niedriger geworden.

Haben wir in dieser Weise in den mehr zentralen Teilen der Antarktis überall Spuren einer einst noch größeren Eisausdehnung, so liegt, wie zuerst E. Philippi erkannt hat, in etwas niedrigeren Breiten eine Zone maximaler Eisentwicklung. Alles, was wir von der Bouvet-Insel (54° südl. Breite), von den Balleny-Inseln (67° südl. Breite) wissen, spricht dafür, daß hier heute ein Maximum der Vergletscherung besteht. Das gilt nach den Beobachtungen von Charcot auch von den Inseln, die Westantarktika nach Norden vorgelagert sind. Die Schneegrenze liegt hier überall sehr tief. Schneefall und Abschmelzung halten einander wahrscheinlich schon in unmittelbarer Nähe des Meeresspiegels die Wage, d. h. die Schneegrenze liegt hier nicht weit über oder gar direkt im Meeresspiegel. Auf dem Festland der Antarktis, ja schon in seinem Randgebiet liegt die Schneegrenze dagegen unter dem Meeresspiegel und am Meeresspiegel selbst findet noch eine erhebliche Anhäufung von Schnee Jahr für Jahr statt, wie wir oben sahen.

Fragen wir nach den Momenten, die den Rückgang der Vergletscherung in der Antarktis hervorgerufen haben können, so kommt da nur eine Abnahme des Niederschlages, der hier auch heute ausschließlich in Form von Schnee fällt, oder eine Steigerung der Verdunstung, vielleicht aber beides zugleich in Betracht.

Wie aber konnten diese zustande kommen? Die Erklärung hierfür dürfte sich aus einer Betrachtung der Verhältnisse ergeben, die in großen Höhen in oder vielmehr über den Gebirgen der gemäßigten Breiten angenommen werden müssen.

In der Schneeregion der Hochgebirge nimmt, wie überall auf der Erde, mit wachsender Höhe die Temperatur der Luft ab. Daher vermindert sich auch der Gehalt der Luft an Wasserdampf. Die Luft der ganz großen Höhen kann infolge dessen durch Kondensation des in ihr enthaltenen Wassers nur ganz unbedeutende Schneemengen liefern. In großen Höhen, die vielleicht 1000—2000 m über der Schneegrenze liegen, beginnt infolge dessen der Schneefall nach oben zu abzunehmen. Gleichzeitig ist aber infolge der Abnahme des Luftdruckes und der heftigen Luftbewegung die Verdunstung hier groß; sie nimmt nach oben sogar zu. Schließlich ist eine Höhe denkbar, ja theoretisch muß sie gefordert werden, wo die größer gewordene Verdunstung gleich dem kleiner gewordenen Schneefall ist. Oberhalb dieser Höhe wird eine dauernde Ansammlung von Schnee nicht mehr möglich sein. So hat die Region des ewigen Schnees nicht nur eine untere Schneegrenze, die durch das Gleichgewicht von Schneefall und Abschmelzung bestimmt ist, sondern auch eine obere Schneegrenze, bestimmt durch das Gleichgewicht zwischen Schneefall und Verdunstung. Albert Heim hat auf die Notwendigkeit einer solchen oberen Schneegrenze hingewiesen. Beobachtet worden ist sie bisher auf der Erde nirgends. Mir scheinen nun

die Verhältnisse in der Antarktis darauf hinzuweisen, daß wir uns hier in der Nähe der oberen Schneegrenze befinden. Die Verdunstung ist groß. Dabei ist der Schneefall sehr gering. Nach den allerdings nicht gerade sehr sicheren Messungen wird im Meeresniveau rund die Hälfte des jährlich fallenden Schnees durch die Verdunstung aufgezehrt. Das Verhältnis dürfte mit wachsender Höhe noch wachsen, wenngleich es gewiß auch auf den Hochflächen des Inlandeises den Wert 1 nicht erreicht, d. h. auch hier noch ein Überwiegen des Schneefalls über die Verdunstung vorhanden ist. Jedenfalls aber spricht alles dafür, daß die Eisflächen der Antarktis sich schon in der Nachbarschaft der oberen Schneegrenze befinden.

