

Werk

Titel: Vorträge und Abhandlungen

Ort: Berlin

Jahr: 1908

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1908 | LOG_0275

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Vorträge und Abhandlungen.

Versuch photogrammetrischer Küstenaufnahmen gelegentlich einer Spitzbergen-Expedition im Sommer 1907.

Von **F.-K. von Book**,
Hauptmann im Großen Generalstab.

(Hierzu Tafel 7 und 8.)

Auf Anregung des Herrn Theodor Lerner fand sich im Frühjahr des vorigen Jahres eine Expedition zusammen, die es sich zur Aufgabe setzte, den Wellmann-Aufstieg in Spitzbergen zu beobachten. Zugleich sollte diese Gelegenheit benutzt werden, auf photogrammetrischem Wege unbestimmte Küstenstrecken an der Nordküste dieses Eilandes aufzunehmen.

Außer Herrn Lerner nahmen an der Expedition der durch seine Arbeiten bekannte Meteorolog Herr Dr. Elias, sowie der Oberleutnant Graf Poninski und der Berichtersteller teil. Letztere beiden gehörten zur Topographischen Abteilung des Großen Generalstabes, die gern dem Antrage des Herrn Lerner auf Beurlaubung zweier Offiziere für die Expedition entsprach; gab sie diesen doch Gelegenheit, eine interessante, wissenschaftlich lehrreiche und für ihre Weiterbildung wertvolle Reise mitzumachen und ein Verfahren zu erproben, auf dessen Bedeutung die Königliche Landesaufnahme bereits seit einer Reihe von Jahren ihr Augenmerk gerichtet hatte.

Abgesehen von einzelnen Versuchen kleineren Maßstabes und einiger Arbeiten in Deutsch-Südwest-Afrika gründeten sich bis dahin ihre Erfahrungen fast nur auf das allerdings eifrig betriebene Studium derartiger Aufnahmen durch fremde Staaten, da in unserer Heimat kaum ein Bedürfnis für die Verwendung der Photogrammetrie vorzuliegen schien.

Ihre Bedeutung ist heute gewachsen. Seitdem es gelungen ist, den stereoskopischen Eindruck in den Dienst der Sache zu stellen, und seit der genialen Konstruktion des Stereokomparators durch Herrn Dr. C. Pulfrich vom Zeißwerk in Jena, ist die Photogrammetrie in ein neues Stadium der Entwicklung getreten. Trotzdem sind die Ansichten über den Wert dieses Hilfsmittels der geographischen Forschung noch geteilt geblieben. Von deutschen Arbeiten größeren Umfanges für Forschungszwecke ist bisher wenig bekannt geworden, und doch ist nur von solchen eine Klärung der strittigen Frage zu erwarten. Einen Beitrag hierzu möge der beiliegende Versuch liefern. Möge er der Photogrammetrie Anhänger gewinnen und die Anregung zu weiteren Arbeiten geben!

Über den mißglückten Aufstieg Wellmanns ist seiner Zeit genug geschrieben worden. Durch widrige Umstände veranlaßt, wurde er von Anfang Juni bis zum 2. September hinausgeschoben und legte den von der Expedition beabsichtigten Arbeiten eine wenig angenehme Fessel an. Trotzdem fanden die beiden Offiziere ein reiches Arbeitsfeld in der ihnen bis dahin neuen Art der photogrammetrischen Aufnahme in unbekanntem Lande. Denn wenn auch schon manche Expedition und mancher Fangschiffer jene Gebiete berührt und Beiträge zu ihrer Kartierung geliefert hat, zeigt doch ein Blick auf die Karte selbst dem Laien die Unvollständigkeit und Ungenauigkeit der kartographischen Darstellung.

An größeren Instrumenten wurde ein Phototheodolit, zwei Sextanten sowie zwei Universal-Instrumente mitgenommen, die von den Firmen Zeiß in Jena, C. Plath in Hamburg und Bamberg in Berlin kostenlos zur Verfügung gestellt waren. Die Ausbildung der Offiziere in recht kurzer Zeit übernahm in weitgehendster Weise Herr Prof. Kohlschütter vom Reichs-Marine-Amt in bezug auf die astronomischen Ortsbestimmungen und Herr Topograph Seliger in der Anwendung des Phototheodoliten. Ihnen allen sei an dieser Stelle der aufrichtigste Dank ausgesprochen. Der größte Anteil an dem Gelingen der Arbeit ist Herrn Seliger zuzuschreiben, der auch die recht mühevollen Arbeit des Ausmessens und Zusammenstellens der Bilder in der Heimat übernahm.

Der wichtigste Bestandteil für eine derartige Reise ins Polarmeer sind wohl die Transportmittel: sie müssen bis auf das Kleinste durchdacht sein, will man nicht an einer Stelle festsitzen. Uns standen zur Verfügung: ein kleiner eiserner Dampfer von 45 t, „Expres“, der sonst dem Küstenverkehr Norwegens in den Scheeren dient, zwei Kajaks und ein größeres Boot, die im Notfall auf Kufen gesetzt



Abbild. 115. Der Hoffnungs-Gletscher mit Endmoräne.
1. Der Felsenberg.

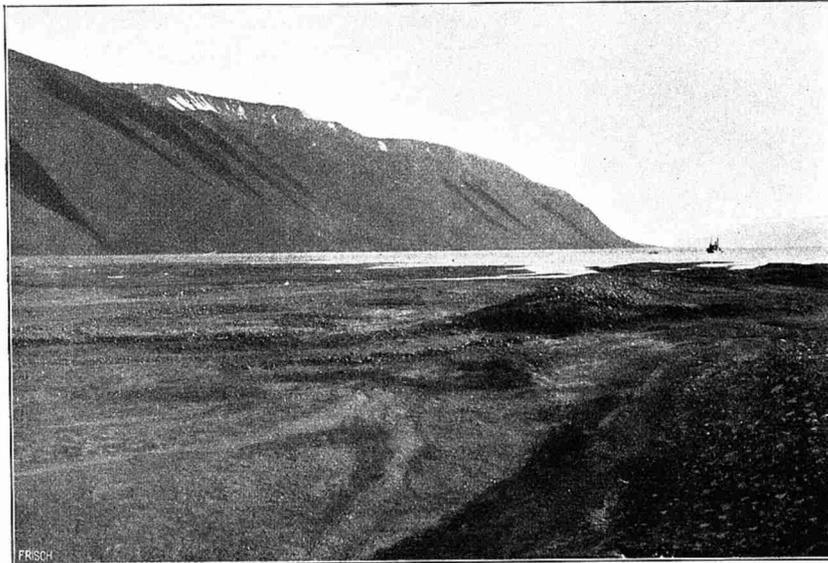
1.

2.

3.



Abbild. 116. 1. Der Prinzenkopf; 2. die Augusta Victoria-Höhe;
3. die Wood-Bucht.



Abbild. 117. Blick vom Hoffnungs-Gletscher in die Wood-Bucht.



Abbild. 118. Der Poninski-Grund mit dem Wächter-Berg.

werden konnten, sowie einige Hunde. Die Kajaks und Boote waren aus wasserdichtem Gummistoff und so leicht, daß sie zur Not von 1—2 Mann getragen werden konnten. Es empfiehlt sich, derartige Boote außen mit den Fellen der zuerst erlegten Robben zu bekleiden, um sie gegen die scharfen Spitzen der Eisschollen zu schützen, und ferner Gürtel aus Renntierhaaren an ihnen anzubringen, um ihren Auftrieb zu erhöhen. Auch die Instrumentenkisten versieht man praktisch mit einem solchen Gürtel, da ihre Bekanntschaft mit dem Wasser früher oder später doch einmal erfolgt. An Stelle des eisernen Dampfers empfiehlt sich mehr ein getakeltes Robbenfangschiff mit einem kleinen Motor, dessen Charterung in Tromsø oder Hammerfest keine Mühe machen wird, wenn sie frühzeitig erfolgt. Das Holzschiff gewährt im Treibeis eine größere Sicherheit als das eiserne, die Takelung hilft über die schwierige Kohlenenergänzung hinweg und gibt mit dem für Zeiten der Windstille unerläßlichen Motor dem Schiff einen größeren Aktionsradius.

Mit diesen Mitteln gelangten wir in die Liefde-Bucht an der Nordküste Spitzbergens, deren Aufnahme wir alsbald in Angriff nahmen.

Die geographische Orientierung erhielt die Arbeit durch eine Bestimmung des Ortes und der Deklination auf der Stationsinsel (siehe Tafel 7). Die astronomische Ortsbestimmung geschah durch Nehmen von Sonnenhöhen. Während eines Tages erfolgte alle sechs Stunden eine Beobachtungsreihe. Weitere Ortsbestimmungen sind unterblieben, da das photographisch erzeugte Netz von Punkten in dem Umfange der Karte größere Meßschärfe erwarten liefs, als dies bei einer Ortsbestimmung mit den verfügbaren Mitteln der Fall war, und da jedes einzelne Bild an die erste und einzige Ortsbestimmung angeschlossen werden konnte.

Auf der Stationsinsel wurde ein stereoskopisches Rundbild, auf weiteren vier Photostationen nur vereinzelte Stereogramme nach den wichtigsten Richtungen hin aufgenommen.

Der Zusammenhang der Stationen wurde teils durch Winkelmessungen auf den 100—200 m langen Basen der Stereogramme, teils aus den Meßbildern unter Benutzung des magnetischen Azimuthes hergestellt. Die Abstände der Photostationen, also die Längen der Überschlüge, betragen 15—45 km. Die Tafel 7 zeigt die Lage der einzelnen Stationen sowie die Ergebnisse der Bildmessung in der Heimat.

Hand in Hand mit der Photographie ging die Anfertigung von Krokis und Routenskizzen, die später in das photographische Ge-

rippe eingetragen wurden. Grundsatz war, daß kein Weg zweimal gemacht, sondern möglichst alles auf dem ersten Wege fertiggestellt wurde.

Auf diese Weise entstand eine Karte im Maßstab 1 : 100000, die später auf 1 : 200000 (siehe Tafel 8) verkleinert wurde. Auf ihr sind die Ergebnisse der photographischen Messung in dicken Strichen und Schichtlinien eingetragen, während die Ergebnisse der Krokis in Bergstrichen ausgeführt wurden. An der Ostseite der Wood-Bucht ist deutlich erkennbar, wie arm die Darstellung in Ermangelung der Photomessungen erscheint.

Maßgebend für die gewählte Art der Darstellung war die Absicht, jene Stellen deutlich erkennbar zu machen, die für die dortigen Zwecke genügend sicher festgelegt sind, und solche Orte ins Auge springen zu lassen, an denen eine Ergänzung der Arbeit einsetzen kann. In diesem Zustand wurde im Frühjahr 1908 die Arbeit Herrn Theodor Lerner zugestellt, der in Spitzbergen überwintert hat. Lerner hat die Absicht, die Liefde-Bucht im Sommer auszuloten und einige Zweifel an der Küstenlinie, die bei der Bearbeitung entstanden, zu beseitigen.

Die Arbeit litt unter verschiedenen Schwierigkeiten, unter denen in erster Linie die Ungeübtheit der Bearbeiter in dem neuen Verfahren und ihre Unerfahrenheit im Polarmeer zu nennen sind. Wenn man vom Rathaus kommt, ist man stets klüger als wenn man hineingeht! Ein Vorzug der Karte und ein nicht zu unterschätzender Vorteil für die photogrammetrische Methode ist aber der Umstand, daß die Aufnahme mit der größtmöglichen Peinlichkeit und Genauigkeit erfolgte. Geschieht dies nicht, so werden der Bearbeiter und die Beurteiler der Karte bald zu der Überzeugung kommen, daß die Photogrammetrie für derartige Zwecke ungeeignet sei. Man wird in einem solchen Falle die eigenen unbewußt gemachten Fehler dem Verfahren in die Schuhe schieben, wie ich glaube, die einzige Gefahr, der die Photogrammetrie ausgesetzt ist. Nicht allein in der Ausrüstung liegt der Erfolg, sondern auch in der Erfahrung, die nur durch eine gründliche Ausbildung und Übung zu erreichen ist.

