

Die Bedeutung des Rassebegriffes.

Von ERNST FEIGE, Breslau.

Die Einreihung gerade der wirtschaftlich bedeutsamsten Haustierrassen in das zoologische System hat in allen Fällen, in denen es sich nicht um eine klar erkennbare Identität mit noch vorhandenen Stammformen des Wildzustandes handelt, erhebliche Schwierigkeiten verursacht. Davon zeugen die oft sehr unsicheren Begriffsbestimmungen der Haustierrassen und der meist übliche Verzicht der eigentlichen Tier системати k, die zootech nischen Rassenunterschiede überhaupt in ihren Gesichtskreis mit einzubeziehen. Trotzdem ist das Dasein von Rassenunterschieden eine sehr reale Tatsache und verdient aus verschiedenen Gründen eine ernstere biologische Würdigung, die auch für die Probleme der menschlichen Rassenbildung von grundsätzlicher Bedeutung ist.

Als „Rasse“ faßt die Zootechnik Tiergruppen (Arten, Spezies) mit übereinstimmenden Eigenschaften auf, die als letzte Untergruppen des zoologischen Gattungsbegriffes (Genus) angesehen werden. Als Grundlage der systematischen Trennung dienen ausschließlich äußerlich wahrnehmbare morphologische oder anatomische Eigenschaften. Psychologische Merkmale, welche die wirtschaftliche Nutzung in erster Reihe bestimmen und hinsichtlich ihrer systematischen Bedeutung den morphologischen Eigentümlichkeiten gleichzusetzen sind, werden nicht berücksichtigt.

Die angegebene Kennzeichnung der Rassensystematik zeigt klar, daß diese sich ziemlich streng an die übliche zoologische Systematik der Tierformen anschließt. Gerade die Erfahrungen der Erblichkeitslehre haben neuerdings aber gezeigt, daß jede scheinbar gleichartige Tiergruppe aus einer ganzen Anzahl von Elementarrassen oder dgl. besteht, deren Erscheinungsform von dem Verhalten der einzelnen Eigenschaften bedingt wird. Auch bei den Haustierrassen hat es sich gezeigt, daß der Rassebegriff systematisch nicht die letzte Einheit darstellen kann und demgemäß ist weiterhin nach den einzelnen Eigenschaften der Rassebegriff weiter in Linien, Zuchten und Familien aufgelöst worden. Hierzu hat die Beobachtung geführt, daß selbst innerhalb der scheinbar gleichartigen Rassen noch kleinere übereinstimmende Einheiten mit besonderen Eigentümlichkeiten der Formen oder Leistungen vorhanden sind. Da die Zahl der einzelnen, für sich selbständigen Eigenschaften bei jeder Tierart außerordentlich groß ist, läßt sich leicht ermes sen, daß der Systematisierung bis in die kleinsten Einzelheiten noch ein sehr großer Spielraum gelassen ist.

Ein Verständnis der Rassenbildung der Haustiere muß von der Art ihrer Bildung ausgehen.

Nur in wenigen Fällen sind in den Haustierformen die zoologischen Arten noch unverändert erhalten. Für die gesteigerten wirtschaftlichen Bedürfnisse des Kulturmenschen bedurfte es einer Umformung des gebotenen Ausgangsmaterials. Das wichtigste Problem bestand und besteht, wo es noch zu Neuschöpfungen kommt, darin, getrennte Merkmale auf derselben Tierform zu vereinigen. Damit ist schon gesagt, daß die Kreuzung das wichtigste Mittel zur Erzielung der modernen Haustierrassen bildet. Komplizierter werden die Verhältnisse insgesamt dadurch, daß auf höheren Kultur- und Wirtschaftsstufen nicht nur der Wunsch nach Vereinigung von zwei wirtschaftlich oder morphologisch erwünschten Merkmalen auftritt, sondern daß zur Vereinigung zahlreicher Eigenschaften viele Kombinationskreuzungen vorgenommen werden, die sich in den seltensten Fällen noch genau nachprüfen lassen. Bei diesen Kombinationskreuzungen bildet nicht die zoologische Artzugehörigkeit den Angriffspunkt, soweit Bastardierungen überhaupt möglich sind, sondern die erwünschte Einzeleigenschaft oder die Eigenschaftsgruppe.