Damit scheint mir das Rätsel der toten Gletscher gelöst. Wenn an einem Gebirge infolge einer Senkung der Temperatur die untere Schneegrenze herabsinkt, dann muß auch die obere Schneegrenze sich senken, da der Schneefall in der Region der oberen Schneegrenze noch mehr abnimmt, während die Verdunstung in der lebhaft bewegten Luft groß bleibt. Es findet daher zwar eine Steigerung der Vergletscherung in den unteren Regionen des Gebirges statt, die nunmehr in die Schneeregion einbezogen werden, dagegen eine Abnahme in den allerhöchsten. Bisher ist es noch nicht gelungen, in einem Gebirge der Erde diese Erscheinung zu beobachten. In der Antarktis weist alles auf etwas derartiges hin. Eine Abnahme der Temperatur bewirkte in einer vergangenen Zeit eine Senkung der oberen Schneegrenze

und damit in dem Gebiete, das sowieso schon in der Nachbarschaft der oberen Schneegrenze lag, eine Verminderung der Vergletscherung, während auf den Inseln in der weitem Umgebung der Antarktis, deren untere Gehänge sich in der Nähe der unteren Schneegrenze befanden, dieselbe Minderung der Temperatur ein Anwachsen der Vergletscherung hervorrief. So möchte ich jene Spuren einer einst weit größern Ausdehnung des Eises der Antarktis einer wärmern Periode zuschreiben und komme so auf anderem Wege zum gleichen Resultat, zu dem Scott und Philippi gelangten, die beide annahmen, daß bei den eigenartigen klimatischen Verhältnissen der Antarktis nicht ein Sinken, sondern ein Steigen der Temperatur eine Vergrößerung des Schneefalls und des Schneeabsatzes und damit eine Vergrößerung der Eismassen der Gletscher hervorrufen würde.

Haben uns auch die letzten Expeditionen eine Fülle von Erscheinungen aus der Antarktis kennen gelehrt, so sind doch noch manche wichtige Probleme zu lösen. Eine Hauptaufgabe ist die Feststellung des Verhältnisses von Westantarktika und Ostantarktika. Hängen beide durch eine Festlandverbindung zusammen oder sind sie durch einen mit mächtigem Schelfeis erfüllten Meeresarm voneinander getrennt? Festzustellen ist die Ausdehnung des Inlandeises von Ostantarktika, seine Höhenverhältnisse, festzustellen die Verbreitung des Schelfeises. Die Geschwindigkeit der Bewegung des Inlandeises und des Schelfeises sind an möglichst zahlreichen Stellen zu be-

stimmen. Wichtig, wenn auch schwer anzustellen, sind Beobachtungen über Verdunstung und Niederschlag. Nur so wird es gelingen, genauere Einblicke in den Haushalt der Eismassen der Antarktis zu gewinnen.

Gerade in unseren Tagen rüsten sich wieder mehrere Expeditionen zu einem Vorstoß nach Süden. Eine englische Expedition unter Scott, dem erfolgreichen Leiter der Expedition von 1901—1904, ist schon nach dem Süden aufgebrochen, wieder in das alte Arbeitsfeld der Engländer am Rossmeer. Von der Weddelsee plant W. Filchner, der eine deutsche antarktische Expedition organisiert, einen Vorstoß; im Frühjahr 1911 soll sie Europa verlassen. Auch eine schottische Expedition unter Bruce, ebenfalls ins Weddelmeer, wird vorbereitet. Sehr erfreulich ist, daß die deutsche und die englische Expedition nach einem gemeinsamen Plan vorgehen wollen. Beide werden von diametral gegenüberliegenden Punkten der Antarktis aus nach Süden vordringen und womöglich durch das antarktische Gebiet durchstoßen. Sollten sie etwa, was nicht unmöglich ist, einander begegnen, so wird Filchners Kolonne mit Scott zum Ausgangspunkt der deutschen Expedition an der Weddelsee zurückkehren, die englische Begleitmannschaft Scotts mit Filchner zum Ausgangspunkt der englischen Expedition am Rossmeer. Auf diese Weise würden die Leiter der beiden Expeditionen eine Durchquerung der Antarktis vollenden.