Erschwerend wirkten ferner die Schwierigkeit des Landens in der teilweise hohen Brandung in unbekanntem, klippenreichem Fahrwasser sowie die Möglichkeit der Einschließung durch Treibeis bei Nordwind. Falsch ist es auch, zu wenig Kassetten mitzunehmen. Von sechs Stück, die wir zur Verfügung hatten, ging sehr bald eine entzwei. Mehrfach mußte bei schönster Beleuchtung die kostbare Zeit zum Plattenwechsel im Wechselsack verschwendet werden.

Es wurde ferner aus Mangel an Zeit und wegen der Schwere der Instrumente, die inzwischen bereits verbessert sind, kein Berg be-

treten. Es hätte sonst in wenig längerer Zeit bedeutend mehr geleistet werden können.

Diese Hindernisse bei dem ersten größeren Versuch werden die Lücken erklärlich erscheinen lassen, die der Plan offenbar noch enthält. Immerhin ist es mit Hilfe des neuen Verfahrens doch gelungen, die 234 km lange Küstenstrecke in fünf Arbeitstagen aufzunehmen.

Die Abbildungen 115—118 zeigen einige Aufnahmen. In Abbild. 115 und 116 ist eine Höhe sichtbar, die unterste Stufe der Auguste Viktoria-Höhe; sie ist in Abbild. 115 von Norden, in Abbild. 116 von Süden gesehen. Über diese Höhe und die Umgebung derselben wurde ein 45 km langer Überschlag von der Stationsinsel bis in die Südspitze der Wood-Bucht ausgeführt.

Fasst man nun die Ergebnisse der Aufnahme zusammen, so ergibt sich in geographischer Hinsicht zunächst die Feststellung der Enden der Liefde-Bucht bei den Lerner-Inseln und die der Wood-Bucht, die erheblich weiter ins Land reicht, als dies die wenigen vorhandenen Karten bisher andeuteten. Es ist ferner die topographische Darstellung der Küstenform gelungen.

Die Art der Aufnahme hat den Wert der Photogrammetrie deutlich gezeigt. Eine wesentliche Erweiterung des hier gezeigten Systems der Aufnahme bergiger Küstenstriche wäre zu erwarten, wenn Forschungsschiffe mit den modernen photographischen Meßinstrumenten ausgerüstet würden. Schon mit einer Basis von 50 m ist viel zu erreichen. Am Bug und am Heck des Schiffes müßten zwei identische Instrumente unter elektrischer Auslösung der Momentverschlüsse zur Verwendung kommen.

In einem Vortrag in der Royal Geographical Society in London bespricht der Leutnant der Royal Engineers Mr. F. V. Thompson sehr eingehend den Wert und die Anwendung der Stereophotogrammetrie. Er streift darin auch die häufig aufgeworfene Frage, ob sie die anderen Aufnahmearten ersetzen kann, und kommt zu einem bejahenden Resultat. Hierin ist er nach meiner Ansicht etwas zu weit gegangen. In den Teilen europäischer Länder mit hoher Kultur ist sie nicht am Platze. Diese erfordern doch eine eingehendere Darstellung. Die Photogrammetrie wird aber vorteilhaft an den Stellen einsetzen, die der menschliche Fuß nicht betreten kann, sei es im Hochgebirge, sei es an unerforschten Küsten oder in solchen Gegenden, die einer detaillierten Darstellung nicht bedürfen. Dort gibt sie die Möglichkeit, schneller und billiger eine Karte herzustellen als dies mit dem Meßtisch möglich ist. Naturgemäß muß diese Karte an den Stellen durch Krokis ergänzt werden, an welche die Photographie nicht drang.

Mr. Thompson regt ferner in seiner Arbeit die Einrichtung einer heimischen Zentralstelle für die Ausmessung und Übertragung der Photogrammetrie auf den Plan an. Es ist dies ein Vorschlag, der für die Weiterentwicklung der Photogrammetrie von größter Bedeutung ist. Auch bei uns wird zur Zeit an vielen Stellen und auch von manchem Forschungsreisenden in diesem Fach gearbeitet. Ihre Verbindung ist eine sehr lockere. Meist kommen die Arbeiten erst zur gegenseitigen Kenntnis, wenn sie beendet sind. Jeder an seinem Platze ringt sich mühsam durch alle möglichen Erfahrungen und Schwierigkeiten durch, die ein anderer vielleicht schon überwunden hat. Eine Zentralstelle würde diesen Hemmschuh in der Entwicklung beseitigen und die Anregung zu vielen Arbeiten geben.

Über die extremen Schwankungen des Regenfalls.*

Von G. Hellmann.

Es ist von großem theoretischen, namentlich aber praktischen Interesse, die Schwankungen zu kennen, denen die Niederschläge eines Landes unterworfen sind. Insbesondere die Wirtschaftsgeographie braucht solche Angaben, da ohne deren Kenntnis alle Anbauversuche in fremden Ländern gewagte Unternehmungen sind. Mancher junge Kolonialstaat hat in dieser Beziehung schlimme Erfahrungen gemacht, und auch Deutschland hätte in seinen beiden größten afrikanischen Schutzgebieten sehr empfindliche Verluste durch verfehlte Kulturen und Züchtereien vermeiden können, wenn man die große Veränderlichkeit des Regenfalls in diesen Gebieten besser gekannt hätte. Dafs man an die Möglichkeit sehr erheblicher Schwankungen gar nicht dachte, hat vielleicht darin seinen Grund, dafs die überraschende Regelmäßigkeit im täglichen Gange der meteorologischen Elemente innerhalb der Tropenzone zu der Annahme verleitete, es verliefen alle Witterungserscheinungen auch von Jahr zu Jahr mit der gleichen Gesetzmäßigkeit. Wir wissen nunmehr aus der Erfahrung, dafs dies bezüglich der Regenmenge in vielen Teilen der Tropen durchaus nicht der Fall ist, und dieser Umstand hat mich bewogen, einmal von einem möglichst erdumfassenden Gesichtspunkte aus die extremen Schwankungen der Niederschläge systematisch zu untersuchen.

Es ist dies bisher nicht geschehen. Während man bei der Temperatur über deren mittlere und absolute Schwankungen (Anomalien) in allen Teilen der Erde ziemlich gut unterrichtet ist, findet man über diejenigen der Niederschläge nur sehr vereinzelte Angaben.

Zu ihrer Ableitung bedarf es langer und homogener Beobachtungsreihen, die aber viel seltener sind, als man gewöhnlich annimmt. Ich habe zunächst, zum Teil auch für andere Zwecke, einige 40 europäische Stationen mit gleichzeitigen fünfzigjährigen Beobachtungen aus der Periode 1851—1900 nach dieser Richtung untersucht und für diese Orte die mittleren und absoluten Schwankungen der Niederschlagsmenge ermittelt. So ist z. B. die Jahresmenge des Regenfalls der drei

* Vortrag, gehalten in der Sektion für Meteorologie und Erdmagnetismus des IX. Internationalen Geographen-Kongresses in Genf am 27. Juli 1908.

Orte Kopenhagen, Genf und San Fernando bei Cádiz durch folgende Zahlenwerte charakterisiert:

	Kopenhagen	Genf	San Fernando	
50jähriges Mittel in Millimetern	560	850	709	
Mittlere Abweichung vom Mittel	(absolut) in Millimetern	72.7	128.5	182.4
	(relativ) in Prozenten des Mittels	13.0	15.1	25.7
Größte Jahresmenge	in Millimetern	731	1191	1262
	in Prozenten des Mittels	131	140	178
Kleinste Jahresmenge	in Millimetern	356	537	303
	in Prozenten des Mittels	64	63	43

Der Vergleich dieser Angaben untereinander lehrt deutlich, wie die Schwankungen des Regenfalls von Kopenhagen nach Genf ein wenig, von da nach San Fernando aber sehr stark anwachsen.

So sehr sich nun auch die mittleren Abweichungen, ausgedrückt in Prozenten des jeweiligen Mittelwertes, zu solchen Vergleichen eignen und durch die Angaben der extremen Jahresmengen ergänzt werden, so ist ihre Berechnung doch zeitraubend und auch nur dann lohnend, wenn eine lange Beobachtungsreihe vorliegt. Ich finde es deshalb zweckmäßiger, zur Beurteilung der Schwankungen der jährlichen Niederschlagsmenge einen einzigen Zahlenwert zu benutzen, der sich rasch ableiten läßt, nämlich das Verhältnis zwischen der größten und kleinsten Jahresmenge. Er charakterisiert streng genommen nur die extremen Schwankungen, ist aber in Wahrheit den mittleren nahezu proportional.

Ich habe in meinem Werk „Die Niederschläge in den norddeutschen Stromgebieten“ des näheren gezeigt, wie diese Größe (Max. : Min.) innerhalb eines einheitlichen klimatischen Gebietes nur wenig schwankt und daß sie deshalb auch dazu benutzt werden kann, um eine erste schnelle Prüfung auf die Homogenität einer langen Beobachtungsreihe zu machen. So hat z. B. in Nord-Deutschland dieser Quotient den durchschnittlichen Wert 2.2, d. h. das nasseste Jahr hat 2.2 mal soviel Niederschläge als das trockenste. Findet sich nun für eine zu untersuchende norddeutsche Reihe ein wesentlich höherer Wert, z. B. 3.2 oder mehr, so kann man daraus schließen, daß die Reihe nicht homogen ist.

Ich nenne diese Zahlengröße kurzweg den Schwankungs-Quotienten der jährlichen Niederschlagsmenge und werde ihn im folgenden ausschliesslich zur Untersuchung der extremen Schwankungen des Regenfalls benutzen. In dem eben gewählten Beispiel hat er die Werte: Kopenhagen 2.0, Genf 2.2, San Fernando 4.2, woraus sich die große Verschiedenheit zwischen Kopenhagen bezw. Genf und San Fernando auf einem Blick ergibt.

Die Benutzung des Schwankungs-Quotienten, der so leicht zu berechnen ist, hat noch den Vorteil, daß man unter Umständen auch kürzere Reihen dazu verwerten kann. Wenn sich nämlich schon aus einer kurzen Beobachtungsreihe ein großer Wert des Quotienten ergibt, weiß man, daß er bei Verwendung einer längeren Reihe eher noch größer, niemals kleiner resultieren würde. Man lernt also wenigstens die Größenordnung kennen, in der sich der Betrag des Quotienten bewegen wird.

Übrigens liegen die extremen Jahrgänge gar nicht selten nahe beieinander, so daß, wenn gerade eine solche Periode vorliegt, die Hinzufügung vieler weiterer Jahre den Wert des Quotienten nicht ändert. Immerhin wird es natürlich am richtigsten sein, wirklich lange Reihen in Betracht zu ziehen. Ich habe das auch getan. Da aber für viele aufsereuropäische Länder nur kürzere Reihen vorhanden sind, habe ich durch Benutzung gleichzeitiger Jahrgänge eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen gesucht. Natürlich wurden lange Reihen, deren Inhomogenität bekannt war, ganz ausgeschlossen. Es dürften aber noch manche der benutzten Beobachtungsreihen nicht homogen sein; denn es ist sehr schwer, für eine isoliert gelegene Station in fremden Erdteilen den Nachweis der Homogenität oder Inhomogenität zu erbringen.

Das hier gewählte Maß für die Veränderlichkeit der jährlichen Niederschlagsmenge, der Schwankungs-Quotient, kann theoretisch zwischen den Werten 1.00 und ∞ (unendlich) schwanken. Die untere Grenze kommt aber nicht vor; denn es gibt keinen Ort auf der Erde, der Jahr für Jahr dieselbe Niederschlagsmenge erhielte. Soweit ich nach dem bisher benutzten Beobachtungsmaterial urteilen kann, dürfte der Quotient Max. : Min. in Wirklichkeit nicht unter 1.5 hinabgehen, vorausgesetzt natürlich, daß man ziemlich lange Reihen in Betracht zieht. Dagegen fehlt es nicht an Gegenden, in denen die obere Grenze ∞ (unendlich) Gültigkeit hat, da es in den Wüstengebieten der alten und der neuen Welt Orte gibt, die während eines ganzen Jahres manchmal gar keinen Regen erhalten. Es ist vielleicht richtiger zu sagen: keinen meßbaren Regen; denn die neueren genaueren Aufzeichnungen aus

Ägypten lehren uns beispielsweise, daß in Wadi Halfa, das immer als regenlos galt, doch öfters Regentropfen fallen. Darum möchte ich auch glauben, daß kein Ort auf der Erde dauernd regenlos ist.