Ein Beispiel hierfür, das gleichzeitig die Kombination mehrerer Eigenschaften durch Faktorenaustausch zeigt, bildet das schwarze englische Berkshireschwein, dessen züchterische Eigentümlichkeiten durch seine schwarze Färbung, den kurzen (mopsförmigen) Schnauzenteil und die kleinen Ohren sowie die nach vorn etwas abschüssige Rückenlinie gebildet werden (s. Fig. 1). Die Herkunft

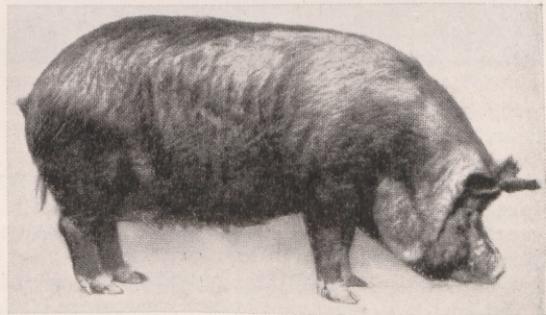


Fig. 1. Berkshireschwein (Bild der D. L. G., von GREVE phot.) Aus FEIGE, Haustierrasse und Haustierzucht.

dieser Merkmale zeigen die folgenden Figuren älterer europäischer Schweinetyphen. Besonders charakteristisch ist hierfür die Form der sog. „unveredelten“ Landschweine Deutschlands, weil sie durch ihre Färbung bereits die Entstehung aus

zwei Ausgangsformen andeuten (Fig. 2). Sowohl die Ohrformen, wie die schwarze Farbe des Berkshireschweines und des unveredelten Landschweines sind Erbteile der alten Wildschweinform des europäischen Mittelmeergebietes, wie die Darstellung romanischer Landschweine aus der

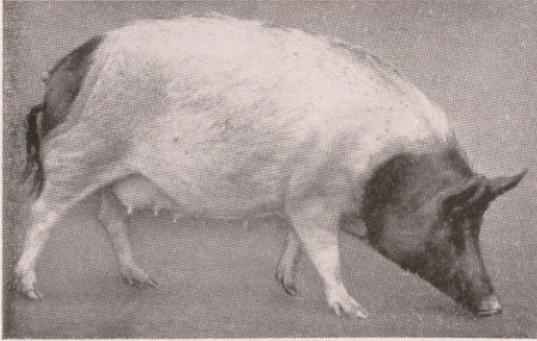


Fig. 2. Deutsches „unveredeltes“ Landschwein.
(Quelle wie Fig. 1.)

Zeit um 1800 (nach einem Bilde von Low, Fig. 3) erkennen läßt. Alten Berichten zufolge war die Farbe des ursprünglichen Berkshireschweines rötlich wie noch heute bei Hausschweinen des Mittelmeergebietes, jedoch mit schwarzen Flecken. Neben den europäischen Formen sind aber auch



Fig. 3. „Romanisches“ Landschwein um 1800.
(Nach Low.)

asiatische, den Berichten zufolge siamesische, Hausschweine bei der Bildung der Rasse eingekreuzt worden, so daß insgesamt drei Formkreise hier mitwirkten. Die Schädelverkürzung braucht bei der Rassenbildung nicht hoch bewertet zu werden, da Versuche im Haustiergarten zu Halle den außerordentlich großen Einfluß der Fütterung während des Jugendstadiums auf die Schädelform beim Schwein gezeigt haben. Vergleichen wir mit den bisher genannten Figuren die beigegeführten Zeichnungen aus der klassischen griechischen Zeit (Fig. 4 und 5), so zeigt sich, daß die Schädel- und Körperformen bereits sehr frühe in Europa auf mehrere Formen hindeuten.

Dieses Beispiel, das sich durch zahlreiche, be-

liebige Beispiele aus jeder Haustierart vermehren ließe, zeigt deutlich, daß unsere „Kulturrassen“ zwischen den Arten stehen, und insofern hat die alte Unterscheidung von HERM. V. NATHUSIUS in Natur- und Kulturrassen ihre volle Berechtigung. Es ist kaum zweifelhaft, daß die Ausgangsformen unserer Haustierrassen im zoologischen Sinne selbständige Arten (Spezies) vorstellen, die Anpassungsformen an verschiedene, jeweils gut ausgeprägte Lebensräume sind. In manchen Fällen ist die differente Entwicklung der Arten (Spezies)



Fig. 4.