Es ist sehr wohl möglich, daß bei diesen Expeditionen der Südpol erreicht wird. Damit wird das

sportliche Interesse an der Südpolarforschung befriedigt sein und eine mehr ins einzelne gehende wissenschaftliche Forschung immer mehr die Oberhand gewinnen. Wenn ich das ausspreche, so möchte ich damit nicht den geringsten Vorwurf gegen die bisherigen Forscher erheben, denen ein Durchdringen zum Pol als höchstes Ziel vorschwebte. Die Erreichung des Poles ist auch wissenschaftlich ein wichtiges Problem und gerade Forscher wie Scott und Shackleton, die ausgezogen waren, den Pol zu erreichen, haben die Wissenschaft in außerordentlicher Weise bereichert. Das gilt nicht minder von der deutschen Expedition unter v. Drygalski, deren Zweck von vornherein schon nicht die Erreichung des Südpols, sondern das Studium der Eisverhältnisse der Antarktis war. Das gilt auch von der unter schweren Unglücksfällen schließlich doch so erfolgreich durchgeführten schwedischen wie von der belgischen und französischen Expedition. All diesen Forschern gebührt unser Dank und unsere Bewunderung.

Literatur.

Ich gebe hier ein kurzes Verzeichnis der Literatur, die für die obige Darstellung herangezogen wurde.

I. Reisewerke.

C. Borchgrevink: Das Festland am Südpol. Die Expedition zum Südpolarland in den Jahren 1898—1900. Breslau 1905.

J. Charcot: Expédition française (1903—1905). Géographie physique — Glaciologie — Pétrographie. Par E. Gourdon. Paris 1908.

F. A. Cook: Die erste Südpolarnacht 1898—1899. Kempten 1903. (Reise der Belgica.)

E. v. Drygalski: Zum Kontinent des eisigen Südens. Deutsche Südpolarexpedition des „Gauß“, 1901—1903. Berlin 1904.

Otto Nordenskjöld und J. Gunnar Andersson: „Antarktik“. Zwei Jahre in Schnee und Eis am Südpol. Berlin 1904. 2 Bände.

R. F. Scott: The Voyage of the „Discovery“. London 1905. 2 Bände.

E. M. Shackleton: The Heart of the Antarctic: being the story of the British Antarctic Expedition 1907—1909. London 1910. 2 Bände. (Die deutsche Übersetzung, in Berlin 1910 erschienen, ist überaus schlecht.)

The Voyage of the Scotia: being the Record of a Voyage of Exploration in Antarctic Seas by three of the Staff (Brown, Mossman und Pirie). London und Edinburgh 1906.

II. Wissenschaftliche Bearbeitungen.

Vorläufige Mitteilungen über die Ergebnisse erschienen in verschiedenen Zeitschriften. Die meteorologischen Be-

obachtungen einiger der Expeditionen hat J. Hann in der Meteorologischen Zeitschrift übersichtlich zusammengestellt und diskutiert.

Von einigen dieser Expeditionen liegen schon Verarbeitungen der Beobachtungen vor, so vor allem die folgenden:

Die Deutsche Südpolarexpedition 1901—1903. Im Auftrage des Reichsamtes des Innern herausgegeben von Erich v. Drygalski. (Im Erscheinen seit 1905, Berlin.)

E. v. Drygalski: Das Schelfeis der Antarktis am Gaußberg. Sitzungsber. kgl. bayer. Akad. d. Wissensch., math.-nat. Kl., 1910, Abh. 9. München 1910.

Expédition antarctique belge: Résultats du voyage du S. Y. Belgica en 1897—1899. Vol. V. H. Arctowski: Les Glaciers. Paris 1907. 4°.

H. Arctowski: Die antarktischen Eisverhältnisse. Auszug aus meinem Tagebuch der Südpolarreise der „Belgica“, 1898—1899. Ergänzungsheft Nr. 144 zu Petermanns Mitteilungen. Gotha 1903.

Scottish National Expedition. Report on the scientific results of the voyage of the S. Y. Scotia 1902—1904 under the leadership of W. S. Bruce. Vol. 2: Physics. Part I: Meteorology. By R. C. Mossman. Edinburgh 1907.

III. Zusammenfassungen.

Zusammenfassungen über die Eisverhältnisse der Antarktis gaben:

E. Philippi: Über die Landeisbeobachtungen der letzten fünf Südpolarexpeditionen. Zeitschrift für Gletscherkunde II. (1907), S. 1—21.

W. H. Hobbs: The Ice Masses on and about the Antarctic continent. Zeitschrift für Gletscherkunde V. (1910), S. 36—73, 87—122.
