Werk

Titel: Vorträge und Abhandlungen

Ort: Berlin

Jahr: 1902

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1902|LOG_0172

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

info@digizeitschriften.de

Vorträge und Abhandlungen.

Die Geschichte des Nil-Stroms in der Tertiär- und Quartärperiode, sowie des palaeolithischen Menschen in Ägypten.

Von Dr. **Max Blanckenhorn**-Berlin.

III. Das erste Auftreten des Menschen in Ägypten.

(Hierzu Tafel 11.)

Im Vergleich zu den Ländern des mittleren Europa erscheint Ägypten arm an prähistorischen paläolithischen Lagern, deren genaues geologisches Alter innerhalb des Quartärs sich heute festlegen läfst oder lassen wird.

Einer der wichtigsten Punkte dieser Art ist die Diluvialterrasse von Qurna im Norden von Theben auf dem linken Nil-Ufer, am Ausgang der Uadijēn, des Thals der Königsgräber. Ich hatte das besondere Glück, diese seit der Entdeckung des Generals Pitt-Rivers[1]) (1882) berühmt gewordenen Örtlichkeit unter der sachkundigen Führung meines hochverehrten Freundes Professor Schweinfurth, in diesem Jahr besuchen zu können, dem ich auch die beigegebene schöne Kartenskizze, Tafel 11, verdanke.

Am Aufsenrand der Nilthal-Ebene oder Kulturfläche, welche hier durch den Fadilijah-Kanal bezeichnet wird, erhebt sich eine typische Diluvialterrasse mit welliger Oberfläche, deren Unebenheit teilweise der eingreifenden Thätigkeit des Menschen auf Rechnung zu setzen ist. Die Höhe der Terrasse beträgt am Rande über dem Alluvium 4—6 m, steigt aber landeinwärts zu 10 und mehr Metern an. Das Thal der Uadijēn ist nach seinem Austritt aus dem Eocän- und Unterpleistocän-Gebirge in dieselbe eingegraben. Man kann die Terrasse teilweise als Schuttkegel des Uadi, an dessen Mündung in einen diluvialen Nil-Strom,

[1]) Journal of the Anthropol. Institute of Gr. Britain and Ir. Vol. XI, S. 382, pl. XXVII und XXXIV—XXXVII.

der damals einen höheren Wasserstand, mindestens 15—20 m über seinem heutigen Durchschnittsniveau, hatte, auffassen. In jedem Fall ist das gröbere Material, aus dem sich die Terrasse aufbaut, von diesem und den benachbarten Uadis herabgeführt. Die Terrasse beschränkt sich aber nicht auf die Mündung dieses einen Uadi, sie läfst sich südwärts verfolgen über das Ramesseum bis zum Tempel von Medinet Habu und desgleichen auch nordwärts. Doch erscheint sie an den Seitenthalmündungen immer am deutlichsten, wie das ja eine bekannte Erscheinung an allen Flufsthälern der Welt ist.

Die scharfe Ausprägung und Abgrenzung dieser Terrasse, wie auch ihre Höhe machen es wahrscheinlicher, wenn auch keineswegs gewifs[1]), dafs hier nicht meine tiefere „Vorstufe" oder „Niederterrasse", welche gewöhnlich sanft in die alluviale Thalsohle übergeht und am Nil meist ganz fehlt, sondern meine „Hauptterrasse" oder „Hochterrasse", die zweite Terrasse Hull's, vorliegt. Im Gegensatz dazu gehören die bergwärts hinter dieser Terrasse am Mittellauf der Uadijēn auftretenden mächtigen Ablagerungen von breccienartigem Bergschutt, rötlichen Thonen, hellen Mergeln und weifsen dichten Kalken, welche mit Nagelflue wechsellagern und die ersten Steilabhänge[2]) am Austritt der Thalschlucht zusammensetzen, der älteren Melanopsis-Stufe an.

„Aus dieser diluvialen Hauptterrasse ausgeschachtet finden sich nun in einem Abstand von 600 bis 1000 m in NNO bis ONO vom Eingang zum Tempel von Qurna drei grofsartige Grabanlagen[3]), deren Ursprung den Ägyptologen zur Zeit noch unbekannt ist, die aber wahrscheinlich der griechisch-römischen Epoche angehören[4]). Man gewahrt dort 70 m im Geviert messende Höfe, deren senkrechte, gradlinige Wände ringsum mit einer grofsen Zahl (je bis zu 25) gleichgestalteter Thoreingänge versehen sind, die zu den inneren Grabkammern dieser „Gesellschaftsgräber" führen. Das gröfste derselben wird von den in der Umgebung angesiedelten Fellahs „Saft el-baqqar", das dem Tempel von Qurna zunächst gelegene „Saft el-diaba" genannt. Es sind noch

[1]) Ich betone hier ausdrücklich, dafs auch diese Zusammenstellung vorläufig nur als Hypothese aufzufassen ist, zu deren Sicherung weitere gründliche vergleichende Studien an den Diluvialterrassen im Nil-Thal erforderlich sind.

[2]) Hier an einer künstlichen Steilwand Inschrift des Hophra oder Apries.

[3]) Vergl. die Abbildung auf Tafel 10.

[4]) Schweinfurth sieht diese Anlagen als sogenannte „Gesellschaftsgräber" an, in denen auch den Ärmeren durch Genossenschaften, welche die Bestattung besorgten, eine den religiösen Bräuchen entsprechende Beisetzung ermöglicht wurde. Die Existenz solcher Genossenschaften ist für die Ptolemäerzeit und für die Römerzeit in Ägypten bezeugt. Sie bieten eine Analogie zu den Confratérnita della morte, die in Süd-Italien eine wichtige Rolle spielen.

etwa ein Dutzend kleinerer Anlagen dieser Art[1]) weiter im Nordosten von Qurna sichtbar. In dieselbe Kategorie gehören vier Grabanlagen an der Mündung der Uadijēn nahe beim Tempel von Qurna, deren Aufsenfronten, aus der natürlichen Uferböschung des in die Terrasse eingesägten Rinnsales abgeteuft, gleichfalls Reihen regelmäfsiger Grabeingänge darbieten. Diese letzteren stellen die Örtlichkeit dar, wo Pitt Rivers im Jahr 1882 seine vielbezweifelten Kiesel-Artefakte in den verhärteten Kieslagen der Diluvialterrasse entdeckte.

Die 3 bis 5 m Höhe erreichenden senkrechten Wände dieser Gesellschaftsgräber gewähren eine selten bequeme Gelegenheit, in die Strukturverhältnisse der Terrasse auf weitere Strecken hin Einblick zu gewinnen. Denn das bei Qurna gelegene Gräberfeld erstreckt sich auf einen Raum von einem Quadratkilometer und die durch die Grabanlagen freigelegten Felswände haben zusammen eine Längenentwicklung von nahezu anderthalb Kilometern, eine Ausdehnung, die sich noch durch die zahllosen Wandflächen der ausgedehnten Grabkammern, Flurgänge und Stollen vervielfacht"[2]).

An den Felswänden von Saft el-Baqqar (etwa 1 km nordöstlich vom Sethos-Tempel) mafs ich selbst folgendes Profil

Oben: 5—7 m Nagelflue und Geröll,
unten: 0,70 m weifser geschichteter Kalkmergel mit eingeschlossenen Fragmenten winziger, abgerollter Foraminiferenschalen kretaceisch-eocänen Alters aus der Familie der Globigeriniden, Textilariden und Rotaliden.

An der nordöstlichen Wand von Saft el-Diaba, 600 m nördlich vom Sethos-Tempel

Oben: 0,50—75 m weifser, tuffig poröser Kalk, äufserlich schmutzig rötlich,
2 m grobes Konglomerat und
zu unterst: 1,70 m kalkiger, fester Nil-Schlamm, in den hier die einzelnen Grabkammern reihenweise eingeschnitten sind, sodafs das Konglomerat das Hangende, die Decken derselben, abgiebt.

Die südwestliche Wand derselben Grabanlage bietet im Abstand von 67 m von der vorigen Stelle dagegen

Oben 2 m Konglomerat,
0,50 m groben Kies und Sand,
0,50—0,75 m Sand und Nil-Erde oder schwach mergeligen Sand mit Glimmerblättchen im Wechsel mit Konglomerat.

---

[1]) Eine ähnliche grofse Grabanlage findet sich auch nach Schweinfurth 200 m westlich vom Ramesseum, wo diese Gesellschaftsgräber aus der Diluvialterrasse am Fufs des Vorhügels Qurnet-Murrai ausgeschachtet sind.

[2]) Diese Angaben verdanke ich Herrn Professor Schweinfurth.

Zwischen den Ramesseum und Medinet Habu fand ich

oben 1 m Konglomerat,
1 m grauen, erdigen, sandigen Mergel.

Das Profil wechselt demnach sehr schnell. Überall erscheint unter den eigentlichen Schottern an der Basis eine ältere Lage von Kalkstein oder dichtem Travertin mit eingeschwemmten älteren Fossilresten auf sekundärer Lagerstätte, Mergel oder kalkig-sandigem Nil-Schlamm, oder dieses Gestein schaltet sich auch zwischen das Konglomerat ein. Diese kalkigen, mergeligen, erdigen oder auch feinsandigen Schichten stellen Absätze aus dem Nil oder Nil-See in ruhigen trockenen Perioden dar, als das Wasser beinahe stagnirte. Der Kalkgehalt ist bei dem Travertin direkt aus den aufgearbeiteten älteren Schichten der Umgebung, die auch die ausgeschlemmten Foraminiferen u. s. w. lieferten, als Kalkschlamm eingeführt, bei den übrigen Erdarten aber ist er wenigstens teilweise auf nachträgliche Infiltrationen von gelöstem Kalk aus den aufliegenden Kalkgeröllen in den Nil-Schlamm zurückzuführen.

Die Schotter sind Aufschüttungen durch die Seitenthäler in niederschlagsreichen Zeiten. Das Material der Schotter besteht durchweg aus dem Gestein der Umgegend der Königsgräber Kalk, Kieselkalk und besonders Feuerstein. Letzterer ist teils auf natürlichem Wege, teils auf künstlichem mit menschlicher Beihülfe in Scherben zersplittert.

Namentlich die Oberfläche der Terrasse bietet sehr viele lose liegende, zugehauene Artefakte, sowohl beim Herrichten derselben abgefallene Splitter als auch fertige Werkzeuge. Unter den letzteren spielen die fälschlich als Beile und Beilchen aufgefafsten Stücke von rundlichem, ovalem, quadratischem oder rechteckigem Umrifs (*Coups-de-poing* und *éclats chelléens*), ferner Schaber und rohe kurze Nuclei die Hauptrolle. Pfeilspitzen sind nirgends aufgefunden worden.

Die in den Konglomeraten der Diluvialterrasse eingebackenen und neuerdings von Schweinfurth und mir aus den Wänden der vorhin erwähnten Grabanlagen ausgemeifselten Kiesel-Artefakte[1]) sind von unbezweifelbarer Echtheit und Vollkommenheit. Ein sehr verwitterter, mit einer weifsen Wasserentziehungskruste umgebener und an den Bruchflächen stark abgerundeter Schaber stellt wahrscheinlich den ältesten

[1]) W. Reifs (Verh. Berl. Anthropol. Ges. 1889, S. 706, Taf. III) hat bei seiner Berichterstattung über die Schotterterrassen von Qurna den von Pitt Rivers daselbst angegebenen Funden eine nur bedingte Glaubwürdigkeit beigemessen. Seine eigenen Funde waren auch nicht überzeugender Art und wurden von ihm nur mit Vorbehalt als Artefakte vorgebracht.

Typus dar, den man in nördlichen Gebieten, namentlich in Belgien, aufgestellt hat. Es sind die durch einfache Schläge erhaltenen und dann notdürftig verbesserten Feuerstein-Fragmente, die *Pièces taillées* der *Industrie mesvinienne* Rutot's[1]), welche nach diesem Forscher für die älteste Epoche des paläolithischen Menschen, die Moséenstufe in Belgien, charakteristisch sein sollen. Einen Gegensatz zu diesen Werkzeugen primitivster Art stellen die schon etwas vollkommneren Schaber, teils Rundschaber, teils Stielschaber, und die unfertigen oder verunglückten, prismatischen, einseitig zugehauenen Spähne dar, welche Schweinfurth aus dem gleichen Konglomerat sorgfältig herausgehauen hat. Die letzteren erscheinen derart frisch zugehauen, nicht patinirt und scharfkantig, als wären sie unmittelbar aus der Hand des Steinhauers in die Schicht eingebettet worden. Trotzdem dürfte es wohl kaum einem Zweifel unterliegen, dafs auch diese wohlerhaltenen Artefakte ebenso wie die übrigen Trümmer und Gerölle des Konglomerats und die sie einschliefsende Bindemasse sich auf sekundärer Lagerstätte befinden. Wo aber ist die ursprüngliche Lagerstätte dieser Massen, besonders die Werkstätte der Artefakte zu suchen?

Wie schon erwähnt, treten die vorkommenden Gesteinsarten, die lichteren wie die dunkleren Feuersteine, in gleicher Weise auch in dem Schichtenkomplex der untereocänen Libyschen Stufe des benachbarten Plateaus auf. Schon Hamy, Lenormant, Haynes, Virchow, Reifs und andere Forscher erkannten auf dem zungenförmig vorspringenden Eocän-Plateau im Westen des Königsgräberthals am Weg von den Königsgräbern nach Der el-Bahri uralte, ausschliefslich paläolithische Werkstätten. Der weniger betretene Gebirgsweg von Biban el-Muluk nach Der el-Medinet, dessen Umgegend noch nicht so abgesucht ist, lieferte mir ein fast noch reicheres Material an Artefakten. Dort liegen jene charakteristisch geformten Faustschlägel und lanzenförmigen Äxte, die den Typus von Chelles in überraschendster Weise zur Schau tragen. Die Epoche von le Moustier ist durch eine Reihe einseitig behauener Messersplitter, Kieselsplitter vom Typus Levallois, typische und runde Schaber, Kerbschaber (*coche-grattoirs*), ovale Discusformen und oblonger Beile vertreten. Aufserdem kommen häufig primitive, halb prismatische Kerne vor, die teilweise den bei Taubach in Thüringen in den dortigen Knochensanden der *Elephas antiquus*-Stufe gefundenen Feuerstein-Artefakten[2]) gleichen. Im ganzen sind es meinen Funden nach die ganz

[1]) Rutot, Les conditions d'existence de l'homme et les traces de sa présence au travers des temps quarternaires et des temps modernes en Belgique. Bull. Soc. d'Anthrop. de Bruxelles 1897; desgl. Note etc. Flandre Occ. 1900.

[2]) Im Besitz des Hildesheimer Museums.

gleichen Typen, wie auf der Terrasse von Qurna. Zu demselben Resultat wurde auch Schweinfurth durch seine viel gründlicheren und wiederholten Aufsammlungen an zahlreichen, bisher noch unbekannt gebliebenen Stellen des Gebirges geführt[1]).

Die Untereocän-Schichten, aus denen hier das Gebirge gröfstenteils besteht, sind in den verschiedensten Lagen, besonders aber da, wo sich Terrassen ausgebildet haben, ungewöhnlich reich an Kieselkalk und an Feuerstein, der gutes Material für solche Artefakte lieferte. So fanden denn auch Legrain und neuerdings Schweinfurth ungewöhnlich reichhaltige Kieselwerkstätten auf den obersten Höhen, welche die wildzerklüfteten Schluchten des vielarmigen Königsgräberthals umgeben. Man begegnet denselben besonders auf dem Wege von Qurna aufwärts auf dem alten Wege nach Huh und Farschint, wie die Tafel 11 zeigt.

Von diesen an Werkstätten so reichen Hochplateaus rings um den Thalkessel der Königsgräber stammt also zum grofsen Teil das Material der diluvialen Konglomerate von Qurna.

Halten wir nun an der oben entwickelten Hypothese vorderhand fest, dafs die Hauptterrasse des Nil, vornehmlich die bei Qurna der fluvioglacialen Hochterrasse der mittleren Eiszeit in Europa zeitlich entspricht, dann hätten wir damit einen Anhalt zur Altersbestimmung auch der Kieselwerkstätten auf den eocänen Hochplateaus. Dieselben gehören dann entweder der gleichen Eiszeit an oder, was viel wahrscheinlicher, der ersten Interglacialzeit (= Präglacial der früheren Geologen), d. h. noch dem Altdiluvium, der „Mosbach-Stufe"[2]) des *Elephas trogontherii* und *antiquus, Rhinoceros Mercki* und *Hippopotamus major.*

Im Gegensatz zu der einfachen Chelléenne und Mesvinienne Industrie der I. Interglacial- (oder Präglacial-) Epoche in Europa (dem Moséen in Belgien im Sinne Rutot's), finden wir nun aber in dem hypothetisch so als gleichzeitig angenommenen ältesten Paläolithicum bei Theben schon einen gewissen Fortschritt. Neben den europäischen Typen jener ältesten Steinzeit erscheinen Mousterien-Typen mit einseitiger Bearbeitung und feiner Retouche, ja diese Gruppe von Artefakten übertrifft an Zahl bedeutend die älteren Typen von Chelles, Acheul und Mesvin.

---

[1]) vergl. Schweinfurth, Kiesel-Artefacte in der diluvialen Schotter-Terrasse und auf den Plateau-Höhen von Theben. Verh. d. Berliner Anthropol. Ges. Juli 1902, S. 293. Taf. X—XII.

[2]) Weifs, A., Die Konchylienfauna der Kiese von Süfsenborn bei Weimar. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1899, S. 167.

Die Höhe der Kultur entspricht also ungefähr derjenigen der Mousterien-Epoche Frankreichs. Diese wurde von Mortillet, Salmon, Rutot und Klaatsch in das Glacial II oder die Haupteiszeit der gröfsten Gletscher-Ausdehnung gelegt, welcher in Ägypten, unserer Annahme nach, die Bildung der Hauptterrasse am Nil zufallen soll. In Frankreich und Belgien, wo glaciale Ablagerungen fehlen, nach denen genaue Orientirung möglich wäre, sind aber diese stratigraphischen Altersbestimmungen leider sehr unsicher. Ja, vielfach wird auch für diese vom Klima mehr begünstigten Gegenden noch heute bestritten, dafs der Nachweis der Existenz menschlicher Spuren während der Haupteiszeit oder gar während des I. Interglacials wirklich gelungen sei und das erste sichere Auftreten des Menschen, die Chelléen-Periode, in die II. Interglacialzeit gelegt.

Wie dem auch sei in jedem Fall wären, wenn sich meine Hypothese der Altersbestimmung der Qurna-Terrasse als richtig erweist, die ältesten Anwohner des Nil-Thals ihren Zeitgenossen in Frankreich und Belgien[1]) damals in der Kultur voraus gewesen, und Mortillet's Einteilung nach den Grundformen der Steingeräte wäre für Ägypten nicht anwendbar. Die Ergiebigkeit des ägyptischen Bodens an geeignetem Rohmaterial wird allein diesen Umstand kaum erklären. Höhere geistige Befähigung der ansässigen Menschenrasse[2]) und günstigere Klimaverhältnisse spielen dabei entschieden die erste Rolle.

Auch von anderen Plätzen Ägyptens kennt man schon einige paläolithische Werkstätten auf den hochgelegenen Plateaus, so in der Arabischen Wüste bei Tell el-Amarna, Gebel Amuna und Gebel el-Ahmar, in der Libyschen am Weg von Reseqāt zur Chargeh-Oase, bei Abydos und anderen Plätzen. Diese könnten der gleichen mittleren Diluvialzeit angehören. Auf die einzelnen Vorkommnisse will ich hier nicht näher eingehen, da ich sie schon in meiner früheren Arbeit

---

[1]) In Deutschland und Österreich-Ungarn gab es damals wohl noch gar keine Menschen. Denn hier sollen ja die ältesten bekannten Fundstätten des Paläolithicums, darunter die berühmte von Taubach bei Weimar nach der allgemeinen, herrschenden Auffassung der unteren Hälfte des II. Interglacials oder der oberen Antiquus-Stufe angehören, einer Zeit, in der neben dem noch herrschenden *Elephas antiquus* und *Rhinoceros Mercki* auch *E. primigenius* auftritt. (In der Tabelle von Weiss, a. a. O. S. 166 die Zone der *Helix canthensis*.)

[2]) Aus Afrika soll ja nach Ansicht vieler Forscher (ich nenne nur Darwin, F. v. Schwarz, Hueppe und J. G. Vogt) der Urmensch überhaupt oder wenigstens der langschädelige Ur-Europäer herstammen und in der älteren Diluvialzeit über Ägypten nach West-Asien, über Gibraltar nach West-Europa eingewandert sein.

S. 450—451 zusammengestellt und mangels eines persönlichen Besuchs nichts Neues zu berichten habe.

Der älteste Mensch lebte also in Ägypten auf den Plateaus, nicht im Nil-Thal selbst, welches noch teils von reifsenden Wasserfluten, teils von Urwald und Sumpfdickicht erfüllt war Zugleich war damals wohl das Gesamtareal der heutigen Libyschen Wüste für den Menschen relativ bewohnbarer, letzterer daher keineswegs auf das Nil-Thal angewiesen.

