



Einschließlich der Zeitschrift „Die Natur“ (Halle a. S.) seit 1. April 1902.
Organ der Deutschen Gesellschaft für volkstümliche Naturkunde in Berlin.

Redaktion: Professor Dr. H. Potonié und Oberlehrer Dr. F. Koerber
in Groß-Lichterfelde-West bei Berlin.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Neue Folge IV. Band;
der ganzen Reihe XX. Band.

Sonntag, den 17. September 1905.

Nr. 38.

Abonnement: Man abonniert bei allen Buchhandlungen und Postanstalten, wie bei der Expedition. Der Halbjahrspreis ist M. 4.—. Bringegeld bei der Post 15 Pfg. extra.



Inserate: Die zweigespaltene Petitzeile 50 Pfg. Bei größeren Aufträgen entsprechender Rabatt. Beilagen nach Übereinkunft. Inseratannahme durch die Verlags- handlung.

Das Klima Europas während der Eiszeit.¹⁾

[Nachdruck verboten.]

Von Prof. Dr. Albrecht Penck in Wien.

Die Entwicklung Europas steht während der Quartärperiode unter dem Zeichen des Eiszeitalters, während dessen die Gletscher der Alpen sich bis aus dem Gebirge heraus, die der Pyrenäen sich bis an dessen Fuß erstreckten, zahlreiche Mittelgebirge Firnkappen und kleine Eisströme trugen, und sich über den Norden Europas ein gewaltiges Inlandeis breitete.

Über das Wesen einer durch solche Gletscherentwicklung gekennzeichneten Eiszeit gehen die Meinungen noch vielfach auseinander. Ist sie heute zwar wohl kaum jemandem mehr die Kältewelle, die nach Agassiz die ganze Erde betraf, und alles organische Leben ertötete, so ist sie doch für viele eine Zeit merklicher Temperaturerniedrigung, welche die einzelnen biogeographischen Zonen der Erde gründlich verschob, während sie anderen eher als Zeit gesteigerter Niederschläge erscheint, welche wohl die Gletscher zum Anwachsen brachten, aber auf Flora und Fauna von geringerem Einflusse waren. Verschieden daher das Bild, das vom unvergletscherten Europa entworfen wird. Denken sich die einen in der Nachbarschaft der großen Eismassen große baumlose Flächen mit Tundra-

charakter, so hegen die anderen keine Bedenken, Wälder dicht neben den Riesengletschern anzunehmen. Beide Auffassungen können sich auf gegenwärtige Verhältnisse stützen. Die beiden heute bestehenden größten Eismassen der Erde, das grönländische und antarktische Inlandeis, sind von Ödland umgeben, das nur äußerst spärlichen Pflanzenwuchs darbietet, wogegen die stattlichen Gletscher Patagoniens, Neuseelands und des nordwestlichen Nordamerika bis in dichte Urwälder herabreichen, und unter klimatischen Umständen enden, welche eine reiche Vegetation selbst auf der Moränenbedeckung des Eises ermöglichen. Welche von beiden Möglichkeiten für die Eiszeit in Europa zutrifft, läßt sich aus der bloßen Existenz der großen Inlandeismassen nicht zwingend herleiten. Ein Inlandeis ist eine Eiskalotte, die in ihren zentralen Partien über die Schneegrenze aufragt. Ist von hier aus die Eisabfuhr langsam, so schwillt die Kalotte bedeutend an, und gerät mit

¹⁾ Aus einem gelegentlich des 2. internationalen botanischen Kongresses am 13. Juni gehaltenen Vortrage über die Entwicklung Europas seit der Tertiärzeit. Penck.

immer größeren Flächen über die Firngrenze, um sich infolge dessen weit auszubreiten. Eine kleine Klimaänderung, welche ein hochgelegenes Plateau über die Schneegrenze bringt, kann daher unter der gemachten Voraussetzung die Entwicklung eines großen Inlandeises nach sich ziehen. Anders wenn die Eisabfuhr rasch verlaufen kann. Dann verlangt die Bildung einer großen Inlandeismasse einen entschiedenen Klimawechsel.

Weit bessere Klimamesser als die großen Inlandeis Massen sind die kleinen Gletscher. Ein jeder setzt für sein Dasein ein Firngebiet voraus, das über der Schneegrenze liegt, und ein jeder erstreckt seine Zunge unter dieselbe herab. Je kleiner der Gletscher, desto genauer kann man die zu ihm gehörige Schneegrenze bestimmen. Ihre Festlegung für die Eiszeit ist das Ziel der Untersuchungen gewesen, die vom physiogeographischen Standpunkt aus in den letzten beiden Jahrzehnten betrieben worden sind. Zunächst im mittleren, dann im südlichen und südöstlichen Europa ist die eiszeitliche Schneegrenze nunmehr ermittelt, und damit ist für die Eiszeit eine jener Höhengrenzen festgelegt, welche pflanzengeographisch so bedeutungsvoll sind, und aus welcher man annähernd auch auf die Lage einer anderen, nämlich der Baumgrenze, zu folgern vermag. Baum- und Schneegrenze befinden sich allenthalben auf der Erde in einem bestimmten Abstände voneinander. Derselbe kann theoretisch allerdings gleich Null werden. In einem Gebiete, dessen Temperatur und atmosphärische Feuchtigkeit jahraus jahrein dieselben sind, wird der Schneefall allenthalben von ein und derselben Meereshöhe an beginnen, und ist er sehr reichlich, so wird jene Meereshöhe eine mittlere Jahrestemperatur von über 0° haben, und dann ist denkbar, daß unmittelbar bis zu ihr heran die Temperatursummen gegeben sind, welche der Baumwuchs braucht. Aber ein solch ideales Klima ist auf der ganzen Erde nicht vorhanden. Allenthalben macht sich eine gewisse Periodizität der klimatischen Verhältnisse geltend. Ist in den Tropen zwar die Jahresschwankung der Temperatur eine kleine, so beeinflusst hier die jährliche Verteilung der Niederschläge um so entschiedener die Lage der Schneedecke; diese reicht während der Regenzeit tiefer herab als in der Trockenzeit; in höheren Breiten aber, wo wir zwar Regen in allen Jahreszeiten haben, treffen wir selbst am Meere stets eine namhafte Jahresschwankung der Temperatur, so daß sich auch hier die Schneedecke in einem Teile des Jahres tiefer herab erstreckt als im anderen. Überall aber, wo die Schneedecke solch jahreszeitliche Schwankungen ihrer Ausdehnung macht, muß zwischen der Grenze, bis zu welcher sie in der trockenen oder warmen Jahreszeit zurückreicht, also der Grenze des permanenten Schnees oder Schneegrenze kurz hin und der Baumgrenze ein deutlicher Abstand vorhanden sein, denn wir haben dann unmittelbar unter der Schneegrenze Regionen, in welchen die Schneedecke den überwiegenden Teil des Jahres anhält,

so daß die für den Baumwuchs nötige Aperaturzeit nicht gegeben ist.

Unter solchen Umständen hegen wir Zweifel an der Richtigkeit der seit Philipp¹⁾ wiederholt geäußerten Angabe, daß in den Anden des westlichen Patagonien die Urwälder bis an die Schneegrenze heranreichten, und finden uns in diesen Zweifeln durch die allerdings nur gelegentlich gemachten Angaben über die Lage der Baum- und Schneegrenze bestärkt, welche die Erforscher des chilenisch-argentinischen Grenzgebietes gemacht haben. Paul Krüger, welcher selbst wiederholte, daß die patagonischen Anden bis zur Schneegrenze heran mit undurchdringlichem Urwalde bedeckt seien, fand unter 42° 45', S beim Überqueren des Gebirges, daß der dichte Wald nur bis 750 m Höhe reichte und sich in 980 m die letzte Pflanzenzone einstellt, gebildet von niedrigen Bäumen, deren zur Erde gekrümmte Zweige andeuten, daß der Schnee die größte Zeit des Jahres auf ihnen lastet.²⁾ Inmitten solchen Waldes, den wir nur mit unserem Krummholzgestrüpp vergleichen können, treten sumpfige Wiesen auf, höhere Partien sind kahl; erst bei 1410 m liegt die Schneegrenze. Ganz ebenso schildert Hans Steffen³⁾ die Höhengürtel südlich von 46° S. Die Gebirgszüge sind in ihrem unteren Teile von hochstämmigem Urwald, höher hinauf von dicken Moospolstern bedeckt, erst von 1200 m Höhe ab tragen sie ewigen Schnee. Im Einklange hiermit zeigen die Bilder, welche einen Aufsatz von Gallois⁴⁾ über die Anden Patagoniens begleiten, durchwegs eine deutlich ausgesprochene baumlose Region zwischen den Schneegipfeln und den Urwäldern. Hiernach haben wir auch in Westpatagonien auf einen einige hundert Meter betragenden Abstand von Schnee- und Baumgrenze zu schließen; die Angabe, daß beide zusammenfielen, dürfte darin begründet sein, daß sich die Schneegrenze rasch westwärts senkt und an der Außenküste in Höhen angetroffen wird, bis zu welchen sich im Innern der Baumwuchs erhebt. Ganz ebenso liegen die Dinge an der Westküste Nordamerikas. Allerdings berichtet Seton Karr,⁵⁾ daß die Schneegrenze am Eliasberge nur in einer Meereshöhe von 400 feet = 120 m läge, also in der Höhe verlaufe, bis zu welcher sich der Urwald auf der Moräne des Agassizgletschers erstreckt, aber diese Angabe ist sofort von Freshfield angezweifelt worden, und nach J. C. Russel⁶⁾ ist die Schneegrenze am Malaspinagletscher am Fuße des St. Eliasberges in 2500 feet = 750 m Höhe, also ganz beträcht-

¹⁾ Botanische Zeitung, X, 1852. S. 921.

²⁾ Die chilenische Reñihue-Expedition. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. Berlin, XXXV, 1900. S. 1 und 23.

³⁾ Reisenotizen aus West-Patagonien. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. Berlin 1903. S. 167 (174).

⁴⁾ Les Andes de Patagonie. Annales de géographie, X, 1901.

⁵⁾ The alpine regions of Alaska. Proceed. R. geogr. Soc. London, IX, 1887. S. 269 (275).

⁶⁾ Malaspina Glacier. The Journal of Geology, I, 1893. S. 219 (223).

lich über der Baumgrenze zu suchen. Nach den Beobachtungen des Herzogs Luigi Amadeo von Savoiën liegt sie gar erst in 900 m Höhe.¹⁾ Es ist daher nicht richtig, wenn Fritz Frech²⁾ aus den Angaben Seton Karr's neuerlich wieder auf ein Verschwinden der alpinen Region folgert und dies zum Ausgangspunkt weitgehender geologischer Folgerungen benutzt. Tatsache ist nur, daß an einigen besonders niederschlagsreichen Westküsten sich die Schneegrenze außergewöhnlich tief herabsenkt und dabei der Baumgrenze besonders nahe kommt, ferner, daß sie in solchen Fällen dann binnenwärts rasch ansteigt und sich von der Baumgrenze namhaft entfernt. Wir wissen z. B. von Hayes,³⁾ daß sie auf der Nordseite des Eliasberges bereits 6000 feet = 1800 m hoch liegt und im Inneren der Kontinente wird der Abstand beider Grenzen am größten; er steigt im Herzen Asiens auf über 1500 m an.

Unter solchen Umständen können wir unter steter Berücksichtigung geographischer Verhältnisse aus der Lage der Schneegrenze auf die Lage der entsprechenden Baumgrenze folgern und vermögen namentlich aus der eiszeitlichen Schneegrenze auf die Gebiete Europas zu schließen, welche während der Eiszeit unter allen Umständen walddlos gewesen sind.

Dies gilt namentlich vom größten Teil des germanischen Mitteleuropas, welcher sich zwischen dem großen nordischen Inlandeise und der alpinen Vergletscherung erstreckt. Hier lag die Schneegrenze im Westen nur 800 m, im Osten kaum 1200 m hoch. Der Saum des nordischen Inlandeises, der im Westen sich bis zum Meere herabzieht, im Osten aber sich bis über 400 m hoch erhebt, bleibt auf seine ganze Erstreckung in dem Abstände unter der eiszeitlichen Schneegrenze, in dem wir heute im gleichen Gebiete die Baumgrenze unter der Schneegrenze sehen, und die eiszeitlichen Gletscher der Alpen, die bis zu 400 bis 500 m Höhe herabreichten, blieben sogar durchweg innerhalb dieses Abstandes. Wir können daher nicht die Ansicht von E. Geinitz und Fritz Frech teilen,⁴⁾ daß die eiszeitlichen Gletscher im germanischen Mitteleuropa bis an Waldgebiete herangereicht hätten; wenn solche vorhanden waren, so mußten sie auf die tiefst gelegenen Ebenen des Südens beschränkt sein, auf das Nordende der Oberrheinischen Tiefebene, auf die tiefsten Partien des Elbebeckens in Böhmen, auf die Niederungen Mährens.

