

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Zwölfter Jahrgang

24. Oktober 1924

Heft 43

Zur Geschichte der Agrikulturchemie.

VON ADOLF MAYER, Heidelberg.

Der Schöpfer der Agrikulturchemie ist LIEBIG, und ihre Geburtsstunde ist das Erscheinen seines berühmten, in vielen Auflagen gedruckten Buches: Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie, das anfangs der vierziger Jahre erschien. Die Gründe, warum der junge Chemiker, Justus VON LIEBIG, dieser Schöpfer sein konnte und sein mußte, liegen seit lange klar zutage. LIEBIG hatte durch seine beispiellosen Erfolge auf dem Gebiete der reinen Chemie bereits einen Weltruf und zumal in seinem Heimatlande eine führende Stellung erlangt. Eine Schar von zum Teil hochbegabten Schülern war aus seinem unscheinbaren, aber in allen wesentlichen Dingen wohleingerichteten Laboratorium in Gießen hervorgegangen, so daß jedes Wort, das er sprach oder drucken ließ, einen weiten Widerhall hatte und von hunderten begeisterten und bald überzeugten oder noch rascher überredeten Schülern und Anhängern nachgesprochen und nachgeschrieben wurde.

LIEBIG war gerade zur rechten Zeit von seinen zahlreichen und erfolgreichen Experimentaluntersuchungen und vielleicht nun etwas übermüdet von dieser Art des Schaffens zum Ziehen von weitreichenden und folgeschweren Schlußfolgerungen, zu deren Darlegung und Verbreitung ganze Bücher notwendig waren, übergegangen.

Der Gießener Professor war ein genialer Geist, d. h. er war im Besitz mehrerer, bei gewöhnlichen Sterblichen, auch den Begabtesten selten zu vereinenden Eigenschaften, in diesem Falle von einem außerordentlich feinen *Beobachtungsvermögen* und von weitfliegender *Geiste*. In bezug auf das erste melden seine Schüler, daß er die gewöhnlichen Salze, die ja alle ungefähr aussehen eines wie das andere, Sulphate oder Chloride der Alkalien und alkalischen Erden, leicht zu unterscheiden wußte auch ohne besonders angestellte chemische Reaktionen. Am Korn, am Geschmack, an der Klebrigkeit usw., und wie weit sein Geist flog, dazu wird vielleicht die vorliegende Studie einen Beitrag liefern.

LIEBIG stand gerade im besten Mannesalter, näherte sich den Vierzigern, hatte von dem bloßen Experimentieren, dem Immerauffinden von neuen chemischen Tatsachen nachgerade genug, konnte diese durch ihn angebahnte Tätigkeit nun allmählich seinen Schülern überlassen und fühlte sich herangereift, das große Fazit seines Lebens zu ziehen, die Bedeutung der neu entstandenen organischen Chemie für Welt und Kultur klarzulegen.

Es waren namentlich zwei Gebiete, für welche diese Bedeutung für ihn auf der Hand lag und nun der ganzen Welt ans Herz gelegt werden sollte: Landwirtschaft und Gärungsgewerbe, eigentlich nur eines, da auch die letzteren in einem gewissen Sinne in die Landwirtschaft mit einbezogen werden konnten. Sind doch die Gärungsgewerbe zugleich die bedeutendsten Nebenzweige der Landwirtschaft; und Tierernährung gehörte jedenfalls dazu. Das Organ, das diesem Zwecke dienen konnte, besaß der unternehmungslustige Gießener Professor, die Befähigung zu einer ausdrucksvollen Sprache.

Sobald ausgemacht war, daß die Getreidekörner Phosphor enthielten, ihn regelmäßig enthielten, so regelmäßig, daß an einen Aufbau derselben ohne dieses Element nicht gedacht werden konnte, sobald stand auch fest, daß es für den Getreidebau eine praktisch höchst wichtige Sache war, sich um dieses Element, um sein Vorkommen oder Fehlen in der Umgebung der jungen Getreidepflanze zu kümmern. Aber der, der das Getreide zu bauen berufen war, wußte zur Zeit gar nichts von Phosphor, er wußte nur von Pflügen und Säen, von Humus und Ackergare, welche Unwissenheit sich natürlich strafen mußte an der Höhe des Ertrags. Der Eingriff LIEBIGS in die Räder der Geschichte der Landwirtschaft geschah also keineswegs überwiegend auf Grund seiner eigenen Forschungen, sondern er geschah auf Grund der Logik der chemischen Gesamtwissenschaft. Denn eine Wissenschaft kann, eingeschlossen in ihren nur vorläufig aufgezeichneten Ergebnissen, schon sehr viel enthalten, das der Zeit, in denen diese gefördert wurden, noch gar nicht bewußt geworden ist, und das durch unerschrockene Geister aus jenen zwanglos abgeleitet werden kann. Daß dem so ist, ergibt sich ganz unwidersprechlich klar daraus, daß schon vor LIEBIG ähnliche Folgerungen gemacht worden waren und nur bei der ungenügenden Berührung der Einzelwissenschaften untereinander und in den verschiedenen Kulturländern sowie wegen des zähen Beharrungsvermögens des öffentlichen Geistes nicht in den großen internationalen Wissensschatz der Menschheit eingedrungen waren. So hatte schon der berühmte englische Chemiker HUMPHREY DAVY im zweiten Jahrzehnt des neunzehnten Jahrhunderts seine „Elemente der Agrikulturchemie“ geschrieben, in denen der Satz vorkommt: „Die Theorie von der Wirkung alkalischer Substanzen ist einer derjenigen Teile der Agrikulturchemie, welche am einfachsten

und klarsten ist. *Sie werden in allen Pflanzen angetroffen; man kann sie demnach zu den wesentlichen Bestandteilen derselben rechnen.* Ihre Geneigtheit, chemische Verbindungen einzugehen, macht sie geschickt, mehrere Bestandteile, welche tauglich sind, zur Nahrung der Pflanzen zu dienen, in den Saft derselben einzuführen“. Dieser und viele ähnlichen Sätze beweisen, daß nicht bloß die wesentlichsten Anschauungen, die der Liebig'schen Lehre zugrunde liegen, ja schon der Name Agrikulturchemie vorhanden war, als LIEBIG selbst noch in den Kinderschuhen steckte.

Noch bekannter ist, daß die gleichen Anschauungen (wenn auch nicht alle) und nur, der fortgeschrittenen Zeit entsprechend, weit deutlicher und ausführlicher einige Jahre vor dem Auftreten LIEBIGS von SPRENGEL vertreten worden sind. Aber — und dies ist eben das Entscheidende — solche Behauptungen einzelner vorgeschrittener Geister drangen nicht durch bis in die Praxis des landwirtschaftlichen Gewerbes, ja sie fanden kaum Beachtung in den wissenschaftlichen oder sich so nennenden Lehrbüchern dieses Faches, die nach wie vor in der Lehre vom Stalldünger, vom Zwecke desselben, den Humus, der nach der Lehre der herrschenden Meinung eigentlich das Nährende war, zu vermehren, und in der Fütterungslehre von chemisch ganz undefinierbaren Heuwerten sprachen und von den Alkalien und dem Phosphor schwiegen oder diese wohl gar frisch und fröhlich durch den Lebensprozeß der Pflanze selber entstehen ließen. Auch war bei LIEBIG alles in besserem Zusammenhang gebracht.

Und dazu kam ein Zweites. Die Aufnahme der unentbehrlichen Aschenbestandteile geschah durch die Wurzeln. Durch welche anderen Organe hätten sie aufgenommen werden können? Aber der *Kohlenstoff*, der die Hauptmasse der organischen Stoffe der Pflanze bildete, diesen eignete sie sich durch die in die Luft ragenden Teile, die Blätter, an. Die Wurzeln hatten damit nichts zu schaffen, während gerade diese Teile nach den herrschenden Vorstellungen aus dem Humus ihre *gesamte* Nahrung saugten. Wohl wußte man seit DE SAUSSURE, daß in den Blättern eine Art von Gaswechsel vor sich ging, mit Kohlensäureaufnahme und Sauerstoffabgabe. Aber dieser Vorgang wurde nicht in Zusammenhang gebracht mit der eigentlichen Ernährung. Er wurde als etwas ganz anderes, als eine *Atmung* aufgefaßt, die nur bei den Pflanzen in umgekehrter Weise vor sich ging als bei den Tieren.

Auch hier schaffte LIEBIG also eigentlich nichts Neues, aber er erkannte den Zusammenhang. Er stellte, wie er sich einmal selbst ausdrückte, ein Licht in ein dunkles Zimmer, in welchem die schon zuvor anwesenden Gegenstände nun auf einmal deutlich wurden. Jene merkwürdige Pflanzenatmung, die bislang als ein Paradoxon erschien und in den Lehrbüchern einer durch die Naturphilosophie verdunkelten Pflanzenphysiologie als Ballast mit fortgeschleppt wurde, ward mit

einem Schlage ein Hauptsatz der Ernährungslehre, und zur besonderen Weise der Assimilation des Kohlenstoffs durch das grüne von der Sonne beschienene Blattorgan.

Ein Schöpfer ist immer nur der, der durchdringt. Die Tat macht denselben, nicht der schüchterne Gedanke allein. Vorläufer gibt es bei jeder großen Entdeckung und Menschheitsangelegenheit. Und eine geschichtliche Tatsache ist es eben, daß es erst LIEBIG gelang, die Hüter der landwirtschaftlichen Interessen auf dem platten Lande oder vorläufig auf den Lehrstätten der landwirtschaftlichen Akademie aus dem tiefen Schläfe einer eigentlich schon lange überholten Lehre aufzurütteln, aus dem Schlendrian des Schwörens auf die Autoritäten von gestern und vorgestern, in welchen die große Masse so leicht und kaum wachgerüttelt immer wieder versinkt.

LIEBIG war ausgerüstet mit den Waffen des siegreichen Könnens auf dem Gebiete seiner auserkoren Wissenschaft, einer gewinnenden Darstellungsform, die schwierige und anscheinend langweilige Dinge spannend darzustellen und dem Verständnis eines jeden nahelegen wußte, und zugleich einer fabelhaften Energie, die jeden Widerstand der Gegner seiner Anschauungen zu brechen wußte. Daß es infolge dieses flammenden Feuereifers nicht immer rücksichtsvoll zugeht und derbe Hiebe und grausamer Spott nicht gespart wurden, versteht sich, vor allem, wenn man die weniger höflichen Sitten des ersten Zweidrittels des vorigen Jahrhunderts in Gelehrtenkreisen mit in Betracht zieht, natürlich von selbst. Namentlich die Engländer, die, obwohl der eben genannte Vorläufer der Liebig'schen Ideen, DAVY, ein solcher war, aber die dann dem stürmenden Gedankenfluge, dem Sturm und Drang des leidenschaftlich vordringenden Deutschen den meisten Widerstand entgegengesetzten und mit ihrer geheiligten Erfahrungswissenschaft nur langsam vorrückten, mußten es entgelten. Sie wurden der Stumpfheit, Rückständigkeit und Gedankenlosigkeit bezichtigt, ihre Forschungsmethoden bis auf den alten vielgepriesenen BACON zurück, verurteilt, worauf die Engländer sich rächten und den Namen des deutschen Revolutionärs grausam zerpflückten in Lie und Big, so daß der Sinn eines faustdicken Lügners sich ergab.

LIEBIG wiederum erzählte von seinen Reisen in England lustige Geschichten, wie die von der dortigen Fabrikation von Blutlaugensalz, das aus altem Leder und Pottasche gemacht werde ohne Zusatz von Eisen, außer dem, welches zufällig in Form der Nägel der alten Schuhe vorhanden war. Der Fabrikant aber begriff nichts von diesem Zusammenhang und versicherte dem Deutschen heimnisvoll, als dieser sich beim Rühren der Schmelzmasse in den eisernen Kesseln die Ohren zuhielt, daß die Ausbeute an Laugensalz um so besser wäre, je größer der Spektakel, hatte also das Eisen, das zu der ihm unbekanntem Zusammensetzung des Salzes gehörte, aus den eigenen

Kesseln abgerieben. Das war nun allerdings ein köstliches Beispiel dafür, wohin krasse Empirie die Praxis führen kann. Spott und Hohn war also wechselseitig zwischen LIEBIGS radikaler Neuerungssucht und englischer rückständiger Empirie.

Aber auch im sonstigen Ausland rümpfte man etwas die Nase über den ungestümen Draufgänger, mehr, als in Deutschland bekannt geworden zu sein scheint. In Holland z. B. nahm man Anstoß daran, daß LIEBIG sich später bereit finden ließ, seinen Namen zu Reklamezwecken für gewinnbringende kaufmännische Unternehmungen zu mißbrauchen, was den Pflichten einer rein wissenschaftlichen Autorität zuwider liefe.

Wie dem auch sein mag, so viel ist gewiß, LIEBIG hat den Stein des schwer beweglichen konservativsten Gewerbes tatsächlich ins Rollen gebracht. Die Dozenten der führenden landwirtschaftlichen Akademien widerstrebten anfangs, aber sie ließen sich doch durch die heftigen Angriffe, die sie von dem Feuergeiste erdulden mußten, zu Entgegnungen hinreißen. Ein leidenschaftlicher Kampf begann, und damit war der Erfolg der umwälzenden Erneuerung gesichert. Aus dem Kampf der Meinungen entspringt, einem bekannten französischen Sprichworte zufolge, die Wahrheit. Die Schwierigkeit bestand nur darin, die alte Lehre, die sich hinter der Autorität der wenig zugänglichen praktischen Erfahrung verschanzte, aus diesen ihren Stellungen herauszulocken ins offene Feld der streng wissenschaftlichen Debatte, wo sie den schlagenden Argumenten eines weit fortgeschrittenen chemischen Wissens unentrinnbar erliegen mußte.

Mit diesem Ergebnisse war der Streit im Grunde schon entschieden, wenn er sich auch äußerlich ein paar Jahrzehnte hinzog und durch die Erfolglosigkeit der ersten Versuche mit Kunstdünger verschleppte. Die Angelegenheit war nun so wichtig geworden, daß alsbald auch experimentelle Arbeit von allen Seiten einsetzte, so die bekannte Antwort auf eine von der Göttinger Akademie gestellte Preisfrage von WIEGMANN und POLSTORFF, durch die für eine Reihe von landwirtschaftlichen Gewächsen: Wicke, Gerste, Hafer, Buchweizen, Tabak und Klee überzeugend nachgewiesen wurde, 1. daß ihnen die Aschenbestandteile fehlen, wenn man sie ihnen bei künstlicher Ernährung vorenthält und 2. daß sie beim Mangel an denselben leiden, so leiden, daß ohne sie an gar keine landwirtschaftliche Produktion zu denken ist. Daß man den ersten dieser Sätze überhaupt noch zur Verhandlung stellen mußte, beweist klipp und klar, wie sehr die Theorie des Feldbaus noch über ein halbes Jahrhundert nach LAVOISIER der Fühlung mit der chemischen Wissenschaft entbehrte und wie notwendig dieser beispiellosen Trägheit des Erkennens ein so kräftiger Stoß war, zu dem der junge Neuerer, der von keiner Autorität wußte als von der des beweiskräftigen Experimentes, ausholte.

Das katastrophenartige Ungestüm, das LIEBIG kennzeichnet, ist das Entscheidende, wodurch die Eroberung der Landwirtschaft durch die Chemie gelang, und diese Eroberung war zugleich die endgültige Begründung der *Agrikulturchemie*, eines Wissenszweiges, reich und wichtig genug, das Leben eines Forschers auszufüllen und daher schon eines eigenen Namens bedürftig.

Und was war nun der eigentliche Inhalt der neuen Lehre, die als die Urzelle des Entstehens der Wissenschaft der Agrikulturchemie erscheint?

Nun, wie allgemein und richtig formuliert bekannt, die Lehre von der Bedeutung der *Aschenbestandteile* für das *gesamte organische Leben*, von deren Unererschaffbarkeit und Unzerstörbarkeit und als solche nur ein Spezialfall der ein halbes Jahrhundert älteren Lehre von der *Erhaltung des Stoffs* in demselben Sinne, wie noch zu Lebzeiten LIEBIGS, aber von diesem nicht mehr völlig begriffen, die *Erhaltung der Energie* ausgerufen werden sollte. Mithin die Lehre, daß nicht bloß das Tier aus der Pflanzenwelt diese aus ihrer nächsten Umgebung und größtenteils aus dem Boden die notwendigen Aschenbestandteile, unter welchen aus praktischen Gründen Phosphor und Kalium in erster Linie, aufnahme und aufnehmen können müsse, um zu wachsen, zu gedeihen und die begehrte Ernte zu liefern. Dies ist scheinbar ein Kleines, nicht allzu Bedeutendes, und war, wie wir gesehen, von einigen scharfblickenden Geistern schon vor LIEBIG erkannt worden. Aber LIEBIG durchschaute wie keiner vor ihm die ungeheure volks- und weltwirtschaftliche Bedeutung dieser einfachen Tatsache, ja darüber hinaus deren Wichtigkeit für ganze Abschnitte der Weltgeschichte. Denn weil z. B. das mehlliefernde Getreide nicht leben kann ohne Phosphor, so muß ein Ackerbaubetrieb, der noch nicht im Besitze dieser Erkenntnis ist, häufig ungenügende Ergebnisse haben, und da der Mensch wesentlich vom Brote lebt, so muß in solchen Fällen Gesundheit, Volksvermehrung und in letzter Linie politische Bedeutung eines infolge der Unwissenheit dieses Zusammenhangs schlecht ernährten Volkes leiden oder ganz zugrunde gehen.