Überblickt man nun die Werte der für eine große Zahl von Orten aus den verschiedensten Klimaten berechneten Schwankungsquotienten Max. : Min., so erkennt man, daß die kleinen Werte von 1.5 bis etwa 2.5 überall auf der Erde vorkommen können, während die hohen Werte an ganz bestimmte, scharf charakterisierte Klimagebiete geknüpft sind. Mit Rücksicht auf die hierbei in Frage kommenden praktischen Zwecke nenne ich das Verhältnis Max. : Min. sehr günstig, wenn es unter 2.0 bleibt, günstig bei Werten zwischen 2.0 und 2.4, ziemlich günstig bei solchen zwischen 2.5 und 2.9, wenig günstig bei solchen zwischen 3.0 und 3.9, ungünstig bei solchen zwischen 4.0 und 4.9, sehr ungünstig bei allen höheren Werten. In der Tat, wenn die Regenmenge eines Jahres fünfmal kleiner werden kann als die eines anderen, so ist das eine Schwankung, welche die wenigsten Kulturpflanzen ohne Schaden überdauern können.

Ich will nun einige Beispiele als Beleg für die eben erwähnte Tatsache geben, daß die kleineren Werte des Quotienten bis etwa 2.5 an keine bestimmte Region gebunden sind, sondern in allen Klimagebieten vorkommen können. Die neben dem Ortsnamen in Klammern stehende Zahl bedeutet die Zahl der Beobachtungsjahrgänge, aus denen die Werte der mittleren jährlichen Niederschlagsmenge und des Schwankungs-Quotienten abgeleitet sind.

	Mittl. Jahres- menge	Quotient		Mittl. Jahres- menge	Quotient
Europa.					
Edinburgh (50)	673	2.2	New Bedford, Mass. (61)	1076	1.8
Greenwich (50)	613	2.1	Philadelphia, Penn. (55)	1100	1.8
Bordeaux (50)	773	2.1	Marietta, Ohio (55)	1079	1.9
Paris (50)	537	1.9	Habana (30)	1314	1.7
Trier (50)	681	1.9	Rio de Janeiro (50)	1100	2.2
Stuttgart (50)	644	2.3	Afrika.		
Berlin (50)	581	2.1	Kapstadt (60)	648	2.4
Kristiania (41)	592	2.4	Algier (53)	683	2.6
Helsingfors (50)	605	2.4	Asien.		
St. Petersburg (50)	505	2.4	Calcutta (72)	1545	2.6
Konstantinopel (48)	733	2.2	Zi-ka-wei (32)	1101	2.2
Wien (50)	623	2.1	Batavia (37)	1796	2.0
Genf (50)	850	2.2	Australien.		
Amerika.					
Toronto (37)	872	2.1	Adelaide (44)	514	2.3
Providence, Rh. I. (45)	1101	1.8	Auckland (45)	1086	2.2
			Wellington (40)	1286	2.3
			Oamaru (40)	555	2.4

Aus diesen Zahlen lassen sich Gesetzmäßigkeiten im Ausmaße der extremen Niederschlagsschwankungen kaum ableiten. Zur Erkenntnis der die Unterschiede bedingenden Ursachen wird man vielmehr erst geführt, wenn man ein sehr großes Material von Beobachtungen aus den verschiedensten Klimagebieten verarbeitet vor sich hat und abwägen kann, wie die für die Regenbildung maßgebenden Faktoren hierbei einwirken.

Es würde zu weit führen, den Wert des für Hunderte von Stationen berechneten Schwankungs-Quotienten im einzelnen hier mitzuteilen. Ich begnüge mich vielmehr damit, die erkannten Gesetze zu formulieren und durch einige Beispiele zu erläutern.

1. Die Lage im Luv regenbringender Winde verringert die Niederschlagsschwankungen.

Dies gilt sowohl für Küstengebiete als auch für Gebirge. Der Grund ist ohne weiteres einleuchtend.

2. Trockene Gebiete haben größere Schwankungen als regenreiche in deren Nachbarschaft.

Es kommt dabei nicht sowohl auf den absoluten Betrag der Niederschlagsmenge an, als vielmehr darauf, daß die nebeneinanderliegenden trockenen und feuchten Gebiete demselben Regenregime unterworfen sind.

Die Ursache dieses Verhaltens ist zum Teil rein arithmetischer Natur, da der Quotient bei kleinen Zahlen größer ausfällt als bei großen. Ein Beispiel möge dies erläutern. Gesetzt, zwei nicht allzuweit voneinander liegende Orte haben eine mittlere Regenmenge von 600 bzw. 300 mm, und es soll bei beiden das nasseste Jahr 200 mm mehr und das trockenste ebenso bei beiden 150 mm weniger Regen gebracht haben. Dann wird der Schwankungs-Quotient für den ersten Ort 1.8, für den zweiten aber 3.3 betragen. In Wahrheit werden allerdings die absoluten Beträge der Schwankungen (200 bzw. 150 mm) beim trockenen Ort etwas kleiner sein.

3. Gebiete mit streng periodischer jahreszeitlicher Niederschlagsverteilung, insbesondere solche mit einer (oder zwei) ausgesprochenen Trockenzeit, haben größere Schwankungen der Niederschlagsmenge von Jahr zu Jahr als solche mit Niederschlägen zu allen Jahreszeiten.

Der Grund hierfür ist der, daß etwaige Ausfälle in der eigentlichen Regenzeit durch Niederschläge im übrigen Teil des Jahres ungenügend oder gar nicht gedeckt werden können.

Sehr häufig wirken alle drei aufgeführten Ursachen in demselben Sinne zusammen; nicht selten kommt es aber auch vor, daß die eine der anderen entgegenwirkt.

Die trefflichsten Beispiele zur Erläuterung der beiden ersten Grundsätze liefert das indische Monsungebiet, aus dem von vielen Stationen 37—60jährige Regenmessungen vorliegen.

Der regenbringende Südwestmonsun ist über dem nördlichen Indischen Ozean am stärksten und regelmässigsten entwickelt. Er trifft die Küste von Hinter-Indien fast senkrecht, während er der Ostküste von Vorder-Indien (Koromandel-Küste) nahezu parallel weht, ja hier stellenweise als ablandiger Wind auftritt. Desgleichen trifft der Südwestmonsun die Westküste von Vorder-Indien (Malabar-Küste) fast rechtwinklig; er ist aber im nördlichsten Teil, im Meerbusen von Arabien, mehrfachen Störungen ausgesetzt.

Wir werden daher erwarten dürfen, daß die Koromandel-Küste grössere Schwankungen des Regenfalls aufweist als die hinterindische und die Malabar-Küste. Die folgende kleine Tabelle, in der die Orte von Norden nach Süden angeordnet sind, beweist die Richtigkeit dieser Annahme.

Schwankungs-Quotient im indischen Monsungebiet.

Malabar-Küste		Koromandel-Küste		Hinterindische Küste	
Bombay (37)	3.2	Vizagapatam (38)	4.6	Chittagong (38)	2.0
Goa (40)	2.8	Cocanada (38)	4.5	Akyab (39)	1.7
Karwar (39)	2.6	Nellore (38)	5.4	Sadoway (35)	2.0
Mangalore (37)	2.0	Madras (87)	4.8	Moulmein (51)	2.2
Calicut (38)	2.1	Cuddalore (39)	5.1	Tavoy (40)	1.6
Cochin (37)	2.0	Negapatam (38)	5.2	Port Blair (33)	1.8

Da der Südwestmonsun im innersten Winkel der Bai von Bengalen das weite Flachland im Mündungsgebiet des Ganges und Brahmaputra ungehindert überweht, hat auch Nieder-Bengalen und Assam eine sehr geringe Veränderlichkeit des Regenfalls. So sind die Werte des Schwankungs-Quotienten für Balasore (41) 2.4, Calcutta (72) 2.6, Hoogly (36) 2.4, Comilla (39) 1.8.

An den Stationen längs des Südfusses des Himalaya und in dessen Vorbergen läßt sich ferner erkennen, wie die Lage auf der Luvseite eines Gebirges den Wert des Schwankungs-Quotienten herabdrückt. Während nämlich im mittleren und oberen Ganges-Tal, sowie in Zentral-Indien dieser Quotient zwischen 3.5 und 5.0 schwankt, geht er bei jenen Gebirgsstationen wieder auf viel kleinere Beträge herab. So hat, wenn wir von Osten nach Westen, von Sibsagar in Ober-Assam bis nach Simla, fortschreiten, Sibsagar (39) 1.8, Darjeeling (33) 2.1, Dharmasala (41) 3.2, Abbottabad (41) 2.6, Simla (38) 2.6. Gehen wir nun aber auf die Leeseite des Himalaya ins Tal des oberen Indus, so

finden wir, daß die Niederschlagsmenge von 82 mm, die nach 25jährigen Beobachtungen dem 3500 m hoch gelegenen Leh zukommt, den Schwankungs-Quotient 20.7 hat.

Hierbei kommt natürlich auch schon das zweite der oben aufgestellten Prinzipie zur Geltung: die exzessive Trockenheit von Leh. Der große Einfluß der Regenarmut zeigt sich aber noch deutlicher im Nordwesten von Ost-Indien, wo die Wüstengebiete am mittleren und unteren Indus, obwohl sie auch noch im Bereich des Südwestmonsuns und nahe bei feuchten Gegenden (oberes Pandschab) liegen, eine geradezu erschreckende Veränderlichkeit des Regenfalls von Jahr zu Jahr haben. Schon in Peshawar (42), wo der Indus in die Pandschab-Ebene tritt, ist der Quotient 5.6, in Mooltan (39) 10.3, Jacobabad (40) 16.7 und in Kurrachee (45) sogar 59.6. Bei so hohen Zahlen kommt es natürlich auf ein paar Einheiten, ja auf Zehner nicht an; wenn einmal ein Jahr noch einige Millimeter weniger Regen bringt als das bisher trockenste, so macht das im Schwankungs-Quotienten gleich soviel aus.

Auch östlich von der Wüste Tharr, in Radschputana, ist der Quotient noch hoch, nämlich 5.0—10.0, während er im Innern von Zentral- und von Vorder-Indien 4.0—5.0 beträgt.

Ein anderes Beispiel liefert uns Ägypten. Hier ist nach gleichzeitigen 15jährigen Beobachtungen der Quotient in Port Said 6.9, Ismailia 7.5, Suez 41.0. In Kairo (17) beträgt er 8.0 und in Suakin (13) 10.5. Er kann hier landeinwärts, im eigentlichen Wüstengebiet, unendlich werden.

Ein drittes Beispiel entnehme ich gleichzeitigen 20jährigen Beobachtungen in der Regentschaft Tunis. Die ganze Küstenlandschaft von Tunis und Algerien hat eine geringe Veränderlichkeit des Regenfalls, weil sie im Luv der regenbringenden Nordwestwinde liegt. Weiter südwärts aber in den trockenen, ja Wüstengebieten, nimmt sie rasch zu. So gelten für Tunesien die Werte: Bizerte 2.2, Tunis 2.1, Le Kef 3.0, Gafsa 4.0, Gabes 7.7.

Noch ungünstiger liegen die Verhältnisse in Deutsch-Südwest-Afrika. Schon aus 8—12jährigen Beobachtungen ergibt sich namentlich für den südlichen Teil der Kolonie eine ungewöhnlich große Veränderlichkeit des an sich schon sehr geringfügigen Regenfalls. Der Quotient beträgt in Windhuk 3.6, Rehoboth 5.4, Hoachanas 7.5, Gibeon 6.5, Warmbad 11.8, Port Nolloth 35.0. In Walfischbai wird er sogar ∞ , da einige Jahre ganz regenlos geblieben sind.

Es erübrigt nun noch, Belege für den dritten Grundsatz zu geben, der dem Einfluß der jahreszeitlichen Verteilung der Niederschläge auf den Betrag der Schwankungen von Jahr zu Jahr Rechnung trägt.

Das uns nächst liegende Beispiel ist das subtropische Regime im Mittelmeergebiet.