Freilich könnte eingewendet werden, daß der eiszeitliche Abstand von Schneegrenze und Baumgrenze in Mitteleuropa nicht derselbe wie heute gewesen

sein müßte, sondern kleiner gewesen sein könnte, so wie z. B. heute im westlichen Patagonien und im südlichen Alaska. Aber abgesehen davon, daß sich vom physiogeographischen Standpunkte aus eine solche Einwendung nicht begründen läßt, da es in Mitteleuropa während der Eiszeit kein so jäh ansteigendes, sich den regenbringenden Winden quer entgegenstellendes Gebirge gegeben hat, wie es in den genannten Gebieten vorhanden ist, so sprechen pflanzengeographische Gründe gegen eine derartige Mutmaßung: längst schon hat man aus der nahen Verwandtschaft zwischen der alpinen und der hochnordischen Flora gefolgert, daß beide während der Eiszeit auf mitteleuropäischem Boden zusammengehangen haben. Und dieses Postulat ist durch Beobachtungen bekräftigt worden. Wir kennen namentlich durch Nathorst¹⁾ aus den Torfmooren Mitteleuropas die Reste einer arkt-alpinen Flora, die uns vergewissern, daß das Land, das nach unserer Folgerung über der Baumgrenze gelegen gewesen war, wirklich dem Bereiche der alpinen Region angehörte.

Was vom germanischen Mitteleuropa gilt, gilt vollinhaltlich auch von den angrenzenden Teilen Westeuropas, vom eisfrei gewesenen Süden Englands, vom ganzen nördlichen und mittleren Frankreich; denn hier lag die eiszeitliche Schneegrenze allenthalben sehr tief, im Norden kaum 600 m, im Süden, im französischen Zentralplateau etwa 1000 m hoch. Das sind Höhen der Schneegrenze, welche heute unter sich gar keinen oder nur einen sehr bescheidenen Raum für den Baumwuchs lassen würden, und wir haben uns deswegen das atlantische Gestade Europas während der Eiszeit erst etwa von der aquitanischen Küste an bewaldet zu denken; sonst herrschte Tundra. Dagegen haben wir es östlich vom germanischen Mitteleuropa mit einem ziemlich raschen Ansteigen der eiszeitlichen Schneegrenze zu tun. In der Tatra ist sie in 1500 m Höhe, am Ostabfalle der Alpen in mehr als 1500 m, in den östlichen Waldkarpathen auf 1800 m Höhe zu veranschlagen, und über dem Ural lag sie so hoch, daß dies Gebirge nach unserer gegenwärtigen Kenntnis unvergletschert gewesen ist. Hiernach ist denkbar, daß das große nordische Inlandeis in Galizien und im mittleren Rußland unterhalb der Baumgrenze geendet hat, selbst wenn man sich diese in etwas größerem Abstände als 800 m unter der Schneegrenze gezogen denkt. Aber es muß sich fragen, ob die anderweitigen klimatischen Verhältnisse auf der sarmatischen Seite der großen nordischen Vereisung dem Baumwuchse günstig waren. Wir müssen in Betracht ziehen, daß jene das Klima ihrer Umgebung notwendigerweise beeinflusste. Nicht nur sperrte sie im Verein mit der alpinen Vereisung den Osten Europas vom Meere ab, und fing die von letzterem kommende atmosphärische Feuchtigkeit ab, sondern rief auch

¹⁾ Die Forschungsreise S. K. H. des Prinzen Ludwig Amadeus von Savoiën nach dem Eliasberge. Leipzig 1900. S. 183.

²⁾ Flora und Fauna des Quartärs und Geinitz: Das Quartär von Nordeuropa. 1904. S. 5.

³⁾ An expedition through the Yukon district. Nat. geogr. Mag. IV. 1892. S. 153.

⁴⁾ Das Quartär von Nordeuropa. 1904.

¹⁾ Über den gegenwärtigen Standpunkt unserer Kenntnis von dem Vorkommen fossiler Glazialpflanzen. Bihang till k. Svenska Vef. akad. Handl. XVIII. 3. 1892.

besondere Winde hervor. Wie dies geschah, können wir nach den Ergebnissen der letzten antarktischen Expeditionen nunmehr mit Sicherheit aussprechen. Sie erwiesen, daß über dem antarktischen Inlandeise eine große Antizyklone lagert, von welcher die Luft konstant abströmt, so daß die vorherrschenden Westwinde der höheren Südbreiten am Saume des Eises von Ostwinden abgelöst werden. Ähnlich müssen die Dinge an dem einige Millionen Quadratkilometer messenden, nordischen Inlandeise gelegen gewesen sein: Es mußte ein Luftdruckmaximum an sich knüpfen, von dem die Luft abfloß, an der sarmatischen Seite in Gestalt nördlicher und östlicher Winde, welche letztere bis in das germanische Mitteleuropa hinein an Stelle der heutigen vorwiegend westlichen Winde geweht haben müssen.¹⁾ Diese Winde konnten nur trocken und mußten meist kalt sein, sofern sie nicht föhnartigen Charakter annahmen. Man hat danach auf ein steppenartiges Klima auf der Kontinental- und Südseite der nordischen Vergletscherung zu folgern, welches dem Baumwuchs ungünstig war, so wie z. B. heute das Klima des nördlichen Zentralasien. Nun kennen wir im Süden und Osten des nordischen Inlandeises ein eigenartiges Gestein, den Löß, dessen Ursprung und Entstehung viel umstritten ist, welcher aber in neuerer Zeit mehr und mehr als äolisches Produkt aufgefaßt wird, nachdem sich gezeigt hat, daß er nicht das sein kann, als das er anfänglich gedeutet worden ist, nämlich der Überschwemmungsabsatz von Flüssen, denn er reicht, wo er auch auftritt, hoch über die Grenzen der Flußanschwellungen des Eiszeitalters hinaus. Dabei ist aber unverkennbar, daß der Löß zu den letzteren in gewisser Beziehung steht; er zeigt in ihrer Nähe seine stattlichste Entfaltung, und alles weist darauf hin, daß er den vom Winde verwehten Hochwasserschutt darstellt, der zu den pleistozänen Schotter- und Sandablagerungen gehört. In der weiteren Umgebung Wiens läßt sich erkennen, daß er nach Westen hin verweht ist; westlich vom breiten Tullner Felde lappt er in der Gegend von Krems und Langenlois hoch empor am Ostabfalle des böhmischen Rumpfes. Nur Ostwinde können ihn hierher gebracht haben während einer Zeit, da ein Steppenklima herrschte.

Einigen Forschern²⁾ ist der Löß der eiszeitliche Steppenstaub von der Kontinental- und Südseite des großen nordischen Inlandeises; doch hat sich bisher wenigstens nirgends ein stratigraphisch verfolgbare Konnex zwischen ihm und den Eiszeitbildungen ergeben. Vielmehr hat sich auf der Nordseite der Alpen allenthalben gezeigt, daß er

auf den verwitterten äußeren Moränen aufrucht und das Bereich der frischen inneren meidet, und daß an den wenigen Stellen, wo er mit den letzteren in Berührung kommt, er von denselben überlagert wird. Er spielt am Nordfuße der Alpen die Rolle eines Fremdkörpers zwischen Moränen und erscheint hier nicht als die Ablagerung einer Eiszeit, sondern als die einer zwischen Eiszeiten sich einschaltenden Interglazialzeit. Auf der Südseite der Alpen ist aber in der Gegend von Turin ein viel jüngerer Löß vorhanden, und das Studium der im jüngsten Löß Niederösterreichs auftretenden paläolithischen Funde hat ergeben, daß dieselben mit solchen der Postglazialzeit, nämlich denen des Magdalénien in so enger Verwandtschaft stehen, daß zwischen beiden unmöglich ein großer Altersunterschied bestehen kann. Hiernach ist anzunehmen, daß die Lößbildung länger angehalten hat, als sich auf Grund der Lagerungsverhältnisse am Nordsaume der Alpen bisher ergeben hat, und nicht ausgeschlossen ist, daß ein Teil des Lösses von Niederösterreich, Mähren und Ungarn, vielleicht auch ein Teil des norddeutschen, des galizischen und russischen Lösses die Steppenablagerung am Kontinental- und Südsaume des großen nordischen Inlandeises darstellt, die wir aus theoretischen Gründen zu gewärtigen haben, während der Löß, der sich bis an die alpinen Moränen heran erstreckt, einer älteren Phase angehört. Klarheit darüber kann erst eine genauere Untersuchung jener Lößablagerungen bringen. Heute läßt sich nur noch sagen, daß die Säugetierfauna des jungen Löß die größte Ähnlichkeit mit den rein eiszeitlichen Ablagerungen hat; wir begegnen in ihr ein seltsames Gemenge von arktischen, alpinen und kontinentalen Arten, wie es mit der Annahme harmonieren würde, daß die Tundren, welche sich zwischen das nordische Inlandeise und die alpine Vergletscherung einschalteten, nach Osten in ein Steppengebiet unmittelbar übergingen. Noch aber fehlen durchaus die Reste fossiler Pflanzen aus dem osteuropäischen Löß, welche eine eiszeitliche Steppenzeit in ähnlicher Weise erweisen würden, wie die Glazialflora eine eiszeitliche Tundrenzeit.

Begleitete ein Steppensaum den Südrand der großen nordischen Vereisung, so mußte derselbe im Westen direkt an die Tundren des germanischen Mitteleuropas anstoßen, während er im Süden an Waldgebiete grenzte. Es fehlen noch alle Anhaltspunkte dafür, ob man solche im südlichen Rußland an den lößbedeckten, pontischen Gestaden anzunehmen hat, dagegen läßt sich wohl kaum daran zweifeln, daß die Steppen im pannonischen Gebiete durch Waldinseln unterbrochen gewesen sind, welche sich hier, wie auch sonst in Steppenländern, an die Gebirge knüpften. Die niedrigen Partien des langen Zuges der Karpathen und transylvanischen Alpen, glauben wir, waren bewaldet und gleiches dürfte vom Ostfuße der Alpen gelten, wo der Löß bei weitem nicht so bedeutend entfaltet ist als weiter nördlich.

Wie im mittleren lag auch im südlichen Europa

¹⁾ Solche östliche Winde hat bereits C. A. Weber am Südrande der nordischen Vereisung angenommen. Über die fossile Flora von Honerdingen. Abh. naturw. Verein. Bremen, XIII, 1896. S. 413 (452).

²⁾ Sauer, Über die äolische Entstehung des Löß am Rande der norddeutschen Tiefebene. Zeitschr. f. Naturw. 1889. M. Paul Tutkowski, On the origin of the Loess. Scott. Geogr. Mag. XVI, 1900. S. 171.

die eiszeitliche Schneegrenze ganz erheblich tiefer als heute. Die Verfolgung der alten Gletscherspuren im nördlichen Mittelmeergebiet hat manches überraschende, einschlägige Ergebnis geliefert. Ganz auffällig tief lag die Schneegrenze allenthalben an den Westseiten der drei südeuropäischen Halbinseln. Auf den Kämmen des dinarischen Gebirges senkte sie sich längs der Adria stellenweise auf 1200 m Meereshöhe herab; ähnlich tief lag sie über dem nördlichen Apennin und den apuanischen Alpen am Saume des tyrrhenischen Meeres, endlich am Westgestade der iberischen Halbinsel auf der Serra da Estrella. Dagegen lag sie im Inneren der größeren Halbinseln ganz erheblich höher auf der Sierra de Guadarrama und auf dem Bilagebirge in über 2000 m Meereshöhe. Solche Gegensätze treffen wir allenthalben in Gebirgen, welche sich dem herrschenden Regenwinde entgegenstellen; an ihrer Regenseite sinkt die Schneegrenze tief herab und steigt an ihrem Lee hoch empor. So unterrichtet uns die außergewöhnlich tiefe Lage der Schneegrenze an den Westseiten unserer Halbinseln, daß hier zur Eiszeit kräftige Westwinde wehten, und solches dürfen wir nach der mutmaßlichen Verteilung des Luftdruckes über Europa während der Eiszeit erwarten. Entwickelte sich über dem Bereiche des nordischen Inlandeises ein Luftdruckmaximum, so war die jetzt von den Luftdruckminimis beliebte Zugstraße Nordsee oder Nordmeer—Ostsee (II, III und IV) gesperrt; sie mußten entweder am Westsaume des Inlandeises nordwärts entlang gleiten, also die heutige Zugbahn I benutzen, oder das Inlandeis im Süden umgehen, wobei sie gewiß den Weg über die Wasserflächen ebenso bevorzugten wie heute. Die hier entlang führende Zugstraße V wird während der Eiszeit einen guten Teil der Luftwirbel an sich gezogen haben, die heute auf den Straßen III und IV dahinwandern,¹⁾ und häufiger als heute waren im nördlichen Mittelmeergebiet die regenbringenden südlichen und westlichen Winde. So ergibt sich denn für die Gebiete südlich vom nordischen Inlandeis genau dasselbe, was wir heute