Das ist die Lehre, die sich nach und nach, zumal in den späteren umgearbeiteten Auflagen des vielgelesenen Buches von der organischen Chemie in ihrer Anwendung usw. in den sechziger Jahren auswachsen sollte zu der berühmten Lehre vom „Raubbau“, worin nachzuweisen versucht wurde, daß ganz bestimmte Kulturvölker in Spanien, Italien, Kleinasien usw. im wesentlichen durch *Vernachlässigung der Pflicht des Wiederersatzes* des durch die Ernte Weggeführten untergegangen wären, nebenbei, wie man sieht, eine ganz und gar materialistische Geschichtskonstruktion¹⁾.

¹⁾ Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen als Staatsinstitut, Heidelberg 1896.

Vom Plankton warmer Meere.

Von E. LINDEMANN, Berlin.

Wir sprechen kurz vom „Meer“ und bedenken oft gar nicht dabei, daß wir mit einem einzigen Ausdruck etwas bezeichnen, das eine so ungeheure Mannigfaltigkeit aufweist, wie es unsere Vorstellung sich überhaupt nur auszudenken vermag. An der Oberfläche Wellenschlag, Strömungen, Lichtfülle und meist höhere Temperaturen; in größeren Tiefen Ruhe, kaum wahrnehmbare Unterströmungen, ewige Dunkelheit und meist tiefe Bodentemperaturen. Es kann uns nicht wundern, daß wir in solchen verschiedenen Regionen auch eine durchaus voneinander zu unterscheidende Tier- und Pflanzenwelt finden.

Doch von solchen gewaltigen Unterschieden wollen wir jetzt nicht sprechen. Betrachten wir nur solche Organismen, welche vorwiegend in der oberflächlichen belichteten Region des Meeres bis etwa in Tiefen von 80–100 m vorkommen. Hier finden wir eine Lebensgemeinschaft von „Schwebewesen“, wissenschaftlich „Plankton“ genannt. Hierunter verstehen wir (meist kleinere oder mikroskopisch kleine) Tiere und Pflanzen, welche sich im freien Wasser willenlos treiben lassen, weil sie zu einer Eigenbewegung durch Rudern, Schwimmen u. dgl. höchst unvollkommen oder gar nicht befähigt sind. Hierher gehören u. a. Salpen, Quallen, sehr viele Larvenformen (auch von Tiefseetieren), ebenso die unentwickelten Eier vieler Fische (z. B. in der Ostsee die Eier der Schollen), vor allem aber die meisten einzelligen Tiere und Pflanzen (Algen); eine Reihe von größeren Tieren (Würmer, Tintenfische, Krebse, Wirbeltiere), die Eigenbewegung haben, vermögen sich zeitweilig oder stets einer solchen Lebensweise anzupassen: alle diese Organismen pflegen in ihrer Verbreitung stark von den Meeresströmungen abhängig zu sein, welche sie über weite Gebiete des Ozeans tragen können.

Am empfindlichsten von allen diesen Lebewesen, die im Wasser planktonisch oder „pelagisch“ (im freien Wasser befindlich) leben, sind die Einzelligen. Ihre besondere Bedeutung für die Wissenschaft beruht darauf, daß ihre meisten Vertreter auf jede kleine Änderung ihrer Existenzbedingungen (d. h. des Wassers) sofort sichtbar durch körperliche Veränderungen, z. B. der Gestalt, reagieren. Hierdurch wird es möglich, gerade an ihnen den Einfluß veränderter Lebensbedingungen (des „Milieus“) auf das Leben — sei es in der freien Natur oder experimentell im Laboratorium — zu studieren. Da das Meer nun, wie gesagt, in seinen oberflächlichen Schichten unendlich verschiedene Lebensbedingungen bietet, so ist es eine Aufgabe der Wissenschaft, die hier gefundenen Organismen auch im Hinblick auf die Lebensbedingungen, die an den Fundorten herrschten, zu vergleichen, um so festzustellen, wie ein verändertes Milieu auf die Ausgestaltung der lebendigen Wesen wirkte.

Ungeheure Arbeit ist bereits darauf verwandt worden, die für das Leben im Meere ausschlag-

gebenden Faktoren zu ermitteln, doch wir müssen gestehen, daß trotz alledem bis heute unser Wissen auch an dieser Stelle sehr große Lücken aufweist. Gerade hier liegt die Gefahr nahe, daß einmalige Befunde zu sehr verallgemeinert werden; brauchen doch gleiche Beobachtungen nicht immer auf gleiche Ursachen hinzuweisen. Andererseits muß hervorgehoben werden, daß das Leben von so vielen, total verschiedenen Einzelfaktoren abhängig ist, daß es immer gewagt erscheint, einen derselben allein zu einer Erklärung heranzuziehen, ohne die übrigen zu berücksichtigen. Ein Beispiel aus einem Süßwassersee möge dies erläutern: an einer bestimmten Stelle des Lunzer Untersees in Nieder-Österreich treten in etwa 6–12 m Tiefe ausschließlich braune, blaue und rote frei schwimmende Organismen auf, und es liegt nahe, dies der mangelnden Belichtung in dieser immerhin beträchtlichen Tiefe (Süßwasserseen sind weniger durchsichtig als das Meer) zuzuschreiben. Dennoch befindet sich an derselben Stelle auf dem Grunde ein Rasen des Moores *Fontinalis antipyretica*, dieses Moos ist aber grün! (Über GEITLERS Erklärungsversuch hierzu siehe: „Schriften für Süßwasser- u. Meereskunde“ 1924, H. 5.)

Ein besonders interessantes Kapitel der Planktonbiologie des Meeres ist das, welches vom Plankton der „warmen Meere“ handelt. Landläufig pflegt man unter „Meer“ die oberflächlichen der Ozeane zu verstehen; so sind „warme Meere“ ebenfalls Meeresoberflächenteile (innerhalb welcher sich die oberflächlichen Meeresströmungen vollziehen), welche nicht nur im Sommer, sondern auch im Winter höhere Temperaturen (etwa von 12 bis 28° C) aufweisen. Oft wird es schwer sein, zu erklären, woher diese Wasserwärme ihren Ursprung nimmt; in vielen Fällen wird man sie aus warmen Meeresströmungen erklären wollen — doch uns interessiert hier in erster Linie neben der Frage nach der Verteilung solcher warmen Meeresteile innerhalb der Weltmeere die Feststellung: welche Planktonwesen leben in ihnen und wie sind dieselben geartet.

Über die Verteilung der „warmen Meere“ werden wir uns am besten orientieren können, wenn wir uns die Vergleichswerte vor Augen führen, welche SCHOTT in der Form von Temperaturkurven im ersten Band der „Wiss. Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition“ (auf dem Dampfer „Valdivia“) wiedergibt. Warme Meeresabschnitte fallen hier sofort in die Augen. An den europäischen Küsten wurden selbst im August nur 10–15° C gemessen, dann aber fuhr die Expedition um die Westküste von Afrika herum und kam nach Durchquerung des Nordäquatorialstroms in den warmen Guinea-strom (salzarmes, tiefblaues Wasser), welcher, wie der Leiter der Expedition CHUN sich ausdrückte, eine „Überfülle von herrlichen Schätzen“ lieferte

in der Form erbeuteter Meeresbewohner. Obgleich der Guineastrom in 1000 m Tiefe sogar noch um 4°C kälter war als der östlich von Madeira gelegene Kanarienstrom, war dieser Unterschied (in der Tiefe) doch an der Oberfläche nicht merkbar, denn die Oberflächentemperaturen des Guineastromes lagen auffällig hoch: sie betrug etwa $24-26^{\circ}\text{C}$! (allerdings Ende August). Auf der weiteren Fahrt wurden z. B. in der Antarktis bis zu $-1,5^{\circ}\text{C}$ gemessen! Erst im Indischen Ozean nahe Sumatra wurden wieder die auffälligen Temperaturen tropischer Warmmeere angetroffen: das Thermometer stieg bis gegen 30°C am 30. Januar! Teile des Indischen Ozeans übertreffen also wohl alle anderen bisher bekannten Meeresteile in ihren Oberflächentemperaturen.

Die Untersuchungen, deren Resultate ich hier wiederzugeben beabsichtige, sind nun an einem ganz anderen Meeresabschnitte gemacht worden: am *Golf von Neapel*. Derselbe stellt mit dem seitlich gelegenen kleinen Golf von Pozzuoli ein ziemlich geschlossenes Becken dar, zumal an seinen beiden Seiten die Inseln Ischia und Capri vorgelagert sind. Wir können einen Innen- und einen Außengolf unterscheiden. Im flachen Innengolf senkt sich der Boden nur ganz allmählich tiefer; derselbe bietet auch biologisch eigenartige Verhältnisse, indem sich die Abwässer Neapels und einiger anderer Städte in ihn ergießen. Die Tiefe des Außengolfes steigt dann schnell an (der Durchschnitt wird mit 350 m genannt); er steht durch die Bocca grande zwischen Ischia und Capri mit der offenen See in weiter Verbindung. Was uns hier besonders interessiert, sind die Temperaturen, welche das Wasser des Golfes das Jahr hindurch aufweist. Im Hochsommer messen wir $25-27^{\circ}\text{C}$, im April bis Mai $15-19^{\circ}\text{C}$, im September bis Oktober $18-22^{\circ}\text{C}$ und im Winter (Januar bis Februar) immer noch $10-14^{\circ}\text{C}$. Vergleichen wir diese Temperaturen mit denen, welche auf der Valdivia-Expedition gemessen wurden, so ergibt sich, daß die Sommertemperaturen des Golfes von Neapel sich von denen des warmen Guineastromes wenig oder gar nicht unterscheiden. Wichtiger wäre es allerdings, die Wintertemperaturen zu vergleichen: hierfür steht uns nur der Indische Ozean zur Verfügung. Letzterer ist freilich als tropisches Meer im Winter bedeutend wärmer als der Golf von Neapel: während jener am Ende Januar noch eine Temperatur von 30°C aufweisen konnte, fanden wir bei diesem am 24. Januar nur $14,15^{\circ}\text{C}$. Im Sommer werden zwischen beiden Meeren nicht so große Unterschiede in der Temperatur bestehen. Außerdem — wenn man die mittleren Jahrestemperaturen vergleicht — wird man sehen, daß sich der Indische Ozean mit 28° nicht allzusehr von dem Guineastrom mit etwa 27° unterscheidet, wohl aber dürfen wir die mittlere Jahrestemperatur des Golfes von Neapel bedeutend niedriger annehmen.

Hieraus geht hervor — und dieses Ergebnis stimmt gut mit den biologischen Beobachtungen

überein —, daß für diejenigen, welche an die Meerestemperaturen gewöhnt sind, welche in den gemäßigten Zonen zu herrschen pflegen, der Golf von Neapel durchaus als warmes Meer zu bezeichnen ist, wenn er auch bei weitem nicht die Temperaturen erreicht, welche der unter dem Äquator gelegene Indische Ozean aufweisen kann.

Wenden wir uns nun unserer zweiten, wichtigeren Frage zu: Welche Planktonwesen leben in allen diesen Meeren und wie sind dieselben geartet? Insbesondere: Können wir eine gesetzmäßige Abhängigkeit z. B. der sichtbaren Gestalt dieser Wesen von den Lebensbedingungen ihres Milieus erkennen?

Wir müssen zunächst in der Tat zugeben, daß es „Gassenjungen“ in den Meeren gibt, die überall vorkommen und sich an keine der besonderen Lebensbedingungen zu kehren scheinen. Hierhin gehört z. B. die allbekannte *Noctiluca miliaris*, welche das wunderbare Meerleuchten hervorbringt. Andererseits war es eine der auffallendsten Erscheinungen während der Tiefsee-Expedition, daß sich das Oberflächenplankton urplötzlich änderte, als die „Valdivia“ ins antarktische Kaltwassergebiet eintrat: fast alle bisher vorherrschenden Planktonformen waren auf einmal verschwunden, und dafür traten nun „Kaltwasserformen“ (besonders Diatomeen), wie sie für polare Meere typisch sind, auf. Ähnliche Unterschiede werden wir feststellen können, wenn wir von Meeren der gemäßigten Zonen in tropische Warmmeere gelangen (s. a. den Guineastrom der Tiefsee-Expedition), doch hier liegen die Verhältnisse für eine Beantwortung unserer Fragen weit günstiger: wenn auch einzelne Formen *ausschließlich* im Warmwassergebiet vorkommen und daher für eine vergleichende Betrachtung nicht in Frage kommen, so finden wir doch auch eine große Menge von Plankton, welche sich für unsere Betrachtungen vorzüglich eignen, weil sie in *beiden* Arten von Meeren angetroffen werden und ganz charakteristische Änderungen ihrer Gestalt aufweisen, die wir zu besprechen haben werden.

Wir werden uns am Schlusse noch eingehender mit den Lebensbedingungen befassen, von welchen das Planktonleben des Meeres abhängig ist, hier soll nur erwähnt werden, daß wir theoretisch *viele* Einzelfaktoren angeben könnten, welche in ihrer Gesamtheit jene Lebensbedingungen ausmachen, wie z. B. außer der Temperatur des Wassers auch das Licht, den Salzgehalt (der im Mittelmeer, mit dem wir es in erster Linie zu tun haben, auffälligerweise bis zu 4% beträgt, während man sonst als Mittelwert 3,5% annehmen kann), das spezifische Gewicht des Wassers, starke Trübungen, welche auch durch eine Hochproduktion einzelner Plankter entstehen können usw. Die Erfahrung hat nun ergeben, daß, da das Licht in den geringen Tiefen, welche vom Plankton bewohnt werden, keinen ausschlaggebenden Änderungen unterworfen ist, in erster Linie die *Temperatur* des Wassers für das Planktonleben von größ-

ter Bedeutung ist. Diese Tatsache kann bereits aus den Befunden der Tiefsee-Expedition entnommen werden und findet ihren Ausdruck auch in der in der Tiergeographie üblichen Bezeichnungsweise: „Kaltwasser-“ und „Warmwasserformen“.

Es ist Aufgabe aller echten Planktonwesen, sich unbedingt *schwebend* zu erhalten, da ein Niedersinken in die Tiefen des Ozeans für sie den Tod bedeuten würde. Die Möglichkeit zu schweben ist aber von der Tragfähigkeit des Wassers abhängig. Genaue physikalische Untersuchungen haben nun ergeben, daß diese Tragfähigkeit von keinem anderen Faktor so entscheidend beeinflußt wird, wie gerade von der Temperatur. Dabei ist festzustellen, daß bereits bei einer verhältnismäßig nur geringen Erhöhung der Temperatur eine ganz bedeutende *Verringerung* der Tragfähigkeit eintritt! Wir verstehen also, daß die Warmwasserformen bestrebt sein müssen, ihr Schwebevermögen in jeder möglichen Weise zu verbessern, sei es durch Ausbildung von spezifisch leichten Gasbläschen, Öltropfen, von Schleim- und Gallertbildungen u. a. m., oder sei es — und dies ist für unsere Betrachtung besonders wichtig, weil es die ganze Gestalt der Planktonformen zu ändern imstande ist — durch Vergrößerung des „Formwiderstandes“.

Der Formwiderstand, d. h. der Widerstand, welchen ein Planktonwesen schon durch seine Form (äußere Gestalt) beim Sinken im Wasser findet, wird besonders durch Ausbildung von „Schweborganen“ erhöht, als solche können „abnorm“ verlängerte Teile des eigenen Körpers dienen, oder es werden zu diesem Zwecke besondere Haare, Borsten, Leisten, Stacheln, gitter- und fallschirmartige Bildungen usw. hervorgebracht. Dabei ist die Frage zu prüfen, ob je nach der Wasserwärme auch graduelle Verschiedenheiten vor allem in der Längenausdehnung der Schweborgane feststellbar sind. Dies ist in der Tat der Fall und wird vorzüglich illustriert durch die Ergebnisse der Tiefsee-Expedition, aber auch unsere Untersuchungen über den Golf von Neapel, auf welche wir jetzt zurückkommen werden, bieten einen kleinen Beitrag zur Darstellung dieses Problems.

Wir hatten Gelegenheit, das Winterplankton des Golfes aus den Monaten Oktober bis Februar durch eigene Anschauung kennenzulernen. Dabei stellte sich heraus, daß die spezifischen Warmwasserformen auch in diesen Monaten im Golfe nicht fehlen. Man kann wohl behaupten, daß das Winterplankton etwas monotoner (artenärmer) ist als das Sommerplankton, daß dafür aber im Winter einzelne Arten sich meist in Hochproduktion befinden, doch fallen diese Unterschiede bei typischen Warmwassermeeren wohl mehr fort.

