

## Werk

**Titel:** Vorträge und Abhandlungen

**Ort:** Berlin

**Jahr:** 1912

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657\\_1912|LOG\\_0062](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1912|LOG_0062)

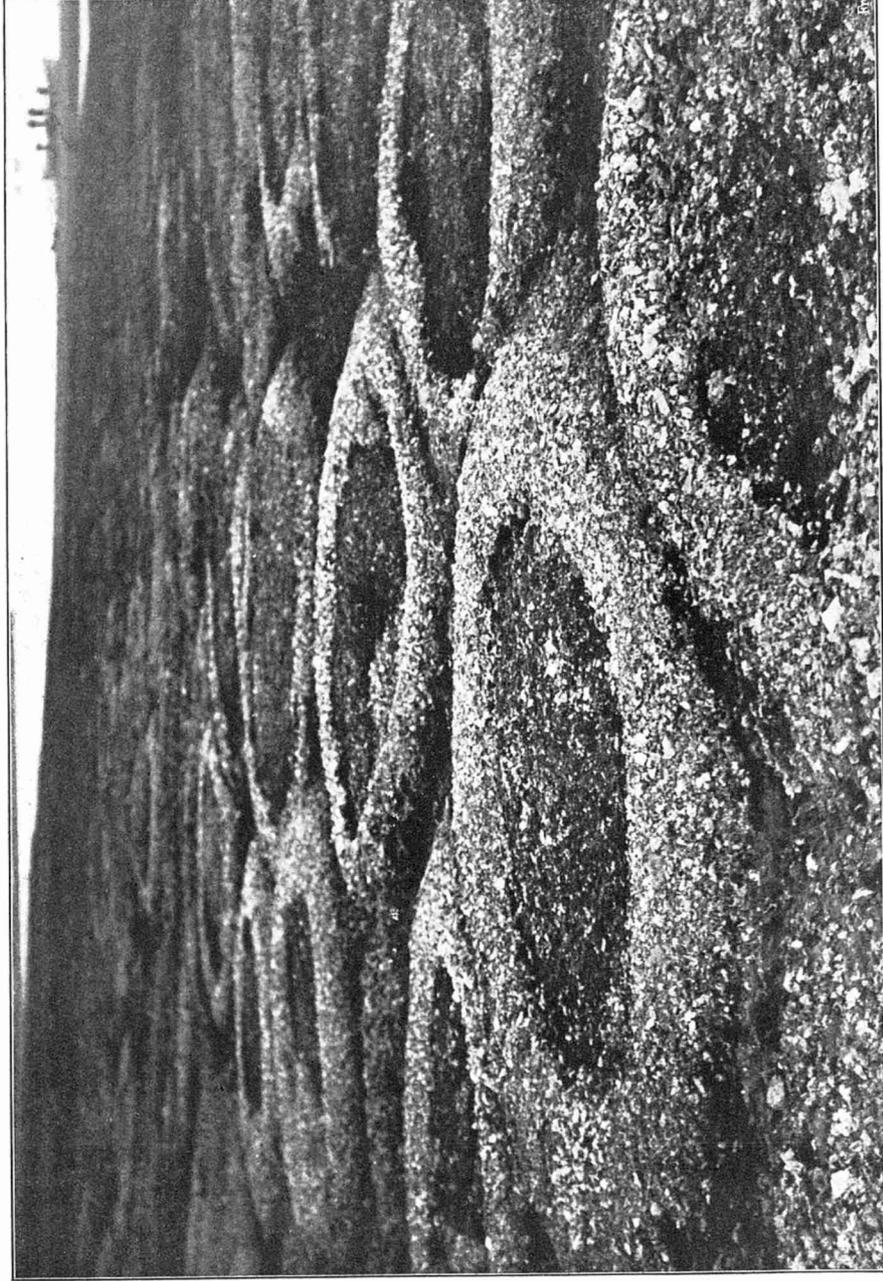
## Kontakt/Contact

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

✉ [info@digizeitschriften.de](mailto:info@digizeitschriften.de)

*Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin, 1912.*

*A. Miethe: Diskussion über Bodenflüß.*



Abbild. 9. Karrebodenartige Formen an der Südküste der Kingsbai auf Spitzbergen.

## Diskussion über Bodenfluß.\*

### A. Mieth: Über Karreebodenformen auf Spitzbergen.

Bei Gelegenheit der Zeppelin-Expedition fand ich an der Südküste der Kingsbai im Juli des Jahres 1910 eine eigentümliche Form des Karreebodens, die ich bei einer Spitzbergenreise im Jahre 1911 wieder Ende Juli besichtigen konnte, wobei ich eine Reihe von Photographien aufnahm und zu gleicher Zeit durch Grabung mir weitere Kenntnisse dieser eigentümlichen Gebilde zu verschaffen suchte. Die zu besprechenden Bodenformen befinden sich dicht am Meer und zwar unmittelbar an dem auf der neuen Admiralitätskarte als Landungsstelle bezeichneten Punkt im sogenannten Zeppelin-Hafen. Hier steigt wesentlich mit Geröll bedeckter Boden vom flachen Ufer ganz allmählich zu einer alten Strandlinie auf, die in etwa 2—3 m hohem Absatz zu dem höher gelegenen Vorland führt, welches mit größeren und kleineren Geröllmassen, aber auch einzelnen moorigen Tundraflecken bedeckt ist. Die Schottermasse, welche dieses Vorland zusammensetzt, ist im Sommer zum größten Teil schneefrei, nur an einzelnen Stellen, wo Bachbetten einige Meter tief eingeschnitten sind, finden sich größere körnige Schneemassen, die diese kleinen Schluchten mehr oder minder vollkommen erfüllen. Die erwähnten Bodenformen finden sich ausschließlich in unmittelbarer Nähe jener alten Strandlinie, und zwar auf dem flachen Terrain nach der See zu, an einzelnen Stellen dicht gedrängt, in 50—80 Exemplaren, an anderen Stellen nur einzeln, und dann im allgemeinen dem Abhang der alten Strandlinie folgend. Der Boden, der diese eigentümlichen Formen aufweist, ist eine bindige, bei der diesjährigen Grabung nirgends an der Oberfläche gefrorene Masse aus gelbem Lehm, in den zahlreiche, meist kleine Gesteinstrümmer von Kalkstein und Quarziten eingelagert sind. Die Menge der Gesteinstrümmer ist im Verhältnis zur Lehmmasse gering; in etwa 30 cm Tiefe unter der Oberfläche konnte man die Steine im Verhältnis zur Lehmmasse auf etwa ein

\*) Abgehalten in der Fachsitzung vom 18. Dezember 1911.

Drittel bis ein Fünftel der Gesamtmenge des gefördertens Bodens abschätzen.

Die Oberflächenformen lassen sich durch folgende Beschreibung charakterisieren. Auf der fast ebenen, vielfach moosbewachsenen Fläche erheben sich etwa 30—40 cm hoch kreisrunde Steinwälle, welche aus durchschnittlich faustgroßen scharfkantigen Kalk- und Quarzitbruchstücken bestehen, die locker übereinander geschichtet sind. Die Kreise haben einen Durchmesser von 2—2½ m, in einzelnen Fällen sinkt der Durchmesser auf 80—90 cm. Sie umgeben eine das Niveau der Ebene etwa 10—15 cm überragende, schwach gewölbte Fläche, die meist mit Moos oder Flechten bewachsen ist.

Abbild. 10.



Schematischer Durchschnitt durch einen Steinring.

Vielfach berühren sich die kreisförmigen Steinwälle von außen und sind dann an einzelnen Stellen bis auf eine schwache, kaum merkbare Trennungsfurche zusammengewachsen, so daß zwischen den einzelnen Kreisen von dem ursprünglichen Tundraboden nur dreieckige vertiefte Zwickel übrigbleiben. Die allgemeine Erscheinung wird durch die Abbildung 9 am besten wiedergegeben. Die Grabung quer durch ein derartiges Gebilde, die sich bei dem ziemlich trockenen und frostfreien bindigen Boden verhältnismäßig leicht bewerkstelligen ließ, wurde bis zu einer Tiefe von 60—70 cm unter das Niveau der Tundrafläche fortgesetzt. Hierbei ergab sich ein Querschnitt des Gebildes, der aus Abbildung 10 ersichtlich ist.

Die mit a bezeichnete Partie des Bodens entspricht der inneren Füllung des Steinwalls, welche aus reinem Lehm mit wenig zahlreich eingesprengten, kantigen, etwa faustgroßen Trümmerstücken bestand, keinerlei Schichtung oder Struktur erkennen ließ und sich bis zur erreichten Tiefe in ihrem Aussehen nicht änderte. Die Steinwälle b, b zeigten, daß die an der Oberfläche sichtbaren Kronen derselben sich einem nach unten zu senkrecht

verlaufenden Fuß aufsetzen, der aus wesentlich lehmfreiem Steinschotter von ziemlich gleichmäßiger Korngröße bestand. Bis zur erreichten Tiefe fallen die Grenzen der Steinwälle gegen den äußeren Tundraboden und dem Innenboden der Ringe scharf und senkrecht ab. Das Graben wurde unterbrochen durch eine sehr viel feuchtere Schicht, in der die Regelmäßigkeit der Erscheinung sich zu verlieren schien.

Während die in der Abbildung 9 dargestellten Gebilde auf einem verhältnismäßig trockenen Terrain sich befanden und durch die Moosüberwachsung der Innenflächen und die teilweise Bemoosung der Steingrenzen als verhältnismäßig ruhende Gebilde, vielleicht sogar abgestorbene Bildungen erschienen, zeigte sich in etwa 1 km Entfernung mehr nach Westen die gleiche Bodenform in einem wasserdurchtränkten Terrain in unmittelbarer Nachbarschaft einer kleinen, unter der Strandlinie liegenden Lagune. Hier waren die Steinwälle vielfach nicht absolut rund, sondern mehr elliptisch ausgebildet, wobei die großen Achsen der Ellipsen nach der Höhe zu zeigten. Die Steinwälle selbst ließen sich vorzüglich betreten und zeigten sich absolut fest und widerstandsfähig, der Lehm Boden im Innern der Gebilde dagegen war eine breiartige, zähe Masse, in die man beim Versuch des Betretens sofort einsank. Außerdem war dieser Boden in einzelne kleine, durch vertiefte Rinnen getrennte Hügelchen unterteilt, die in ihren kleinen Tälern teilweise mit frischem grünem Moos bewachsen waren.

Das ganze Aussehen der beschriebenen Erscheinung weicht vollkommen von den sonst in Spitzbergen so häufigen Karrebodenformen ab. Abgesehen von der Regelmäßigkeit der Erscheinung, von ihrer Gebundenheit an eine bestimmte Lage im Terrain, am Fuß jener besprochenen Strandlinie, zeigt auch die Sonderung des Bodens in vollkommen reine Steinkreise und verhältnismäßig steinarmer davon eingeschlossene Lehmarten ein von den gewöhnlichen Formationen dieser Art vollkommen abweichendes Bild.

Ich gebe im folgenden den Versuch einer Erklärung dieser Bildungen, wie sie sich mir beim genauen Betrachten derselben aufgedrängt hat. Sicher ist der Boden während des größten Teiles des Jahres bis tief hinunter gefroren, zur Zeit der Schneeschmelze wird sich aber voraussichtlich in einer gewissen Tiefe unter der Oberfläche ein Grundwasserstrom ausbilden, der vielleicht zunächst in den Frostspalten der Lehmmassen verlaufend, allmählich eine gewisse Schicht des Bodens in etwa 1—1½ m Tiefe auftaut. Dieser Grundwasserstrom, welcher bei der Lage der wasserführenden Schicht, die offenbar nach der See zu abfällt, einen gewissen Druck von unten ausüben muß, wird dann, vielleicht in den Fugen des gefrorenen Bodens nach aufwärts steigend, an einzelnen besonders wenig widerstandsfähigen Stellen

die Lehmmasse durchtränken und allmählich erweichen. Die erweichte Lehmmasse dürfte unter dem Wasserdruck nach oben aufsteigen, die umgebende Tundrastelle in Gestalt eines flachen Kuchens überschwemmen und beim Nachlassen des hydrostatischen Druckes von unten im Innern der überschwemmten Fläche eine Vertiefung zurücklassen. Die Niederschläge werden dann in der hervorgepreßten Masse die Lehmteile durchfeuchten und sie in die gebildeten Vertiefungen zurückschwemmen, während die Steine als kreisförmiger Rand um die Vertiefung herum liegenbleiben. Wenn sich diese Erscheinung im Laufe von vielen Jahren regelmäßig wiederholt und durch das Einsinken der Steinkreise in die gelegentlich erweichende Lehmmasse die Lokalität der Grundschlamm-Eruption immer mehr gesichert wird, mögen die Erscheinungen schließlich die Gestalt annehmen, die sie auf unserer Abbildung 9 zeigen. Daß sich tatsächlich in solcher oder ähnlicher Weise die Vorgänge abspielen, konnte ich an einem Exemplar beobachten, dessen Querschnitt in Abbildung 10 gegeben ist. Hier zeigte sich deutlich der ringförmige Wulst c, welcher, aus Lehm mit einzelnen eingestreuten Steinen bestehend, den äußeren Steinwall zum Teil überdeckte und der nach meiner Anschauung der Rest des letzten wirksamen Schlammergusses gewesen ist. Die rezenten Bildungen dieser Art befanden sich bei meinem Besuch im letzten Jahr, wo ich sie auffand, offenbar im Stadium des Absinkens der inneren, noch weichen und wasserdurchtränkten Lehm Massen. Auch hier ließen sich vielfach auf den Innenseiten der Steinringe Reste der letzten Lehmeruption deutlich erkennen, auch waren die Steinringe auf der Außenseite fast vollkommen lehmfrei, während sie auf der Innenseite vielfach eingelagerte Lehm Massen enthielten.

#### A. Penck: Über Polygonboden in Spitzbergen.

Der Bodenfluß ist in Spitzbergen eine weitverbreitete Erscheinung; alle aus losem Materiale bestehenden Hänge sind sichtlich in Bewegung begriffen. Das sieht man namentlich dort, wo größere Felsblöcke liegen, die fest im tieferen, gefrorenen Boden stecken; sie werden überkrochen vom Erdreich der höheren Gehängepartie, und das angrenzende der tieferen Partie kriecht von ihnen fort. Jeder Block trägt daher eine Kappe von Erdboden, der auf ihn hinaufgekrochen ist und überragt ein Loch, aus welchem der Schutt weggekrochen ist. Er liegt wie ein fester Pfeiler inmitten der allgemeinen Bodenbewegung.

Der Polygon- oder Karreeboden in seiner typischen Form ist meines Erachtens keine Art des Bodenflusses, sondern eine Erscheinung, welche dafür vikariert, und zwar auf ebenem Gelände auftritt, wo ein Fließen des

Bodens nicht stattfindet. Ich sah Karreeboden sowohl auf der flachen Gipfel­fläche des Nordenskiöld-Berges, als auch auf dem Boden von flachen Tal­mulden, wie z. B. im Tälchen, das von der Green Bai quer durch den Småland Rücken zum Tale des Linné Sees herüberführt. Die Formen dieses Karree­bodens sind folgende: Eine polygonale Fläche von 1—2 m Durchmesser (manchmal auch weniger) wird umzogen von einer Steinsetzung von Fels­trümmern, die nicht selten senkrecht stehen. In diesen Fällen findet sich die spärliche Vegetation im lehmigen Innern des Polygons; in anderer. Fällen aber fehlt die Steinsetzung in der Umrahmung, und statt ihrer finden sich an den Grenzen des Polygons schmale Vegetationspolster. In beiden Fällen aber grenzen benachbarte Polygone unmittelbar aneinander an, und eine Zwischenzone, die sich auf einen schmalen Zwickel beschränken könnte, fehlt zwischen ihnen. Dies bezeichnet einen Unterschied des normalen Polygonbodens von den von Kollegen M i e t h e näher gewür­digten Formen, für welche der kreisrunde bis elliptische Umriß der Stein­setzungen und Zwischenzonen bezeichnend ist.

Die Entstehung der normalen Form des Polygonbodens ist der Gegenstand eingehender Diskussionen auf der Exkursion des Geologen­Kongresses nach Spitzbergen gewesen, die allerdings nicht zu einem ge­klärten Ergebnisse geführt haben. Über einen Punkt war man sich aller­dings einig, nämlich, daß sich der Polygonboden an gefrorenen Boden knüpft und eine Oberflächenform desselben darstellt, die mit dem Tauen und Wiedergefrieren der obersten Bodenschicht in Zusammenhang zu bringen ist. In Verfolgung dieser Erkenntnis gelangt man zu einer be­friedigenden Erklärung der Polygonbildung: Wenn ein stark durchfeuch­tet, gefrorener Boden im Sommer auftaut, so muß eine Kontraktion ein­treten, weil Wasser bekanntlich weniger Volumen einnimmt als die gleiche Masse Eis. Diese Kontraktion ist ein Seitenstück zu derjenigen, welche beim Austrocknen des feuchten Bodens eintritt, nur daß dabei in der Regel kleinere Polygone entstehen.

Auf den Wechsel von Tauen und Wiedergefrieren dürfte sich auch das Ausstoßen von Steinen aus der Polygonmitte zurückführen, welche das Material für die Steinsetzungen an den Rändern liefert. Gefriert durch­feuchteter Boden von lehmiger Beschaffenheit und mit eingestreuten Steinen, so wird, wie Bertil H ö g b o m richtig bemerkt, die feine lehmige Grundmasse sich stark voll Wasser saugen können und beim Ge­frieren ganz besonders ausdehnen. Dabei wird auf die eingeschlossenen größeren Gesteinstrümmen ein ganz besonders starker Druck ausgeübt, dem sie durch Bewegung nach oben ausweichen können. Infolgedessen kommen die Steine an die Oberfläche des Polygons. Hier aber werden, worauf Professor T a r r bei einer Exkursion aufmerksam machte, jene

Vorgänge einsetzen, die wir besonders im Winter beobachten, wenn beim Gefrieren feuchten Bodens einzelne darauf befindliche Steine durch einen Sockel stengeligen Eises emporgehoben werden. Nun müssen sich die Polygone beim Wiedergefrieren wegen der Ausdehnung des Eises emporwölben; die auf ihnen befindlichen Steine werden daher durch die Eisschäfte, welche senkrecht zur Oberfläche stehen, zur Seite geschoben und fallen schließlich in die Grenzrisse der Polygone. Daß in der Tat ein Ausstoßen von Steinen und ein Hineinschieben in Vertiefungen stattfindet, sieht man auch an den seichten Wasserrinnen an den flachen Gehängen: in sie sind die größeren Felsstücke hineingeschoben und stehen hier vielfach wie in den Steinsetzungen rings um die Polygone auf der hohen Kante. Diese Wasserrinnen sind jedoch ganz wesentlich anderer Entstehung als die Grenzrisse des Polygonbodens.

Die zweite Art des von mir beobachteten Polygonbodens knüpft sich an Stellen, wo der Erdboden weniger reich an eingeschlossenen Gesteinsbrocken ist, wo also ein Ausstoßen und Zurseiteschieben derselben nicht eintritt, so daß die Risse offen bleiben und für die spärliche arktische Vegetation geeigneten Boden darbieten.

Die Form des Polygonbodens, welche Kollege Miethe beschrieben hat, habe ich nicht beobachtet, und ich kann mich nicht über deren Entstehung äußern.

#### **H. Spethmann: Über Bodenbewegungen auf Island.**

Bodenbewegungen sind auf Island weit verbreitet. Scheidet man die durch Erdbeben verursachten aus, kann man sie in zwei Gruppen sondern, in solche, die sich in Gebieten abspielen, die von einer mehr oder minder einheitlichen Pflanzendecke überzogen werden, und zweitens in solche, die sich in Arealen vollziehen, die bar jeglicher Vegetation sind oder nur sehr spärlich und lückenhaft von einzelnen pflanzlichen Wesen bestanden werden. Diese letzte Gruppe von Bodenbewegungen läßt sich für Island wieder in zwei prinzipiell verschiedene Arten klassifizieren, in Bodenbewegungen an Gehängen einerseits und auf horizontalem oder nur sehr wenig geneigtem Terrain andererseits.

Auf horizontalen unbedeckten Flächen sind die isländischen Bodenbewegungen von nur geringem Ausmaß. Sie werden durch ein Aufreißen des Erdbodens verursacht, das kurz als „Erdreiben“ bezeichnet werden möge. Der Boden wird von Rissen durchzogen, die bei einer Breite von der Dicke eines Fingers und einer Tiefe von nur wenigen Zentimetern mehrere hundert Meter in gerader oder leicht gekrümmter Richtung lang sein können. Scheinbar regellos ziehen sie dahin, sich vielfach querend,

so daß Polygone ganz regelloser Seitenentwicklung und mit einem mittleren Durchmesser von vielleicht 50—100 m in die Erscheinung treten. Ihre Entstehung habe ich einmal auf einer Ebene in den nordöstlichen Dyngjufjöll etwas genauer verfolgen können. In der Nacht vom 18. auf den 19. August 1910 bemerkte ich morgens 4 Uhr bei  $-2^{\circ}$  den Boden in der weiteren Umgebung des Zeltplatzes von derartigen Frostrissen durchzogen, die am Abend vorher nicht vorhanden gewesen waren. Die niedrigste Temperatur während der Nacht hatte ungefähr  $-10^{\circ}$  betragen. Besonders verbreitet fand ich das Phänomen in den großen Grundmoränengebieten, die sich am West- und Nordrande des Odádraun hinziehen. Es liegt die Vermutung nahe, daß es auch in anderen Teilen der Insel auftritt, sofern die genetischen Bedingungen die gleichen sind.

Es handelt sich bei dem Erdreißen nur um ganz geringe Verschiebungen von Erdpartikelchen, immerhin aber fällt der Vorgang unter die Kategorie der Bodenbewegungen. Er beruht hier auf einer Kohäsion; wahrscheinlich übt die Feuchtigkeit, die dem Boden innewohnt, im Verein mit der starken Abkühlung des festen Materials den Hauptantrieb bei der Auslösung von Spannungen aus.

Sog. Karreeboden, wie er vorstehend von Geheimrat Miethe geschildert worden ist, habe ich vielfach auf Island wahrgenommen, aber bei weitem nicht in der prächtigen Entwicklung wie sie soeben aus Spitzbergen vorgeführt wurde. Es waren vergleichsweise nur Ansätze, statt der Steinwälle nur dünne und niedrige Streifen eckiger Steinchen in Kreisen und Ellipsen, die sich in die Tiefe fortsetzen; das Innere der Kreisstücke bestand nicht aus feinem Lehm, sondern aus körniger Erde. Derartige Gebilde, deren Entstehung ich nicht genau verfolgt habe, sind mir namentlich vom Kistufell, von der Vadalda und der sog. Ketilyngja bekannt.

Anschließend sei hier die Bemerkung gestattet, daß ich den gleichen, in die Tiefe sich fortsetzenden Steinstreifen, aber in Reihen geordnet dem größten Gefälle folgend, im August 1911 auf den Nordhängen des Snowdon in Wales in auffälliger Zahl und Regelmäßigkeit begegnet bin.