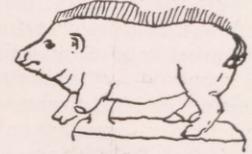


Fig. 5.

Hausschweinstatuetten aus Kindos (etwa 4. Jh. v. Chr.).
(Nach HOESCH.)

bereits so weit fortgeschritten, daß sie untereinander unfruchtbar sind, während in anderen Fällen selbst verschiedene Gattungen (Genus) untereinander fruchtbar bastardiert werden können. Die systematische Einteilung steht also nicht immer im vollen Einklang mit den Anpassungserscheinungen der Tiere, soweit sie nicht äußerlich wahrnehmbar sind.

Obwohl die Tiersystematik sich gegenwärtig wegen ihrer zweifellos formalen Einstellung keiner besonderen Wertschätzung erfreut, kommt ihr

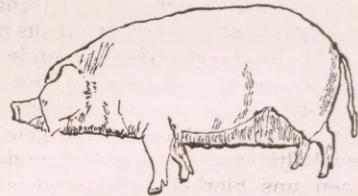


Fig. 6. Altes nordwestdeutsches Marschschwein.
(Nach NATHUSIUS.) Kopfbildung ähnlich wie Fig. 5.

für unser Gebiet doch eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu. Die Registrierung, wenn wir so sagen dürfen, der typischen Eigenschaften und Formbestandteile jeder Tierart in der freien Natur gibt uns erst einen Hinweis auf die stammesgeschichtliche Zugehörigkeit sowohl wie auf die Einflüsse der Umwelt auf die Anpassungsreaktionen. Da jedoch nicht alle Tierformen auf veränderte Umweltbedingungen durch morphologische Veränderungen, sondern häufig auch nur durch Funktionsveränderungen ihrer Organe im weitesten Sinne reagieren, erwächst für die Rassenbeurteilung der Haustiere die Notwendigkeit, auch die physiologischen Merkmale zu berücksichtigen. Ein besonders deutliches Beispiel hierfür bildet die Anlage für das Fettbildungsvermögen in der Milch bei verschiedenen, selbst äußerlich gleichartigen Rinderrassen. Während etwa die deutschen kurz-

hörnigen (brachyceren) Rinderformen kaum über 3,5 % Fettgehalt in der Milch absondern, steigt der Fettgehalt der Milch bei den gleichfalls zur Kurzhorngruppe zu rechnenden Jerseyrindern bis auf 8 %. Diese Verschiedenartigkeit der Anlagen beruht zweifellos auf ursprünglich verschiedenartigen Anpassungsreaktionen an die Umwelt, die bei den Stammformen der betreffenden Rasse einen Teil des biologischen Gleichgewichtes vorstellen und, wie die Möglichkeit der Übertragung auf andere Rassen durch die Kreuzung zeigt, vollen Formwert erhalten haben.