In höchster Entwicklung fanden wir die Kieselalgen (Diatomeen oder Bacillariaceen). Dies sind einzellige Pflänzchen, deren Kieselpanzer aus zwei Hälften besteht, die wie der Deckel auf eine Schachtel sich ineinanderschieben. Diese Algen assimilieren mit Hilfe gelbbraunlicher Chromatophoren,

daher kann bei Massenentwicklung das ganze Meer von ihnen gelblich gefärbt sein (häufig in der Antarktis). Der Kieselpanzer ist oft wundervoll skulpturiert und ziseliert, so daß sein Studium eine Lieblingsbeschäftigung der Mikroskopiker geworden ist. Die Diatomeen kommen nun nicht nur einzeln im Meere vor, sondern sie können sich nach Art von Kolonien vereinigen, so daß zu-

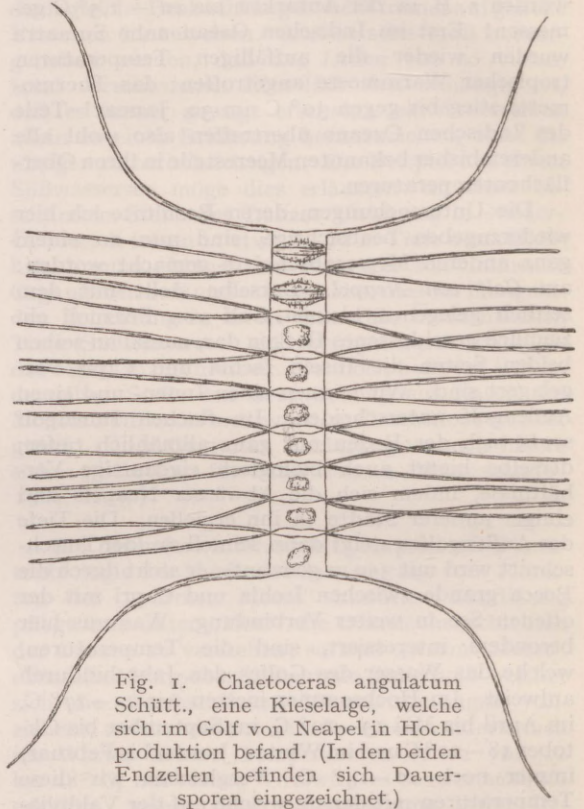


Fig. 1. *Chaetoceras angulatum* Schütt., eine Kieselalge, welche sich im Golf von Neapel in Hochproduktion befand. (In den beiden Endzellen befinden sich Dauer sporen eingezeichnet.)

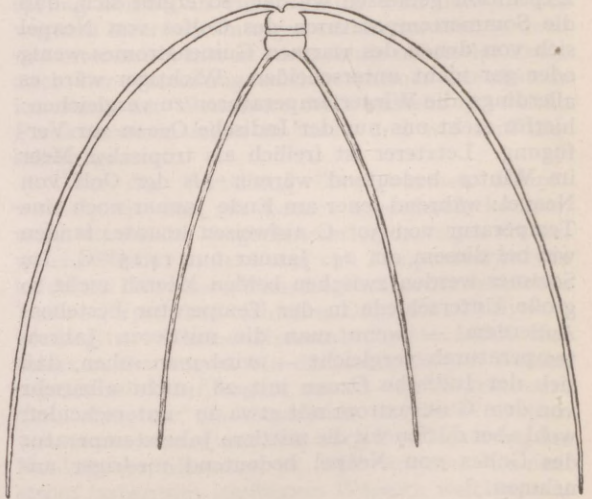


Fig. 2. *Chaetoceras peruvianum* Brightw., im Golf von Neapel vereinzelt auftretend.

sammengesetzte Gebilde entstehen. Hochproduktionen findet man meist in der kälteren Jahreszeit; in unserem Falle war eine Form von *Chaetoceras* (*Ch. angulatum* Schütt, eine Form, die wohl mit *Ch. Schüttii* Cleve identisch ist) so häufig, daß die ganzen Fänge von ihr fast eingedickt waren! Betrachten wir diese Form, welche in Fig. 1 dargestellt ist, so fallen uns sofort die langen Haare und Borsten auf, welche, wie erwähnt, Schwebeorgane darstellen, welche geeignet sind, den Formwiderstand zu erhöhen. Fast noch schöner finden wir solche Schwebeorgane bei einer anderen *Chaetoceras*-Art, die sich auch vereinzelt fand: *Ch. peruvianum* Brightw. (Fig. 2). Selten war auch *Ch. neapolitanum* Schröd., welches von verschlungenen Borsten zusammengehaltene Ketten bildet. Von den übrigen, stets seltener auftretenden Diatomeen führe ich die zarte, glasartig-durchsichtige *Rhizosolenia styliformis* Brightw. (stabförmig mit Spitze) und die Gattung *Asteromphalus* Ehg. (scheibenförmig) hier an.

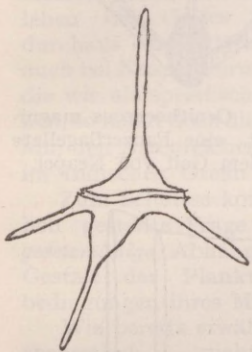


Fig. 3. *Ceratium hirundinella* O. Fr. M., die Schwalbenschwanzalge, aus dem Süßwasser.

Die zweite Gruppe von Lebewesen, welche dem Plankton der warmen Meere sein Gepräge zu geben pflegen, bilden die Panzergeißlinge (Dinoflagellaten oder Peridineen). Auch diese mit zwei in einer Längs- und einer Querfurche gelegenen Geißeln versehenen einzelligen Pflanzen (die man auch wohl zu den Algen rechnen kann) besitzen einen Panzer, der aber in diesem Falle von Cellulose, also einem weniger harten, pflanzlichen Stoffe gebildet wird. Dieser Panzer ist weniger schön skulpturiert als derjenige der Kieselalgen, dafür aber aus oft kunstvoll angeordneten Platten zusammengesetzt, welche eigenartige, sehr in die Augen fallende Gebilde, wie fallschirmartige Scheiben, Kämme, sowie starke Dornen hervorbringen können. Vor allem aber ist die Körpergestalt der Peridineen selber außerordentlich veränderlich, wie wir sehen werden.

Unter den Panzergeißlingen spielt nun eine Form, die auch im Süßwasser vorkommt, in allen Meeren eine hervorragende Rolle: die „Schwalbenschwanzalge“ *Ceratium*. Wohl bildet diese Alge in allen Gewässern hin und wieder „Wasserblüten“

(Massenentwicklungen), doch interessiert sie uns im Meere weniger wegen ihres häufigen Auftretens als wegen der geradezu unglaublichen Formenfülle, in welcher sie überall angetroffen wird. Da die Alge ein Vorderhorn und zwei (im Süßwasser häufig auch drei) einem Schwalbenschwanz in gewisser Weise ähnliche Hinterhörner besitzt, so ist durch Änderung der Größe, Lage und Gestalt besonders der Hinterhörner die Möglichkeit gegeben, eine reiche Mannigfaltigkeit von Formen zu erzeugen. Im Süßwasser sind diese Hörner stets relativ kurz (Fig. 3), während dieselben im Meere vielfache Gestalt annehmen können. Es ist nun gerade ein Kennzeichen der warmen Meere, daß diese *Ceratium*alge hier mit einer schier erdrückenden Formenfülle auftritt. Dabei ergeben sich die wunderlichsten Gestalten, wie aus den Fig. 4 und 5 zu sehen ist. *Ceratium carriense* Gourr. forma *elegans* Schröd. (Fig. 4) stellt ein Exemplar aus dem Indischen Ozean dar, wie es auf der Valdivia-Expedition erbeutet wurde. Dieses Exemplar kann als extremer Fall gelten, wie er eben nur in tropischen Meeren vorkommt; die forma *elegans* war auch im Golfe von Neapel in einzelnen Fängen nicht selten, nur daß hier die beiden Hinterhörner

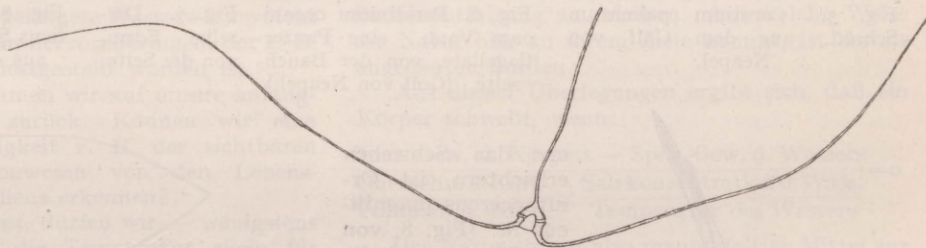


Fig. 4. *Ceratium carriense* Gourr. forma *elegans* Schröd., aus dem Indischen Ozean. (Nach KARSTEN.)

etwa dreiviertel so lang blieben wie im Indischen Ozean. Ähnliche Formen, die ebenfalls im Golfe von Neapel vertreten waren, sind *Ceratium massiliense* und *macroceros*, *trichoceros* und *inflexum*. Aber auch die weniger auffallenden Arten (*C. candellabrum*, *furca* und *fuscus*) waren nicht selten. Einer Form aus dem Golfe von Neapel sei hier noch gedacht, weil sie ein so seltsames Aussehen hat: *Ceratium palmatum* Schröd. (Fig. 5). Hier sind die Hinterhörner am Ende zu handförmigen Gebilden umgestaltet.

Die Peridineen treten nun aber auch in anderen Formen in großer Anzahl in den warmen Meeren auf, ja, einzelne finden sich *nur* in warmen Meeren! Fig. 6 und 7 stellen ein und dieselbe häufige Art dar: *Peridinium oceanicum* Vanh. (Fig. 6 von der Bauchseite, Fig. 7 von der Seite). Zwei *Gonyaulax*-Arten waren ebenfalls im Golfe von Neapel vertreten, neben vielen anderen, auch stabförmigen Formen. Ganz besonders muß aber schließlich noch auf jene Arten hingewiesen werden, welche durch ihre Formenschönheit alles andere in den Schatten stellen: *Ornithocercus* und *Ceratocorys*! Sie scheinen nur

im Warmwasser aufzutreten und sind auch aus dem Roten Meer, dem Arabischen Meer, dem Indischen und dem Stillen Ozean bekannt. Während *Ceratocorys horrida* St. (Fig. 9, von unten gesehen!), welche huttförmig mit einem breiten Fallschirm als Krempe gestaltet ist, durch eigenartige lange Fortsätze (vier unten und zwei oben) auffällt, wel-

Neapel häufige Form in Fig. 10 wiedergegeben ist.

Endlich ist noch zu erwähnen, daß grüne Algen sehr selten im Golfe sind. Seltsamerweise tritt jedoch die von SCHMITZ entdeckte *Halosphaera viridis*, eine Schattenalge, die auf der Valdivia-Expedition meist unter 100—300 m Tiefe gefunden

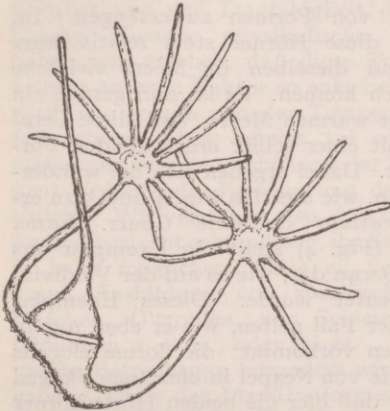


Fig. 5. *Ceratium palmatum* Schröd., aus dem Golf von Neapel.

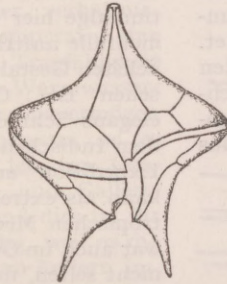


Fig. 6. *Peridinium oceanicum* Vanh., eine Panzerflagellate, von der Bauchseite. (Golf von Neapel.)



Fig. 7. Dieselbe Form, von der Seite.

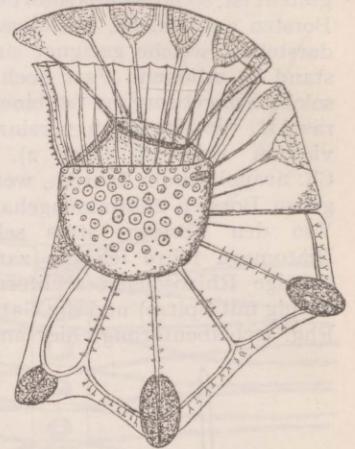


Fig. 8. *Ornithocercus magnificus* St., eine Panzerflagellate aus dem Golf von Neapel.

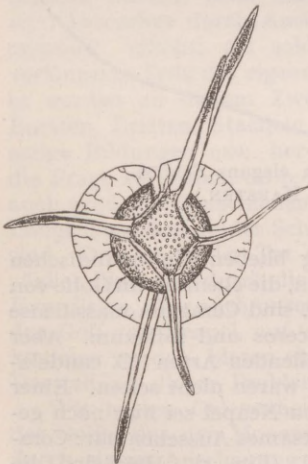


Fig. 9. *Ceratocorys horrida* St., eine Panzerflagellate, von der Unterseite. (Golf von Neapel.)

che das Schweben erleichtern, ist *Ornithocercus magnificus* St. (Fig. 8, von der Seite), wohl die prächtigste aller Peridineen, mit einem großen apikalen Trichter geziert, daneben ist der ganze Körper von einer breiten, fallschirmartigen Platte umgeben, welche durch Netze, Spangen und Fortsätze aller Art künstlerisch vollendet ausgestaltet ist! Wahrlich, an den Panzergeißlingen sehen wir die Schwebefähigkeit am besten durch äußere Formgestaltung unterstützt!

Von den weiteren Lebewesen, welche im Golfe von Neapel gefunden wurden, ist nun nicht viel mehr zu sagen. Vereinzelt fanden sich Radiolarien, eine Gruppe, die im Ozean den Peridineen an Schönheit nicht nachsteht, ferner wenige Kammerlinge (Foraminiferen) und einige Tintinnen. Letztere gehören zu den Meeresinfusorien, sie bauen sich zierliche Gehäuse, von denen eine im Golf von

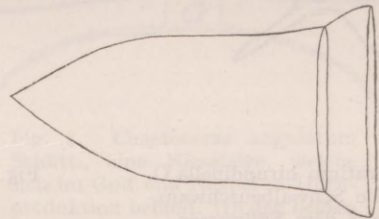


Fig. 10. Leeres Gehäuse eines Meerinfusors (*Tintinnus*). Golf von Neapel.

wurde, im Golfe von Neapel im Winter und Frühjahr so häufig auf, daß der Volksmund sie „Punti verdi“ nennt.

Soweit unsere Befunde in den neapolitanischen Gewässern, welche ein vorzügliches Beispiel für den Charakter des Planktons warmer Meere darstellen. Rufen wir uns jetzt einige Vergleiche aus den Ergebnissen der Tiefsee-Expedition ins Gedächtnis zurück. Zuerst die urplötzliche Änderung im Oberflächenplankton beim Eintritt ins antarktische Kaltwassergebiet. Dann die Fahrt an der westafrikanischen Küste, wo beim Eintritt in den Guineastrom sich wiederum das Oberflächenplankton zum Erstaunen aller an der Expedition Teilnehmenden total änderte: „Peridineen in wunderbarer Pracht und Üppigkeit traten uns entgegen“, schreibt CHUN, der Leiter der Expedition. Es waren z. T. jene Formen, die wir aus dem Golfe von Neapel kennengelernt haben, nur war die Fülle der erbeuteten Arten bedeutend größer als

hier. Endlich der Indische Ozean! Tropisches Warmwasser, tropische Üppigkeit der Formen, wie sie nie zuvor gesehen wurden. Man zählte bei einer anderen Gelegenheit in einer Planktonprobe gegen 50 Arten von Diatomeen und sogar 80 Arten von Peridineen, mithin in einem Fange nicht weniger als etwa 130 Arten, wobei jede Art in vielen, ja unzähligen Exemplaren vorhanden war!

Wir sehen hier eine derartige Abhängigkeit des Planktonlebens vom Milieu, daß wir in Zukunft nicht mehr durch Messung von Wassertemperaturen nachzuweisen brauchen, ob eine Planktonform eine Warmwasserform ist; umgekehrt, man erkennt jetzt warme Meere sofort an dem Plankton, was man aus ihnen erbeutet! Betrachten wir in diesem Sinne die Ergebnisse unserer Untersuchungen im Golfe von Neapel, so werden wir erkennen, daß wir es hier mit einem Meeresabschnitte zu tun haben, der nicht nur, wie erwähnt, in seinen Temperaturverhältnissen zwischen den Meeren gemäßigter Zonen und den tropischen hochwarmen Meeren steht, sondern daß auch das Planktonleben des Golfes in seinem Formenreichtum durchaus eine Mittelstellung einnimmt. Kommen auch bei Neapel Formen (vor allem Peridineen) vor, die wir als spezifische Warmwasserbewohner kennen, so reicht doch die geringere Wasserwärme nicht hin, den Artenreichtum hervorzubringen, der z. B. im Indischen Ozean festgestellt worden ist.

Zum Schlusse kommen wir auf unsere anfänglich gestellte Frage zurück: Können wir eine *gesetzmäßige* Abhängigkeit z. B. der sichtbaren Gestalt der Planktonwesen von den Lebensbedingungen ihres Milieus erkennen?

Wie bereits erwähnt, dürfen wir — wenigstens theoretisch — nicht die Temperatur allein für das auffällige Planktonleben der warmen Meere verantwortlich machen. Bis heute dürfte es auch unmöglich sein, das oft plötzliche Auftreten und Verschwinden von Planktern rein aus physikalisch-chemischen Ursachen zu erklären. Auch die Ursachen für die Formgestaltung im allgemeinen sind uns verborgen. Wir werden jedoch sehen, daß spezielle Probleme der Formbildung unserer Erklärung zugänglich sind. Diese Probleme betreffen eine rein physikalische Frage: das *Schweben*, von welchem bereits gesagt wurde, daß es für die Plankter eine Lebensfrage darstellt.

Ein Planktonorganismus wird am besten schweben, wenn seine Sinkgeschwindigkeit möglichst ein Minimum ist. Für diese Sinkgeschwindigkeit hat sich nun eine Formel finden lassen, welche die für das Schweben wichtigen Faktoren berücksichtigt:

$$\text{Sinkgeschwindigkeit} = \frac{\text{Übergewicht}}{\text{Formwiderst.} \times \text{inn. Reib.}}$$

Sehen wir uns diese Formel einmal näher an. Ein Körper schwebt, wenn er genau soviel wiegt wie die Wassermenge, welche er verdrängt; ist sein Gewicht größer, so sinkt er unter. Wir erfahren also sein Übergewicht, wenn wir das spezifische Gewicht des Wassers von dem des Körpers subtrahieren.