Erst mit dem Sinken des Nil-Wasserstandes während der heifsen und trockenen zweiten oder letzten Interglacialzeit und während der dritten oder letzten (europäischen) Eiszeit rückte der Mensch definitiv in das Thal vor und verlegte seine Kieselwerkstätten teilweise auf die trocken gelegte geröllreiche Hauptterrasse. Dieser spätpaläolitischen Epoche könnte man einige besonders jung aussehende Artefakte von der Oberfläche der Diluvial-Terrasse von Qurna zurechnen, desgleichen das Vorkommen in ähnlicher Lage über dem gegenwärtigen Hochflut-Niveau auf dem rechten Nil-Ufer an der Bahn von Luksor nach Erment etwa 11,5 km südwestlich Luksor. Hier schräg gegenüber dem Ort Erment gelang es Schweinfurth und mir, aufser mehreren schön gehauenen messerscharfen Splissen auch eine dünne, oblonge Klinge mit ungemein scharfen ganz unverletzten Kanten aus glashartem, hellblondem Feuerstein, ohne Spur einer Krustenbildung, zu sammeln und zwar neben zahllosen Schalen von *Unio Schweinfurthi*[1]), des typischsten Leitfossils des mittleren und oberen Nil-Diluviums. Der spätpaläolithischen Epoche würden ferner alle die wirklich paläolithischen Funde im engeren Nil-Thal selbst, d. h. speziell in der Tiefe des Kulturbodens unterhalb der Ruinen aus neolithischer Zeit zufallen.

In diese jüngste Diluvialzeit, in der in Ägypten ein günstiges, halbtrockenes, dem heutigen subtropischen ähnliches Übergangsklima herrschen mochte und in welcher der Nil an Stelle der bisherigen Sande, Kiese und Mergel bereits fruchtbaren Thonschlamm absetzte, fällt vielleicht auch der Beginn der Töpferei. So kam es, dafs, als in Nord-Europa die dritte gröfsere Gletscherausbreitung zu Ende ging und endlich ein für den Menschen erträg-

[1]) Dafs der jetzt ausgestorbene *Unio Schweinfurthi* Mart. ein Zeitgenosse des Menschen der Steinzeit gewesen ist, geht besonders aus den alten Küchenabfällen der I. oder II. Dynastie bei Genamieh auf dem linken Nil-Ufer südlich Edfu hervor, in welchem sich Haufen von Schalen dieses *Unio* mit Kiesel-Artefakten und anderen Trümmern zusammen fanden. Danach hätte *U. Schweinfurthi* den neolithischen und wohl auch den paläolithischen Nil-Anwohnern als Nahrung gedient und ist gerade deshalb vielleicht heute ausgestorben.

liches und förderliches Klima in unseren Gegenden anbrach, die Bewohner Ägyptens bereits auf einige Jahrtausende fortschreitender Kultur zurückblicken konnten.

Erinnern wir uns, dafs Horner[1]) aus dem Fund eines Ziegels 11,6 m unter dem Erdboden im Nil-Schlamm neben der umgestürzten Ramses-Statue von Memphis ein Alter von 13 371 Jahren für die Existenz der Menschen im Nil-Thal ausrechnete! Erregt auch die Art und Weise dieser Berechnung noch so viele Bedenken, so erscheint die Zahl an sich für den Geologen kaum noch so unglaublich, wenn man die Zeit dieses halbkultivirten Ziegelformers nicht mehr in die kurze Alluvialepoche zu legen braucht, sondern etwa mitten in die letzte Eiszeit hinein. Noch gröfsere Zahlen als Horner würde man übrigens erhalten, wenn man andere seitdem gemachte Funde von Ziegelstücken oder Thonscherben im Nil-Delta in Betracht zieht. So zeigten sich Ziegelfragmente in Bessuse bei 18 m Tiefe, Linant Bey fand andere am Rosette-Arm an der Deltaspitze bei 22 m, Abel[2]) am Mahmudieh-Kanal bei 27 m[3]). Legt man nun noch anstatt der Horner'schen Zahl 90 mm für das mittlere Anwachsen des Nil-Sediments in einem Jahrhundert die Zahl 63 im Sinne Arcelin s oder gar die Zahl 50—60 mm, welche Schweinfurth für die richtigste Durchschnittszahl hält, der Berechnung zu Grunde, so kommen Zahlen bis zu 30 000 und 45 000 Jahren heraus.

Künftiger Forschung in Ägypten bleibt es vorbehalten, die Spuren des Menschen in Gestalt von Artefakten und vielleicht auch Überbleibseln von ihm selbst noch in den ältesten Diluvial-Ablagerungen der Pluvial-Periode oder ersten Eiszeit zu suchen, in dem Schichtenkomplex der Melanopsis-Stufe, der z. B. bei Theben, wie erwähnt, im Hintergrund der Diluvialterrasse von Qurna mächtig entwickelt ist und wie letztere auch Konglomeratbänke oder Nagelflue mit Feuersteingeröllen einschliefst.

Die Erforschung der Diluvial-Ablagerungen des Nil-Thals, deren Wichtigkeit in anthropologischer Hinsicht aus dem Vorhergehenden

---

[1]) An account of rome recent researches near Cairo. Phil. Transact. London 1855.

[2]) Morgan, J. de, Recherches sur les Origines de l'Egygyte I, Paris 1896. S. 19.

[3]) Im Damiette-Arm des Nil soll, wie mir Schweinfurth mitteilte, bei Bohrarbeiten ein menschlicher Schädel in 80′ = 24 m Tiefe entdeckt worden sein. Hier dürfen ehemals Wirbelbewegungen im Strom, die oft besonders vor entgegenstehenden Hindernissen entstehen und den Flufsboden ganz ungewöhnlich tief aufwühlen können, zunächst ein tiefes Trichterloch geschaffen haben, in dem sich dann der hineinrollende runde Schädel selbst noch tiefer eingrub.

ersichtlich wird, gehört der neuesten Zeit an, sie ist beinahe erst in den Anfängen begriffen. Die hier zum ersten Mal aufgestellten direkten Vergleiche mit den bekannten Diluvial-Bildungen Europas bleiben vorderhand Hypothesen, die mehr anregen sollen und noch sicherer Stützen bedürfen.

Die Gliederung des Diluviums und ihre Begründung ist in erster Linie Aufgabe der Geologie. Der Geolog hat so gleichzeitig dem Anthropologen den Boden für dessen Schlüsse zu bereiten.

Bisher haben allerdings Archäologen und Anthropologen ihre Studien ziemlich selbständig gemacht und meist auf die Unterstützung durch die geologische Wissenschaft verzichtet. Aber nur mit letzterer werden sie in die Lage kommen, das Alter diluvialer Funde der Steinzeit endgültig zu präzisiren und sichere Vergleiche mit anderen Gegenden anzustellen.

Eine weitere eingehende und systematische Untersuchung der Quartärbildungen des ganzen Nil-Thals mit ganz besonderer Berücksichtigung der Feuerstein reichen Gegenden[1]) und der Artefakten-Lokalitäten wäre sehr wünschenswert. Aber sie erscheint erst dann recht aussichtsvoll in Bezug auf die Lösung der geologischen wie besonders der anthropologischen Fragen, wenn sie gemeinsam von einem Geologen und einem Anthropologen unternommen wird.

Von besonderer Bedeutung wird es dabei sein, die verschiedenen beobachteten Quartärbildungen des Nil-Thals mit denen anderer Ströme in Parallele zu stellen, und da empfiehlt sich in vorderster Linie ein Vergleich mit den nächstbenachbarten gröfseren Flufs-Thälern, dem Jordan-Thal und dem des Orontes und weiterhin dem des Euphrat und Tigris.

---

[1]) Bei der ziemlich umfassenden Kenntnis, die wir zur Zeit von den in Ägypten vorhandenen alten Kieselwerkstätten besitzen, bleibt eine Erscheinung rätselhaft, auf die Schweinfurth aufmerksam macht, nämlich das Fehlen von Artefakten aus den schwarzen Kieseln der Oberen Kreide von Abu Roasch im Westen von Kairo. Diese reiche, in neueren Zeiten so viel ausgebeutete Fundgrube scheint den ägyptischen Urbewohnern unbekannt oder unzugänglich gewesen zu sein.

Die oceanologischen Ergebnisse der Valdivia-Expedition.

Nach der Bearbeitung von Dr Gerh. Schott[1]).

Von Dr. **Wilh. Meinardus.**

Dafs die deutsche Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer „Valdivia" einen bedeutungsvollen Markstein auf dem Wege zur Erkenntnis der physikalischen Verhältnisse des Meeres und der Lebensbedingungen seiner Bewohner bedeuten würde, konnte bereits aus den vorläufigen Berichten herausgelesen werden, die während der Fahrt von dem Leiter des Unternehmens, Prof. Chun, und einigen seiner Mitarbeiter an die zuständigen Reichsbehörden gesandt und damals in dieser Zeitschrift[2]) veröffentlicht wurden. Bald nach der Rückkehr der Expedition wurde dann den weitesten Kreisen der Gebildeten durch die künstlerische Schilderung des Lebens der Tiefsee aus der Feder Chun's ein Einblick in die reichen Erfolge der Fahrt gegeben und der Name der Valdivia-Expedition wahrhaft populär gemacht. Seit kurzem liegt nun der erste Band der wissenschaftlichen Ergebnisse vor, in welchem die oceanographischen und meteorologischen Beobachtungen durch den Oceanographen der „Valdivia", Dr G. Schott, eine gründliche Bearbeitung erfahren haben, und damit hat die Reihe der fachwissenschaftlichen Veröffentlichungen der Expedition in glänzendster Weise begonnen.

Man könnte vielleicht erwarten, in diesem Werk gewissermafsen nur eine Monographie der oceanographischen Ergebnisse der Fahrt zu finden, deren vollen Wert nur der gewiegteste Fachmann zu würdigen

---

[1]) Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer „Valdivia" 1898—1899. Band I. Oceanographie und Maritime Meteorologie. Im Auftrag des Reichs-Marine-Amts bearbeitet von Dr Gerh. Schott. Mit 40 Tafeln (Karten, Profilen, Maschinenzeichnungen u. s. w.), 26 Tafeln (Temperatur-Diagrammen) und 35 Figuren im Text. Jena, Gustav Fischer, 1902. 404 S. gr. 4°

[2]) Zeitschr. der Gesellschaft f. Erdkunde zu Berlin 1899, S. 75–192.

vermöchte. Aber mit einem solch enggezogenen Arbeitsprogramm hat sich der schaffensfreudige, nach allgemeinerer Erkenntnis strebende Geist des Verfassers nicht einverstanden erklären wollen. Das Besondere, wenn auch an sich schon Neue und Interessante mufste in den Rahmen eines gröfseren Ganzen eingefügt werden, und so ist aus der Schilderung der wissenschaftlichen Erfolge auf der schmalen Spur des Schiffes eine umfassende, auf allen bisherigen Beobachtungen basirende Darstellung der physischen Verhältnisse des Atlantischen und Indischen Oceans und des benachbarten Südlichen Eismeers geworden. Auf nicht weniger als 40, zu einem besonderen Atlas zusammengebundenen Tafeln ist durch Schott das heutige Wissen von der Gestalt des Meeresbodens, von der Verteilung der Temperatur, des Salzgehalts, der Dichte und anderer Elemente in Karten und Diagrammen so vielseitig zur Anschauung gebracht worden, wie noch niemals zuvor, und es ist nicht zu bezweifeln, dafs dieses Kartenmaterial auf lange Zeit hinaus für die Erörterung allgemeiner oceanographischer Probleme die allerbeste Grundlage bilden wird. Schott hat bereits selbst die ersten Folgerungen aus seinen graphischen Darstellungen gezogen und damit manche Ergebnisse der Valdivia-Expedition unter allgemeinere, vielfach neue Gesichtspunkte gebracht. Wir werden in der nachfolgenden Besprechung des Werkes gerade diesen Darlegungen besondere Aufmerksamkeit schenken, während die Ergebnisse von mehr lokaler Bedeutung nur kurz angedeutet werden können. Auch dürfte es an dieser Stelle genügen, darauf hinzuweisen, dafs sich der erste Abschnitt des Valdivia-Werkes mit einer eingehenden Schilderung und Beurteilung der technischen Hilfsmittel und der auf der „Valdivia" gehandhabten Methoden der oceanographischen Forschung beschäftigt. Die darin ausführlich mitgeteilten, vielseitigen Erfahrungen Schott's werden für zukünftige Expeditionen von wesentlichem Wert sein.

A. Die Ergebnisse der Tiefsee-Lotungen.

Das Bestreben Schott's war, wie schon erwähnt, darauf gerichtet, die Beobachtungen früherer Forschungsreisen mit denen der Valdivia-Expedition in einem geographischen Gesamtbild zu vereinigen, das den Atlantischen und Indischen Ocean und die benachbarten Teile des Südlichen Eismeeres umfafst. Als Ausgangspunkt für die Darstellung der Reliefverhältnisse des Meeresbodens konnten die vom Londoner Hydrographischen Amt im Jahr 1896 herausgegebenen Karten der Oceanic Soundings dienen. Dieselben wurden durch Eintragung der Lotungen jüngeren Datums ergänzt, die an Bord der Schiffe Ingolf (1895/96), Britannia (1899), Siboga (1900), Belgica (1899), Fram (1896) und vieler

anderer gewonnen sind. Die „Valdivia“ selbst ist mit 186 Tiefsee-Lotungen vertreten. Die endgiltige Darstellung der Tiefenverhältnisse geschah auf einer flächentreuen Karte mit dem Mittelpunkts-Maſsstab 1 30 000 000 durch Isobathen von 1000 zu 1000 m und durch eine einheitliche Abtönung der Tiefenstufen in blauer Farbe, wodurch ein ausgezeichneter plastischer Gesamteindruck erzielt worden ist. Ein näheres Studium der Karte und eine Kritik der Isobathen-Zeichnung wird durch eine groſse Zahl von eingetragenen geloteten Tiefenwerten (in Hektometern) erleichtert. Schott hat sich im allgemeinen der von Supan vorgeschlagenen Nomenklatur angeschlossen. Da eine internationale Regelung dieser Frage in den nächsten Jahren zu erwarten ist, so braucht auf diesen Punkt hier nicht näher eingegangen zu werden.

Die neue Tiefenkarte stimmt, wie von herein zu erwarten war, mit der vor drei Jahren von Supan gezeichneten im wesentlichen überein, auf dieser waren ja bereits nach den vorläufigen Mitteilungen die Lotungen der Valdivia-Expedition berücksichtigt worden. Dagegen enthält Schott's Karte entsprechend dem gröſseren Maſsstab mehr Einzelheiten und in diesen auch einige prinzipielle Abweichungen von der früheren Darstellung.

Die Diskussion der Karte beschränkt sich naturgemäſs vor allem auf die von der „Valdivia“ befahrenen Gebiete, und zwar sofern die bisherigen Anschauungen durch die Expedition eine Änderung erfahren haben[1]). Zunächst werden die submarinen Bänke in der Nähe der Canarischen Inseln näher besprochen. Wenngleich in dies Gebiet nur wenige Valdivia-Lotungen fallen, hat Schott die Gelegenheit benutzt, durch Specialkarten und Profile das wechselvolle Bodenrelief dieses Meeresgebiets zu veranschaulichen. Die drei Karten der Seine-, Dacia- und Concepcion-Bank wurden auf Veranlassung der India Rubber, Guttap. and Telegraph Works Co. in Silvertown-London entworfen und dem Verfasser, der sie nach eigenen Messungen berichtigte, zur Veröffentlichung übergeben (Maſsstab 1 500 000). Die Karte der Josephinen-Bank ist nach einer englischen Seekarte (Nr. 1226) und nach den Valdivia-Lotungen gezeichnet. Die Profile, die im Maſsstab 1 100 000 ohne Übertiefung die Böschungsverhältnisse dieser Bänke darstellen, sind sehr instruktiv und leiten im Verein mit den ringsum bis zu groſsen Tiefen auftretenden steilen Böschungswinkeln, (bis zu $27^1/_2°$), die Schott berechnet und tabellarisch zusammengestellt hat, zu dem Schluſs, daſs es sich hier um jungvulkanische, submarine Inseln handelt.

[1]) Man vergleiche zum Folgenden die Supan'sche Karte in Peterm. Mitt. 1899, Tafel 12 und den zugehörigen Text (S. 177—188).

In die grofse Tiefenkarte hat Schott aus technischen Gründen die von Wharton, Murray und Supan verworfene Lotung der „Romanche" von 7370 m in 0° 11′ s. Br. und 18° 15′ w. L. wieder aufgenommen. Die Lotung der „Gaufs" ergab an derselben Stelle 7230 m und bestätigt nachträglich die Richtigkeit der Schott'schen Schlufsfolge[1]). Das Brasilianische Becken hat demnach in der That hart an der mittelatlantischen Bodenschwelle seine gröfste Tiefe. Nach den kürzlich veröffentlichten Tiefen-Lotungen der englischen Kabeldampfer „Pender" und „Anglia" findet sich nur 41 km von der „Romanche-Tiefe" entfernt, auf der atlantischen Schwelle eine Tiefe von 3824 m, sodafs hier eine Böschung von mehr als 5° bestehen mufs. Schott hat neuerdings die Bodengestaltung in der Nähe der Romanche-Tiefe nach diesen neuesten Forschungen in einer Skizze dargestellt[2]).

Die Existenz des sogenannten Walfischrückens, die von Supan vornehmlich aus den verhältnismäfsig hohen Bodentemperaturen in der westafrikanischen Mulde gefolgert wurde, erkennt auch Schott an, wenngleich bis jetzt nur wenige direkte Lotungen auf einen submarinen Verbindungsrücken zwischen der südwestafrikanischen Küste und der atlantischen Schwelle hinweisen, die Lotungen der „Enterprise" (1883), und der „Valdivia" Letztere fand in 25° 27′ s. Br. 6° 8′ ö. L. eine Untiefe von 936 m (Valdivia-Bank), sie mufs als eine lokale Erhebung auf dem erwähnten Rücken angesehen werden, im übrigen mag dieser Tiefen von 3000—3500 m aufweisen. Leider hat die „Gaufs" infolge westlicheren Kurses keine weitere Aufklärung über die Verbindung des Rückens mit der atlantischen Schwelle bringen können. Dagegen haben die vorher erwähnten Kabeldampfer durch eine grofse Zahl von Lotungen die Reliefverhältnisse in der Umgebung der Valdivia-Bank festgestellt. Wie die von Schott gezeichnete Skizze zeigt, hat die „Valdivia" zufällig die flachste Stelle des Rückens angelotet, der hier innerhalb der 4000 m -Isobathen eine Breite von etwa 250 km hat[3]).

Ferner sei bemerkt, dafs nach einer Lotung der „Gaufs" (5098 m in 42° 30′ s. Br. 33° 45′ ö. L.) die Kapmulde südlich von Afrika eine gröfsere Ausdehnung nach Osten hin hat, als man bisher vermutete[4]).

Das gröfste Interesse beansprucht die Diskussion und kartographische Verwendung der südlich von 40° s. Br. erloteten Tiefenwerte. Man hatte bekanntlich den Geltungsbereich der Challenger-

[1]) Vgl. diese Zeitschrift 1902, S. 326.
[2]) Ann. d. Hydogr. 1902, Oktoberheft, S. 490.
[3]) Ebenda S. 489.
[4]) Vgl. diese Zeitschrift 1902, S. 637.

Lotungen von 2300—3300 m im südöstlichen Indischen Ocean in der Nachbarschaft von Enderby-Land weit nach Westen hin ausgedehnt und war zu der Vorstellung eines vom antarktischen Centralgebiet flach abfallenden Meeresbodens gekommen. Statt dessen fand die „Valdivia" um 60° s. Br. zwischen dem Greenwich- und Kerguelen-Meridian (70° ö. L.) ein Meer, in welchem überall Tiefen von nicht weniger als 4000 m vorherrschen. Zwischen 30° und 60° ö. L. liegt der Meeresboden sogar stellenweise unter 5500 m (gelotetes Maximum 5733 m). Für die etwa 2500 km lange Zone von mehr als 5000 m Tiefe schlägt Schott den Namen Indisch-antarktisches Becken vor. Die Polargrenze desselben liegt noch jenseits unseres Gesichtskreises; indessen sprechen mehrere Anzeichen, vor allem die verwitterten Formen der Eisberge dafür, dafs die grofsen Tiefen, wenigstens im westlichen Teil, sehr weit polwärts reichen. Ferner deutet die weite Verbreitung von vulkanischem Schlamm und das Zurücktreten organischer Bestandteile in den Bodenproben der Bouvet-Region, nach des Verfassers Ansicht darauf hin, dafs hier sich noch unentdeckte vulkanische Eilande nach Art der Bouvet-Insel aus grofsen Tiefen erheben, da bisher vorherrschend vulkanische Ablagerungen am Meeresboden nur in der Nähe von festem Land angetroffen worden sind. Anders liegen die Verhältnisse weiter östlich zwischen Enderby-Land und 95° ö. L. nahe dem südlichen Polarkreis. Nach den vorliegenden Lotungen und den Untersuchungen von Grundproben der „Valdivia" und „Challenger" darf man hier einen aus der Urgebirgs-Formation aufgebauten Kontinentalrand vermuten, dessen Sockel mit den normalen Böschungswinkeln zur Tiefsee abfällt. Auf die Nähe von ausgedehnteren Landmassen deuten auch die frischen, unverwitterten Formen der tafelförmigen Eisberge und deren dort noch vorhandene ursprüngliche Gleichgewichtslage hin.

Schott hat leider in seiner Darstellung der Auffassung Supan's nicht beigepflichtet, dafs zwischen den Crozet-Inseln und Kerguelen eine sehr tiefe Mulde (Kerguelen-Mulde) vom Indisch-antarktischen Becken zu der Tiefsee des Indischen Oceans eine Verbindung herstellt. Die Lotungen der „Gaufs" haben mittlerweile das Vorhandensein dieser Mulde erwiesen[1]), indem zwischen den genannten Inseln Tiefen von 4890 und 4596 m gefunden wurden.