Polygonfelder im Sinne der Besetzung der Erdoberfläche mit zahlreichen, bis etwa handspannengroßen Polygonen sind mir aus dem östlichen Inner-Island in größerer Verbreitung nicht bekannt. Wohl aber sah ich sie sehr schön in den Umgebungen von Akureyri und Reykjavik entwickelt. Sie traten dort deshalb besonders markant in die Erscheinung, weil in die Fugen staubiges Material geweht war, in dem einzelne Pflänzchen Wurzel zu fassen versucht hatten, während die Fläche der Polygone nackt war. Die Entwicklung der Inhomogenität des Bodens ist bei dieser Form also auch vorhanden, wenn sie auch sekundärer Natur ist; denn primär war

der Boden im großen und ganzen gleichartig. Über die Entstehung der Formen habe ich keine spezielle Untersuchungen angestellt, doch scheint mir, daß sie nicht lediglich auf Austrocknen zurückgehen, sondern daß auch starke Frostwirkungen in bereits aufgetautem Boden mit hineinspielen. Wird zwar durch das Gefrieren eine Ausdehnung der Masse durch das ausgeschiedene Eis hervorgerufen, so andererseits durch die Abkühlung alles festen Materials eine Zusammenziehung, womit wohl ein Aufreißen des Bodens ähnlich wie bei Trockenrissen verbunden sein kann.

Die Bodenbewegungen auf geneigten Flächen ohne Vegetation vollziehen sich auf Island ebenso wie sie aus anderen polaren Ländern geschildert werden. Die oberste Krume des Erdbodens taut auf (in den Dyngjufjöll maß ich im August 1910 bis zu 40 cm), während die tieferen Partien noch gefroren sind. So springt die Oberfläche in eckigen Trümmern los, sie schuppt gleichsam ab und rutscht auf dem festeren Untergrunde wie auf einer Schmierbahn langsam bergab. Vielfach nimmt man ein derartiges allmähliches Hinabkriechen der Gehänge wahr, der Lage jeden Steines ist die langsame Bewegung anzusehen.

Dieses Gekriech besitzt auf Island eine große morphologische Bedeutung. Führt doch die Fortsetzung des Vorganges zu einer Landschaft, die in ihrem eigenen Schutte ersticken muß, sofern nicht das Wasser das Forträumen des losen Materials am Fuße der Gehänge übernimmt. In der Tat begegnet man Bergen, die sich zum großen Teil oder gänzlich in einen Schuttmantel eingehüllt haben. Aus der Ferne durch ihre Gehängewinkel lebhaft an regelmäßig aufgeschüttete Vulkane erinnernd, erkennt man erst in der Nähe ihre wahre Natur<sup>1)</sup>.

Die große Veränderung, die ein vegetativer Überzug in die Bodenbewegungen hineinträgt, ist der Zusammenhalt der einzelnen erdigen Partikelchen. Hierdurch wird dem Gekriech ein großer Widerstand geleistet, den es überwindet, indem nicht die einzelnen Partikelchen wandern, sondern größere Klumpen, die durch die Pflanzenwurzeln verbunden sind. Oft kann man wahrnehmen, wie an den Gehängen die Pflanzendecke in reihenartig angeordnete Hügel geworfen ist, und ein Teil dessen, was der Isländer mit „Thufa“ bezeichnet, geht sicherlich auf solchen Erdfluß zurück. Es sind das kleine Vegetationshügel, die dicht aneinander zu Hunderten die Oberfläche besetzen und die in den besiedelten Gebieten den Farmern außerordentlich hinderlich sind. Hat er sie künstlich beseitigt, so pflegen sie sich vielfach nach einigen Jahren wieder einzustellen. Wenn zwar auch nicht jedes Thufa auf polaren Erdfluß zurückgehen möge, so werden doch viele diesem Vorgang ihre Entstehung zu danken haben.

<sup>1)</sup> H. Spethmann, Vulkanologische Forschungen im östlichen Zentral-Island. Neues Jahrb. f. Min., Geol. und Pal. Beilageband 26, p. 396. Stuttgart 1908.

**G. Braun: Über Bodenbewegungen in Mittel- und Südeuropa.**

Im Anschluß an die von Herrn Professor Mieth e, Professor Penc k und Dr. Sp e t h m a n n besprochenen Formen von Bodenbewegungen in polaren Gebieten sei es mir gestattet auf einige Verschiebungsarten oberflächlicher Erdschichten hinzuweisen, die in den von mir hauptsächlich studierten mittel- und südeuropäischen Landschaften vorwalten.<sup>1)</sup>

Eine Abwärtsbewegung der obersten Bodenlagen ist im mitteleuropäischen Klimá eine ganz allgemeine Erscheinung, die ebenso im Flachland wie im Mittelgebirge und den unteren Zonen des Hochgebirges zu finden ist. Infolge des Vegetationsschutzes aber kommt es an diesen Stellen nur verhältnismäßig selten zu direkt sichtbaren starken Verschiebungen, wie solche z. B. vor einigen Jahren an der Ostseite des Meißner im hessischen Bergland stattfanden, eine kleine Siedlung vernichtend. Gewöhnlich vollzieht sich die Bewegung ganz langsam in der Form des „Gekriech“, das nur feinere Untersuchungen nachweisen können.<sup>2)</sup> Wo dagegen wie im Mittelmeergebiet die Vegetationsdecke fehlt oder spärlich wird, da ist bei günstigen Gesteinsbildungen der Ort der „Frane“, langgestreckter Berggrutsche, die in ihrer äußeren Form Gletschern ähnlich sehen.

Die morphologische Bedeutung der Bodenbewegungen beruht erstens in der Schaffung gerundeter Rückenformen, wie sie die Mittelgebirge so deutlich zeigen, zweitens in einer Beschleunigung der Abtragungsvorgänge, wenn unter einem wasserdurchlässigen Gestein ein undurchlässiges gelegen ist. Drittens scheint es möglich gewisse klimatisch, bedingte Verschiedenheiten in der Art der Bodenbewegungen festzustellen, womit bestimmte auffällige Bodenformen in unseren Mittelgebirgen und späterhin anderswo zu erklären sind. Für die polaren Gegenden und die ihnen gleich zu stellenden Zonen der Hochgebirge sind die Solifluktion und die Ausbildung von Felsenmeeren und Steinströmen charakteristisch. Die Steinströme (z. B. der Taunusquarzite) und Felsenmeere (Odenwald) der deutschen Mittelgebirge stammen daher vermutlich aus der Zeit der diluvialen Vereisung, worauf Lo z i n s k i<sup>3)</sup> kürzlich hinwies. Das Gekriech ist andererseits für Landschaften mit reichlicher Vegetation bezeichnend, während für das subtropische Klima Frane und Schlammströme leitend sind. Für die Tropen

<sup>1)</sup> vgl. G. Braun: Zur Morphologie des Volterrano. Diese Zeitschr. 1905. 771. — Beiträge zur Kenntnis der Morphologie des nördl. Appennin, ebenda 1907. 464. Über Bodenbewegungen. XI. Jahresber. Geogr. Ges. Greifswald 1908.

<sup>2)</sup> vgl. G. Göttinger: Beiträge z. Entstehung der Bergrückenformen. Geogr. Abh. IX. 1. 1907.

<sup>3)</sup> W. v. Lozinski: Über die mechanische Verwitterung der Sandsteine im gemäßigten Klima. Bull. Ac. Sc. de Cracovie. Classe des Sc. math. et nat. 1909.

fehlen noch Erfahrungen, doch ist an sehr intensivem Gekriech in Gebieten größerer Feuchtigkeit nicht zu zweifeln, während in den Trockenzoneen wohl die Schichtfluten den weiteren Transport losgelöster Blöcke und Trümmer übernehmen. Von großer Bedeutung muß die Beachtung dieser Vorgänge und ihrer Sedimentationsformen immer da werden, wo es sich darum handelt, aus Ablagerungen Schlüsse auf geographische Zustände zur Zeit der Bildung dieser Ablagerungen zu ziehen.

### **Beobachtungen über Detritussortierung und Strukturboden auf Spitzbergen.**

Von **Wilh. Meinardus**, Münster i. W.

Auf einer Reise nach Spitzbergen im Juli und August 1911 fand ich an verschiedenen Stellen Gelegenheit, charakteristische Ausbildungen der in der Literatur unter dem Namen Polygonboden bekannten Erscheinungen zu beobachten. Die vor der Gesellschaft für Erdkunde stattgehabte und oben veröffentlichte Diskussion über Bodenfluß, an der ich mich leider nicht beteiligen konnte, veranlaßt mich, einen vorläufigen, aus Raumrücksichten gekürzten Bericht über meine Beobachtungen zu geben und einige Bemerkungen allgemeinerer Art daran anzuknüpfen.

1. Auf dem niedrigen, ziemlich ebenflächigen Vorland, das sich im Hintergrund der M ö l l e r - B a i zwischen dieser und dem westlichen Fuß des P r i n z O l a f - G e b i r g e s ausdehnt, tritt die Erscheinung des „Polygonbodens“ in verschiedener Weise auf<sup>1)</sup>. (Lage der Örtlichkeit etwa 79° 17' n. Br., 11° 59' ö. L. v. Gr. Beobachtungszeit 29., 31. Juli 1911.)

Der südliche Teil des Vorlandes erscheint, soweit das Auge reicht, von einem Netzwerke von Steinstreifen überzogen, welche mehr oder weniger rundliche, meistens ovale Flächen erdigen Bodens umschließen. Die 30—50 cm breiten Steinstreifen bestehen meist aus gerundeten hellfarbigen, granitischen Blöcken von Faust- bis Kopfgröße, die fest und dicht gepackt aufeinander liegen. Die von ihnen umschlossenen, durchschnittlich 10—20 qm großen Felder enthalten eine dunkelgefärbte weiche, feuchte, erdige Bodenkrume, in der kleinere eckige oder rundliche Gesteinsbrocken zerstreut sind. Einige Felder werden durch schmale Risse, längs deren zuweilen eine Anreicherung von Gesteinselementen zu beobachten ist, in zwei oder drei Flächen zerteilt. Die Risse haben in einigen Fällen bogenförmigen Verlauf, in der Richtung des Gefälls hängend. Die

<sup>1)</sup> Vgl. die vom Fürsten von Monaco und von Isachsen entworfene Karte: Côte Ouest du Spitzberg. De la partie nord du Foreland à la baie Magdalena. Paris.

Vegetation ist auf den Erdflächen nur spärlich, an ihren Rändern und an den erwähnten Rissen reichlicher und polsterartig angesiedelt. Der Boden ist hier im ganzen horizontal, nur stellenweise schwach geneigt.

Etwas nördlicher, auf geneigtem Boden, wird das Verhältnis zwischen der Breite der Steinstreifen und der Größe der umschlossenen Felder zugunsten der ersteren geändert. Große Blockanhäufungen werden häufiger, Schuttfelder treten zurück. Letztere erscheinen mit ihrem erdigen Material auf die Gesteinsblöcke und Trümmer gleichsam aufgelagert und bilden mit ihrer annähernd horizontalen Oberfläche von rundlichem Umriß eine Art von flachen Schuttinseln in einem unruhig bewegten Blockmeer. Häufig liegen diese Inseln gefällwärts von einem größeren Gesteinsblock oder einer höher aufragenden Blockanhäufung, was den Eindruck erweckt, als ob herabrinnesendes Wasser unterhalb solcher Hindernisse in der Bewegung gehemmt wäre und feinerdiges Material zusammengetragen oder, wenn dieses aus anderen Gründen schon vorhanden war, es nicht fortgespült hätte. An einigen Stellen konnte ich beobachten, daß sich Wasser flächenhaft über ein solches Feld verbreitete und dann versickerte.

Noch weiter nördlich erreicht man eine stärker geneigte mächtige Blockhalde von meist dunklen, schiefriegen, eckigen Gesteinstrümmern, die sich an den Westabhang des Prinz Olaf-Berges anlehnt. Hier sind nur ganz vereinzelte,  $\frac{1}{2}$ —1 m große Flecken feinerdigen Materials epaletteartig auf dem Blockmeer aufgelagert. Während die großen Gesteinstrümmer ringsum aus grobgeschnittenen, kantig verwitterten Blöcken bestehen, sind die Schuttinseln aus feinem, lehmigen Boden und auch kleinen granitischen und quarzitäen Gesteinsbrocken gebildet.

2. Eine zweite Reihe von Beobachtungen über Formen der Detritussortierung konnte ich am Südufer der Kings-Bai, beim Zeppelin-Hafen, auf demselben Vorland anstellen, auf dem Herr Miethe so charakteristische Formen, wie die oben von ihm abgebildeten und beschriebenen, aufgefunden hat. Er hatte die Güte, mich an Ort und Stelle auf das Vorkommen des Polygonbodens besonders aufmerksam zu machen, und ich kann nur bestätigen, was er über die ungewöhnlich regelmäßige Form und säuberliche Gesteinssortierung dieser Steinringe geäußert hat. Da ich meine weiteren Beobachtungen dann unabhängig von Herrn Miethe gemacht habe, bin ich in der Lage, noch einige Bemerkungen zu seiner obigen Beschreibung hinzuzufügen. (Lage dieser Örtlichkeit  $78^{\circ} 55'$  n. Br.,  $12^{\circ} 2'$  ö. L. v. Gr. 2. Aug. 1911.)

Die Steinkränze auf dem flachen Ufer des Zeppelin-Hafens sind meist kreisförmig, seltener schwach elliptisch. Die Längsachse der Ellipse liegt dann häufiger in der Richtung des übrigens ganz schwachen Gefälls als in anderen Richtungen. Die Breite der Stein-

wälle beträgt etwa 30—50 cm, ihr Material besteht vorwiegend aus hellbraungefärbten, eckigen Kalksteinsplittern, deren Länge höchstens 5—10 cm, in der Regel aber geringer ist. Faustgroße Stücke, von denen Miethe spricht, habe ich nicht gesehen. Die Oberfläche der Steinchen ist durchaus trocken. Die umschlossene kreisförmige Fläche besteht aus dunkelgefärbter, erdiger, feuchter Bodenkrume, in der größere Gesteinsplitter ganz zurücktreten. Die Steinkränze überragen die inneren Flächen um etwa 5 cm, die äußere Umgebung aber um etwa 30 cm.

Die Steinwälle selbst sind so gut wie vegetationslos; dagegen schließen sich an ihrem inneren Rand, also den peripherischen Teilen der inneren Felder, kleine Moospolster enger zusammen; im übrigen sind die Felder nur von unregelmäßig zerstreuten, niedrigen Pflänzchen besetzt. Zwischen den Steinwällen ist die Vegetation reichlicher; Moose herrschen hier vor.

Der Querschnitt, der durch einen dieser Steinringe gemacht wurde, ließ erkennen, daß die Ordnung des Detritus in steinige und erdige Bestandteile bis 50 oder 60 cm Tiefe reicht und daß darunter erst eine gesetzlose Mischung des Materials vorhanden ist. (Abbild. 10.) Die Durchfeuchtung des Bodens ist eine mäßige. Anzeichen von Eisboden wurden nicht gefunden.

Die mit diesen regelmäßigen Formen bedeckte Fläche schätzte ich auf einige hundert Quadratmeter. Ihr Aussehen wird bestimmt durch das Hervortreten heller, nebeneinander liegender Steinringe, welche dunkel-farbige, vegetationsarme Felder umschließen, voneinander aber durch vegetationsbedeckte, hell- bis dunkelgrüne Moosflecken getrennt sind.

Das Vorland steigt von der Landungsstelle am Zeppelin-Hafen landeinwärts *stufenförmig* an. Die Breite jeder Stufe ist etwa 100—200 m. Ich stieg von der untersten, nur etwas über dem Meeresspiegel gelegenen Stufe, auf der die beschriebenen Gebilde vorkommen, den etwa 10—15 m hohen, mit Kalksteinsplittern bedeckten Absatz zur *zweiten Stufe* hinan. Auf dieser fand ich ebenfalls sehr regelmäßig geformte, kreisähnliche Steinkränze, deren Gesteinsmaterial aber zum Teil aus größeren, gerundeten Blöcken besteht. Die Felder sind größer als auf der ersten Stufe, wo ich als durchschnittlichen Durchmesser der inneren Felder  $1\frac{1}{2}$  m gefunden hatte. Abweichend ist ferner die Stärke der Vegetation, denn manche Steinwälle sind auf ihrer inneren, dem umschlossenen Feld zugewandten Seite mit einem dunkelgrünen Moospolster überzogen, so daß nur an der Außenseite des Steinwalles die Gesteine mit ihrer hellen Farbe sichtbar sind. Das Innere der Felder ist hier meistens mit hellgrauen Flechten bedeckt. Durch diese abweichenden Merkmale ist der äußere Anblick dieses Beobachtungsfeldes ein anderer wie auf der ersten Stufe. Man sieht dort dunkelgrüne Ringe hellfarbige Flächen umschließen, hier helle Ringe

dunkle Flächen. Soweit die Detritussortierung in Frage kommt, handelt es sich aber in beiden Fällen offenbar um dieselbe Erscheinung. (Abbild. 9).

Etwas anders gestaltet sich das Phänomen auf der dritten Stufe des Vorlandes, die mit hellgrauen Sandsteinblöcken und -scherben überdeckt ist. An der Außenkante der Stufe sieht man denselben tertiären Sandstein stellenweise anstehen. Das vollkommen vegetationslose Trümmerfeld oder Blockmeer trägt nun ähnlich wie das vorhererwähnte am Fuß des Prinz Olaf-Gebirges einzelne Inseln dunkler, lehmiger Erde, die mit einer sehr dürftigen Vegetation bewachsen sind. Der Kontrast zwischen den hellfarbigen, weit ausgebreiteten Gesteinstrümmern, die locker und schutfrei übereinander liegen, und den vereinzelt geschlossenen, dunkelerdigen Schuttinseln ist außerordentlich markant.

Auf der vierten Stufe des Vorlandes, die etwa 50 m über dem Meeresniveau liegt, fand ich wiederum ringförmige Bildungen auf einer beschränkten Fläche von etwa 100 qm. Die Ringe werden hier aber von Moospolstern gebildet, die, wie in den früheren Fällen, feinerdige vegetationsarme Felder von etwa  $\frac{1}{2}$  m Durchmesser umschließen. Die Formen sind nicht so regelmäßig voneinander geschieden wie auf der ersten und zweiten Stufe, sie grenzen unmittelbar aneinander und an den Berührungstellen sind die Moosringe zusammengewachsen. Die Örtlichkeit, wo diese Art der Ausbildung zu sehen war, liegt an der vorderen, fast ganz ebenen Kante der vierten Stufe. Daß der Vegetationsverteilung eine Detritussortierung im Boden entspricht, ließ sich stellenweise erkennen.

Wenn man die Beobachtungen auf der ersten, zweiten und vierten Stufe hinsichtlich der Vegetationsverteilung vergleicht, scheint die Folgerung berechtigt, daß die Ringbildungen der höheren Stufe jedesmal älter sind als die der niederen, so daß die jüngsten Bildungen am Meere liegen. Aber auch diese zeigen, wo ich sie sah, Zeichen des Alters und fertiger, unveränderlicher Form, was auch Miethe hervorhebt. Da für Spitzbergen eine negative Strandverschiebung spätestens seit der letzten Vereisung angenommen wird, so würde damit in Übereinstimmung stehen, daß die höchstgelegenen Bildungen die ältesten sind.

3. Gegenüber dem Zeppelin-Hafen springt an der Nordseite der Kings-Bai die Blomstrand-Halbinsel südwärts vor. In ihr flaches, aber felsiges Südgestade ist eine schmale Bucht eingeschnitten, an deren Ufer seit dem Sommer 1911 von einer englischen Firma Marmor gebrochen wird. Die weitere Umgebung der „Marmor-Bucht“ trägt den typischen Charakter einer Rundhöcker-Landschaft; man sieht hier niedrige, sanft modellierte, geglättete nackte Hügel hellfarbigen, zum Teil kristallinen Kalksteins den ganzen südlichen Teil der Halbinsel einnehmen, während nördlich davon das Gebirge ziemlich steil zu fast 400 m Höhe an-

steigt. Stellenweise liegt Moränenschutt in den tieferen Mulden des Geländes, besonders an der Marmor-Bucht selbst, ein Zeugnis für die ehemalige Gletscherbedeckung des Gebiets.

Auch lagern auf den kahlen Flächen Felsblöcke, die als erratische zu bezeichnen sind, da sie aus fremdartigem Gestein, und zwar am häufigsten aus Granit, dunklem Schiefer und hellbraunem Kalkstein bestehen. Durch die mechanische Verwitterung sind viele Blöcke von Sprüngen und klaffenden Spalten durchzogen und morsch geworden. Andere sind bereits zum größten Teil in Grus zerfallen und von einem Kranz von Gesteinssplittern umgeben. Dies gilt besonders von den hellbraunen Kalksteinen. In den flachen Mulden der Hügellandschaft sind stellenweise Schutt- und Erdmassen zusammengetragen, die vielleicht von früh verwitterten kleineren Blöcken stammen. Dort sind auch die einzigen Stellen, wo sich eine, wenn auch nur dürftige Vegetation angesiedelt hat. (Lage dieser Örtlichkeit etwa  $78^{\circ} 58'$  n. Br.,  $12^{\circ} 8'$  ö. L. v. Gr. 2. August 1911.)

Auf einigen kahlen Felskuppen (in etwa 30—50 m Seehöhe) fand ich nun ein sehr eigenartiges Vorkommen der Detritussortierung. Auf dem hellgrauen, harten Kalksteinfels ist an mehreren Stellen ein fremdartiges Bodenmaterial aufgelagert, das sich schon von weitem durch seine rote Farbe scharf gegen die Umgebung abhebt. Es zeigt sich zu ringförmigen Gebilden geordnet in der Weise, daß kleine, niedrige Kränze von hellrot gefärbten, lockeren Gesteinssplittern eine homogene, dunkelrot gefärbte, tonige, zähe Masse umgeben. Der Durchmesser des inneren Feldes betrug nur 20 cm in einem Falle, noch weniger in anderen. An der einen Stelle zog sich von dem Steinring ein schmaler rötlicher Schlammstreifen den Abhang hinab. Diese Beobachtungen lassen meines Erachtens den Schluß zu, daß in diesen Bildungen die verwitterten und sortierten Reste fremdartiger (erratischer) Gesteinsblöcke vorliegen, die in einer Zeit, wo dies Gebiet noch vergletschert war, hierher verfrachtet wurden. Wahrscheinlich stammen sie aus den roten Konglomeraten des devonischen Old Red, das im Gebiet des benachbarten Kings-Gletschers ansteht und gebirgsbildend auftritt. Daß eine rote schlammige Masse aus der Verwitterung und Zerreibung der Old Red-Gesteine entstehen kann, wird heute noch durch die roten Verfärbungen des Meerwassers an der Stirn des Kings-Gletschers bezeugt und ist u. a. auch aus dem Gebiet der Wijde-Bucht im Norden der Insel bekannt. Für die Erklärung der Steinringe aus der Verwitterung von Blöcken scheint mir durch diese Wahrnehmung ein wichtiger Anhaltspunkt gegeben zu sein. Sicherlich wird man auch in manchen anderen Fällen nachweisen können, daß fremdartiges, leicht verwitterbares Material an der Bildung von Erdinseln beteiligt

ist und daß diese aus der Verwitterung von Gesteinsblöcken an Ort und Stelle hervorgehen können.

Im Hintergrund der Marmor-Bucht, gegen den Gebirgsstock der Halbinsel zu, liegen ebenfalls dunkelfarbige Schuttinseln, hier über einem Trümmerfeld von größeren Steinen. Dieses Vorkommen ist mir durch einen Reisebegleiter bekannt geworden, ich selbst habe es nicht aufsuchen können.