Aber die Sinkgeschwindigkeit ist noch von anderen Bedingungen abhängig: es kommt dabei sowohl auf den Zustand des Wassers, als auch auf die Form des Körpers an.

Außerordentlich wichtig ist die „innere Reibung“ des Wassers, d. h. die Reibung der Wasserteilchen aneinander, welche durch die Zeit bestimmt werden kann, während welcher das Wasser durch eine enge Röhre ausfließt. Diese innere Reibung ist abhängig vom Salzgehalt und ganz besonders von der Temperatur, während sie von der Dichte einer Flüssigkeit vollkommen unabhängig ist. Mit zunehmendem Salzgehalt steigt die innere Reibung, während sie mit zunehmender Temperatur auffällig stark sinkt: so ist sie für Wasser von 25° C nur noch halb so groß, wie für Wasser von 0°.

Ferner ist die Sinkgeschwindigkeit auch von der Form des sinkenden Körpers abhängig: so würde eine Kugel viel schneller sinken als eine Platte, welche sich stets parallel zur Wasseroberfläche bewegt, ja, schon eine kleine Kugel würde besser schwimmen als eine große. Es wird also die Natur bestrebt sein müssen, das Volumen der Planktonten relativ klein zu erhalten, dafür aber den „Formwiderstand“ durch eine möglichst große Oberflächenentfaltung zu erhöhen. Auf welche Weise die Natur hier zu ihrem Ziele kommt, ist bereits angedeutet worden.

Aus diesen Überlegungen ergibt sich, daß ein Körper schwebt, wenn:

$$\frac{\text{Spez.-Gew. d. Körpers} - \text{Spez.-Gew. d. Wassers}}{\text{Querschn. d. Körp.} \times \text{Salzkonzentration d. Wass.}} = 0 \\ \frac{\text{Volumen d. Körp.}}{\text{Temperatur des Wassers}}$$

Der Natur stehen also mannigfaltige Mittel zur Verfügung, wenn sie die Organismen zum Schweben befähigen will. So dürfen wir auch nicht erwarten, daß nun alle Planktonwesen gerade durch Ausbildung von Formwiderständen ihre Schwebefähigkeit aufrechterhalten. Wie erwähnt, können die Meeresorganismen ihr spezifisches Gewicht durch Produktion von Gasbläschen, Öltropfen, Gallerte u. dgl. m. verringern; das geringe Volumen ihres Körpers wird an sich für sie ein Vorteil sein. Dagegen wird es andere Organismen geben, die bei sonst gleichen Verhältnissen gerade besonders durch Ausbildung von Formwiderständen ihre Schwebefähigkeit zu sichern versuchen, Formwiderstände fallen aber bei der mikroskopischen Untersuchung ganz besonders in die Augen, daher werden diese Organismen für das von uns zu lösende Problem besondere Bedeutung gewinnen. Zu diesen Organismen können wir in erster Linie die Peridineen rechnen und unter diesen wieder die Ceratien.

Kommen wir nun zu den warmen Meeren zurück. Zunächst sei erwähnt, daß der Salzgehalt des Golfes von Neapel während unserer Untersuchungen im Oktober mit 35,01—35,2, im November bis 36,73 und im Januar bis zu 38,12 pro Mille bestimmt wurde. Er erreichte also nicht den Wert von 4%, wie er für das Mittelmeer genannt wird, sondern

näherte sich dem Durchschnitt, wie er für alle Ozeane mehr oder weniger gilt. Da dieser Faktor sich im Meere überhaupt nicht sehr ändert, so kann er auch für uns nicht entscheidend sein. Von allen übrigen Faktoren fällt aber für warme Meere nur die Temperatur ins Gewicht, und zwar ist dies umso mehr der Fall, als, wie wir sahen, gerade der Temperatur ein entscheidender Einfluß auf das Schwebevermögen der Organismen eingeräumt werden muß! Sinkt doch die für das Schweben wichtigste innere Reibung des Wassers mit der Zunahme der Temperatur um 25° (vom Nullpunkt an gerechnet) auf die Hälfte herab!

So begreifen wir, daß gerade die warmen Meere ganz besondere Anforderungen an die Planktonorganismen stellen, daß diese bestrebt sein müssen, auf jede Weise für die Möglichkeiten des Schwebens zu sorgen. Von diesen Möglichkeiten interessiert uns hier besonders eine, die, wie gesagt, sehr in die Augen fällt: die Vergrößerung des Formwiderstandes. Wo nicht chemische Stoffe wirksam sind, kann dieser Faktor eine so große Bedeutung gewinnen, daß man wohl gesagt hat, bei einer konstanten Temperatur von 25° müsse die Oberflächenentfaltung eines schwebenden Organismus doppelt so groß sein als bei einer solchen von 0° .

Unsere Abbildungen werden von den Möglichkeiten der Oberflächenvergrößerung eine Probe geben, welche zeigt, daß sowohl Teile des Organismus selber „abnorm“ verlängert werden können, als auch besondere Anhangsorgane ausgebildet werden. Da diese Produkte einer in den Organismen wohnenden Gestaltungskraft unserer Messung zugänglich sind, so bieten sie uns eine schöne Gelegenheit, in quantitativer Weise die Abhängigkeit dieser Organismen von ihrem Milieu, in diesem Falle von der Temperatur des Meerwassers, zu bestimmen. Tun wir dies, so sehen wir bereits an unseren Abbildungen eine auffällige Gesetzmäßigkeit, die wir eben an unseren Beispielen betrachten müssen, weil hierzu die Kenntnis der Plankter nötig ist.

Erinnern wir uns zunächst wieder an alles das, was vorhin über die Befunde der großen Expeditionen gesagt wurde: im polaren Wasser fanden sich plumpere Formen, im Warmwasser eine märchenhafte Vielgestaltigkeit. Wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir hier der Temperatur einen entscheidenden Einfluß einräumen. Schon bei relativ nur geringen Temperaturänderungen ist derselbe bereits deutlich sichtbar. Ferner sehen wir, wenn wir nun unsere Abbildungen betrachten, daß bei *Chaetoceras* sowie bei den Peridineen alle denkbar möglichen Arten von „Schwebefortsätzen“ ausgebildet werden, die wohl in *Ceratocorys* und *Ornithocercus* ihren Höhepunkt erreichen. Wenn auch die Unterschiede zwischen Kaltwasser- und Warmwasserformen hier so in die Augen fallen, daß irgendwelche Messungen unnötig wären, so ist es doch für Vergleiche mißlich, daß viele Formen eben nur in warmen Meeren vorkommen und in kälteren Regionen ganz fehlen. Infolgedessen ist es von

besonderer Bedeutung, daß wir in der Schwalbenschwanzalge (*Ceratium*) einen Organismus vor uns haben, der fast in jedem Gewässer vorkommt, ganz gleich, ob Süß- oder Salzwasser, ob kalt oder warm! An dieser Alge, die auch sehr viele Arten bildet, können wir nun meßbar den Einfluß der Wasserwärme feststellen. Ich habe beispielsweise hier drei Formen von *Ceratium* abgebildet: bei *Ceratium palmatum* Schröd. ist augenscheinlich durch handförmige Verbreiterung der Hinterhörner eine Flächenwirkung erreicht, so daß diese Form hier ausscheidet, während die übrigen beiden abgebildeten *Ceratium*arten einer direkten Vergleichung zugänglich sind. Wie bereits erwähnt, ist in Fig. 3 eine *Ceratium*form aus dem Süßwasser wiedergegeben, wie sie dort für seichtere Wasseransammlungen typisch zu sein pflegt (*Piburgense*-Form Zederb.), während Fig. 4 eine Form aus dem Indischen Ozean darstellt, die auf der Valdivia-Expedition erbeutet wurde. Letztere, auch als *C. carriense* f. *ceylanicum* (B. Schröd.) bezeichnet, ist eine der gemeinsten Warmwasserarten und kam auch im Golfe von Neapel vor, nur daß dieselbe hier bedeutend kürzere Hinterhörner besaß! Wenn wir uns nun unser früheres Ergebnis ins Gedächtnis zurückrufen, nach dem der Golf von Neapel nach seinen hydrographischen Verhältnissen, besonders betr. der Wärme des Wassers, mitten zwischen den Meeren gemäßigter Zonen und den tropischen Warmwassermeeren steht, so finden wir, daß auch die Hörner der angeführten *Ceratium*form im Golfe von Neapel ihrer Länge nach zwischen beiden Extremen stehen. Hier kann man geradezu die Länge der Hinterhörner gleichsam als eine Funktion der Wasserwärme ansehen. Wir werden dieses Verhältnis besonders gut beurteilen können, wenn wir die Länge der Hörner im Verhältnis zur Länge des Zellkörpers betrachten: bei der Süßwasserform würde sich die Körperlänge zur Länge der Hinterhörner wie $1 : 1,5$ verhalten, bei der Form aus dem Indischen Ozean jedoch wie $1 : 33,3!$ Die Formen des Golfes von Neapel stehen nun ungefähr in der Mitte zwischen diesen beiden Extremen, ihre Körperlänge verhält sich zur Länge der Hinterhörner wie $1 : 20$. Somit kann auch dieser letztere Typus, deren Hörner also immer noch 20 mal so lang sind als der Zellkörper, durchaus als ein echter Warmwassertypus bezeichnet werden. Vielleicht ist *Ceratium* das beste Beispiel, die oft mit fast mathematischer Genauigkeit erfolgende Umbildung von Planktonformen je nach den herrschenden Milieubedingungen, hier in erster Linie durch die veränderte Wärme des Wassers verursacht, zu zeigen.

Es würde zu weit führen, wollten wir auch andere Lebewesen daraufhin ansehen, ob ihre Gestalt in Warmwassermeeren verändert wird. Es wird nach dem Gesagten einleuchten, daß solche Veränderungen überall nachweisbar sein werden, sofern nicht der Organismus sich in anderer Weise hilft (Aufnahme von Wasser, Gallertbildung usw.).

Zum Schlusse noch eine Überlegung. Man

könnte wohl fragen: Weshalb findet man gerade in den warmen Meeren eine solche Fülle der verschiedenartigsten Organismen, wo doch die Existenzbedingungen dort durch die geringere Tragfähigkeit des Wassers ungünstigere sind? Zur Beantwortung dieser Frage sei wiederum auf das am Anfang Gesagte hingewiesen: Das Leben ist von so vielen, total verschiedenen Einzelfaktoren abhängig, deren einer nicht allein ausschlaggebend sein kann, wenn nicht besondere Verhältnisse dies ausnahmsweise ermöglichen. Jedenfalls ist dies selten mit Sicherheit zu entscheiden, in der

freien Natur wohl niemals. Unsere Frage wäre wohl in der Weise zu beantworten, daß die Wärme des Meerwassers für den lebendigen Organismus außerordentlich günstige Lebensbedingungen schafft, sofern man nicht seine äußere Hülle (Panzer), sondern das lebendige Protoplasma betrachtet. Für die Lebensäußerungen dieses Protoplasmas aber sind alle jene wunderbaren Bildungen, welche wir im Verlaufe unserer Betrachtungen kennenlernten, recht unwichtig: sie sind nur „Schale“, welche den lebendigen „Kern“ schützen und ihn durch den Lebensraum tragen soll.

Botanische Mitteilungen.

Zur Entwicklungsgeschichte und Biologie von *Ascobolus citrinus*. Mit einer neuen Art des zu den Ascomyceten gehörigen Genus *Ascobolus* macht uns eine Arbeit von G. SCHWEIZER (Zeitschr. f. Bot. 15, 1923) bekannt. Die Spezies unterscheidet sich von verschiedenen anderen dadurch, daß keine Differenzierung in weibliche und männliche Sexualorgane vorliegt (Archegon mit Trichogyne und Antheridien), sondern daß die Befruchtung in der Weise erfolgt, daß einfach Kernübertritt von den beiden Nachbarzellen in das Archegon durch Perforation der Nachbarwände stattfindet, worauf sich die in der Mehrzahl vorhandenen Kerne paarweise aneinanderlegen. Dann findet in der üblichen Weise die Ausbildung des Askuslagus durch Bildung von askogenen Fäden statt mit den bekannten Differenzierungsvorgängen (Pferdekopfstadium usw.), wie sie für diese Entwicklungsprozesse bezeichnend ist. Möglicherweise liegt hier phylogenetisch betrachtet eine jener Reduktionsstufen der Sexualität vor, wie sie für das Pilzreich so charakteristisch sind. Die Sporen werden wie bei den übrigen *Ascobolus*-arten bei der Reife ausgeschleudert. Wichtig ist, daß die Aski in hohem Maße positiv phototropisch sind und sich infolgedessen in die Lichtrichtung einstellen. Auf diese Weise wird erreicht, daß die Sporen in die nicht beschatteten, also von hemmenden Gegenständen freien Lücken des Gesichtsfeldes geschleudert werden. Es war schon früher bekannt, daß die *Ascobolus*-sporen erst nach Tierpassage keimen. Man hat hier an die auslösende Wirkung von Verdauungssäften gedacht, bis JANCZEWSKI die Aufmerksamkeit darauf lenkte, daß wohl die erhöhte Temperatur das wirksame Agens ist. SCHWEIZER hat diese Angaben bestätigt. Er konnte zeigen, daß eine Keimung bei gewöhnlicher Lufttemperatur nicht erfolgt, und daß maximale Keimung bei Temperaturen von 38–40° stattfindet. *Ascobolus citrinus* lebt nun auf Kaninchenmist, und es ist von Bedeutung, daß die Körpertemperatur des Kaninchens 39–40° beträgt. An diese Wärmegrade sind offenbar die Sporen angepaßt. Auf diese Weise wird erreicht, daß sie erst dann auskeimen, wenn sie mit der Tierpassage an das richtige Milieu für ihre spätere Weiterentwicklung gelangt sind.

Geschlechtschromosomen bei *Elodea* (Wasserpest). Während die Geschlechtschromosomen in den verschiedenen Klassen des Tierreichs eine durchaus geläufige Erscheinung darstellen, sind solche im Pflanzenreich mit Sicherheit bis jetzt bloß einmal nachgewiesen worden, und zwar bei dem diöcischen Lebermoos *Sphaerocarpus*. Da sich nun die höheren Pflanzen, soweit sie diöcisch (d. h. in männliche und weibliche Individuen differenziert) sind, hinsichtlich der Vererbung des Geschlechts durchaus an die Tiere

anschließen, so hatte es eine bestimmte Wahrscheinlichkeit, auch hier könnten Geschlechtschromosomen nachgewiesen werden; es wären hier, da, soweit untersucht, männliche Heterozygotie vorliegt (Lichtnelke, Zaunrebe), im männlichen Geschlecht 2 verschiedene, in weiblichen 2 gleichartige Geschlechtschromosomen anzunehmen. Dieser Fall scheint nun tatsächlich nach den Untersuchungen von SANTOS (Bot. Gaz. 77, 1924) bei der Wasserpest verwirklicht zu sein. Sowohl bei den männlichen, wie auch bei den weiblichen Pflanzen besteht der Chromosomensatz aus 24 Paaren. Im männlichen Geschlecht stimmen 23 Paarlinge miteinander überein, beim 24. Paar jedoch läßt sich deutlich ein größeres und ein kleineres Chromosom unterscheiden, von denen SANTOS das größere mit *f* (weibl.), das kleinere mit *m* (männl.) bezeichnet; im weiblichen Geschlecht ist dieses Paar dagegen einheitlich gestaltet, und zwar nach dem größeren Typ (*f*). Hier stimmen also die 24 Paarlinge überein. Wir bekommen daher für die ♂♂ die Konstitution *f m* (heterozygotisch), für die ♀♀ *f f* (homozygotisch), wie es der Erwartung entspricht. Dadurch, daß im männlichen Geschlecht bei der Reduktionsteilung (Bildung der Pollentetraden!) die beiden Chromosomensätze sich trennen, werden 50% Pollenkörner mit *m* (Männchenbestimmer) und 50% mit *f* (Weibchenbestimmer) gebildet, die sich nicht nur im Geschlechtschromosom, sondern auch darin unterscheiden, daß die ersten kleiner als die zweiten sind.