am antarktischen Inlandeis sehen: die unmittelbar am Eise wehenden Ostwinde wurden weiterhin durch Westwinde abgelöst und es herrschten an den Westküsten der südeuropäischen Halbinseln während der Eiszeit ähnliche klimatische Verhältnisse wie heute im westlichen Patagonien, in Neu-Seeland, im südlichen Alaska: Außerordentlich tiefe Lage der Schneegrenze infolge großen Niederschlagsreichtums, die Baumgrenze darunter im kleinstmöglichen Abstände, und hier dann sofort Einsetzen kräftigen Waldes, welcher allerdings nur bis höchstens 800 m gereicht haben dürfte, während er im Inneren der Halbinseln beträchtlich höher, in der Pyrenäen- und Balkanhalbinsel mutmaßlich bis zu 1200 m Höhe anstieg. Das Mittelmeergebiet erscheint uns nach diesen Darlegungen als das eiszeitliche Waldland Europas, und wo wir dieses anzunehmen haben, fehlt der Löß. Von der Straße von Calais bis zum Schwarzen Meere südlich der Donaumündung, verläuft eine auf der Nordseite der Alpen sich zungenförmig bis nach Vienne unterhalb Lyon ausbuchtende Linie, welche einen lößfreien Südwesten Europas von jenen Gebieten scheidet, wo sich in den Niederungen weite Lößdecken erstrecken, und dieser wird wiederum durch eine von der Straße von Calais zum mittleren Ural sich ziehende Linie von einem Europa geschieden, wo lediglich Gletscherablagerungen den Boden bilden. Letzteres Europa ist seit der Eiszeit mit Pflanzen neu besiedelt worden; im lößtragenden Europa treffen wir im Osten und Südosten heute noch, wie vielleicht schon zur Eiszeit, Steppen. Die Tundren des germanischen Mitteleuropa haben sich bewaldet, das Mittelmeergebiet aber teilweise entwaldet; das sind die großen Veränderungen, welche das europäische Pflanzenkleid seit der Eiszeit erfahren hat. Es ist eine Verückung der einzelnen Vegetationsformationen wesentlich in polarer und in ansteigender Richtung eingetreten; diese allgemeine Bewegung hat sich aber nicht auf das sarmatische Europa erstreckt, wenn hier jenes konstante Anhalten von Steppen Zuständen stattgefunden hat, auf die wir mehrfach zu folgern hatten; sie ist jedenfalls durch die Alpen und Pyrenäen erschwert gewesen, welche der Wanderung mancher Arten ein unübersteigbares Hindernis darboten, sie war hingegen von seiten der Balkanhalbinsel her begünstigt, deren Gebirgszüge sich in das pannonische Mitteleuropa hinein fortsetzen.

¹⁾ Auf eine starke Benutzung von Zugstraße V während der Eiszeit folgerten auch Harmer (Influence of winds upon climate during the pleistocene epoch. Quart. Journ. Geol. Soc. LVII, 1901, S. 405) und E. Geinitz (Wesen und Ursache der Eiszeit. Arch. d. Ver. der Freunde d. Naturgesch. in Mecklenburg, LIX, 1905).

Kleinere Mitteilungen.

Anpassungsfarben bei Krabbenspinnen. — Wie jedes Tier überhaupt, so besitzt auch jede Spinnenart bestimmte Fähigkeiten oder Eigenschaften, welche ihr die Existenz anderen Tieren gegenüber sichern. Das ist eine feststehende Tatsache; denn ein Tier, das nicht erhaltungsmäßig gebaut, nicht an seine Umgebung angepaßt ist,

muß zugrunde gehen, oder vielmehr es wäre schon längst zugrunde gegangen.

Die Art der Anpassung kann, selbst in einer engeren Gruppe, wie es die Ordnung der echten Spinnen ist, eine recht verschiedene sein. Zahlreiche Spinnen stellen ein Fanggewebe her, das je nach der Art verschieden geformt ist oder an verschiedenartigen Orten ausgespannt wird. Andere Spinnenarten laufen sehr schnell und wissen in

geschickten Bewegungen ihre Beute zu erhaschen (z. B. die Wolfspinnen). Andere verstehen es ihre Beute katzenartig zu beschleichen und schließlich mit einem Sprunge zu ergreifen (z. B. die Springspinnen). Noch andere Arten sind lang und dünn gebaut oder so klein, daß sie ihrem im Kriechen geschickten Opfer durch enge Öffnungen folgen können (z. B. die meisten Micryphantiden). Noch andere gibt es, welche nachts auf Beute ausgehen und welche zu diesem Zweck mit feinen Tastorganen ausgestattet sind (z. B. manche Clubioniden). — Scheinbar ganz ohne derartige Fähigkeiten und Eigenschaften zeigen sich die Krabbspinnen. Sie können kein Fanggewebe spinnen, sind in ihren Bewegungen, wenn wir die Philodromiden ausnehmen, meist unbeholfen und sicherlich nicht imstande ein fliegendes oder schnelllaufendes Insekt im Laufe oder Sprunge zu haschen. Sie besitzen einen breiten, plumpen, taschenförmigen Körper, der ihnen nicht gestattet durch enge Öffnungen hindurchzuschlüpfen und ihren Extremitäten fehlt der dichte Besatz von feinen, langen Tasthaaren, wie ihn die nächtlich auf Beute ausgehenden Spinnen besitzen. — Trotz alledem trifft man die Tiere, wenn man sie findet, oft mit einer eben gefangenen Beute, und ihre Beute ist sonderbarerweise meist ein guter Flieger. Es entsteht also die Frage: wie ist es den Krabbspinnen möglich bei ihren körperlichen Eigenschaften schnellfliegende Insekten zu fangen?

Seitdem die Darwin'sche Theorie die Aufmerksamkeit mehr, als dies früher geschah, auf Anpassungsfarben gelenkt hat, ist auch im vorliegenden Falle die Lösung des Rätsels nicht schwer. Die Krabbspinnen gleichen durchweg in der Farbe, oft auch in der Form gewissen Pflanzenteilen oder anderen Gegenständen ihrer Umgebung, Teilen, die von Insekten mit Vorliebe aufgesucht werden. Sehr auffallend und deshalb schon längst bekannt, ist die Farbenanpassung von *Misumena calycina* (L.) (*vaticina*, *citrea*). Schon C. L. Koch¹⁾ wies darauf hin, daß diese Spinne in der Farbe sehr stark variere, und T. Thorell²⁾ zeigte, daß von früheren Autoren (Scopoli, Walckenaer, Hahn) verschiedene Farbenabänderungen als Arten beschrieben worden seien. H. Zimmermann³⁾ beobachtete, daß die verschiedenen Varietäten auf bestimmten Pflanzen vorkommen, daß man z. B. die weiße, braunfleckte Varietät in der Lausitz nur auf den weißen Blüten von *Ledum palustre*, die gelbe auf blühendem *Spartium* etc. finde. O. Herman⁴⁾ hob hervor, daß *Misumena calycina* rücksichtlich der Färbung eine geradezu „phänomenale Anpassungsfähigkeit“ zeige. Auf Raps fand er sie lebhaft gelb, auf *Sambucus ebulus* elfenbeinweiß, auf Klee

weiß mit roten Flecken. O. P. Cambridge¹⁾ fand sie in der Farbe sehr gut an die hellgelbe Blüte von *Verbascum thapsus* angepaßt. Schließlich konnte ich selbst²⁾ nach meinen Beobachtungen die Tatsache mitteilen, daß die Spinne je nach der Farbe der Blüte eine weiße und gelbe Farbe anzunehmen vermag. Trotz aller dieser Beobachtungen und obgleich mehrere Autoren ausdrücklich hervorgehoben hatten, daß die verschiedenen Farben bei Tieren aller Altersstufen vorkommen,³⁾ erklärte P. Bertkau⁴⁾ bei Besprechung meiner Arbeit die verschiedenen Farben als Zeichen einer verschiedenen Altersstufe und damit war die Sache vorläufig abgetan. Erst nachdem einige Jahre später dieselbe Beobachtung als neu von Amerika zu uns herüberkam⁵⁾, fand sie in Europa allgemein Beifall. Eine Bestätigung fand sie bedeutend später auch noch durch eine Mitteilung von W. Wagner.⁶⁾ Freilich läßt Wagner es unbestimmt, um welche Art es sich in dem von ihm aufgeführten Beispiel handelt. Es ist aber sicher, daß seine weißliche Spinne auf weißer Blüte (Fig. 22) und seine gelbe Spinne auf gelber Blüte (Fig. 23) beide derselben Art (*Misumena calycina*) angehören. Inzwischen war auch für eine andere Art, *Thomisus albus* (Gm.) (*onustus*) von E. Heckel⁷⁾ experimentell nachgewiesen worden, daß sie auf verschieden gefärbten Blüten eine entsprechende Farbe annimmt, und ebenso steht von verschiedenen anderen Krabbspinnenarten jetzt fest, daß sie in ihrer Farbe vollkommen die Farbe ihrer Umgebung wiedergeben.⁸⁾

Das Verhalten der Krabbspinnen entspricht vollkommen dem, was Anpassungsfarben zu fordern scheinen. Die Zitronenspinne (*Misumena calycina*) z. B. sitzt völlig regungslos auf der Blüte und wartet ab, daß ein blumenbesuchendes Insekt sich unmittelbar auf sie setzt. Für die ihr eigene Art des Fanges ist ihr Körper, auch abgesehen von der Anpassungsfarbe, vorzüglich geeignet. Der flache Hinterleib legt sich eng der Blüte an, die vier Hinterbeine, die fast ausschließlich zum Anklammern dienen, sind kurz. Die acht Augen stehen auf kleinen Erhöhungen. Ihre Achsen sind deshalb möglichst nach allen Seiten gerichtet. Ohne jegliche Bewegung, welche sie dem herankommenden Insekt sofort verraten würde, kann die Spinne also jede Bewegung des Insekts genau verfolgen und im Augenblick, wo dasselbe sich

¹⁾ O. Pickard-Cambridge, The Spiders of Dorset, Sherborne 1879, Introduction, p. XXIX f.

²⁾ F. Dahl, Analytische Bearbeitung der Spinnen Norddeutschlands. Sep. aus: Schr. naturw. Ver. Schlesw.-Holst. Bd. 5, Heft 1, 1883, S. 60.

³⁾ Vgl. auch J. Blackwall, A History of the Spiders of Great Britain and Ireland, London 1861, p. 89.

⁴⁾ Arch. f. Naturg. Bd. 50-II, 1884, p. 62.

⁵⁾ H. C. McCook, American Spiders and their Spinning-work, Vol. 2, 1890, p. 367 ff. Pl. 3, Fig. 1 u. 2.

⁶⁾ Travaux Soc. Naturalistes St. Pétersbourg, Zool. Tome 31, Livr. 2 (m. Taf.), 1901, p. 55.

⁷⁾ Bull. Scienc. France Belg. Tom. 23, 1891, p. 347 bis 354.

⁸⁾ Vgl. O. Herman, O. P. Cambridge und McCook a. a. O.

¹⁾ Hahn und Koch, Die Arachniden, Bd. 4, Nürnberg 1838, S. 53 ff.

²⁾ T. Thorell, Recensio critica Arancorum Suecicarum, Upsaliae 1856, p. 72, und Remarks on Synonyms of European Spiders, Upsala 1872, p. 258.

³⁾ Abh. naturf. Ges. Görlitz, Bd. 14, 1871, S. 126.

⁴⁾ O. Herman, Ungarns Spinnenfauna, Bd. 1, Budapest 1876, S. 61.



Die Blatt-Krabbenspinne *Diaea dorsata* (FABR.) auf einem von Insektenlarven teilweise zerfressenen Haselblatte.

niedersetzt, richtig zugreifen. Beim Ergreifen der Beute treten die vier Vorderbeine in Tätigkeit. Dieselben sind bei den Krabbspinnen besonders kräftig entwickelt. Mit Hilfe derselben vermögen sie auch Insekten mit Giftstachel zu bewältigen. Sie wissen den Hinterleib derselben immer so zu wenden, daß die Spitze des Stachels nach außen vortritt.¹⁾

Den Feinden gegenüber, die doch wohl ein noch besseres Auge besitzen mögen als die Beutetiere, hat die Zitronenspinne, wie schon A. Menge²⁾ beobachtete, außer der Anpassungsfarbe noch ein weiteres Schutzmittel: mit angezogenen Beinen läßt sie sich an einem Faden zu Boden fallen und entzieht sich im dichten Pflanzengewirr den Blicken des Verfolgers. Der gebräuchliche Ausdruck „Schutzfärbung“ darf also hier nicht verwendet werden.

Bei einer eigenartig gefärbten einheimischen Spinne, bei *Diaea dorsata* (F.), ist, soweit ich sehe, die Bedeutung der Farben noch von keinem Beobachter erkannt. Die Spinne ist grün und besitzt auf dem Rücken des Abdomens ein braunes, hell umrandetes Feld (vgl. die angefügte Farbenskizze).