Während die Tierformen der freien Wildbahn durch ihre geographische Isolierung in bestimmten Wohnräumen hinsichtlich ihrer genetischen Variationen verhältnismäßig wenig Kombinationsmöglichkeiten besitzen, die auch noch durch die geringeren Bestandszahlen mindestens der Großtierfauna eingengt werden, fallen bei den Haustieren in dieser Beziehung viele Hemmnisse fort. Nicht nur die künstliche Zuchtwahl führt Eigenschaftskombinationen herbei, die in der freien Natur kaum auftreten, sondern auch der verhältnismäßig große Bestand an Haustieren ermöglicht Kombinationsverhältnisse, die bei der geringeren Zahl der Wildtiere niemals gegeben sind. Die künstlichen Bastardierungsversuche, besonders auch die Züchtungen der Gärtner, haben gezeigt, zu welchen außerordentlich zahlreichen Formveränderungen die vielen gametischen Kombinationen führen können. Nicht immer erlangen die spontanen Variationen in der freien Natur einen Selektionswert, wie es in der künstlichen Zucht infolge der Liebhaberei oder aus wirtschaftlichen Gründen so oft geschieht. Darüber hinaus muß aber die große Zahl der Haustiere ganz andere Kombinationsmöglichkeiten für die Gameten ergeben, wie die wildlebenden Tiere je erreichen können, zumal durch die bewußten Kreuzungen ohnehin ein viel reichhaltigeres Gametenbild erzielt wird. Wir brauchen uns hierbei nur die rechnerischen Grundlagen der Kombinationsmöglichkeiten mit steigender Gametenzahl zu vergegenwärtigen. Bei 3 (der Betrachtung unterworfenen) Unterschieden der Paarlinge werden in der F_1 -Generation bereits 8 verschiedene Gametensorten gebildet (2^3), oder, mit dem allgemeinen Ausdruck, bei n Unterschieden zwischen den Eltern 2^n Gameten und die Zahl der möglichen Gametenkombinationen beträgt in diesem Falle $(2^n)^2$. Unterwerfen wir nur 6 verschiedene Eigenschaftsanlagen einer näheren Betrachtung, so erhalten wir bereits 4096 Kombinationsmöglichkeiten der Gameten. Mögen auch die wirtschaftlich wichtigsten Eigenschaften, wegen deren eine Kombinationskreuzung bei Haustieren überhaupt erfolgt, nur durch eine geringe Anzahl von Erbfaktoren hervorgerufen sein, so erhellt doch daraus, daß bei den großen Bestandszahlen der Haustiere außerordentlich starke Variationsmöglichkeiten gegeben sind. Sehen wir von den spontanen Variationen ganz ab, die auch im Wildstande auftreten, so

müssen durch rein genetische Verknüpfung die Variationsmöglichkeiten weitaus geringer sein, weil die Anlagen in einem geschlossenen Bestande von Wildtieren eine weit größere Tendenz zur Angleichung aufweisen müssen. Es braucht dabei nur an einen isolierten Bestand von Wildziegen oder Wildschafen auf einer Gebirgsinsel oder einem festländischen Gebirgszuge gedacht zu werden. Es ließe sich hierbei allerdings einwenden, daß die scharfe Auslese der männlichen Paarlinge in unserer Haustierzucht infolge des Kürzwanges und der dadurch bedingten Auslese nur verhältnismäßig weniger, nach Form oder Leistungsanlagen besonders wertvoller Vätertiere eine Einschränkung der möglichen Gametenkombinationen herbeigeführt wird. Das ist auch tatsächlich unausgesprochen das Ziel der *Inzucht*. Praktisch werden diese Wirkungen aber dadurch aufgehoben, daß die erwünschten Anlagen, soweit wir bisher übersehen können, meist durch mehrere Faktoren bedingt werden und daß in der allgemeinen Landeszucht infolge der weniger scharfen Auslese des weiblichen Zuchtmaterials neue Kombinationen ungleichartiger Anlagen eintreten. Mit diesen wahllosen Kombinationsmöglichkeiten in dem großen Haustierbestande hängt fraglos auch das Auftreten vieler lebensunfähiger oder lebensschwacher Individuen zusammen, die auf „unzweckmäßige“ Gametenkombinationen zurückzuführen sind.

Grundsätzlich läßt sich feststellen, daß alle unsere modernen Leistungsrassen der Haustiere ihr Dasein verschiedenen Kombinationskreuzungen verdanken. Nur selten ist der Weg gewählt worden, durch Auslese *innerhalb* der Art zu einer durchschnittlichen Steigerung der wirtschaftlich wichtigen Eigenschaften, etwa Milchmenge und hoher Fettgehalt der Milch, zu gelangen. Es ist bereits erwähnt worden, daß jeder einzelnen Anlage ein bestimmter Anpassungswert in einer besonderen Umwelt zukommen muß. Diese einzelnen Anlagen, die den Ausgangspunkt der wirtschaftlichen Nutzung vorstellen, finden sich mithin fertig gebildet vor und es bedarf nicht erst der Steigerung durch eine langwierige Auslese, die infolge der natürlichen Streuung jeder Eigenschaft ohnehin nur unsichere Ergebnisse zeitigen könnte. Schwierigkeiten für die Kombinationskreuzung können nur aus zwei Quellen entspringen. Die erste dieser Schwierigkeiten besteht in der Frage der Dominanz und der gametischen Konstellation dieser erwünschten Anlagen, die zweite in der Frage, ob die erwünschten Eigenschaften sich in denselben Chromosomen vereinigen (koppeln) lassen. Die Frage der Dominanz einzelner Merkmale bei Rassenkreuzungen braucht an dieser Stelle nicht näher erörtert zu werden; wichtiger für die Züchtung ist in jeder Hinsicht die zweite, da nur auf diesem Wege eine Möglichkeit zur Schaffung neuer wertvoller Typen besteht und neue, in der freien Natur nicht vorhandene „Kulturassen“ als Zwischenformen zwischen den Arten (Spezies) geschaffen werden können. Bastardierungen ohne weitere Folgen für das ganze Art-