Über die Rolle des Protoplasmas bei der Vererbung. In einem zusammenfassenden Vortrag, der den gegenwärtigen Standpunkt der Forschung wiedergeben soll, behandelt WINKLER (Ber. über d. 3. Jahresvers. d. dtsh. Ges. f. Vererbungswissensch., Zeitschr. f. ind. Abstl. 33, 1924) die Frage, inwieweit das Protoplasma an der Vererbung beteiligt ist. Enger formuliert ergibt sich das Problem: „Müssen oder können wir annehmen, daß Gene außer im Kern auch noch im Plasma vorhanden sind?“ Der verbreitete Standpunkt ist derjenige eines strengen Monopols des Kerns. WINKLER führt aber aus — und darin muß man ihm vollkommen zustimmen —, daß diese Auffassung keineswegs bewiesen ist. Man stützt sich in erster Linie auf die verwickelte Art der Kernteilung, wobei eine gleichmäßige Verteilung der Erbmasse erzielt wird — genau wie es die Mendelspaltungen erfordern. Indessen ist eine so streng mathematische Durchschnürung nur zu postulieren für den Fall, daß Gene für bestimmte Eigenschaften nur in der Einzahl vorhanden sind. Nimmt man im Plasma eine mehrfache Vertretung (etwa bis zu einigen Hundert) an, dann führt auch eine unregelmäßige Protoplasmatrennung zu demselben Effekt. Weiterhin stützt man sich auf die tausend-

fach hervortretende Äquivalenz der väterlichen und mütterlichen Erbmasse. Da beim pflanzlichen Befruchtungsakt aus dem Pollenschlauch nachweisbar bloß der Kern übertritt, so muß hierbei der Erfolg auch bloß vom Kern diktiert sein. Das gilt aber nur für diejenigen Merkmale, die Mendelspaltung zeigen und in denen sich also die beiden Eltern unterscheiden. In einer großen Fülle von Eigenschaften jedoch — und gerade in den grundlegenden! — herrscht beiderseitige Übereinstimmung, und solche Charaktere können sehr wohl im Plasma verankert sein — hier braucht der männliche Kern im Bastardierungsexperiment nichts mehr beizutragen. Dieselben Schlüsse gelten auch für den gleichartigen Ausfall reziproker Kreuzungen, bei denen die F_1 -Generationen der beiden reziproken Serien korrespondierende Chromosomensätze besitzen, aber verschiedenes Plasma insofern, als das Ei-Plasma das eine Mal von der einen, das andere Mal von der anderen Ausgangsform stammt. Die beiderseitige Übereinstimmung kann hier durchaus nicht als beweisend für die mangelnde Beteiligung des Plasmas betrachtet werden. Indessen mehren sich neuerdings die Angaben, wonach eine solche Kongruenz reziproker Bastarde keineswegs die absolut durchgreifende Norm ist, und hieraus könnten sich vielleicht einmal direkte Hinweise auf den plasmatischen Einfluß ergeben. Die mit so viel Erwartung eingeleiteten Merogonieveruche (Befruchtung entkernter Eier) haben leider noch zu keinen bündigen Schlüssen geführt. Sicherlich durch das mütterliche Plasma erfolgt die Vererbung gewisser Chromatophorenkrankheiten, wo einfach die pathologisch veränderten Chromatophoren von der Eizelle weitergegeben werden. Überblickt man alle Tatsachen, die hier nur ganz kurz gestreift werden konnten, dann bietet sich folgender Weg der Lösung: „Vielleicht ist es gerechtfertigt, anzunehmen, daß die Arten einer Gattung gleiche *Genoplasmen* besitzen, die verschiedenen aber unter sich verschiedene, und die höheren systematischen Einheiten natürlich erst recht. Danach würden die grundlegenden Gattungsmerkmale im Plasma stecken, und sie würden durch die Einwirkung der spezifischen Kernbewirker zu Arteeigenschaften. Die Verschiedenheit der Arten einer Gattung würde dann darauf beruhen, daß sie bei gleichem Genoplasma verschiedene karyotische Genome (d. h. Chromosomen-garnituren) besäßen.“ Diese Auffassung hat nebenbei noch den Vorzug, daß sie zu einer räumlichen Entlastung des Kernes führt insofern, als in diesen nunmehr bloß die mendelnden Gene verlegt zu werden brauchen. Die mannigfachen fruchtbaren Ergebnisse der Chromosomenforschung werden durch die vorgetragene Hypothese in keiner Weise entwertet.

Der Einfluß der Lichtrichtung auf die Orientierung der Assimilationszellen. Nach einer alten Angabe von PICK sollen die Palisadenzellen der Blätter das Vermögen besitzen, sich in die Richtung der Lichtstrahlen einzustellen. Er gründet diese Annahme auf die Beobachtung, daß bei verschiedenen Pflanzen mit senkrecht stehenden Blättern (Rohrkolben, Binse usw.) Palisaden nicht wie üblich senkrecht zur Blattoberfläche, sondern schräg nach der Blattspitze laufen. HEINRICHER vor allem hat demgegenüber geltend gemacht, daß es sich hierbei in Wirklichkeit um sekundäre Verschiebungen handelt, die durch ungleichmäßige Streckung im Nachbargewebe bedingt sind. Experimentell ist die Sache bisher noch nicht geklärt worden. In diese Lücke greift nun eine Arbeit von LIESE ein (Beitr. z. allg. Bot. 2. 1923). Dieser konnte an einem reichen Beobachtungsmaterial nachweisen, daß die Einwände von HEINRICHER größtenteils zu

Recht bestehen. Das gilt aber nicht allgemein, vielmehr machen einige extreme Schattenpflanzen aus der Familie der Araceen (Anthurium; Philodendron), sowie der Begoniaceen (Begoniaarten) eine merkwürdige Ausnahme. Bei vielen Araceen mit hängenden Blättern zeigen die Palisaden eine charakteristische Ausbiegung nach oben (d. h. den Blattgrund), und wenn man sie gewaltsam bei der Entfaltung in andere Lagen bringt, so wird auch ihre Orientierung entsprechend dem veränderten Strahlengang gewandelt. Desgleichen kann man bei verschiedenen Begoniaarten durch Variation des Einfallswinkels des Lichts die Richtung der Palisaden beliebig verschieben. Ein etwaiger störender Einfluß des Geotropismus kommt hier nicht in Frage. Die Änderung der Architektur des Blattes ist wohl auf gleitendes Wachstum zurückzuführen. Der ökologische Sinn der Erscheinung ist vermutlich darin zu suchen, daß eine bessere Durchlichtung des Blattes erzielt werden soll. Bei der Gattung Begonia kommt noch hinzu, daß hier die Chlorophyllkörner im Hintergrund der Palisadenzellen liegen, so daß die orientierenden Richtungsbewegungen die günstigste Belichtung des Assimilationsapparates zur Folge haben. Ergänzende Versuche erstreckten sich noch auf die chlorophyllreichen, funktionell wohl den Palisaden entsprechenden Zellfäden, welche die Atemhöhle der Lebermoose senkrecht durchsetzen. Hier traten bei schräger Beleuchtung ganz besonders schöne positiv phototropische Einstellungen zutage, was ja verständlich ist, da diesen Fäden noch unbehinderte Ortsveränderung im freien Raum möglich ist. Die besten Resultate gab das typische Schattenmoos *Fegatella*. Dabei zeigten die Einzelzellen bei *Marchantia* bemerkenswerte Gestaltsänderungen; sie bildeten auf der belichteten Flanke nasenförmige Vorwölbungen, die an papillöse Epidermiszellen erinnerten und eine Sammlung des Lichtes auf die am lichtabgekehrten Zellpol angereicherten Chlorophyllkörner bewirkten.

Eine einfache Methode des gleichzeitigen Nachweises von Assimilation und Atmung beschreibt E. HEITZ (Ber. d. dtsh. bot. Ges. 41. 1924). Die zu untersuchenden Objekte (Moosblättchen, Blattfragmente von *Ranunculus fluitans*) werden unter Wasserzusatz auf einen hohlgeschliffenen Objektträger gelegt und mit einem Deckgläschen derart zugedeckt, daß keine Luftblasen eingefangen werden. Setzt man nun das Präparat der Sonne aus, dann entstehen infolge der Assimilationstätigkeit Gasblasen, die zum größten Teil aus Sauerstoff bestehen. Der Sauerstoffanteil kann durch Pyrogallol näher bestimmt werden. Die Anzahl der entstandenen Sauerstoffblasen und deren Größe gibt ein Maß für die Intensität der Assimilationsleistung. Die Methode ermöglicht es, Gasmengen bis herab zu 0,0002 ccm zu messen (einfache Volumeberechnung aus dem Durchmesser der kugelförmigen Blasen!). Vor der landläufigen Gasblasenzählmethode hat sie voraus, daß sie nicht an Wasserpflanzen und auch nicht an intercellularenführende Gewebe geknüpft ist. Will man nun die Atmung demonstrieren, dann braucht man bloß das blasenführende Präparat ins Dunkle zu stellen; dann wird der Sauerstoff zu Kohlensäure veratmet, und da diese zu 100% in Wasser löslich ist, so verschwinden die Blasen völlig. Dieses Spiel kann bei abwechselnder Belichtung und Verdunkelung beliebig oft wiederholt werden.

Reizbewegungen an Gentianaceenblüten. Daß die Blüten der Gentianaceen sich durch Stoßreizbarkeit auszeichnen, ist eine schon von zahlreichen Forschern (KERNER, KIRCHNER, GOEBEL usw.) näher behandelte Erfahrungstatsache, zu der FRIEDL. WEBER in einer

kurzen Mitteilung eine Reihe weiterer Daten beisteuert (Österr. bot. Zeitschr. 73. 1924). Die Reaktion äußert sich darin, daß sich die Blüte nach Stoß- und Schüttelreizen ± rasch schließt, wobei die Kronenblätter die für die Familie bezeichnende gedrehte Knospelage einnehmen; dieser Vorgang kann schon wenige Sekunden nach der Reizung einsetzen, mit sichtbarer Geschwindigkeit verlaufen und schon nach einer halben Minute zu einem vollständigen Blüten-schluß führen. So liegen die Dinge bei dem Frühlingsenzian (*Gentiana verna*), andere Arten sind weniger empfindlich und manche geben überhaupt keine Reaktion, wie der bekannte gelbe Enzian (*G. lutea*). Die Stoßreizbarkeit ist nun keineswegs auf die Gattung *Gentiana* beschränkt, vielmehr treffen wir sie innerhalb der Familie noch bei *Centaurium*, wohingegen Versuche mit *Sweetia* ergebnislos verliefen. Auf Grund seiner erfolgreichen Versuche mit „künstlichem Wind“ (Radfahrpumpe) und „künstlichem Regen“ (Gießkanne) kommt WEBER zu der Ansicht, daß in der freien Natur Wind und Regen auslösend wirken, so daß man den Reaktionen den ökologischen Sinn unterlegen könnte, daß der Schutz gegen die Unbilden der Witterung erzielt werden soll; nach derselben Richtung hin wirken die thermonastischen Bewegungen (Blütenschluß bei Kälte!). Nie konnte WEBER beobachten, daß die seisonastischen Reaktionen durch herumkrabbelnde Insekten ausgelöst wurden. Die von bestimmter Seite geäußerte Deutung, es käme bei dem ganzen Vorgang darauf an, entsprechend wie beim „Kesselfallentypus“ (Osterluzei, Aaronsstab) vorübergehend Insekten zum Vollzug der Befruchtung einzufangen, schwebt also völlig in der Luft. P. STARK.

Die Zellverbindung von *Paramaecium bursaria* mit *Chlorella vulgaris* und anderen Algen. (RUD. OEHLER, Arb. a. d. Staatsinst. f. exp. Therapie u. d. Georg-Speyer-Haus z. Frankfurt a. M. Jg. 1922, H. 15, S. 3 bis 19, 1922.) Verf. geht von einem „weißen“ *Paramaecium*stamm aus, der im Freien „weiß“ gefangen und im Laboratorium durch Fütterung mit *Chlorella* „grün“ geworden ist. Kultiviert wird er in 0,05 Proz. Knopflösung, der als Futter *Saccharomyces exiguus* von Reinkultur auf Traubenzuckerbouillonagar beigegeben ist. Die Symbiose: *Paramaecium-Chlorella* wird nun getrennt: 1. Durch Kultur der *Paramaecien* im Dunkeln; bei guter Fütterung dauert es 2 Monate, bis die Ciliaten algengfrei sind und am Licht nicht mehr „ergrünen“. Das Verschwinden der *Chlorellen* erfolgt beobachteterweise dermaßen, daß sich die *Paramaecien* im Dunkeln rasch vermehren, die *Chlorellen* hingegen gar nicht, so daß ihre Zahl pro *Paramaecium* ständig abnimmt, bis schließlich die „weißen“ Ciliaten die anderen überwuchern. 2. Durch Zerquetschen der *Paramaecien* auf Agar konnte mühelos eine gut gedeihende *Chlorellenkultur* erzielt werden. 3. „Weiße“ *Paramaecien* werden nun per os mit 4 *Chlorellen*stämmen verschiedener Provenienz mit Erfolg infiziert, nur bei einem Stamm blieb dieser aus. Nach langer Zeit (minimal 24 Stunden) ist eine (im Licht) dauernde Symbiose hergestellt, die bei den verschiedenen Algenstämmen verschieden innig ist (Prüfung: an der Zeitdauer, die bei Dunkelzucht nötig ist, um die Zellverbindung zu trennen). 4. Es wurde nun weiter versucht, eine Symbiose zwischen „weißen“ *Paramaecien* und anderen Algen: *Rhaphidium Scenedesmus* und *Stichococcus* herzustellen. Dies gelang nur bei den beiden letztgenannten Formen in verschiedenem Grade. Die Verbindung mit *Scenedesmus* erfolgt nur sehr langsam (4–6 Wochen) und ist nicht sehr innig.

Stichococcus verbindet sich leicht mit *Paramaecium*, hindert dieses jedoch meist an der normalen Fortentwicklung durch übermäßiges Wachstum seiner Fadenkolonien, die den *Paramaecienkörper* in die Länge zerrten, deformieren und zerreißen. Auch ist die Verbindung sehr locker. 5. Das physiologische Verhältnis zwischen beiden Partnern ist wohl so, wie allgemein angenommen, jedoch braucht auch das grüne *Paramaecium* am Licht Nahrung von außen, um sich rege vermehren zu können. Die Vermehrung ist bei grünen und weißen *Paramaecien* gleich groß, wenn reichlich Futter vorhanden ist. Verf. glaubt, daß man eine Ernährungsconstellation herstellen kann, bei der die grünen *Paramaecien* ohne Teilung monatelang existieren können, ohne zu degenerieren. Eine approximative Schätzung der Individuenzahl in einigen Röhrcchen, in denen dieses Gleichgewicht vielleicht näherungsweise erreicht war, macht diese Ausnahme wahrscheinlich. Schließlich erörtert Verf. die Bedingungen für das Zustandekommen einer solchen Symbiose: a) gemindertes Verdauungsvermögen des tierischen Plasmas und b) Eignung der Alga (der eine refraktäre *Chlorellenstamm* bildete bei der Teilung große Zellenpakete, statt in einzelnen Zellen zu zerfallen). Versuche mit anderen Ciliaten fielen negativ aus.

KARL BELAR.

Die Algensymbiose bei *Gunnera*. Während die Bezeichnung „Mycorrhiza“ (Pilzwurzel) schon längst auch in der populären Literatur für die ungemein verbreitete Vergesellschaftung von Pilzen und Pflanzenwurzeln eingebürgert ist, führt MIEHE (Flora 117. 1924) erstmalig den entsprechend gebildeten Terminus „Phycorrhiza“ (Algenwurzel) ein, und zwar für die charakteristischen Wohnstätten niederer Algen (*Nostoc*) bei der ausländischen Gattung *Gunnera* (*Halorrhagaceen*), wobei die maßgebenden Gebilde als metamorphosierte Adventivwurzeln, die am Blattgrunde entspringen, gedeutet werden. Die rosenkranzartigen Algenketten leben hier im Innern bestimmter Zellen, und die Infektion erfolgt vom Vegetationspunkt der Knospe aus, der an verschleimten Partien seiner Oberfläche freilebende Algenkolonien enthält. Von hier aus werden nun fortdauernd die neuentstehenden Phycorrhizen mit Algen gespeist („Knospensymbiose“) Diese gelangen ins Innere durch kanalförmig nach der Oberfläche verlaufende Gewebelücken, die nur bei den jungen Phycorrhizenanlagen vorhanden sind, später aber geschlossen werden. Indessen müssen die Algen, um ins Zellinnere vorzudringen, zu einem bestimmten Zeitpunkt die Wand passieren. Einzelheiten hierüber sind noch nicht bekannt, jedoch kann vermutet werden, daß ihnen dabei zellwandlösende Fermente den Weg bahnen, ja daß sie sich auf diese Weise vielleicht auf längere Strecken zwischen den Zellen, auch wenn diese dicht aufeinanderstoßen, hindurchschieben können. Die gegenseitigen Stoffwechselbeziehungen zwischen den Symbionten sind noch nicht bekannt, doch vertritt MIEHE wohl mit Recht den Standpunkt, daß es sich um eine echte Symbiose mit beiderseitiger Förderung handelt. Die Vorliebe vieler Algen für organische Ernährung ist bekannt und gibt gewisse Fingerzeige nach der einen Seite. Ob es sich um eine „zyklische“ Symbiose handelt, d. h., ob die Algen schon im Samen vorhanden sind, so daß von hier aus von Generation zu Generation der Vegetationspunkt des Keimlings besiedelt wird, oder ob bei jeder Pflanze Neuinfektion eintreten muß, ist noch ungeklärt. Ähnliche Phycorrhizen wie bei *Gunnera* trifft man auch an einer ganz anderen Stelle des Systems — bei *Cycas* — an. P. STARK.

Distribution of the Dipterocarpaceae. Origin and relationships of the Philippine Flora and causes of the differences between the Floras of eastern and western Malaysia. (E. D. MERRILL, Philipp. Journ. Science 23, 1—33. 1923. 2 Karten, 6 Tafeln.) Die moderne Kontinentalverschiebungstheorie sieht wie die Pendulationstheorie, deren Polschwankungen sie übernommen hat, einen geophysikalischen Ruhepunkt im Sundaarchipel. Dieser bestätigt sich aus Tertiärfossilien auch als Zentrum ruhiger Entwicklung der Pflanzenwelt. Merkwürdig ist daher die Ungleichheit, mit der manche Familien in den einzelnen Teilen Malesiens vorkommen. MERRILL, der auf den Philippinen botanisch arbeitet, hat diese Verhältnisse an den Dipterocarpaceen studiert, einer schwerfrüchtigen, daher langsam wandernden Baumfamilie, deren Verbreitungsschwerpunkt im Monsungebiet liegt, von wo nur eine ganz schwache Ausstrahlung Afrika erreicht. Einer reichen Entfaltung in Westmalesien (Südmalakka bis Borneo und Java) steht eine geringe Zahl weitverbreiteter Gattungen in Neuguinea gegenüber, während die abseits liegenden Philippinen recht gut mit D. besiedelt sind.