Während Nord- und Zentral-Europa Niederschläge zu allen Jahreszeiten und deshalb eine geringe Veränderlichkeit derselben hat, da mangelnder Regen in der einen Jahreszeit durch reichlichen in einer anderen leicht ausgeglichen werden kann, fällt weiter südwärts im Mittelmeergebiet die Hauptmasse des jährlichen Regens in einer bestimmten Jahreszeit (Regenzeit), der eine viel weniger feuchte oder gar trockene Jahreszeit (Trockenzeit) gegenübersteht. Ein solcher Ausgleich ist hier daher nur in beschränktem Maße möglich, und infolgedessen müssen die Schwankungen des Regenfalls von Jahr zu Jahr gröfser ausfallen.

In der Tat schwankt der Wert des Quotienten in Nord-, West- und Zentral-Europa etwa zwischen 1.8 und 2.8, dagegen beträgt er in Lissabon (50) 3.0, Madrid (49) 3.0, San Fernando (50) 4.2, Perpignan (50) 3.4, Marseille (49) 3.7, Genua (50) 3.8, Neapel (50) 3.2, Palermo (50) 4.0, Malta (43) 3.5, Athen (36) 3.5. Der Quotient sinkt aber wieder, wie bereits erwähnt, auf niedrigere Werte herab an der Küste von Algerien und Tunesien (2.3 bis 2.8), die zwar auch noch dieselbe jährliche Periode des Regenfalls hat, aber im Luv regenbringender Winde liegt, welche eine gröfsere Beständigkeit der eigentlichen Regenzeit herbeiführt, wie dies im Monsungebiet Indiens noch schärfer hervortritt.

Der Schwankungs-Quotient wird ferner vergrößert, wenn Niederschläge zwar das ganze Jahr fallen, aber in einer Jahreszeit mit besonderer Stärke. Dahin gehört z. B. das innere Hinter-Asien mit seinen ausgesprochenen Sommerregen. Hier hat Peking (32) einen Quotienten von 4.5, Nertschinsk (50) 3.6, Barnaul (50) 4.2.

Schließlich will ich noch in Nutzanwendung aller drei oben aufgestellten Grundsätze die Wandlungen im Betrage des Schwankungs-Quotienten verfolgen, den er auf einem Querschnitt durch Australien von Norden nach Süden, längs des Überland-Telegraphen, allmählich erleidet.

	Mittlere Regenmenge in Millimetern	Schwankungs- Quotient
Port Darwin (31)	1596	1.9
River Katherine (28)	1020	3.1
Daly Waters (28)	701	4.9
Tennent's Creek (27)	397	5.7
Barrow's Creek (27)	313	9.5
Charlotte Waters (27)	144	10.2

	Mittlere Regenmenge in Millimetern	Schwankungs- Quotient
Cowarie (18)	126	17.8
Kanowana (9)	72	15.7
Farina (22)	161	5.4
Blinman (35)	336	4.0
Clare (39)	618	2.7
Kapunda (40)	499	2.4
Adelaide (44)	514	2.3

Wenn Port Darwin trotz einer sehr stark ausgesprochenen jährlichen Periode — Juni bis August sind fast trocken — einen so kleinen Schwankungs-Quotienten hat, so liegt das daran, daß es im Luv des regenbringenden Nordwestmonsuns liegt. Die Verhältnisse liegen also ähnlich wie beim Südwestmonsun Hinter-Indiens. Von Farina ab südwärts gibt es Regen zu allen Jahreszeiten mit einem Maximum im Winter.

Eine noch gröfsere Veränderlichkeit als im Nord-Territorium herrscht im nördlichen Teile von West-Australien, wo selbst längs der Küste (20–25° s. Br.) der Quotient in Onslow (14) 25.4 und in Cossack (17) 71.7 beträgt! Dagegen haben die südlichen Teile dieser Küste günstige Verhältnisse: Perth (24) 2.3, Bunbury (23) 2.1, Albany 1.8. Auch die Ostküste von Australien zeichnet sich durch relativ grofse Schwankungen des Regenfalls aus: Brisbane (47) 3.7, Newcastle (41) 3.1, Sydney (63) 3.9. Im Innern von Neu-Süd-Wales und Queensland steigen die Werte vielfach auf 5.0 bis 8.0 an.

Überblicken wir noch einmal die ganze Erde, so können wir sagen: kleine Schwankungen in der Jahresmenge der Niederschläge finden sich überall, aber grofse (Quotient > 3.5) fast ausschliefslich nur in der Tropen- und Subtropenzone. Diesen gehören die Gebiete an, die durch exzessive Dürren und deren Folgeerscheinungen zu leiden haben, vor allem Australien, China, Indien und Teile von Afrika.

Auf die meteorologischen Ursachen dieser Verhältnisse werde ich an anderer Stelle eingehen; hier kam es mir zunächst nur darauf an, die wichtigsten diesbezüglichen Tatsachen festzustellen.

Über die Natur der westantarktischen Eisregionen.*

Von Prof. Dr. Otto Nordenskjöld in Gothenburg.

Als in Deutschland an der Jahrhundertwende der Beschluss gefasst wurde, eine Expedition nach den Südpolargegenden auszusenden, kam dadurch auch der Plan unserer schwedischen Südpolar-Expedition zur Verwirklichung. Ich hatte eine solche schon seit Jahren, teilweise auch durch eine längere Expedition nach dem südlichsten Amerika, vorbereitet. Als nun bald nachher eine internationale Kooperation für die Erforschung der Südpolargebiete ins Leben trat, wurde es mir selbstverständlich, daß ich dafür wirken mußte, daß auch Schweden an derselben teilnähme. Es war mir dabei um so angenehmer, daß bei den vorbereitenden Beratungen zwischen Deutschland und England gerade das Gebiet unberücksichtigt blieb, das sich an mein eben erwähntes früheres Forschungsfeld am nächsten anschloß und auf dem ich Ergebnisse erwarten konnte, die für mich größeres Interesse boten als fast alle anderen vorliegenden Probleme der Südpolarwelt.

Es ist hier nicht der Platz, darauf näher einzugehen, wie diese Pläne später verwirklicht wurden. Am 16. Oktober 1901 segelte ich an Bord unseres Schiffes, der „Antarctic“, von Gothenburg ab. Im Vergleich zu unseren Schwester-Expeditionen waren wir ziemlich verspätet; aber unser Arbeitsfeld, die Küsten der amerikanischen Antarktis, die Gegend, für die ich später den Namen West-Antarktis vorgeschlagen habe, war auch das nächstgelegene, und als wir am 10. Januar 1902 das erste Eis und das erste antarktische Land erblickten, war uns noch keiner von unseren Kameraden ernstlich voran. — Zwei Jahre später, genau auf den Tag, kamen wir wieder nach Stockholm zurück. Viel hatten wir unterdessen erlebt, unser Schiff hatten wir im Eise zurücklassen müssen; aber das wissenschaftliche Programm, an dem neben mir ein Stab von acht Repräsentanten der verschiedenen Wissenschaften gearbeitet hatte, hatten wir auch unter diesen Umständen in den Hauptpunkten erfüllen können.

*) Vortrag, gehalten in der Allgemeinen Sitzung vom 8. Februar 1908.

Die Erlebnisse unserer Expedition sind seitdem durch mehrere Berichte bekannt geworden; hier werde ich die Ehre haben, über einige unserer Ergebnisse zu berichten, soweit dieselben bis jetzt vorliegen. Ich muß mich dabei hier auf einige wenige Hauptpunkte beschränken. Ein ausführlicher Bericht über die wissenschaftliche Tätigkeit der Expedition ist aber jetzt in Schweden im Erscheinen begriffen¹⁾.

Wir wollen also mit einer Schilderung der Natur jener westantarktischen Gebiete anfangen, die während zweier Jahre unsere Heimat bildeten. Gerade darin, daß eine solche Darstellung jetzt möglich ist, liegt das wichtigste Ergebnis unserer Arbeit. War doch fast alles, was man vor zehn Jahren von dem antarktischen Lande kannte, entweder unrichtig oder doch rein hypothetisch.

Wohl nirgends auf der Erde findet man einen so unvermittelten Gegensatz zwischen zwei nahegelegenen Ufern, wie es zwischen den beiden Seiten der Drake-Straße der Fall ist. Im Norden liegt das Feuerland, mit dichten Urwäldern und einer fast üppigen Natur; mit Ansiedelungen europäischer Kolonisten und sogar kleinen Städten, auf der anderen Seite, nur etwa 7 Breitengrade südlicher, begegnen uns dagegen Inseln, die fast vollständig von Eis bedeckt sind und fast jeder Vegetation entbehren, einer Eiswüste, die auf der nördlichen Erdkugel kaum in den innersten Polargebieten ihr Gegenstück findet.

Die Gründe zu diesen Gegensätzen finden wir in den eigentümlichen meteorologischen Verhältnissen jener Gegenden. Noch am Kap Horn herrscht eine Jahrestemperatur von +5 bis 6°, und ein Winter, ebenso mild wie im nördlichen Frankreich, läßt hier eine üppige Vegetation aus Pflanzen von zum Teil fast subtropischem Gepräge, wie z. B. Myrtaceen, Magnoliaceen u. a. gedeihen. Daß der Sommer verhältnismäßig kalt ist, unterhalb 10° C, bedeutet dabei weniger²⁾. — Sowie wir uns aber dem antarktischen Lande nähern, tritt ein schroffer Gegensatz ein, den uns die Ergebnisse der letzten Expeditionen klar

¹⁾ „Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Südpolar-Expedition 1901—1903“. Stockholm, Lithographisches Institut des Generalstabes, 1904 u. f. Bis jetzt liegen etwa 30 Monographien aus den ersten sechs Bänden vor, während im ganzen sieben Bände erscheinen sollen.

²⁾ Deshalb erscheint es mir auch nicht angemessen, wenn man die Isotherme für +10° C im wärmsten Monat als Grenze zwischen der temperierten Zone und den Polargegenden zieht. Wer einmal aus der Südpolarregion nach dem Feuerlande gekommen ist, der wird verstehen, daß man zwischen diesen beiden Gebieten die Zonengrenze ziehen muß, wenn überhaupt der Begriff einer Zoneneinteilung einen Sinn haben soll. Dies läßt sich erreichen, wenn man die Grenze da zieht, wo sowohl die Jahrestemperatur unterhalb 0° liegt, als auch der wärmste Monat kälter als 10° ist.

zeigen. Unsere eigene zweijährige Beobachtungsreihe hat dabei die besondere Bedeutung, daß sie in einem Gebiet ausgeführt wurde, das, rein meteorologisch, viel weiter nach der inneren Antarktis vorgeschoben war als alle anderen, sogar die viel südlicher ausgeführten belgischen, aus derselben Hauptregion.

Jedenfalls wissen wir jetzt, daß sich südlich von Kap Horn die Isothermen äußerst dicht aneinander drängen. Schon bei unserer Station auf der Snow Hill-Insel, $64\frac{1}{2}^{\circ}$ s. Br., war die mittlere Jahrestemperatur $-11,8^{\circ}$, was eine Temperaturabnahme von etwa 17° auf neun Breitengrade bedeutet, vielleicht die größte, die bis jetzt über einem Meeresgebiet bekannt ist. Furchtbar kalt ist hier der Sommer — unsere Durchschnittstemperatur für die drei Sommermonate war $-2,1^{\circ}$, die kälteste, die bis jetzt im Meeresniveau auf der Erde bekannt ist, wenn man von der Umgegend der britischen Südpolar-Station absieht —, aber immerhin, und darin liegt gerade das Neue an den Ergebnissen der letzten Expeditionen, ist im Winter der Gegensatz zwischen dem antarktischen und dem subantarktischen Klima viel größer als im Sommer.

Zwei Eigenschaften sind es ferner, die für das Klima unserer Stationsgegend in erster Reihe bezeichnend sind, seine große Veränderlichkeit und die aufsergewöhnliche Windstärke. Die erstere ergibt sich aus der Differenz zwischen den Temperaturmitteln zweier aufeinanderfolgender Tage, die für die ganze Zeit $3,4^{\circ}$, für viele Wintermonate aber im Mittel 4° bis 5° beträgt. Erwähnenswert sind dabei auch jene höchst merkwürdigen Maximaltemperaturen, die bei unserer Station mitten im strengsten Winter auftraten, die man aber sonst aus der ganzen Antarktis auch nicht für die Sommermonate kennt. Das Thermometer konnte bei solchen Gelegenheiten plötzlich, aber nur für wenige Minuten, bis zu $+9\frac{1}{2}^{\circ}$ steigen. Dabei kann keineswegs von echten Föhnwinden die Rede sein; eher sind es wohl eigentümliche Fallwinde der freien Atmosphäre, die eine so hohe Temperatur erreichen.