Mehrere Beobachter geben von *Diaea dorsata* an, daß sie auf Nadelholz vorkomme und selten sei. Das trifft auch zu. Auf Nadelholz ist die Art immer recht selten. Häufig ist sie dagegen auf manchen Laubholzbüschen, namentlich auf Haselbüschen, welche, geschützt durch hochstämmige Nadelholzbäume, einen nicht zu schattigen Stand haben. Die Blätter der Haseln pflegen an derartigen, geschützten Orten vielfach zerfressen zu sein und dann zahlreiche braune Flecke zu zeigen. Diesen Flecken gleicht der Rückenleck unserer Spinne in der Farbe zum Verwechseln. — Daß die Täuschung um so vollkommener ist, wenn nicht die ganze Spinne, sondern nur ein Teil derselben jene braune Farbe besitzt, ist leicht einzusehen. Treten die Umriss der ganzen Spinne auf dem grünen Blatte hervor, so ist das Tier entschieden leichter zu erkennen, als wenn einige Teile grün sind und auf der grünen Blattfläche verschwinden.³⁾ — Warum aber ist die Spinne nicht ganz grün?

Es gibt tatsächlich ganz grüne Spinnen, z. B. *Micromata virescens* (Cl.) Es will mir indessen scheinen, als ob dann die Täuschung nicht so vollkommen wäre, wie bei *Diaea dorsata*. *Micromata* ist denn auch (wie dies vielleicht schon die gestrecktere Körperform erkennen läßt) weit mehr auf den Fang im Laufe angewiesen. Grüne Blattflächen gibt es in der Natur in gar zu großer Ausdehnung, und wenn sich auch zahlreiche Insekten auf die Blätter setzen, so ist doch die

Wahrscheinlichkeit, daß sich ein Insekt gerade auf den kleinen Fleck, den eine grüne Krabbspinne einnehmen würde, setzt, recht gering. Eine Blüte wird verhältnismäßig viel mehr besucht und deshalb findet eine der Blütegleichgefärbte Krabbspinne auf dieser Blüte sitzend reichlich Nahrung. Eine blattgrüne Krabbspinne dagegen, ebenso regungslos auf einem Blatte sitzend, würde wahrscheinlich verhungern. Wenn also der Rücken unserer *Diaea dorsata* braun ist, so hat das doch wohl seinen guten Grund. Vielleicht wird jedem die Bedeutung der Farbe klar, wenn wir ein anderes Beispiel heranziehen.

Seit den Beobachtungen von H. O. Forbes¹⁾ ist bekannt, daß einige Arten der tropischen Krabbspinnengattung *Phrynarachne* mit Vogelkot eine täuschende Ähnlichkeit besitzen. Welcher Vorteil sich für die Spinne aus dieser Ähnlichkeit ergibt, zeigt uns eine zweite Beobachtung von Forbes. Er sah nämlich, daß gewisse Falter (Hesperiden) sich gerne auf Vogelkot setzen, vielleicht um zu saugen. Forbes machte auch die dritte Beobachtung, daß der Falter tatsächlich getäuscht wird und der Spinne zur Beute fällt. Ähnlich verhält sich die Sache auch hier. Wer einmal im Hochsommer die umherschwirrenden Fliegen neben einem von der Sonne beschienenen Laubbusch beobachtet, wird bald bemerken, daß sich dieselben mit Vorliebe auf trockene Blätter oder auf trockene Blattstellen setzen. Wahrscheinlich ziehen sie die trockenen Teile deshalb vor, weil dieselben mehr von den Sonnenstrahlen erwärmt werden als die saftigen, grünen Blatteile. Wie dem aber auch sei, eine Tatsache ist, daß die trockenen Blatteile von den Fliegen bevorzugt werden. Und daraus ergibt sich ohne weiteres der Vorteil, welchen der braune Rückenleck der Spinne gewährt.

Wie bei *Misumena calycina*, so tritt auch bei *Diaea dorsata* dem Feinde gegenüber ein zweites Schutzmittel zu der Anpassungsfarbe hinzu. Nähert man sich dem Blatte, auf welchem eine *Diaea* sitzt, mit dem Kopfe, so pflegt die Spinne schnell um den Rand auf die Unterseite des Blattes zu schlüpfen. Fr. Dahl.

¹⁾ Proc. zool. Soc. London, Vol. 1883, p. 586 ff., Pl. 51. Vgl. auch R. J. Pocock and N. C. Rothschild, ebenda, Vol. 1903 I, p. 48 ff., Pl. 10.

Über die Entstehung des Petroleums sind mancherlei Ansichten geäußert worden. Berthelot (1866) meinte, daß es ganz unorganischen Ursprungs sei, indem es im Erdinnern durch gegenseitige Einwirkung bestimmter Verbindungen entstünde. Mendelejew (1877) nimmt ein glutflüssiges Erdinneres mit Kohlenstoffverbindungen von Metallen, besonders von Eisen, an, die mit Wasser zusammentretend Metalloxyde und Kohlenwasserstoffe ergeben etc. Heute herrscht bei den Eingeweihteren kein Zweifel darüber, daß die als Petroleum bekannten flüssigen Kohlenwasserstoffe aus Resten von Lebcwesen entstammen, daß also das

¹⁾ Vgl. Vierteljahrsschr. f. wissensch. Philosophie, Bd. 9, 1884, S. 178.

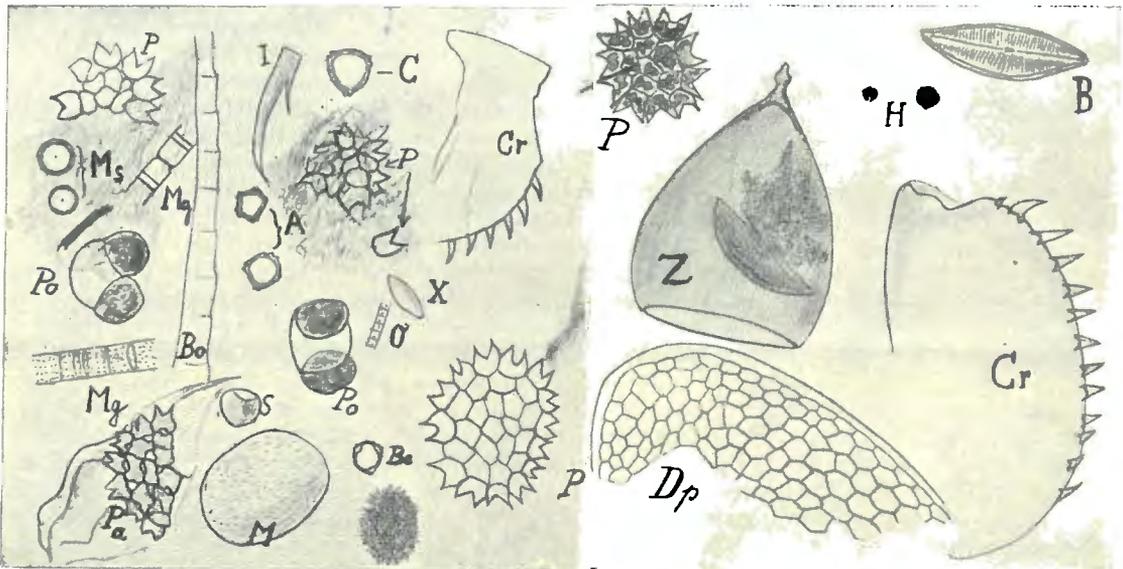
²⁾ A. Menge, Preußische Spinnen. Danzig 1876, S. 455.

³⁾ Immerhin soll nach O. Herman (l. c.) *Philodromus aureolus* in seinem ganzen Umfange sog. Rostflecken auf Blättern gleichen.

Petroleum organischen Ursprungs ist. Die einen Autoren sind mehr für die Herkunft aus dem Pflanzenreich, die anderen für diejenige aus dem Tierreich.

Ein besondere Rolle hat immer die Katastrophentheorie gespielt, nach der, durch besondere Umstände veranlaßt, Massengräber von Tieren entstanden sein sollen als Urmaterialien der Petrolea. Bertels z. B. (1892) — um nur einen anzuführen — meint, Petroleumentstehung sei nur möglich: 1. beim Vorhandensein größerer Massen von Meerestieren, insbesondere von Mollusken, 2. bei einem Festland mit steilen Uferrändern, von denen periodisch bei stärkeren Niederschlägen mit reißender Gewalt große Schlammassen ins Meer geworfen werden konnten, wodurch die Lebewelt begraben wurde.

den Elemente macht sie geneigt, sich gegenseitig zu verbinden. Bei der langsamen Zersetzung (Verbrennung) der organischen Stoffe unter Luftabschluß durch Tonlagen und auch einem gewissen Druck durch das überlagernde Gestein, wie gleichfalls die zunehmende Expansion der Gase, entwickelt sich neben anderen Gasen in größerem Maße Schwefelwasserstoff aus den eiweißhaltigen Stoffen und Kohlenstoff aus dem Zellengewebe. Schon die organischen Stoffe enthalten Eisenoxyd, und dieses ist auch im Gestein, wie auch im Grundwasser vorhanden. Durch den Kohlenstoff wird Eisen reduziert, verbindet sich sodann infolge der größeren Affinität mit dem Schwefel des Schwefelwasserstoffes zu Schwefelkies; in diesem Augenblicke werden aber der Kohlenstoff des Eisens und der Wasserstoff des Schwefelwasserstoffes frei, und



Gez. Dr. W. Gothan.

Fig. 1. Figurierte Bestandteile aus dem Sapropel des Ahlbecker Seegrundes bei Ludwigshof in Pommern in 220 : 1 der natürlichen Größe. Algen: Mg Bacillarien, P Pediastrum, O Oscillaria? — Pflanzliche Driftmaterialien: X, M, Po (Pinuspollen), C (Coryluspollen), A (Alnuspollen), Be (Betulapollen). — Tiere: Bo Bosmina-Antenne, Dp Daphnidenhaut, Cr u. I ebenfalls Crustaceenreste, Z Ei von Corixa.

Ganz neuerdings (1905) hat A. F. Stahl in Warschau die Hypothese Mendelejew's mit derjenigen des organischen Ursprungs verbunden, indem er sagt: „Prof. Mendelejew fand, daß, wenn Säure auf Eisen, oder Wasser (Wasserdampf) auf glühendes Eisen wirkt, sich flüssige Kohlenwasserstoffe bilden, und hat auch solche experimentell hergestellt, woraufhin er dann seine anorganische Theorie der Erdölbildung aufstellte, die aber in großem Widerspruch mit der geologischen Wissenschaft steht und daher unhaltbar erscheint. Das Experiment selbst gibt uns aber einen Anhalt für eine andere Kombination; wir sehen hier eine chemische Wechselwirkung, indem durch die Oxydation des Eisens einerseits Kohlenstoff frei wird, andererseits durch Verlust des Sauerstoffes Wasserstoff frei wird, und der Augenblick des Freiwerdens dieser bei-

da die Elemente im Augenblicke des Freiwerdens die größte Neigung zeigen, sich wieder zu verbinden, bilden sie die flüssigen Kohlenwasserstoffe oder das Erdöl in einem dem frei gewordenen Kohlenstoff entsprechenden Quantum.“

Einige Monate vor dieser Auslassung Stahl's hat der Unterzeichnete sich über den Gegenstand geäußert (H. Potonié, Zur Frage nach den Urmaterialien der Petrolea. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geologischen Landesanstalt für 1904, Berlin 1905).

Meine am angeführten Orte begründete Ansicht ist die folgende.

Es sind die Sapropel-(Faulschlamm-)gesteine die Muttergesteine der Petrolea. Über diese Gesteine wurde schon in Nr. 1 dieses Jahrganges der Naturwiss. Wochenschr. eine Orientierung geboten. Das zur reichen Bitumenbildung führende

„Sapropel“ wird in erster Linie in stagnierenden und halbstagnierenden Gewässern abgesetzt, weil diese dem Fäulnisprozesse (Zersetzung unter möglicher Fernhaltung von Sauerstoff) günstig sind, und zwar handelt es sich um Überbleibsel der im Wasser lebenden pflanzlichen und tierischen Organismen und ihrer Exkreme, die zusammen den „Faulschlamm“ (das Sapropel) bilden.

Unsere Fig. 1 veranschaulicht das mikroskopische Bild eines bestimmten Sapropels, nämlich die in der gallertigen, homogenen Grundsubstanz erkennbaren figurierten Bestandteile, zu denen noch als gelegentliche makroskopische Bestandteile Fischschuppen, Kiefernzapfen, die ins Wasser gefallen sind, u. dgl. hinzukommen.