Er erklärt dies dadurch, daß im Tertiär, wie die Meerestiefen beweisen, zwei Festländer das in Rede stehende Gebiet erfüllten: 1. Westmalesien bis zur Wallaceinie, die eine hauptsächlich tiergeographische Grenze zwischen Bali und Lombok, Borneo und Celebes, Borneo und den Suluinseln, Palawan und den Philippinen ist; 2. Australien mit Neuguinea bis zu der ebenso ermittelten Weberlinie, die Neuguinea mit den Aruinseln von den Molukken (Timorlaut, Ceram usw.) scheidet, Halmahera an Neuguinea angliedert. Das zwischenliegende Land ist schon damals ein bewegliches Inselreich gewesen, das wie noch heute tektonischen Veränderungen unterlag.

Die Dipterocarpaceen sollen also im Pliocän von Westmalesien über Borneo auf der Palawanbrücke nach Luzon, auf der Sulubrücke nach Mindanao gewandert sein; als später die Mindorostraße einbrach und das Meer auch Zamboanga von Ostmindanao trennte, sind einige Arten gerade noch bis an diese Meerengen gekommen, ohne die übrigen Philippinen zu erreichen. Bis Formosa ist keine gelangt, da dies mit dem ostasiatischen Festland zusammenhing, aber von Luzon durch Meer getrennt war. Von Mindanao aber führte eine Brücke über Halmahera nach Neuguinea und parallel dazu nach der Halbinsel Minahassa von Celebes. Auch diese wurden benutzt, Australien jedoch auf dem Weg über Neuguinea nicht erreicht. Jedenfalls aber sind die Beziehungen zwischen den beiden tertiären malesischen Festländern und den Philippinen enger als zwischen jenen unmittelbar; der nahe Weg von Borneo über die Makassarstraße hinweg nach Osten ohne Berührung der Philippinen ist also nicht gangbar gewesen.

FR. MARKGRAF.

Pollenanalytische Untersuchungen einiger Moore der Ostalpen. Im Anschluß an eine Arbeit von ERDTMANN über pollenanalytische Untersuchungen in Südwestschweden (siehe diese Zeitschrift 15, 287. 1924) sei einer anderen Mitteilung gedacht, die der Feder von FIRBAS entstammt und die Waldgeschichte des ostalpinen Gebiets zum Gegenstand hat (Lotos 71. 1923). Für die nördlichen Ostalpen (Salzburg, Nordsteiermark) ist folgendes Profil bezeichnend: 1. Kieferzeit mit verarmter Gehölzflora (Kiefer, Birke, Fichte, am Schluß auch Hasel, die aber Böhmen gegenüber sehr stark zurücktritt), 2. Fichtenzeit, in der die

Bestandteile des Eichenmischwaldes sowie die Erle einwandern, 3. Eichenmischwaldzeit (Einwanderung der Buche und Tanne) und 4. Buchen-Tannenzeit (Einwanderung der Hainbuche). In höheren Gebirgslagen tritt während der beiden letzten Phasen die Fichte gegenüber der Eiche und der Buche in den Vordergrund. Aber selbst im Moor am Moserboden (Kapruner Tal), das mit 1990 m schon im Bereich der Alpenmatten liegt und über dem Bereich, in dem gegenwärtig Vertorfung noch stattfindet, wurde 4,6% Buchenpollen nachgewiesen, ein Verhalten, das nur durch ein Temperaturplus erklärt werden kann. Wie in Böhmen, so treten auch in den nördlichen Ostalpen Waldhorizonte auf, die auf Trockenperioden zurückgeführt werden können. Das sind Dinge, auf die schon lange HANS SCHREIBER in gründlichen Arbeiten hingewiesen hat. Häufig läßt sich folgende Schichtfolge nachweisen: Schilf- (oder Seggen-) Torf — älterer Waldtorf — älterer Moostorf — jüngerer Waldtorf — jüngerer Moostorf. Der ältere Waldtorf wäre (wieder mit der nötigen Vorsicht) der borealen, der jüngere der subborealen Periode gleichzusetzen — es ist der Grenzhorizont, der so oft in Norddeutschland älteren und jüngeren Sphagnumtorf trennt. Vergleicht man die böhmischen Profile mit denen der Nordostalpen, dann fällt die Tatsache auf, daß der Eichenhorizont in Böhmen tiefer liegt. Beiden Gebieten gemeinsam aber ist, daß die Waldbäume nicht in der Sukzession auftreten, die ihrer Arealverteilung im Gebirge entspricht. Die mehr kontinental gestimmten Formen (Eichenmischwald, Hasel) eilen den ausgeprägt atlantisch getönten (Buche, Hainbuche, Tanne), die an sich höhere Gebirgslagen vertragen, bei der Rückeinwanderung voraus. FIRBAS bezeichnet das als den „ariden“ Einwanderungstypus, den er damit in Verbindung bringt, daß das vereiste Gebiet von einer Steppenzonen umgrenzt war. Und in diesen Rahmen fügt es sich gut ein, daß wir südlich der Alpen andere Verhältnisse antreffen. Untersucht wurde das Laibacher Moor (Mittelkain). Hier ergab sich die Sukzession: 1. Fichtenzeit, 2. Buchen-Tannenzeit, 3. Eichenzeit, 4. Buchen-Tannenzeit, d. h. die Bäume erscheinen hier in der Reihenfolge, die ihrer zonalen Verteilung im Gebirge entspricht, eine Beobachtung, die schön zusammenstimmt mit der Annahme von PENCK und BÜCHNER, wonach sich dem Süden der Alpen das glaziale Klima hauptsächlich in einer Temperaturerniedrigung und einem dadurch bedingten einfachen Herabwandern der Vegetationsgrenzen bemerkbar gemacht hat. Zieht man in Rechnung, daß die einzelnen Baumarten, ihren verschiedenen ökologischen Ansprüchen folgend, auch verschiedene Refugien aufgesucht haben, so versteht man ohne weiteres, daß für die Einwanderungsfolge auch in hohem Maße die zurückzulegende Distanz von Bedeutung ist — so erklären sich ungezwungen die von Gebiet zu Gebiet wechselnden Schemata — und wofern nur das Untersuchungsnetz möglichst weit ausgespannt wird, dürfte man bald in der Lage sein, daraus Schlüsse auf die Baumverteilung während der Eiszeit in den verschiedenen Refugien zu ziehen — ein aussichtsreiches Programm, das aber noch viel Detailarbeit erfordern wird.

Transpiration in verschiedener Stammhöhe. Durch vergleichende Messungen, die mit abgeschnittenen Zweigen von *Sequoia gigantea* angestellt wurden, gelangt HUBER (Zeitschr. f. Bot. 15. 1923) zu dem Ergebnis, daß die Transpiration nach der Höhe des Stammes zu gesetzmäßig abnimmt, um nur ganz an der Spitze wieder eine kleine Steigerung zu erfahren.

So ward in einem Fall an basalen Zweigen ein sechsmal so hoher Wert gefunden wie in 12 m Höhe. Es läßt sich dartin, daß auch unter normalen Verhältnissen, d. h. wenn die Äste noch am Stamm ansitzen, dieselben Beziehungen bestehen müssen. Anatomische Differenzen, die verschieden starke Transpiration zur Folge haben könnten, sind bei den Zweigen verschiedenen Niveaus nicht vorhanden, vielmehr ist die gestaffelte Wasserabgabe lediglich der Ausdruck entsprechend gestaffelter Wassersättigung des Gewebes,

die nach oben abnimmt. Dementsprechend verschwinden die Differenzen, wenn die abgeschnittenen Zweige mit Wasser gesättigt werden, und durch künstliche Hemmung der Wasserzufuhr kann man jederzeit Herabsetzung der Transpiration erzielen. Da nun bei abnehmendem Wassergehalt die Transpiration an lebenden Zweigen viel rascher sinkt als an toten, so hält HUBER die Staffelung der Transpiration in erster Linie für den Ausdruck feiner Spaltöffnungsregulationen.
P. STARK.

Zoologische Mitteilungen.

Darwinism. An analysis by observation and experiment. A digest and preliminary statement of results. (WILLIAM LAWRENCE TOWER, *Genetica*, 4, 1922.) Als eine der Hauptstützen für die kausale Erklärung seiner Deszendenztheorie stellte Darwin die Theorie von der natürlichen Zuchtwahl (Selektionstheorie) auf, die besagt, daß in der Natur der „Kampf ums Dasein“ aus der überaus großen Zahl der nach Entwicklung strebenden Keime die lebensfähigsten ausgewählt. Diese ununterbrochen stattfindende Auslese festigt die die passendsten Individuen auszeichnen den Merkmale und führt zu einer Anpassung der Organismen an ihre Umgebung. DARWIN selbst sah, daß diese Theorie nicht alles zu erklären vermöge und griff zu mancherlei Hypothesen. In der Folgezeit zeigte GUSTAV WOLFF besonders klar, daß der *Situationsvorteil* für die Lebenserwartung der einzelnen Keime und Individuen von weit größerer Bedeutung ist als der *Organisationsvorteil*, daß meistens „ein etwaiger Organisationsvorteil im Verhältnis zur Größe der Gefahr viel zu klein ist, als daß er den weit größeren Situationsvorteilen gegenüber in Betracht kommen könnte. Er käme nur in Betracht *ceteris paribus*, d. h. wenn alle Individuen sich der Gefahr gegenüber in völlig gleicher Situation befänden. Ein solches *ceteris paribus* setzt der Darwinismus überall voraus. Dies ist aber völlig unberechtigt.“ Für diesen kritischen Einwand von WOLFF gegen die Selektionstheorie, der seither ziemlich allgemein angenommen worden ist, bringt TOWER Belege aus dem Tier- und Pflanzenreiche. TOWER untersuchte z. B. die Auslese bei Mimikryformen von Schmetterlingen (genießbaren und ungenießbaren Arten der Familien Danaidae, Heliconidae und Pieridae). Plätze mit unberührten Naturbedingungen wurden mehrmals im Jahre abgesucht und alle Schmetterlingsflügel, die von den Insektenfressern übrig gelassen werden, gesammelt. An den Funden ließ sich verhältnismäßig leicht feststellen, ob sie Reste der Mahlzeit eines Wirbeltieres oder eines wirbellosen Räubers waren und dementsprechend wurden sie in zwei Klassen getrennt. Nur den Feinden aus der Reihe der Wirbeltiere wird von den Selektionisten ein Unterscheidungsvermögen zwischen den mimetischen Formen und ihren Vorbildern zugeschrieben, nur sie würden also auslesend wirken. Nun zeigte sich aber, daß noch nicht einmal 1% der Schmetterlinge von Wirbeltieren erbeutet worden war, 99% fielen Spinnen, Ameisen und Libellen zum Opfer. Von einer Auslesewirkung in der Richtung der besten Mimikry durch die Feinde kann also keine Rede sein. Zudem findet natürlich die Hauptauslese statt, bevor die Tiere erwachsen sind, also solange der Mimikryschutz überhaupt noch nicht in Frage kommt.

TOWER beobachtete ferner Schmetterlinge mit

Schutzzeichnungen, Arten, deren Flügelunterseiten in Form, Größe und Zeichnung auffallende Blattähnlichkeit zeigten. Er folgte den Individuen einzeln und fand, daß an den Plätzen, auf denen sich die Schmetterlinge zur Ruhe niederließen, nur in 0,4% aller Fälle die Schutzform von irgendwelchem Nutzen sein konnte. In mindestens 50% der Fälle ließen sich die Tiere an hell beleuchteten Stellen nieder, bewegten die Flügel langsam auf und zu und waren so durch die Bewegung und die Farbenpracht der Flügeloberseiten überaus auffallend. Von einer natürlichen Auslese, der durch die Zeichnung und Form der Flügel am besten „geschützten“ Individuen kann also auch hier keine Rede sein.

Mit dem Koloradokäfer *Leptinotarsa* und anderen Chrysomeliden stellte TOWER Versuche an, die den Einfluß der Umweltsbedingungen zeigen sollten. Die Eier dieser Tiere sind gegen Trockenheit sehr empfindlich, während die Larven und die erwachsenen Tiere durch Trockenheit und Hitze nicht geschädigt werden. T. pflanzte nun an verschiedenen Plätzen Futterpflanzen an und verteilte dann auf diese klimatisch sehr voneinander verschiedenen Plätze gleichmäßig Käfer zur Fortpflanzung. Überall legten sie Eier in großen Mengen ab, aber, je trockener die Plätze waren, desto weniger Larven entwickelten sich und schließlich hörte die Entwicklung völlig auf. Wurden junge Larven an ganz trockene Plätze gebracht, so entwickelten sich diese zum größten Teil zu Käfern, aber alle Eier, die die letzteren im folgenden Jahre ablegten, gingen zugrunde. Auch diese Beobachtungen zeigen, daß die Entscheidung darüber, ob ein Individuum sich fortpflanzt oder nicht, von äußeren Bedingungen (hier Feuchtigkeitsgrad) der Umgebung abhängt, daß also in den weitaus meisten Fällen ausschlaggebend sein wird, wo die Eier abgelegt werden (*Situationsvorteil*), und nicht, ob unter ihnen eine Variation nach größerer Widerstandsfähigkeit hin stattfindet. Außerdem wurden bei Tieren (*Leptinotarsa*) und Pflanzen (*Solanum*) die Zahl der Nachkommen unter natürlichen und besonders *günstigen* Bedingungen verglichen. Dabei zeigte sich, daß unter natürlichen Bedingungen von 260 000 Samen von *Solanum* nur 10 335 keimten, unter besonders günstigen Bedingungen aber von der gleichen Zahl 228 742. Bei *Leptinotarsa* überlebten die normalen Bedingungen 5709 von 86 070 Tieren, unter günstigen Bedingungen jedoch von der gleichen Zahl 67 977. Alle Beobachtungen TOWERS zeigen, daß die Selektion in bestimmten Lebensperioden besonders stark wirksam ist; in diesen kritischen Perioden findet die große Reduktion der Individuenzahl statt, bei der irgendwelche Organisationsvorteile beinahe nie gegenüber den jeweiligen Situationsvorteilen in Frage kommen.

Über die Wirkung farbigen Lichtes auf die Puppen des Kohlweißlings (*Pieris brassicae*) und das Verhalten der Nachkommen. (BERNHARD DÜRKEN, Archiv für mikroskopische Anatomie und Entwicklungsmechanik 99. 1923.) Den jahrelangen Versuchen von DÜRKEN liegt die Hauptfrage zugrunde: „Wie verhalten sich die Nachkommen von Puppen, denen durch Behandlung mit bestimmten farbigem Lichte eine bestimmte Art der Pigmentierung aufgezwungen ist? Kommt der künstlich erzeugten Puppenfärbung etwa eine Erbllichkeit zu und in welchem Sinne?“ Zunächst war zu untersuchen, wie sich Puppe und Falter in der unmittelbar durch farbiges Licht beeinflussten Generation verhalten. In den nicht experimentell beeinflussten, in diffusum Tageslicht gehaltenen Vergleichszuchten ließen sich nach der Variation der Pigmentierung die Puppen fünf Färbungsklassen zuordnen. Diese Klassen sind gekennzeichnet durch eine fortschreitende Reduktion der braunschwarzen Zeichnungselemente und eine zunehmende, schließlich sehr weitgehende, Unterdrückung des weißen Hypodermispigments, durch die eine Grünfärbung der Puppe infolge des Hindurchschimmerns der grünen inneren Organe resultiert. Im Dunkeln erhalten die Puppen eine etwas hellere Tönung, die Variationsrichtung ist nach der Seite der pigmentarmen Puppen hin etwas verschoben. Die Wirkung orangefarbenen Lichtes zeigte sich in einer starken Reduktion der schwarzen und weißen Puppenpigmente, was sich in einer starken Verschiebung der Variation nach der Seite der grünen Puppen äußerte. Bei diesen wie allen anderen Belichtungsexperimenten konnte festgestellt werden, daß es für den Ausfall der Versuche gleichgültig ist, ob die Belichtung vom Ei an bis zum Ende der Puppenruhe vorgenommen wird oder nur während der eigentlichen Verpuppungsperiode bzw. in der Raupenruhe und mittelbar vor der Verpuppung. Findet eine farbige Belichtung vom Ei bis zu diesem Stadium statt und die Raupen werden dann in normale Umgebung gebracht, so läßt sich an den Puppen keinerlei Abweichung von der normalen Färbung feststellen. Rotes Licht hat im wesentlichen die gleiche, wenn auch quantitativ etwas geringere Wirkung als orangefarbenes, während blaues Licht die Variation nur unwesentlich nach der Seite der geringeren Pigmentierung verschiebt.

Die Färbung und Zeichnung der Flügel der *Schmetterlinge* wird hauptsächlich durch ein weißes und ein schwarzes oder schwarzbraunes Pigment hervorgerufen. Wie bei den Puppen wurden auch hier bestimmte Färbungsklassen aufgestellt. Die Untersuchung ergab, daß aus den durch orangefarbenes, rotes oder blaues Licht in ihrer Färbung veränderten Puppen Falter hervorgehen, die keine Abänderung der Flügelpigmentierung zeigen. Ebenso wirkungslos für die Pigmentierung des Falters bleibt die Entwicklung in Dunkelheit. Die Variation der einzelnen Teile der schwarzen Flügelzeichnung erwies sich als völlig unabhängig voneinander. Durch das negative Ergebnis der Untersuchung der aus experimentell veränderten Puppen hervorgegangenen Schmetterlinge ist zugleich bewiesen, daß zwischen der Pigmentierung der Puppe und der des Schmetterlings keinerlei Abhängigkeit besteht.