Die schrecklichen Südwest-Orkane dieser Gegend, verbunden mit sehr niedrigen Temperaturen, überhaupt den kältesten, die hier der Winter kennt, habe ich schon öfters in den populären Schilderungen der Expedition erwähnt. Es ist dabei vor allem die Dauer dieser Stürme und die hohe durchschnittliche Windstärke für den ganzen Winter, die auffallen, obschon auch einzelne Gelegenheiten, wie unser schlimmster Tag mit einer mittleren Windstärke von $30,1$ m in der Sekunde bei einer Durchschnittskälte von $-31,1^{\circ}$, unter ähnlichen Verhältnissen kaum ihresgleichen haben.

In dieser Verbindung hat der Meteorolog unserer Expedition

eine interessante Untersuchung ausgeführt, und zwar über das Klima als eine Funktion von Temperatur und Windgeschwindigkeit in seiner Einwirkung auf den menschlichen Organismus¹⁾. Er zeigt dabei durch Abkühlungsversuche, welche unerwartet hohe Bedeutung der Windgeschwindigkeit zukommt. Bezeichnet man z. B. die „Strenge“ des Klima bei ruhigem Wetter und einer Temperatur von 0° mit 1, so wird die entsprechende Zahl noch bei -40° ohne Wind nur etwa 3, und z. B. für einen der allerschlimmsten Tage während der „Fram“-Expedition, an dem bei einer Durchschnittstemperatur von $-44,2^{\circ}$ ein frischer Wind von 10 m in der Sekunde blies, nur 10,2, dagegen für unseren ebenerwähnten schlimmsten Tag 20,6, also doppelt höher, und für einen ganzen Monat bei Snow Hill, mit einer Windstärke von 11,6 m bei einer Temperatur von $-28,8^{\circ}$, fast ebenso hoch wie bei einem arktischen Rekordtage, nämlich 8,8²⁾.

Die hier geschilderten eigentümlichen Naturverhältnisse drücken nun ihren Stempel einer Natur auf, die freilich der nordpolaren in vielen Beziehungen ähnelt, in anderen aber von ihr ganz verschieden ist, sodafs ein völliges Gegenstück überhaupt nicht zu finden ist. Wir wollen versuchen, diese echt antarktische Natur zu charakterisieren. Vor allem sind es dabei die Eisverhältnisse, die zuerst in die Augen fallen. Unsere Winterstation lag gerade an der Stelle, wo das wahrscheinlich größte zusammenhängende schneefreie Gebiet der ganzen antarktischen Welt endet und eine große Eismasse von echt antarktischem Typus anfängt, die kuppelförmig die niedrige Snow Hill-Insel bedeckt. Wir hatten daher Gelegenheit, zwei Jahre hindurch diese beiden Naturformen eingehend zu studieren. Das Eis bewegte sich in der Nähe unserer Station nur äußerst langsam vorwärts. Im Winter verhindern die Stürme, indem sie allen Schnee wegfegen, das Anwachsen der Eismasse; aber im Südsommer 1902 nahm das Eis nach unseren Messungen um mehrere Dezimeter an Mächtigkeit zu, und gewaltige Schneewehen fügten sich den Gletschern an, das Meereis und das vorher schneefreie Vorland bedeckend. Weiter vom Eise entfernt schmolz zwar der Schnee, aber wir treffen doch hier, 2° nördlich vom Polarkreis, die sonst überaus seltene Erscheinung einer Schneegrenze, die schon am Meeresufer gelegen ist, allerdings an günstigen Stellen, in der Nähe der stark abgekühlten Gletschermasse, aber ohne Rücksicht auf die Exposition gegen die Sonne.

In diesen Beobachtungen liegt wohl der Kern zu einer Erklärung

¹⁾ G. Bodman in: *Wissensch. Ergebn. d. Schwed. Südp.-Exp. Bd. II, Lief. 1.*

²⁾ Eine solche bedeutende Klimastrenge, in diesem Sinne, wurde allerdings nicht in anderen Südpolargebieten getroffen.

der ganzen eigentümlichen Eisverhältnisse der Antarktis; es ist aber hier nicht der Platz, auf diese Fragen einzugehen. Dagegen muß ich in dieser Verbindung noch eine Entdeckung der Expedition erwähnen, und zwar jene große, niedrige, ebene Eisterrasse, die sich zwischen den Robben-Inseln und der König Oscar-Küste hinstreckt und über die wir während der ersten großen Schlittenexpedition wochenlang wanderten. Es ist sehr wahrscheinlich, daß hier eine ähnliche Bildung vorliegt, wie sie die berühmte „Eisbarriere“ von James Ross oder das sogenannte „Westeis“ der Deutschen Südpolar-Expedition darstellen. Ich habe aber meine Beobachtungen über diese Eisformation schon anderswo kurz erwähnt¹⁾, und so möge es genügen darauf hinzuweisen, daß dieselbe offenbar mit dem Piedmont- oder Bergfufseise eine gewisse Verwandtschaft und Formenähnlichkeit besitzt, sich aber von diesem in anderen Beziehungen so bedeutend unterscheidet, daß man sie nur als einen neuen Typus betrachten kann. Nach einem Vorschlage, den mir zuerst Prof. Penck machte, möchte ich für denselben den Namen „Schelfeis“ wählen. Ich halte es ferner für möglich, daß während der Eisperiode derartiges Eis auch in unseren Gegenden auf der nördlichen Erdkugel eine Rolle gespielt hat.

Besonders im Westen und Norden ist in der Graham-Region fast alles Land von Eis bedeckt, an der Ostküste aber trifft man noch verhältnismäßig große eisfreie Gebiete. Dadurch wurde es uns möglich, eine ziemlich gute Übersicht über die Geologie dieser Gegenden zu erhalten. Hier wurden denn auch die vielleicht wichtigsten unter den wissenschaftlichen Ergebnissen unserer Südpolar-Expedition gewonnen.

Wir wollen nun die Topographie und Geologie unserer Gegend näher betrachten²⁾. Im Westen erstreckt sich eine wilde, hohe Gebirgskette, die mit einem gut gewählten Namen die Antarktischen Kordilleren (Antarktanden) benannt wird. Hauptsächlich baut sich diese Kette aus einer Reihe sehr charakteristischer eruptiver Tiefengesteine auf, auf die ich gleich zurückkommen werde. Aber auch Sedimentgesteine fehlen nicht, teils stark krystallinisch, teils — und zwar, wie es scheint, auf der Innenseite — besser erhalten. In diesen Gesteinen fand nun Dr. Andersson eine wohlerhaltene fossile Flora aus der Juraperiode. An ihrem nördlichen Ende macht die Kette eine ähnliche Abbiegung gegen Osten, wie es die südamerikanischen Kor-

¹⁾ O. Nordenskjöld in: Geogr. Zeitschrift, XIII (1907), S. 620.

²⁾ Eine vorläufige, aber ausführliche Schilderung der Geologie der Graham-Region wurde von J. G. Andersson in dem Bull. of the Geol. Institution of Upsala, VII, 19 u. f. veröffentlicht.

dilleren im Norden wie im Süden tun, und diese Abbiegung bestimmt den Abschluß und die Form der westantarktischen Gebiete.

Jungvulkanische Bildungen fehlen allerdings nicht ganz in dieser Zone, aber gerade wie in Patagonien treten sie hauptsächlich östlich von der Gebirgskette auf. Hier trifft man ein Gebiet, dessen Natur von der des geschilderten ganz verschieden ist. Von der Gebirgszone trennt es eine ziemlich breite Meeresstraße, der Kronprinz Gustav-Kanal. Östlich von dieser werden die Inseln hauptsächlich aus basaltischen Ergußgesteinen und deren Tuffen aufgebaut; dazu gesellen sich aber als Ein- und Überlagerungen Sedimentgesteine aus der Kreide und dem Tertiär, und diese Schichten sind zum Teil sehr reich fossilienführend¹⁾. Bei weitem vorherrschend sind marine Versteinerungen, darunter zahlreiche gut erhaltene Ammoniten. In Strandablagerungen aus dem älteren Tertiär trafen wir aber auch zahlreiche Pinguin-Knochen, sowie eine ziemlich reiche Flora, die in vielen Beziehungen interessant ist. Unter den 25 Arten, die Dusén bestimmen konnte — im ganzen liegen etwa 70 verschiedene Formen vor — sind zehn, die mit jetzigen Formen aus dem temperierten südlichen Süd-Amerika nahe verwandt sind, darunter drei Fagus-Arten, die identisch mit vorher bekannten Formen aus dem feuerländischen Tertiär sind. Dagegen finden neun andere Arten, darunter eine Araucaria und sechs Farne, ihre nächsten Verwandten in der Jetztzeit in den subtropischen Wäldern Süd-Brasiliens. Mit australischen Pflanzen zeigt nur eine Art, eine Knightia, eine gewisse Verwandtschaft. Das Klima zu jener Zeit hält Dusén für subtropisch; er erklärt den ebenerwähnten Mischcharakter der Flora dadurch, daß die temperierten Formen Bergpflanzen seien, die nach dem Strande heruntergeschwemmt wurden. Es fragt sich jedoch, ob es nicht möglich ist, daß alle Arten zusammen in einem warmtemperierten Seeklima mit sehr milden Wintern haben wachsen können.

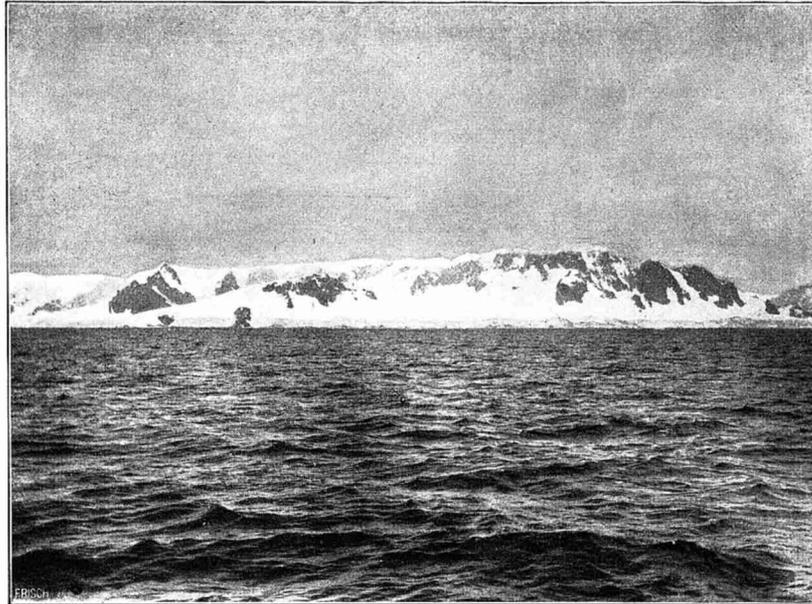
Schon lange war es einer der sehnlichsten Wünsche der Wissenschaft, etwas über die Entwicklungsgeschichte der antarktischen Welt-räume kennen zu lernen: gerade hier wäre die Lösung vieler wichtiger biologischer Probleme zu erwarten. Ein erster Schritt zur Erfüllung dieses Wunsches ist jetzt getan. Wenn auch zugegeben werden muß, daß eine viel eingehendere Untersuchung dieser Gegend noch nötig ist, so lassen sich doch schon jetzt viele Schlüsse ziehen. Offenbar waren hier, sowohl in dem mittleren Mesozoikum als auch in der Tertiärzeit,

¹⁾ Beschrieben sind von diesen Versteinerungen bis jetzt die Säugetiere (von C. Viman), die tertiären Pflanzen (von P. Dusén) mit den fossilen Hölzern (von W. Gothan) und die Fische (von A. Smith Woodward). Im Druck sind die Ammoniten (von Kilian und Reboul) und die Korallen (von J. Felix).