Im Indischen Ocean hatte die „Valdivia" ihre gröfste Lotungstiefe mit 5911 m in 18° 18′ s. Br. und 96° 20′ ö. L. gefunden. Nach den Lotungen des Kabeldampfers „Sherard Osborn" im Sommer 1900

[1]) Vgl. diese Zeitschrift 1902, S. 637.

gehört jene Tiefe einer grofsen, ausgedehnten Einsenkung an, die sich zwischen West-Australien und den Kokos-Inseln ausbreitet. Denn „Sherard Osborn" lotete dort mehrere Tiefen von über 6000 m und fand als Maximalwert sogar 6459 m in 18° 6′ s. Br und 101° 54′ ö. L., das ist die gröfste bisher im Indischen Ocean gemessene Tiefe[1]). Vorher galt als solche die von der „Recorder" 1888 südlich von Lombok erlotete Tiefe von 6205 m. Wegen der übrigen Lotungen der „Valdivia" im Indischen Ocean kann auf die vorläufigen Berichte Schott's[2]) verwiesen werden. Es ist bemerkenswert, dafs neuerdings durch den erwähnten Kabeldampfer zwischen West-Australien und den Mascarenen eine grofse Zahl von Bodenschwellen gefunden wurden, die bekunden, dafs auch im Indischen Ocean die Bodenverhältnisse nicht so einfach liegen, wie man bisher vermutete.

Erwähnung verdienen noch die beiden von Schott gezeichneten Spezialkarten des Mentawei-Beckens und Mentawei-Grabens und der Kontinentalböschung zwischen Sansibar und Kap Guardafui.

B. Die Wärmeverteilung im Meer.

In den allgemeineren und specielleren Betrachtungen über die Temperaturverteilung im Meer, die den Verfasser weit über die Grenzen einer einfachen Bearbeitung der Valdivia-Beobachtungen hinausführen, und in den zugehörigen zahlreichen Temperatur-Karten liegt der Schwerpunkt des ganzen Werkes. Wir werden uns daher mit diesem Kapitel etwas eingehender befassen müssen, wenngleich von Schott selbst bereits eine vorläufige Übersicht über die Schlufsfolgerungen, zu denen er gelangte, veröffentlicht wurde[3]).

Die ersten Paragraphen dieses Abschnitts handeln von der Temperaturverteilung an der Meeresoberfläche. An einer detaillirten Karte der Jahres-Isothermen der Meeresoberfläche hatte es bisher gefehlt. Schott hat sich der Mühe unterzogen, die Jahres-Isothermen auf Grund der bereits vorliegenden Temperaturkarten für die Monate Februar, Mai, August und November zu konstruiren. Die letzteren waren, soweit der Atlantische Ocean in Betracht kommt, erst kürzlich von Schott selbst für die zweite Auflage des von der Deutschen Seewarte herausgegebenen Atlas neu bearbeitet. Für den Indischen Ocean genügte im allgemeinen noch die Darstellung, die 1891 im Atlas dieses Oceans gegeben wurde, im einzelnen mufsten noch nach neueren

[1]) Ann. d. Hydogr. 1902, Oktoberheft. S. 492 mit Tafel; dieser Zeitschr. 1902, S. 732.

[2]) Vgl. diese Zeitschrift 1899, S. 157 ff., 172, 179–183.

[3]) Verh. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin 1901, S. 226–232.

Specialarbeiten Verbesserungen daran angebracht werden. So entspricht die neue Jahres-Isothermenkarte dem heutigen Stand unserer Kenntnisse und wird für thermogeographische Probleme eine vorzügliche Grundlage abgeben können.

Eine nähere Diskussion der Karte unterläfst der Verfasser, um sich mit gröfserer Ausführlichkeit der Betrachtung derjenigen von der „Valdivia" berührten Gebiete zuzuwenden, in welchen die Temperaturverteilung ein besonderes Interesse hat, dem Meer vor der Westküste Afrikas und den antarktischen Regionen.

Durch vier Spezialkarten, für die mittleren Monate der Jahreszeiten entworfen, wird die jahresperiodische Änderung in der Lage und Ausdehnung der Auftriebzonen bei Afrika veranschaulicht. Die Untersuchung führt zu folgenden Ergebnissen. „Im nordhemisphärischen Winter hat das Kaltwasser-Gebiet an der Nordwest-Küste Afrikas seine südlichste Lage und geringste Ausdehnung. Zum Frühjahr (Mai) breitet es sich stark nordwärts aus, verliert aber etwas im Süden. Es verlagert sich immer mehr nach Norden, um im August mindestens 19 Breitengrade einzunehmen und damit den Höhepunkt der Entwicklung zu erreichen Kap Blanco, im Winter polare Grenze, ist jetzt zur äquatorialen Grenze geworden. Im Herbst beginnt der Rückzug südwärts, bis der Februar-Zustand wieder erreicht ist." Je gröfser die räumliche Ausdehnung des Phänomens, desto gröfser die Temperaturdifferenz zwischen Küstengebiet und Hochsee (Winter 1.°8, Sommer 5.°0).

Die ganze Erscheinung erklärt sich in vollständig zureichender Weise durch die jahreszeitliche Wanderung des Passatgebiets an der westafrikanischen Küste. Interessant ist es, dafs im Sommer soweit nördlich wie 40° Br. von der Küste Portugals Tiefenwasser aufgesogen wird, obgleich die Winde dann hier nicht ablandig, sondern parallel der Küste wehen. Es entspricht dies auch den in anderen Meeresteilen gemachten Erfahrungen, die ich dahin verallgemeinern möchte, dafs überall, wo einer horizontalen Wasserbewegung in ihrer Richtung eine Beschleunigung erteilt wird, die Tendenz zu Auftrieberscheinungen bemerkbar werden kann.

Etwas anders ist die Erscheinung an der südwestafrikanischen Küste entwickelt. Hier hat das Auftriebgebiet zu allen Jahreszeiten seine polare Grenze beim Kap, lediglich die äquatoriale Grenze verschiebt sich, und zwar von einer südlichsten Lage im November unter dem Wendekreis bis zu einer nördlichsten unter 9—10° s. Br. im August. Das Maximum der Ausdehnung fällt hier demnach in den (südhemisphärischen) Winter. Die Temperaturdifferenz gegen die

Hochsee beträgt im November nur 1 °o, im Mai dagegen 6.°o, im August und Februar 4.°2. Die Erklärung für die ganze Erscheinung kann nur zum Teil auf Rechnung der Winde gesetzt werden, da diese nördlich von Kap Frio (18° s. Br.) vorwiegend aus Südwesten, also nach dem Lande zu, wehen. Die Hauptursache scheint vielmehr das Abbiegen der auf hoher See angetriebenen Benguela-Strömung nach links zu sein, wodurch an der Küste ein Kompensationsbedürfnis eintritt, dem durch aufquellendes Tiefenwasser Rechnung getragen wird. Nur durch dieses wird die Temperatur an der ganzen Küste herabgesetzt, während die Benguela-Strömung selbst verhältnismäfsig warm ist. Da der Südost-Passat im Winter stärker als im Sommer weht, mufs auch in jener Jahreszeit die Ausdehnung des Phänomens am gröfsten sein. Um die Wirkung der Auftrieberscheinungen noch deutlicher hervortreten zu lassen, hat Schott eine Isanomalenkarte entworfen, die den relativen Wärmemangel an den beiden Küstengebieten numerisch erkennen läfst.

Ein weiterer Abschnitt behandelt das „Mischwasser-Gebiet" südlich vom Kap der Guten Hoffnung, in welchem die warmen Wasser des nach Westen und Südwesten laufenden Agulhas-Stroms durch die von den Westwinden getriebenen kalten Wasser des Benguela-Stroms (richtiger wohl der Westwindtrift) durchsetzt und zersplittert werden. Diese Zone, die sich dem Seefahrer durch fortwährende Temperatursprünge zu erkennen giebt, hat nach Schott's Beobachtungen unter den Meridianen des Kaplandes eine nordsüdliche Breite von mindestens 750 km, unter dem Kerguelen-Meridian noch eine solche von 430 km und im ganzen eine Längsausdehnung von sicher über 5000 km. Es findet innerhalb dieses Gebiets keine eigentliche Vermischung des Wassers statt, wie z. B. im Nordmeer, sondern die heterogenen warmen und kalten Wasser drängen sich bandförmig in einander. Am breitesten und verschiedenartigsten sind die Bänder zwischen 37° und 42° s. Br., ihre Breite und ihr Temperaturunterschied nimmt nach Süden hin ab und verschwindet in etwa 45° s. Br.

Eine derartige Erscheinung von gleicher Grofsartigkeit und Verbreitung findet sich nirgend sonst, ihre Ursache liegt darin, dafs der schnellfliefsende, hochtemperirte Agulhas-Strom südlich vom Kapland gerade gegen die von Westen kommende Luft- und Meeresströmung anläuft. An andern Meeresstellen, wie bei Neu-Fundland, ist kein direktes Gegeneinanderlaufen zweier heterogener Strömungen vorhanden. — Weiter östlich von Kerguelen schmiegt sich die an der Ostseite Madagascars nach Süden laufende, übrigens schwache Strömung der Westwindtrift an, oder sie läuft quer dazu, sodafs hier keine eigentliche Zerfaserung eintreten kann.

Aus der Erörterung über die Oberflächen-Temperaturen im antarktischen Gebiet seien hier einige Temperaturwerte mitgeteilt, die geeignet sind, die thermische Benachteiligung der ganzen Region um die Bouvet-Insel hervortreten zu lassen.

Temperatur der Meeresoberfläche (C°.)

Monate	Geogr. Breite	unter den Meridianen von				
		Kap Horn	Süd-Georgien	Bouvet-Isl.	Kerguelen	Tasmanien
Nov.	54° s. Br.	5.5	2.2	— 0.8	2.0	4.0
Jan. Febr.	54° s. Br.	7.5	4.3	(0.6)	3.0	5.0
Jan. Febr.	64° s. Br.	2.0	— 1.1	?	0.9	— 1.3

Die eingeklammerte Temperatur ist nach Süd-Georgien und Kerguelen interpolirt. Die Bouvet-Region ist also im Vergleich zur Umgebung abnorm kalt, wenn man die von der „Valdivia" angetroffenen Verhältnisse als normale ansehen will. Sie waren jedenfalls im Jahr 1898 keine besonders ungünstigen, wenn man an die grofse Eisbergtrift der Jahre 1892—1896 denkt, während welcher die Bouvet-Insel, von einem breiten Packeisgürtel umlagert, unerreichbar blieb.

In der niedrigen Breite von 54°, der von Hamburg entsprechend, findet sich also in der Antarktis eine über Tausende von Kilometern ausgedehnte Meeresgegend mit einer Frühlingstemperatur von weniger als 0° und einer Sommertemperatur von noch nicht 1° C. Welche geographischen Verhältnisse für diese abnorme Erscheinung gerade an dieser Stelle mafsgebend sind, läfst sich heute noch nicht einmal mutmafsen, da gerade das Gebiet weiter westlich, von wo das kalte Wasser kommt, nicht näher erforscht ist. Soviel steht fest, und in dieser Richtung möchte ich Schott's Darlegungen ergänzen, dafs die auch in den tieferen Schichten abnorm kalten Wassermassen der Bouvet-Region (s. u.) ihre niedrige Temperatur nicht in der geographische Breite dieses Gebiets, sondern viel weiter polwärts erhalten haben müssen, dafs eine etwa von Südwesten herkommende kalte Strömung aus dem Weddell-Meer gegen die Bouvet-Region hinfliefst. Die stark verwitterten Eisberge der Bouvet-Region haben offenbar eine lange Reise hinter sich; sie stammen zum Teil aus dem fernen Küstengebiet des Weddell-Meeres, zum Teil aber vielleicht aus der Gegend von Enderby-Land, da hier im Eis von der „Valdivia" eine Westtrift angetroffen wurde. Ich möchte vermuten, dafs auch Eis, das der noch unbekannten, aber aus mehreren Anzeichen erschlossenen antarktischen Scholle südlich und südöstlich von Enderby-Land entstammt, von einer Westtrift zunächst in das Weddell-Meer geführt wird und von dort aus allmählich

durch die erwähnte nordostwärts gerichtete polare Strömung in die niedrigen Breiten der Bouvet-Region gelangt, wo dann der Hauptschmelzprozefs beginnt. Die Kälte der Bouvet-Region wäre demnach bewirkt durch eine kalte, eisführende Meeresströmung, deren Zuflüsse im Weddell-Meer und in der Gegend von Enderby-Land wurzeln.

Der nun folgende besonders bedeutungsvolle Abschnitt über die Temperatur der Meerestiefen wird durch eine Reihe von 26 Tafeln mit Diagrammen von 51 auf der „Valdivia" gewonnenen Temperaturserien eingeleitet. Davon gehören 18 dem Nordatlantischen, 15 dem Südatlantischen, 16 dem Indischen Ocean und 2 dem Südlichen Eismeer an. Im ganzen sind rund 500 Tiefsee-Temperaturen gemessen, etwa $^5/_6$ davon stammen aus Tiefen bis zu 1000 m, die übrigen aus tieferen Horizonten. Sehr verdienstvoll ist es, dafs Schott neben jede Temperaturkurve eine Tabelle gestellt hat, die aufser den betreffenden Temperaturmessungen Bemerkungen über die Örtlichkeit, der Strömungsverhältnisse, über Wind und Wetter, die gleichzeitigen Bestimmungen des Salzgehalts, der Dichte *in situ* $\left(S\frac{t}{4°}\right)$ enthält, sodafs man die individuelle Bedeutung jedes Diagramms ohne weiteres erkennen kann, ein Verfahren, das durchaus nachahmenswert ist. Ein anderer Vorzug der Darstellung liegt darin, dafs in den meisten Fällen der Verlauf der Temperaturkurve in den oberen Wasserschichten in viel gröfserem Mafsstab (aber unter Benutzung desselben Kordinatennetzes) neben der Hauptkurve besonders gezeichnet wurde, sodafs ein eingehenderes Studium der Wärmeverhältnisse in den oberen Wasserschichten erleichtert wird. Zur Übersicht über die gesamten Ergebnisse der Temperaturmessungen, ist ferner eine Tabelle angeschlossen, in der für bestimmte Tiefenstufen die gemessenen, oder aus den Diagrammen interpolirte Temperaturen zu finden sind.

Um einen Überblick über die Temperaturverteilung im Atlantischen und Indischen Ocean zu gewinnen, hat Schott die gesamten, seit dem Jahr 1868 erhaltenen zuverlässigen Temperaturserien — es sind nicht weniger als 1105 von 40 Schiffen — zu einer kartographischen Darstellung der Temperaturverteilung in verschiedenen Tiefenhorizonten und der Tiefenlagen bestimmter Isothermenflächen verarbeitet. Der Atlas enthält Isothermenkarten für die Meeresoberfläche (s. oben) und für die Tiefen von 50, 100, 150, 200, 400, 600, 800, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000 m sowie für den Meeresboden, ferner fünf Karten mit Isothermobathen, d. h. mit Linien gleicher Tiefenlage der Temperaturen von 20 bzw. 15, 10, 5 und 3° C. Die Arbeitsleistung, die in der Sichtung und Nutzbarmachung des Materials und in dem sorgfältigen Ent-

wurf dieser 18 Karten liegt, wird vielleicht mancher, der solcher Thätigkeit ferner steht, unterschätzen, aber niemand, der die Entwickelung moderner oceanischer Forschung verfolgt hat, wird den enormen Wert dieser Darstellung zu gering anschlagen, die einen klaren Einblick in Verhältnisse gestattet, von denen man bisher kaum mehr als eine schematische Vorstellung hatte. In allen einschlägigen Fragen wird dieser Teil des Valdivia-Werkes zweifellos auf viele Jahre hinaus zu Rate gezogen werden müssen. Sicherlich wird zwar im Laufe der Zeit der Verlauf der Linien auf jenen Karten noch genauer festgelegt werden, als es jetzt geschehen konnte, dafs aber das Bild keine wesentlichen Änderungen mehr erfahren dürfte, ist bei der grofsen Konstanz der Tiefsee-Temperatur an einer gegebenen Stelle wohl kaum zu bezweifeln.

In dieser Hinsicht ist der Oceanograph viel schneller am Ziel als der Klimatologe, der Jahrzehnte oder Jahrhunderte langer Beobachtungsreihen bedarf, um Mittelwerte der Lufttemperatur zu erhalten. Eine Wandlung, wie sie die Darstellung der Luft-Isothermen im Laufe von hundert Jahren erlebte, ist auf oceanischem Gebiet völlig ausgeschlossen. Schott selbst sucht in einem kurzen Paragraphen der Frage näher zu treten, wie weit periodische oder unperiodische Temperaturschwankungen in verschiedenen Tiefen an Stellen nachweisbar sind, wo in verschiedenen Jahreszeiten und Jahren Messungen vorgenommen wurden. Die jahreszeitlichen Schwankungen der Temperatur, die man in den obersten Schichten bis vielleicht 100 m antreffen könnte, sind sicherlich aufserordentlich klein, da selbst an der Oberfläche die Amplitude im allgemeinen nur zwischen 3° und 7° schwankt. Wo sie gröfser ist, handelt es sich meist um schwankende lokale Grenzgebiete zwischen kalten und warmen Strömungen. In höheren Breiten mögen auch Konvektionsströmungen tieferen Schichten die jährliche Temperatur-Schwankung an der Oberfläche mitteilen. Auch die Stärke kalter und warmer Strömungen kann, wenn sie eine Jahresperiode aufweist, in den oberen Schichten Wärmeänderungen bedingen, die mit der Insolationsperiode interferiren. Aber auf offenem Ocean werden ebensowenig diese wie unperiodische Schwankungen so grofs sein, dafs sie nicht schon gerade in den oberen Schichten durch die zahlreichen Messungen aus allen möglichen Jahreszeiten und Jahrgängen eliminirt werden. Im Guinea-Strom hat der Unterschied der dort zu verschiedenen Zeiten gemessenen Temperaturen unterhalb 100 m weniger als 2°, unterhalb 700 m weniger als 1° betragen. Man braucht deshalb nicht zu befürchten, dafs die Darstellung auf den Karten, abgesehen vielleicht von den höheren Breiten, wesentliche Modifikationen erleiden wird.

Eine andere Frage allerdings ist die, bis zu welchem Grade der Genauigkeit die Bestimmung der mittleren Temperatur an jeder Stelle des Weltmeeres erwünscht ist. Unzweifelhaft hat man in dieser Hinsicht weit gröfsere Ansprüche zu stellen als bei der Berechnung der mittleren Lufttemperatur an einem Ort, wenn man Betrachtungen über den Wärmehaushalt des Oceans anstellen und ihn z. B. zu dem der Atmosphäre in Beziehung setzen will. Eine Unsicherheit in der Temperatur von 0.°1 C. in einer Wassersäule von 1 qm Querschnitt und 1000 m Tiefe bedeutet schon eine Unsicherheit des Wärmeinhalts von 100000 Kilogramm-Kalorien, während dieser Betrag bei einer Luftmenge von gleichem Volumen nur 31 Kilogramm-Kalorien ausmacht. Die Verbesserung der zahlenmäfsigen Grundlage der Schott'schen Karten wird also unter allen Umständen ebenso wünschenswert sein, wie die möglichst genaue Ermittelung der periodischen und unperiodischen Schwankungen der Temperatur der Wassermassen in verschiedenen Tiefen, und in dieser Hinsicht stehen wir erst am Anfang einer aussichtsvollen Entwickelung maritimer Forschung.

Die kartographische Darstellung der Tiefsee-Temperaturen enthält so viele eigenartige Züge, der Vergleich der Karten ist so anregend, dafs es verständlich ist, wenn Schott sich auf eine weitgehende Erörterung der gesamten Temperaturverhältnisse des Meeres und ihrer Ursachen einläfst. Ich versuche zunächst, die Schott'schen Darlegungen und Schlufsfolgerungen hier in gedrängter Kürze wiederzugeben, um später daran einige kritische Bemerkungen zu knüpfen[1]).

Eine Betrachtung der Isothermenkarten für die verschiedenen Tiefenstufen drängt nach Schott zu der Annahme von drei Meeresschichten, deren jede durch besondere Eigenheiten der Wärmeverteilung kenntlich ist und ihre besonderen, damit zusammenhängenden Bewegungsvorgänge aufweist. In der oberen Schicht (bis 100 oder 150 m Tiefe) herrschen horizontale Bewegungen vor, die Meeresströmungen im gewöhnlichen Sinn; in einer Schicht von 100 oder 200 m an bis 800 oder 1000 m Tiefe sind vertikale Wasserversetzungen vorhanden und in der dritten Schicht, unterhalb von etwa 1000 m, haben wieder horizontale, aber äufserst langsame Bewegungen den Vorrang. Die Berechtigung zu dieser Auffassung entnimmt Schott, der Hauptsache nach, aus der Temperaturverteilung in den verschiedenen Schichten durch die Hervorhebung folgender Thatsachen.

---

[1]) Die wesentlichsten Punkte der Schott'schen Ausführungen findet man auch in dem schon vorher erwähnten, in den Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1901 veröffentlichten Vortrag.