Die bei der Vertorfung (Zersetzung von Pflanzenresten zunächst unter Sauerstoffzutritt, sodann unter Fäulnisbedingungen) und die bei der unter Wasser stattfindenden bloßen Fäulnis entstehenden Produkte sind in ihren chemischen Eigentümlichkeiten nicht allein von der Verschiedenheit der Prozesse abhängig, sondern wesentlich auch von der ursprünglichen chemischen Beschaffenheit der Organismen: sind es doch wesentlich Sumpfpflanzen, die, abgesehen von den Wurzeln und unterirdischen Organen, an der Luft leben, die den Torf bilden, und andererseits wesentlich echte Wasserorganismen, die das Sapropel bilden.

Es sind alltägliche und ständig zusammenwirkende Umstände, die hinreichende Mengen von Sapropel schaffen, um die Mengen des vorhandenen Petroleums zu erklären, die unter leicht in der Erdrinde gegebenen Umständen als Destillationsprodukt aus dem Sapropel entstehen. Es ist bemerkenswert, daß sowohl Tiere, als auch Pflanzen (unter diesen in hervorragender Weise die im Sapropel stark vertretenen Öalgen) Ausgangsmaterialien für Petroleumbildung enthalten, so daß ebenso wie aus tierischen Fetten, auch aus dem Öle der ölführenden Algen künstlich auf demselben Wege Petroleum hergestellt werden kann.

Es ist bekannt, daß es seinerzeit Prof. Dr. C. Engler in Karlsruhe gelungen war, aus tierischen Fetten durch Druckdestillation Petroleum zu erzeugen und entsprechend der infolgedessen wohl begründeten Annahme, daß das Tierreich Urmaterialien für die natürlichen Petrolea liefert, wird man zunächst die C-haltigen Produkte der bituminösen Gesteine auf Tierreste zurückzuführen geneigt sein. Es ist wiederholt ausgesprochen worden, daß auch das Pflanzenreich im Großen Urmaterial zur Petroleumbildung hergegeben habe, und man glaubte das auch nachgewiesen zu haben. Ich habe jedoch 1904 gezeigt, daß das Sapropel des Ahlbecker Seegrundes bei Ludwigshof in Pommern, das diesen „Beweis“ geliefert hat, fälschlich für Bacillarienerde, also für ein wesentlich pflanzliches Gestein angesehen worden ist, während es sich in Wirklichkeit um ein zoogen-phytogenes Gestein handelt, bei welchem die tierischen Bestandteile sogar — wie es scheint — überwiegen. Ein Material, das so

zusammengesetzt ist, wie dieses (vgl. die Fig. 1), kann natürlich nicht zugrunde gelegt werden, wenn man die pflanzliche Herkunft des natürlichen Petroleums nachweisen will. Auch die sonst in der Literatur vorgebrachten Gründe hierfür genügen nicht.

Der Nachweis, daß nicht allein die tierischen Bestandteile, sondern daß auch die in den Sapropelen vorkommenden echten Wasserpflanzen als Ausgangsbestandteile der Petroleumbildung wesentlich mit in Frage kommen, war also in Wirklichkeit noch zu führen, und ich habe mich daher im Laufe des Sommers 1904 bemüht, geeignetes Material zu beschaffen, das diesen Nachweis ermöglichte. Es liegt für den Biologen nahe, als geeignete Quelle an die allsummerlich auftretende Algen-Wasserblüte zu denken, die verhältnismäßig reines Material liefert. In der Havel spielt *Polycystis flos aquae* alljährlich als Wasserblüte eine hervorragende Rolle, indem die Kolonien dieser Alge das Wasser, das sie in erstaunlichen Mengen bewohnen, bei uns namentlich an warmen Augusttagen intensiv pflanzengrün färben. Von diesem reichlich vorhandenen Material habe ich gesammelt und es Herrn Prof. Dr. C. Engler mit der Bitte um Untersuchung gesandt. Seine Untersuchung ergab, daß in der trockenen Masse der genannten Alge rund 22% (!) Fett vorhanden waren, das bei Druckdestillation Petroleumöle ergibt. Das Nähere ist in dem Bericht von Herrn Prof. Engler in meiner Abhandlung von 1905 nachzulesen.

Auf die Frage, ob die beiden Hauptgruppen der Petrolea (Naphten- und Paraffin-Kohlenwasserstoffe) vielleicht aus verschiedenen Rohstoffen, aus denen sie entstanden, sich erklären ließen, antwortet Engler das Folgende:

„Eingehende Studien hierüber, die ich anstellte, scheinen diese Möglichkeit auszuschließen, denn jedes fette Öl oder Fett, wozu ich auch die wachsartigen Stoffe rechne, läßt die Produkte je nach seiner Verarbeitung variieren, d. h. Pflanzen- oder Tierfette geben unter gleichen Versuchsbedingungen dieselben Petrolöle. Schon a priori ist anzunehmen, daß bei der Gleichartigkeit der Pflanzen- und Tierfette beim Übergang derselben keine so großen Differenzierungen auftreten können, wie sie zwischen Naphtenen und Paraffinölen vorhanden sind. — Das kann nur durch die natürlichen Umwandlungsprozesse selbst bedingt sein (verschiedene Temperatur und Druckverhältnisse!)“

Die Frage, ob auch gewisse Pflanzen und Pflanzenreste der Sapropelgesteine beachtenswert als Urmaterialien der Petrolea in Betracht kommen, ist damit in bejahendem Sinne entschieden.

Die Sapropelbestandteile in den Sapropelgesteinen sind die Urmaterialien der Petrolea, und es sind alltägliche und ständig zusammenwirkende Umstände, die die hinreichenden Mengen dieser Urmaterialien schaffen.

Diejenigen (Verlegenheits-) Theorien, die unbedingt mehr oder minder weitgehende Kata-

strophen für notwendig halten, um die hinreichende Quantität organischer Massen zu erklären, sind durchaus zu entbehren. Denn mehr oder minder

stagnierende Wasser, in denen organisches Material zur Ablagerung gelangt ist, sind immer reichlich vorhanden gewesen. Wo gelegentlich durch eine Katastrophe ein massenhaftes Absterben und eine nachherige Einbettung stattfindet von Tieren oder solchen Pflanzen, die wie die Tiere Bituminierungstendenz haben, wird sich natürlich ebenfalls ein Petroleum-Muttergestein bilden können; aber solche

Katastrophen sind untergeordnete Erscheinungen, die das Zusammentreffen besonderer Bedingungen erfordern, während die Bedingungen zur Entstehung von Sapropelgesteinen sehr einfache sind, seit der Bildung von Sedimentgesteinen immer gegeben waren und daher auch heute an sehr vielen Punkten der Erde vorhanden sind.

So gibt es denn in allen geologischen Formationen Sapropelgesteine, die im Prinzip ebenso zusammengesetzt sind wie die rezenten Sapropelgesteine, wofür unsere

Figur 2 einen Beleg ergibt. — Die Tatsache, daß es so oft Meeres- oder Brackwassertiere sind, die in den Sapropelgesteinen (Cannel-, Bogheadkohlen etc.) vorkommen oder sie begleiten, weist darauf hin, daß die meisten derselben nur an der Meeresküste entstanden sein können und zwar offenbar an ruhigen Stellen des Strandes.

Das mehr oder minder stagnierende Salzwasser ist besonders geeignet, Bituminierung aus organischen Resten zu unterstützen, denn — wie allbekannt und wie man sich leicht durch Versuche überzeugen kann — ist stagnierendes Salzwasser auch bei geringem Salzgehalt ein guter Schutz vor zu schneller Zersetzung.

Das so häufige Zusammenauftreten von Petroleum mit Salz ist denn aus den Stellen auf der Erde verständlich, wo die Muttergesteine der Petrolea, die Sapropelgesteine, hauptsächlich

und in größeren Massen gebildet werden: das sind diejenigen Flachküsten der Meere, auch diejenigen abflußloser Gebiete (man denke an die Verhältnisse nördlich vom Kaspischen Meer), die dem Wasser soweit Zutritt gestatten, daß mehr oder weniger ständige

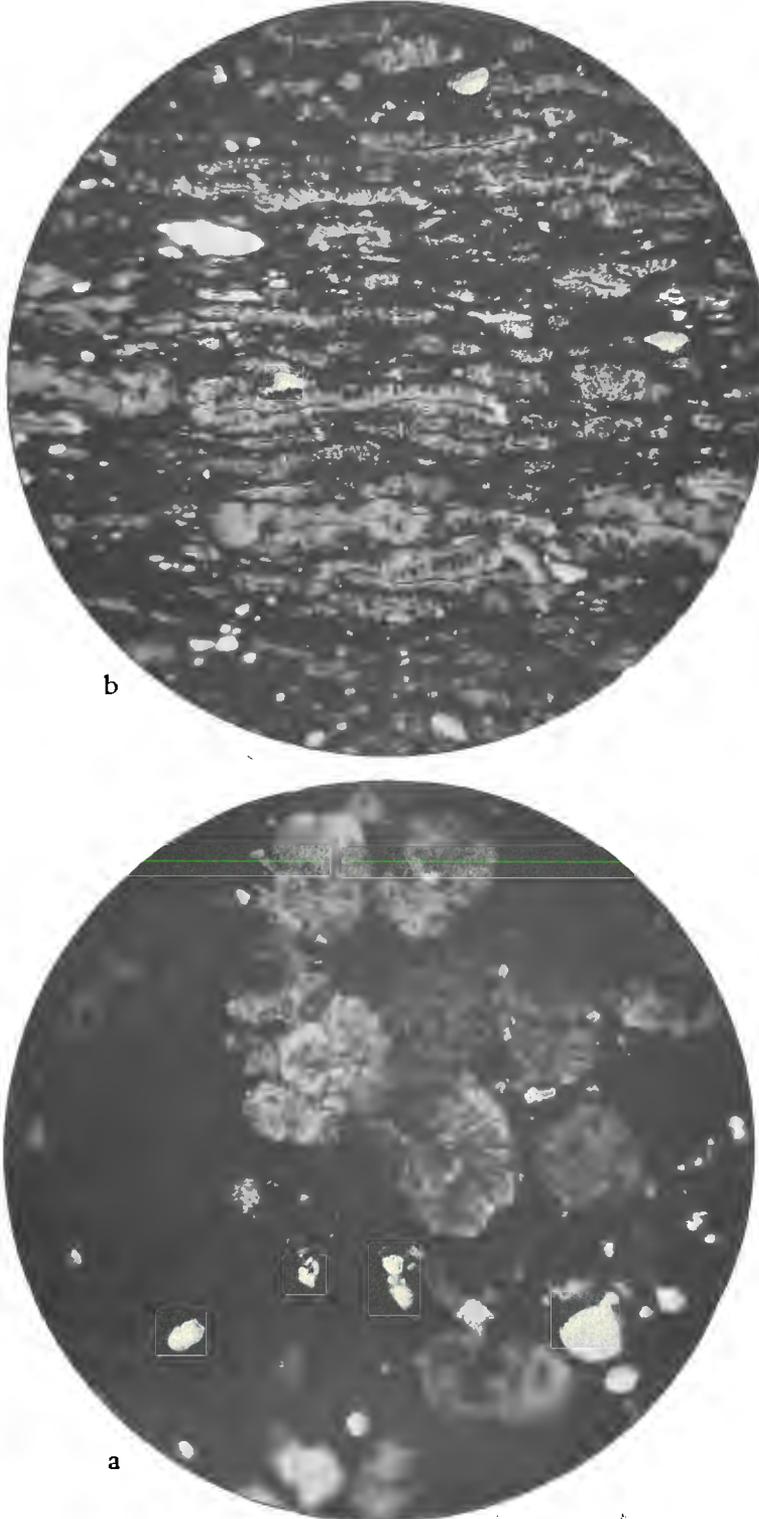


Fig. 2. Schlitze durch ein paläozoisches Sapropel- (Sapanthrakon-) Gestein (Boghead von Autun). Etwa 75 mal vergrößert. Mit Algen. a) in Richtung der Schichtung, b) senkrecht dazu. (Nach Prof. C. Eg. Bertrand.)

Wasserstellen entstehen. Wo diese derartig abgeschlossen sind oder nur gelegentlich Überschwemmungen erleiden, um mehr oder weniger stagnierende Wasserflächen zu bedingen, ist eine Sapropelbildung begünstigt, ebenso aber die Entstehung von natürlichen Salzgärten, so daß ein und dieselben Örtlichkeiten, die nebeneinander liegen, sowohl die petroleumliefernden Gesteine wie auch Salzablagerungen, oder beides zugleich erzeugen.

Das Petroleum der freien Natur ist ein Destillationsprodukt aus Sapropelgesteinen: Druck und Wärme sind in den genügenden Erdtiefen vorhanden, wohin die Sapropelgesteine durch die gebirgsbildende Tätigkeit der Erde gelangen.

Unsere Figur 3 veranschaulicht ein subfossiles Sapropellager; vgl. die Figurenunterschrift. Schlamm von Sapropel-Charakter sind in den Seen und Teichen Norddeutschlands eine überaus häufige Erscheinung.