#### Zusammenfassung der Beobachtungen.

Als gemeinsame Merkmale der von mir beobachteten Formen lassen sich folgende erkennen:

1. Sortierung des Detritus (Sonderung des Schutts) in feinerdige und steinige Bestandteile.
2. Ähnlichkeit der Gestalt und Größe der durch die Detritussortierung ausgebildeten Formen bei einem und demselben örtlichen Vorkommen.
3. Lockere und trockene Anhäufung oder Packung der Gesteinsbrocken oder Blöcke, dagegen dichte, zuweilen zähe, feuchte Anhäufung des feinerdigen Materials.
4. Fehlendes oder nur geringes Bodengefälle.

Als verschiedenartige Merkmale treten beim Vergleich der Fundorte hervor:

1. Das Verhältnis des Areal der Steinflächen zu dem der Erdflächen.
2. Die petrographische Beschaffenheit und Größe des sortierten steinigen Bodenmaterials.
3. Die Gestalt und Größe der Felder an den verschiedenen Örtlichkeiten.
4. Die Vegetationsfülle und -verteilung.

#### Morphographische Klassifikation des Strukturbodens.

Auf Grund meiner eigenen und anderer veröffentlichter Beobachtungen will ich versuchen, eine Klassifikation derjenigen Formen zu geben, welche die Sonderung des Bodenmaterials annimmt. Zunächst aber etwas über die Bezeichnungsweise dieser Formen überhaupt.

Die von mir beobachteten Formen gehören sämtlich zu dem von B. Högbom aufgestellten Typus I des Polygonbodens, für welchen eine Sortierung unhomogenen Bodenmaterials charakteristisch ist<sup>1)</sup>. Demgegenüber ist der Högbomsche Typus II des

<sup>1)</sup> B. Högbom, Einige Illustrationen zu den geologischen Wirkungen des Frostes auf Spitzbergen. Bull. Geol. Inst. Upsala Bd. 9, 1908-1909. Upsala 1910 S. 52. Vgl. auch diese Zeitschr. 1910 S. 255.

Polygonboden durch Spalten und Risse von oft hexagonaler Anordnung bezeichnet, die sich in homogenem Material, besonders in jungen Sedimenten, durch Kontraktion bei Austrocknung bilden. Dieser Typus ist also nach Art und Entstehung ganz etwas anderes wie der erste. Da es nun unzweckmäßig ist, den Ausdruck Polygonboden für zwei so verschiedene Bildungen anzuwenden, so schlage ich vor, von Polygonboden nur dann zu sprechen, wenn Högboms Typus II vorliegt, d. h. wenn homogenes Material durch ein Netz von Kontraktionslinien zerlegt ist. Denn abgesehen davon, daß jener Ausdruck zuerst nur für diese Bildungen angewandt wurde, bezeichnet er auch vollkommen den Tatbestand, der sich bei homogenem, feinerdigem Bodenmaterial vorfindet. Ist dagegen unhomogenes Material vorhanden, so paßt der Ausdruck Polygonboden seinem eigentlichen Sinne nach nur für eine ganz bestimmte polygonförmige Anordnung des Detritus, nicht aber für die Gesamtheit der fraglichen Formen, in denen die Sortierung des Detritus vorkommen kann.

Bei der Wahl eines geeigneteren Ausdrucks hierfür ist es nun zu vermeiden, eine bestimmte Ansicht über die Entstehung des Phänomens der Detritussortierung in den Ausdruck aufzunehmen, weil die Ansichten über die Entstehung noch nicht geklärt sind und weil auch verschiedene Entstehungsursachen in Frage kommen können. Deshalb sind Bezeichnungen wie Fließerdeboden, Bodenflußerde, Regelationserde oder andere mit der Vorstellung eines Bewegungsvorgangs (Solifluktion, Bodenfluß) verbundene Worte nicht geeignet, abgesehen davon, daß auch sie nur für eine bestimmte Art des Vorkommens, nämlich für die streifige Struktur des Detritus an Berghängen passen und an die Wirkung der Schwerkraft geknüpft sind (vgl. hierzu die Bemerkungen von Herrn Penck).

Welcher Art auch die beobachteten Erscheinungen sind, so läßt sich doch für alle ohne Rücksicht auf mögliche Entstehungsursachen feststellen, daß der aus unhomogenem, lockeren Material bestehende Boden eine gewisse Struktur zeigt, indem sich die feinerdigen von den steinigern Bodenelementen getrennt vorfinden. Ich halte deshalb die Bezeichnung *Strukturboden* für geeignet, jene eigenartige strukturelle Gliederung und Sonderung des lockeren Bodenelements ganz objektiv zum Ausdruck zu bringen. Sie besagt lediglich etwas über eine gewisse Anordnung des Bodenmaterials und schiebt keine Ansicht über ihre Entstehung unter. Der auch in Betracht kommende Ausdruck „sortierter Boden (oder Detritus)“ würde sich sprachlich schwerer verwenden lassen, er umfaßt außerdem aber auch noch andere Erscheinungen wie die hier behandelten, z. B. die Aufbereitung von Strandablagerungen nach der Korngröße oder die Sortierung des Materials in Schuttkegeln. Der „Strukturboden“ ist also ein Unterbegriff, „sortierter Detritusboden“ der Oberbegriff.

Unter Strukturboden ist demgemäß der Boden zu verstehen, der durch Scheidung der steinigen und erdigen Bodenbestandteile bestimmte Strukturformen angenommen hat.

Die Klassifikation und Bezeichnung der vorkommenden Strukturformen geschieht wohl zweckmäßig nach der verschiedenen Anordnung und Ausdehnung, welche die Steinanhäufungen zeigen. So ergeben sich folgende Kategorien:

Morphographische Einteilung der Formen des Strukturbodens.

1. Steinstreifen oder Steinbänder.
2. Steinnetze oder Steinnetzwerk.
3. Steinringe oder Steinkränze.
4. Steinfelder oder Blockmeere mit Erd- oder Schuttinseln.

Als sekundäre Formen der Steinanhäufungen lassen sich noch im lockeren Boden zwischen den Steinstreifen oder innerhalb der Steinnetzmaschen Steinguirlanden oder Steinbögen unterscheiden. Sie hängen in der Richtung des Gefälls durch (s. o.). Übergänge von einem zum anderen Typus finden naturgemäß statt, so daß man im Einzelfall nicht immer wird entscheiden können, welcher Typus vorliegt.

Die gewählten Bezeichnungen sind so deutlich, daß sie näherer Erläuterung nicht bedürfen. Von den oben beschriebenen Einzelfällen gehören die meisten zum Typus 3 und 4. Der Typus der Steinstreifen, die an Abhängen auftreten, ist von mir nur in kleinem Maßstab auf der westlichsten Lovén-Insel in der Kings-Bai beobachtet worden. Der Typus 2 (Steinnetze, vgl. die Beobachtungen auf dem Prinz Olaf-Vorland) entspricht dem, was man bisher gewöhnlich als Polygon- oder Karreeboden bezeichnet hat. Aus den vorher angeführten Gründen sollte man aber diese Bezeichnungen für die obigen Formtypen vermeiden und auf den durch Risse gespaltenen Boden beschränken.

Die verschiedene Beteiligung der Vegetation an den Formen des Strukturbodens ist, wie aus den mitgeteilten Beobachtungen hervorgeht, zwar in manchen Fällen mitbestimmend für den Gesamteindruck, den der Beobachter von einem Strukturbodenfeld empfängt, sie kann auch unter Umständen ein wertvolles Mittel zur Altersbestimmung der Gebilde abgeben (s. o.), indessen eignet sie sich nicht dazu, bei der Einteilung der Formen berücksichtigt zu werden, weil die Vegetation doch immer nur ein akzessorisches Element und von der schon fertiggebildeten Form des Strukturbodens abhängig ist.

Die obige Klassifikation der Formen der Bodenstruktur ist lediglich

nach äußeren Merkmalen vorgenommen, die Entstehungsursachen bleiben dabei unbeachtet. Wäre man über diese schon genügend orientiert, so würde eine morphologische Klassifikation, d. h. eine Einteilung nach genetischen Gesichtspunkten, vorzuziehen sein. Dies muß das Ziel weiterer Beobachtungen sein. Heute fehlt es in erster Linie noch an genauen Beschreibungen des Tatbestandes, also an der Grundlage für jede erfolgreiche Diskussion der Ursachen, es fehlen auch Beobachtungen über die Weiterbildung der Formen. Man sollte an demselben Objekt die Lagerung der Steine in den Steinnetzen oder -ringen in verschiedenen Jahreszeiten und Jahren nacheinander studieren. Besprengen mit Kalk würde vielleicht schon genügen, um etwaige Verschiebungen der Bodenelemente zu konstatieren.

Wie weit man noch von einer Erklärung dieser Erscheinungen entfernt ist, dürfte daraus hervorgehen, daß im Laufe des letzten Jahrzehnts, in dem man sich näher damit befaßt hat, soweit ich mich orientieren konnte, nicht weniger als 18 verschiedene Hypothesen aufgestellt sind, d. h. beinahe ebensoviele Meinungen, wie Beobachter existieren.

Bei näherer kritischer Betrachtung scheiden nun allerdings einige Hypothesengruppen von vornherein aus, und man wird in Zukunft vermutlich immer mehr an den von B. Högbom gegebenen Erklärungsversuch anknüpfen, der im vorigen Jahrgang dieser Zeitschrift von W. Ule wörtlich wiedergegeben ist (S. 260). Ich werde an anderer Stelle etwas näher auf die genetischen Fragen eingehen<sup>1)</sup>.

Nur zu der oben von Herrn Miethe geäußerten Ansicht über die Entstehung der Steinringe auf dem Vorland des Zeppelin-Hafens an der Kings-Bai möchte ich bemerken, daß ich ihr nicht beizutreten vermag. Der von Miethe zur Erklärung angenommene Grundwasserstrom, der in 1—1½ m Tiefe eine gewisse Schicht des Bodens auftauen und dann an einzelnen Stellen nach oben dringend Schlammruptionen erzeugen soll, kann m. E. im Frühjahr, wenn am meisten Wasser durch die Schneeschmelze zur Verfügung stünde, nicht vorhanden sein, weil der Boden dann noch durch und durch gefroren ist. Nach den Beobachtungen verschiedener Expeditionen bleibt die Bodentemperatur auf Spitzbergen in ½ m Tiefe bis weit in den Juni hinein noch unter 0°, also bis zu einer Zeit, wo die Schneeschmelze, die den Grundwasserstrom nähren sollte, bereits nachgelassen oder ganz aufgehört hat. Das beständige Bodeneis, das auch den Sommer überdauert, wird aber schon in etwa 1 m Tiefe angetroffen, so daß auch in der wärmsten Jahreszeit ein Grundwasserstrom in der angegebenen Tiefe kaum zustande kommen kann. Außerdem fehlt es dann

<sup>1)</sup> In den Sitz.-Ber. d. Med.-naturwiss. Ges. zu Münster i. W., herausgeg. vom Naturhist. Ver. d. preuß. Rheinl. u. Westf. Bonn 1912.

an genügender Wasserzufuhr. Aber die Möglichkeit seiner Existenz auch zugegeben, so würde es doch schwer sein, zu erklären, wie um die Eruptionsstelle herum ein nackter Steinring im Lauf der Zeit entstehen kann, der nicht nur an der Oberfläche, sondern auch in der Tiefe, wie das Profil zeigt, frei von erdigen Bestandteilen ist. An ein Ab- und Freispülen unter der Oberfläche kann doch kaum gedacht werden. Auch das vollkommene Fehlen von Gesteinssplintern im Innern der Felder bleibt hierbei noch unerklärt, wenn die Eruption aus solchen Tiefen erfolgen soll, in denen nach Ausweis des Profils noch vermischtes Material vorhanden ist.

Daß an der fraglichen Stelle auf der untersten Stufe des Vorlands die Erscheinung in ganz besonders ausgeprägter Form zu beobachten ist, steht fest. Aber ein wesentlicher Unterschied zu den Formen, die ich auf den anderen Stufen und auf der Blomstrand-Halbinsel gesehen habe, besteht nicht. Da für diese Vorkommnisse aber die Existenz eines Grundwasserstroms wegen des anstehenden Gesteins unter dem Strukturboden ausgeschlossen ist, so glaube ich, daß man wie für diese so auch für die von Miethe beschriebenen Formen nach einer anderen Erklärung wird Umschau halten müssen. Wie schon bemerkt, wird die Högbomsche Hypothese einen geeigneten Ausgangspunkt dafür bieten.

### Über Fließerde und Strukturboden auf Spitzbergen.

Von K. Sapper.

[Vorbemerkung. Ursprünglich hatte ich die Absicht gehabt, meine hauptsächlich in den Tropen und auf Spitzbergen gemachten Beobachtungen über Erdfließen auf dem Internationalen Geographen-Kongreß zu Rom vorzubringen. Als aber dieser Kongreß im März dieses Jahres zum zweiten Male verschoben wurde, schien mir die Veröffentlichung meines Spitzbergen-Materials angebracht, da ich glaubte, daß es in der zuerst durch Herrn Kollegen Ule in dieser Zeitschrift (1911, S. 253 ff.) angeregten Diskussion über die Erscheinungen und Ursachen des polaren und subpolaren Bodenflusses vielleicht einiges zur Klärung der schwebenden Fragen beitragen könnte. Ich sandte daher einen Aufsatz an diese Zeitschrift ein, in dem ich über die Beobachtungen berichtete, welche ich im August 1910 während der Spitzbergen-Exkursion des Stockholmer Geologen-Kongresses am Eisfjord gemacht hatte. Zusammen mit der Antwort des Herrn Herausgebers erhielt ich dann alsbald die Fahnen der Mitteilungen der an der Diskussion vom 18. Dezember 1911 beteiligten Herren sowie des Aufsatzes des Herrn Kollegen Meinardus. Infolgedessen habe ich nicht nur den Titel meines Aufsatzes etwas abgeändert, indem ich dem mir trefflich scheinenden, von Meinardus vorgeschlagenen neutralen Ausdruck „Strukturboden“

Raum gab, sondern auch einige neue Zusätze eingefügt, die ich im Text durch eckige Klammern als solche kenntlich gemacht habe. Die Einsicht in diese Fahren hat meine Ansichten entschieden geklärt, wenngleich ich auch jetzt noch über vieles unsicher bin. Ich glaube, daß nur Beobachtungen im Felde vor und während der Hauptschneesmelze einmal einwandfreie Erklärungen der verschiedenen Phänomene gestatten werden, namentlich wenn sie verbunden werden mit zweckentsprechenden Experimenten und mit künstlichen Durchschnitten durch einzelne Sondergebilde hindurch, wie ein solcher ja bereits von Herrn Kollegen Miethe ausgeführt worden ist.]

#### A. Fließerderscheinungen.

Zunächst dürfte ohne weiteres klar sein, daß Erdfließen überall da eintreten kann, wo eine sehr starke Durchtränkung der Erdmassen mit Wasser stattfindet, und es versteht sich auch, daß das Gleiten oder Fließen der betreffenden Erdmassen um so leichter vor sich gehen wird, je weniger Hindernisse die Vegetation der Bewegung in den Weg stellt. Wo also Vegetation ganz fehlt oder sehr dürrig ist wie in den polaren Regionen oder im Hochgebirge der mittleren und niedrigen Breiten, ist zu erwarten, daß bei sonst gleichen Verhältnissen Erdfließen am ehesten eintritt. Ob nun die Durchtränkung des Bodens durch Regen oder durch Schmelzwasser erfolgt, ist an sich gleichgültig; in dem niederschlagsarmen Klima Spitzbergens wird aber offenbar die Durchtränkung hauptsächlich durch die Schneesmelze verursacht; sie wird sich also zu Beginn der wärmeren Jahreszeit am stärksten im Tiefland und später erst in den höheren Lagen einstellen.

Ein Beispiel einer Ausgleitung, also einer katastrophenartig erfolgten Rutschung, in einem lehmigen Schieferthale am Kap Wijk (Eisfjord) bildet Bertil Högbom<sup>1)</sup> ab, und ähnliche Phänomene, freilich in wesentlich kleinerem Maßstab, sah ich bei dem unbenannten See westlich von Green Harbour im Småland Ridge auf der Talseite. Ebenda beobachtete ich auch einige kleine typische Erdflüsse, so z. B. ein etwa 3—4 m langes,  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{3}{4}$  m breites Schlammströmcchen mit deutlicher Fluidalstruktur (konzentrischen Runzeln an der Oberfläche) und zungenförmigem Ende; an der schmalen Abrißstelle zeigte sich, daß die Schlammflußfläche nur etwa 5 cm tiefer lag als die ursprüngliche Erdoberfläche. Anderwärts in dem relativ regenreichen Småland Ridge beobachtete ich eine ganze Anzahl kleiner lokaler Erdflußmassen, die vor sich her in konvexem Bogen einen Rasenstreifen geschoben hatten. In einem Falle bemerkte ich konzentrisch zu dem zungenförmig-konvexen Außenrand der Flußmasse zwei Streifen zahlreicher, senkrecht stehender Schieferstückchen.

<sup>1)</sup> Bull. of the Geol. Instit. of Upsala IX, S. 47).

Öfters konnte ich auch mehrere solcher Erdflußstückchen unmittelbar hintereinander beobachten, und es zeigte sich dann, daß im Längsschnitt eine solche Reihe stufenförmig gebaut erschien, denn jeweils hinter dem gestauchten konvexen Rasenwall war die Schlammmasse horizontal, und das Ganze machte den Eindruck, als ob hier das Fließen in der Hauptsache r u c k w e i s e erfolgte: durch neue Wasserzufuhr mochte wohl schließlich das Gewicht der Schlammmasse hinreichend groß werden, um den Reibungswiderstand des Rasenwalls zu überwinden und denselben ein Stückchen vorwärts zu schieben oder auch, wie V. Madsen hervorhob, in die Erde hinein zu rollen und zu begraben. Dadurch sinkt natürlich bei der geneigten Unterlage das Niveau der Schlammmasse, der rückwärtige Vegetationswall aber gleichermaßen u. s. f.

An einer anderen Stelle des Småland Ridge, bereits näher dem Green Harbour, beobachtete ich auch ähnliche Schlammflüßchen von nur etwa 40 cm Breite, die statt eines Vegetationswalles einen niedrigen Wall von Gesteinsstückchen kleinen Kalibers vor sich herschoben und zu den Seiten Reste solcher wie kleine „Seitenmoränen“ noch erkennen ließen<sup>1)</sup>. Stellenweise fand ich auch ganz lange, nur 30—40 cm breite Fließstreifen mit Steinwällchen zu beiden Seiten oder solche mit Moosrändern und zuweilen auch abwärts gestauchten Moosquerwällen.

Deutlich kann man an solchen Beispielen erkennen, daß der Erdfluß lediglich durch die Neigung des Geländes und die Wasserdurchtränkung des Bodens bedingt ist, wobei die spärliche Vegetation oder die den Boden bedeckenden Gesteinstrümmer zu Wällen aufgestaucht werden und so ein retardierendes Moment für den Fluß abgeben. Selbst da, wo die an sich ja freilich sehr dürftige Tundravegetation den Boden fast lückenlos bedeckt, kann die Gesamtfläche in langsam fließende Bewegung geraten und stellenweise den Rasen geradezu niederrollen.

Obgleich J. G. Andersson<sup>2)</sup> von der Bären-Insel berichtet, daß dort die Fließerde meist nicht in breiter Front fließe, sondern gewöhnlich aufgelöst in einzelne Zungen, so kann also doch auf Spitzbergen an manchen mäßig geneigten, hauptsächlich aus feinerdigem Material gebildeten Hängen der von Wasser völlig durchtränkte Boden während und kurz nach der Hauptschneesmelze in breiter zusammenhängender Front langsam abwärts fließen. Zeigen derartige Hänge oft von weitem schon eine gewisse

---

<sup>1)</sup> Ähnliche Erscheinungen beschrieb E. v. Drygalski (Spitzbergens Landformen und ihre Vereisung, Abh. kgl. Bayr. Ak. Wiss., Math.-phys. Kl. XXV. 7. Abh. S. 57) vom Signe-Hafen und gleichartig dürften auch die von J. G. Andersson von der Bäreninsel beschriebenen mit Miniaturgletscherchen verglichenen Schlammflüsse sein.

<sup>2)</sup> The Journal of Geology XIV. S. 96.

Fluidalstruktur, so ist auch bei der Einzelbetrachtung aus der Nähe keinerlei Sonderung in Einzelströme zu erkennen, und V. Madsen konnte sogar beobachten, wie ein solcher Fließhang sich an einem großen Felsblock geradezu staute. Ein charakteristisches Bild eines Fließhanges mit Polygonerde beim Kap Wijk ist nach B. Högbom in Abbild. 12 wiedergegeben. Es müßte von hohem Interesse sein, solche fließende Hänge in der Abwärtsbewegung zu verfolgen und das Maß der Bewegung festzustellen, was durch Visieren von festen Punkten aus über eingesteckte Signale zu verschiedenen Zeitpunkten recht wohl möglich wäre. Bei manchen dieser Fließerden (von etwa  $10^\circ$  Neigung) ist die sehr spärliche Vegetation ziemlich regellos in isolierten Flecken über die ganze Fläche verteilt und stellenweise fehlt auch Vegetation fast vollständig, so besonders in den höheren Lagen; solche Flächen sind von einem Netzwerk von Spalten und Rissen durchzogen, die von den gewöhnlichen Trockenrissen horizontaler austrocknender Schlammflächen sich in der Hauptsache oft nur dadurch auszeichnen, daß die einzelnen Felder sehr häufig in der Flußrichtung langgezogen sind und die Querrisse, besonders bei starker Neigung des Bodens, auch häufig senkrecht zu den Längsrissen stehen. Daneben kommt freilich auch nicht selten zickzackförmiger Verlauf der Querrisse vor, so daß statt nahezu rechteckiger mehr hexagonale Figuren entstehen. Die Größenverhältnisse sind sehr verschieden; oft sah ich beim Kap Wijk Figuren von ca. 20 cm Breite und 50 cm Länge, anderwärts aber auch sehr viel größere ( $\frac{1}{2}$  m breit, 3 m lang) und dazwischen alle möglichen Übergänge. Die sehr großen Polygonflächen dürften nun freilich ihre seitlichen Begrenzungsrisse nicht nur durch das Austrocknen allein, sondern zum Teil auch durch geringe lokale Unterschiede in der Bewegungsgeschwindigkeit erhalten haben. Bei derartigen lediglich infolge von Wasserdurchtränkung fließenden homogenen Bodenmassen sind die Polygonflächen meist nicht nennenswert erhaben über die Ränder der Trockenrisse und die Schmalheit der Risse scheint mir auf eine geringe Mächtigkeit der fließenden Schicht hinzudeuten. Wo seitlich ein Bachriß an eine solche Fließfläche herantritt, da kann man sehen, daß sie deutlich in Wülsten, die dem Bachriß parallel laufen und je durch Längsrisse voneinander getrennt sind, etwas stufenartig zum Bachufer absinkt.

Wo die Vegetation etwas reichlicher auftritt, da kann man (bei ca.  $10^\circ$  Neigung) häufig sehen, daß sie den Tonfluß staut, und man bemerkt dann wohl, daß — im Längsschnitt — auf beispielsweise etwa 70 cm kahler, von zahlreichen sekundären Trockenrissen durchzogener, wenig geneigter Tonflächen 20 bis 30 cm ziemlich steil geneigter Vegetationsflächen kommen, so daß hier ein ähnlicher stufenförmiger Oberflächenabfall entsteht, wie bei den individualisierten Einzelschlammströmchen des Småland Ridge.