Bei der Untersuchung der Nachkommen der von farbigem Lichte beeinflussten Puppen ergab sich, daß ihre Grünfärbung in hohem Grade erblich ist. Wurde die zweite Generation unter normaler Belichtung gehalten, so trat die Grünfärbung der Puppen in etwas abgeschwächtem Prozentsatz wieder auf, fand die Verpuppung wieder in farbigem Lichte statt, so war der

Anteil auftretender Abänderungen (Grünfärbung) ungefähr gleich wie in der ersten Generation. Für die Vererbung ist es dabei ebenso gleichgültig wie für die Abänderung in der ersten Generation, ob nur die Verpuppung oder das ganze Raupenleben bis zum Schlüpfen unter der Einwirkung farbigen Lichtes stattfindet. Weiterhin ergab sich, daß als Nachkommen grüner Puppen in der nächsten Generation *nicht ausschließlich* grüne Puppen auftreten, wenn auch der Anteil sehr beträchtlich ist. Zahlenmäßig gestaltet sich der Ausfall dieser Experimente hinsichtlich der ausgesprochenen *Grünfärbung* (G) der Puppen folgendermaßen:

1. Kontrollzuchten; Verpuppung bei Tageslicht in nicht farbigem Umgebung = Normalfärbung in freier Natur $G = 3,72\%$
2. P_1 ; Aufzucht der Raupen und Puppen teils in rotem ($G = 55,33\%$), teils in orangefarbenem ($G = 72,94\%$) Licht; direkte Beeinflussung der Pigmentierung durch den Versuchsfaktor . . . $G = 69,11\%$
3. P_2 ; Nachkommen der Gruppe G der P_1 -Generation:
 - a) Aufzucht der Raupen und Puppen in orangefarbenem Licht; wiederholte Einwirkung des Versuchsfaktors $G = 94,89\%$
 - b) Aufzucht der Raupen und Puppen mit Fortfall des ursprünglichen Versuchsfaktors:
 - 1' bei Tageslicht in grauer Umgebung $G = 48,48\%$
 - 2' in Dunkelheit $G = 37,31\%$
 - 3 alle Zuchten mit Fortfall der Versuchsbedingungen zusammen $G = 41,00\%$

Ebenso wie farbiges Licht vor der Verpuppungsperiode für die Vererbung wirkungslos ist, hat auch die Belichtung der fertigen Puppen und der ausgeschlüpften Falter keinerlei Erfolg. Um endgültig zu beweisen, daß es sich tatsächlich um „Vererbung“ der Pigmentierung handelt, muß also nur noch bewiesen werden, daß während der kurzen Verpuppungsperiode keine direkte Beeinflussung der Keimzellen stattgefunden hat. DÜRKEN argumentiert nun so: Hätte das farbige Licht einen direkten Einfluß auf die Keimzellen, so müßte man das von normalem Licht ebenso erwarten. Puppen, die nur während der kurzen Verpuppungsperiode unter der Wirkung farbigen Lichtes standen, die sich sonst aber in diffusum Tageslicht entwickelten und deren Nachkommen völlig in Tageslicht aufwachsen, müßten sich wie Kontrollpuppen verhalten, d. h. es dürfte nur ein geringer Prozentsatz grügefärbter Puppen in P_2 auftreten. Daß das Gegenteil der Fall war, spricht schon sehr gegen eine direkte Beeinflussung der Keimzellen. Weiterhin untersuchte D., um ein Analogon zu haben, die schwarz-weiße „Normal“-Färbung, deren Entstehung ebenfalls in hohem Grade von äußeren Faktoren abhängig ist, die also auch den Charakter einer bei der Verpuppung erworbenen Eigenschaft besitzt. Die Versuchsanordnung wurde derart getroffen, daß durch geeignete Umgebung die Puppen reichlich schwarzes und weißes Pigment erhielten. Die Puppen wurden dann unter verschiedenen Bedingungen gehalten. Dabei zeigte sich, daß der Anteil der unter der Wirkung orangefarbenen Lichtes in der nächsten Generation auftretenden grügefärbten Puppen nicht größer war als in den Kon-

trollversuchen. Damit war bewiesen, daß die Erwerbung der normalen Pigmentierung ebenso erblich ist wie die Grünfärbung. In beiden Fällen trat eine Änderung der Nachkommen nur dann ein, wenn das Soma der Eltern (elterlichen Puppen) auf die Versuchsbedingungen reagiert hatte. Damit war die Notwendigkeit somatogener Vorgänge für die Übertragung der erworbenen elterlichen Eigenschaft auf die Nachkommen erwiesen. Eine direkte Beeinflussung der Keimzellen durch den abändernden Lichtfaktor findet nicht statt. Für den Ausfall der Puppenfärbung ist nicht das Fehlen einer Gruppe von Wellenlängen maßgebend, sondern das positiv vorhandene Lichtgemisch.

Für die Annahme einer somatischen Induktion spricht weiterhin die Tatsache, daß die Beteiligung der Augen unerlässlich ist für das Zustandekommen der unmittlerbaren Reaktion auf den Lichtfaktor bzw. der Einstellung des Chemismus der Hämolymphe auf bestimmtes Licht, aus der dann die veränderte Pigmentierung resultiert. Die Keimzellen wachsen nun in diesem durch das Licht spezifisch veränderten Chemismus heran und man muß annehmen, daß sie dem Lichtfaktor entsprechend *spezifische* Fermente für die Pigmentbildung aufnehmen. Dafür sind nun Wachstumsvorgänge nötig, die in der Tat in dieser Zeit stattfinden. Schon diese Tatsache macht die ja immer noch mögliche Annahme unnötig, daß die Reaktionszeit des Somas auf spezifische Lichtfaktoren (Verpuppungsperiode) mit einer sensiblen Periode der Keimzellen zusammenfalle. Diese Annahme wird aber besonders unwahrscheinlich durch die Tatsache, daß die beiderseitigen Gameten sich während der Verpuppungsperiode auf ganz verschiedenen Ausbildungsstadien befinden und daß nach der Verpuppung qualitativ gleiche Stadien noch in großer Zahl vorhanden sind. Dem Ref. scheint der andere Ausbildungsgrad der Spermien den Eiern gegenüber nicht beweisend, da ja überhaupt nichts darüber angegeben wird, ob das Sperma eine Rolle bei der Erbübertragung des Farbfaktors spielt; dazu wäre die Bastardierung von Männchen aus abgeänderten mit Weibchen aus normalen Puppen notwendig. Aber gegen eine direkte Beeinflussung der Keimzellen scheint dem Ref. besonders das Abklingen der geänderten Färbung schon in der nächsten Generation zu sprechen.

Im Normalfall wie unter dem Einfluß farbigen Lichtes wird also ein für die Pigmentierung spezifischer Chemismus, d. h. die Anlage der Puppenfärbung vererbt. „Vererbung“ definiert DÜRKEN dabei als „die Übertragung von Anlagen durch die Gameten“ und unterscheidet zwischen karyogener und plasmogener Vererbung. In dem vorliegenden Fall muß es sich um plasmogene Vererbung handeln; wäre ein Gen verändert worden, so würde die Grünfärbung nicht wieder abklingen. „Hologen“ heißt der Verf. die vorliegende somatische Induktion, weil die *Gesamtschaffenheit* des Somas eine Veränderung erfahren hat und nun das veränderte Soma die Keimzellen in irgendeiner Weise so beeinflusst, daß bei den Nachkommen die Abänderung des Somas wieder in die Erscheinung tritt; er sieht allerdings die *Andeutung* einer „merogenen“ Induktion darin, daß die Augen eine unerlässliche Rolle spielen. Der ganze Vorgang wäre als plasmogene, hologene somatische Induktion zu bezeichnen. D. stellt dafür den Begriff „Degression“ auf, unter dem er „eine durch äußere Faktoren hervorgerufene, plasmogene erbliche, labile Wandlung, die zurückzuführen ist auf eine Modifikation des elterlichen Somas“ versteht. In den vorliegenden Experimenten klingt die erworbene Eigenschaft sehr rasch wieder ab, sie wäre bei Weiterzucht vielleicht bald völlig verschwunden; ob

solche plasmogene Vererbung (etwa unter der mehrere Generationen dauernden gleichmäßigen Abänderung der Lichtfaktoren) manifest werden, also in der Descendenz eine Rolle spielen kann, ist zunächst nicht erwiesen.

Von den vielen biologischen Beobachtungen sei nur erwähnt, daß die Färbung den Puppen keinen Schutz gegen Mikrogoaster bietet, und daß bei den Schmetterlingen nie geschlechtliche Zuchtwahl beobachtet werden konnte.

WALTER LANDAUER.

Zur Entwicklungsmechanik der schwarzen Flügel-färbung der Schmetterlinge, speziell beim Melanismus. (K. HASEBROEK, Arch. f. Entw.-Mech., 52, Heft 1/2) 1922. In früheren Arbeiten hatte H. bereits zeigen können, daß sich die ungefärbten Puppenflügel des Nachfalters *Cymatophora* or *F. ab. albingensis* Warn., einer aberrativ melanistischen Form der Hamburger Gegend, durch Behandlung mit Tyrosin und „Dopa“ (Dioxyphenylalanin) schwarz färbten, und daß diese Färbung in vielen Fällen sowohl makro- wie mikroskopisch derjenigen der in freier Natur vorkommenden melanistischen Exemplare derselben Schmetterlingsart glich. Hieraus wurde der Schluß wahrscheinlich, daß die natürliche Ausfärbung der Flügel auf ähnliche oder gar gleiche mechanische Vorgänge zurückgeführt werden könne wie im Experiment. In letzterem war der Pigmentierungsvorgang auf die Einwirkung von in der Haemolymphe befindlichen Oxydasen auf die künstlich herangebrachten Melaninmuttersubstanzen, Tyrosin oder Dopa, zurückzuführen. Die aus der Puppe herausgeschnittenen, noch lebensfrischen Flügelchen wurden in der vorliegenden Arbeit in wässrige Tyrosin- oder Dopalösungen gelegt, und die *einzelnen Stadien des nun einsetzenden Pigmentierungsvorganges wurden mikroskopisch verfolgt und mit den einzelnen Stadien der natürlichen Pigmentierung verglichen*. Hierbei ergab sich eine *weitgehende Übereinstimmung des Verlaufs der beiden Vorgänge*, so daß also nunmehr die Annahme einer Analogie beider Prozesse als gesichert betrachtet werden darf.

Es sind sowohl bei der künstlichen wie auch der natürlichen Pigmentierung *zwei Stadien* zu unterscheiden, ein *initiales*, das in der Pigmentierung der Schuppenbälge und Schuppenwurzeln, und ein *finale*, das in der Pigmentierung der Schuppenkronen besteht. Der Schmetterlingsflügel setzt sich aus einer oberen und einer unteren Lamelle zusammen, in deren Mitte sich während der Entwicklung Haemolymphe befindet. Die Schuppenbildungszellen drängen sich bei der Schuppenbildung zwischen die Hypodermiszellen der beiden Lamellen und scheiden nach außen hin die Schuppen ab, wobei die außen der Hypodermis aufliegende Chitinschicht zum Schuppenbalg wird, der die Schuppenwurzel umgreift. Bei den Melanisierungsversuchen ließ sich nun beobachten, wie sich das Pigment wie bei der natürlichen Ausfärbung zunächst in den Schuppenwurzeln und -bälgen ablagerte, um dann allmählich nach oben zu wandern und den Wurzelkanal wieder pigmentfrei zurückzulassen. Nachdem sich das Pigment in Streifen in der Schuppe abgelagert hat, endet der erste, als Initialstadium bezeichnete Abschnitt, wobei als wesentliches Ergebnis hervorzuheben ist, daß *die in der interlamellären Haemolymphe vorhandenen Oxydasen in den Schuppenwurzeln und -bälgen die Melaninausfällung bewirken, sobald an diesen Stellen der nötige Gehalt an Melaninvorstufen vorhanden ist*. Zahlreiche Abbildungen, die mit Abbildungen aus der Arbeit A. G. Mayers über die Bildung und normale Pigmentierung

der Schuppen verglichen werden, erhärten das Gesagte und zeigen die Übereinstimmung der künstlichen Pigmentierung mit der natürlichen. Zu erwähnen ist noch, daß auf den Dopapräparaten dunkle Fortsätze an den Schuppenbälgen beobachtet wurden. H. deutet sie als „tracheale Luftzufuhrwege“, deren Sichtbarmachung der Dopamethode zu verdanken ist, womit zugleich auf das Vorhandensein von Sauerstoff in ihnen zu schließen wäre.

Das zweite Stadium der Ausfärbung, die „*finale Oberflächenschwärzung der Schuppenkronen*“, setzt nach Abschluß des ersten ein. Hierbei werden die aufrecht stehenden Schuppenkronen von der zwischen dem Tierkörper und der Puppenhülle befindlichen oxydasehaltigen Haemolymphe umspült und die dort befindlichen Melaninvorstufen werden zur Ausfüllung gebracht, ein Vorgang, dessen näheres Studium von H. noch beabsichtigt ist. K. BALDUS.

Einige Beobachtungen über die Vererbung der weißen Farbe bei Kanarienvögeln. (H. DUNCKER Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre 32. 1924.) Die vorliegende Untersuchung geht von einem Kanarienneibchen aus, das im Grundgefieder schneeweiß war und eine Haube mit wenig schwarzem Pigment besaß; bei genauem Hinsehen konnte man außerdem einen schwachen Anflug von Gelb an den äußersten Handschwingen und an einem kleinen Bezirk der Schulter beobachten. Die weiße Farbe ist keine Mischfarbe, sondern das Gelb kommt bis auf mikroskopische Spuren nicht zur Entwicklung. Das Weiß ist durch *Unterdrückung* des Gelb zustande gekommen und nicht durch eine allmähliche Aufhellung. Daß die weißen Tiere nicht durch Zuchtwahl entstanden sind, geht von vornherein daraus hervor, daß in ihrer Nachkommenschaft immer wieder gelbe Tiere auftreten. Es handelt sich also bei den weißen und gelben Tieren um zwei verschiedene Rassen.

Das Ausgangstier der Versuche war kein Albino; darauf weisen die dunklen Augen und das Auftreten von Pigment in der Haube hin. Die Fähigkeit zur Erzeugung von Pigment war also vorhanden. Die Kreuzungsversuche ergaben folgende Resultate: „Gelb mit Gelb“ ergibt stets nur gelbe Nachkommenschaft. „Weiß mit Weiß“ ergab in der Nachkommenschaft das Verhältnis 2 : 1 (unter 12 Jungvögeln 8 weiße und 4 gelbe), „Weiß mit Gelb“ das Verhältnis 1 : 1 (unter 37 Jungvögeln 18 weiße und 19 gelbe). Diese Verhältniszahlen erklären sich ohne weiteres mit der Annahme, daß der Weißfaktor mendelt und daß Weiß über Gelb dominiert. Wir sagten, daß sämtliche Gelb-Gelb-Kreuzungen nur gelbe Nachkommen ergaben, daß also Gelb reinrassig ist. Das ziemlich genaue Verhältnis 1 : 1 bei der Kreuzung „Weiß mit Gelb“ weist aber darauf hin, daß mit dieser Bastardierung eine Rückkreuzung vorgenommen worden ist, und wir können daraus den Schluß ziehen, daß die weißen Vögel heterozygot (Kreuzungsprodukt mit ungleichartigen Anlagen) gewesen sein müssen. Der Weißfaktor folgt offenbar der Spaltungs- und Unabhängigkeitsregel, da in der Nachkommenschaft zweier weißer Vögel oder eines weißen und eines gelben Vogels stets nur Formen auftreten, die sich ohne weiteres in die beiden Gruppen „Weiß“ und „Gelb“ einfügen; die Tiere sind hinsichtlich der weißen Farbe stets uniform, mögen sie von Weiß-Weiß-Paarungen oder von Weiß-Gelb-Paarungen abstammen. Die Faktoren (Melanine) aber, die die dunkle Pigmentzeichnung (schwarz und braun) hervorufen, wirken völlig unabhängig vom Weißfaktor. Der Weißfaktor spaltet also unabhängig von den

Melaninfaktoren, offenbar aber auch unabhängig von dem Gelbfaktor, da jedesmal, sobald der Weißfaktor infolge Genspaltung wieder ausgesondert ist, die Gelbfärbung wieder auftritt. Nach der Theorie GOLDSCHMIDTS haben wir uns den Weißfaktor als ein Enzym vorzustellen, welches die Entwicklung des Gelbenzyms hemmt. Auf die Bildung der Melanine hat der Weißfaktor offenbar keinen Einfluß.

Aus dem Vergleich der Nachkommenzahl der Weiß-Weiß-Paarungen und der Weiß-Gelb-Paarungen ergibt sich, daß die ersteren eine viel geringere Nachkommenzahl haben; etwa ein Viertel der Jungvögel fällt bei den Weiß-Weiß-Paarungen aus. Diese Erscheinung erklärt sich aller Wahrscheinlichkeit nach daraus, daß die homozygoten (mit gleichartigen Anlagen versehenen) Individuen nicht lebensfähig sind. Das Absterben der homozygoten Dominanten (rein weiß) verhindert die Reinzüchtung der betreffenden Rasse. Daraus folgt nun aber weiter, daß bei den Weiß-Weiß-Paarungen, und zwar bei Paarungen heterozygoter weißer Vögel miteinander (F_1 -Generation) wir nicht das Verhältnis 3 : 1 (Weiße : Gelbe), sondern nur 2 : 1 erhalten müssen, wie es in den Kreuzungen tatsächlich der Fall war. Alle bisher zur Zucht verwandten Vögel haben sich als heterozygot erwiesen, da sie entweder ungleiche Eltern hatten oder in ihrer Nachkommenschaft neben weißen Vögeln auch gelbe vorkamen. Das Absterben der homozygoten Dominanten (rein weiß) läßt sich ebenfalls leicht mit Hilfe der Vorstellung valenzbegabter Erbfaktoren veranschaulichen. Ebenso wie das Weißenzym auf die Entwicklung eines Gelbenzyms einen hemmenden Einfluß hat, so auch auf die Entstehung eines anderen „lebenswichtigen“ Enzyms. Das Absterben der Keime hängt dann von dem Zeitpunkt ab, an dem die Enzyme in Aktion treten.