H. P.



Fig. 3. Profil durch ein kleines ehemaliges Wasserbecken, verlandet durch vollständige Ausfüllung mit Sapropelgestein, darüber Torf, das Ganze bedeckt mit Sand. Aufgeschlossen beim Bau des Teltowkanals bei Steglitz bei Berlin.

Über den Regen. — Es mag verwunderlich erscheinen, daß eine so alltägliche Naturerscheinung wie der Regen, dessen Existenz und Art seines Eintretens wir als etwas ganz Selbstverständliches hinzunehmen gewohnt sind, für unser Verständnis doch noch recht viel Fragliches bietet. Nicht nur daß wir uns meist ganz falsche Vorstellungen machen von der Geschwindigkeit und der Größe der herabfallenden Tropfen, sondern es sind uns auch die Prozesse der Bildung und des Auslösens des Regens nahezu völlig unbekannt, obwohl wir in der Kondensation des Wasserdampfes in höheren Luftschichten die physikalische Ursache des Regens richtig zu sehen gelernt haben. Erst in neuester Zeit ist auf diese Verhältnisse aufmerksam gemacht und gleichzeitig mit Erfolg der Weg gezeigt worden, der uns zu einem Einblick in die Natur der noch unbekannteren Erscheinungen führt. Es geschah dies durch die experimentellen Untersuchungen von Prof. L e n a r d (Meteorolog. Zeitschr. 1904) an fallenden Wassertropfen, auf deren Resultate im folgenden kurz eingegangen werde mit gleichzeitiger Berücksichtigung einer bald darauf (Wien. Akad. 1905) von Defant in Innsbruck veröffentlichten Arbeit über Gesetzmäßigkeiten in der Verteilung der verschiedenen Tropfengrößen bei Regenfällen, die zum Teil zu entgegengesetzten Resultaten führte.

Es ist bekannt, daß herabfallende Regentropfen trotz der großen in der Atmosphäre zur Verfügung stehenden Fallhöhen, innerhalb deren die konstante Anziehungskraft der Erde wirksam ist, keine übermäßig große Endgeschwindigkeit annehmen, da auf ihrem Wege Widerstände infolge der Reibung an der Luft ins Spiel treten, die verzögernd auf die Bewegung einwirken. Wie Lenard speziell an Wassertropfen zeigte, sind für die Größe des Luftwiderstandes, der nicht nur von der Form, sondern auch von der Geschwindigkeit der Tropfen abhängt, drei wesentlich voneinander verschiedene Fälle zu unterscheiden.

a) Bei sehr kleinen Tropfen, deren Herabfallen in der Luft keine Wirbelbewegung erzeugt, ist der Widerstand der ersten Potenz der Geschwindigkeit proportional. Dies trifft für die beigeschriebenen Tropfendurchmesser $2r$ zu, für welche sich die nebenstehenden Endgeschwindigkeiten ergeben:

$2r$	v
mm	m/Sek.
0,01	0,0032
0,02	0,013
0,03	0,029
0,05	0,080
0,1	0,32
0,2	1,30

b) Bei größeren Tropfen als solchen von 0,2 mm

Durchmesser tritt Wirbelbewegung in der Luft ein, und der Widerstand wird dem Quadrat der Geschwindigkeit proportional; die Endgeschwindigkeit v ist erfahrungsgemäß größer.

$2r$	v
mm	m/Sek.
0,3	2,7
0,4	3,2
0,5	3,5

c) Bei Tropfen von etwa 1 mm Durchmesser an tritt eine mit der Größe und Geschwindigkeit zunehmende Deformation des Tropfens ein, wobei der Reibungswiderstand stark variabel und die Endgeschwindigkeit nur noch experimentell bestimmbar wird. Dabei findet sich:

$2r$	v
mm	m/Sek.
1,0	4,4
1,5	5,7
2,0	5,9
3,0	6,9
4,0	7,7
4,5	8,0
5,0	8,0
5,5	8,0

Zusammenfassend ergibt sich somit, daß die Geschwindigkeit fallender Tropfen mit zunehmender Größe derselben bis zu einem bei etwa 4,5 mm liegenden Maximum anwächst, das dann von allen noch größeren Tropfen nahe beibehalten wird. Es kommt hinzu, daß nun nicht die Tropfengröße beliebig gesteigert werden kann, sondern daß im allgemeinen Tropfen von mehr als etwa 6,4 mm überhaupt nicht existenzfähig sind, indem jeder Tropfen, der sich durch die äußeren Umstände dieser Grenze nähert, wie Lenard gezeigt hat, plötzlich in mehrere kleinere zerfällt.

Neben diesen an künstlich erzeugten Tropfen angestellten Beobachtungen sind von Lenard die Größenverteilungen der auf Löschpapier aufgefangenen Tropfen mehrerer Regenfälle studiert worden, aus denen in Übereinstimmung mit Obigem zunächst hervorging, daß größere Tropfen als etwa 5 mm kaum auftraten. Bei stillen Regen waren die kleinsten Tropfengrößen (0,5 mm) sehr zahlreich, dagegen Durchmesser über 2,5 mm fast nie vertreten. Im Gegensatz hierzu trat bei tumultuarischen, mit starken Luftströmungen verbundenen Regen die kleinste Tropfengröße an Zahl stark zurück, und große Tropfen kamen teilweise zahlreich hinzu.

Für die Art der Regenbildung führten diese Ergebnisse zu folgenden Vorstellungen:

Durch häufige Zusammenstöße der sehr kleinen Wolkentröpfchen bilden sich, wenn sie zusammenfließen zur Folge haben, größere Tröpfchen, die infolge ihrer größeren Fallgeschwindigkeit durch die tiefer liegenden, relativ ruhenden Schichten hindurchfallen und dabei eine weitere Vergrößerung erfahren. Treten sie schließlich aus der Wolke heraus, so wird die große Mehrzahl derselben infolge der angewachsenen Größe nahe gleichschnell

fallen, so daß weitere Zusammenstöße derselben während des Herabfallens in der Luft relativ sehr selten stattfinden werden. Dann kann die Größe eines auf der Erde angekommenen Regentropfens danach zwar nicht als absolutes, aber doch, im Vergleich mit anderengleichzeitig gefallenem Tropfen, als relatives Maß für die Zeit seines Verweilens in der Wolke gelten. Regnete daher eine homogen beschaffene Wolke aus ihrem ganzen Volumen gleichmäßig, so müßte sie gleichviel Tropfen jeder Größe liefern. Nach den oben angeführten Beobachtungen scheint dies kaum vorzukommen, da sich meist viel mehr kleinere als größere Tropfen finden. Dies zeigt an, daß die meisten Tropfen wohl in den unteren Teilen der Wolkenschicht ihren Ursprung nehmen.

Zur Erklärung der Erscheinungen, wie sie für tumultuarische Regen beobachtet werden, sind weitere Vorstellungen hinzuzunehmen, wie sie zuerst von Ferrel geäußert wurden, wonach den nach oben gerichteten Luftströmen, welche zur Lieferung des Wasservorrates für jeden Regen Vorbedingung sind, ein merklicher Einfluß auf die Tropfengrößen zuzuschreiben ist. Da die größten Tropfengeschwindigkeiten 8 m pro Sekunde nicht übersteigen, so würde ein aufsteigender Luftstrom von 8 m/Sek. alles Herabfallen von Regen verhindern; eine konstant vorhandene Geschwindigkeit von 7 m/Sek. würde nur die Größen von 3,5 mm aufwärts fallen lassen, alle kleineren aber oben halten, usw. Hiermit erklärt sich einestheils die bekannte Tatsache, daß der Regen durch starke Winde lange Zeit aufgehalten werden kann, andernteils auch die Beobachtung, daß sehr kleine Tropfengrößen, weit unter 0,5 mm Durchmesser, relativ selten sind, da diese schon durch die schwächsten Luftströme oben schwebend gehalten werden. Durch die Annahme relativ großer Windgeschwindigkeiten wird auch das Überwiegen größerer Tropfen im tumultuarischen Regen erklärt, wenn man, um der Existenz auch kleiner hier vorkommender Tropfen gerecht zu werden, hinzunimmt, daß diesen Luftströmen die zur strengen Sonderung der Tropfengrößen nötige Kontinuität fehle.

Von etwas anderen Gesichtspunkten geht die Arbeit von Defant aus, in welcher das Hauptaugenmerk auf eine möglichst einwandfreie und sichere Ermittlung aller auf Löschpapier aufgefangenen Tropfengrößen vieler Regen gerichtet ist. Da insgesamt von 38 Regen gegen 10000 Tropfen systematisch ausgemessen wurden, müssen die eigenartigen Resultate nicht nur als zufällig bezeichnet, sondern als geeignet angesehen werden, nähere Aufschlüsse über die Art der Tropfenbildung zu geben.

Zunächst zeigt die Beobachtung der stillen oder Landregen, daß sie sehr selten plötzlich beginnen, daß vielmehr dem allgemeinen Regen ein Fallen von Tropfen unmerklicher Größe vorausgeht. Nach dem allgemeinen Beginn aber treten sofort jene Tropfengrößen auf, welche während seiner ganzen Dauer mit kleinen Schwankungen vorkommen. Es

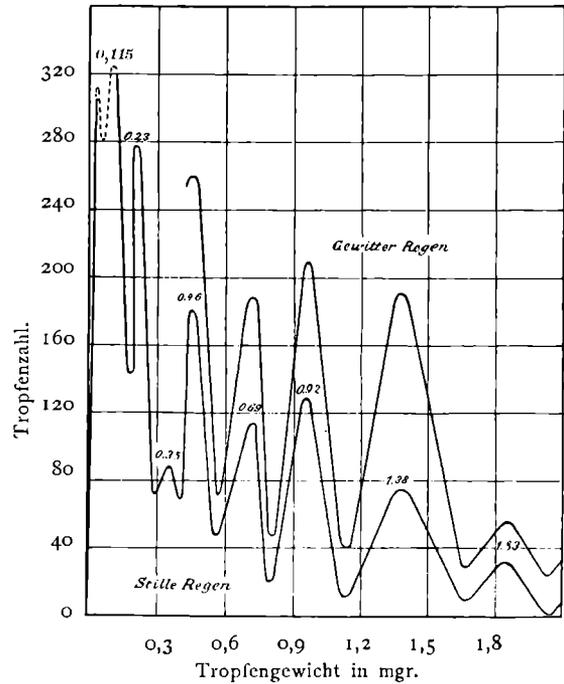
zeichnet sich dieser Regen danach hauptsächlich durch die Gleichartigkeit der Tropfengrößen in allen seinen Phasen aus.

Der Gewitter- oder tumultuarische Regen dagegen beginnt meist ganz plötzlich, die Größe der Tropfen besitzt zu Anfang das Maximum und nimmt dann bis zum Schlusse des Gusses immer mehr ab. Die ersten Tropfen sind fast immer die schwersten, während die mittleren und kleinen Tropfengrößen hier fast völlig fehlen; nach kurzer Zeit nimmt die Größe derart ab, daß die mittlere Größe die ausschlaggebende bildet; dieses Stadium nimmt die längste Zeit eines Gußregens ein; erst am Schlusse rückt wieder das Maximum der Tropfenzahlen auf die kleinen zurück.

Bei allen untersuchten Regen fand sich nun aber das neue, merkwürdige Resultat, daß nicht alle möglichen Tropfengrößen in variabler Zahl vorhanden sind, sondern daß gewisse gesetzmäßige Häufungsstellen in der quantitativen Verteilung der Tropfen vorkommen derart, daß, wenn man von der kleinsten in großer Zahl beobachteten Tropfengröße ausgeht, alle jene Tropfengrößen besonders häufig vorkommen, deren Gewicht das doppelte, vierfache, achtfache usw., und dann auch das dreifache, sechsfache usw. dieser kleinsten Tropfen beträgt. Eine solche Gesetzmäßigkeit würde allerdings, wie bemerkt werden muß, sofort illusorisch, wenn jene Ausgangsgröße sehr klein gewählt wäre; da dieselbe vom Verfasser zu 0,115 mgr angegeben wird und dabei einem Fleckdurchmesser von 2 mm auf dem Löschpapier entspricht, so ist diese Vorsicht wohl als eingehalten zu bezeichnen. Wenn demnach das Auffinden solcher Häufigkeitsstellen zwar für das Zusammenfließen der Tropfen als Ursache der Regenbildung spricht, so weist es aber weiter darauf hin, daß die Tropfen nicht willkürlich und wahllos zusammenfließen, daß vielmehr meist nur gleich große oder solche, die wenigstens nicht zu bedeutend in der Größe voneinander abweichen, sich vereinigen. Durch eine einfache theoretische Überlegung wird dieses Resultat noch insofern weiter bestätigt, als sich dabei ergibt, daß die dreifachen Tropfen gegenüber den vierfachen an Zahl zurücktreten müssen, während weiterhin die sechsfachen wieder zahlreicher auftreten, wie es in der Tat die Beobachtung ergibt. Es sind diese Gesetzmäßigkeiten in beistehender Figur wiedergegeben, wo sich gleichzeitig zeigt, daß das Gesetz sowohl für stille als für Gußregen gilt, mit dem einzigen Unterschied, daß die Zahl der großen Tropfen im zweiten Fall stärker vertreten ist als im ersten.