Landmassen vorhanden, in letzterem Falle wahrscheinlich mit Küstenumrissen, die an die jetzigen erinnerten. Die Pflanzenwelt dieses Landes bildet freilich nicht einen Übergang zwischen der südamerikanischen und derjenigen der übrigen Südkontinente: in dieser südlichen Gegend und in jener frühen Zeit begegnet uns fast rein der heutige südamerikanische Pflanzentypus. Aber die Ansicht, daß die Urformen vieler jetzt auf der südlichen Erdkugel zerstreuter Organismen aus einer alten südpolaren Landmasse stammen, hat jetzt eine wichtige Stütze gefunden, und wir können, glaube ich, an derselben festhalten, auch wenn spätere Forschungen zeigen sollten, daß alle die inneren Polargebiete zu sehr vom Eis bedeckt sind, um die noch fehlenden strengen Beweise zu liefern.

Nur eine Frage wäre hier noch zu berühren. Es ist bekannt, daß Pflanzenreste auch über längere Strecken fortgeschwemmt werden können, und gerade hier liegt wegen des ebenerwähnten Mischcharakters der Flora eine solche Annahme nahe. Trotzdem glaube ich, daß dieselbe hier ausgeschlossen ist, wenigstens soweit es sich um einen Transport über große Strecken handelt, und Dusén, der diese Frage ausführlicher behandelt, ist auch derselben Ansicht. Es ist ja auch an und für sich unwahrscheinlich, daß ein bedeutender Teil dieser Pflanzenreste aus entfernten Ländern stammen sollte, da man doch weiß, daß damals eine Küste in der Nähe lag, deren Klima, wie uns die Meeresfauna zeigt, jedenfalls nicht polar war. Wir können also annehmen, daß in der mittleren Tertiärzeit hier ein Land mit warmtemperiertem Klima vorhanden war, bewachsen von üppigen Wäldern von südamerikanischem Habitus, von Buchen, Araucarien, halb tropischen Farnkräutern, bewohnt von einer Tierwelt, über die wir nur so viel wissen, daß ihr damals wie jetzt die Pinguine ihr Sondergepräge gaben, während die Lebewesen des Meeres mit denjenigen nahe verwandt waren, die zu jener Zeit auch an der patagonischen Küste lebten.

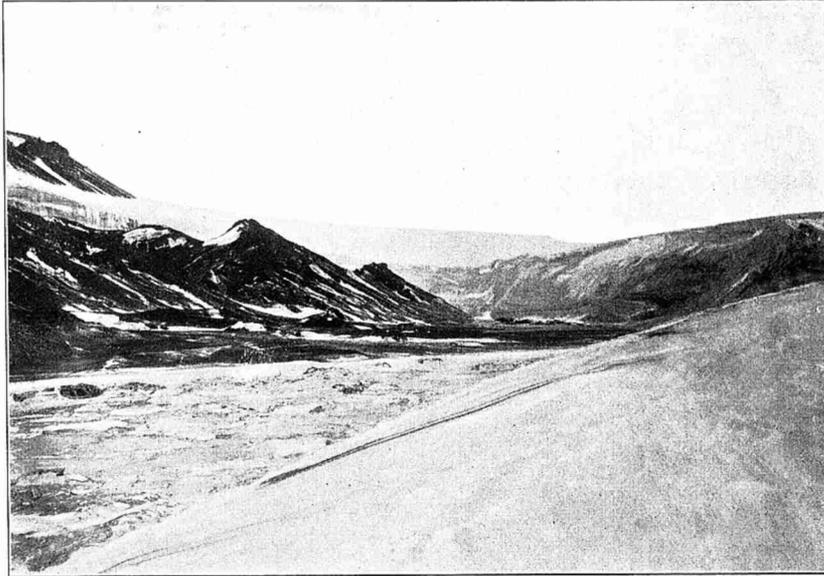
Ich komme hier kurz zu einer anderen Frage, die ich aber schon im vorhergehenden berührt habe: die große Analogie, die bezüglich Aufbau und Entwicklungsgeschichte zwischen dieser Gegend und Südamerika besteht. In beiden Gebieten finden sich im Osten dieselben horizontal liegenden tertiären und jungcretaceischen Ablagerungen, überdeckt und durchdrungen von mächtigen basaltischen Vulkanergüssen, nur im Süden verhältnismäßig noch mehr hervortretend als in Patagonien. Im Westen begegnet uns dieselbe tiefzerklüftete Gebirgskette, gefaltet und aufgerichtet in spätmesozoischer Zeit, die in Südamerika wie in West-Antarktika bei Annäherung an die Drake-Strasse nach Osten ab-



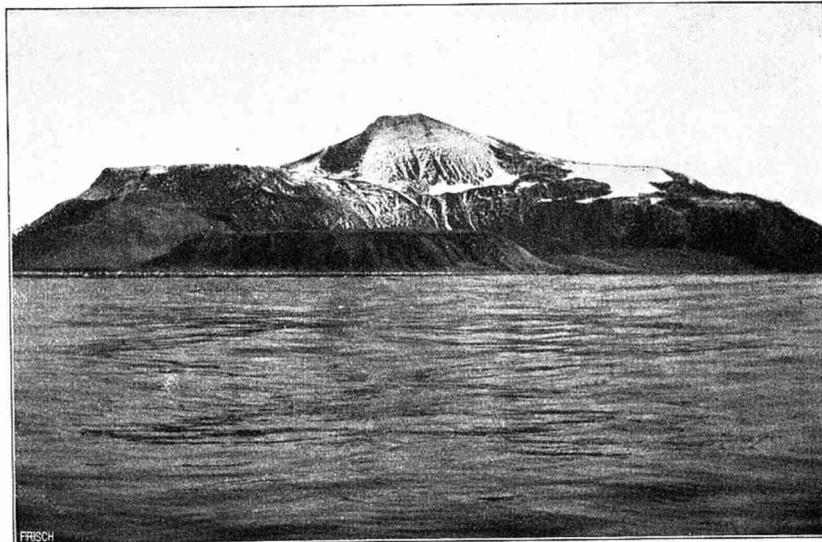
Abbild. 119. Landschaft aus dem Gerlache-Kanal.
Steile Bergspitzen, aus körnigen Tiefengesteinen aufgebaut, ragen aus der
Eisbedeckung hervor.



Abbild. 120. Das Schichtentafelland der Ostküste.
Die Seymour- und Snow Hill-Inseln; Kreide und zum Teil Tertiär.
Links im Hintergrunde die Cockburn-Insel; Kreideschichten mit einer Basalt-
decke. Eisbedeckung überall zurücktretend.



Abbild. 121. Die Umgebung der Winterstation auf Snow Hill. Schichten der Kreideformation, am Rande durch Täler zerschnitten, weiter südwärts von Eis bedeckt. Zwischen dem Eise und dem Lande eine tiefe Einsenkung.



Abbild. 122. Die Paulet-Insel, ein alter, teilweise zerstörter Vulkankrater.

biegt. Und noch weiter! Hier wie im Feuerlande, oder richtiger, wie überhaupt in der ganzen amerikanischen Kordilleren-Kette, trifft man in der Faltungszone mächtige Massen von intrusiven Tiefengesteinen, die überall nahe verwandt und dabei sehr charakteristisch sind: Gesteine der Monzonitreihe mit stark hervortretenden chemischen, mineralogischen und strukturellen Eigenschaften¹⁾.

Auch die großen topographischen Hauptzüge zeigen eine auffallende Analogie mit Süd-Amerika. In beiden Gebieten sind die Westküsten stark zergliedert durch Fjorde und Längsstraßen; am auffallendsten ist jener große Längskanal, welcher der Ostseite der Antarktanden folgt und in den tiefen Einsenkungen, welche die südamerikanischen Kordilleren von dem patagonischen Vorlande trennen, sein völliges Gegenstück findet. Bemerkenswert sind ferner die breiten Quertäler, welche jenen Kanal mit der atlantischen Küste verbinden. Sie entsprechen ganz den patagonisch-feuerländischen Quertälern, nur mit dem Unterschiede, daß sie hier im Süden von Wasser bedeckt sind, wie ja überhaupt der auffallendste Unterschied zwischen den beiden Gebieten darin liegt, daß West-Antarktika viel tiefer versenkt ist als Süd-Amerika.

Ganz kurz möchte ich hier im Anschluß an das Gesagte an der Hand einiger ausgewählter Bilder die wichtigsten Naturformen unseres Gebietes vorlegen. Abbild. 119 zeigt uns eine Landschaft aus der westlichen Gebirgskette, die aus granitoiden Tiefengesteinen aufgebaut ist. Das Land ist hier weniger eisbedeckt als an der Nordküste, da viele höhere Bergspitzen aus dem Eise hinausragen. Typisch antarktisch ist das Band von Nevé-Eis, das sich der Küste entlang zieht und die Talgletscher miteinander verbindet. Einen völligen Gegensatz zu dieser Natur bilden die sedimentären Gebiete der Ostküste, für welche die Seymour- und Snow Hill-Inseln charakteristisch sind (Abbild. 120 und 121). Zum Teil sind diese Inseln tafelförmig, nur an den Rändern und in einiger Entfernung vom Eise (Seymour-Insel) durch Flußerosion zerschnitten. Aus dem einen oder anderen Grunde sind diese Schichten- tafelgebiete für Eisansammlung ungünstig, und so treffen wir auch gerade hier die ausgedehntesten schneefreien Gegenden: ein besonderes Glück, da sie so ihre hochwichtigen Versteinerungen dem Besucher offen vorlegen. Immerhin ist der südliche Teil der Snow Hill-Insel von einer fast zusammenhängenden Eiskuppel bedeckt, deren nordwestlicher Rand mit der hohen Steilmauer auf der Abbild. 121 sichtbar ist. —

¹⁾ Vgl. weiter O. Nordenskjöld in: *Wissensch. Ergebn. der Schwed. Exp. nach den Magellansländern*, I. 181, sowie *Bull. Geol. Institution, Upsala*, VII. 234.

Wieder abweichend und dabei wechselreich ist die Natur der Basaltinseln. Die größeren, wie die Ross-Insel, sind meistens eisbedeckt; kleinere Inseln sind dagegen häufig eisfrei, wie die Cockburn-Insel (sichtbar auf Abbild. 120), die aus Kreideschichten mit einer mächtigen Basaltdecke aufgebaut ist, oder die Paulet-Insel (Abbild. 122), ein alter Vulkankrater, dessen Form noch teilweise erhalten ist.

Es wäre leicht, noch andere Landschaftsformen vorzuführen; das Angeführte mag aber genügen, um den mannigfaltigen Wechsel in der Landskulptur zu zeigen.

Zu der Natur einer Gegend gehören auch ihre lebenden Bewohner. Ich kann mich aber in dieser Hinsicht hier kurz fassen, denn gerade die außerordentliche Ärmlichkeit der Landflora und Landfauna ist ja für die Südpolargegenden charakteristisch. Von Blütenpflanzen sind in der antarktischen Welt bis jetzt nur zwei gefunden, beide äußerst selten. Nicht so ganz arm ist dagegen die Moos- und Flechtenflora. Die Sammlungen der letzteren sind noch nicht beschrieben, von Moosen aber haben wir aus der Antarktis 23 Arten heimgebracht. Bis jetzt sind im ganzen 51 antarktische Moosformen bekannt, die fast alle aus der West-Antarktis stammen. Pflanzengeographisch sind dieselben natürlich sehr interessant. Cardot, der sie beschrieben hat¹⁾, rechnet 15 Arten für austral, darunter 11, die auch auf Süd-Georgien wachsen, während im ganzen nur sechs in dem Magellan-Gebiet und fünf auf Kerguelen getroffen sind. Von den übrigen Arten sind 24 in der Antarktis endemisch, die übrigen 12 boreal, darunter allerdings zehn kosmopolitische Formen, die zum Teil auch in Süd-Amerika und Süd-Georgien wachsen. Dessenungeachtet meint Cardot, daß der allgemeine Charakter der Moosflora eher boreal, als z. B. magellanisch ist: ihre nächsten Verwandten hat sie allerdings in Süd-Georgien. Trotz des Endemismus hält es Cardot für wahrscheinlich, daß die Pflanzen nach der Eisperiode eingewandert sind. Dabei geht er jedoch von der Annahme aus, daß während jener Periode hier alles Land eisbedeckt war, was ich meinerseits für unwahrscheinlich halte: es scheint mir ganz gut möglich, daß einige der Formen präglaziale Relikten sind. Einigermassen reich war noch die Flora auf den nördlichen und westlichen Inseln; auf dem von den Kreideschichten gebildeten sandigen Untergrund in der Nähe unserer Station waren dagegen Pflanzen überhaupt selten, und nur Steinflechten kamen noch vor.