bild können gelegentlich auch in der freien Natur vorkommen, es ist aber mindestens sehr zweifelhaft, ob auf diesem Wege neue Tierformen gebildet worden sind. Auf jeden Fall muß die geographische Isolierung der verschiedenen Arten Umwälzungen grundsätzlicher Art verhindern. Anders verhält es sich bei unseren Haustieren, wo es durch solche künstlichen Bastardierungen und ihre öftere Wiederholung tatsächlich zur Fixierung von neuen Typen gekommen ist, die Merkmale mehrerer Formenkreise aufweisen und treu vererben. Ein solches Beispiel in einfachster Form bilden unsere schwarzbunten Niederungsrinder, deren Fleckfärbung nur im Haustierstande erworben sein kann und die diese Schreckung oft sogar im Muster einheitlich vererben. Bei einer Kreuzung mit einfarbig roten Rindern erfolgt keine Vereinigung der Anlagen für schwarze und rote Pigmentierung, sondern eine Aufspaltung nach den Gruppen schwarzbunt, rotbunt, schwarz oder rot einfarbig in der F_2 -Generation. Ein Gegenbeispiel hierzu bilden etwa die Ansbach-Triesdorfer Rinder, die in der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts aus einer Kreuzung zwischen schwarzbunten und gelbbunten (Höhenfleckvieh) Rindern mit braunen Landkühen entstanden. Der heutige Typ dieser Mischung bildet eine ihrer Farbvererbung nach unsichere tigerfarbige (weiß mit gelben oder rotbraunen Flecken) oder mohrenfarbige (weiß mit gelbem oder rotbraunem Kopf) Form. Auch die Erfahrungen in anderen Haustierzuchten zeigen, daß es verhältnismäßig leicht gelingt, die Buntfärbung (weiß mit Pigment) erblich konstant zu fixieren, daß dagegen die Vereinigung mehrerer dunkler Pigmente außerordentlich schwierig ist.

Die Pigmentverhältnisse eignen sich infolge ihrer leichten Sichtbarkeit am besten dazu, Vermischungen bei Haustierformen aufzuzeigen, da nach den jetzt noch möglichen Beobachtungen an wilden Verwandten unserer Haustiere echte Fleckzeichnungen nicht vorkommen. Bildet auch die Färbung bei den großen Haustieren kein wirtschaftlich bedeutsames Merkmal, sondern nur eine Begleiterscheinung, so ist sie besonders bei Hunden und Vögeln, wie Tauben und Hühnern, aus Liebhabergründen oft sehr wesentlich. Zusammen mit Absonderlichkeiten der Form sind bei diesen Gruppen aus Liebhaberei und wissenschaftlichem Interesse Kombinationskreuzungen durchgeführt worden, die bereits einen ziemlich guten Einblick in die Koppelungsmöglichkeiten verschiedener Anlagen gewähren und eine genetische Analyse der Gameten ermöglichen. In weitem Umfange hat sich die Vererbungskunde dieser Fragen bemächtigt und es bedarf insofern hier keiner näheren Erörterung darüber. Erwähnt möge nur das Beispiel des Hundes werden, das deutlich zeigt, wie die züchterische Auslese und Kombination Formen „gegen die Natur“ zu erzielen vermag. Sind auch die Abstammungsverhältnisse der Haushunde noch nicht völlig geklärt, so zeigt doch das tägliche Beispiel, daß Merkmale aus ganz verschiedenen For-