Gegenüber den Vorstellungen der erstgenannten Arbeit bleibt nach dem eben besprochenen Resultat somit ein Widerspruch bestehen, dessen Lösung durch einfache Überlegung sich insofern kaum wird erbringen lassen, als es auf der einen Seite zwar verständlich erscheint, daß Tropfen sehr ungleicher Größe infolge der größeren Oberflächenspannung der kleineren nicht sehr leicht zusammenfließen dürften, während auf der anderen Seite

die Schwierigkeit besteht, abzusehen, wie nahezu gleichgroße Tropfen bei gleichen Geschwindigkeiten aller zusammenstoßen sollten. Zweifellos spielen hier, wie Lenard schon hervorhebt,



elektrische Ladungen der Tropfen eine bis jetzt allerdings noch nicht erkannte Rolle, die wohl auch maßgebend sein wird für die Art der Auslösung des Regens. A. Becker.

900 neue veränderliche Sterne hat E. C. Pickering in der kleinen Magelhaens'schen Wolke entdeckt, wodurch die jüngst an anderen Objekten bereits festgestellte Tatsache, daß die dichten Sternhaufen ganz auffallend reich an veränderlichen Sternen sind, einen neuen Beleg erfahren hat. Nach einer in Nr. 4032 der Astr. Nachr. enthaltenen Mitteilung gründet sich die merkwürdige Entdeckung auf 16 photographische Aufnahmen von je 1 bis 4 Stunden Expositionsdauer, die im vorigen Herbst zu Arequipa mit dem 24-zölligen Bruce-Teleskop aufgenommen wurden. Die vollständige Bearbeitung des in diesen vorzüglich gelungenen Platten festgehaltenen Beobachtungsmaterials ist noch nicht beendet, jedoch ließ eine provisorische Durchmusterung der Platten die oben angegebene Zahl bisher nicht bekannter, veränderlicher Sterne ohne weiteres feststellen, da sich die Helligkeitsschwankungen vielfach auf mehr als eine Größenklasse belaufen und daher sehr in die Augen fallende Unterschiede in der photographischen Wirkung jener Sternchen bedingen. Der in den Astr. Nachr. veröffentlichten Mitteilung sind als Proben die Reproduktionen zweier Plattenausschnitte beigegeben, die auf einem Quadrat von 12' Seitenlänge bei einer Anzahl von Sternen sofort deutliche Helligkeitsunterschiede

erkennen lassen. Ein die näheren Angaben über die Periodendauer und Amplituden der Schwankung enthaltender, vollständiger Katalog der 900 Veränderlichen wird in den Annalen der Harvard-Sternwarte baldmöglichst erscheinen. F. Kbr.

Über die Bahnen des VI. und VII. Jupitermondes teilt Perrine in den Astr. Nachr. Nr. 4035 (v. 24. Juli) einige vorläufigen Rechnungsergebnisse mit. Der VI. Mond umkreist nach einer von Roß durchgeführten Rechnung den Hauptplaneten in derselben Richtung wie die fünf bisher bekannten Trabanten, jedoch in einer Bahn, die sich durch ihre Dimension, Lage und Gestalt erheblich von den Bahnen jener unterscheidet. Die mittlere Entfernung vom Jupiter beträgt nämlich rund 7 Millionen miles (ca. 12 000 000 km), und daher dauert ein Umlauf 242 Tage. Auch beträgt die Neigung gegen den Jupiter-Äquator 30° und die Exzentrizität der Bahnellipse weist den nicht unerheblichen Wert 0,16 auf.

Für den VII. Trabanten sind die Rechnungen noch nicht vollendet, doch scheint derselbe eine retrograde Bewegung zu besitzen und ebenfalls in einer 30° geneigten Bahn bei 6 Millionen miles (ca. 10 000 000 km) Abstand vom Jupiter in etwa 200 Tagen eine Revolution zu vollenden. Sollten sich diese Angaben bestätigen, dann würden die neuentdeckten Gestirne auch dadurch besonders interessant sein, daß ihre Bahnebenen im Raume beinahe zusammenfallen. Die Exzentrizität ist beim VII. Trabanten jedenfalls noch größer als beim VI. und wird zunächst zu 0,36 angenommen. F. Kbr.

Aus dem wissenschaftlichen Leben.

Die 48. Versammlung deutscher Philologen und Schulmänner findet von Dienstag, den 3. Oktober bis Freitag, den 6. Oktober in Hamburg statt. Präsidium: Dr. Brütt, Professor, Schulrat in Hamburg, Dr. Wendland, Professor an der Universität Kiel.

Bücherbesprechungen.

Dr. H. E. Ziegler, Professor an der Universität Jena, *Die Vererbungslehre in der Biologie*. Mit 9 Figuren im Text und 2 Tafeln. Gustav Fischer in Jena, 1905. 74 S. gr. 8^o. — Preis 2 Mk.

Diese Schrift enthält einen erweiterten Vortrag, den der Verf. auf Veranlassung der Geschäftsleitung im XXII. Kongreß für innere Medizin gehalten hat. Außerdem sind noch einige besondere Abschnitte beigegeben, die zur Begründung und näheren Ausführung des im Vortrag Gesagten dienen, aber auch einen selbständigen Wert haben. Einige verfolgen das Ziel, die merkwürdigen Kombinationen, die bei der Mischung elterlicher Vererbungssubstanzen eintreten können, mathematisch zu untersuchen und die Ergebnisse an bekannten Vererbungstatsachen zu messen. Gerade diesen Beigaben möchte ich einen bedeutenden Wert beimessen. Der Vortrag enthält

die neuesten Entdeckungen auf dem Gebiet der Reifung der Vererbungsträger, ihrer Vereinigung, der Befruchtung und Furchung; aber wenn auch die übersichtliche Darstellung insbesondere für die Zwecke der Mediziner eine fühlbare Lücke verdientvoll ausfüllt, so liegt doch das Eigenste, was Ziegler gibt, in der Heranziehung der Kombinationslehre, womit er Tatsachen erklärt, die manchen noch rätselhaft erscheinen, z. B. die Verschiedenheit der Kinder aus einer Ehe, die Ähnlichkeit von Enkeln mit ihren Großvätern und Großmüttern, das Überspringen einer Generation bei Krankheitsanlagen, das Verschwinden von Krankheitsanlagen aus einer Familie, die Rückschläge auf entferntere Vorfahren, die Erscheinungen bei Inzucht und Verwandtenehen, endlich das Mendel'sche Gesetz. Die Fortschritte der biologischen Forschung gestatten jetzt mit Nutzen den Versuch, eine Brücke von den mikroskopisch beobachteten Tatsachen zu den makroskopischen zu schlagen, und dies zu tun ist Ziegler einer der Berufenen, da er sich seit Jahren mit den Äußerungen des Zellenlebens eingehend beschäftigt hat. Die Schrift ist allen denen, die sich über den neuesten Stand der Vererbungsfragen unterrichten wollen, bestens zu empfehlen. Sie wird den Medizinern gute Dienste leisten, aber auch auf weitere Kreise anregend wirken. Ich muß gestehen, daß sie mich nicht nur festgehalten, sondern auch veranlaßt hat, die Versuche des Verf. auf mathematischem Wege näher zu prüfen.

Ziegler sagt nämlich (S. 37), die Häufigkeit einer jeden möglichen Kombination zu berechnen sei auf mathematischem Wege eine schwierige Aufgabe, und er hat sich daher die Mühe nicht verdrießen lassen, die Frage der Häufigkeit praktisch anzufassen, indem er an Würfeln besondere Bezeichnungen anbrachte, um die väterlichen und mütterlichen Chromosomen (Vererbungsträger) anzudeuten, und dann eine Anzahl Würfel ausführte, meist 100, wobei er die Häufigkeit der einzelnen Kombinationen notierte. Er selbst hält das Hilfsmittel nicht für einwandfrei, da die Würfel an der Seite ein wenig schwerer seien, an der die wenigsten Augen eingebohrt sind, und dem ließe sich noch beifügen, daß das spezifische Gewicht des Materials nicht durch den ganzen Würfel ganz genau gleich sein dürfte, wodurch ebenfalls eine Tendenz besteht, bestimmte Würfel häufiger als es der reine Zufall herbeiführen würde, zu wiederholen. Auch die nicht immer ganz gleichartige Abrundung der Kanten und Ecken kann in diesem Sinne wirken. Ich habe deswegen die Zahl der Würfel, die der Zahl bestimmter Kombinationen von Chromosomen entspricht, an der Hand der Wahrscheinlichkeitsrechnung ermittelt, was gar nicht schwer ist. Vielleicht kann der Verf. in einer 2. Auflage, die die Schrift gewiß bald erleben wird, von meinen Andeutungen Nutzen ziehen.

Wenn die Normalzahl der Chromosomen bei einer Spezies 4 ist, so können 5 verschiedene Kombinationen der väterlichen und mütterlichen Chromosomen eintreten (s. Tabelle 1), die aber ungleich häufig vorkommen. Zählt man alle, auch die identischen Würfel jedesmal mit, so ergibt sich eine Gesamtzahl

von $2^4 = 16$ Würfeln, wobei der Exponent gleich der Zahl der Grundelemente, hier der Chromosomen ist. Die Häufigkeit der einzelnen Kombinationen ist ausgedrückt durch die Binomialkoeffizienten¹⁾ für die betr. Potenz; ihre Summe ist wieder gleich der Gesamtzahl, also hier 16. Darnach ergibt sich:

Tabelle 1.

Chromosomen:		Häufigkeit der Kombinationen		
väterl.	mütterl.	nach der Wahrscheinlichkeit	auf 100 berechnet	von Ziegler mit d. Würfeln ermittelt
0	4	1	6,25	3
1	3	4	25,00	28
2	2	6	37,50	37
3	1	4	25,00	23
4	0	1	6,25	9
Zus.		16	100,00	100

Man sieht hieraus, daß Ziegler's Würfel einmal, bei dem häufigsten Wurf, der Kombination von 2 väterlichen und 2 mütterlichen Chromosomen, der Erwartung entsprechen, daß sie aber bei den seltenen Kombinationen bedeutende Abweichungen zeigen. Dies erklärt sich einerseits daraus, daß, wie schon gesagt, die Würfel individuelle Mängel haben, andererseits aber auch aus der geringen Zahl von 100 Würfeln, die nicht hinreicht, um die Zufälligkeiten auszugleichen.

Bei einem Versuch für 12 Chromosomen, wobei Ziegler dreimal je 100 Würfe ausführte, zeigen die 3 Reihen recht erhebliche Abweichungen, und dies ist begreiflich, da bei 12 Chromosomen die Zahl der möglichen Kombinationen gleich $2^{12} = 4096$ ist, also unter 100 Würfeln überhaupt nicht alle Möglichkeiten vorkommen können. In der folgenden Tabelle 2 habe ich diejenige Reihe Ziegler's, die mit der berechneten Wahrscheinlichkeit am besten übereinstimmt, beige setzt.

Tabelle 2.

0	12	1	0,024	0
1	11	12	0,295	0
2	10	66	1,611	2
3	9	220	5,371	5
4	8	495	12,085	6
5	7	792	19,336	26
6	6	924	22,558	22
7	5	792	19,336	26
8	4	495	12,085	6
9	3	220	5,371	5
10	2	66	1,611	2
11	1	12	0,295	0
12	0	1	0,024	0
		4096	100,002	100

Man erkennt leicht, wie bedeutend in den meisten Fällen die Abweichungen der Ziegler'schen Würfel-ergebnisse von der theoretischen Wahrscheinlichkeit

¹⁾ Die Binomialkoeffizienten berechnen sich für die mte Potenz wie folgt:

$$1, m, \frac{m(m-1)}{1 \times 2}, \frac{m(m-1)(m-2)}{1 \times 2 \times 3}, \frac{m(m-1)(m-2)(m-3)}{1 \times 2 \times 3 \times 4} \text{ usw.}$$

Der Grenzfall, nämlich die unendlich hohe Potenz eines unendlich kleinen Binomiums, wird dargestellt durch die Gauß'sche Wahrscheinlichkeitsformel bzw. -Kurve, die Ziegler auf Seite 70 als Quételet'sches Gesetz anführt. Der belgische Gelehrte hatte die Wahrscheinlichkeitsformel aber von Gauß, der ihr Urheber ist. Man sollte allgemein dem Deutschen die Ehre der Erfindung lassen.

sind, während sie in einzelnen Fällen wieder sehr nahe an dieselben herankommen.