Stellenweise beobachtet man übrigens auch, daß von den Polygonflächen aus gegen die Risse hin ein merkliches Gefäll vorhanden ist und daß die oben horizontal lagernden Schieferstückchen gegen den Riß hin zum Teil schräg gestellt sind, am Riß selbst aber senkrecht stehen. Solche Verhältnisse lassen sich nun meines Erachtens nicht mehr mit der Annahme einer durch Wasserdurchtränkung allein erzeugten Fließbewegung und nachheriger Eintrocknung erklären, denn der Trockenprozeß beginnt doch von außen und würde also die hier lagernden Schieferstückchen fixieren; auch könnte ich nicht verstehen, wie eine Wölbung der zwischen den Rissen eingeschlossenen Flächen entstehen sollte. Ich glaube daher, daß hier, in dem bereits etwas inhomogenen Boden, schon Regelationsprozesse mitgewirkt haben, wie sie später eingehender behandelt werden sollen.

Bleiben wir aber zunächst noch bei dem Fließhang am Kap Wijk!

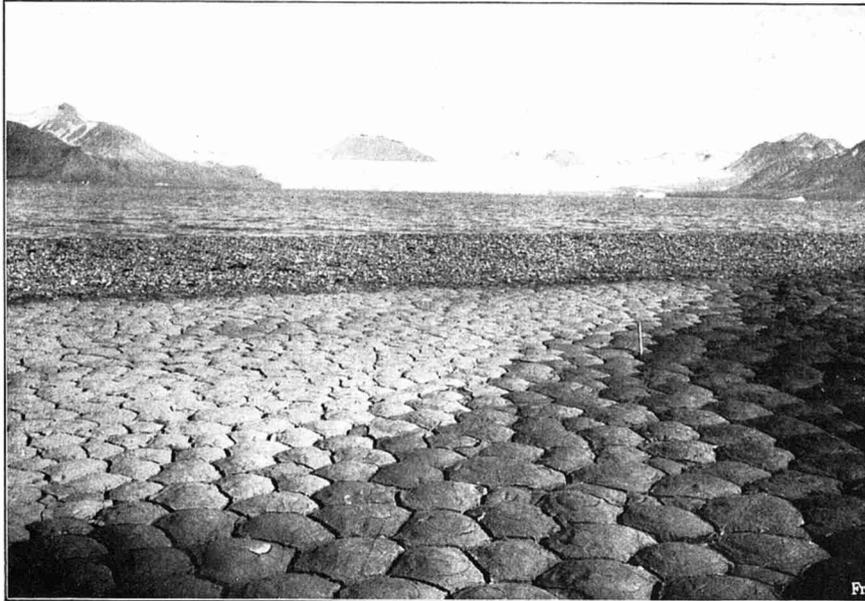
In den tieferen Lagen mit geringem Gefälle (8 bis 4°) sind die Verhältnisse des Fließbodens weniger deutlich erkennbar, weil hier die Vegetation wesentlich üppiger ist, so besonders zwischen den einzelnen Polygonflächen. Dort haben sich vielfach Polster von 20 bis 40 cm Breite herausgebildet, in die der Fuß 10 cm tief und mehr einsinkt. Die Form der Polygone ist hier recht verschiedenartig; zwar herrscht die nach abwärts gestreckte Gestalt vor, aber es treten daneben doch auch fast runde oder selbst quer-gestreckte Gebilde auf. Die kahlen Innenflächen sind von vielen sehr unregelmäßigen kleinen Trockenrissen durchzogen und liegen etwas höher als die Ränder; stellenweise zeigt sich sogar ein ziemlich steiler Abfall gegen die Ränder der Figuren hin, habe ich doch in einzelnen Fällen 15, ja bis 40° Neigung gemessen. Zur Herausbildung dieser gewölbten Formen dürfte wohl Regelation mittätig gewesen sein, und ich muß daran um so mehr denken, als in unmittelbarer Nachbarschaft derselben am Kap Wijk in feuchten, von Vegetation ganz überzogenen Geländevertiefungen die Frosthügelchen (oder „Thufa“ nach Spethmanns Artikel) auftreten, die auf den vegetationsbedeckten Randgebieten Islands so ungemein häufig sind, auf Spitzbergen aber sich nur selten zu bilden scheinen, da ich sie außer am Kap Wijk nur noch am Green Harbour gesehen habe. Diese Frosthügelchen scheinen dadurch zu entstehen, daß einzelne Partien des Bodens mehr Wasser aufnehmen als andere, so daß beim Gefrieren, meist unregelmäßig über das Gelände verteilt, zahllose ungleichförmig hohe Auf-treibungen des Bodens entstehen, die auch nach dem Auftauen infolge des Rasenpolsters erhalten bleiben. Am Kap Wijk zeigten diese Gebilde oft rundliche Gestalt bei 30—50 cm Durchmesser und 20—30 cm Höhe, öfters aber auch längliche Form (bis 80, ja 100 cm Länge und 40—50 cm Breite).

## B. Strukturboden.

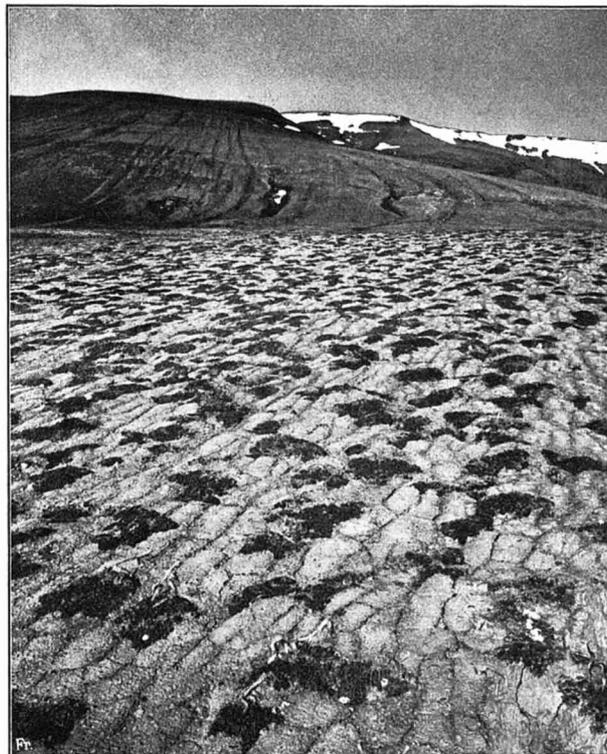
Typischer Strukturboden oder, wie ich ursprünglich schreiben wollte, Regelationsfließerde findet sich besonders häufig auf den Plateauflächen Spitzbergens, wo inhomogener Boden ansteht und nur geringe Neigungen des Geländes vorhanden sind. Man findet hier oft rundliche oder polygonale, an Stellen einer stärker ausgesprochenen Geländeneigung auch langgestreckte kahle oder mit spärlicher Vegetation bestandene Bodenflächen<sup>1)</sup>, die von großenteils senkrecht gestellten Steinplattenreihen geradezu eingefasst sind: Typus I des Polygonbodens nach B. Högbom. Professor von Cholnoky erzählte mir, daß er ganz ähnliche, von Steinsetzungen umgebene Bodenflächen auch vielfach in der Mongolei angetroffen habe (wo freilich sonst nach seiner Darstellung etwas andere Untergrundbedingungen vorliegen); er nannte sie „Blumenbeete“. Da nun aber auf Spitzbergen sehr häufig keine Spur von Vegetation auf diesen Flächen gedeiht und die Form meist rundlich ist, schien mir der Name „Rundbeete“ richtiger; nachdem ich aber durch Tarnuzzers Aufsatz (Pet. Mitt. 1911, II) erfahren habe, daß die Gebilde schon vor langer Zeit in den Alpen „Steingärtchen“ benannt worden sind, glaubte ich, daß man diesen ältesten Ausdruck verwenden könnte [Aber nachdem mich Meinardus brieflich darauf aufmerksam gemacht hat, daß das Diminutivum im internationalen Sprachgebrauch ungeeignet wäre, möchte ich Tarnuzzers neutralen Ausdruck „Schuttfacetten“ vorziehen; der könnte dann als Oberbegriff für Meinardus' Ausdrücke Steinnetze und Steinkränze gelten, die offenbar prinzipielle Unterschiede nicht aufweisen].

Am schönsten habe ich diese Gebilde am Fuß einer großen Plateaufirnkappe im Süden von Longyear City (Advent-Bai) in etwa 600 m Höhe beobachtet. Ich war dorthin zusammen mit Professor Salomon und Professor Weigand durch das unterste rechtsseitige Seitental des Gletscherbaches bei Longyear City gelangt. Die Firnkappe lag, nach oben und unten, wie nach den Seiten flach auslaufend, einem mäßig geneigten Hang des Bergrückens auf; sie zeigte eine flache Wölbung (beim Durchqueren hatten wir anfangs 12°, später geringere Steigungen, schließlich nur noch 2° zu überwinden) und wies zahlreiche eingeschmolzene Klümpchen vom Wind hergetragener Schlammelemente an der Oberfläche auf. Unter der ziemlich dünnen lockeren Firndecke von meist nur 10—20 cm Dicke war sie vereist und von zahllosen Schmelzwasserbächlein durchzogen; die Firndecke selbst bestand teils aus groben rundlichen Firnkörnern, teils aus stengeligen, bis 4 cm langen, 1/2 bis 3/4 cm dicken Eisgebilden. Unter-

<sup>1)</sup> Nur an dem regenreichen Småland Ridge sah ich solche Gebilde auch bei fast völliger Vegetationsbedeckung des Geländes.



Abbild. 11. Polygonboden hinter einem Strandwall der Billen-Bai auf Spitzbergen.  
(Aufnahme von Dr. G. Schulze.)



Abbild. 12. Durch Erdfließen verzerrter Polygonboden auf Kap Wijk in Spitzbergen.  
(Aufnahme von B. Högbom. Vgl. Bull. Geol. Inst. Upsala Vol. IX. S. 54.)



halb des Unterendes der Firnkappe war der apere Boden so sehr von Wasser durchtränkt<sup>1)</sup>, daß wir tief in ihm einsanken, wenn es uns nicht gelang auf größere Steine zu treten; in den Steinsetzungen zu den Seiten der Polygone zirkulierte das Schmelzwasser mit hinreichender Geschwindigkeit, um noch etwaige lockere Erdpartikelchen mit sich führen zu können. Die Beete hatten bei rundlicher oder polyedrischer Gestalt häufig 2—2½ m Durchmesser; auf etwas stärker geneigtem Gehänge wurden sie — infolge der abwärts gerichteten fließenden Bewegung — langgestreckt, elliptisch, z. B. 4 m lang bei einer Breite von 1½—2 m. Zuweilen waren sie nicht von Steinsetzungen umgeben, sondern von flechtenbesetzten Tonlagen, doch vermute ich, daß hier in der Tiefe Steinsetzung war. Die Fläche der Beete war etwas gewölbt, etwa 10—20 cm erhaben über die Umgebung; zuweilen trugen sie auch noch Steine auf ihrem Rücken: die Sortierung war eben in diesem Fall noch nicht vollendet. [Die völlige Durchweichung der inneren Tonfläche bei diesen Schuttfacetten zeigt, daß sie an sich flußfähig wäre, sobald die Neigung des Geländes ein Fließen gestattete, und die Streckung der Gestalt an steiler geneigten Hängen beweist, daß solches Fließen sich also gegebenenfalls auch einstellt; ich möchte daher auch die Schuttfacetten auf horizontalem oder fast horizontalem Boden nur so lange als abgeschlossene fertige Bildungen ansehen, als die Bodenfläche ihre Ebenheit oder sehr geringe Neigung beibehält; sobald aber die Neigung stärker wird, werden die Gebilde wieder abwärts zu fließen beginnen und damit ihre Gestalt ändern.]

An den meisten übrigen Stellen Spitzbergens, wo ich Schuttfacetten traf, war der Boden der Beete bereits hart (d. h. oberflächlich ausgetrocknet) und entweder kahl oder mit vereinzelt Pflanzen bestanden. Die Dimensionen waren recht verschieden; zuweilen traten sie vereinzelt auf, meist aber gesellig. Sehr merkwürdige Schuttfacetten beobachtete ich am Småland Ridge, zunächst ganz vereinzelt im Gelände: es waren meist runde Schotterwälle von etwa 1 m Durchmesser; die Innenfläche erschien den Randwällen gegenüber etwas eingetieft, war aber ebenfalls von kleinkalibrigen Gesteinsstückchen überdeckt; zuweilen waren auch zwei derartige Gebilde zusammengewachsen. Ich entfernte mit dem Hammer die lockeren Gesteinsstückchen und bemerkte, daß die runden Wälle über Bodenrinnen liefen, und daß die Innenflächen unter einem dünnen Schotterbelag fast reinen Tonboden zeigten, [wie ich durch Aufschürfen mit Hammer und

<sup>1)</sup> Trotzdem muß vorher die Durchtränkung noch vollständiger gewesen sein, da der Schmelzwasserbach des Firnfeldes früher noch das Schneefeld am Rande des Plateaus erreicht hatte, zur Zeit unseres Besuches (Anfang Aug. 1910) aber eine Strecke vorher in den hier befindlichen mächtigen Lagen kantiger Gesteinsbrocken versickerte.

Bergstock feststellen konnte. Leider habe ich es aber versäumt, die Rinnen in ähnlicher Weise zu untersuchen und bin daher nicht sicher, ob hier nicht unter einer dünnen Tonlage eine Steinsetzung folgt. Für eingehendere Untersuchungen war eben naturgemäß auf der Exkursion keine Zeit; längst war mir die Partie aus dem Gesichtskreis verschwunden und im Bestreben, sie wieder einzuholen und mich nicht zu verlieren, habe ich leider diese Schürfung versäumt]. In der Nähe befanden sich normale Schuttfacetten mit senkrechter Steinsetzung an den Rändern. Höher oben am Berg aber fand ich in einer vielleicht  $1\frac{1}{2}$  m breiten, schräg den Berghang hinabziehenden Verwerfungsrinne eine ganze, mindestens 250 m lange Reihe der erwähnten runden oder elliptischen, von Gesteinsstückchen überdeckten, von Schotterwällchen umgebenen Beete. Im Längsschnitt zeigte diese eigenartige Reihe von Schuttfacetten einen stufenförmigen Abfall, der durch ruckweises Vorwärtsschieben der trennenden Schotterwällchen zur Zeit der stärksten Wasserdurchtränkung und Aufweichung entstehen dürfte und so ein langsames Abwärtswandern zur Folge haben müßte. Ich schritt eine Strecke von etwa 9 m Länge ab und schätzte das Gefäll auf dieser Strecke auf etwa 2 m.

Zur Erklärung der Bildung der Schuttfacetten scheint mir die Annahme einer Mitwirkung der Regelation unerläßlich. Aus der senkrechten Steinsetzung im Umkreis scheint mir hervorzugehen, daß hier eine Druckwirkung vorliege, und da die Beetflächen vielfach noch nach oben etwas gewölbt sind<sup>1)</sup>, die Steinsetzung ringsum geht, scheint mir auch klar, daß dieser Druck radial von den Beeten aus nach außen hin gewirkt habe. Ich kann mir einen solchen Druck nur vorstellen, wenn ich annehme, daß der in der Mitte befindliche feinerdige Ton wesentlich mehr Wasser gebunden enthält, als die aus groben Gesteinsstücken gebildete Umgebung, wo zudem das Wasser auch ganz oder teilweise abfließen kann. Beim Gefrieren erfährt nun der durchtränkte Tonzylinder eine beträchtliche Ausdehnung, wodurch die randlichen Steinsetzungen gepreßt werden, und wenn hier keine weitere Ausdehnung mehr möglich ist, entsteht eine Aufwölbung nach oben. Bei den merkwürdigen Schotterwallbeeten am Småland Ridge schent mir derselbe Vorgang in einem von kleinen Steinchen übersäten Gelände vor sich gegangen zu sein: Zur Zeit der größten Ausdehnung des inneren Tonzylinders würde das Gebilde wohl nach außen als eine einfache kuppelförmige Erhebung erscheinen, bei der die Schotterdecke in der Mitte weniger mächtig wäre als an den Rändern; wenn beim Wiederauftauen das ganze Gebilde wieder zusammensinkt, so bleibt ein erhöhter Schotterwall um eine überschotterte niedrigere Mittelfläche übrig und die

<sup>1)</sup> Am Gipfel des Mt. Nordenskiöld fand ich freilich auch kleine Schuttacetten mit senkrechter Steinsetzung an den Rändern, aber etwas vertiefter Beetfläche.

Höhendifferenz beider Niveaus gibt einen ungefähren Begriff von dem Maß der Aufwölbung.

[Der Umstand, daß Schuttfacetten teils vereinzelt, teils in mehr oder weniger dichter Zusammendrängung auftreten, zeigt, daß die Bedingungen der Entstehung eben an besondere Gunst der Verhältnisse gebunden ist. Ich hatte einerseits vereinzelt, andererseits ungemein enggedrängte Schuttfacetten auf Spitzbergen gesehen; das Mittelglied einer mäßig engen Zusammendrängung haben mir aber erst Herr Kollege Miethes treffliches Bild und klare Beschreibung gezeigt. Ich schließe daraus, daß irgendwelcher genetische Unterschied zwischen den Steinringen und Steinnetzen der Nomenklatur Meinardus nicht besteht, sondern daß die Schuttfacetten rund oder elliptisch werden, sobald sie sich ungestört entwickeln können, also mehr oder weniger große Zwischenräume zwischen sich lassen, aber polygonal, sobald die Tonkerne einander so nahe sind, daß sie sich bei der Ausdehnung infolge des Gefrierens gegenseitig an der Entwicklung hemmen. Steinstreifen habe ich auf Spitzbergen nicht gesehen; nach den vorliegenden Beschreibungen scheint mir aber für sie *mutatis mutandis* dieselbe Entstehungsursache wahrscheinlich wie für Schuttfacetten.]

Daß die Mittelfläche der Schuttfacetten bei Beginn der Schneeschmelze noch gewölbt sei, scheint mir nun auch aus den Mitteilungen hervorzugehen, die Knud Vole<sup>1)</sup> gemacht hat, aber ich glaube, er täuscht sich, wenn er meint, daß sie sich erst durch den Wasserdruck von unten her aufwölbe. Ich habe zwar in Skandinavien nur einige wenige, und zudem nicht sehr schön ausgebildete Schuttfacetten (in halber Höhe des Areskutan) gesehen und kenne namentlich die Galdhö gar nicht. Ich glaube mir aber aus Ules klarer Beschreibung doch ein richtiges Bild der Erscheinung machen zu können und darf wohl annehmen, daß die Gebilde den Schuttfacetten Spitzbergens entsprechen. In Anbetracht der klimatischen Verhältnisse in solchen Breiten bzw. auch Höhen kann ich mir nun nicht vorstellen, daß der Boden während des Winters nicht gefröre und wenn er gefroren ist, so ist mir unbegreiflich, wie zu Beginn der Schneeschmelze Wasserdruck von unten die Wölbung erst erzeugen sollte. Es ist mir freilich auf Spitzbergen nicht das Glück zuteil geworden, Schuttfacetten in noch unaufgetautem Zustand zu sehen. Wohl aber habe ich am Fuß der Firnkappe südlich von Longyear City, wie oben erwähnt, solche Gebilde gesehen, die zwar bereits aufgetaut, aber noch durchaus unter dem Einfluß der Schmelzwasser der darüber lagernden Firnmassen waren. Infolgedessen war das ganze Gelände vollständig von Wasser durchtränkt und rasch flossen die Wassermassen in dem Netzwerk der Steinsetzungen abwärts. Da aber hier

<sup>1)</sup> Diese Ztschr. 1911 S. 259.

ein freier Abfluß des überschüssigen Wassers möglich ist, so verstehe ich nicht, wie ein Wasserdruck von unten die dazwischen liegenden Beetflächen aufwölben sollte, und wenn auch einzelne derselben noch eine leichte Aufwölbung zeigten, so glaube ich doch darin nur eine Nachwirkung der vorherigen Aufwölbung durch das Eis sehen zu dürfen.

Daß ich an dieser Stelle die Schuttfacetten noch völlig durchtränkt und aufgeweicht antraf, hatte seinen Grund, wie schon erwähnt, in der Nähe der oberflächlich abschmelzenden Firnkappe, und es kann nicht bezweifelt werden, daß die Nähe von Gletschern oder größeren Schneeanhäufungen jedes Erdflußphänomen begünstigen muß. Wenn aber O. Nordenskiöld annimmt, daß man am oberen Rand eines Schlammgletschers stets auf Spuren einer größeren Schneewehe stoßen müsse, und wenn Ule (a. a. O. S. 260) weiter schließt, daß die Bildung nur in unmittelbarer Nähe eines Gletschers oder Firnfeldes denkbar sei, so kann ich das für Spitzbergen nach meinen Beobachtungen nicht finden, denn mit Ausnahme der oben besprochenen Schuttfacetten am Fuß jener Firnkappe habe ich Strukturboden und Schlammströmchen meist an Stellen gesehen, die fernab von Gletschern und Firnfeldern und außerhalb ihres Wirkungsbereichs liegen — also ohne deren von mir natürlich zugegebenen *b e g ü n s t i g e n d e n* Einfluß entstanden waren, so besonders am Kap Wijk und Småland Ridge. Aber eben deshalb waren sie auch bereits trocken, als ich sie antraf, selbst die wesentlich höher gelegenen Schuttfacetten auf dem Mt. Nordenskiöld. Leider besaß ich keinen Pickel, um etwas tiefer schürfen zu können, aber ich glaube gerne, daß sie unter einer gewissen, von oben her ausgetrockneten Kruste noch im Innern feucht, vielleicht sogar plastisch weich waren.

Wenn ich nun auch glaubte, daß Regelation an der Ausbildung von Schuttfacetten mitwirken müßte, so blieb mir doch der Vorgang der Herausbildung so zahlreicher gleichartiger Gebilde nebeneinander zunächst unklar. Die Mehrzahl der Exkursionsteilnehmer dachte bei den Steinsetzungen an Trockenrisse, in die später die Steinplatten hineingerutscht wären, und sie wurden offenbar darin bestärkt, als wir an der Billen-Bai hinter einem Strandwall eine Schlammfläche sahen mit wundervoll regelmäßigen Trockenrissen, die etwas gewölbte fünf- oder sechseckige Flächen umschlossen (Vgl. Abbild. 11). Ich habe seither in Deutschland Trockenrisse auf Schlammflächen daraufhin angesehen, ohne gleich schöne und zugleich etwas gewölbte Trockenfiguren finden zu können. Vielleicht hat doch an dieser Schlammfläche auf Spitzbergen schon etwas die Regelation mitgespielt? Es ist nicht zu verkennen, daß die Gleichmäßigkeit und Form dieser Trockenfiguren ganz ähnlich bei den Schuttfacetten wiederkehrt, aber eben doch viel größer, in ganz anderem Maßstab, weshalb ich glaube, daß die Erklärung durch Trockenrisse nicht haltbar ist. Zugleich scheint mir aber, wie oben aus-

geführt, auch die Erklärung durch Wasserstau unhaltbar, und ich bin mit Ule eins, wenn er (diese Ztschr. 1911, S. 256) Nordenskjölds Heranziehung des Bénardschen Experiments von Konvektionsströmen zur Erklärung des Phänomens ablehnt. Die richtige Erklärung scheint mir dagegen B. Högbom gebracht zu haben, dessen wichtige Arbeit „Illustrationen zu den geologischen Wirkungen des Frostes auf Spitzbergen“ ich leider erst ganz am Ende der Exkursion kennen lernte. Ule hat in dieser Ztschr. 1911, S. 260, bereits die wichtigste Stelle aus der Arbeit zitiert, und ich möchte nur noch hinzufügen, daß Högbom (a. a. O. S. 49) auch hervorhebt, daß größere Gegenstände wie Steine oder Knochen durch „Aufrieren“ aus den tiefergelegenen weichen Erd- und Tonmassen an die Oberfläche heraufkommen können. Diese Tatsache, welche für die Erklärung des Phänomens der Schuttfacetten sehr wichtig ist, wurde mir auch durch Professor Wilhelm Grafen zu Leiningen bestätigt. Ich glaube, daß durch zweckentsprechende Versuche, die ich leider an meinem Aufenthaltsort Straßburg wegen der Milde des Klimas nicht selbst ausführen kann, der Mechanismus des Vorgangs vollends klargestellt werden könnte.