Der Isothermenverlauf ähnelt in den Tiefen von 50 und 100 m in grofsen Zügen dem an der Meeresoberfläche und ist in derselben Weise wie dieser zwanglos durch horizontale Bewegungen, durch Meeresströmungen zu erklären, die entweder als äquatoriale Strömungen hohe Temperaturen in höhere Breiten, oder als polare, tiefe Temperaturen in niedere Breiten tragen. Von etwa 150 m bis 1000 m, besonders deutlich aber in 400 m Tiefe, machen sich in der Temperaturverteilung Erscheinungen geltend, die durch einen Wärme- oder Kältetransport in horizontaler Richtung schlechterdings nicht ihre Erklärung finden können. Denn auf allen Karten der betreffenden Tiefenstufen treten mehr oder weniger deutlich 1 ein Band kalten Wassers in der Äquatorialzone, 2. ausgedehnte Wärme-Inseln in den Subtropen, den Rossbreiten und 3. wiederum Kältegebiete in den höheren Breiten hervor. In 400 m Tiefe ist der Temperaturüberschufs der subtropischen Zone gegenüber der äquatorialen am gröfsten, er beträgt 10° im Nordatlantischen und 5° bis 7° im Südatlantischen und Indischen Ocean[1]). Die Existenz der kalten Äquatorialzone, die von beiden Seiten von wärmerem Wasser umgeben ist, kann offenbar nur durch vertikale, und zwar aus der Tiefe aufsteigende Wasserbewegungen ermöglicht sein. Andererseits ist die Ansammlung warmen Wassers in den Rossbreiten Schott ein Beweis dafür, dafs hier wie auch in den höheren Breiten vertikale, und zwar absteigende Wasserbewegungen stattfinden. Darüber weiter unten Ausführlicheres.

Von 1000 m abwärts verschwinden zunächst im Südatlantischen und Indischen Ocean die eben besprochenen Temperaturunterschiede; hier wird von dieser Tiefe an bis zum Boden die Bahn für den antarktischen horizontalen Unterstrom frei, der seine niedrigen Temperaturen bis über den Äquator hinaus in nördliche Breiten trägt. Im Nord-Atlantik bleiben allerdings noch bis über 2000 m hinab in den Isothermen Andeutungen der subtropischen Warmwasserzone bemerkbar, die infolge später zu besprechender, mehr lokaler Einflüsse besonders an der Ostseite, bei Marocco, hervortritt; aber in gröfseren Tiefen herrschen offenbar auch hier Temperaturverhältnisse, die durch horizontale Kältezufuhr vom antarktischen und gleichzeitig von einem nordischen Tiefenstrom bedingt erscheinen.

Einen anderen Ausdruck für die geschilderten Verhältnisse findet man im Verlauf der Isothermobathen, in den Linien gleicher Tiefenlage bestimmter Temperaturen. Die von Schott entworfenen fünf Isothermobathenkarten für die Temperaturen von 20°, 15°, 10°, 5° und

[1]) Vgl. die Tabellen in d. Verh. d. Gesellsch. f. Erdk. zu Berlin 1901, S. 229.

3° sind die ersten ihrer Art und verdienen daher besondere Beachtung. Man kann aus ihnen auf den ersten Blick entnehmen, in welcher Tiefe an irgend einer Stelle des Meeres die erwähnten Temperaturen zu finden sind, sie vermitteln vor allem aber eine plastische Anschauung von der Aufwölbung der Isothermenflächen unter dem Äquator und ihrer Einsenkung unter den Rossbreiten. Besonders gilt das naturgemäfs von den Isothermobathen für 15°, 10° und 5°, welche, abgesehen von den höheren Breiten, der oben charakterisirten mittleren Meeresschicht angehören. Die Karte für die Temperatur von 20° deutet diese Verhältnisse noch kaum an, weil sie in der obersten Schicht des Meeres liegt. Andrerseits zeigt die Isothermenfläche von 3° auf der letzten Karte die gröfsten Niveau-Unterschiede zwischen den nördlichen Breiten des Atlantischen und Indischen Oceans und der Antarktis, als Zeichen dafür, dafs der antarktische Tiefenstrom bei seinem Weg nach Norden allmählich von oben her durchwärmt wird, und zwar in einem Grade, dafs die Isotherme von 3°, die im Südatlantik unter etwa 50° s. Br. an die Oberfläche tritt, im Nordatlantik unter 30° n. Br. und 60° w. L. eine Tiefenlage von nicht weniger als 3600 m hat.

Bemerkenswert ist die Thatsache, dafs im westlichen Teil des Südatlantik die Isothermenfläche von 3° eine geringere Tiefe hat als im östlichen, sodafs die Linien gleicher Tiefenlage eine S-förmige Flexur zeigen. Der Tiefenunterschied wächst mit der Annäherung an den Äquator und erreicht hier zwischen 25° w. L. und 0° L. einen Wert von mehr als 800 m, d. h. um so viel liegt die Fläche von 3° hier tiefer als dort. Es ist wahrscheinlich, dafs die relative Abgeschlossenheit des westafrikanischen Beckens gegen die antarktischen Tiefen (vgl. oben) und die dadurch bedingte höhere Temperatur des Wassers unterhalb der Schwelle von 3000—4000 m, eine stärkere Erwärmung des antarktischen Wassers in den darüber liegenden Schichten begünstigt, während westlich davon, im brasilianischen Becken, der antarktische Strom ohne wesentliche Einengung seines Querschnitts in voller Tiefe und mit den niedrigen Temperaturen, die ihm in hohen südlichen Breiten eigen sind, ungehindert bis gegen den Äquator vordringen kann.

Um die Hebung der Isothermenflächen unter dem Äquator zu beleuchten, giebt Schott folgende Tabelle, in der erstlich für jede der angegebenen Breiten Mittelwerte der Tiefenlage bestimmter Temperaturen stehen und zweitens Differenzen gegen den Äquator angegeben sind.

1 Tiefenlage in m.

Gebiete		Isothermobathen von				
		20°	15°	10°	5°	3°
Atlantischer Ocean	30° bzw. 20° n. Br.	190	510	790	1480	3130
	Äquator	65	135	315	670	2560
	30° bzw. 20° s. Br.	145	250	470	880	1520
Indischer Ocean	Äquator	130	190	440	1250	1930
	30° bzw. 20° s. Br.	170	330	670	1140	1780

2. Niveaudifferenzen in m.

Atlantischer Ocean	30° (20°) n. Br. minus Äquator	125	375	475	810	570
	30° (20°) s. Br. minus Äquator	80	115	155	210	—1040
Indischer Ocean	30° (20°) s. Br. minus Äquator	40	140	230	—110	—150

Der untere Teil der Tabelle zeigt am deutlichsten die thermische Begünstigung der subtropischen Meere und besonders die des Nord-Atlantik. In 30° n. Br. liegt die 5°-Isotherme 810 m tiefer als unter dem Äquator. Die negativen Zeichen deuten ferner an, dafs im Süd-Atlantik und Indischen Ocean die 3°- und im letzteren auch die 5°-Isothermenfläche sich nicht wie die höheren Flächen gegen den Äquator hebt, sondern senkt, worauf bereits oben aufmerksam gemacht wurde.

Um noch auf andere Weise die vertikale Temperaturverteilung zu veranschaulichen, hat Schott neun Temperatur-Profile, teils in meridionaler, teils in westöstlicher Richtung durch verschiedene Meeresgebiete hindurchgelegt und in grofsem Mafsstab veröffentlicht. Die Profile längs 30° w. L., 7° ö. L. und 75° ö. L. kommen für die vorliegenden Fragen in erster Linie in Betracht, die übrigen dienen späteren Überlegungen zur Grundlage.

Die allgemeinen Schlufsfolgerungen, die Schott aus den genannten, verschiedenartigen Darstellungen der Temperaturverteilung zieht, lassen sich etwa in folgende Sätze zusammenfassen

Die grofse allgemeine Vertikal-Cirkulation des Meeres wird in allen Teilen in Gang gehalten durch das System der in den obersten Meeresschichten durch die Kraft der Winde verursachten Meeresströmmungen. Alle Bewegungen von Wasserteilchen unterhalb

der obersten Schicht sind Ausgleichsbewegungen, und zwar erfolgen diese auf jeder Halbkugel in je einem grofsen vertikalen Kreislauf von vorwiegend meridionaler Richtung. Die durch den Antrieb der Passate bewegten, auf der Westseite der Oceane in höhere Breiten abbiegenden Äquatorial-Strömungen bestehen aus Wassermassen, die zwar zum gröfsten Teil durch oberflächliche Kompensations-Strömungen ersetzt werden, ein gewisser Prozentsatz davon wird aber in der Äquatorial-Zone aus der Tiefe aspirirt und in die West-Strömungen aufgenommen. Daher die Hebung der Isothermenflächen in der Tiefe unter dem Äquator. Andererseits wird das in höheren Breiten angehäufte Oberflächenwasser infolge der Abkühlung und in den Rossbreiten auch infolge Konzentration durch Verdunstung schwerer werden und eine absteigende Bewegung annehmen. Auf diese Weise kommt die tiefgehende Durchwärmung der subtropischen Wassermassen zustande. Die in höheren Breiten niedersinkenden Wasser stellen den absteigenden Ast der Vertikal-Cirkulation vor, der mit dem aufsteigenden äquatorialen Ast in den gröfsten Tiefen durch einen langsamen, äquatorwärts gerichteten Strom verbunden ist, welcher die Auftriebwasser unter dem Äquator ersetzt.

In dieser Darstellung des grofsen Vertikal-Kreislaufs sind einige Punkte enthalten, die von den bisherigen Anschauungen abweichen. Bisher suchte man den absteigenden Ast der Vertikal-Cirkulation nur aufserhalb, d. h. polwärts von den Meeresgebieten, in welchen sich an der Oberfläche ein geschlossener Strömungsring vorfindet, also jenseits von etwa 40° Breite Man nahm an, dafs nur die Meeresströmungen, die, wie der Golf-Strom, von jenem Ring polwärts abbiegen, und die polaren Meeresströmungen Wasser in die Tiefe abgeben, das dann mit dem kalten Tiefenstrom gegen den Äquator getragen wird. Schott legt dagegen im Hinblick auf die grofse, tiefreichende Wärmeanhäufung in den Breiten von 20—40° den Hauptnachdruck darauf, dafs die Kompensation des äquatorialen Auftriebwassers nicht nur in höheren Breiten, sondern zum Teil bereits in der Breite von etwa 30° durch absteigende Bewegungen besorgt wird, und glaubt, dafs die relativ grofse Wärme der tieferen Schichten in den Subtropen nicht anders erklärt werden könne. Er weist auf die allerdings nur äufserliche Analogie hin, die auf diese Weise in einem Meridionalschnitt zwischen der atmosphärischen und oceanischen Cirkulation besteht, insofern Gebiete absteigender Bewegung im Luft- und Wasser-Ocean mit den Rossbreiten, Gebiete aufsteigender Bewegung mit dem Äquator zusammenfallen.

Ich mufs bekennen, dafs ich mich mit dieser neuen Auffassung, die bei der ersten Betrachtung der Temperaturkarten und Profile aller-

dings etwas Bestechendes hat, nicht befreunden kann. Es will mir nicht einleuchten, weshalb die relativ grofsen Wärmemengen in den Meerestiefen unter den Rossbreiten als ein Beweis abwärts gerichteter Wasserbewegungen angesehen werden müssen. Die Ausbauchung der Isothermen nach unten in den mittleren Breiten kann doch auch bei einem rein passiven Verhalten der dortigen Wassermassen zustande kommen. Da nämlich wie allgemein zugegeben wird, in der Äquatorialzone kaltes Tiefenwasser aufsteigt, so mufs selbstverständlich in den benachbarten subtropischen Wassermassen, in denen kein kaltes Wasser nach oben gezogen wird, gegenüber der Äquatorialzone ein relativer Wärmeüberschufs entstehen, oder anders ausgedrückt, durch die Hebung der Isothermenflächen unter dem Äquator kommen dieselben unter den Rossbreiten in eine relativ niedrige Lage. Ohne dafs irgend ein Wasserteilchen niedersinkt, mufs der Wärmegehalt der Wasserschichten hier demnach ein gröfserer sein als der im gleichen Niveau unter dem Äquator befindlichen. Man kann auch folgendermafsen argumentiren. Wo der kalte polare Unterstrom horizontal gerichtet ist, besteht zwischen der Meeresoberfläche und seinen oberen Schichten, d. h. bis zu etwa 1000 m hinab, eine ziemlich gleichmäfsige Temperaturabnahme, wo der Unterstrom zum aufsteigenden Strom wird, werden die Isothermen gegen die Meeresoberfläche zusammengedrängt. Jenes ist in den mittleren, dieses in äquatorialen Breiten der Fall. Es ist daher gar nicht erforderlich, eine Abwärtsbewegung warmer Wassermassen für die Erklärung der relativen Wärme in den mittleren Breiten in Anspruch zu nehmen. Damit würde aber Schott's Annahme hinfällig, dafs sich ein Teil der Vertikal-Cirkulation zwischen dem Äquator und etwa 30° abspielt. Es scheinen mir aber auch noch andere Gründe dagegen zu sprechen. Wenn nämlich der absteigende Ast der Vertikal-Cirkulation auch bereits in mittleren Breiten gesucht werden müfste, könnte das Wasser am Äquator dicht unter der Oberfläche nicht eine so niedrige Temperatur haben, wie es thatsächlich der Fall ist. Nach obiger Tabelle findet sich unter 0° Br. im Atlantik bei einer Oberflächentemperatur von 25°—26° die Isotherme von 10° bereits in 310 m, die von 5° in nur 670 m Tiefe, während unter 30° n. Br. diese Temperaturen erst in 790 bzw. 1480 m Tiefe angetroffen werden. Wenn nun wirklich das unter dem Äquator aufsteigende Wasser der Vertikal-Cirkulation einen wesentlichen seitlichen Zufluſs von dem nordatlantischen Warmwasser-Gebiet erhielte, müfste es offenbar mit einer höheren Temperatur, als es thatsächlich der Fall ist, in den oberen Schichten anlangen. Die niedrige Temperatur von 5° in nur 670 m

Tiefe ist mir ein Beweis dafür, dafs das dort befindliche Wasser, soweit es dem Nord-Atlantik entstammt, sich früher unter 30° n. Br zum mindesten in einer Tiefe von 1500 m befunden haben mufs und beim Aufsteigen bis zum Niveau von 670 m keine Vermischung mit wärmerem Wasser erfahren haben kann. Daraus ist zu schliefsen, dafs es polares Wasser ist, welches im submarinen Teil der Vertikal-Cirkulation die Hauptrolle spielt. Hierfür scheint im Süd-Atlantik noch ein anderer Umstand sprechen. Im westlichen Teil dieses Oceans, wohin der warme Brasilien-Strom gerichtet ist, zeigt sich unter den warmen Oberflächenschichten eine rapide Temperaturabnahme von 20° auf 5° bis zu 800 oder 900 m, unterhalb dieser Tiefe aber eine äufserst gleichmäfsige Temperaturverteilung, man gewinnt aus dem Temperaturprofil für 30° w. L. unmittelbar den Eindruck, dafs in der genannten Tiefe zwei heterogene Wassermassen scharf gegeneinander abgegrenzt sind, eine warme obere und eine kalte untere, ein Eindringen der oberen in die unteren oder ein Absteigen der warmen Wassermassen scheint nach der Lage der Isothermen ausgeschlossen. Der antarktische Tiefenstrom fliefst hier ohne Zweifel unter den von der Oberfläche her erwärmten Schichten nordwärts, ohne Wasser aus jenen aufzunehmen. Nach den Beobachtungen der „Gaufs“ [1]) ist die Grenzfläche beider Wassermassen nicht nur durch eine plötzliche Änderung in der Gröfse des Temperatur-Gradienten, sondern auch durch ein relatives Minimum im Salzgehalt deutlich ausgeprägt. Im östlichen Teil des Süd-Atlantik fehlt zwar die scharfe Umbiegung der Temperatur-Gefällskurve, die Isothermenflächen liegen tiefer; aber von einer absteigenden Bewegung von Wassermassen kann hier wohl um so weniger die Rede sein, als im Gebiet des Benguela-Stroms gerade Auftriebserscheinungen auftreten.

Schott hat auch versucht, seine Ansicht durch einen Vergleich der verschiedenen Warmwassergebiete zu stützen. Im Nord-Atlantik ist in den Rossbreiten die Ansammlung warmen Wassers am gröfsten, im Süd-Atlantik am geringsten. Der Indische Ocean zeigt mittlere Verhältnisse. Durch die Spaltung des Süd-Äquatorialstroms vor Süd-Amerikas Ostkap wird ein grofser Überschufs an warmem Wasser dem Nord-Atlantik zu Teil, das dem Süd-Atlantik verloren geht. Dieser Umstand, sowie der andere, dafs die nordatlantischen Küsten in mittleren Breiten konvergiren, die südatlantischen und südindischen dagegen divergiren, bedingt nach Schott, dafs der in die Vertikal-Cirkulation

[1]) Veröffentl. d. Instituts f. Meereskunde etc. Berlin 1902, Heft I, S. 47 und Tafel IV.

übergehende Prozentsatz des warmen Wassers im Nord-Atlantik am gröfsten ist. Wenn man überhaupt die Existenz einer Vertikal-Cirkulation zwischen 0° und etwa 30° Br zugestehen will, klingt jene Beweisführung plausibel. Dagegen scheint mir die Verschiedenheit in den Oceanen ebenso erklärlich zu sein, wenn man nichts weiter annimmt, als eine Vertikal-Cirkulation zwischen den höheren Breiten und dem Äquator. Es ist sicher, dafs sich in den centralen Gebieten der subtropischen Meere, in dem Windstillengebiet der Rossbreiten, die Wassermassen in einer gewissen Stagnation befinden. Im Nord-Atlantik ist dies Gebiet, in der Sargasso-See, nicht nur am ausgedehntesten, sondern auch an der Oberfläche am wärmsten im Vergleich mit dem entsprechenden südatlantischen und indischen Gebiet. Infolgedessen kann eine Durchwärmung aller Schichten bis zu grofsen Tiefen durch Wärmeleitung im Nord-Atlantik am stärksten zur Ausbildung kommen, zumal die Temperatur der untersten Schichten infolge beschränkter Verbindung mit dem arktischen Becken und wegen der grofsen Entfernung vom antarktischen Meer relativ hoch ist. Im Süd-Atlantik sind die Wärmeverhältnisse in den oberen Schichten so benachteiligt, weil erstlich die Oberflächen-Temperaturen infolge der Teilung des Süd-Äquatorialstroms und der Einschaltung des kalten Benguela-Stroms in den Stromring relativ niedrige sind, weil zweitens ein gröfseres stromloses Gebiet fehlt und drittens der antarktische Unterstrom hier seinem Quellgebiet nahe ist und, wie es scheint, verhältnismäfsig schnell gegen den Äquator strömt und dadurch eine Durchwärmung von oben her beschränkt. Im Südindischen Ocean endlich ist das Verhältnis nicht so ungünstig wie im Süd-Atlantik, weil die kalte Strömung im Osten fehlt und die Aspiration von Tiefenwasser gegen den Äquator nicht so stark ist. Aufserdem scheint aber der kalte Unterstrom im Indischen Ocean einer weniger kalten Region der Antarktis zu entstammen, als der südatlantische, was durch andere Beobachtungen bestätigt wird (s. u.). Die Folge davon mufs sein, dafs sich das subtropische Wärmegebiet in diesem Ocean im Vergleich zum südatlantischen deutlicher ausprägt.

Für eine Entscheidung der ganzen Frage nach den submarinen Temperaturverhältnissen und deren Bedingungen innerhalb der Breiten von 40° sind Beobachtungen erforderlich, die in den oberen 1000 m über die physikalische Beschaffenheit des Wassers Aufschlufs geben. Insbesondere ist eine Bestimmung des Herkunftsorts der Wassermassen in den verschiedenen Schichten und Breiten anzustreben, und zwar eine Sammlung von Wasserproben, deren Gasgehalt zu untersuchen wäre.

Vielleicht ist es von Vorteil, sich bei zukünftigen Forschungen auf diesem Gebiet durch eine andere Fragestellung wie bisher leiten

zu lassen. Man sollte davon ausgehen, dafs an jeder Stelle des Oceans die Tendenz zu einer homothermen Temperaturverteilung vorhanden ist, und die Frage stellen, wie die thatsächlich vorhandene Temperaturabnahme mit der Tiefe zu erklären ist. Wie kommt es, dafs im Gebiet der Rossbreiten die Temperatur schon von der Oberfläche an nach unten hin ebenso, wenn auch in geringerem Grade, wie in der Äquatorialzone, abnimmt? In der Äquatorialzone ist die starke Temperaturabnahme nach unten durch den Auftrieb erklärt. Aber in mittleren Breiten, wo der Auftrieb offenbar fehlt, mufs die niedere Temperatur der Schichten unterhalb der Oberfläche andere Ursachen haben. Sie kann daher rühren, dafs sich zwischen der Oberfläche einerseits und dem kalten Tiefenstrom in etwa 1000 m andererseits durch Wärmeleitung ein Temperaturgefälle hergestellt hat, wie bei jedem Körper, der an der einen Seite ständig auf einer hohen, an der andern auf einer tiefen Temperatur gehalten wird. Wenn die subtropischen Wassermassen oberhalb des kalten Unterstroms ohne jede Bewegung wären, würde diese Erklärung vollständig genügen. Thatsächlich befinden sich aber die Wassermassen, abgesehen vielleicht von dem stromlosen Centralgebiet, in einer mit der Tiefe abnehmenden Bewegung, und zwar der Hauptsache nach in einer Rotationsbewegung um das Centralgebiet, wobei in der Äquatorialzone und zum Teil auch an der Ostseite des Stromzirkels kaltes Tiefenwasser aufgesogen und in die Rotation mit aufgenommen wird. Infolgedessen kann die vertikale Temperaturverteilung in den Subtropen dadurch bedingt sein, dafs das aufgenommene kalte Auftriebwasser die Temperatur des ganzen Stromkreises unterhalb der Oberfläche herabsetzt, und zwar am stärksten dort, wo das Wasser gerade erst aus der Tiefe aufsteigt, d. h. im östlichen Teil des Stromkreises und besonders unter dem Äquator, am wenigsten dort, wo es ungestört der Wärmewirkung des durch Insolation erwärmten Oberflächenwassers ausgesetzt gewesen ist, d. h. im westlichen und nördlichen Teil des Stromkreises. Und zwar sollte diese Wärmewirkung sich während der Bewegung allmählich von oben nach unten hin fortpflanzen, d. h. in den oberen Schichten des Stromzirkels müfste das wärmste Gebiet im westlichen Teil der Subtropen liegen, mit jedem tieferen Niveau müfste das Gebiet relativ gröfster Wärme in der Richtung des Strömungssystems immer weiter verschoben erscheinen. In der That kann man an den Schott'schen Isothermenkarten die Beobachtung machen, dafs z. B. im Süd-Atlantik das Gebiet gröfster Wärme in den obersten Schichten sich an die Küste Brasiliens zwischen 10° und 20° s. Br. anlehnt, aber von 100 m Tiefe ab sich allmählich bandförmig zwischen 20° und 30° s. Br. östlich ausbreitet

und in 400 m Tiefe ein Maximum unter 0° L. und 30° s. Br. zeigt. Im westlichen Nord-Atlantik verschiebt sich das Gebiet gröfster Wärme von 100 m Tiefe in 20° Br nach 600 m Tiefe in 35° Br. Es scheint sich also eine von der Oberfläche ausgehende Wärmewelle allmählich in die Tiefe fortzupflanzen, wobei eine Verschleppung in der Richtung des Stromkreises stattfindet.