Überraschend reich und dabei theoretisch wichtig war die Flora von Erdbakterien, die Dr. Ekelöf gefunden und beschrieben hat²⁾.

¹⁾ J. Cardot in: Wiss. Erg. d. Schwed. Südp.-Exp. Bd. IV. Lief. 8.

²⁾ Wissensch. Ergebn. Bd. IV. Lief. 7.

Die nichtmarine Fauna ist hier noch spärlicher als die Pflanzen vertreten; wir haben dieselbe indessen mit dem ersten antarktischen Süßwassertierchen, einer kleinen Copepode, bereichert. Dagegen fehlt es nicht an höheren Tieren, die sich ihre Nahrung aus dem Meere holen. Bei der Vogelfauna halte ich mich nicht auf. Von den Robben sei zu erwähnen, daß wir die sogenannte Robbe von Ross im Laufe der Expedition nicht gesehen haben. Dagegen trafen wir auf den Süd-Shetland-Inseln eine echte Pelzrobbe, einen Seebär, und seitdem die schottische Expedition gezeigt hat, daß auch der See-Elefant hier nicht ganz ausgestorben ist, müssen wir fortan sechs verschiedene Robbenarten unter die Bewohner des westantarktischen Gebiets rechnen.

Wale kommen in den umgebenden Meeren sehr reichlich vor. In der Tat hat sich seit unserer Expedition hier schon eine bedeutende Industrie entwickelt, indem zahlreiche norwegische und zum Teil süd-amerikanische Walfängerschiffe in jedem Sommer diese Gebiete aufsuchen. Auf Süd-Georgien haben sogar zwei konkurrierende Gesellschaften feste Ansiedelungen gegründet, die eine unter Leitung des früheren Kapitäns der „Antarctic“, Larsen.

Da wir hier gerade bei den Jagdverhältnissen sind, möchte ich davon etwas mehr erwähnen. Auch wir haben während der Expedition von der Jagd gelebt, vor allem die 20 Leute, die sich bei dem Untergang der „Antarctic“ nach der Paulet-Insel retteten. Hier lebten sie den ganzen Winter von dem, was die Natur bietet, von Robben und Pinguinen sowie Fischen, die sie in einer Zahl von über 10 000 gefangen haben. Alles wurde gekocht oder in Speck gebraten; nicht einmal Salz hatten sie, sondern mußten Meerwasser benutzen. Als Brennmaterial wurde ausschließlich Robbenspeck verwendet; die Pinguine sind zu diesem Zwecke nicht fett genug.

Eine solche Kost ist natürlich äußerst einförmig und muß auf jeden Menschen niederdrückend einwirken. Aber direkt gesundheitsgefährlich ist sie für ein Jahr nicht: das haben unsere Erfahrungen gezeigt. Von der höchsten Bedeutung für einen jeden, der in die Lage kommt, in diesen Gegenden einen Winter ohne Proviantvorräte zu bringen zu müssen, ist es, rechtzeitig Pinguineier als Abwechslung in der Kost zu sammeln. Wir haben es im ersten Jahre nicht tun können; die großen Vorräte, die wir am Anfang des zweiten Sommers sammelten, liegen noch dort.

Selbstverständlich wäre noch viel von der Natur dieser Gegenden und von unseren Ergebnissen zu berichten. Die erdmagnetischen und die hydrographischen Beobachtungen sind noch in der Ausarbeitung. In dem kalten Küstenwasser sowie auf dem Boden der seichten Bänke

der Kontinentalstufe lebt eine überaus reiche marine Tierwelt, die nach den heimgebrachten Sammlungen zum Teil schon beschrieben wurde; das gleiche gilt auch von der Algenflora. Ich kann mich aber bei diesen Fragen hier nicht weiter aufhalten, und noch weniger bei den Ergebnissen, die in subantarktischen Gebieten, auf Süd-Georgien, den Falkland-Inseln, im Feuerlande und in den umgebenden Meeresräumen gewonnen wurden.

Damit bin ich am Ende meiner Schilderung angelangt. Es würde mich freuen, wenn diese eine schwache Vorstellung von der Natur einer Gegend gegeben hätte, die jedenfalls in einer Beziehung einzig dasteht und dadurch ihr Hauptinteresse gewinnt, von einer Natur, die schon echt antarktisches Gepräge besitzt; bildet sie doch eine Verbindung zwischen der bewohnten und bekannten Welt und jenen inneren Südpolargebieten, in denen nur das Eis herrscht.

Zu solchen Gebieten aber muß man trotz ihrer Randlage jene Gegend rechnen, wo Erich von Drygalski zum erstenmal eingehend ein Stück jener gewaltigen Eismasse studierte, die zusammenhängend ein Gebiet größer als Europa bedecken dürfte. Und hier, ehe ich schliesse, sei es mir gestattet, den Gefühlen meines Dankes Ausdruck zu verleihen für das bedeutungsvolle Zusammenwirken mit der Deutschen Südpolar-Expedition, eine Kooperation, die vielen von unseren Beobachtungen, die sonst isoliert daständen, einen ganz anderen Wert verleiht. So wollen wir hoffen, daß schliesslich aus der Arbeit der drei Expeditionen doch einigermaßen das herauskommen wird, was man bei ihrer Aussendung erstrebte: wenigstens die äusseren Umrisse zu einem treuen Bilde von der Natur der letzten großen geheimnisvollen Gegend der Erde zu gewinnen!

¹⁾ Über die zum Teil interessanten hydrographischen Beobachtungen hat J. G. Andersson eine kurze vorläufige Mitteilung veröffentlicht; vgl. Geogr. Journal. Vol. XXIII (1904), S. 216.

Zur Geologie und Geographie der spanischen Provinz Jaën.

Von Dr. O. Quelle in Berlin.

Seit im Jahre 1884 der spanische Geolog Mallada die erste geologische Beschreibung der spanischen Provinz Jaën veröffentlichte¹⁾ und auf die großen Schwierigkeiten hinwies, die dem aufnehmenden Geologen der häufige plötzliche Wechsel der Formationen und die eigenartige Landesnatur in den Weg legen, haben unsere Kenntnisse der geologischen Verhältnisse dieser Provinz keine wesentliche Bereicherung mehr erfahren. Erst die Neuzeit hat darin Wandel geschaffen. Die vorzügliche topographische Karte von Spanien im Maßstab 1 : 50 000, die schon die südlichsten Teile der Provinz Jaën umfaßt, bot hier dem französischen Geologen R. Douvillé eine sichere Grundlage für die Neuaufnahme der Gebirge um Jaën, die in den Jahren 1903—1905 ausgeführt wurde. Die Ergebnisse seiner für die geologische Geschichte des andalusischen Faltengebirges bedeutsamen Untersuchungen, die in einem mit mehreren Karten und zahlreichen außerordentlich charakteristischen Photographien geschmückten Werke²⁾ niedergelegt sind, sollen in der folgenden Skizze, der wir noch einige Bemerkungen über die geographischen Verhältnisse dieses noch so wenig bekannten Gebietes hinzufügen, kurz dargelegt werden.

Die Provinz Jaën gliedert sich in drei scharf voneinander geschiedene Landschaften. Die nördliche wird gebildet durch den Steilrand der iberischen Scholle, in dem silurische Quarzite und Schiefer den oberen Rand bilden, während das Gehänge aus kambrischen Schiefen besteht. Letztere werden an verschiedenen Stellen, so südlich von Santa Elena, nördlich von Linares und westlich von Bailén, von Granitmassen durchsetzt, an deren Auftreten die überaus reichen

¹⁾ Mallada: Reconocimiento geológico de la provincia de Jaën. Bol. Com. Mapa Geológico de España. XI. Madrid, 1884, 1—55.

²⁾ Robert Douvillé: Esquisse géologique des Préalpes Subbétiques. Paris 1906.

Bleierzgänge geknüpft sind. Dieser wichtigste Bleierzdistrikt Spaniens, in dem schon die Phönizier Bergbau trieben, lieferte noch vor kurzem fast die Hälfte der gesamten spanischen Bleierz-Produktion. Am Fuß des Gebirges lagern dem Cambrium Triaskalke auf, die sich aus der Gegend nördlich von Andujar nach Osten hinziehen und in immer breiter werdendem Bande von Linares an allmählich nach NNO bis NO umbiegen.

Ganz anderen Charakter zeigt der mittlere Teil der Provinz Jaën, den man das oberandalusische Hügelland nennen könnte. An dem Aufbau dieser mittleren Zone sind alle Formationen von der Trias bis zum Pliocän beteiligt, wenn auch die Ablagerungen des Jura, der Kreide, des Eocän und Pliocän nur noch in recht geringen Fetzen erhalten sind. Im östlichen oberandalusischen Hügellande haben sich der Guadalen, Guadalquivir und Guadalimar ihr Flußbett tief in die marinen Miocänschichten eingegraben und die langen hohen Bergrücken der Loma de Chiclana und der Loma de Úbeda (1140 m) herausgearbeitet; aber nur der Guadalen und Guadalimar haben ihr Tal bis in den stark gefalteten triassischen Untergrund vertiefen können. Das westliche Hügelland dagegen zeigt weit ruhigere Oberflächenformen; die Flüsse haben hier ihr Bett nicht so tief eingeschnitten.

Der südliche Teil der Provinz Jaën, das aus Schichten des Mesozoikums und Tertiärs bestehende Hochland, weicht in seinem Aufbau nun gänzlich von den beiden nördlichen Zonen ab. Dieses Hochland, die „Préalpes subbétiques“ Douvillés, bilden den mittleren Teil der subbetischen Zone der französischen Geologen. Ein Streifen mesozoischer und tertiärer Ablagerungen wird bei der Aufwölbung des andalusischen Faltengebirges so stark gefaltet und nach Norden hin überschoben, daß die aus ihnen bestehenden Gebirgszüge der subbetischen Voralpen nunmehr wurzellos auf jüngeren Ablagerungen ruhen. Wo die Wurzel dieser dem Miocän aufliegenden, von Süden kommenden subbetischen Wanderscholle liegt, darüber spricht sich Douvillé nicht bestimmt aus. Er äußert nur die Vermutung, daß sie vielleicht südlich von Granada zu suchen ist.

Diese Decke der Préalpes subbétiques erstreckt sich in westöstlicher Richtung von Martos bis zur großen Strafe, die von Vilches nach Almeria führt. Die Schichten des Jura und eines Teiles der unteren Kreide bilden eine gewaltige Antiklinale, die durch Erosion wie durch mehrere in nord-südlicher Richtung streichende Verwerfungen in die Gebirgsketten der Grana-Jabalculx, des San Cristobal und der Sierra Almaden zerlegt ist. Die Sierra de la Grana, die in der Era de la Mesa mit 1241 m gipfelt, setzt sich in der Richtung auf Jaën in dem 1614 m hohen Jabalculx

fort; am Aufbau dieser beiden Gebirge ist der Jura, der hier in dunkler Facies entwickelt und sehr fossilarm ist, und die untere Kreide beteiligt. Die San Cristobal-, „Klippe“ zwischen dem Rio de Jaën und Rio Guadabullon, die ebenfalls aus Jurakalken und Mergeln der unteren Kreide besteht, ruht, wie die beiden vorhergenannten Gebirge, wurzellos auf marinem Miocän. Die Almaden-Kette mit 2032 m Höhe ist die größte Klippe der subbetischen Decke und liegt ebenfalls wurzellos auf dem Miocän. Im Westen wird die Almaden-Kette durch eine nord-südlich streichende Verwerfung jäh abgeschnitten.