Die Akromelanie der Russenkaninchen und ihre Bedeutung für unsere Auffassung von der Akromegalie. (FRITZ LENZ, Archiv für Rassen- u. Gesellschaftsbiologie, 15. 1923.) Unter Akromelanie versteht man die eigenartige Beschränkung des Pigments auf die gipfelnden Teile bei gewissen Haustierrassen. Besonders typisch findet sich solche Akromelanie bei einer Kaninchenrasse, die von den Züchtern als „russische“ bezeichnet wird. Die Tiere sind überwiegend albinotisch, schneeweiß mit roten Pupillen, nur die gipfelnden Teile (Ohren, Schnauze, Pfoten, Schwanz) sind — meist schwarz — pigmentiert. Die Rasse ist bei Inzucht konstant; Bastardierungsversuche zeigen, daß die Anlage zu Akromelanie, d. h. zu der typischen Pigmentverteilung, recessiv ist. Schon einfaches Bestasten zeigt, daß die gipfelnden Teile kühler sind als der Rumpf. Der Verfasser hat nun Experimente angestellt, die zeigen, daß diese niedrigere Temperatur tatsächlich die physiologische Ursache der Pigmentierung ist. Zunächst wurde bei einem weiblichen Russenkaninchen eine handtellergroße Stelle am Rücken mittels Strontiumsulfid enthaart und das Tier dann im ungeheizten Stall der winterlichen Kälte ausgesetzt. An Stelle des weißen wuchs braunschwarzes Haar nach; nur am Rande wuchs unter dem Schutze des stehengebliebenen Haares helleres, braungraues nach. Sobald aber durch das nachgewachsene schwarze Haar ein gewisser Kälteschutz geschaffen war, wuchs es am Grunde weiß weiter. Weitere ähnliche Versuche stimmen mit dem vorhergehenden im wesentlichen überein. Als Gegenprobe wurden solche Versuche auch im Sommer bei höherer Temperatur ausgeführt; in diesen wuchs schneeweißes Haar nach. Ähnliche Versuche von SCHULTZ zeigten u. a. bei Enthaarung der einen

Kopfhälfte und sommerlicher Temperatur, daß auch hier weißes Haar nachwuchs, so daß die Schnauze nun halb schwarz und halb hell war. Biologische Beobachtungen stimmen mit diesen Experimentalergebnissen überein. Die neugeborenen Jungen zeigen noch nichts von Akromelanie. Einzelne Junge, die aus dem Nest geraten, werden gelegentlich am ganzen Körper schwarz. Im Winter nehmen die pigmentierten Gebiete an Ausdehnung etwas zu, im Sommer etwas ab. Die Pigmentierung beschränkt sich nicht auf die Haare, sondern findet auch in der Haut statt. L. vermutet, daß bei der Bildung des Pigmentes Fermente mitwirken, die unterhalb von 25° nicht zur Wirkung kommen. Erblisch ist also die *Reaktionsmöglichkeit*, das Merkmal tritt bei bestimmten Außenbedingungen stets auf, es ist erblisch. Die durch die Experimente erworbenen Pigmentierungen vererben sich selbstverständlich nicht. L. faßt die Akromelanie der Russen-

kaninchen als einen Defekt der Pigmentbildungsanlagen auf; sie entsteht durch die Unfähigkeit, bei mehr als 25° Pigment zu bilden. Im Vergleich zu anderen Rassen sind die Russenkaninchen wenig widerstandsfähig, was z. T. sicher auf die Züchtung auf kalte Ohren, Füße usw., d. h. auf die Auswahl von Tieren mit schlechtem Blutkreislauf, zurückzuführen ist.

Aus den Ergebnissen dieser Untersuchung zieht LENZ Analogieschlüsse auf die Ursachen der menschlichen Akromegalie (des disharmonischen Wachstums einzelner Teile, wie Finger, Zehen, Nase, Ohren und Kinn). Ziemlich sicher beruht die Akromegalie des Menschen auf einer übermäßigen Hormonbildung in dem drüsigen Vorderteil der Hypophyse. L. stellt sich entsprechend den Erscheinungen der Akromelanie vor, daß diese Hormone vorzugsweise bei kühler Temperatur wirken — während sie möglicherweise bei 37° nicht dauernd bestandfähig sind. WALTER LANDAUER.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Erdmagnetische Arbeiten der Carnegie-Institution im Jahre 1923¹⁾. Die Rückkehr des eisenfreien Vermessungsschiffes „Carnegie“ im November 1921 hatte den vorläufigen Abschluß der erdmagnetischen Aufnahme der Weltmeere bedeutet. Die Beobachtungen wurden jeweils sofort nach der Reduktion den hydrographischen Ämtern mitgeteilt, wodurch die erdmagnetischen Seekarten, die in weiten Gebieten stark von der Wirklichkeit abwichen, berichtigt werden konnten. Naturgemäß stellt diese Bereicherung unserer Kenntnisse über dieses praktische Ergebnis hinaus auch in wissenschaftlicher Beziehung einen großen Fortschritt dar, und mit Spannung mußte man einer Bearbeitung des neuen Materials entgegensehen, das von fast $\frac{4}{5}$ der Erdoberfläche die ersten zuverlässigen Werte brachte. Im vorigen Jahre hat nun L. A. BAUER die vorläufigen Ergebnisse einer Analyse des erdmagnetischen Feldes veröffentlicht²⁾, unter Beschränkung auf das Gebiet innerhalb 60° Nord- und Südbreite. Er benutzt die britischen magnetischen Weltkarten für 1922, die die von der „Carnegie“ gelieferten Daten verwerten, mit Verbesserungen auf Grund der letzten Beobachtungen. Die Methode der Entwicklung nach Kugelfunktionen ist in ihren Grundzügen von GAUSS in seiner „Allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus“ angegeben; im einzelnen lehnt sich das Verfahren an das von ADOLF SCHMIDT an, wie er es für die Bearbeitung der Neumayerischen Karten für 1885 ausgestaltete, wobei er die Abplattung der Erde berücksichtigte und auch potentiallose Anteile nicht ausschloß. Die Reihe bricht nach den Kugelfunktionen 6. bzw. 7. Ordnung ab. Ergebnis: 94% des erdmagnetischen Feldes sind *inneren* magnetischen oder elektrischen Systemen, (J) zuzuschreiben, etwa 3% gehen auf Systeme *außerhalb* der Erdoberfläche zurück (E), und die restlichen 3% bilden den *potentiallosen* Anteil (N), den man sich etwa durch vertikale elektrische Ströme von der Erde zur Atmosphäre erzeugt denken kann. Wegen der Existenz dieses N-Systems bildet ein rund um die Erde beschriebener Weg, der überall senkrecht zur Richtung der Kompaßnadel verläuft, im allgemeinen keine geschlossene Kurve, sondern endet durchschnittlich 50 Kilometer nördlich oder südlich der Ausgangs-

stelle, entsprechend einer durchschnittlichen Ablenkung der Deklinationsnadel von 6 Bogenminuten. — Man hatte bisher mit gewisser Berechtigung angenommen, daß die in den früheren Analysen auftretenden E- und N-Felder zum großen Teil den mangelhaften Beobachtungsgrundlagen zuzuschreiben seien; es ist deshalb überraschend, daß das äußere Feld E sich noch dreimal stärker ergibt als früher. Die Achsen des inneren und äußeren Feldes treffen die Erdoberfläche etwa 7° bzw. 5° nördlich des magnetischen Nordpols, in Länge je 26° östlich bzw. westlich von diesem. Am rätselhaftesten ist das potentiallose Feld N, denn die aus der Lufterktrizität bekannten Vertikalströme von der Größenordnung $\frac{1}{1000}$ Milliampere pro Quadratkilometer sind mindestens 10 000 fach zu klein, um das N-Feld zu erklären. L. A. BAUER denkt an Relativitätseinflüsse (Erdrotation).

Im übrigen zeigt sich wieder, daß die Kugelfunktionsreihe nur sehr langsam konvergiert; sogar die Hinzunahme der Glieder 7. Ordnung vermindert noch wesentlich die verbleibenden Reste. Demnach haben die höheren Glieder nur formale Bedeutung; sie werden durch die regionalen Störungen notwendig, die auf oberflächliche Erscheinungen zurückgehen, etwa verschiedene Permeabilität oder Eigenmagnetisierung der Gesteinsschichten. Physikalisch interessant sind vielmehr die ersten Glieder, deren Vergleich mit den früheren Analysen das bemerkenswerte Ergebnis liefert, daß das magnetische Moment der Erde während der letzten 80 Jahre ständig in allmählich wachsendem Maße abgenommen hat, und zwar durchschnittlich jährlich um $\frac{1}{1500}$ seines Betrages. — ALFRED WEGENER¹⁾ hat auf Anregung von A. NIPPOLDT an das viel umstrittene Wildesche magnetische Modell der Erde erinnert, bei dem die primäre Wirkung einer homogen magnetisierten Kugel durch Eisenbleche von der Gestalt der Ozeane so abgeändert wird, daß ein angenähertes Bild der wirklichen Verteilung des Erdmagnetismus erreicht wird; er schloß daraus, daß unter den Ozeanen eisenhaltigeres Gestein liegen müsse als unter den Kontinenten, ein Beweis für seine Theorie der Kontinentalverschiebungen. L. A. BAUER findet nun, daß die Intensität der Magnetisierung über Landflächen etwas stärker ist als über den Ozeanen, was für WEGENERS Ansicht sprechen würde, wenn nicht die Ungewiß-

¹⁾ Annual Report of the Dir. of the Departm. of Terr. Magn. (Year-Book of the Carnegie-Inst. of Washington, Nr. 22, for the Year 1923, S. 229—266.)

²⁾ Terrestrial Magnetism, 1923, S. 1—28.

¹⁾ Die Entstehung der Kontinente und Ozeane, 2. Auflage 1920, S. 18.

heit bestünde, ob nur verschiedene Permeabilität und nicht etwa auch verschiedene permanente Magnetisierung des Untergrundes in Frage kommt. — Angesichts der schwächeren Magnetisierung über den Ozeanen könnte man auf den Gedanken kommen, ob nicht lediglich die jetzige bessere Kenntnis der erdmagnetischen Werte über dem Meere die oben erwähnte Abnahme des Moments vortauschen sollte, weil früher vielleicht fälschlich zu hohe Werte für die Meeresflächen angesetzt wurden. Das scheint aber nach einer Untersuchung der Säkular-Variation 1905—1908, die zur Zeit am Potsdamer Magnetischen Observatorium durchgeführt wird, nicht der Fall zu sein, denn bei dieser Rechnung, die sich nur auf die Beobachtungen ständiger, vorwiegend kontinentaler Observatorien stützt, tritt die Momentabnahme ebenfalls hervor.

Aus dem weiteren Inhalt des Jahresberichtes seien Mitteilungen über die Technik der Herstellung von Quarzfäden erwähnt. Gelegentlich der Sonnenfinsternis vom 10. September 1923 wurden die bisherigen Erfahrungen bestätigt, wonach der tägliche Gang der erdmagnetischen Elemente während der Verfinsternung unterbrochen wird; sobald die Sonnenstrahlung abgeschattet ist, fällt ihre ionisierende Wirkung fort und die Leitfähigkeit der höheren Schichten nimmt ab. An der magnetischen Vermessung der Landflächen arbeiteten 3 Beobachter in Australien, Amerika und auf den Inseln des Atlantischen und Pazifischen Ozeans. Die erdmagnetischen Beobachtungen an den Observatorien Watheroo (Westaustralien), Huancayo (Peru) und dem vormals deutschen Samoa-Observatorium werden fortgesetzt und sollen in Watheroo durch Registrierungen des Erdstroms ergänzt werden. J. BARTELS.

Das Heliumspektrum im extremen Ultraviolett. THEODORE LYMAN: Nature vom 31. Mai. Mit Hilfe einiger neuer Instrumente konnte Verf. das Heliumspektrum wieder weiter ins Ultraviolett verfolgen. Zunächst fand er einige neue Terme der α S-mP Serien; sodann die beiden ersten Glieder der Hauptserie des Funkenspektrums $4N(1/1^2 - 1/m^2)$ bei $\lambda = 303,6$ und $256,3$ Å.

Außerdem aber fand er eine Linie, die der Beziehung α S-1p entspricht, also einem Übergang vom Orthohelium ins Parhelium.

Massenspektrographie. F. W. ASTON: Aus Nature vom 9. Februar und 14. Juni. In einem kurzen Brief an Nature vom 9. Februar berichtet Verf., daß er in letzter Zeit beim Arbeiten mit seinem Massenspektrographen viele Enttäuschungen erlebt hat. Das kommt nicht zum wenigsten daher, daß die zuerst untersuchten Elemente naturgemäß die einfacher zu handhabenden waren. Er hat daher seit seinem letzten Bericht an Nature (22. Sept. 1923) nur das Massenspektrum des *Indiums* aufnehmen können (Atomnummer 49, Atomgewicht 114,8). Er fand eine einzige Linie, die der ganzen Zahl 115 entspricht und keinen Anhalt für das Vorhandensein eines leichteren Isotopen. Daher hält er Indium für ein einfaches Element mit dem Atomgewicht 115.

Dagegen kann Verf. in Nature vom 14. Juni infolge einer besonders günstigen Montierung seines Apparates wieder über mehr Erfolge berichten. Zunächst konnte er beim *Eisen* die Komponente 54, deren Existenz man bis dahin nur vermutet hatte, einwandfrei nachweisen. Grob geschätzt ist das Mengenverhältnis $Fe_{54} : Fe_{56}$

= 1 : 20. Da für Fe_{56} das Gewicht 55,94 angegeben wird, so ergibt sich aus diesen Zahlen in glänzender Übereinstimmung das chemische Atomgewicht des Eisens: 55,84.

Bezüglich des *Strontiums* stellte er zwei Umstände fest, die das merkwürdig niedrige Atomgewicht — 87,62 — bestätigen: Außer Sr_{88} sind noch etwa 3—4% Sr_{86} vorhanden und außerdem ergibt sich durch Vergleich mit Br_{81} , daß Sr_{88} eine meßbar kleinerer Masse als 88 hat.

Barium wurde als im wesentlichen aus einer Komponente bestehend erkannt mit der wahrscheinlichen Masse 137,8. Aus zufälligen Gründen konnte nach leichteren Isotopen in dem benutzten Apparat nicht gesucht werden.

Trotz der Schwierigkeiten, die der Untersuchung der schwereren seltenen Erden entgegenstehen, kann Verf. auch hier Resultate buchen: *Lanthan* ergab eine einzige Linie 139, ebenso *Praseodym* bei 141. Seltene Erden mit geradem Atomgewicht geben nicht so einfache Resultate *Neodym* z. B. gibt eine unscharfe Bande zwischen 142 und 150; dasselbe zeigt *Erbium* zwischen 164 und 176. Das läßt auf verschiedene Isotope in ziemlich gleichen Mengen schließen. Auch Verunreinigungen können hier eine große Rolle spielen.

Versuche mit Zirkon, Niob und Molybdän waren wieder völlig erfolglos. v. SIMSON.

Nachweis kleinster Urotropinmengen. Das bei der äußerst leicht verlaufenden Kondensation von Formaldehyd mit Ammoniak entstehende *Urotropin* (Hexamethylentetramin) ist ein besonders zur „innerlichen“ Desinfektion der Harnwege sehr häufig und gern gebrauchtes Heilmittel. Neben dem Urotropin selbst finden zahlreiche seiner Derivate pharmakologische Verwendung, von denen hier nur die Heilmittel und Spezialitäten: Bromalin, Jodalin, Hexabromin, Hexajodin, Helmitol — letzteres als Mittel gegen Eingeweidewürmer — u. a. m. erwähnt seien.

Der medizinische Chemiker, Pharmakologe und Pharmazeut wird daher nicht selten vor die Aufgabe gestellt, Urotropin und seine Derivate chemisch in möglichst kleinen Mengen nachzuweisen. Eine offenbar recht empfindliche und auch mikrochemisch brauchbare Methode ist kürzlich von CALCOLARI aus dem chemischen Institut der Universität Ferrara an leider sehr schwer zugänglicher Stelle beschrieben worden. Sie beruht darauf, daß Urotropin mit Ferricyankalium und einem Magnesiumsalz zusammen einen in Wasser unlöslichen, aus gelben krystallinischen Schüppchen bestehenden Niederschlag bildet, der die Formel: $MgKFe(CN)_6 \cdot 2 C_6N_4H_{12} \cdot 12 H_2O$ besitzt. Noch in einer einpromilligen Urotropinlösung kann der Nachweis derart geführt werden, daß man zu ihr gleiche Teile einer gesättigten Magnesiumsulfat-, sowie einer gesättigten, frisch bereiteten Ferricyankaliumlösung fügt. Unter dem Mikroskop können auf diese Weise noch 0,02 mg Urotropin nachgewiesen werden. Die Reaktion verläuft auch in ammoniakalischer Lösung. Bei der großen Leichtigkeit, mit der sich einerseits Formaldehyd mit Ammoniak zu Hexamethylentetramin kondensiert, andererseits Methylalkohol zu Formaldehyd oxydiert werden kann, kann die Methode auch zum Nachweis von Formaldehyd (bis 0,7 mg) und Methylalkohol dienen. (Aus den Berichten über die gesamte Physiologie.)

FRITZ LAQUER.