Wie gesagt, müssen Beobachtungen darüber entscheiden, ob die vertikale Temperaturabnahme in den Subtropen wesentlich ein Effekt der Wärmeleitung zwischen der erwärmten Oberfläche und dem kalten Tiefenstrom ist, oder ob sie wesentlich durch das Hinzukommen kalten Auftriebwassers in der Äquatorialregion beeinflufst wird. Im letzteren Falle mufs das Wasser unterhalb der obersten Schichten an seinem Gasgehalt seinen heterogenen, polaren Ursprung erkennen lassen. Selbstverständlich können beide Erscheinungen zusammenwirken, es werden auch Mischungen der Wassermassen eintreten, die Entscheidung wird zwischen beiden Extremen liegen.

In seinen Darlegungen über das Zustandekommen der allgemeinen Vertikal-Cirkulation hat Schott, wie oben mitgeteilt, die Behauptung aufgestellt, dafs lediglich durch das System der Meeresströmungen der vertikale Kreislauf zwischen höheren und niederen Breiten in Gang gehalten wird. Ich vermute, dafs auch dieser Punkt nicht ohne Widerspruch aufgenommen wird. Denn es darf keinenfalls bezweifelt werden, dafs eine von den bewegenden Kräften in dem Temperaturgegensatz zwischen den Breiten zu suchen ist und durch ihn fortgesetzt Nahrung erhält. Die lichtvolle Darstellung von Zöppritz über den Antrieb, der durch jene Kraft entsteht, behält seine volle Geltung[1]). Es kann sich daher nur um die Frage handeln, in welchem Grade die Vertikal-Cirkulation, die durch den Dichteausgleich zwischen hohen und niederen Breiten entsteht, durch Meeresströmungen befördert wird. Eine Beantwortung dieser Frage dürfte indes wegen jeglichen Anhalts für die Gröfse des Kompensations-Bedürfnisses in der Äquatorialzone in weite Ferne gerückt oder vielleicht für immer ausgeschlossen sein. Nur darüber ist man sich einig, dafs der kalte Unterstrom eine äufserst langsame Bewegung hat.

Schott versucht, unter gewissen Voraussetzungen, wenigstens die Gröfsenordnung der Geschwindigkeit jenes Stroms zu ermitteln und kommt zu einem Wert, der kleiner ist als 1 mm (0,7 mm) in der Sekunde, sodafs ein Wasserteilchen zwischen 30° Br. und dem Äquator 150 Jahre unterwegs sein würde. Es soll auf diese Zahl durchaus kein besonderes

[1]) Krümmel, Handbuch der Oceanographie II, S. 283.

Gewicht gelegt werden. Indessen möchte ich darauf hinweisen, dafs die Bewegung in den vertikalen Ästen der Cirkulation im Verhältnis zu derjenigen in dem Unterstrom wegen des viel gröfseren Querschnitts der Vertikalbewegung noch viel langsamer vor sich geht. Das übersieht Schott, wenn er dieselbe Geschwindigkeit von 0,7 mm für das Aufsteigen des Wassers unter dem Äquator annimmt. Der Querschnitt des horizontalen Tiefenstroms unter 30° Br wird, eine bestimmte Breite vorausgesetzt, durch die Mächtigkeit des Stromes gemessen, die z. B. 3500 m betragen mag. In der äquatorialen Auftriebzone hat aber der aufsteigende Ast der Vertikal-Cirkulation einen Querschnitt, der nach hunderten von Kilometern zählt. Da Kontinuität der Bewegung vorhanden ist, mufs die Geschwindigkeit der Bewegung beim Aufsteigen von einer noch kleineren Gröfsenordnung sein. Bei einer Erweiterung des Querschnitts von 3500 m auf 350 km würde z. B. die oben angenommene Geschwindigkeit auf 0,007 mm sinken, und ein Wasserteilchen würde nicht, wie Schott annimmt, 50 Tage, sondern 5000 Tage oder 14 Jahre gebrauchen, um aus 3000 m Tiefe aufzusteigen. Ebenso mufs in hohen Breiten die Bewegung nach unten im Vergleich zu der des Tiefenstroms eine fast verschwindende Gröfse sein, wo nicht Verengungen des Strombetts eintreten. Vor allem wird in dem breiten Meeresgürtel, der die Antarktis umgiebt, eine äufserst kleine absteigende Bewegung schon genügen, um bedeutende Wassermassen dem engen Profil des Antarktischen Tiefenstroms zuzuführen. Auf diesen Punkt, der z. B. auch in der atmosphärischen Vertikal-Cirkulation das Geschwindigkeitsverhältnis der auf- und absteigenden Luftbewegungen zu den horizontalen Luftströmungen bestimmt, scheint bisher noch nicht aufmerksam gemacht zu sein.

Wir wenden uns nach diesen Erörterungen wieder den Ausführungen Schott's zu. Von den grofsen Charakterzügen, welche die Temperaturverteilung im Meer bedingen und in der allgemeinen Vertikal-Cirkulation ihre Erklärung finden, sind lokale Erscheinungen zu trennen, die an gewisse sekundäre Kräftewirkungen gebunden sind. Dahin gehören die auf gewisse Meeresteile beschränkten Vorkommnisse von kaltem Auftrieb- und warmem Anstauwasser. In Übereinstimmung mit anderen Autoren behauptet Schott 1., dafs das warme Oberflächenwasser mancher Meeresgegenden vorzugsweise an den Luvküsten tropischer Windgebiete durch direkte mechanische Wirkung des Windes oder auch von Strömungen aufgehäuft wird und zum Teil wenigstens durch Niedersinken in die Tiefe entweichen mufs, und 2., dafs das kalte Auftriebwasser in lokal beschränkter Verbreitung direkt infolge Windwirkung oder als Begleiterscheinung von Strömungen auftritt.

Indessen beschränken sich diese Erscheinungen, wie nachgewiesen wird, in der Regel auf die oberen 200—300 m, sie sind nach Schott ein unbedeutendes Phänomen im Vergleich zu den vorher besprochenen grofsen Vorgängen des Anstaus und Auftriebs. Die Temperaturkarten lassen mit grofser Schärfe Warmwasser-Ansammlungen am Ende des Guinea-Stroms in der Kamerun-Bucht bis zu 1000 m Tiefe erkennen, ferner an der Küste Brasiliens zwischen etwa 10° und 20° s. Br. (bis 200 m) und am Aufsenrande der Grofsen Antillen (bis 400 m). Im Indischen Ocean sind solche Anstauwirkungen vor der Küste Sumatras am Zielpunkt der äquatorialen Gegenströmung vorhanden bis zur Tiefe von 120 m. Kalte Auftriebwasser erscheinen andererseits an der Küste von Deutsch-Südwest-Afrika (oberhalb 300 m) und von Nordwest-Afrika (oberhalb 300 m). Die angegebenen Tiefen sind natürlich nur als angenäherte Werte für die untere Grenze aufzufassen, in Wahrheit besteht ein allmählicher Übergang zu normalen oder zu den Verhältnissen, die oben bei der allgemeinen Cirkulation zur Sprache gekommen und im einzelnen noch einer näheren Erforschung dringend bedürftig sind.

Im Anschlufs an diese Besprechung lokaler Erscheinungen macht Schott auf die Meeresgebiete aufmerksam, die durch submarine Bodenschwellen eine partielle Abgeschlossenheit gegen die grofsen oceanischen Becken aufweisen und die unterhalb des Niveaus der Bodenschwelle mit homothermen Wassermassen gefüllt sind. Aufser den schon seit langer Zeit bekannten Vorkommnissen dieser Art wird die Andamanen-See namhaft gemacht, in welcher nach Carpenter's Messungen auf der „Investigator" (1887) von 1100 m ab eine fast gleichmäfsige Temperatur des Meerwassers bis zum Grunde vorhanden ist. Von 1500 m bis zum Grund in 3000 und 4000 m beträgt dieselbe 5.°2, während sie im Bengalischen Busen von 4.°2 auf 1.°7 abnimmt. In diese Kategorie gehört auch das von der Valdivia-Expedition erforschte Mentawei-Becken, das von 900 m ab gegen den Ocean abgesperrt und von dieser Tiefe bis zum Grund mit Wasser von 5.°9 angefüllt ist.

Besondere Verhältnisse zeigen sich im Karaibischen Meer. Obgleich erst von 1400 m Tiefe ab das Becken dieses Meeres völlig gegen den Ocean abgeschlossen ist, wie durch Lotungen zwischen den Antillen nachgewiesen wurde, mufs doch schon in geringeren Tiefen die Verbindung mit dem offenen Meer stark behindert sein. Denn in allen Schichten zwischen 100 und 1500 m ist die Temperatur in der Karaibischen See höher als im benachbarten Atlantik. Am gröfsten ist der Temperatur-Unterschied in der Tiefe von 150 m mit 7.°1, in 200 m beträgt er noch 6.°3, in 400 m 6.°0 und fällt auf 2.°2 in 600 m.

Schott sucht die Ursache dieses Verhaltens darin, daſs der Gesamtquerschnitt der Zugänge zum Karaibischen Meer zwischen den Antillen durchaus ungenügend ist, um nur annähernd die gesamten Wassermassen des in seinen tieferen Schichten kalten Äquatorial-Stroms passiren zu lassen. Der gröſste Teil wird vor den Antillen nach Norden abgelenkt. Infolgedessen kann sich in den fraglichen Schichten der Karaibischen See eine gröſsere Wärme ansammeln. Mit diesem Erklärungsversuch dürfte indes schwerlich die Thatsache in Einklang zu bringen sein, daſs nach der Tiefe hin, also mit abnehmender Zugangsbreite und zunehmender Abgeschlossenheit, der Temperatur-Überschuſs im Binnen-Meer immer kleiner wird und bei 1400 und 1500 m ganz verschwindet, sodaſs unterhalb dieser Schicht in allen Tiefen eine so niedrige Temperatur wie 4.°2 angetroffen wird. Ich vermute deshalb, daſs der Gesamtquerschnitt der Zugänge an sich wohl hinreichen würde, um das Eindringen kalten Wassers vom Ocean zu gestatten und damit Temperatur-Gleichheit in jedem Niveau zu beiden Seiten der Antillen zu bewirken, daſs aber das Eindringen kalten Wassers wahrscheinlich dadurch stark behindert wird, daſs durch die raschfliefsende Oberflächenströmung, die in das Karaibische Meer dringt, hier ein Warmwasseranstau, ein Überdruck erzeugt wird, der den Zufluſs in den nächsttieferen Schichten nicht aufhebt, aber doch verlangsamt. Der thermische Erfolg muſs der beobachtete sein, daſs nämlich im Bereich der schnellen Oberflächenströmung bis zu 100 m Tiefe kaum ein Temperatur-Unterschied zwischen dem offenen Ocean und dem Binnenmeer vorhanden ist, daſs aber unmittelbar darunter der Wärmeüberschuſs im letzteren am gröſsten ist und nach der Tiefe hin abnimmt.

Eine besondere Betrachtung widmet Schott den hohen Temperaturen vor der Gibraltar-Straſse und der Straſse von Bab-el-Mandeb. Aus seinen neuen Temperaturkarten ergiebt sich mit voller Deutlichkeit die auch schon von andern Forschern hervorgehobene Thatsache, daſs die salzreichen, warmen Unterströme in jenen Straſsen den benachbarten oceanischen Meeresteilen eine weithin meſsbare und in groſse Tiefen reichende Wärme zuführen. Vor der Gibraltar-Straſse wird das Wärmegebiet etwa durch die Canarischen Inseln im Süden, die Länge von Madeira im Westen und den Biskaya-Golf im Norden begrenzt und durch einen Temperatur-Überschuſs von mehr als $^1/_2{}^\circ$ in allen Schichten zwischen 400 und fast 2000 m (von sogar 2.°7 in 800 m) gekennzeichnet. Im Golf von Aden und im nordwestlichen Arabischen Meer ist von 150 m ab bis zu der groſsen Tiefe von 3000 m ein nach unten von 4° auf 0.°4 abnehmender Temperatur-Unterschied gegen die benachbarten Gebiete des Indischen Oceans vor-

handen. Auch im Salzgehalt macht sich der Ursprung dieser stark erwärmten Wassermassen geltend. Buchanan hat schon 1888 an der Marocco-Küste ungewöhnlich hohe spezifische Gewichte ermittelt und richtig gedeutet, die „Valdivia" fand im Golf von Aden in 1840 m Tiefe 38.47 ‰ Salzgehalt, d. h. 3 ‰ mehr als im Tiefenwasser des Indischen Oceans.

Ein weitverbreiteter Charakterzug in der vertikalen Temperatur-Verteilung innerhalb der Tropen ist das Vorhandensein einer Sprungschicht, d. h. einer Schicht mit starken vertikalen Temperatur-Gradienten. Ausgehend von der durchschnittlichen Temperatur-Abnahme zwischen 0 und 200 m Tiefe in der Äquatorialzone, setzt Schott als Kriterium für die Existenz einer Sprungschicht eine Temperatur-Abnahme von wenigstens 2° auf 25 m Tiefenzuwachs. Die Dicke solcher Schichten beläuft sich in den Tropen meist auf 25—75 m. Ihre Tiefenlage ist für die Oceane verschieden, aber im allgemeinen nicht gröfser als 200 m, wie aus den verhältnismäfsig wenigen Beobachtungen, die sich zur Diskussion eignen, hervorgeht. Aus den Messungen an Bord der Schiffe Valdivia, Challenger, Buccaneer, Waterwitch und Investigator liefsen sich folgende Tiefenlagen für die Sprungschicht herleiten

im Atlantischen Ocean 25— 80 m, im Pacifischen Ocean 110—180 m,
im Indischen „ 90—140 m, im Indomalayischen Meer 100—165 m.

Die Gröfse des thermischen Gradienten ist vielfach wechselnd. Temperatur-Abnahmen von 7°—8° auf 25 m gehören schon zu den gröfsten, die gemessen wurden. Da Buchanan einmal 8.°4 auf 10 m fand, mag als obere Grenze 1° auf 1 m gelten. Gegen die Temperatur-Gradienten in der Sprungschicht von Binnenseen bleibt auch dieser Maximalwert weit zurück. Im Meer handelt es sich offenbar um eine Erscheinung, die durch ganz andere Ursachen hervorgerufen wird, wie auf Binnenseen. In der That sind konvektive Vorgänge infolge periodischer Erwärmung und Erkaltung der Meeresoberfläche im Laufe des Tages oder Jahres wegen der geringen Temperatur-Amplitude auf dem Meer wohl nur von untergeordneter Bedeutung. Möglicherweise kann dagegen eine Erhöhung des Salzgehalts durch Verdunstung ein Niedersinken warmen Wassers in die Tiefe hervorrufen, so dafs der Temperatur-Gradient gegen die kalten unteren Wassermassen verschärft wird. Schott hat versucht für zwei Stellen des Nordatlantischen und Indischen Oceans zu berechnen, wie tief infolge einer gewissen Salzerhöhung an der Oberfläche die dadurch schwerer gewordenen Wasserteilchen sinken können, bis sie in statisches Gleichgewicht mit der Umgebung kommen. An der einen Stelle würde das in etwa

25 m, an der andern in 110 m Tiefe stattfinden. Ich kann diese und ähnliche Rechnungen nicht für beweiskräftig halten, da die thatsächliche vertikale Temperatur-Verteilung, deren Zustandekommen erst bewiesen werden soll, von vornherein in die Rechnung eingeführt und zu deren Grundlage gemacht wird. Viel maſsgebender für das Zustandekommen und die Lage der Sprungschicht im Ocean ist, wie Schott auch nachdrücklich betont, das Zusammendrängen der Isothermen von unten her, durch Auftrieb. Am stärksten wird der Temperatur-Gradient dort werden, wo die Meeresoberfläche nicht ganz von dem aufsteigenden Ast der Vertikal-Cirkulation erreicht wird, während ein weiteres Empordrängen des kalten Wassers schon eine Vermischung mit dem Oberflächenwasser bedingt und den Temperatur-Unterschied herabsetzt. Da die Energie des Auftriebs durch das Maſs des Kompensationsbedürfnisses geregelt wird, so muſs innerhalb der Tropen die Sprungschicht dort, wo kräftige Oberflächenströmungen auftreten, der Oberfläche sehr nahe kommen oder sie erreichen, wie im Atlantik. Ist die Energie des Auftriebs kleiner, wie im tropischen Indischen Ocean, weil hier die Fortführung von Oberflächenwasser nach höheren Breiten auf die südliche Hemisphäre beschränkt ist, so liegt die fragliche Schicht tiefer.

Ein weiteres Kapitel des Valdivia-Werkes beschäftigt sich mit den antarktischen Tiefsee-Temperaturen und basirt auf einer Auswahl und Zusammenfassung von Temperatur-Serien, die von der Valdivia, Challenger, Belgica und Fram heimgebracht wurden. Aus den mitgeteilten Temperaturreihen ersieht man zunächst, daſs die Region um die Bouvet-Insel nicht nur an der Oberfläche (s. S. 771), sondern auch bis in die gröſsten Tiefen niedriger temperirt ist als westlich und östlich davon. Um einen absoluten Maſsstab für das Wärmedeficit der Bouvet-Region zu erhalten, habe ich die Schott'sche Temperaturtabelle dazu benutzt, auszurechnen, wieviel Wärmemengen, ausgedrückt in Kilogramm-Kalorien, in den verschiedenen Meeresgebieten unter der Fläche von einem Quadratmeter enthalten sind. Natürlich kann man nicht den absoluten Wärmeinhalt der Wassersäulen angeben, man muſs von einer beliebig gewählten Basis ausgehen; ich habe den Wärmeinhalt einer Wassersäule von der Temperatur 0° gleich Null gesetzt, weil das für die Berechnung am bequemsten ist. Dann hat z. B. eine Wassersäule 1 qm Querschnitt und 1000 m Tiefe bei einer mittleren Temperatur von 1° einen relativen Wärmeinhalt von einer Million Kalorien, oder mit anderen Worten, um eine Wassersäule von den angegebenen Dimensionen von 0° auf 1° zu erwärmen, bedarf es einer Zufuhr von einer Million Kalorien. Dabei ist die Wärmekapazität des Wassers gleich eins gesetzt, für Seewasser müſste man einen etwas

kleineren Wert nehmen, — aber da es sich hier wesentlich um Vergleiche handelt, mag man die Ungenauigkeit in den Kauf nehmen. Eine Multiplikation der Zahlen mit dem wahren Wert für die Kapazität würde genaue Werte geben. Die Zahlen der folgenden Tabelle geben aus Raumrücksichten nicht den gesamten relativen Wärmeinhalt an; sie sind vielmehr sämtlich mit 100000 zu multipliziren.

Wärmemengen in 100000 kg-Kalorien.