Neben dieser unteren Schubdecke tritt in den subbetischen Vor-alpen aber noch eine zweite obere Schubdecke auf, deren Reste, soweit sie der Erosion entgangen sind, jedoch niemals auf der unteren liegen. Zu dieser oberen Schubdecke gehört die kleine Kreideklippe (mittlere Kreide) von La Fuente de Jamilena und die Kreideklippen der Peña und des Cerro von Jaën, die, wie zahlreiche Aufschlüsse zeigen, dem marinen Miocän wurzellos aufliegen. Dasselbe ist der Fall mit den Kreideklippen des Zumbel alto und bajo und des Salto de la Yegua südlich von Jaën, sowie weiter im Osten mit denen der Serresuela Artesilla und dem 1495 m hohen Mozon blanco. Man darf nicht in Abrede stellen, daß der Nachweis dieser oberen Schubdecke noch nicht in allen Teilen gelungen ist, vielmehr müssen gerade hier noch genauere Untersuchungen die vielfach hypothetischen Ausführungen Douvillés bestätigen.

Neben diesen Klippen der südlichen Zone der Provinz Jaën finden wir eine Reihe kleinerer und größerer Gebirgszüge, die nicht überschoben sind, die vielmehr in der Tiefe wurzeln. Dazu gehören einmal drei Juramassive, die nördlich vor der Stirn der beiden Schubdecken liegen: der Asnatin, Colondrina und der 1370 m hohe Berg südwestlich von Jodar. Diese drei Massive und die Kreidekette der Sierra de Jodar ruhen in normaler Weise der Trias auf. Wie diese kleineren nördlichen Gebirgszüge, so sind auch im Süden der Schubdecken die Jurakalk-Massive von Ahillo, der Peña de Martos, der Pandera-los Grazales, des Atalaya und der 2164 m hohen Magina, in denen der Jura, zum Teil aus kristallinen Kalken bestehend, in dunkler Facies entwickelt ist, nicht überschoben, sondern liegen in normaler Lagerung auf der Trias.

Ebenso verschiedenartig wie der Aufbau ist der Landschaftscharakter der drei Zonen der Provinz Jaën. Tief eingerissene Täler mit stellenweise üppigem Baumwuchs und ausgedehnte wilde Felsenmeere, die aus silurischen und kambrischen Quarzit- und Schiefertrümmern bestehen, charakterisieren den nördlichen Steilrand. Ist man

in das oberandalusische Hügelland hinabgestiegen, dann ändert sich das Landschaftsbild. Dort wo die bunten Triasmergel zu Tage treten, da verleihen sie der Landschaft das typische Aussehen der Mittelmeer-Region. Der Boden glänzt und glitzert in den lebhaftesten Farben, und die Wände zahlreicher Barrancos, die ihn durchfurchen, überzieht ein weißer Überzug von Salz- und Gipskristallen. Nur in der kurzen Regenzeit führen die Bäche Wasser, und die spärlich auftretenden Quellen geben unschmackhaftes Wasser. Nichts gedeiht auf diesem Boden, den selbst der Mensch meiden würde, wenn nicht hier und da zahlreiche, jedoch wenig mächtige Stöcke und Gänge von Roteisenstein ihn zur Ausbeutung herbeilocken würden.

Mit dem Auftreten der Miocänmergel ändert sich die Landschaft plötzlich von Grund auf. Aus einem Gebiete völliger Öde tritt man in ein gut angebautes reiches Land, das eine dichte Bevölkerung trägt. Unabsehbare Getreidefluren und ausgedehnte Ölbaumhaine erfreuen das Auge, dichter schon drängen sich die Siedelungen. Am rechten Ufer des Guadalquivir dagegen ist das schmale pliocäne Molasse-Gebiet weniger reich; nur Gerste und Hafer wird hier gebaut und eine lebhaft Schaf- und Schweinezucht getrieben. Dort wo am Nordrand des südlichen Hochlandes die zahlreichen wasserführenden Flüsse in das oberandalusische Hügelland hinaustreten, liegen die fruchtbarsten Gebiete der ganzen Provinz. Es sind dies die kleinen, gartenartig angebauten Huertas, die das Gebiet der alluvialen Ablagerungen einnehmen. Hier gibt der reich bewässerte Boden die höchsten Erträge, hier wohnen die Menschen am dichtesten beisammen.

Und nun betreten wir die Kalkgebiete des südlichen Hochlandes, die mit allen andalusischen Kalkgebieten einen Charakterzug gemeinsam haben: den völliger Öde und Verlassenheit. Ausgedehnte Steinwüsten, Hochtäler mit gewaltigen Geröll- und Schuttmassen verleihen den Kalkgebirgen einen ernsten Charakter. Fließendes Wasser und Quellen fehlen fast ganz, und wo nicht etwas reichlichere Niederschläge einen Waldbestand aufkommen lassen, wie an einzelnen Stellen der Sierra Magina oder Cazorla, da findet sich nur eine dürftige Grasdecke, die kaum Ziegen- und Schafherden spärliche Nahrung gewährt. Die menschlichen Ansiedelungen sind in den Kalkgebieten weit verstreut und Schaf-, Ziegen- und etwas Schweinezucht fast die einzige Beschäftigung ihrer Bewohner.

Versuchen wir nunmehr noch, den allgemeinen Ausführungen über die Natur des noch so wenig bekannten Landes an der Hand der Statistik eine festere Grundlage zu geben.

Wenn wir von dem Bergbau der Provinz Jaën, über dessen Pro-

duktion zuverlässige Angaben völlig fehlen, absehen, sind Landwirtschaft und Viehzucht die Hauptfaktoren des Reichtums der Provinz. Allein ein trübes Bild entrollt sich da vor unseren Augen, wenn wir zunächst die Flächen bebauten und un bebauten Landes ins Auge fassen. Sind doch von den 13 480 qkm, die die Provinz umfaßt, fast die Hälfte¹⁾, nämlich 6639 qkm, der Landwirtschaft entzogen! Von dieser Fläche nehmen die Weiden und Hutungen 5808 qkm, die unangebauten Ländereien 515 qkm und das Ödland 316 qkm ein. Das von der Landwirtschaft in Benutzung genommene Gebiet hat eine Ausdehnung von 6639 qkm. Aber auch hier zeigt sich, daß die heutigen Bewohner von ihren Vorfahren, den Arabern, die Meister in der künstlichen Bewässerung waren, noch sehr viel lernen können: gehören doch noch nicht einmal 500 qkm dieser Fläche zum Campo regadio; das übrige Gebiet ist campo secano, also Land, auf dem Ackerbau ohne künstliche Bewässerung getrieben wird.

Unter den einzelnen Kulturpflanzen nehmen die verschiedenen Getreidearten die erste Stelle ein. Nicht weniger als rund 4675 qkm werden mit Getreide bebaut. An zweiter Stelle steht der Ölbaum, der Charakterbaum Andalusiens, der ausgedehnte Haine bildet, die ungefähr 1600 qkm Fläche einnehmen. Alle übrigen in der Provinz Jaën angebauten Kulturpflanzen, wie der Weinstock, verschiedene Fruchtbäume, Gemüse spielen eine nur untergeordnete Rolle.

Die Viehzucht ist neben dem Ackerbau die wichtigste Beschäftigung der Bewohner. Die ausgedehnten Weiden und Hutungen ernähren etwa 220 000 Schafe und 97 000 Ziegen. Von geringerem Umfang ist die Rindvieh- und Schweinezucht, da nur 45 000 Schweine und etwa 21 000 Stück Rindvieh gezählt werden. Die hohe Zahl von Mauleseln und Eseln (29 000), die ganz überwiegend zum Transportverkehr gebraucht werden, erklärt sich wohl aus dem traurigen Zustand des Verkehrswesens. Vollzieht sich doch der Gesamtverkehr in der Provinz auf nur 343 km Eisenbahnlinsen und auf 1051 km Landstraßen, von denen 619 km Straßen zweiter und dritter Ordnung sind! Die große Verkehrslinie Madrid—Sevilla—Cadix durchquert die Provinz im Südwesten und schließt sie damit an das weitmaschige Verkehrsnetz an, das die Halbinsel überzieht. Die Linie Madrid—Baëza—Almeria dagegen ist für den reichen Bleierzdistrikt von Linares von größtem Werte, da auf ihr fast alle dort gewonnenen Erze nach Almeria gebracht und von hier aus nach England bzw. Deutschland verschifft werden.

¹⁾ Engelbrecht: Die Landbauzonen der aufertropischen Länder. Bd. II, Berlin 1898.

Von einer auch nur nennenswerten Industrie kann in der Provinz Jaën fast kaum gesprochen werden. Die Produkte des Bergbaus werden in der Provinz selbst nicht verarbeitet. Einige Bedeutung hat nur das in fruchtbarer Gegend belegene Andújar, das bekannt ist durch seine Tonwaren-Industrie. Werden doch hier die überall in Süd-Spanien gebräuchlichen porösen Wasserkrüge, die alcarrazas oder jarras, angefertigt.

So dankbar auch die Aufgabe wäre, an der Hand der nicht spärlich fließenden Quellen geschichtlicher Überlieferung den Gang der Besiedelung unseres Gebietes in derselben Weise zu verfolgen, wie wir es für einen anderen Teil Andalusiens getan haben¹⁾, oder den Wandlungen in der Verteilung der Bevölkerung nachzugehen, so sollen doch derartige Untersuchungen an anderer Stelle in größerem Umfang ausgeführt werden. Hier wollen wir nur die heutige Verteilung der Bevölkerung der Provinz Jaën nach den Ergebnissen der letzten Volkszählung vom 31. 12. 1900 ins Auge fassen²⁾.

Da zeigt sich zunächst, daß die großen Gegensätze in der Verteilung der Bevölkerung von ganz Spanien auch im kleinen in der Provinz Jaën sich wiederfinden. Die Gesamtzahl der Bevölkerung beträgt 474 490 Einwohner; es kommen daher im Mittel 35,2 Bewohner auf 1 qkm. Es ist also die mittlere Bevölkerungsdichte der Provinz etwas geringer als die ganz Spaniens mit 37 auf 1 qkm. Und wie in der mittleren Bevölkerungsdichte der einzelnen Provinzen Spaniens die größten Gegensätze herrschen, so auch innerhalb der einzelnen Kreise von Jaën. So hat der in der öden Gebirgswelt des nordwestlichen Teiles der Provinz Jaën liegende Kreis Orcera eine mittlere Bevölkerungsdichte von nur 15,2 auf 1 qkm, während im Kreise Linares 103 Menschen auf 1 qkm wohnen! Alle übrigen Kreise der Provinz lassen sich leicht in zwei Gruppen zerlegen. Die erste umfaßt die Kreise, die fast ganz in den Kalkgebirgen des Südens oder Südwestens liegen oder die, wie der Kreis Andújar, sich weit nach Norden in die menschenleere Sierra Morena hinein erstrecken. Die mittlere Bevölkerungsdichte dieser Kreise bleibt erheblich hinter der mittleren der ganzen Provinz zurück. Sie beträgt im Kreise Andújar 26,6, in dem von La Carolina 23,5, Casorla 24,5, Huelma 27,6 und Villacarrillo 24,7 auf 1 qkm. Die zweite Gruppe schließt die Kreise ein, die vorwiegend im Miocängebiet des oberandalusischen Hügellandes liegen und deren mittlere Bevölkerungsdichte einen weit höheren Wert erreicht als der der ganzen

¹⁾ Siehe diese Zeitschrift 1908, Seite 416 ff.

²⁾ Nomenclator de España, Band I, Madrid 1904.

Provinz. Zu dieser Gruppe gehören der Kreis Alcala la Real mit 54, Baëza mit 56, Jaën mit 52,5, Mancha Real mit 47,5, Martos mit 56 und Úbeda mit 52,5 Einwohnern auf 1 qkm.

Wenn wir die Verteilung der Bevölkerung innerhalb der einzelnen Siedelungen betrachten, so zeigt sich, daß weitaus der größte Teil der Bewohner der Provinz in kleinen Landstädten wohnt. 9 Städte (nicht Gemeinden) haben über 10 000 Einwohner, 15 Städte haben eine Bevölkerung von 5000—10 000, und 28 Städte eine solche von 2500 bis 5000 Einwohnern. Die Gesamtbevölkerung dieser 52 Städte beträgt 345 700 Einwohner. Es wohnen also von den 474 490 Bewohnern der Provinz fast Dreiviertel in Städten mit mehr als 2500 Bewohnern. Von allen übrigen Siedelungen der Provinz haben außerdem noch 33 eine Einwohnerzahl von 1000—2500 Einwohnern, während die Zahl der Kleinsiedelungen sehr gering ist.