Ist nach dem Gesagten die Mitwirkung des Wassergefrierens an der Entstehung gewisser Fließerdetypen höchst wahrscheinlich, so ist sie nach Högbom (a. a. O. S. 48) zweifellos, wenn Terrassen zufließen, die aus Kies bestehen und im Innern keine feineren sekundären Verwitterungsprodukte enthalten.

Wenngleich noch vielfach Zweifel über die Art und das Maß der Beteiligung der Regelation an den Fließerdeerscheinungen in polaren und subpolaren Gegenden bestehen und sicherlich auch mancherlei Übergänge zwischen den unterscheidbaren Typen bis hinüber zu den reinen Durchtränkungsfließerden vorhanden sind, so scheint mir doch unter allen Umständen der gefrorene Untergrund dieser Gebiete von großer Bedeutung für das Phänomen zu sein, weniger freilich als Gleitplan, wie De Geer und offenbar auch Ule annehmen möchten, als vielmehr hauptsächlich durch den Umstand, daß er das Eindringen der Sicker- und Schmelzwasser in größere Tiefe verhindert und so eine ungemein starke Wasserdurchtränkung der aufgetauten Oberflächenschichten ermöglicht. Daher erklärt es sich auch, daß auf Spitzbergen trotz der an sich ziemlich geringen Niederschläge alle Arten von Fließerde auch fernab von Firnflecken und Gletschern entstehen, weil eben die bei Beginn der wärmeren Jahreszeit rasch abschmelzenden Schneemassen hinreichende Wassermengen abgeben, um die seichte aufgetaute Oberflächenschicht zu durchtränken, während sie in Gebieten mit ungefrorenem Untergrund ohne übermäßige Durchfeuchtung des Bodens in die Tiefe versickern würde. So glaube ich denn auch, daß für mittlere und niedrigere Breiten die Ansicht Ules zu Recht besteht,

daß die Bildung von Schuttfacetten an die Nähe von Gletschern und Firnflecken gebunden sein dürfte.

Da auf Spitzbergen aber der Untergrund überall gefroren ist, ist die so weitreichende Verbreitung der Fließerde in verschiedenster Ausbildung in diesem Gebiet wohl begreiflich, und zweifellos sind die von ihr transportierten Massen und ihre Bedeutung für die Abtragung des Landes sehr groß. Ihr Maß wird aber erst nach genaueren Untersuchungen über die Dauer, Geschwindigkeit und Tiefe der Erdflußbewegung sicher festzustellen sein.

Höchst bedeutsam ist der Erdfluß aber auch für die Ausbildung der Landschaftsformen, und man kann sich auf Spitzbergen kaum einen größeren Gegensatz denken, als die weichen Formen der Erdflußgebiete gegenüber steilen Bergabhängen und Felswänden, wo durch die Frostwirkung mächtige Bastionen, Einzeltürme und Zinnen herausgewittert werden<sup>1)</sup>, während ungeheure Schuttkegel von den Zwischenräumen ausgehen und sich tiefer unten am Hange vielfach berühren. An manchen Stellen, wie dem herrlichen Tempel-Berg, dem Pyramiden-Berg oder dem Kapitoll, finden sich sogar Landschaftsformen, die trotz der so verschiedenen Breitenlage lebhaft an die Szenerien des Gran Cañon von Arizona erinnern. In der Tat sind auch mehrere Ursachen der beiderseitigen Landschaftsausgestaltung in beiden Gebieten gleich: so zunächst die Vegetationslosigkeit (freilich aus verschiedenen Gründen, hier hauptsächlich Kälte, dort Trockenheit des Klimas), dann die fast horizontale Lagerung der Gesteinsschichten und schließlich das starke Vorherrschen mechanischer Verwitterung. Freilich ist auch diese verschiedener Art an beiden Stellen: hier besonders Frost, dort Insolation, aber die Wirkung und darum auch der Einfluß auf die Landschaftsform ist eben doch wieder gleichartig.

Im einzelnen freilich bleibt auch hier noch vieles zu erklären, und ich sollte denken, daß ein längerer Aufenthalt auf Spitzbergen, der ja jetzt so leicht auszuführen wäre, einem Morphologen die schönsten Resultate zeitigen müßte!

---

<sup>1)</sup> Während des Druckes dieses Aufsatzes erschien in dem Bull. of the Geol. Inst. of Upsala, Vol. XI S. 242—251 eine interessante Abhandlung B. Högboms über „Wüstenerscheinungen auf Spitzbergen“, auf den hier verwiesen sein möge.

## Expedition zur Erforschung des Mamberamo in Holländisch Neu-Guinea\*.

Von Dr. Max Moszkowski.

Im Jahre 1847 schrieb der englische Naturforscher J u k e s: „Ich kenne kein Land der Erde, dessen Erforschung der Einbildungskraft so schmeichelhaft ist, wobei interessante Resultate so wahrscheinlich sind, sei es für den Naturforscher, den Ethnologen oder den Geographen, und wo alles zusammen so berechnet ist, der aufgeklärten Wißbegierde eines abenteuerlustigen Forschungsreisenden zu genügen, als das Innere von Neu-Guinea“.

Diese vor mehr denn fünfzig Jahren gesprochenen Worte haben auch heute noch ihre Berechtigung nicht verloren. Kein Gebiet der Welt, selbst Tibet und die Pole mit eingeschlossen, ist so mit dem Schleier des Geheimnisvollen bedeckt, so mit allen Reizen des Unerhörten und Gefährvollen geschmückt, wie diese größte Insel der Südsee. Hier drängt sich alles zusammen, was ein Forscher da draußen sich wünschen mag: mächtige Ströme voll gewaltiger Stromschnellen, unergründliche Wälder, bewohnt von unbekanntem Menschen und Tieren, unerstiegene Bergriesen, die ihre schneebedeckten Häupter aus dem immergrünen Gürtel des Urwalds gen Himmel strecken und reiche Mineralschätze in ihrem Innern bergen. Und wer Gefahren sucht, hier kann er sie im reichsten Maße finden. Volk, Land und Klima haben sich zur gemeinsamen Abwehr zusammengetan gegen den fremden Eindringling. Darum hat die Erforschungsgeschichte fast keines anderen Landes eine relativ so große Totenliste wie Neu-Guinea. Von deutschen Forschern, die dort den Heldentod gefunden haben, brauche ich ja hier nur die Namen Ehlers und Damköhler zu nennen.

Die Entdeckung Neu-Guineas ist im 16. Jahrhundert durch die Portugiesen gemacht worden, aber bis zum Ende des 19. Jahrhunderts hat man von der großen, einen Flächeninhalt von 785 000 qkm einnehmenden Insel kaum mehr gekannt als die ungefähre äußere Gestalt. Von den großen Flüssen Neu-Guineas ist zuerst die Mündung des Mamberamo von dem berühmten französischen Admiral Dumont d'Urville am 26. August 1827 entdeckt und nach ihm Kap d'Urville benannt worden, nachdem bereits am 16. August 1765 die französische Korvette Bougainville hier die Ausmündung eines großen Flusses vermutet hat. Die eigentliche Ent-

\*) Vortrag gehalten in der Allgemeinen Sitzung am 14. Okt. 1911. Vgl. dazu auch diese Ztschr. 1911 S. 185 ff.

deckung ist dann von dem Holländer Gronovius 1850 gemacht worden, der dem Fluß den Namen Rochussen-Fluß gab. Die erste Befahrung des Mamberamo ist aber erst im Jahre 1884 geschehen. Der erste große Fluß an der Südküste, der Fly, ist im Jahre 1845 von Kapitän Blakwood entdeckt worden. In den fünfziger Jahren kamen dann die ersten Missionare ins Land, deren Tätigkeit, auch auf dem Gebiete wissenschaftlicher Forschungen, in Neu-Guinea gar nicht hoch genug geschätzt werden kann. In Englisch-Neu-Guinea entfaltete sich namentlich unter der rührigen Leitung des als Gouverneur und Forschungsreisenden gleichbedeutenden Mac Gregor seit dem Ende der achtziger Jahre eine ausgedehnte Forschungstätigkeit. Etwa zur gleichen Zeit wurde auch die Erforschung von Deutsch-Neu-Guinea in Angriff genommen. Die Namen Finsch, Schleinitz, Hunstein, Schrader, Hollrung, Ehlers, Kersting, Tappenbeck, Lauterbach und aus letzter Zeit Damköhler, Neuhauss und vor allem Leonhard Schultze sind ja allgemein bekannt. Aber trotz der unermüdlichen Forschertätigkeit dieser und anderer bedeutender Männer bleibt auch im Innern von Deutsch-Neu-Guinea noch ungeheuer viel zu leisten. Noch weite Strecken tragen die Bezeichnung „unerforscht“, die Quelle des größten deutschen Stromes in Neu-Guinea ist noch nicht gefunden und mit den Bewohnern des innersten Innern hat man bis jetzt kaum mehr als eine ganz oberflächliche Fühlung gewonnen. Die große, mit reichen Mitteln ausgerüstete deutsche Expedition, die hoffentlich in nicht allzulanger Zeit auf dem Kaiserin Augusta-Strom eintreffen wird, wird also noch ein ausgiebiges Arbeitsfeld vorfinden. Wie groß aber auch die Erfolge dieser Expedition sein werden — und die ganze Art ihrer Zusammensetzung und Vorbereitung berechtigt zu den weitgehendsten Erwartungen —, auch dann noch wird es im Innern Deutsch-Neu-Guineas unendlich viel zu tun und zu erforschen geben, denn die genaue Kenntnis dieser Perle unter unseren Tropenkolonien ist nicht nur eine selbstverständliche nationale Ehrenpflicht, sondern liegt auch im wohlverstandenen national-wirtschaftlichen Interesse.

Die dritte Macht, die auf Neu-Guinea Fuß gefaßt hat, und sogar die älteste, ist Holland. Merkwürdigerweise ist aber gerade Neu-Guinea, an dessen Entdeckungsgeschichte im 17. Jahrhundert die Holländer einen so bedeutenden Anteil haben, in der Folge von ihnen etwas vernachlässigt worden, wohl weil andere Aufgaben in Niederländisch-Indien ihnen näher lagen. Wenn man von den gelegentlichen Erkundigungsreisen der überaus rührigen Residenten de Clerc und D. F. van Braam-Morris absieht, so ist eigentlich erst wieder im Anfang dieses Jahrhunderts die Neu-Guinea-Forschung in tatkräftiger Weise von ihnen aufgenommen worden; nunmehr allerdings außerordentlich großzügig, mit bedeutenden Mitteln und von bedeutenden Männern. Während die Expeditionen im Jahre 1903 unter

Wichmanns Leitung und die im Jahre 1904/05, die von der Niederländischen Gesellschaft für Erdkunde veranstaltet wurde, die Nordküste von Neu-Guinea zum Ziel hatten, wurde vom Jahre 1907 ab von der Südküste aus systematisch die Erforschung des Inneren in Angriff genommen, und zwar hauptsächlich auf die Initiative des Generalgouverneurs van Heutsz.

Ich befand mich im Jahre 1907 in Niederländisch-Indien und verfolgte wie dort alle Welt mit gespanntestem Interesse die Versuche der Holländer, zu den Schneebergen vorzudringen. Diese erstrecken sich, so weit man sie damals gesehen hatte, zwischen dem 136. und 138. ° ö. L. Wie ein Blick auf die Karte lehrt, münden aber all die großen Flüsse des südlichen Neu-Guinea, der Digoel, der Lorenz-Fluß u. s. w. östlich des 138 ° ins Meer, so daß es mir schon damals schien, daß die Hauptabwasserung des Schneegebirges nicht nach Süden erfolgen könne, sondern nach Norden, daß man also versuchen müßte, eine Zugangsstraße von Norden her zu finden. Im Norden mündet von bedeutenden Flüssen aber nur der Mamberamo im Bereich des Schneegebirges ins Meer. Dieser Fluß mußte nach dem wenigen, was man bis jetzt schon über ihn wußte, vor allem bei den enormen Wassermengen, die er mitführte, tief aus dem Innern kommen und Bernhard Meyer hat ihn schon in den siebziger Jahren mit Sicherheit als Abkömmling der Schneeberge angesehen. Mir schien darum der Mamberamo eine ganz besonders geeignete Eingangspforte ins Innere Neu-Guineas und zu den Schneebergen hin zu sein. In dieser Ansicht, die ich schon im Jahre 1908 mir gebildet habe, wurde ich durch einen Aufsatz von G. P. Rouffaer<sup>1)</sup> bestärkt. Auch Rouffaer erklärte den Mamberamo für die ideale Zugangspforte zu den Schneebergen und schließt seinen interessanten Artikel mit den Worten: „Auf jeden Fall muß der Mamberamo weiter entdeckt werden“.

Nachdem ich im Juli 1909 gelegentlich eines Besuches in Basel diesen Plan auch mit Fritz Sarasin durchgesprochen hatte, ging ich an die Realisierung des Unternehmens. Einen Teil der notwendigen Kosten erhielt ich durch die Baeseler Stiftung, einen anderen Teil verdanke ich der Munizipalität der Herren Robert und Franz von Mendelssohn, für den Rest kam ich selber auf.

Mittlerweile hatte, offenbar durch die Anregung Rouffaers bewogen, auch die niederländisch-indische Regierung den Entschluß gefaßt, einen Vorstoß von Norden her zu versuchen. Ende Juni und Anfang Juli 1909 hatte der Leutnant Rambonnet mit dem Regierungsschiff Pionier den Mamberamo bereist und es war ihm gelungen, über den südlichsten, bereits im Jahre 1884 von dem Residenten Morris mit dem Regierungsschiff „Havik“ erreichten Punkt der Havik-Insel, noch 46 km Luftlinie südlich

<sup>1)</sup> „De Drie Opvaarten des Mamberamo (Nord-Nieuw-Guinea) Juli 1884, Jan. 1900 en Juni 1906“ Tijdschr. van het K. Nederl. Aardrijksk. Genootschap 1909.

vorzustoßen und dabei das Vorhandensein großer Stromschnellen festzustellen. Ende Oktober 1909 wurde dann eine aus mehreren hundert Personen bestehende Militärexpedition mit sehr großen Kosten — man spricht von 500 000 Gulden — unter dem durch seine Forschungsreisen in Surinam rühmlich bekannten Kapitän Franssen Herderschee ausgerüstet. Nachdem am 24. November bereits ein Teil der Expedition nach dem Mamberamo gezogen war, begab sich der Leiter der Expedition am 15. November 1910 selbst dahin und begann am 7. Februar seinen Zug nach Süden.

Inzwischen war es am 3. November 1909 dem unermüdlichen und tatkräftigen Holländer Lorenz gelungen, nach unerhörten Strapazen und Anstrengungen den Wilhelminen-Berg zu erreichen und in einer Höhe von 4461 m an die Grenze des ewigen Schnees zu kommen. Die Erschöpfung seiner eingeborenen Träger machte es ihm leider unmöglich, den 4750 m hohen Gipfel des Berges zu erklimmen. Immerhin ist die Leistung von Lorenz eine ganz ungeheure und der Erfolg, den der verdiente Forscher nach jahrelanger Mühe und Arbeit davongetragen hat, ihm wohl zu gönnen. Aber die Gipfel des Schneegebirges, und besonders der über 5500 m hohe Carstensz-Gipfel sind noch unbezwungen und harren noch des Glücklichen, der den ersten Steinmann auf ihnen errichten wird.

Aber auch eine englische Expedition war noch auf dem Plan erschienen, die von Süden her unter der Leitung von Godfellow, Rawling und Marshall von der Mündung des Oetekwa-Flusses genau südlich vom Carstensz-Gipfel her diesen zu erreichen suchte. Diese Expedition durfte auf Anordnung der niederländisch-indischen Regierung erst vom Januar 1910 ab mit ihrer Arbeit beginnen.

Von der Aussendung der Franssen Herderscheeschen Expedition bekam ich erst Ende Januar, als meine Expedition längst zusammengestellt war, Kenntnis. Als ich Ende März nach Niederländisch-Indien kam, waren alle indischen Zeitungen voll von den großen Erfolgen dieser Expedition, und mit Recht, denn in der Tat war es Franssen Herderschee gelungen, die eigentlich für unüberwindlich geltenden Stromschnellen zu passieren und jenseits des van Rees-Gebirges eine große Ebene zu erreichen, die sich bis zum Zentralgebirge von Neu-Guinea erstreckt.

In dieser Ebene hat Franssen Herderschee noch etwa 110 km Luftlinie bis an den Fuß des Zentralgebirges zurückgelegt, war dann aber durch eine furchtbare Beriberri-Epidemie, von der 42% der Teilnehmer der Expedition inklusive des Leiters und sämtlicher Europäer ergriffen worden waren, gezwungen worden, am 3. April 1910 umzukehren.

Ich hatte, da ich ja hauptsächlich anthropologische und ethnologische Ziele im Auge hatte, von der niederländisch-indischen Regierung die Er-

laubnis erbeten und erhalten, mich Franssen Herderschée anzuschließen. Wenige Tage aber, bevor ich mich in Singapur an Bord der „Manila“ einschiffen wollte, bekam ich ein Telegramm, daß das Explorationsdetachment wegen ausgebrochener Krankheiten zurückgezogen sei.

Ich habe mich bereits an anderer Stelle ausführlich darüber ausgesprochen, daß ich die Berriberri für eine Ernährungskrankheit halte und habe auch die Mittel angegeben, die ich zu ihrer Vermeidung für zweckmäßig gehalten habe und noch halte. Es ist mir ja auch gelungen, während der acht Monate, die ich mich am Mamberamo aufgehalten habe, trotz wirklich nicht geringer Anstrengungen und Mühsale die Teilnehmer an meiner Expedition von jeder Krankheit, insbesondere von Berriberri, freizuhalten, während sämtliche Expeditionen, die vor mir am Mamberamo gewesen sind, schwer unter dieser Seuche zu leiden hatten.

Da ich nun ganz allein auf mich selbst angewiesen war, mußte ich natürlich meinen ganzen Ausrüstungsplan ändern. Auf irgendwelchen Nachschub von außen konnte ich kaum rechnen und war also vor die Alternative gestellt, entweder meinen gesamten Bedarf an Lebensmitteln für etwa ein Jahr mitzunehmen, oder aber zu versuchen, vom Lande selbst zu leben. Das letztere ist ja nun nach den Äußerungen der meisten Neu-Guinea-Forscher schlechterdings unmöglich und die traurigen Erfahrungen, die Ehlers mit diesem Versuch gemacht hat, waren gewiß nicht ermutigend. Auf jeden Fall war es gegeben, daß ich so wenig Leute wie irgend möglich mitnehmen mußte, denn je geringer die Zahl der Esser, desto geringer die Menge des notwendigen Proviantes und desto größer die Chance im Lande selbst auch Nahrung zu finden. Ich engagierte also nur fünf Malaien, und zwar vier Sumatraner, die mich bereits auf meiner früheren Expedition nach Sumatra begleitet hatten und einen Javanen, so daß wir inklusive meiner selbst und einem europäischen Präparator sieben Mann waren. Als Fortbewegungsmittel kaufte ich mir ein Boot, wie es die Chinesen in Singapur zu benutzen pflegen. Es sind dies sehr breite ( $6 : 1\frac{1}{2}$  m), flachgehende Fahrzeuge mit etwa  $1\frac{1}{2}$  t Tragkraft, die mit langen Rudern, stehend, fortbewegt werden. Mein vollbeladenes Boot vermochte ein Mann gegen einen Strom von 2—4 km in der Stunde so rasch fortzubewegen, daß ich durchschnittlich 10—12 km per Tag zurücklegen konnte. Außerdem nahm ich mit Erlaubnis von Kapitän Franssen Herderschée, den ich zu meiner Freude fast wieder genesen in Amboina traf, einen kleinen, von seiner Expedition noch an der Mündung des Mamberamo zurückgebliebenen europäischen Sampan in Gebrauch. Durch das liebenswürdige Entgegenkommen des Norddeutschen Lloyd wurde ich am 18. Mai am Kap d'Urville mit meiner Expedition abgesetzt.

In der Nähe der Mündung befand sich im Jahr 1884 das Dorf Teba.

Dieses ist von den Eingeborenen aber aufgegeben und viel weiter stromaufwärts wieder aufgebaut worden. Statt dessen haben sich hier an der Mündung des Flusses Leute aus Paraido, von den Padeido-Inseln östlich der Schouten-Inseln angesiedelt. Die Küstenbevölkerung, zu der diese Leute gehören, zeichnen sich durch kleinen Wuchs, verhältnismäßig helle Hautfarbe und gewaltigen Haarwuchs aus, sie sind offenbar nicht reinrassig, sondern reichlich mit malaiischen und vormalaiischen, wedda-ähnlichen Elementen gemischt. Diese Beimischung, mit prämalaiischen Elementen, erkennt man vor allen Dingen daran, daß an der Küste sehr häufig das typische langwellige Haar der hinterasiatischen Wildstämme gefunden wird. Auch die Kleinwüchsigkeit, die man ja allenthalben im nördlichen Neu-Guinea, aber fast nur bei der Küstenbevölkerung, trifft, während im Innern — wenigstens nördlich des Zentralgebirges — eine hochgewachsene Bevölkerung vorkommt, findet durch die Konstatierung dieser Elemente eine ungezwungenere Erklärung, als durch die seit einigen Jahren Mode gewordene Pygmäen-Theorie.

Kap d'Urville liegt unter  $137^{\circ} 55' 53''$  ö. L. und unter  $1^{\circ} 25' 30''$  s. Br. Die Einfahrt wird auf dem rechten Ufer durch eine Barre mit ziemlich starker Brandung gesperrt, während man auf dem linken Ufer in südsüd-östlicher Richtung eine gute Einfahrt hat. Die Tiefenverhältnisse an der Mündung des Flusses haben sich seit der ersten Aufnahme, 1884, so wenig geändert, daß auf den damals von der Havik angefertigten Seekarten kaum Verbesserungen angebracht zu werden brauchten. Es ist auch dies wieder ein Beweis dafür, daß der Mamberamo keine großen Mengen an Schutt und Geröll herbeischleppen kann, daß er also aus großen Entfernungen herkommt. Trotzdem ist unfiltriertes Mamberamowasser von einer trüben, schmutzig-grauen Farbe, während filtriertes leicht gelblich verfärbt ist. Diese schmutzig-graue Farbe besitzt der Mamberamo, soweit ich ihn befahren habe, d. h. also, so weit er überhaupt bekannt ist, und ist ein sicheres Zeichen, um den Hauptfluß von den Nebenflüssen unterscheiden zu können, die ihn manchmal an Breite übertreffen. Den Boden des Mamberamo bildet ein feinkörniger schwarzer Sand, der nach Nachtlagern auf Sandbänken, wenn nur ganz geringer Wind wehte, in alle Kisten und Kasten eindrang, und z. B. auch manche photographische Platte beschädigte.