Wassersäulen	I Belgica 70° 30′ S. 94° 12′ W. Pacific	II Belgica 61° 5′ S. 63° 4′ W. Kap Horn	III Valdivia 56° S. 14°-16° O. Bouvet-Insel	IV Valdivia 62°-63° S. 54°-58° O. Enderby-Land	V Challenger 60° 52′ S. 80° 20′ O. Termination-Land	VI Fram 81° 40′ N. 121° O. Nördl. Eismeer
a) Relativer Wärmeinhalt						
0—200 m	— 2.1	0.5	—1.8	— 0.8	0.2	0.9
200—500 m	4.4	4.5	1.8	4.7	3.0	— 2.3
0—500 m	2.3	5.0	0.0	3.9	3.2	— 1.4
500—1000 m	6.75	9.5	3.5	7.5	9.0	0.5
1000—1500 m	5.0	8.7	2.2	8.0	7.5	— 1.5
1500—2000 m		7.0	—0.25	5.5		— 3.25
0—1000 m	9.0	14.5	3.5	11.4	12.2	— 0.9
1000—2000 m		15.7	2.0	13.5		— 4.7
0—2000 m		30.2	5.5	24.9		— 5.6
b) Wärmeüberschufs über die Bouvet-Region.						
0—500 m	+ 2.3	+ 5.0	0.0	+ 3.9	+ 3.2	— 1.4
500—1000 m	+ 3.2	+ 6.0	0.0	+ 4.0	+ 5.5	— 3.0
1000—1500 m	+ 3.8	+ 6.5	0.0	+ 5.8	+ 5.3	— 3.7
1500—2000 m		+ 7.3	0.0	+ 5.8		— 3.0
0—1000 m	+ 5.5	+ 11.0	0.0	+ 7.9	+ 8.7	— 4.4
1000—2000 m		+ 13.8	0.0	+ 11.6		— 6.7
0—2000 m		+ 24.6	0.0	+ 19.5		— 11.1

Diese Zahlen lassen besser, als es durch Temperaturreihen geschehen kann, die thermischen Verhältnisse der antarktischen Gebiete beurteilen und vergleichen. Man erkennt hier deutlicher als in den Temperaturserien, welche Ausnahmestellung die Bouvet-Region innerhalb des antarktischen Meeresgürtels einnimmt. Die Bouvet-Region mit einer mittleren Breite von 56° steht in thermischer Beziehung der fast 3000 km weiter polwärts gelegenen Fram-Position in 81° 40′ n. Br.

näher als den anderen Gegenden des südlichen Eismeeres. In den obersten 200 Metern tritt der Wärmemangel der Bouvet-Gegend nicht so stark hervor wie in den tieferen Schichten. In 200—500 m ist er schon erheblich, aber er wächst noch nach der Tiefe, wie der zweite Teil der Tabelle zeigt. Am wärmsten von den fünf antarktischen Gegenden ist die südlich von Kap Horn. Dort enthält jede Wassersäule von 1 qm Querschnitt und 2000 m Tiefe $2^1/_2$ Millionen Kalorien mehr als in der Bouvet-Region. Östlich von dieser, bei Enderby-Land, ist ein Wärmeüberschufs von zwei Millionen Kalorien vorhanden. Die Temperatur in 2000 m Tiefe ist von der „Challenger" bei Termination-Land nicht gemessen worden, deshalb läfst sich der Wärmeinhalt der unteren Wassersäule nicht berechnen. So viel ist aber den Wärmeverhältnissen der oberen 1500 m zu entnehmen, dafs die Gegend bei Enderby-Land in thermischer Beziehung dem Meer bei Termination-Land nicht nachsteht, wie man aus den Temperaturen an der Oberfläche schliefsen könnte.

Was die Temperaturschichtung im einzelnen betrifft, die durch einige ausgezeichnete Profile erläutert wird, so zeigt sich in der Bouvet- und Enderby-Gegend kathotherme, an den Stationen westlich und östlich davon dichotherme Schichtung, d. h. an letzteren liegt eine eiskalte Schicht zwischen einer dünnen oberen und mächtigen unteren warmen Schicht eingebettet, was auf eine oberflächliche Zufuhr warmen Wassers aus mittleren Breiten deutet.

Für die Erklärung der kathothermen Schichtung in den polaren Gewässern glaubt Schott aufser der schon lange als wirksam anerkannten Eisschmelze noch eine andere Ursache geltend machen zu müssen, nämlich Wärmeabgabe aus den oberen Wasserschichten an die das Meer überwehende und die es überlagernde Luft. Diese Wärmeabgabe mufs naturgemäfs in den obersten, salzärmeren Schichten vertikale Konvektions-Strömungen erzeugen, die erst an der salzreichen, wärmeren unteren Wasserschicht eine untere Grenze finden. Es können infolgedessen an der Grenzfläche kalten und warmen Wassers Temperatur-Unterschiede auftreten, die an die Erscheinung der Sprungschicht erinnern, wie sie z. B. in den Wintermonaten in der Ostsee an der Grenzfläche der Deck- und Bodenschicht seit lange bekannt sind. Die „Valdivia" hat bei Enderby-Land zwischen der Tiefe von 100 und 125 m eine Temperaturzunahme von 1 °1 gefunden. Im allgemeinen liegt das Niveau der Grenzfläche in 150 m Tiefe, sowohl im nord-, wie südpolaren Meer. Schott ist der Meinung, dafs, wenn der Vorgang der Eisschmelze allein für die Ausbildung der kathothermen Schichtung mafsgebend wäre, die Mächtigkeit der unter 0° temperirten Schicht im Südpolar-

meer viel gröfser sein müfste als im Arktischen Meer, weil dort die Eisberge bis in Tiefen von 400—500 m hinabreichen, während das im Nordpolarmeer vorherrschende Packeis im Durchschnitt nur Tiefen von 7 bis 10 m aufweist. Demgegenüber ist wohl zu betonen, dafs die Mächtigkeit der oberen Schicht auch davon abhängt, wie viel Eis schmilzt und ob das Schmelzwasser Raum zur Ausbreitung hat. Im engumgrenzten arktischen Becken dürfte doch wohl die Menge des schmelzenden Eises (auf die Flächeneinheit reduzirt) aufserordentlich beträchtlich sein und zugleich das Schmelzwasser weniger Gelegenheit haben sich auszubreiten als in dem breiten Gürtel der Antarktis. Deshalb kann dort die kalte Schicht trotz des geringen Tiefgangs des Eises doch eine bedeutende Mächtigkeit erlangen. Jedenfalls fehlt dort die Möglichkeit, dafs die Luft erkaltend auf die oberste Wasserschicht einwirkt. Das dichtgedrängte Eis ist ein so guter Wärme-Isolator, dafs von den unter ihm befindlichen Wasserschichten die Kälte abgehalten wird. Auch für solche Gegenden, in denen eine dichotherme Schichtung vorhanden ist, fällt der erkaltende Einfluſs der Atmosphäre fort Dort ist die kalte, durch die darüber liegende, aus niederen Breiten stammende warme Schicht ganz der Einwirkung der Lufttemperatur entzogen.

C. Andere oceanographische Ergebnisse.

Wie beim Entwurf der Temperaturkarten sind auch für die Karte der Verteilung des Salzgehalts an der Meeresoberfläche und am Meeresboden möglichst alle zuverlässigen Beobachtungen verwendet worden. Aus der Besprechung, die hauptsächlich die von der „Valdivia" besuchten Gegenden betrifft, sei Folgendes hervorgehoben. Schott weist u. a. darauf hin, dafs, wenn nicht immer, so doch wohl häufig, und zwar besonders im Sommer, sich von der afrikanischen Küste bis weit nach Westen hin ein Gebiet niedrigen Salzgehalts ausdehnt, das mit dem Gebiet des Südwest-Monsuns und der Guinea-Strömung zusammenfällt. Gelegentlich ist dieses Band salzärmeren Wassers wohl unterbrochen, aber zu Zeiten hebt es sich scharf gegen die salzreichere Umgebung ab. Wahrscheinlich sind es hier, wie auch an anderen Stellen der Tropen, vorwiegend meteorologische Verhältnisse, die für die Salzverhältnisse mafsgebend sind, insbesondere das Mafs der Luftbewegung und Luftfeuchtigkeit, durch welches die Verdunstungsgröfse geregelt wird. Schott findet nämlich auch durch seine neueren Beobachtungen seine früher ausgesprochene Vermutung bestätigt, dafs die relativ niedrigsten Salzgehalte auf der tropischen Hochsee in Gegenden auftreten, denen eine feuchte und zugleich wenig bewegte Luft oder Windstillen eigen sind. Wenig Einfluſs scheint ihm

der Niederschlag zu haben, der nur vorübergehend die Salinität des Oberflächenwassers herabsetzt. Was letzteren Punkt betrifft, so möchte ich annehmen, dafs er von Schott doch wohl stark unterschätzt wird. Gerade so gut, wie man allgemein von der Wirkung der Verdunstung auf die Erhöhung des Salzgehalts überzeugt ist, mufs man die umgekehrte Wirkung bei einer Zufuhr süfsen Wassers durch Niederschlag annehmen. Wo die Verdunstungsgröfse die Niederschlagshöhe überwiegt, mufs der Salzgehalt gröfser, wo der Niederschlag die Verdunstung übertrifft, mufs er kleiner sein, als im Mittel. Und zwar sollte man sogar *a priori* annehmen, dafs die Konzentration des Salzgehalts bei einem bestimmten Überschufs zu Gunsten der Verdunstung geringer ist, als die Herabsetzung des Salzgehalts bei einem gleichen Überschufs zu Gunsten der Niederschlagsmenge. Denn im Gebiet vorwiegender Verdunstung werden infolge der Konzentration des Meerwassers Konvektions-Strömungen erzeugt, die immer neues Wasser an die Oberfläche führen. Im Gebiet überwiegenden Regens wird sich aber die Ansüfsung nur auf die oberen Schichten erstrecken, da das Produkt der Mischung leichter ist. Nun ist es allerdings möglich, dafs die verhältnismäfsig niedrige Temperatur des Regenwassers ein Niedersinken des Mischungswassers aus Regen- und Meerwasser bewirkt, obgleich der Salzgehalt herabgesetzt ist, sodafs auch in diesen Gebieten an der Meeresoberfläche immer neue Wassermassen erscheinen und die Wirkung des Regens vermindert wird. Jedenfalls bedarf diese Frage noch einer näheren Untersuchung der Salzgehaltverhältnisse in den obersten Schichten der Tropen und Subtropen.

Den Einfluſs der Ansüfsung des Meerwassers durch Zuflüsse vom Festland her konnte die „Valdivia“ an der Westküste Afrikas in der Umgebung der Kongo-Mündung weithin feststellen. An der Meeresoberfläche ist die Salinität in einer Erstreckung von 550 km in WzO —OzS-Richtung und von 180 km in meridionaler Richtung, d. h. auf einem Gebiet von etwa 100 000 qkm, durch die Wassermassen des Kongo auf weniger als 32 ‰ herabgesetzt. Der Gesamteinfluſs der westafrikanischen Flüsse auf den Salzgehalt macht sich nach Schott auf einem Areal von dem Flächeninhalt des Deutschen Reiches bemerkbar, wobei als Grenzlinie die Isohaline von 35 ‰ angenommen wurde.

Die bereits erwähnte Durchdringung der Wasser des Agulhas-Stroms und der Westwindtrift ist auf dem Weg der „Valdivia“ zwischen 37° und 45° s. Br. ebenso durch grofse Temperatursprünge wie durch entsprechende Schwankungen im Salzgehalt deutlich nachweisbar gewesen. Jenseits von 47° s. Br. befand sich das Schiff in homogenem, antarktischem Wasser (33,6—33,8 ‰).

Im Indischen Ocean ist die Zunahme des Salzgehalts von Osten nach Westen innerhalb der Äquatorialzone auffallend. Der Gegensatz beläuft sich im Maximum auf 33,6 und 36,3 ‰. Er wird von Schott darauf zurückgeführt, dafs im östlichen Teil des äquatorialen Indischen Oceans die Verdunstung infolge der hohen Bewölkung und grofsen Luftfeuchtigkeit sowie der relativ geringen Luftbewegung stark herabgemindert sein mufs, wodurch eine Konzentration des Seewassers, wie sie weiter westlich möglich ist, verhindert wird. Ferner sind die östlichen Regionen durch reichen Niederschlag ausgezeichnet, übrigens nicht nur zur Zeit des Nordwest-Monsuns, sondern das ganze Jahr hindurch. Ebendadurch und durch die starke Zufuhr von Flufswasser ist auch der geringe Salzgehalt des Indomalayischen Archipels zu erklären.

Die Karte des Salzgehalts am Meeresgrunde giebt uns zu keinen besonderen Bemerkungen Anlafs, zumal die Verschiedenheiten auf kürzeren Entfernungen wahrscheinlich auf ungenaue Messungen zurückgehen. Die Werte bewegen sich im offenen Ocean zwischen 34,6 und 35,5 ‰. Der höchste Salzgehalt findet sich am Grunde des Nord-Atlantik zwischen 20° und 40° Br. über den ganzen Ocean hinüber Der Unterschied der Salinität zwischen dem Boden des Brasilianischen und Westafrikanischen Beckens dürfte zum Teil wohl imaginär sein Die Messungen der „Gaufs" deuten darauf hin.

Die Verteilung der Dichte des Oberflächenwassers *in situ* $\left(S\,\frac{t}{4^\circ}\right)$ ist ebenfalls von Schott zum Gegenstand kartographischer Darstellung gemacht worden. Sie beruht auf einem gröfseren Material als die im Jahr 1897 von A. Buchan veröffentlichte erste Karte dieser Art, denn Schott hat für jeden Schnittpunkt von 5°-Koordinaten aus seinen Karten die Werte der Temperatur und des Salzgehalts zur Berechnung der Dichte zu Grunde gelegt. Die Dichte ist in den Polargegenden, wie bekannt, am gröfsten und nimmt gegen den Äquator hin ohne Unterbrechung ab. Sie erreicht im Atlantik ihr Minimum noch unter nördlicher Breite im Gebiet des Guinea-Stroms, speziell in der Bucht von Kamerun, im Indischen Ocean finden sich die niedrigsten Werte im östlichen Teil, und am kleinsten sind sie im Indomalayischen Archipel (unter 1 0210). Über die Dichte des Tiefenwassers ist vorläufig wenig mehr zu sagen, als dafs von nicht sehr grofser Tiefe abwärts in gleichen Horizonten die Dichte-Unterschiede auf weite Strecken ganz verschwinden. Schon in 1000 m Tiefe fand die Valdivia in den verschiedensten Meeresgebieten nur Unterschiede innerhalb der Werte 1.02727 und 1.02758 und als Mittelwert 1.02742, welcher der Dichte der polaren Wasser gleich kommt.

Auch zur Veranschaulichung der Farbenverteilung hat Schott das gesamte Material zu einem Gesamtbild vereinigt. Die Zahl der zuverlässigen, in Zahlen mit der Forel-Skala gemessenen Beobachtungen ist allerdings nicht grofs. Trotzdem treten die grofsen Züge in der Verteilung deutlich genug hervor An der polaren Grenze der Passat-Gebiete ist das satteste Blau (Kobaltblau) vertreten. Die Farbennüancen mit 0 bis 2% Gelb in der Umgebung dieser Centralgebiete und im Guinea-Strom werden im östlichen Teil des Atlantik begrenzt durch grünliche Verfärbungen (2—5%), die einerseits dem Canaren-Strom bis zu den Kap Verden, andrerseits dem Benguela-Strom und dessen Fortsetzung noch bis zur Insel St. Paul unter dem Äquator eigen sind. Im Süd-Äquatorialstrom kommen sogar stellenweise grünblaue Färbungen (5—9% Gelb) vor, so zwischen Ascension und 1° n. Br Ähnliche Farbentöne gehören dem Golfstrom-Gebiet zwischen Nord-Amerika und Europa, sowie den Ausläufern des Agulhas-Stroms im Mischwasser-Gebiet an. Im Indischen Ocean nehmen die tiefblauen Flächen einen verhältnismäfsig viel gröfseren Raum ein als im Atlantik. Das eine Gebiet reicht zwischen 10° und 30° s. Br von Mauritius bis in die Nähe der Westküste Australiens, es fehlt hier mit dem Analogon des Benguela-Stroms auch die Verfärbung. Andere Gebiete sind im Arabischen Meer und in der Bai von Bengalen und den südlich davon gelegenen Flächen (bis fast 10° s. Br in 100° ö. L.) von tiefblauer Farbe. Der ganze übrige Teil der Hochsee des Indischen Oceans gehört der Farbenstufe 0—2% Gelb an. Ein auffallendes Vorkommnis von tiefblauer Farbe auf gröfserer Erstreckung hat die Valdivia südöstlich der Bouvet-Insel angetroffen, im Gegensatz zu den olivgrünen Nüancen bei Enderby-Land, die noch bis zu der Insel Neu-Amsterdam vorkommen.

Ein Versuch, die geographische Verbreitung der Farbentöne als eindeutige Funktion der Temperatur und des Salzgehalts darzustellen, fällt nicht befriedigend aus, wie Schott an einigen Beispielen nachweist. Dagegen scheint sich überall der Parallelismus zwischen der Farbengebung und auch der Durchsichtigkeit einerseits und der Menge der im Meereswasser suspendirten organischen und unorganischen Bestandteile andererseits zu bestätigen. Die quantitativen Messungen des Planktongehalts, die Schott mitteilt, geben einigen Anhalt zur Abschätzung dieser Beziehungen.

Die Ausführungen Schott's über einige ungewöhnliche Besteckversetzungen, welche die „Valdivia" auf ihrer Fahrt gehabt hat[1]), kann ich übergehen, da sie im allgemeinen ohne wesentliche Bedeutung für

[1]) Vgl. dazu die vorläufigen Berichte in dieser Zeitschrift 1900,

die Auffassung der Strömungsverhältnisse im grofsen sein dürfte. Nur auf die Westtrift ist besonders aufmerksam zu machen, die auf den südlichsten Positionen der Expedition zwischen 63° und 65° s. Br angetroffen wurden.

Auf einer Karte der Meeresströmungen hat Schott in bekannter Weise durch Stromlinien unsere heutige Kenntnis davon veranschaulicht. Die Strömungen des äquatorialen Atlantischen Oceans im Nordsomm er sind in gröfserem Mafsstab auf einer Nebenkarte dargestellt.

Ein ausführliches Verzeichnis der von der Valdivia-Expedition angetroffenen Eisberge, Treibeis- und Packeisfelder beschliefst den oceanographischen Teil des Werkes.

D. Die meteorologischen Ergebnisse.

Der zweite Teil ist den Ergebnissen der meteorologischen Beobachtungen und stündlichen Registrirungen gewidmet, die in dankenswerter Weise *in extenso* abgedruckt sind. Es kann an dieser Stelle eine kurze Inhaltsangabe der umfangreichen Tabellen genügen, die im Zusammenhang mit den Ergebnissen anderer Expeditionen noch einer erschöpfenden Bearbeitung bedürfen. Das laufende meteorologische Journal der „Valdivia" ist unverkürzt mit den Beobachtungen jeder zweiten Stunde veröffentlicht, es nimmt 122 Grofsquartseiten ein. Dann folgen stündliche Werte und Tagesmittel des Luftdrucks, der Lufttemperatur und der Luftfeuchtigkeit, ausgewertet aus den Aufzeichnungen von Registrir-Instrumenten, für die Zeit vom 13. November 1898 bis 6. Januar 1899, während welcher sich die Valdivia südlich von 34° s. Br in sonst nicht befahrenen Meeresgebieten befand. Die Diskussion dieses wertvollen Materials beschränkt sich auf die Erwähnung besonderer meteorologischer Erscheinungen während der Fahrt, die Ermittelung des Eintritts der täglichen Temperaturextreme in den Tropen und deren Amplitude und auf die an Bord der Valdivia vorgenommenen Niederschlagsmessungen.

Aus der Erörterung über die Temperaturextreme ist hervorzuheben, dafs das Temperaturmaximum an 104 Beobachtungstagen in 60% der Fälle am Nachmittag, in 20% um 12 Uhr mittags und in 20% vor Mittag eintrat. Eine früher behauptete, aber schon von Rykatschew widerlegte, regelmäfsige Verlegung des Wärmemaximums auf die Zeit vor 12 Uhr ist also auch nach dem vortrefflichen Material der Valdivia nicht vorhanden. Für die mittlere tägliche Amplitude der Lufttemperatur findet Schott in den Tropen den Wert 2°.3, in den gemäfsigten Zonen 3°.3 und im Südlichen Eismeer nur 1°.73.

Die Niederschlagsmessungen, die während der Expedition gemacht wurden, sind äufserst dankenswert, sie geben einigen Aufschlufs über den Niederschlags-Charakter in den verschiedenen Windgebieten, beleuchten vor allem den Gegensatz zwischen den von vorübergehenden Schauern betroffenen Passat-Gebieten und der regenreichen äquatorialen Zone. Zu weiteren Verallgemeinerungen ist das Material aber noch nicht ausreichend. Man wird vielleicht noch ein Jahrzehnt warten müssen, bis die Regenverhältnisse auf dem Ocean, soweit die Regenmengen in Frage kommen, einigermafsen aufgeklärt sind.

Reisen in West-Australien.*

Von Dr. **Ludwig Diels**-Berlin.

Von den sechs Schwester-Kolonien auf australischem Boden, die sich mit Beginn des neuen Jahrhunderts zu einem Staatenbund zusammenschlossen, hat West-Australien lange Jahrzehnte hindurch weit im Hintergrunde gestanden. Über die Meere drang nur selten Kunde von dort. Das Interesse Europas für das ferne Land beschränkte sich naturgemäfs auf engste Kreise. Aber auch in Australien selbst sahen die östlichen Kolonien keine Veranlassung, sich mit dem entlegenen Westen ihres Erdteils näher bekannt zu machen. Das Alles hat sich seit den Tagen der reichen Goldfunde geändert, und in den letzten Jahren hat West-Australien in Fortschritt und Aufschwung seine Geschwister sämtlich hinter sich gelassen.

Im Auftrag der Humboldt-Stiftung für Naturforschung und Reisen habe ich mich in West-Australien vierzehn Monate lang, bis gegen Ende 1901, aufgehalten. Ich bereiste das Land in Gemeinschaft mit meinem Freund und treuen Genossen Herrn Dr Ernst Pritzel (Berlin), der auch die Aufnahmen der hier mitzuteilenden Abbildungen angefertigt und sie mir freundlichst zur Veröffentlichung überlassen hat. Es war meine Aufgabe, mich dem Studium der Flora und der Erforschung der pflanzengeographischen Verhältnisse der aufsertropischen Teile zu widmen, und ich darf sagen, dafs der gegenwärtige Zeitpunkt für meine Arbeiten in doppeltem Sinn nicht ungünstig war Denn noch ist das Land relativ wenig gestört in seiner natürlichen Ursprünglichkeit. Gleichzeitig aber hat die energische Kulturarbeit namentlich des letzten Jahrzehnts seine Zugänglichkeit in jeder Hinsicht so erhöht, dafs sich auch in beschränkter Zeit wenigstens ein Überblick über die Gestaltung des Gebietes gewinnen läfst.