Am meisten Mühe hat sich Ziegler gegeben zur Lösung des Problems bei der Inzucht. Er führte sinnbildlich für die Paarung von Geschwistern erst 100 Würfe aus für die väterlichen Chromosomen, und diesmal für 24 solcher, wobei er in diesen die großväterlichen und die großmütterlichen Chromosomen unterschied. Dann gesellte er jedem dieser Würfe einen mütterlichen bei, in dem wieder die identischen großväterlichen und großmütterlichen Chromosomen enthalten sind, nur in verschiedener Zahl. Zuletzt zählte er die großväterlichen Chromosomen aus den väterlichen und mütterlichen Kombinationen zusammen. Das Ergebnis hätte sich viel einfacher erzielen lassen, denn das, was die Addition ergibt, ist wieder nichts anderes, als die Reihe der Binomialkoeffizienten für die 24. Potenz. Es stellt sich heraus, daß hierbei $2^{24} = 16\,777\,216$ Kombinationen vorkommen können, von denen viele identisch sind, und die Häufigkeit der einzelnen ist die beige setzte:

Tabelle 3.

Chromosomen:		Häufigkeit der Kombinationen		
väterl.	mütterl.	nach der Wahrscheinlichkeit	auf 100 berechnet	von Ziegler mit d. Würfeln ermittelt
0	24	1	0,000	0
1	23	24	0,000	0
2	22	276	0,002	0
3	21	2 024	0,012	0
4	20	10 626	0,063	0
5	19	42 504	0,253	1
6	18	134 596	0,802	1
7	17	346 104	2,063	1
8	16	735 471	4,384	6
9	15	1 307 504	7,793	11
10	14	1 961 256	11,960	12
11	13	2 496 144	14,878	12
12	12	2 704 156	16,118	16
13	11	2 496 144	14,878	17
14	10	1 961 256	11,960	12
15	9	1 307 504	7,793	7
16	8	735 471	4,384	3
17	7	346 104	2,063	0
18	6	134 596	0,802	0
19	5	42 504	0,253	0
20	4	10 626	0,063	1
21	3	2 024	0,012	0
22	2	276	0,002	0
23	1	24	0,000	0
24	0	1	0,000	0
		16 777 216	99,996	100

Bei mehr als 16 Millionen Möglichkeiten ist es begreiflich, daß 100 beliebige Würfe sehr den Zufälligkeiten ausgesetzt sind. Wie man sieht, kommen namentlich die seltenen Kombinationen unregelmäßig, während in der Mitte der Tabelle die Übereinstimmung mehr in die Augen fällt. Die „schematisierte Häufigkeit“ Ziegler's (auf S. 43) wäre hiernach etwas zu berichtigen, ohne daß die von Ziegler gezogenen Folgerungen dadurch eine Abänderung erfahren.

Den Schluß der Schrift bilden Erörterungen über Vererbungsexperimente von Standfuß an Schmetterlingen, von Brown-Séguard an Meerschweinchen (die durch Nachprüfung anderer sehr viel von ihrer früheren Bestimmtheit eingebüßt haben), sowie der

Vererbungstheorien von Hugo de Vries und August Weismann. Ziegler verteidigt auch hier den Boden der Selektion und bezweifelt die Vererbung erworbener Eigenschaften, wenn er auch zugibt, daß das Keimplasma durch äußere Einwirkungen (Kälte, Wärme, Chemikalien) eine Veränderung erfahren kann, die aber nicht unter die Rubrik „erworbener“ somatischer Eigenschaften zu bringen ist.

Dr. Otto Ammon-Karlsruhe.

Literatur.

- Jahn**, Prof. Dr. Hans: Grundriß der Elektrochemie. 2. umgearb. Aufl. (XII, 549 S. m. 5 Abbildgn.) Lex. 8°. Wien '05, A. Hölder. — 17,20 Mk.; geb. in Halbfrz. 19,70 Mk.
Mach, emer. Prof. Ernst: Erkenntnis u. Irrtum. Skizzen zur Psychologie der Forschgn. (XI, 461 S. m. Fig.) gr. 8°. Leipzig '05, J. A. Barth. — 10 Mk.; geb. in Leinw. 11 Mk.
Zsigmondy, Rich.: Zur Erkenntnis der Kolloide. Über irreversible Hydrosol u. Ultramikroskopie. (VI, 186 S. m. 6 Fig. u. 4 Taf.) gr. 8°. Jena '05, G. Fischer. — 4 Mk.

Briefkasten.

Herrn Dr. V. in Delitzsch. — Frage: Ich bitte um Angabe der Literatur über biologische Süßwasserstationen. — Der erste, der für biologische Untersuchungen in Deutschland ein transportables Gebäude bestellen ließ, war (1886) B. Benecke (Ber. Fischereiver. Prov. Ost- u. Westpreußen, Königsberg 1886, Nr. 1). Durch ihn und durch die Holländer, welche für Meeresuntersuchungen eine transportable Station benutzten, wurde A. Fritsch (Fric) angeregt, eine ähnliche Station zur Untersuchung der böhmischen Gewässer herstellen zu lassen. Dieselbe konnte im Jahre 1888 in Tätigkeit treten. Man vergleiche über diese Station die Aufsätze von A. Fritsch und V. Vavra (Zool. Anzeiger Bd. 11, 1888, S. 398 f.; Bd. 12, 1889, S. 416; Bd. 13, 1890, S. 587 f.; Bd. 15, 1892, S. 26—30; Compt. rend. Congr. internat. Zool. 1890, p. 96—99; Wiener landwirtsch. Zeitung 1891; Arch. naturw. Landesdurchforschung Böhmen, Bd. 9, 1894, Nr. 2 und Bd. 11, 1901, Nr. 3). — Die erste feste Station wurde am Plöner See errichtet. Sie wurde von O. Zacharias nach dem Vorbild der zoologischen Station in Neapel in Vorschlag gebracht und 1891 eröffnet. Über diese Station vergleiche man die Aufsätze von O. Zacharias (Zool. Anzeiger Bd. 11, 1888, S. 18—27; Bd. 13, 1890, S. 431; Bd. 15, 1892, S. 457—60; Die Tier- und Pflanzenwelt des Süßwassers Bd. 2, Leipzig 1891, S. 314 bis 331; Biol. Zentralbl. Bd. 15, 1895, S. 378—84 und die „Forschungsberichte“ der Plöner Station, Berlin 1893 ff.), ferner einen Aufsatz von F. Ludwig (Biol. Zentralbl. Bd. 9, 1889, S. 414—16) von J. de Guerne (Revue Biol. Nord France 4. Ann., 1893, p. 146—49), von F. Zschokke (Biol. Zentralbl. Bd. 15, 1895, S. 409—15) und von C. B. Klunzinger (Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Württemb. Bd. 52, 1896, S. LXXX f.). Dann folgte 1893 die Station am Müggelsee (J. Frenzel, Die biologische und Fischereiversuchsstation Müggelsee, sep. aus Zeitschr. Fischerei 3. Jahrg., 1895, S. 58—114 u. S. 175 bis 178 und A. Fritsch, in: Natural Science Vol. 10, 1897, p. 169—72). Als dritte folgte dann die Station an den Teichen von Trachenberg (vgl. Forschungsber. Plön). — Inzwischen war von J. A. Palmén auch in Finland ein zoologisches Sommerlaboratorium errichtet worden, in welchem der Leiter K. M. Levander sich in ausgedehnter Weise auch der Erforschung der Süßwasserorganismen widmete (Meddel. Soc. Fauna Flora Fennica H. 19, 1893, p. 101—9). — Mit besonderem Eifer wandten sich die Amerikaner der Erfor-

schung des Süßwassers zu. Im Jahre 1893 wurde von J. E. Reighard eine Station am Lake St. Clair (Zool. Anzeiger Bd. 16, 1893, S. 399—401 u. Bull. Mich. Fish Comm. Nr. 4, 1894), im Jahre 1894 eine zweite von H. B. Ward am Lake Michigan (Bull. Mich. Fish Comm. Nr. 6, 1896) und in demselben Jahre eine dritte von S. A. Forbes im Stromgebiet des Illinois River errichtet. Auf der letzteren wurde zum ersten Male die Erforschung eines großen Stromgebietes (des Mississippi) auf einer schwimmenden Station in Angriff genommen (Illinois State Laboratory of natural History, Biennial Report 1893—1894, Chicago 1894 und Biennial Report 1895—1896, Springfield 1896 u. Chicago 1897. Vgl. weiter Bull. Illinois State Laboratory nat. History Urbana 1897 ff., ferner R. Lauterborn, in: Verh. 5. internat. Zool. Kongr., Berlin, Jena 1902, S. 307—12). Nur diese drei Stationen seien speziell genannt. Bald folgten andere. Man vergleiche über sie die Aufsätze von O. Zacharias (Biol. Zentralbl. Bd. 14, 1894, S. 299 f. u. S. 559 f.), von C. H. Eigenmann (Proc. Indiana Acad. Sc. 1896 ff.), von C. A. Kofoid (The Freshwater biological Stations of America, in: Amer. Naturalist Vol. 32, 1899, p. 391—406, übersetzt von O. E. Imhof, in: Biol. Zentralbl. Bd. 19, S. 339—49) und von D. J. Scourfield (Natural Science Vol. 14, 1899, p. 450—54). — Neuerdings sind biologische Süßwasserstationen auch in Frankreich (C. Bruyant, Traaveux de la station limnologique de Besse, Mont Louis 1900), in Rußland (N. v. Zograf, in: Verh. 5. internat. Zool.-Kongr. Berlin, Jena 1902, S. 193—199) und in Dänemark (Dansk Ferskvands Biol. Laborat. op.) entstanden. Auch für England wurde eine solche in Vorschlag gebracht (D. J. Scourfield, in: Natural Science, Vol. 10, 1897, p. 17—19 und Vol. 14, 1899, p. 450—54). — Als Aufsätze allgemeineren Inhalts über den Gegenstand nenne ich noch W. Weltner, Biologische Stationen (in: M. v. d. Borne, Künstliche Fischzucht, Berlin 1895, S. 186—196), H. B. Ward, The Freshwater biological Stations of the World (in: Ann. Rep. Smithon. Inst. 1898, I, p. 499—513) und K. Lampert, Das Leben der Binnengewässer, Leipzig 1899, S. 24—27. — Aus der hier gegebenen Übersicht der mir bekanntesten Literatur über den Gegenstand — es ist das vollständigste Übersicht, die bisher erschien — ersehen Sie, daß auf dem Gebiete schon recht viel gemacht ist. — Es dürfte jetzt an der Zeit sein, allgemeine biologische Stationen ins Leben zu rufen, die zugleich die Meeres-, Süßwasser- und Landorganismen berücksichtigen. Stehen doch alle Organismen, namentlich die des Landes und des süßen Wassers in innigster Wechselbeziehung. — Auch auf diesem Gebiete ist schon ein erster Schritt getan. — Auch hier, wie auf dem Gebiete der biologischen Stationen überhaupt, war es A. Dohrn in Neapel, der den Anfang machte. Im Jahre 1896 begründete er mit Hilfe der Herren Kolbe und Parkinson zu Ralun im Bismarck-Archipel eine allgemein biologische Station. Ich selbst durfte dieselbe einrichten helfen und ein Jahr lang verwalten (Verh. Deutsch. Zool. Ges. Kiel 1897, S. 204—10). — Ein dringendes Bedürfnis liegt meiner Ansicht nach jetzt noch in einer Beziehung vor. Man sollte allgemeine biologische Stationen errichten, die über ursprüngliche Wasser- und Landflächen verfügen, über Wasser- und Landflächen, von denen jeder Eingriff des Menschen, Fischerei, Land- und Forstwirtschaft möglichst fernzuhalten ist, damit man die Organismen möglichst im Urzustande beobachten kann. Derartige Stationen könnten zweifellos viele auch für die Kultur wichtige Gesichtspunkte zutage fördern. — Vielleicht ließe sich die Erfüllung derartiger Pläne mit der Ausführung der von H. Conwentz geleiteten, ministeriell unterstützten Bestrebungen, die Naturdenkmäler zu erhalten, verbinden. (Vgl. H. Conwentz, Die Gefährdung der Naturdenkmäler und Vorschläge zu ihrer Erhaltung. Berlin 1904). Auch bei der Erhaltung der Naturdenkmäler wird mit vollem Recht auf die Erhaltung von Landflächen im Naturzustande hingewiesen.

Dahl.

Inhalt: Prof. Dr. Albrecht Penck: Das Klima Europas während der Eiszeit. — **Kleinere Mitteilungen:** Fr. Dahl: Anpassungsfarben bei Krabben-spinnen. — H. Potonié: Über die Entstehung des Petroleum. — Lenard und Defant: Über den Regen. — E. C. Pickering: 900 neue veränderliche Sterne. — Perrine: Die Bahnen des VI. und VII. Jupitermondes. — **Aus dem wissenschaftlichen Leben.** — **Bücherbesprechungen:** Dr. H. E. Ziegler: Die Vererbungslehre in der Biologie. — **Literatur:** Liste. — **Briefkasten.**