Die Stromgeschwindigkeit an der Mündung wechselt zwischen 2 km in der Stunde bei Flut und 5—6 km bei Ebbe. Während das Gouvernementsschiff „Braak“ bei reinem Ostmonsun im Juni 1906 die Farbe des Seewassers bis auf 18 km in See hinaus getrübt und bräunlich sah, und man noch weit im Meer draußen süßes Wasser fand, konnte ich Ende Juli und Anfang August bis zum Dorf Pauwi hin, das sind etwa 18 km Luftlinie

und 24 km Wasserlinie, stromaufwärts im Fluß kein süßes Wasser finden. Der Ostwind springt in dieser Zeit nach Norden um, und treibt das Seewasser direkt in den Fluß hinein. Es ziehen sich dann auch die Süßwasserfische, meistens Welse, aus den Flußmündungen zurück. Auch die Menschen, wenigstens die Inlandstämme, wandern um diese Zeit vom Unterlauf des Flusses ins van Rees-Gebirge hinauf. Es ist indessen sehr bezeichnend, daß auch um diese Jahreszeit das Grundwasser süß bleibt. In der Nähe der Mündung sind einige Süßwasserlagunen, und wenn man etwa 1 m in die Tiefe gräbt, ist leicht soviel süßes Wasser zu erhalten, wie man will. Dieser letzte Umstand ist wohl auch der Grund, daß an der Hauptmündung des Mamberamo keine Nipa-Palmen, die Brackwasser lieben, zu finden sind. Am Strande selbst stehen Kasuarinen und Sagopalmen, die aber hier an der Küste wenig oder gar keinen Ertrag liefern. Darauf beginnt die Mangroven-Zone, die sich etwa 18—20 km lang landeinwärts erstreckt. Auf die Mangroven-Zone folgt eine Strecke, die ich die Pandanazeen-Zonen nennen möchte, weil der Hauptbaum des Waldes hier große Pandanus-Sorten sind; dazwischen finden sich überall sehr häufig Sagobäume. Während der Trockenzeit liegen längs der Ufer des ganzen Flusses mehr oder minder große Sandbänke frei, die mit wildem Zuckerrohr bestanden sind, während in der Regenzeit, vom November bis zum April, der Fluß nördlich des van Rees-Gebirges im allgemeinen erheblich breiter und wasserreicher ist. Die Strömungsgeschwindigkeit des Flusses nimmt flußaufwärts immer mehr zu, ist indessen sehr abhängig von den jeweiligen Niederschlägen, ist daher auch in der Regenzeit stets viel stärker als in der Trockenzeit. Sie erreicht im van Rees-Gebirge manchmal eine Geschwindigkeit von 7—8 km und im Schnellengebiet bis zu 10 km.

Das ganze Vorland nördlich des van Rees-Gebirges ist alluvial und zum Teil vom Mamberamo selbst angeschwemmt. Das sehr junge Alter dieses Landes zeigt sich auch daran, daß bis ins hügelige Vorland hinauf nur die Ufer des Flusses einigermaßen trocken und gangbar sind. Sowie man 50 oder 100 m ins Innere vorrückt, wird das Terrain sumpfig und unergründlich. Der alluvialen Entstehung des Landes entsprechend, bildet der Mamberamo an seiner Mündung ein Delta. Doch scheint von den etwa sechs Mündungsarmen, die man kennt, nur die Hauptmündung für größere Schiffe fahrbar zu sein. Ein von mir aufgefundener westlicher Arm, 18 km von der Hauptmündung entfernt, ist so schmal, daß er nur von Eingeborenenbooten befahren werden kann. Nächst dem Hauptstrom ist der größte Arm ein von den Holländern Aiberam, von den Eingeborenen Mawa genannter, auf den holländischen Karten punktiert angegebener Fluß, der, in einer Entfernung von 38 km Luftlinie vom Kap d'Urville, vom Mamberamo nach Westen abgeht. Ich habe diesen Seitenarm vom 23. bis

28. Juni befahren und kartographiert. Er hat eine viel geringere Strömung und auch geringere Breite als der Mamberamo. Auffallend ist das fast völlige Fehlen von Sagopalmen an seinen Ufern. Dagegen beginnt 12 km Luftlinie unterhalb seines Ausflusses aus dem Mamberamo eine Nipa-Palmen-Zone. Nach 21 km bildet der Fluß ein großes Becken, in das von Süden her fünf Nebenflüsse einströmen. Dann wendet er sich ziemlich unvermittelt nach Norden und bildet dort zwei Gruppen von je drei Inseln. Schließlich biegt der Fluß scharf nach Westen um, vor seiner Ausmündung ins Meer eine schöne Bucht bildend. Leider wird die etwa 400 m breite Mündung durch eine Barre soweit gesperrt, daß kaum eine Durchfahrt von 50 m Breite übrig bleibt, die noch dazu sehr seicht ist. Auch hier wird der Strand von dem charakteristischen schwarzen Sande des Mamberamo gebildet. Der Strandwald besteht aus Kasuarinen. Das Wasser ist bis in das obenerwähnte Becken hinein salzig, doch habe ich nahe der Mündung am rechten Ufer einen Süßwassertümpel gefunden. Auf dem linken Ufer des Mawa-Flusses erstrecken sich zwischen ihm und dem Mamberamo einige niedere Hügelketten, gleichfalls Mawa genannt, die von Nordwest nach Südost verlaufen, also ganz sicher die letzten Ausläufer des van Rees-Gebirges sind. Sie treten kurz vor dem Dorfe Mawa an den Mamberamo heran.

Über klimatische und meteorologische Verhältnisse kann ich leider nicht soviel aussagen, wie ich wohl gewünscht hätte, da mir die Tabellen, die ich für die Monate Mai, Juni, Juli, August und September angelegt hatte, leider bei meinem Schiffbruch in den Stromschnellen des Mamberamo verloren gegangen sind. Ich hatte in allen Standquartieren insgesamt 14 Wochen hindurch täglich zweistündlich barometrische, thermometrische, psychometrische Messungen gemacht, Maxima und Minima notiert, zweistündliche Beobachtungen über Wind und Wolken angestellt und zweimal täglich Regen gemessen. Falls ich selbst verhindert war, hat mein Assistent mich vertreten. Sehr häufig habe ich die Messungen auch des Nachts fortgesetzt. Ich muß gestehen, daß mich der Verlust dieser mühselig aufgestellten Tabellen von allem, was ich verloren habe, am meisten geschmerzt hat. Ich muß mich also auf kurze Notizen aus meinen Tagebüchern beschränken. Während des Monats Mai, wo ich mich also an der Küste befand, war die Hauptwindrichtung Nordost, die Seebrise setzte täglich gegen  $\frac{1}{2}$  1 Uhr ein. Der niedrigste Luftdruck trat um 4 Uhr ein, die Zeit des höchsten Barometerstandes war merkwürdigerweise 8 Uhr morgens und 8 Uhr abends, um welche Zeit auch die Bewölkung meist am geringsten war. Oft war des abends 8 Uhr die Bewölkung gleich 1 und um 10 Uhr schon 6 oder 7.

Die erste Wetterscheide bildet die Gegend zwischen den beiden Insel-

gruppen, die nördlich durch die Monod und van Pée-Insel, südlich durch die Kerkhoven und Morris-Insel begrenzt wird. Ebbe und Flut sind bis zur van Pée-Insel zu spüren, die mittägliche Seebrise bis zur Kerkhoven-Insel.

Die Durchschnittszahlen bei den psychrometrischen Messungen an der Küste waren:

	Trockenes Thermometer	Feuchtes Thermometer	Relat. Feucht.
6 Uhr morgens . . . . .	23,5°	23—23,5°	96,5—100 %
2 Uhr mittags . . . . .	31,0°	26,0°	78 %
8 Uhr abends . . . . .	25,5°	24,5°	95 %

Es sind dies die aus meinen Tabellen erhaltenen Mittelwerte, die ich im Tagebuch notiert hatte. Das Maximum der Temperatur schwankte zwischen 29° und 33°, das Minimum zwischen 22,5° und 23,5°. Das Mittel, das gegen 7 Uhr abends erreicht wurde, war 26—27°.

Für den Monat Juni finden sich in meinem Tagebuch folgende, in den Stationen Pauwi und Samberi gewonnene Notizen: Hauptwindrichtung Nordost, Regen selten nachts, meist nachmittags gegen 3 Uhr mit Gewitter, oft 4—5 schöne, regenlose Tage, dann kräftiger, aber nicht lange dauernder Regen; dabei regnete es in Pauwi, also weiter stromabwärts, mehr wie in Samberi.

Die Durchschnittszahlen bei den psychrometrischen Messungen waren hier:

	Feuchtes Thermometer	Trockenes Thermometer	Relat. Feucht.
6 Uhr morgens . . . . .	23,5	23—23,5	96,5—100 %
2 Uhr mittags . . . . .	31	26 <sup>1)</sup>	78 %
8 Uhr abends . . . . .	26,5	25,5	95 %

Das Maximum war im Durchschnitt 28—32°, die Mitteltemperatur, die gegen 7 Uhr eintrat, 26—27°, das Minimum war, wenn das Thermometer auf dem Lande aufgehängt wurde, 22,5—23°, wurden die Messungen aber im Boote, also über der Wasserfläche, angestellt, so ging die Temperatur nie unter 24° herunter, ein Beweis, um wieviel stärker im Urwald die nächtliche Ausstrahlung auf dem festen Lande ist. Die Minimumtemperatur des Wassers selbst war 27—29°.

<sup>1)</sup> Bei schlechtem Wetter waren die entsprechenden Zahlen 28, 27, 95 %.

Der Regen kam meist aus Nordost, sehr selten aus Südost. Die größte Regenmenge, 80 mm, ist am 30. Juni zwischen 4 und 6 Uhr gefallen.

Vom Juli und August habe ich leider keine Mittelwerte notiert, aber einige Messungen aus Naumoni im van Rees-Gebirge aus dem Monat September, finde ich in meinem Tagebuch vermerkt. Die Bodentemperatur war  $65^{\circ}$  im Maximum bei Sonnenschein und  $45^{\circ}$  bei bedecktem Himmel. Das Maximum der Bodentemperatur wurde so gemessen, daß die Quecksilberkugel des Maximumthermometers mit einer dünnen Erdschicht von etwa 1 cm Dicke bedeckt wurde. Dieser Bodentemperatur entspricht ein Maximum der Lufttemperatur von  $33$  resp.  $28^{\circ}$ . Das Minimum sowohl der Boden- wie der Lufttemperatur lag bei  $21^{\circ}$ . In 6 m Tiefe wurde die konstante Temperatur von  $26,5$  gemessen. Die Barometerschwankungen waren weder im Gebirge noch am Meer beträchtlich und betrug höchstens 3—4 mm pro Tag. Ich habe dann auch nach meinem Unfall tägliche Temperaturmessungen angestellt, doch haben diese natürlich lange nicht denselben wissenschaftlichen Wert wie die vor dem Unfall gemachten, da sie mit unkorrigierten und ungeprüften Instrumenten vorgenommen sind.

Im Oktober, im van Rees-Gebirge, war die Hauptwindrichtung südlich und südöstlich, der Hauptregenbringer Nordostwind. Morgens und abends fielen gewöhnlich sehr dichter Nebel und reichliche Mengen von Tau. Die Vormittage waren durchschnittlich regenfrei, gewöhnlich zwischen 3 und 4 Uhr fing es an zu regnen. Gegen Sonnenuntergang hörte der Regen meist auf und auch nachts hat es verhältnismäßig selten geregnet. Die Nachmittagsregen waren gewöhnlich von Gewittern begleitet. In den ersten Tagen des November, am Südabhang des van Rees-Gebirges, war der herrschende Wind Nordwind, und zwar trat er meist so heftig auf, daß er die gegen Mittag von Süden her aufziehenden Gewitter nicht aufkommen ließ. In den ersten 14 Tagen, während wir uns in der großen Ebene befanden, hat es fast jede zweite Nacht sehr stark geregnet und zwar meist in den Stunden vor Sonnenaufgang. Als Regenbringer machten sich jetzt auch westliche Winde sehr häufig geltend, wobei zu bemerken ist, daß an der Küste bereits der Nordwestmonsun eingesetzt hatte. Das Mittel der Tagestemperatur war  $27,7$ . Das durchschnittliche Minimum  $24,75$ , das durchschnittliche Maximum  $31,65$ . Das Maximum wurde gewöhnlich erst um 2 Uhr erreicht, doch näherten sich die Temperaturen schon von 10 Uhr ab sehr stark der höchsten Tagestemperatur. Wirkliche Gewitter kamen niemals herauf.

In der zweiten Hälfte des November, am Fuße des Zentralgebirges, fiel die Hauptregenzeit in die frühen Morgenstunden, etwa zwischen  $\frac{1}{2}4$  und  $\frac{1}{2}6$  Uhr morgens. In den allerersten Stunden nach Sonnenaufgang, zwischen 6 und 8, waren die Berge gewöhnlich klar, während in den Tälern viel Nebel

lag. Gegen 8 Uhr morgens pflegten sich die Spitzen zu beziehen, doch zwischen 12 und 4 war das Gebirge im allgemeinen wieder klar und um Sonnenuntergang herum stieg abermals Nebel aus den Tälern auf. Als Regenbringer kommen südwestliche und westliche Winde in Betracht. Die Regen sind meistens von Gewittern begleitet. Außer der Hauptregenzeit in der Nacht war noch eine zweite tägliche Regenperiode gegen 4 Uhr nachmittags zu konstatieren, doch waren die Tagregen weder so langdauernd, noch so heftig wie die Nachtregen.

Der Dezember unterschied sich im allgemeinen nur wenig vom November, höchstens, daß die Niederschlagsmenge, namentlich in der zweiten Hälfte Dezember, im Gebirge eine weit geringere war als im vorhergehenden Monat. Die durchschnittliche mittlere Tagestemperatur betrug in der zweiten Hälfte des November  $27,06^{\circ}$ , das durchschnittliche Maximum 31, das durchschnittliche Minimum  $23,5^{\circ}$ . Temperaturmessungen vom Dezember sind leider nicht vorhanden, da das Thermometer zerbrach.

Die beiden Inselgruppen — van Pée- und Monod-, sowie Kerkhoven- und Morris-Eiland — bilden nicht nur, wie schon erwähnt, die meteorologische Grenze gegen das Küstengebiet, sondern scheiden dieses auch in mancher anderen Beziehung vom Hinterlande. Anbaufähiges Land, wo Yams, Bananen und Kokospalmen gedeihen, findet sich erst von der letztgenannten Inselgruppe ab, und hier haben auch die Inlandstämme ihre Gärten, während sie in den weiter stromabwärts gelegenen Dörfern nur des Fischfangs wegen weilen. Man liest so häufig auf den holländischen Karten die Bezeichnung „Kampong verlaten“. Dieser Bezeichnung kann eigentlich nur eine ephemere Bedeutung zugeschrieben werden. Diese Stämme haben eben Residenzen für die verschiedenen Jahreszeiten und Bedürfnisse. So gehören z. B. sämtliche Dörfer von Baro<sup>1)</sup>, mitten im van Rees-Gebirge, bis nach Samberi dem Stamm der Koassa Kamboi, d. h. der Leute vom Kamboi Ramboi-Gebirge; dies ist der inländische Name für das van Rees-Gebirge. Die Dörfer sind stets so angelegt, daß man bequem in einem Tag von einem zum anderen gelangen kann. Sie stellen die Etappen der periodischen Wanderungen vom Gebirge zur Ebene und von der Ebene zum Gebirge dar. Sind die Gärten eines Dorfes abgeerntet, so zieht man eben ins nächste u. s. f.

Diese Koassa Kamboi Ramboi gehören zu den Inlandstämmen, die sich ganz typisch von der Küstenbevölkerung unterscheiden. Es sind außerordentlich wohlgenährte, kräftig gebaute Kerle, mit langen Beinen und gut entwickelter Muskulatur. Ihre Hauptkriegs- und Jagdwaffe sind Pfeil und Bogen, darum tragen sie auch als kriegslustige und kriegerische Leute

<sup>1)</sup> Die Namen fast sämtlicher Dörfer, sowie der Nebenflüsse habe erst ich in die Karten eingezeichnet.

eine richtige Bogenschützenrüstung. Um den Leib werden eine Unzahl von Palmenrohrschnüren gewunden, die Brust schützt ein Wehrgehänge aus Palmenrohr, das mit den Samen von wildem Schilf besetzt ist.

Am merkwürdigsten aber ist die Frisur: in eine spiralig um den Kopf gewundene Rotanschnur werden die Haare so fest verflochten, daß das Ganze einen für Pfeilschüsse sicherlich undurchdringlichen Helm bildet. Freilich gegen das zahlreiche Ungeziefer, das nun einmal zum Naturmenschen gehört, ist es kein Schutzmittel, im Gegenteil, es verhindert die beliebte Beschäftigung des Kratzens und Läusefangens, und muß, da die Frisur nur alle drei oder vier Monate geändert wird, den Leuten oft Höllenqualen verursachen. Sie klopfen sich darum auch beständig abwechselnd mit der rechten und linken Hand auf die Frisur. Als Abschluß dieses Helmes tragen sie rund um den Kopf eine Krause aus Kasuarfedern, darunter auf Bastfäden aufgereichte Perlen, Muscheln oder Sagofrüchte. Diese Kasuarkrause wird übrigens im Innern ausschließlich von kahlköpfigen Leuten getragen und hat also eine ähnliche Wandlung durchgemacht, wie im 17. Jahrhundert in Europa die Allongeperrücke. Sehr oft werden auch Stirnbänder aus gespaltenen Eberzähnen vor der Stirn getragen, ein Schmuck, der offenbar auch Schutz sein soll. Der Penis wird meistens hochgebunden, eine Art Schamschürze hängt vorn herunter, wird aber nicht wie bei den Küstenstämmen zwischen den Beinen durchgezogen. Vor dem Hintern tragen die Angehörigen dieser Stämme einen Schwanz aus Sagoblättern. Auch den Ursprung dieser Tracht konnte ich später im Innern von Zentral-Neu-Guinea feststellen. Dort wird nämlich, aber nur bei großen Tanzfesten, ein Schwanz aus Kasuarfedern getragen, der offenbar symbolische Bedeutung hat und irgendwelche totemistische Bezeichnungen andeuten soll. Es ist also auch hier das Sonntagskleid zum Alltagskleid geworden.

Während die Männer meist von der Jagd leben, treiben die Frauen etwas Ackerbau. Trotzdem daher fast alles Eigentum den Frauen gehört, tragen diese im allgemeinen weit weniger Schmuck als die Männer. Auch haben sie natürlich als Nichtkämpfer nicht die komplizierte Frisur der Männer. Nur die Witwen flechten sich Baststreifen ins Haar und lassen dann diese Frisur schleierartig über Kopf und Gesicht fallen.

Bei diesen Stämmen ist die Wirtschaft von Mann und Frau noch so getrennt, daß Mann und Frau nicht einmal zusammen schlafen. Die Männer gehen zusammen auf die Jagd und nehmen ihre Mahlzeiten im Anschluß an die Jagd ein, während die Frauen mehr von vegetabilischer Nahrung, besonders von Sago leben. Die Häuser, in denen die Frauen schlafen, sind zwar viel kleiner wie die Häuser, in denen die Männer zu wohnen pflegen, haben aber dafür bis oben hin Wände, während die Männerhäuser vorn und hinten fast ganz offen sind. Die Wohnungen sind fast durchweg Pfahlbauten,

je nach der Beschaffenheit des Terrains mehr oder weniger hoch, der Zugang geschieht von der Schmalseite, bei hohen Pfahlbauten mittels eines eingekerbten Baumstammes. Die Koassa Kamboi Ramboi bauen außer Bananen und Yams, auch etwas Kokosnüsse, zwei Kürbisarten und in letzterer Zeit auch etwas Papaya an, dagegen merkwürdigerweise keinen Tabak. Ihre Werkzeuge, Messer und Hobeisen, sind natürlich alle europäischen Ursprungs und werden an der Küste von ihnen eingekauft. Steinwerkzeuge findet man nicht mehr bei ihnen. Sie versorgen auch ihre südlichen Nachbarn, die Borumessu, die offenbar von gleicher Rasse, nur noch kräftiger und stattlicher sind, mit europäischen Erzeugnissen und haben sich regelrecht als Zwischenhändler zwischen Küste und Hinterland etabliert. Ihre Boote bauen sie nach dem Muster der Küste, während im Innern, jenseits des van Rees-Gebirges, ein ganz anderer Bootstyp gebräuchlich ist.

Die Heimat dieser Stämme ist das van Rees-Gebirge. Nur hier haben sie ihre eigentlichen festen Niederlassungen, während die Dörfer weiter stromaufwärts ihrer ganzen Bauart nach deutlich den Charakter des Provisorischen tragen. So befinden sich z. B. die Klubhäuser der Männer nur in den Dörfern im Innern.

Nachdem ich im Juli bereits das van Rees-Gebirge kurz besucht hatte, schlug ich, nach einem kurzen Aufenthalt an der Küste, mein Hauptquartier in dem alten holländischen Bivouak am Naumoni-Bach auf. Es war hier ein großes Lager für mehrere hundert Mann, Lazarette und Offizierswohnungen, kurzum das Ganze war mit allem Komfort der Neuzeit ausgestattet. Wenn ich dagegen meinen armseligen Aufzug verglich, beschlich mich manchmal der Neid, wie gut es doch die Herren gehabt haben. Das Biwak liegt am Fließchen Naumoni. Dieses war im Februar etwa vier Faden tief gewesen, während es, als ich im Juli zum erstenmal hinkam, fast vollständig ausgetrocknet war, so daß ich mein flaches, kleines Eingeborenen-Boot 100 m über den Sand ziehen mußte.

Das van Rees-Gebirge streicht in einer Länge von etwa 120 km von SSO nach NNW, unterscheidet sich also dadurch von den Hauptgebirgen Neu-Guineas, die fast alle von Ost nach West verlaufen. Es ist verhältnismäßig niedrig. Die Berge an seiner Nordseite erheben sich kaum über 400 m, dagegen habe ich auf der Südseite einige Spitzen gesehen, deren Höhe ich auf etwa 1000 m schätze. Das Gebirge wird sowohl im Norden wie im Süden von großen alluvialen Ebenen begrenzt. In den Bächen, die von der Nordseite herabkommen, habe ich sehr reichlich fossile Korallen gefunden, deren Alter von Prof. Felix, Leipzig, auf höchstwahrscheinlich jungtertiär bestimmt worden ist. Es sind u. a. die Gattungen *Favia*, *Goniastraca*, *Meandrina*, *Pocilopora* vertreten. Ferner hat Herr Prof. Felix, der freundlicherweise auch die genaue Bestimmung der Arten über-

nommen hat, schon soviel sagen können, daß es sich ausschließlich um riffbildende Formen handelt. Damit stimmt sehr gut überein, daß der ganze Nordabhang des van Rees-Gebirges aus Konglomeratgestein besteht, also ziemlich sicher eine Küstenformation darstellt. Man kann also schon jetzt mit ziemlicher Bestimmtheit behaupten, daß die beiden Ebenen im Norden und Süden des van Rees-Gebirges posttertiären Hebungen ihren Ursprung verdanken.

In dem Konglomeratgestein findet man an vielen Orten linsenförmige Nester von Sapropelitkohle, die bei einem Brennversuch, den Prof. Potonié angestellt hat, sich als außerordentlich gasreich erwiesen hat. Daneben kommt, wenn auch in geringeren Mengen, auch Schwarzkohle vor; von sonstigen Mineralien habe ich noch Toneisenstein-Geoden gefunden.