West-Australien ist gegen den Nachbarstaat im Osten willkürlich abgegrenzt durch den 128. Längengrad. Im Bereich aber der gewal-

*) Vortrag gehalten in der Allgemeinen Sitzung vom 8. November 1902.

tigen Ausdehnung zwischen diesem Meridian und dem Ocean gliedert sich der südwestlichste Teil ziemlich scharf von dem Rest des Landes ab. Eine schiefe Linie, von der Sharks-Bay gezogen bis etwa zur Bucht von Esperance scheidet die beiden Gebiete, die in ihrem Aufbau, in Klima, Vegetation und Fauna, und damit in allen wirtschaftlichen Anlagen im Gegensatz zueinander stehen. Das Binnen-Gebiet, ganz regenarm, ertötend einförmig und reich durchsetzt von Goldlagerstätten, bildet in jeder Beziehung einen Teil Central-Australiens. Im wesentlichen wiederholen sich daher alle Momente, welche den inneren Zonen des Kontinents ihr Gepräge geben. Das Südwest-Gebiet dagegen bezeichnet sich vor allem durch seine regelmäfsigen Winterregen. Auch in Flora und Fauna, in manchen geologischen Zuständen treten gemeinsame Züge hervor, doch läfst sich im einzelnen vielerlei Abwechselung beobachten.

Schon das Litoral bietet mannigfache Bilder Fern an den östlichsten Marken des Landes rollt die gefürchtete Grofse Bay ihre gewaltigen Wogen an eine hohe Steilküste. Da sieht man den Kalkfels in 100 m hohen senkrechten Abfällen in die See stürzen. Das Alter seiner Formation ist meines Wissens nicht gesichert.

Weiter westlich, in den dichter besiedelten Teilen also, werden recente Kalke charakteristisch für die Strandscenerie. Zunächst erscheinen sie quantitativ noch wenig bedeutsam gegenüber einer mächtigen Entfaltung von Urgestein. Denn Granit beherrscht am King George Sound sowohl wie am Cape Leeuwin das Landschaftsbild. Niedere Sträucher decken die Granithänge. Oft treten gröfsere Flächen frei aus dem Gebüsch hervor Wo es quellig ist, verbirgt ein weicher Moosteppich das Gestein, vielfach aber liegt der Fels auch ganz entblöfst in gewaltigen, düster gefärbten Platten. Ernst überhaupt ist die Stimmung dieser granitischen Küste, wo man so frei hinausblickt auf das Südmeer Man vermifst oft das scharfe Licht Australiens. In manchem Winter drängt sich Sturm auf Sturm, und ein Regentag folgt dem anderen. Selbst im Sommer sieht man den Himmel oft bedeckt Leichte Nebelwolken in unerschöpflicher Folge eilen von dem Ocean heran an die trotzigen Hänge. Heifs für australische Begriffe wird es eigentlich nie. Schon Perth, das doch nur 3 Breitengrade entfernt liegt und gleichfalls Küstenklima geniefst, steht im Jahresmittel der Temperatur $5\frac{1}{2}^{\circ}$ höher

Vom Cape Leeuwin nordwärts gewandt, tritt der Granit vom Strande zurück. Die jungen Kalke entfalten sich mächtiger, in wenig gestörtem Zuge begleiten sie das Gestade bis hinauf in die Gegend des Murchison. Ihre Vegetation kann sich manch eigenartiger Züge

rühmen. Die sandigen Dünen sind meist mit niederem Buschwerk bestanden, in dem Kalkfels des Untergrundes aber wurzelt eine reckenhafte Baumgestalt, *Eucalyptus gomphocephala,* die erste Eucalyptus-Form, die uns an jener Küste begrüfst, und gleich eine der machtvollsten. Mit der breiten Krone, der reichen Belaubung, dem kräftigen Grün des Blattes bildet sie eine prächtige Dekoration der Landschaft vom Leeuwin bis zum Schwanen-Flufs.

Weiter nordwärts bewahrt, wie schon erwähnt, das Litoral architektonisch ähnlichen Charakter Aber die Niederschläge nehmen ab, die Wärme steigert sich. Damit ändert die Vegetation ihre Physiognomie. Der schöne Eucalyptus verschwindet. Sträucher von üppigem Wuchs schliefsen sich zu dichten Gebüschen. In ihren schattigen Gründen schiefst saftiges Kraut in die Höhe, wenn die milden Regen fielen.

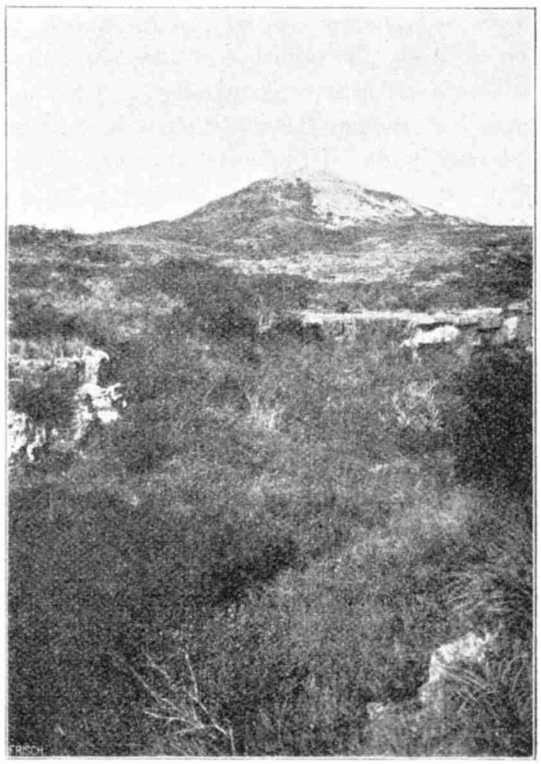
Noch weiter endlich in gleicher Richtung hinaus, jenseits von Champion-Bay, reicht für solche Verschwendung nicht mehr der Niederschlag. Anspruchslosere Siedler rücken nach; die Buschgebiete des Binnenlandes treten dem Meer ganz nahe.

Diese Veränderung bezeugt in prächtigem Aufschlufs z. B. ein kleiner Hügel, nicht weit im Norden der Champion-Bay, als White Peak bekannt (Abbild. 60). Unser Bild kann nur einen schwachen Begriff geben von dem Reiz dieser Landschaft im ersten Frühling, etwa zu Anfang des Septembers. Dann kleidet sich das Gebüsch in tausend Farben. Alle Büsche, grofs und klein, sind überladen mit seltsamen Blüten, die Luft füllt sich mit ihrem würzigen Aroma. Oft hatte ich gelesen und öfter noch gehört „Die Blumen Australiens duften nicht, und seine Vögel können nicht singen" Ein Frühlingstag am White Peak wird jeden von diesem Aberglauben bekehren.

In Tracht und Stammeszugehörigkeit prägen sich in der Vegetation dort die Folgen des Regenmangels, welcher den Pflanzen der Südwestecke kein Gedeihen mehr vergönnt.

Kehren wir aber von dem Strande binnenwärts nach Süden zurück, etwa bis in die Gegend des Moore-Rivers, so betreten wir von neuem das echte Südwestgebiet mit Jahres-Niederschlägen von über 80 cm, d. h. etwas mehr als dem Durchschnitt Süd-Italiens. Diese Menge fällt gröfstenteils im Winter, und zwar um so ausschliefslicher im Winter, je nördlicher wir uns befinden. Dafs an der Südküste Niederschläge in leichter Form durch den ganzen Sommer währen, wurde vorher berichtet. Schon am Schwanen-Flufs aber fallen zwischen November und April nur ganz unbedeutende Quantitäten. Erst um die Wende von April und Mai pflegt das Winterwetter einzusetzen, dadurch, dafs antarktische Cyklone

in niederere Breiten vorrücken. In Perth springt dann der Wind nach Nordwesten um. Es weht oft stark; mitunter meldet die ganze Westküste heftigen Sturm. Darauf fällt der Regen in starken Güssen, hält aber selten länger als einige Stunden an. Der Wind dreht über West nach Süd; die Regenschauer werden leichter und kürzer. Dieser Typus der Witterung herrscht nun bis Anfang Oktober, in einzelnen Jahren länger, in anderen kürzer. Dabei sind übrigens wolkenlose



Abbild. 60. Der White Peak bei Champion-Bay, West-Australien.

Zeiten von acht bis vierzehn Tagen keineswegs ausgeschlossen. Selbst während der Depressions-Zeiten giebt es eine Fülle von Sonnenschein. Die milde Temperatur, die nachts kaum den Nullpunkt streift, hilft das ihrige, das Winterklima am Schwanen-Flufs zu einem so paradiesischen zu machen. Niemand, der es je genofs, wird an ein noch herrlicheres auf Erden glauben.

Das Südwestgebiet, das diesem Klima unterworfen, zerfällt in das schmale, flache Vorland und ein hügelreiches Oberland von rauhen Konturen.

Das Vorland ist überall gut bewässert. Viele Seen, zumeist süfsen Wassers, durchsetzen sumpfiges Bruchland; thonige Alluvien wechseln mit lockersandigem Walde. Im ganzen Gebiet herrscht eine buschreiche Vegetation, aus der sich allerorts licht gesetzte Bäume herausheben. Physiognomisch machen sich vor allem anderen die sogenannten Grasbäume bemerkbar. Weitaus am häufigsten davon läfst sich *Xantorrhoea Preissii* bewundern, mit ihren langen kerzengeraden Blüten-

Abbild. 61. Im Jarra-Gebiet West-Australiens.

ständen, die hoch in die Luft ragen. „Grasbaum" heifst das kuriose Gewächs von seinen entfernt grasartigen Blättern; im übrigen gehört es wie der berühmte Drachenbaum von Tenerife zu den Liliaceen. Abenteuerlicher noch sieht die Schwestergattung dieses Grasbaumes aus, die Robert Brown als *Kingia* beschrieb. Sie wird durchschnittlich bedeutend höher als *Xantorrhoea*; wie ein starrer Pfahl steht sie da, bis 6 m hoch, greisenhaft in dem langen Schopf vertrockneten Laubes, am Gipfel gekrönt mit einem Diadem von Blütenkugeln, herum um die frischen Blätter. So gehört *Kingia* zu den Wahrzeichen des westaustra-

lischen Vorlandes. Weder im übrigen Australien noch irgend sonst auf der Erde kommt sie vor, in gleicher Weise, wie hunderte von Pflanzen, die neben ihr in Blüte stehen. Von den nahezu 4000 Arten der Flora West-Australiens zählen wohl gut zwei Drittel zu den endemischen Species.

Auch die Eucalyptus-Arten des Vorlandes gehören alle zu dieser Kategorie. *Eucalyptus calophylla,* der „Red-Gum" des Westaustraliers, erinnert in seinem kraftvollen Bau wohl an unsere Eiche, die immergrüne Belaubung ist sehr ornamental und wirkungsvoll gehoben, wenn der Baum seine grofsen, süfsduftenden Blütensträufse entfaltet. Wo lockere Waldungen sich im Vorlande bilden, da werden die lichten Wipfel der Casuarinen häufig, jener fremdartigen dikotylen Bäume, die so täuschend manchen Nadelhölzern ähnlich sind. In ihrem Gefolge tritt oft auch der „Jarra" (*Eucalyptus marginata*) in Erscheinung. Wenn seinem Stamme Raum bleibt, verzweigt er sich nicht fern über dem Boden, und die Krone reckt sich gewaltig in die Breite.

Wo aber eine geschlossene Gesellschaft beisammen steht, sehen wir den Baum gestreckter in all seinen Proportionen (Abbild. 61). Die Aufnahme versetzt uns mitten in den Darling-Range, einen Teil des bergigen Oberlandes am Westsaum Australiens. Es liegt durchschnittlich 3—400 m über dem Meer, einzelne Kuppen steigen höher, die höchste von allen erhebt sich zu etwa 900 m. Da und dort tritt massiger Granit zu Tage, sonst deckt stark eisenhaltiges Konglomerat die Oberfläche überall. Das Ganze ist ein einziges kaum unterbrochenes Waldland. Säulengrade Stämme streben empor bis 20 und 40 m, den Grund verhüllt niederes Unterholz in Fülle, im Süden grünt der Adler-Farn üppig an allen feuchteren Stellen. Jarra ist im ganzen Westen der dominirende Waldbaum. Die Ausdehnung seiner oft ungemischten Bestände hat eine Autorität australischen Forstwesens auf über 3 Millionen Hektar, ihren Holzwert auf 124 Millionen £ geschätzt. Es liegt ein enormes Kapital des Landes darin, aber noch immer betrachtet der Colonial diesen Schatz mit sehr gemischten Gefühlen. Denn den Pioniren hat es unsägliche Anstrengungen gekostet, mit Feuer und Axt nur kleine Breschen zu legen in den unabsehbaren „Busch". Doch so grofs auch die Kosten und Mühen der Urbarmachung, sie werden den Jarra-Wald nicht dauernd erhalten können. Gefährlicher schon heute ist ihm die Holzindustrie geworden. Denn Jarra ist vielleicht die beste Sorte aller australischen Harthölzer. Die Häuser im Lande sind daraus aufgebaut, für Strafsenpflaster und namentlich als Eisenbahn-Schwellen wird es in beträchtlichem Umfang auch nach Europa ausgeführt, und rings um die Küste südlich von Perth ist die Zahl der Sägemühlen im Steigen begriffen.

Im äufsersten Süden, zwischen Cape Leeuwin und King George Sound, wird allerdings noch ein zweiter Eucalyptus verarbeitet, der als „Karri" (*Eucalyptus diversicolor*) bekannt ist. Die Höhe dieses mächtigen Baumes beläuft sich auf 60—70 m, ja es sind bei den Mühlen Exemplare von 100 m authentisch gemessen worden, sodafs der Karri zu den höchsten Bäumen zählt, welche die Erde trägt. In Australien ist er vielleicht auch der schönste der gerade aufwärts strebende Stamm präsentirt sich allzeit sauber und hell, da wie bei der Platane die Borke sich regelmäfsig abschält. Erst in beträchtlicher Höhe löst er sich auf in das Astwerk, ladet dann aber weit aus und bildet eine prächtige Laubkrone. Das Holz ist dem Jarra äufserlich höchst ähnlich, aber nach Beschaffenheit keineswegs gewachsen. Immerhin bezahlt sich noch die Ausfuhr, und der Karri trägt dazu bei, die Holzindustrie in die Höhe zu bringen, deren Bedeutung für mehrere Häfen des Südwestens anwächst von Jahr zu Jahr Ja, von der Centrale am Schwanen-Flufs abgesehen, ist es eigentlich dieser Holzverkehr, der den meisten Häfen zwischen Albany und Murchison gegenwärtig die Signatur verleiht.

Manche davon tragen wohlbekannte Namen. King George Sound ist der älteste, für West-Australien eine historische Stätte. Mehrere der grofsen Seefahrer haben den Sund berührt, gerade vor hundert Jahren lag Flinders dort vor Anker 1860 ward Albany Station der englischen Postdampfer, später legten auch die französischen und deutschen an. Alle, die nach Australien hinausgingen oder heimkehrten nach Europa, haben die herrliche Aussicht genossen auf Hafen und Land, auf die stattliche Siedelung an den Hängen, die Flottille im Hafen, auf die Berge gegenüber und das weite Meer im Hintergrund. Jeder freute sich der reizvollen Blumenpracht in dunkellaubigem Gebüsch dicht nach den letzten Häusern des Städtchens. Jetzt ist es stiller geworden. Seit die Posten in Fremantle landen, scheinen Albanys beste Tage unwiderbringlich vorbei zu sein.

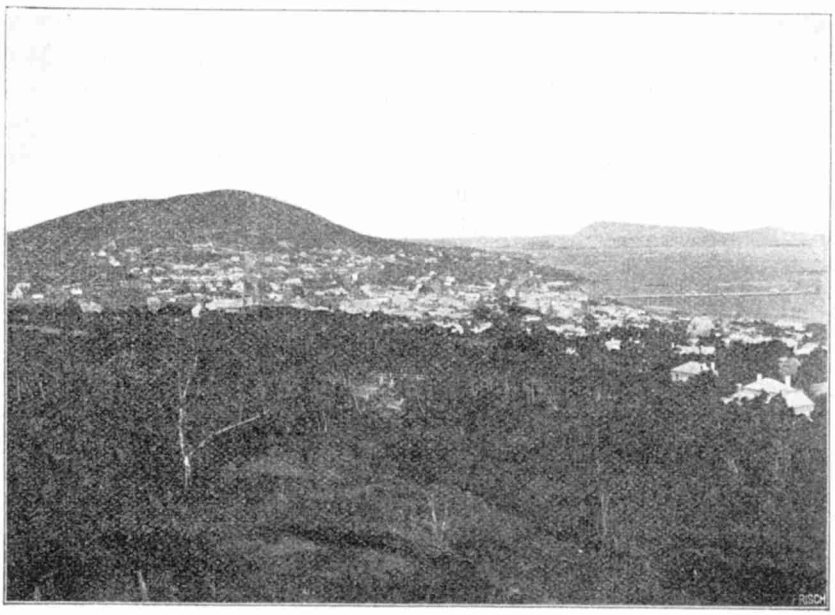
Erfreulichere Aussichten öffnen sich für Bunbury. Früh im Jahr 1841 schon begründet, hat doch der Ort sich erst in den letzten Jahren gehoben, seit sein Hinterland durch Bahn mit Perth verknüpft und für die Holzgewinnung besser erschlossen ist. Seitdem sind neue Hafenanlagen geschaffen, und in Stadtbild und Architektur verrät sich jugendliche Entwickelung.

Aber all dieser Fortschritt ist nur geringfügig im Vergleich zu dem Aufschwung, den die Siedelungen am Schwanen-Flufs genommen haben. Der Entdecker des Swan-River war Vlaming, der 1696 an diesen Gestaden landete und zuerst den schwarzen Schwan auf seinen Wassern erblickte. Aber er scheint sich nicht haben träumen lassen,

dafs dieser Schwan einst der Wappenvogel eines aufstrebenden Staatswesens sein werde. Was er zu berichten weifs, klingt wenig verlockend gutes Land habe er nicht gefunden und auch sonst weiter nichts Bemerkenswertes gesehen. Nicht viel günstiger wirkte die Gegend auf die nachfolgenden Reisenden, und es war erst 1827, als eine von Sydney ausgehende Expedition unter Stirling den Schwanen-Flufs eigentlich entdeckte. Stirling sandte einen günstigen Bericht nach London und empfahl die Annexion und Besiedelung des Distrikts. 1829 ward beides zur That, im Mai landete der erste Emigranten-Transport. Bald kamen andere nach, die verlockenden Striche des Landes waren bald vergriffen, die Enttäuschungen alles frischen Kolonisirens folgten rasch und schieden die Fähigen von Abenteurern und Schwächlingen. Ein gestählter Stamm blieb zurück, die widrigen Elemente jahraus jahrein zu bekämpfen, nach den Schätzen des Landes, die irgendwo doch liegen mufsten, mit unbeugsamem Vertrauen zu suchen, und ohne sichtbaren Erfolg die gleiche Arbeit an die nächste Generation weiter zu geben. Die Kolonie kam nicht vorwärts. Sie wurde Exil für Verbrecher, die zu Zeiten in gröfseren Ladungen eintrafen und dem alten Siedler das Leben weiter zu verbittern halfen. Perth war als Sitz der Behörden gleich 1829 angelegt worden, aber 1891 hatte es sich erst auf knapp 8000 Einwohner gehoben, zu einer Zeit, als drüben im Osten Melbourne schon die Weltindustrie zu Gaste geladen hatte und Sydney unter den grofsen Häfen des Pacifik glänzte. Endlich aber nahm sich das Glück seines Stiefkindes an. Die Goldfunde zogen West-Australien hervor aus seiner Vergessenheit, und auch für Perth schlug die Stunde. Heute hat es an 40 000 Einwohner, nicht eingerechnet die Bevölkerung von Fremantle, seines aufstrebenden Hafenplatzes. Dort an der Mündung des Schwanen-Flusses befand sich vor 1890 nur eine offene Rhede, dem Nordwestwind schutzlos preisgegeben. Eine felsige Barre schlofs die Einfahrt bei niedrigem Wasserstande. Es waren kostspielige und technisch verwickelte Bauten notwendig, um aus diesen Anfängen einen Hafen zu schaffen, wie ihn der ungestüm schwellende Verkehr verlangte. Aber es gelang. 1898 liefs unser Norddeutscher Lloyd zum ersten Mal einen überseeischen Postdampfer in den Schwanen-Flufs einlaufen. Das bedeutete den Sieg des neuen Hafens. Nun mufsten alle übrigen Linien folgen, und heute ankern die gröfsten Fahrzeuge in Sicherheit am Quai von Fremantle. Mit dieser Entwickelung hat sich das Leben des Staates in Perth konzentrirt, gerade so, vielleicht noch mehr sogar, als in den Metropolen der östlichen Kolonien. Sämtliche Schienenwege treffen sich am unteren Schwanen-Flufs, und vor allem nimmt seit 1896 die grofse Goldfeld-Bahn dort ihren Ausgang,

welche uns jetzt bequem und schnell über 500 km weit von der Küste rein östlich dem unwirtlichen Innern des Kontinents zuführt.