Der Grundstock des van Rees-Gebirges ist nach dem Profil des Erosionstales des Mamberamo und nach den von mir mitgebrachten Gesteinsproben<sup>1)</sup>, die Herr Dr. Stremme bestimmt hat, ein Faltengebirge aus phylitischem Schiefer von alpinem Charakter, also vermutlich eine sehr alte Bildung. Darüber baut sich ein jüngeres (Schollen-?) Gebirge, das in der Hauptsache aus sehr hartem grauem, kristallinischem Kalkstein besteht, auf. Innerhalb des van Rees-Gebirges kann man, namentlich da, wo der Fluß die Streichrichtung des Gebirges senkrecht schneidet, oberhalb des Flußbettes deutlich noch zwei oder eigentlich sogar drei Terrassen unterscheiden. Die untere, etwa 10—15 m hohe Terrasse besteht aus vielfach gefaltetem und verworfenem Schiefer und ist in ihrer unteren Hälfte mit Schotter und Gesteinsbrocken bedeckt. Diese untere Hälfte entspricht der Hochwasserzone in der Regenzeit. Die Hochterrasse, die sich darüber erhebt, ist 75—100 m hoch und besteht aus dem oben geschilderten Kalkstein. Die Wand von der oberen zur unteren Terrasse steigt oft genau senkrecht an, so daß an vielen Stellen die nackten, grauen Erosionsflächen, wie von Menschenhand behauen, aus dem grünen Rahmen der Wälder hervorleuchten.

Das van Rees-Gebirge ist mit prächtigem Galeriewald bedeckt.

<sup>1)</sup> Die von mir auf Sandbänken innerhalb des van Rees-Gebirges gesammelten, von Herrn Dr. Stremme bestimmten Gesteinsproben, sind aus folgender Liste zu ersehen: Sapropelkohle (geschiefert), Sapropelkohle mit Zwischenlage von Humuskohle, Humuskohle, grauer Kalkstein mit Kalkspatadern, kristalliner Kalkstein, roter Kalkstein, roter Kalkstein mit Feuersteineinlagerungen, dolomitischer Korallenkalk, glaukonitischer Mergelsandstein mit Mangantupfen, sandig mergelige Grauwacke mit Schichtung, Kieselbreccie, Kieselschiefer, Quarzkiesel, Toneisenstein Geoden, gefälteter phylitischer Schiefer, Gabbro, Melaphyr Mandelstein (Basalt Mandelstein?), Hornblendenbasalt. Außerdem waren noch einige Eruptivgesteine vorhanden, die sehr schwierig zu bestimmen waren.

Von den Gipfeln der hohen Bäume, auf denen Orchideen und Farne schmarotzen, hängen Schlingpflanzen in so dichten Mengen herunter, daß der Wald gegen den Fluß wie mit einem grünen Vorhang abgesperrt erscheint, von dem sich große Tuffs leuchtend roter Blumen effektiv abheben. Die Landschaft ist hier von einer seltenen Großartigkeit. Tiefingeschnittene Schluchten wechseln mit prächtigen, oft 10 m breiten Wasserfällen ab, die hoch von den Felsen kaskadenförmig herabstürzen. An den Bächen stehen zahlreiche blühende Kräuter und Sträucher meist aus der Familie der Scitamineen. Es ist sehr charakteristisch, daß, während das Wasser des Mamberamo auch im Gebirge von derselben schmutzigrünen Farbe ist, wie in der Ebene, alle Seitenbäche helles, klares Wasser führen. Menschen haben wir während der Auffahrt im Gebirge nur sehr wenig gesehen, dagegen wimmelt der Wald von Schweinen, Kasuaren und Kronentauben, wohl der schmackhafteste Vogel, den ich Zeit meines Lebens gegessen habe. Morgens weckte uns der Ruf des Glockenvogels, und so gegen 10 Uhr scholl von allen Seiten der Schrei der Paradiesa Papuana, die sich in großen Mengen im van Rees-Gebirge vorfindet. Als sehr angenehm wurde auch die fast völlige Abwesenheit von Mücken empfunden. Da es zudem ja auch meist nur nachts geregnet hat, wäre das van Rees-Gebirge eine wahrhafte Sommerfrische für uns gewesen, wenn nicht die Stromschnellen des Mamberamo uns das Leben so sauer gemacht hätten.

Der Mamberamo durchbricht in einer Länge von 70 km Luftlinie, entsprechend etwa 85 km Wasserlinie, das Gebirge und bildet dabei außer drei großen Schnellenkomplexen gegen 100 größere und kleinere Schnellen. Der erste dieser Schnellenkomplexe sind die Marine- oder Pionier-Schnellen auf 2° 24' s. Br. Der Fluß wird hier durch eine Reihe von Inseln, die zum Teil bewachsen sind und zwischen denen er sich brausend und stöhnend, oft meterhohe Wasserfälle bildend, hindurchzwängt, in zwei Hauptarme geteilt. Die Ufer werden teils von Sand, Schutt und Geröll, teils von schroffen, oft überhängenden Felsen gebildet, an denen natürlich eine kolossale Brandung steht. Der rechte Arm des Flusses war, sowohl im Juli wie im Oktober, fast ganz trocken, während er im Januar, als der Fluß sehr hoch war, tiefes, verhältnismäßig ruhigeres Wasser führte. Ganz das Gleiche kann man übrigens auch an den Havik-Inseln sehen. Außer den großen, reihenweise angeordneten Inseln liegen hier noch eine Menge kleinere Inseln verstreut im Fluß. Dadurch entstehen eine ganze Menge Wege für das Wasser und daher kommt es, daß die einzelnen Schnellen in ziemlich regelmäßigen Perioden an Heftigkeit miteinander abwechseln. Beim Passieren der Schnellen ergibt sich daher die Regel, daß man immer einen Moment größerer Ruhe abpassen muß, um das Boot rasch hindurchzuziehen. Wir gingen meistens so vor, daß das Boot vor einer Schnelle

entladen und die Lasten über Land getragen wurden; dann gingen zwei Mann ins Wasser und stießen das Boot von den Steinen ab, während wir anderen an langen Stricken und Rotantauen das Boot zogen. Da ich nur fünf Mann und ein großes schweres Boot hatte, so kamen wir natürlich sehr langsam vom Fleck. Schon in den Pionier-Schnellen hatten wir einmal beinahe einen Unglücksfall gehabt. Als wir das Boot an einem sehr steilen, etwas überhängenden Felsen vorbeizogen, warf die kolossale Brandung das Boot um, die Tauen wurden unseren haltenden Händen entrissen und das gekenterte Boot, dessen einer Insasse sich glücklicherweise an Land hatte retten können, trieb kieloben bachab, blieb aber glücklicherweise an einer Sandbank hängen und konnte geborgen werden. Dies war jedoch nur das Vorspiel zu dem, was nun kommen sollte. Nachdem wir die Pionier-Schnellen glücklich passiert hatten, gelangten wir am nächsten Tage an die Edi-Schnellen. Die Edi-Schnellen erstrecken sich in einer Länge von 500 m von West nach Ost. Ihr Westeingang wird durch eine Reihe bis 10 m hoher Felsblöcke gesperrt. Während auf dem linken Ufer sich hinter der von großen und kleinen Blöcken bedeckten Schotterterrasse eine kahle senkrechte Wand erhebt, steigt das rechte Ufer oberhalb der Schotterterrasse reich bewaldet hügelig an. Am Ostausgang erhebt sich ein etwa 200 m hoher, pyramidenförmiger Hügel wie ein trotziger Torwächter weit nach Norden und Süden hin sichtbar. Zur Überwindung dieser nur 500 m langen Strecke brauchten wir neun Tage harter Arbeit, während welchen ich überhaupt nicht aus den nassen Kleidern herauskam, da ich selbst jeden Augenblick ins Wasser springen und mitschieben mußte. Als wir nun diesen schwersten Schnellenkomplex passiert hatten, kam am 24. September an einer relativ ungefährlichen Stelle das Boot, in dem ich mich in einem ganz leichten Morgenanzug mit einem Fieberkranken befand, während alle übrigen Leute am Land standen, infolge eines mißverstandenen Kommandos los, stieß gegen einen Felsen, schlug voll Wasser und trieb in halb sinkendem Zustand mit uns beiden wieder in die Edi-Schnellen zurück. Einer meiner Jungen hatte das Haltetau nicht losgelassen und war mitgerissen worden, vermochte sich aber in das Boot zu retten. Trotz unserer verzweifelten Anstrengungen legte sich das Boot bald quer zur Strömung und schlug mit lautem Krachen gegen einen kaum aus dem Wasser hervorragenden Felsen auf. Ich selbst konnte kaum den Kranken und mich auf den kleinen Felsen retten, während der Junge herausgeschleudert und weit abgetrieben wurde, aber glücklicherweise schwimmend das Land erreichte. Das Boot aber überschlug sich und ging mit meiner gesamten Ausrüstung, meinen Instrumenten, Lebensmitteln, Gewehren, Arzneien, sowie einem Teil meiner Aufzeichnungen, den Rest hatte ich im Depot zurückgelassen,

unter. Nur durch den Heldenmut meiner malaiischen Diener, die, als sie mich abtreiben sahen, sich rücksichtslos in die kochenden Fluten gestürzt hatten und mir nachgeschwommen waren, habe ich es zu danken, daß ich gerettet wurde. Mit den Zähnen, da alle Messer mit untergegangen waren, holten sie Rotan aus dem Walde, den sie mir zuwarfen, und mit Hilfe dieses Rotans bugsierte ich erst den Kranken herüber und schwamm dann vom Land aus, von meinen Leuten gezogen, nach. Mein Begleiter Riggenbach war an der Unglücksstelle, wo das Boot losgekommen war, zurückgeblieben; meine Jungens machten aus herumliegendem Treibholz ein Floß und brachten ihn glücklich zu mir zurück. Die nun folgenden 45 Stunden, die wir ohne Nahrung, Obdach und Kleidung, sogar ohne Hut, Schuhe und Strümpfen, über glühend heißen Sand und Steine wandernd — die Bodentemperatur ist in der Sonne  $65^{\circ}$  —, an schroffen Felsen herauf- und herunterkletternd, zurücklegen mußten, gehören zu den schrecklichsten meines Lebens. Dann gelang es uns, uns eines Papuabootes zu bemächtigen und mit diesem in unser oberhalb der Schnellen befindliches Depot zurückzukehren. Kleidung und Nahrung hatte ich dort im Überfluß, aber dennoch wäre unsere Lage, 200 km von der Küste entfernt — umgeben von einer notorisch der Menschenfresserei ergebenen, trotz aller Liebenswürdigkeit recht unzuverlässigen Bevölkerung —, eine recht kritische geworden, wenn nicht zufällig gerade um diese Zeit die holländische Regierung den „Pelikan“ und den „Pionier“ nach dem Mamberamo gesandt hätte, um nach uns zu suchen. Am 26. wurden wir vom „Pelikan“ aufgenommen und nach Manokuari gebracht. Dank der außerordentlichen liebenswürdigen Unterstützung durch den dortigen Assistent-Residenten Herrn van Osterzee, dem ich mich aufs tiefste zu Dank verpflichtet fühle, gelang es mir, meine Expedition aufs neue wieder auszurüsten — freilich statt aus Repetiergewehren bestand meine Bewaffnung jetzt aus Vorderladern; statt Theodolit und Sextant konnte ich nur einen Oktanten auftreiben und statt meiner Halbchronometer zwei billige Nickeluhren schlechtesten Machart. Besser stand es um die photographische Ausrüstung, da mir der Herr Assistent-Resident freundlicherweise seinen photographischen Apparat abließ, dessen Busch-Aplanat allerdings gegen meine untergegangenen Zeiß-Linsen nur einen schwachen Ersatz bildete. Dafür verstärkte ich aber meine Macht durch drei christliche Papua, die ich infolge der tatkräftigen Hilfe des Herrn Missionars van Hasselt engagieren konnte. Herr van Osterzee trieb seine Liebenswürdigkeit so weit, mich selbst mit dem „Pelikan“ wieder nach dem Mamberamo, und zwar bis zum Biwak Naumoni, einige Kilometer unterhalb der Havik-Insel, zu bringen, wo wir am 6. Oktober wieder eintrafen, also 14 Tage nach dem Unfall.

An Stelle meines verloren gegangenen Bootes setzte ich mich mit

Erlaubnis von Herrn van Osterzee in den Besitz eines Dajak-Bootes, das sich noch von der Franssen Herderscheeschen Expedition im Biwak Naumoni befand. Das Boot war 10 m lang und etwa 75 cm breit; zur größeren Stabilisierung ließ ich einen 12 m langen Ausleger an der einen Seite anbringen, ein Verfahren, das sich sehr bewährt hat, da das Boot infolgedessen gar nicht mehr schwankte und meine gesamte Ausrüstung und zehn Mann tragen konnte.

Am 14. Oktober war ich mit meinen Vorbereitungen fertig und hatte am 24. Oktober die Edi-Schnellen diesmal glücklich passiert. Nach sehr harter, anstrengender Arbeit gelangte ich am 30. an den dritten Schnellenkomplex, den ich, vorbehaltlich der Genehmigung der niederländisch-indischen Regierung, die Baessler-Schnellen nennen will. Der Fluß strömt hier in einer Länge von 5 km von Ost nach West, also quer zur Streichrichtung des Gebirges. Infolgedessen stürzt hier der Fluß über zahlreiche, treppenartig angeordnete Platten. Die einzelnen Stufen sind 30 cm bis 1 m hoch, der gesamte Unterschied ist etwa 15—20 m. Bei dem ziemlich niedrigen Wasserstande machte indessen das Passieren dieser Schnellen keine besonders großen Schwierigkeiten, so daß wir das Boot nur zwei- bis dreimal haben entladen müssen. Nun bog der Fluß scharf nach Süden um, die Berge öffneten sich und vor unseren erstaunten Augen breitete sich eine mächtige Ebene aus, die aber Franssen Herderschee schon ein halbes Jahr vor mir entdeckt hatte. Oberhalb der Stelle, wo der Fluß in das van Rees-Gebirge eintritt, hat sich ein großes Staubecken mit vielen Strudeln gebildet, so daß es die nächsten 1—2 km noch ziemlich harte Ruderarbeit gab.

(Schluß folgt.)

### Elba.

Von Privatdozent Dr. Alfred Rühl, Marburg a. L.

Es sind nun fast genau hundert Jahre verflossen, seitdem auf das kleine Felseneiland Elba die Blicke der ganzen zivilisierten Welt gerichtet waren: hatte man doch in unbegreiflicher Naivität den Welteneroberer zum Herrn der Insel gemacht, und dieses zufällige historische Ereignis, die Erinnerungen an Napoleon sind es, die auch heute noch die größte Zahl der Fremden vom Festland herüberlocken. Aber die Insel hat von jeher in der Geschichte eine Rolle gespielt, die in keinem Verhältnis zu ihrer geringen Größe steht; umfaßt sie doch nur 224 qkm, kommt also noch nicht einmal dem bremischen Freistaat an Fläche gleich.

Ungemein bewegt und reich an Wechselfällen ist die Geschichte. Schon in sehr früher Zeit hat hier eine Besiedelung stattgefunden, denn

der Name deutet darauf hin, daß bereits die Ligurer hier festen Fuß gefaßt haben. Elba hieß im Altertum Ilva, dies ist aber nicht, wie Forbiger meint<sup>1)</sup>, der ursprüngliche etruskische Name, er ist vielmehr aller Wahrscheinlichkeit nach ligurischer Abkunft, da Livius an zwei Stellen ein Volk der Ilvates erwähnt, das zu den Ligurern gehörte<sup>2)</sup>. Dann geriet die Insel in den Besitz der Etrusker, die auf einer steilen, nur sehr schwer zugänglichen Bergnadel eine Burg errichteten, die sie nach ihrer Hauptstadt Volterraio nannten, und von der aus sie das umgebende Land zu beherrschen vermochten. Die folgende Zeit hat eine fortdauernde Reihe von Kämpfen gesehen, die verschiedensten Völker haben um die Oberherrschaft gerungen, bis die Insel schließlich endgültig in die Hände der Römer geriet. Die unruhigen Zeiten kehrten während des Mittelalters in verstärktem Maße wieder. Elba wurde zu einem Tummelplatz aller möglichen Völker, es geriet später bald unter die Hoheit der Pisaner, bald der Genuesen, zu wiederholten Malen ward es von den Barbaresken überfallen und verwüstet, ja, einmal teilten sich sogar drei Herrscher in seinen Besitz.

Wir sehen also, wie die Insel dauernd umkämpft worden ist: sie mußte aber auch stets begehrt sein. Zunächst war ihre Lage sehr günstig; zu allen Zeiten war sie von dem Festland aus, das man, wenn das Wetter nicht allzu trübe ist, ständig vor Augen hat, leicht in wenigen Stunden zu erreichen. Da die festländische Küste völlig hafensarm, Pisa bereits gänzlich versandet und in das Binnenland gerückt, Livorno eine künstliche Schöpfung ist, so gewinnt auch die Tatsache eine größere Bedeutung, daß die Insel über einen ganz ausgezeichneten Hafen verfügt, überhaupt reich an hochgelegenen Punkten zu Ansiedlung und Verteidigung ist. Dieser Hafen, den schon Diodor<sup>3)</sup> als den besten ganz Etruriens rühmt, soll sogar bereits in der Mythologie eine Rolle spielen. Portoferraio hieß im Altertum Argous Portus, was auf Jasons Schiff „Argo“ hinweisen soll, es würde demnach der Name griechischen Ursprungs sein; es ist jedoch wohl die Annahme Karl Otfried Müllers wahrscheinlicher, daß es sich hierbei nur um die Umbildung eines etruskischen Namens von ähnlichem Klange handelt<sup>4)</sup>. Was aber vor allem immer die Herrschaft über die Insel erstrebenswert erscheinen ließ, sind ihre inneren Schätze, die Eisenlager und der Reichtum an den mannigfachsten Gesteinen, so daß Vergil geradezu von ihr als „*inexhausta generosa metallis*“ spricht<sup>5)</sup>. Dies war darum so besonders

<sup>1)</sup> Handbuch der alten Geographie von Europa. 2. Aufl. Hamburg 1877. S. 43.

<sup>2)</sup> K. Müllenhoff, Deutsche Altertumskunde. Berlin 1892. Bd. III. S. 176.

<sup>3)</sup> IV. 56. 5.

<sup>4)</sup> Die Etrusker. Bearb. von W. Deecke. Stuttgart 1877. Bd. I. S. 280.

<sup>5)</sup> X. 174.

wichtig, weil in den frühen Zeiten des Altertums Eisen nur schwer zu erhalten war, die Römer z. B. fast ganz auf Elba angewiesen waren, ehe sie ihr Reich über die Apenninen-Halbinsel ausgedehnt hatten und dann aus ihren Provinzen das Eisen zum Schmieden ihrer Schwerter beziehen konnten. Wegen des Mangels an Brennstoffen konnte allerdings die Verhüttung auf der Insel selbst nur in geringem Grade erfolgen, sie geschah vielmehr auf dem nahen Festland in Populonia. Erst seit kurzem wird sie auf Elba vorgenommen, das Erz wanderte lange Zeit hindurch zu diesem Zwecke nach England und Frankreich. Neben diesen Eigenschaften fällt es weniger ins Gewicht, daß die Insel auch über ausgezeichnete Bausteine der verschiedensten Art verfügt, die ebenfalls bereits die Römer brachen und in größeren Mengen herüberholten<sup>1)</sup>.

Orographisch zerfällt die in der Westostrichtung gestreckte Insel in vier Teile, die durch breite Tiefenlinien und tiefe Einbuchtungen des Meeres voneinander gesondert sind. Der westliche Abschnitt stellt ein sehr regelmäßig kuppelförmiges Gebirgsmassiv von fast kreisförmigem Umriß dar, das in einem Punkte, der überhaupt der höchste der Insel ist, dem Monte Capanne, mit 1019 m kulminiert. Entsprechend seiner Nordsüderstreckung wird der östliche Teil, der hier als die Osthalbinsel bezeichnet werden mag, von in der gleichen Richtung verlaufenden Gebirgen durchzogen, die aber nur noch die Hälfte jener Höhe erreichen. Durch ein Tiefland scheidet es sich jedoch in zwei selbständige Stücke; das größere, nördliche besitzt im Cima del Monte noch 516 m, das kleinere, südliche dagegen im Monte Calamita nur noch 413 m. Ein unregelmäßig gestaltetes Mittelstück mit Bergen, die keine regelmäßige Anordnung erkennen lassen, verbindet die beiden großen Halbinseln miteinander und bildet gewissermaßen eine Einsattelung zwischen ihnen, da hier kein Punkt höher als 400 m hinaufragt.

Ungemein verwickelt ist der geologische Bau. Betrachtet man die schöne von Lotti entworfene geologische Karte der Insel im Maßstab 1:50 000, so sieht man ein außerordentlich buntes Bild. Nicht nur eine stattliche Reihe von Sedimentär-Formationen findet man auf dem kleinen Eiland vertreten, es nehmen vielmehr auch Eruptivgesteine, wie Granite, Porphyre, Eurite, Diabase, Gabbros u. a. einen sehr wesentlichen Anteil am Aufbau. Mit Ausnahme der quartären Ablagerungen haben alle Sedimentgesteine eine sehr intensive Faltung und Stauchung durchgemacht, und die innere Struktur ist dadurch im einzelnen ungeheuer kompliziert worden. Eigentümliche Lagerungsverhältnisse am Monte Fabrello hat

---

<sup>1)</sup> Müller a. a. O. S. 230.

kürzlich Termier durch drei übereinander lagernde Decken erklären wollen<sup>1)</sup>; wie aber die italienischen Geologen sich der Lehre vom Deckenbau gegenüber überhaupt im allgemeinen ablehnend verhalten, so ist er auch hier auf Widerspruch gestoßen, und sowohl Lotti<sup>2)</sup> wie Aloisi<sup>3)</sup> haben seine Auffassung der Tektonik abgelehnt.

In morphologischer Beziehung stellt sich jedoch die Insel als eine Einheit dar, sie ist, kurz gesagt, ein reif bis spätreif zerschnittenes Gebirgsland von sehr gestörter innerer Struktur und von kräftigem Relief. Die Oberflächenformen finden durch die Annahme eines einzigen Zyklus eine fast restlose Erklärung. Überblickt man die Insel von einem hoch- und zentralgelegenen Punkte, etwa dem sich in der Mitte erhebenden Monte Orello, aus, so sieht man, wie überall die unteren und mittleren Teile der Täler bereits breit geöffnet sind, wie die größeren Flüsse schon ansehnliche Auen ausgebildet haben. Es zeigt sich weiterhin bei Wanderungen, daß das Gefälle der natürlich ausnahmslos an Länge unbedeutenden Hauptflüsse ausgeglichen ist, daß nirgends mehr Stromschnellen oder gar Wasserfälle vorhanden sind. In demselben Zustand der Ausgeglichenheit und Zurundung befinden sich auch allerwärts die Gehänge, eine Ausnahme machen nur die höchsten Teile der Gebirge. Die spätreife Gehängeform reicht in dem Massiv des Monte Capanne bis etwa 600 und 700 m Höhe hinauf, auf der Osthalbinsel bis 400 m, so daß also unterhalb dieser Höhenstufe die ganze Insel diese Formen aufweist. Am schönsten werden sie repräsentiert durch die beiden Halbinseln Calamita und Stella mit ihren völlig zugerundeten, langgestreckten Domen.

Dadurch, daß fast die ganze Landschaft schon in das Reifestadium getreten ist, erklärt es sich auch, daß man bei ihrer Schilderung mit einem Zyklus auskommen kann: überall reicht eben die Entwässerung hin; unzerschnittene Teile aus einer früheren Abtragungsperiode sind nirgends mehr zu entdecken.

Die unteren Teile der Gebirge nehmen ganz kontinuierlich an Höhe ab, die Entwicklung ist schon bis zum spätreifen Stadium gediehen. So liegt z. B. Portoferraio am äußersten Ende eines Gebirgssporn, der verschiedene Einsattelungen in seinem Längsprofil zeigt, und an dem das letzte so abgegliederte Stück die geringste Höhe besitzt. Sind also die unteren Teile schon spätreif, so sind die allerhöchsten vielfach noch jung, wie auch natürlicherweise die kleineren Seitentälchen noch nicht das spätreife Entwicklungsstadium haben erreichen können. Dort findet man

<sup>1)</sup> Sur la tectonique de l'île d'Elbe. Bull. Soc. Géol. de France, 4. Sér., Bd. 10, 1910. S. 134—160.

<sup>2)</sup> Geologia della Toscana. Roma 1910. S. 387.

<sup>3)</sup> Escursioni nell'isola d'Elba. Boll. Soc. Geol. Ital., Bd. 29, 1910, S. CXXVII.

noch Gesteinsaufschlüsse, und dadurch erklärt sich auch die zackige Silhouette des Monte Capanne. Auf der Osthalbinsel sind diese jugendlichen Formen vorwiegend an jene Stellen gebunden, an denen Jaspis an die Oberfläche tritt.

Die Entwässerungslinien sind von ziemlich einfacher Anordnung, am regelmäßigsten gruppieren sie sich am Monte Capanne, wo sie streng radial vom Gipfel ausstrahlen; da er mit Ausnahme eines schmalen Küstenstreifens gänzlich aus Granit zusammengesetzt ist, so liegt kein Grund zu irgendwelchen Abweichungen vor. Ganz ähnlich verhalten sich die Osthalbinsel, wo die Gewässer regelmäßig nach allen Seiten sich hinwenden, und der Monte Calamita. Das Relief ist noch verhältnismäßig stark, wie sich bereits aus den mitgeteilten Höhenzahlen ergibt. Es steht im geraden Verhältnis zur Urhöhe, im umgekehrten zur Meerferne, und so sind hier eben die Bedingungen für seine Entwicklung relativ günstig.

Dieser jetzt in der Weiterentwicklung begriffene Zyklus hat jedoch eine Unterbrechung erfahren, die in einer Senkung des Landes bestand. Sie muß allerdings recht unbedeutend gewesen sein, da sich keine Folgewirkungen im Innern des Landes geltend machen, man also für die Oberflächenformen nur einen Zyklus zu Hilfe zu nehmen braucht.

Wenn man sich auf dem Elba mit dem Festland verbindenden Schiff der Insel nähert, hat man geraume Zeit die Nordküste vor Augen und sieht, daß das Gebirge überall direkt aus dem Meere aufsteigt. Dies legt die Vermutung nahe, daß die heutige Küstenlinie der Insel einer Senkung ihre Entstehung verdankt, und diese Vermutung findet dann bei einer Umwanderung volle Bestätigung. Fast die gesamte Insel ist von steilen Ufern umgeben, flache Küsten findet man nur gelegentlich und in geringer Ausdehnung. Wenn wir die reife Landschaft oder, da es sich nur um die unteren Teile handelt, die spätreife Landschaft ins Meer eintauchen lassen, so werden sich nach einer gewissen Zeit bestimmte, durch die Kräfte des Meeres hervorgerufene Veränderungen konstatieren lassen müssen. Das Meer ergreift Besitz von einigen Teilen des Landes, nämlich den tiefsten, und wird da am weitesten vorzudringen vermögen, wo die Flüsse bereits flache, ebene Talböden geschaffen hatten: je größer der Fluß, um so breiter und ausgedehnter seine Flußbaue, um so größer demnach auch die Überspülung. Auf diese Weise ist zunächst die große Bucht von Portoferraio, die Rada, zustande gekommen; hier mündeten zwei Flüsse, die bereits in ihrem Unterlauf breite Ebenen auszubilden vermocht hatten, hier konnte daher das Meer tief in das Land vordringen. Wenn heute der eine wieder ein, wenn auch kleines Delta vorgeschoben hat, so ist dies darauf zurückzuführen, daß die an seinem Unterlauf angelegten Salzgärten ihn mit ihren Dämmen einengen und zwingen, seinen gesamten Schutt ins Meer hinauszutragen,

wodurch *en miniature* Verhältnisse erzeugt werden, wie sie der Po im großen zeigt. An der Stelle, wo das Wasser mit dem beide Täler trennenden Gebirgssporn in Berührung kam, wird das Ufer natürlich durch eine Steilküste auf eine kurze Strecke hin gebildet, dies ist die Punta delle Grotte. Die Stadt selbst liegt amphitheatralisch auf der äußersten Spitze eines solchen Spornes wie auf einem umgekehrten Hufeisen. Der Hafen ist zwar nicht groß, aber ganz ausgezeichnet gegen das offene Meer durch die zwei Bögen geschützt, auf deren höchsten Punkten je eine Befestigung sich erhebt. Die Straßen verlaufen demnach etwa halbkreisförmig und sind untereinander durch Treppen verbunden, die Häuser sind gegen den Hafen zu daher weit höher als nach außen, also ungefähr ähnliche Verhältnisse, wie sie bei uns z. B. die Hauptstraße von Marburg aufweist. Genau so liegen nun die Dinge überall, wo die Küste eine stärkere Gliederung besitzt. So ist die tief eingreifende Bucht von Porto Longone entstanden, die nächst Portoferraio den besten Hafen der Insel liefert; es vereinigten sich hier mehrere, wenn auch kleinere Flüsse, die nun durch die Senkung voneinander getrennt sind. Das alte Longone, dessen starke, von Spaniern errichtete Befestigungsmauern noch völlig erhalten sind, stand gerade wie Portoferraio auf einem felsigen Vorsprung, ist erst viel später in den einen Talboden hinabgestiegen. Viel breiter ist der Golfo di Campo an der Südküste, an dessen innerem Ende Marina di Campo liegt. Da hier durch die vom Monte Capanne herabkommenden Flüsse die ausgedehnteste Schwemmlandebene der ganzen Insel entwickelt und der Ort nicht am äußeren Rande der Bucht angelegt ist, so ist der Hafen wegen seiner breiteren Öffnung nach dem Meere nicht so gut geschützt und auch weit flacher als die beiden anderen. Wohl die schlechtesten Hafenverhältnisse hat Marciana Marina am Nordabhang des Capanne, denn es ist gänzlich schutzlos dem Angriff des Meeres preisgegeben.

Die Entstehung der Buchten durch ein Versinken des Landes läßt sich nun auch bis ins kleine und kleinste verfolgen. Nur, wo Tälchen ausmünden, tritt die Küste zurück, wo dies nicht der Fall ist, hat das Meer im günstigsten Falle erst flache Nischen auszuarbeiten vermocht. Die Südküste weist in ihrer Mitte nun noch zwei größere Golfe auf, zwischen denen sich die schlanke Halbinsel Stella weit ins Meer hinaus vorschiebt. Aber auch sie sind nicht von der Brandungsstelle ausgearbeitet. Die Veränderungen, die diese an der Küste vorgenommen hat, sind überaus gering; das, was sie geleistet hat, beschränkt sich auf die Herausbildung eines niedrigen Kliffes von meist nur wenigen Metern Höhe, so daß die reifen festländischen Formen beinahe noch vollständig erhalten geblieben sind. Wären die Buchten auf Rechnung des Meeres zu setzen, so müßten außerdem diese Kliffe eine kontinuierliche Abnahme ihrer Höhe von außen nach

dem Innern der Bucht zu zeigen, da ja dort die Brandung schon weit früher am Werke war als hier; aber sowohl längs der ganzen Küsten der Halbinsel Calamita wie an denen von Stella sind die Kliffe stets in der gleichen Höhe ausgebildet, es kann sich demnach auch hier nur darum handeln, daß eine Senkung des Landes dem Meere erlaubte, in breit geöffnete Täler weit vorzudringen, so daß es dann an der gesamten Küste ungefähr gleichzeitig mit der Erzeugung der Kliffe begann.

Beobachtungen an allen Küstenstrecken zeigen nun überall aufs deutlichste, daß die Senkung noch nicht vor sehr langer Zeit stattgefunden haben kann, weil sonst die Effekte der Brandungswoge viel stärker sein müßten. Die Nordküste, vor allem zwischen Portoferraio und der zierlichen Halbinsel von Enfola weist noch die stärkste Zerstörung auf. Hier erreichen die Kliffe unter Umständen 20—25 m Höhe, es sind also weit bedeutendere Stücke vom Festland weggefressen als an der Südküste. So kommt es, daß wir hier nicht, wie sonst, nur Kliffe sehen, deren Höhe bei weiterer Entwicklung zunehmen wird, sondern daß auch bereits abnehmende Kliffe entstanden sind. Bei der Punta Aquaviva ist ein Gebirgssporn so in das Meer geraten, daß er ihm seine Längsseite zuwendet, und dieses hat ihn schon bis zur Hälfte verzehrt. Ganz in der Nähe steigt ein Kliff auf, das aber sogar schon den Gipfel des Sporns vernichtet hat und im Abnehmen begriffen ist, auf diese Weise also klar anzeigend, daß hier der Zerstörung eine beträchtliche Fläche zum Opfer gefallen ist. Die raschere Zerstörung ist hier anscheinend begünstigt durch die Gesteinsbeschaffenheit, denn auffälligerweise sind diese Stellen gerade solche, an denen Eurit an die Küste herantritt.

Die weithinausgeschobene Landzunge von Enfola ist noch nicht in diesem Stadium angelangt, aber ihr äußerster Vorsprung wird bald in eine Insel verwandelt werden, da hier ein spätreifer Sporn vorliegt, an dem die Einsattelungen je weiter abwärts, um so tiefer werden, und nur noch ein wenige Meter hoher und ganz schmaler Hals verbindet das äußere Ende mit dem Festlandskörper. Die Küsten zeigen also stets dasselbe Bild mit mehr oder geringen örtlichen Abweichungen: wir haben eine Senkungsküste vor uns, die in einem noch jugendlichen Stadium steht, an der noch kein Ausgleich erfolgt ist.

Da die sogenannte Brandungskehle in der letzten Zeit wieder einmal Gegenstand von Erörterungen gewesen ist,<sup>1)</sup> so mag auch hier bemerkt werden, daß nirgends eine größere Hohlkehle beobachtet werden konnte,

<sup>1)</sup> G. W. v. Z a h n , Die zerstörende Arbeit des Meeres an Steilküsten. Mitt. Geogr. Ges. Hamburg, Bd. 24, 1909, S. 232. — E. W e r t h , Die Bedingungen zur Bildung einer Brandungskehle. Diese Zeitschr. 1911, S. 35.

kleinere sieht man an einzelnen Stellen des Golfs von Procchio. Die Zerstörung der Küste geht im allgemeinen auf Elba so vor sich, daß das Meer in die Klüfte der Gesteine eindringt, diese erweitert und schmale Pfeiler auf diese Weise herauslöst, die dann verhältnismäßig leicht vernichtet werden können.

Durch die veränderten Zeitumstände hat Elba natürlich in der neueren Zeit stark an Bedeutung eingebüßt, aber doch nicht alle verloren. Es trägt auch jetzt eine verhältnismäßig dichte Bevölkerung, nämlich nach dem Censimento vom Februar 1901, dem letzten, der vollständig zur Verfügung steht, 25 560 Einwohner und vermag sie zu ernähren. Die Eisengruben von Rio und vom Monte Calamita sind auch heute noch lange nicht erschöpft, trotz der jahrhundertelangen Ausbeutung, und obwohl die Römer im Bergbau, der schon seinem Wesen nach eine Raubwirtschaft ist, noch eine besonders gesteigerte Art von Raubwirtschaft ausübten. Man hat bei Rio die im Tagebau zu bearbeitenden Eisenlager mit nur mangelhaft ausgebeuteter eisenhaltiger Erde zum Teil völlig zugedeckt. Die gewaltigen, so aufgehäuften, gelblich-roten Schutthalden geben der dortigen Landschaft ein ganz eigentümliches Gepräge, alles, Bäume, Häuser, Menschen ist dort von diesem rötlichen Staube überzogen. Während aber, wie schon erwähnt, früher fast das gesamte Erz ins Ausland verschifft wurde, hat jetzt die Hochofengesellschaft „Elba“ die Verhüttung auf der Insel selbst übernommen und läßt es bei Portoferraio schmelzen. Während hier 240 Menschen Beschäftigung finden, sind in den Bergwerken mehr als 1500 tätig, und man kann sich eine Vorstellung davon machen, was es für die Insel bedeutet, wenn diese gesamte Arbeiterschaft, wie es in dem vergangenen Sommer der Fall war, drei Monate hindurch im Streik lebte und sich auf den Gassen umhertrieb; ein kleiner Belagerungszustand war verhängt worden, Patrouillen zogen sowohl in Portoferraio wie in Rio dauernd durch die Straßen, ja sogar ein Torpedoboot lag Monate hindurch kampfbereit auf der Rada.

Die zweite Haupterwerbsquelle für die Bewohner, die mehr als 3200 Menschen Unterhalt gewährt, bildet in ständig zunehmendem Maße der Ackerbau. Das Klima ist dem Anbau ungemein günstig<sup>1)</sup>, gestattet die Kultur der meisten mediterranen Fruchtbäume, und die weiten Talauen geben einen genügend großen und fruchtbaren Ackerboden. So ist denn auch das Tiefland zu beiden Seiten der Punta delle Grotte und vor allem der Campo nördlich von Marina dicht mit Einzelsiedlungen übersät. Ein jeder hat ein eigenes kleines Häuschen und ist Besitzer eines Stückchens Ackerland, auf dem man vorwiegend Olivenzucht und Weinbau treibt;

---

<sup>1)</sup> S. die kurzen klimatischen Angaben bei L o t t i, *Descrizione geologica dell' Isola d' Elba*. Roma 1886. S. 3 f.

die Viehzucht spielt eine sehr untergeordnete Rolle, da Weideland spärlich ist, nur Ziegen und etwas Geflügel hält man für den eigenen Bedarf. Aber wegen der Ausgeglichenheit der unteren Gehänge vermag man auch leicht die Abhänge der Berge zu terrassieren, und man baut bis hoch hinauf Weizen, Mais, Gemüse und alle möglichen Südfrüchte. Daneben kommt selbstverständlich noch der Fischfang in Betracht, dem man in allen Küstenorten eifrig obliegt. Der intensive Anbau, der eigentlich nur der Osthalbinsel, abgesehen von kleineren Streifen, fehlt, läßt es fast vergessen, daß die Insel im Laufe der Zeit beinahe ganz entwaldet ist. Nur an der Montagna Giove im Norden von Rio sieht man noch einen größeren Wald von immergrünen Eichen, sonst zieren nur noch gelegentlich spärliche Pinienbestände die Berghänge. Napoleon hat sich sehr um die Aufforstung bemüht, aber bei der Kürze seines Aufenthaltes ist das Ergebnis ziemlich unbedeutend. An die Stelle des Waldes ist dann eine dichte Decke von Macchia getreten, die die Küsten umsäumt und vor allem die Gebirge in dem Mittelstück der Insel mit einem schwer durchdringlichen Mantel überzieht. Aber auch sie wird nicht selten durch Brand vernichtet. Die höchsten Teile mit ihren jugendlichen Formen sind beinahe völlig kahl und bilden so einen starken und wirksamen Kontrast zu den reichen Gartenlandschaften zu ihren Füßen.

Die Zahl der über das Land verstreuten Bewohner ist für italienische Verhältnisse eine relativ große. Im Bezirk von Portoferraio lebten 1901 von 6700 Menschen nur 4220 in der Stadt selbst, in Marina di Campo waren es von 1600 gar nur 600. Natürlich werden in den Eisendistrikten die Dinge wesentlich anders liegen, und so sind denn auch in Rio Marina von 2490 Einwohnern nur 170 über das Land verteilt. Von den 25560 Einwohnern der ganzen Insel wohnten aber doch fast 8000 nicht in geschlossenen Siedelungen. Diese in beinahe ausschließlich Küstenorte, die im Inneren auf den Berghängen gelegen sind ganz unbedeutend. Aber jede größere Küstensiedlung hat eine korrespondierende Binnensiedlung, die Bevölkerung ist eben auch hier wie so oft in Italien von den Höhen herabgestiegen, und die hochgelegenen Ortschaften, die in früheren Zeiten als Zufluchtsstätten dienten, gehen einem unaufhaltsamen Untergang entgegen. Über Marciana Marina thronen wie schirmende Kastelle in 375 m Höhe Marciana Alta und Poggio, über Marina di Campo San Piero di Campo, über Rio Marina Rio Alto, und wie das alte Porto Langone allmählich ganz verlassen wird, wurde bereits erwähnt. Portoferraio, fast allseitig vom Meere umschlossen, auf hohem Felsvorsprung brauchte Derartiges nicht. Für das Jahr 1881 hat Marinelli einmal die Verteilung der Bevölkerung auf die einzelnen Höhenstufen berechnet; danach wohnten zwischen 0 und 100 m 15 132 zwischen 100 und 200 m 4642, zwischen 200 und 300 m 1968 und zwischen

300 und 400 m noch immer 1465 Menschen<sup>1)</sup>). Der recht lebhafte Verkehr zwischen den einzelnen Orten wird in zwiefacher Weise hergestellt. Einmal fahren kleine Dampfer um die ganze Insel herum und landen in den Hafentplätzen, andererseits bieten aber die breiten Talböden sehr bequeme Landverbindungen dar. Nur Rio ist von Portoferraio mit Schwierigkeiten zu erreichen, da sich quer über das Gebirge hinüber nur Saumpfade anlegen lassen. Daher führt die Straße dorthin zunächst südostwärts nach Porto Longone und wendet sich erst dann unter vielfachen Windungen nach Norden.

### Zur Deutschen Landeskunde.

#### I. Wittlicher Senke und Moselmäander.

Der Lauf der Mosel zwischen Trier und Coblenz ist geradezu klassisch durch seine Windungen. Auf der Strecke Trier bis Alf-Bullay macht der Fluß auf 50 km einen Lauf von 193 km, dann kommen noch die weiteren Schlingen bei Cochem, welche die Eisenbahn im Kaiser Wilhelm-Tunnel abschneidet. Neben der ersterwähnten Talstrecke, welche den regelmäßigen Wechsel zwischen sanft geböschten Gleithängen und steilen Prallhängen zeigt, liegt eine auffällig breite Senke; sie bietet der Eisenbahn zwischen Trier und Bullay einen bequemen Weg dar, trotzdem hier ein größerer Fluß fehlt. Es liegt hier kein einheitliches Tal vor, die Wittlicher Senke wird vielmehr durchströmt von verschiedenen Flüssen, die von der Eifel herabkommen, um der Mosel zuzufließen, so von der Alf, welche das Nordende der Senke erreicht und dieser dann eine Strecke weit folgt; so ferner von der Lieser und Salm, welche quer über die Senke hinweg zur Mosel strömen, gleich als ob jene gar nicht existierte, und als ob zwischen ihr und der Mosel keinerlei höhere Berge vorhanden wären. Zwischen Wittlicher Senke und Mosel erheben sich jedoch die Moselberge bis zu denselben Höhen, wie sie südöstlich der Mosel anstreben; Lieser und Salm haben diese Moselberge zu durchbrechen, um zur Mosel zu gelangen; die Alf umfließt ihr Nordostende.

Das Verständnis dieser Erscheinung ist uns durch eine Heidelberger Dissertation näher gerückt worden. In seiner Studie über Morphologie des Moselgebietes zwischen Trier und Alf (Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins der preußischen Rheinlande und Westfalens. LXVII, 1910, S. 83) zeigt Dr. Dietrich, daß die Wittlicher Senke im wesentlichen ein Ausräumungsgebilde ist, entstanden durch Wegführung leicht

<sup>1)</sup> Volumetria dell'isola d'Elba. Riv. Geogr. Ital., Bd. 1. 1894, S. 236.

zerstörbarer Schichten des oberen Rotliegenden, welche in einer schmalen Mulde zwischen Hunsrück und Eifel eingesenkt sind. Bevor die heutige Talbildung begann, erstreckte sich hier eine flache Einsenkung, in welcher in vielen Windungen die Mosel hin und her pendelte. Eine Hebung veranlaßte sie zum Einschneiden. Ihre bis dahin freien Mäander schnitten nunmehr ein und wurden als eingesenkte Mäander festgelegt. Dabei verschob sich naturgemäß ihre Lage. Sie bildeten sich weiter aus, wobei es in der Gegend von Mülheim zu einer bemerkenswerten Abkürzung kam; an Stelle sehr bedeutender Ausbiegungen nach rechts und links ist ein kürzeres geradliniges Talstück getreten. Dem Einschneiden der Mosel folgten ihre Nebenflüsse, und namentlich die von der Eifel herabkommenden entwickelten dabei Mäander ähnlich denen der Mosel, jedoch entsprechend ihrem geringeren Wassereichtum von geringerer Ausdehnung. Diese Mäanderbildung fand aber nur innerhalb des Schiefergebirges statt; dort, wo die Flüsse auf die wenig widerständigen Schichten des oberen Rotliegenden kamen, konnten sie ihre Täler stark verbreitern; das zwischen ihnen gelegene Gelände ward ferner stark durch die abrinnenden Gewässer abgetragen, wobei die Wasserscheiden zwischen ihnen sehr niedrig gelegt wurden. Infolge der stattgehabten Ausräumung erscheint die alte Schichtmulde auch im Landschaftscharakter als Mulde oder Senke; sie stellt gleichsam außerordentlich verbreiterte Talstrecken der Alf, Lieser und Salm dar, und letztere treten aus ihr in engeren Talstücken heraus, weil sie, um die Mosel zu erreichen, wieder in den Schiefer einschneiden mußten. Die Moselberge sind hiernach Höhen, die herausgeschnitten worden sind aus einem ursprünglichen Plateau, einerseits durch das Einschneiden der Mosel und andererseits durch die Herausräumung leicht zerstörbarer Schichten, und welche zerstückelt worden sind durch eine Anzahl Flüsse, die von der Eifel herabkamen.

Die entwickelte Anschauung hat zur Voraussetzung, daß das Rheinische Schiefergebirge vor dem Einschneiden von Rhein und Mosel eine nahezu ebene Oberfläche gehabt hat. In der Tat sprechen zahlreiche Gründe dafür, daß es in der jüngeren Tertiärperiode so gewesen ist. Es liefert daher die Arbeit von Dietrich ein neues Beispiel für die Verwendbarkeit der namentlich von W. M. Davis vertretenen Lehre von früheren Rumpfflächen. Aber auch in anderer Richtung ist die Arbeit Dietrichs für den Anschauungskreis von Davis nicht unwichtig. Klar ist zu erkennen, daß Moseltal und Wittlicher Senke gleich alt sind: sie sind beide gleichzeitig erst seit der jungtertiären Hebung des Gebirges entstanden; aber morphologisch erscheinen sie doch von verschiedenem Alter. Die Formen der Wittlicher Senke sind viel mehr dem Endziel der Abtragung genähert als die des immerhin noch steilwandigen Moseltales. Es zeigt wieder wie so häufig, daß