Zu Beginn der Fahrt entrollt sich dabei ein Bild, wie es die meisten Reisen in Australien am Anfang bieten. Einige Kilometer weit geht es durch flaches Land, an neuen Vororten vorbei mit sauberen kleinen Gärten. Überall dazwischen tritt noch die Wildnis, der ursprüngliche Busch in sein Recht. Mit bunten Blumen begleitet er die Fahrt im Frühling. Wenn sie verblafst sind in der Sommersglut des Decembers, dann leuchten allenthalben die brennend gelbroten Sträufse



Abbild. 62. Albany und King George Sound.

der *Nuytsia floribunda* aus dem Gebüsch. Sonst hält sich alles Laubwerk, das man sieht, in fahlen, gedämpften Tönen. Satt dunkelblau ist nur das Himmelsgewölbe darüber gespannt, jetzt meist schon rein von jeglicher Wolke. Das ist Weihnachtsstimmung am Schwanen-Flufs.

Östlich verläfst unsere Bahn seine Ufer. Sie beginnt zu steigen. Wir treten ein in den Darling-Range mit seinen waldigen Höhen. Man mufs sie im Winter sehen oder im Frühling. Dann fliefsen schnelle Bäche über das Gestein, und mancher Reisende aus dem Innern wird nicht müde, die Wasserfülle zu bestaunen, wie er vielleicht nie vorher Ähnliches gesehen. Die ganze Flur ist von Blumen gedeckt, erst allerlei Gesträuch und Kräuter, zuletzt Strohblumen in bunten Schattirungen,

einer Hülle und Fülle, die fast ganz die groben Steinblöcke und Platten unter sich begräbt. Das reizende Bild folgt uns nach Osten. Dann überschreitet die eilende Fahrt den Kamm. Die Plateauhöhe ist erreicht mit 300—400 m. Rasch verschwinden die dichten Jarra-Wälder, allgemein wird es lichter, ein neuer Eucalyptus (*Eucalyptus redunca*) mit kalkweifsen Stämmen leuchtet überall in lockerem Bestande.

Die Berge und Hügel verflachen sich, wir nähern uns dem System des Avon-Rivers, der Kornkammer des Landes. Wenig mehr in der Scenerie entspricht dem unteren Schwanen-Flufs, der doch nur 90 km entfernt. Viel eher fühlt man sich erinnert an die parkartigen Landschaften von Victoria und Neu-Süd-Wales. Der Boden ist ein harter roter Lehm, zur Winterszeit von saftig grünem, aber niedrig bleibendem und artenarmem Kraut gedeckt, im Sommer mit vergilbtem Stroh besetzt und ausgedörrt unter erbarmungsloser Sonne. Eucalypten wachsen wiederum allenthalben, aber fremdartige Species. Auch Akazien treten viel erheblicher hervor als an der Küste, während das vielfarbige, wechselvolle Gebüsch sich vollständig verloren hat. Oft dehnt sich als Unterholz ein typischer Akazienbestand (*Acacia acuminata*), wo locker gereiht Bäumchen neben Bäumchen steht. Überragt aber werden sie alle von dem „York-Gum" (*Eucalyptus loxophleba*), der bereits ganz ausgeprägt die Wuchsform der Binnen-Eucalypten zeigt. Kornfelder und Viehgehege vielerorts bezeugen, dafs wir uns in dem Agrikultur-Distrikt West-Australiens befinden. Von dem Moore-River hinab bis gegen Katanning und von da weiter der Küste zu umsäumt ein schmaler Streif intensiverer Landwirtschaft das Waldgebiet des Südwestens. Hier genügt die Niederschlagshöhe im allgemeinen zu erfolgreicher Viehwirtschaft und ausgiebigem Weizenbau. Doch treten schon Jahre ein, da blickt der Farmer in sorgenvoller Erwartung zu den Hügelreihen des Westens, wo immer neue Wolkenzüge aufsteigen, um an der Kammhöhe sich aufzulösen und den Osten weiter dürsten zu lassen. Die Temperatur ist bereits ungleich extremer als an der Küste. Der Winter bringt namentlich im Süden oft ernstere Nachtfröste und mehrere Wochen mit rauhen Nächten, im Sommer bei absoluter Trockenheit steigt die Hitze zu empfindlichen Höhen auf.

Im ganzen aber ist das Klima angenehm und höchst zuträglich, der Boden ergiebig und fruchtbar. Darum lenkte sich schon früh der Blick der Siedler auf das Avon-Land. Einige Niederlassungen haben sich zu Landstädtchen ausgewachsen, sonst liegen da die Güter mancher der alteingesessenen und angesehenen Familien. Die Ruhe ihrer Landsitze und der kleinen Municipien wirkt wohlthätig nach dem Getriebe

der Küstenplätze oder dem ewigen Wechsel der Goldfelder mit ihren schillernden Elementen.

Im Süden findet das Agrikultur-Gebiet einen plötzlichen Abschluſs durch den Stirling-Range. Dies einzige Gebirge im südlichen West-Australien besteht aus mehreren meist von einander isolirten Kuppen, die in charakteristischen Formen bis gegen 1100 m hoch aus nahezu flachem Lande aufsteigen. Darum sieht man diese Berge auf enorme Erstreckung hin ragen wie ein Wahrzeichen der Küste. Steigt man hinauf, so schweift der Blick im Süden zur Gegend des King George Sound über dicht buschige und waldige Fluren, während gegen Osten und Norden ein höchst eintöniges Panorama sich öffnet. Da dehnen sich einsame Sandflächen in ganz flachen Wellenzügen weit in die Ferne Sandflächen, wie sie jedermann durchqueren muſs, der irgendwo aus dem Waldrevier oder dem Ackerland des Südwestens zum Innern zieht. Auch die Goldfeld-Bahn durchschneidet dies sandige Tafelland. Sein Fundament baut sich aus archaischen Gneiſsen und Graniten, die in Mulden und Furchen da und dort zu Tage treten. Über ihren höheren Teilen tragen sie allgemein eine Deckung öder Sandfelder mit niederem Buschwerk. Die ganze Formation ist bis jetzt fast nutzlos. Wie eine Barre legt sie sich zwischen die altbesiedelten Gebiete und die Goldfelder, deren Entdeckung sie so lange verzögert hat. Jegliche Reise zu Wagen, zu Pferde oder gar zu Fuſs über diese Flächen hat etwas trostlos Monotones. Kein Laut wird gehört. Nur die Herden von Känguruhs, die man trotz aller Verfolgung noch immer in Mengen antrifft, bringen flüchtige Abwechselung. Und im Frühjahr wiederum die wundervolle Mannigfaltigkeit der Blüten, die das unscheinbare Gebüsch hervorbringt. Der ganze Zauber der Küstenflora kehrt hier in neuen Formen wieder Alle Büsche sind der Trockenheit der Gegend — es regnet nur noch 30 cm im Jahr — auffallend energisch angepaſst hartes Laub, winzig kleine Blätter, filzige Gewandung walten vor im Gesträuch. Saftlose, besenartige Büsche fühlen sich offenbar am wohlsten in dieser Öde. Einzelne Sträucher ragen höher, ihr nahezu kahles Geäst bizarr in die Luft streckend. Und oben auf dem Rücken der unendlich langsam ansteigenden Fläche sieht man oft eine Schar von starren Grasbäumen, wie Posten auf einsamer Wacht. Schatten giebt es weit und breit nicht und keinen Tropfen Wasser. Der Horizont bleibt stets dieselbe ganz schwach gewellte Linie. Meilenweit kann man sehen, und hinweg über das ewig-fahle Graugrün des Gebüsches späht suchend das Auge aus nach den dunkleren Linien der Eucalyptus-Furchen, wo vielleicht etwas Wasser geblieben sein wird. So lange wir im Granit-Land reisen, ist Hoffnung dazu noch vorhanden,

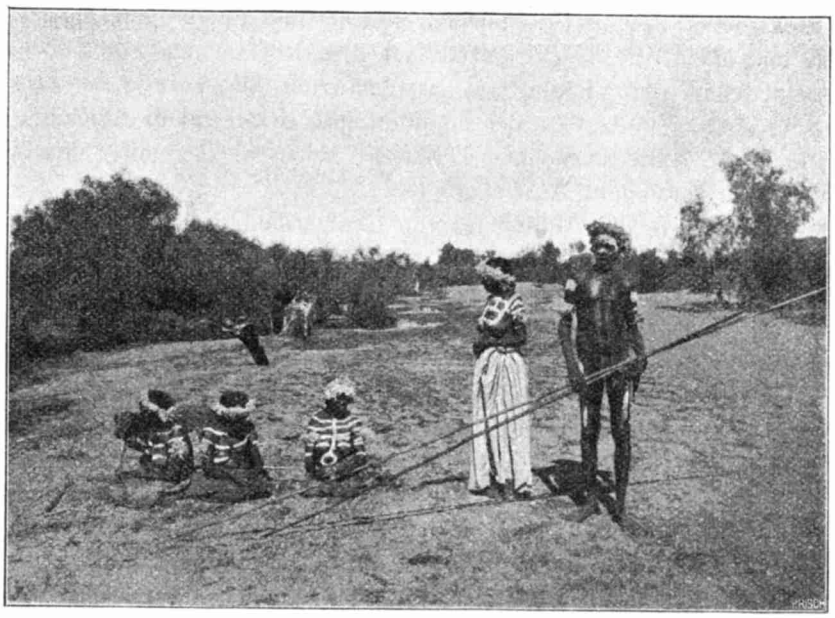
wenn auch oft eine trockene Salzpfanne oder ein brackischer Pfuhl alles ist, das die Mühe des Suchens belohnt.

Je weiter aber östlich, um so schlimmer wird die Wasserlosigkeit. An der Bahnlinie allerdings befinden sich gröfsere Reservoirs etwa alle 50 km, die durch Oberflächenwasser gespeist werden oder unmittelbar den Regen auffangen. Doch nicht selten ist schon mit dem Ende des Frühjahrs der Vorrat erschöpft, und Monate lang mufs die Bahn dann das nötige Wasser sich selbst mitbringen. Alle diese Mühseligkeiten sollen freilich enden, wenn erst die grofse Wasserleitung nach Coolgardie

Abbild. 63. Eucalypten im westaustralischen Binnenland.

im Betrieb sein wird. Dieses Riesenwerk nimmt seinen Ausgang 528 km von Coolgardie entfernt, in den regenreichsten Lagen des Darling-Range. Dort wird das Wasser durch eine grofse Stauanlage angesammelt, in einem Aquädukt von nahezu 60 000 Röhren weiter geschafft und durch Pumpstationen dem End-Reservoir bei Coolgardie zugeführt, wo es 5 Millionen Gallonen für jeden Tag liefern soll und tief in das geschäftliche und häusliche Leben der Goldfelder eingreifen wird. Die Vollendung des Ganzen steht nahe bevor. Im Westen waren 1901 bereits längere Sektionen fertiggestellt, und auch weiterhin begleitete die Röhrenleitung schon allgemein den Schienenweg auf seiner Bahn durch dies öde Binnenland.

Wo die Sandebenen wiederum einem roten Lehmboden Platz machen, erscheinen Eucalypten von neuem in Baumgestalt (Abbild. 63). Aus niederem Besengebüsch vielförmiger Gewächse ragen sie auf, meist mit weifslich gefärbtem Stamm. Wie bei der Pinie ungefähr, löst sich oben das Geäst in zahllose feine Zweige auf, die mit spärlichen Laubbüscheln endigen. Die schmalen Blätter sind beinahe bräunlich grün. Die kärglichen Wipfel flimmern hoch oben in der sonnendurchglühten Luft, ihr Schatten erreicht den Boden nicht. Oft sperrt ein Gewirr dürren und starren Unterholzes den Weg. Vereinzelt



Abbild. 64. Eingeborene aus der Gegend von Roeburne, Nordwest-Australien.

mischt sich ein *Santalum* in den Bestand, dessen stark aromatische Stammstücke seit lange einen Ausfuhrartikel West-Australiens ausmachen. Das begehrte Holz will gesucht sein. Es erfordert einen ganzen Buschmann, oft beinahe einen halben Explorer, die Mühsalen dieser Wildnis und ihre zehrende Monotonie zu überwinden. Trotzdem ist der kleine Baum in halbwegs zugänglichen Strichen so gut wie vertilgt. Aber wenn auch West-Australien auf diese Weise sein Sandelholz verlor, so darf es sich andererseits nicht beklagen. Denn hier im Busch mit seiner ewigen Dürre und seinem peinvollen Sommer bildeten sich die Männer, welche die Goldfelder geschaffen haben.

Es war im Jahr 1887, als die lange Erwartung der Kolonie durch reicheren Goldfund nicht fern vom heutigen Southern Cross gelohnt wurde. Es kam wie die Erlösung von einem Bann. Denn dafs Gold liegen mufste, irgendwo im Inneren, diese Überzeugung war längst unerschütterlich geworden. Wie viele hatten sich durch dreifsig lange Jahre bemüht, den geheimnisvollen Schatz zu heben, aber der breite Granitgürtel mit seinen fürchterlichen Sandflächen war stets das Grab aller Hoffnungen geworden. Southern Cross brachte die Befreiung. Es ward der Ausgangspunkt zur neueren Entwickelung West-Australiens. Fünf Jahre lang gingen immer neue Unternehmungen von dort aus; mancher Prospektor stattlich zu Rofs und mit Wagen, viele einsam und allein, die Decke gerollt auf dem Rücken und den kleinen Theekessel in der Linken, auf hartgedörrten Wegen, hinein in die ungewisse Öde, in die Glut des Sommertages, in den Staub des Steppensturmes, die Kälte sternenklarer Nächte, hinein in die ganze unerbittliche Natur im Innern Australiens.

1892 folgte die Auffindung von Coolgardie. Es wurde eine Zeit lang der Leitstern für ganz Australien; über die Meere drang sein Name. Der übliche Menschenstrom ergofs sich über die lockenden Stätten. Neue Minen wurden gefunden in Nord und Süd, und wenn wir heute einen Blick auf die Karte werfen, so gewahren wir zahllose Namen, wo man vor zehn Jahren nichts sah, als den Beginn der „Grofsen Viktoria-Wüste“ Die Goldproduktion des Westens steht heute an erster Stelle in Australien. Das Centrum der Industrie liegt gegenwärtig um Kalgoorlie und beschäftigt an 50 000 Menschen. Der Ort zeigt den gewöhnlichen, oft beschriebenen Typus der Minenstadt.

Die Landschaft nach allgemeinsten Zügen ist über dem ganzen Raume der Goldfelder von abstumpfender Gleichartigkeit. Die Vegetation wird nach Norden zu noch dürftiger Baumartige Formen beschränken sich mehr und mehr auf den Saum vergänglicher Wasserfurchen. Im Bereich des Murchison-Goldfeldes z. B. gewähren weite Strecken wüstenartige Bilder. Der blofse Boden ist mit weifsem Geröll bedeckt, hier und da einen kümmerlichen Busch ernährend mit grauem, trockenem Laube.

Der Regen, der alles wandeln könnte, giebt nur kurze Gastrollen in diesen Strichen. Der Jahresdurchschnitt von Cue z. B. beläuft sich auf 7 cm, die vorwiegend in den Sommermonaten fallen. Die Winterregen des Südwestens leisten für die eigentlichen Goldfelder fast nichts mehr, im Sommer aber kommt es gelegentlich zu Gewitterbildung mit heftigen Niederschlägen, ähnlich wie im Binnenlande Ost-Australiens. Und gerade wie dort liegt das Wesen dieser Regen in ihrer Un-

zuverlässigkeit. Es vergehen Jahre, die kaum eine Wolke an den ewig-klaren Himmel bringen, und es kommen Wochen, da durchziehen tiefe Depressionen vom Nordwest-Kap her schräg die Breite des Erdteils. Mit schweren Stürmen setzen sie im Nordwesten ein. Dann fallen enorme Regen nieder, das Quellgebiet des Murchison-Flusses sendet gewaltige Fluten zu Thal, das ganze scheinbar längst verdörrte Land wird zu ungeahntem Leben geweckt.

Ein schimmerndes Feierkleid breitet der kurze Lenz darüber aus. Zauberhaft schnell thut sich eine Herrlichkeit von Blumen auf. Die zierlichen Stengel drängen sich wie auf einem Saatfeld, die grofsen weifsen Compositen-Blumen haben kaum Platz neben einander. Wie Schnee bedecken sie den Boden, der vor wenig Wochen noch so leer und braun gewesen ist und in kurzer Frist genau so tot wieder daliegen wird.

Mit unwesentlichen Abweichungen kehrt das gleiche Bild allerorten wieder in der Nordhälfte West-Australiens. Bei Carnarvon an der Sharks-Bay tritt dieser Typus an das Meer und herrscht allgemein in den westlichen Bezirken des tropischen Anteils. Dort ist die Charakter-Pflanze weiter Strecken des öden Landes ein hart stechendes Gras (*Triodia irritans*), von den Kolonisten als „Spinifex" gefürchtet. Seine Rasen fügen sich zu niederen Polstern, die ganze Narbe steigt und sinkt in flachen Wellenlinien.

In diesem trostlosen Gebiet verdankt Roeburne einer bedeutenderen Ansammlung guten Süfswassers seine Entstehung im Dampier-Land. Bis vor einigen Jahren war es der Hauptstapelplatz im ganzen Nordwesten, der an den Rändern des Binnenplateaus, wo es etwas feuchter zu sein scheint, stellenweise Weidewirtschaft im Stil von Ost-Australien gestattet. Roeburne gehört klimatisch mit seiner wenig unterbrochenen Trockenheit, der beharrlichen Hitze und blendenden Lichtfülle zu den unerquicklichsten Orten, die wir in West-Australien gesehen. Zudem besitzt die überaus gleichförmige Struktur der Landschaft wenig Anziehendes und nur die Eingeborenen in ihrem primitiven Zustande fesseln einigermafsen das Interesse.

Einige davon sieht man noch in nahezu ursprünglicher Verfassung, wie die fünf Gestalten unserer Abbildung 64. Sie gehören wohl zu jenem Stamm, der unter den ersten von allen Australiern mit Weifsen in Berührung kam. Das war 1699, als Dampier in jenen Gegenden landete und die schwarzen Herren des neuen Erdteiles kennen lernte. Sein Empfinden fafst er in den bündigen Satz, diese Leute seien „die jammervollsten Menschen in der Welt" Wenn der erste Eindruck entscheidet, wird sein Urteil auch heute noch wenig Widerspruch

finden. Zwar verrät sich die Nähe weiſser Civilisation an den Röcken der Weiber, sonst aber tragen die Leute nur das Wenige, das ihnen ihre armseligen Jagdgründe liefern; lange Speere mit Wurfbrett zum Kängeruh-Fang, der Bumerang aus dem eisenharten Holz von Acacien, die am Rande die Thalmulde säumen, ein Schild aus leichterem Material, und eine trefflich aus Baumwölbungen herausgearbeitete Holzschale zum Wasserschöpfen — das ungefähr macht das Gerät dieser kümmerlichen Kreaturen aus. Ein fetter weiſser Thon am Wasser unten liefert die Farbe, den Leib zu malen. Das Holzgespähn der gewöhnlichen Ufer-Melaleuca giebt Schmuck für Haupt und Oberarm.

Die Moderneren ihrer Stammesbrüder haben sich zu etwas bequemerem Leben bekehrt. Sie lassen sich kleiden und verköstigen und verrichten dafür leichte Arbeit in Roeburne oder auf den Stationen im Lande. Darüber hinaus noch Körper nnd Geist zu bethätigen, dazu ladet das reizlose Land mit seiner Ofenglut wenig ein. Aber es erfordert auch keinerlei Umstände. Nicht zu weit vom Wasser muſs die Niederlassung sein, also am besten gleich im weichen Kies des trockenen Fluſsbettes. Ein paar alte Äste, in den Boden gesteckt, stützen ein kleines Rindendach, das genügt für die Mittagshitze und giebt Deckung für die Nacht.

Diese Halbcivilisirten machen einen kräftigeren, menschenwürdigeren Eindruck, als die von der Kultur noch Unberührten. Aber er kann doch nicht hinwegtäuschen über die aussichtslose Lage auch der westaustralischen Stämme. Sie sind vor der europäischen Civilisation ebenso schnell dahingeschmolzen, wie ihre Brüder in dem dichter kolonisirten Osten. Aus dem besiedelten Südwesten haben sie sich völlig verloren bis auf kümmerliche Reste, ein paar Leuten, die zu schwach oder zu gleichgiltig waren, die alten Sitze zu verlassen. Missionsversuche hat man ihnen nur in geringem Maſs zugewandt, eine spanische Gründung ist das einzig Erfolgreiche geblieben bis auf diesen Tag. Gegenüber den sensationellen Enthüllungen, die von Zeit zu Zeit über die „Sklaverei“ im Nordwesten an die Öffentlichkeit gebracht werden, zum Teil aus persönlichen Motiven oder in Partei-Interessen, empfiehlt sich wohl eine gewisse Reserve. Aber das wird sich niemand verhehlen können, daſs an dem raschen Hinsterben der eingeborenen Rasse die Kolonisten auch unmittelbar viel schwere Schuld trifft. So schätzt man denn in den besiedelten Gebieten von gesamt West-Australien die Zahl der Eingeborenen nur noch auf etwa 5000. Dem steht die weiſse Bevölkerung gegenüber, die heute schon auf fast 200 000 sich beläuft. Diese Ziffern sprechen deutlich von der nivellirenden Macht unserer Kultur selbst in diesem weitgedehnten,

noch immer so menschenleeren Lande. Wenn man durch seine stillen, weglosen Buschwälder dahinzieht und über die unabsehbaren Sandflächen in die Ferne schaut, so meint man, hier werde die Wildnis wohl ewig unbezwingbar bleiben. Und wie schnell hat sich doch das Geschick ihrer einstigen Herren erfüllt! Vielleicht wird auch West-Australien einst eine Generation sehen, die von der einsamen, tiefernsten Natur ihrer Heimat nichts mehr kennt als abgeblafste Überlieferung.