menkreisen ohne Rücksicht auf ihren natürlichen Anpassungswert und ihre Herkunft zu erblich konstanten Zwischenformen vereinigt worden sind. Ein typisches Beispiel hierfür bilden die Größenverhältnisse. Geistige Anlagen, die im Naturzustande nur bei sehr großen Formen eine Bedeutung haben können, sind den kleinsten unserer Hundeformen, wie den Zwergpinschern, angezüchtet worden. Hierbei bildete die Größe der Tiere ein Merkmal, das getrennt von den übrigen übertragen werden mußte. Trotz aller Variationspielräume hinsichtlich der Größe kann bei den Ausgangsformen niemals ein derart großer Unterschied in der Größe bestehen, wie bei den an Größe extremsten Formen, etwa den Riesendoggen und den Zwergpinschern. Die Arbeiten JOHANNSENS und viele spätere haben bewiesen, daß für alle quantitativen Merkmale in erblich einheitlichen Beständen die Variationsgrenzen mit einem bestimmten Schwingungszentrum festgelegt sind und durch die Auslese nicht verändert werden können. Diese Gesetzmäßigkeit hat sich auch bei physiologischen Merkmalen von Haustieren gezeigt und hieraus entspringt die Unmöglichkeit, durch die Selektion allein den wirtschaftlichen Bedürfnissen nach einer Sammlung hochwertiger Eigenschaften bei einzelnen Rassen gerecht zu werden. Es ergab sich also auch aus diesem Gesichtspunkte heraus die Notwendigkeit, das natürliche Artschema zu durchbrechen und zu neuen Formen zu gelangen.

Dieses quantitativ festgelegte Verhalten der einzelnen Eigenschaften der wilden Ausgangsformen bzw. der natürlichen Arten führt aber noch zu einer anderen Feststellung. Wie schon erwähnt, entspricht die Gliederung der einzelnen Elementareigenschaften zu dem Formenbilde der natürlichen Art dem Zwang der Umweltreize. Die Unmöglichkeit, bei den vorherrschenden Erbliehkeitsuntersuchungen das Individuum als Gesamtheit zu betrachten, hat zu einer Auflösung der Formen für die systematische Untersuchung in ihre einzelnen Bestandteile geführt. Das Bild der natürlichen Art setzt sich mithin aus einer Anzahl gleichbleibender Merkmale zusammen, die nur durch Kreuzungen oder spontane Variationen in ihrem Zusammenwirken verändert werden können. Es ist dies der „Typ“ der ganzen Form oder das natürliche Rassenbild, das auch das Gepräge der Art im zoologischen Sinne bedingt. Der aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung abzuleitenden Streuung bzw. Beharrungstendenz der einzelnen Merkmale entsprechen die gleichen Erscheinungen des gesamten Rassebildes und der Art. Es bedarf also erheblicher biologischer Erschütterungen, um dieses verhältnismäßig stabile Artbild zu sprengen und neue, erblich konstante Typen zu fixieren. Inwieweit sich dieser Vorgang auch in der freien Natur abspielen kann, läßt sich hier nicht entscheiden. Der cytologische Befund über die Koppelung vieler Eigenschaften in den gleichen Chromosomen gibt aber einen wichtigen Anknüpfungspunkt. Der als Aufspaltung bezeichneten Trennung der Merkmale

unterliegen am leichtesten die durch Anordnung in verschiedenen Chromosomen bedingten labilen Charaktere, während andere nur sehr schwer aus dem Artbild ausgeschieden werden können oder sich umgekehrt einfügen lassen. Um die volle Tragweite dieser Erscheinungen sowohl für das Rassenbild bei den Haustieren wie beim Menschen, für den ja die gleichen Voraussetzungen gelten, zu erkennen, bedürfte es freilich noch weiterer Kenntnisse über die genetischen Grundlagen der wichtigsten Form- und Funktionsmerkmale, insbesondere auch über ihre Anordnung in den Keimanlagen.

Besonders die sog. recessiven Anlagen bilden für jeden Rassetyp und seine erbliche Fixierung den schwächsten Punkt. Da sie äußerlich nicht immer wahrnehmbar sind — ganz besonders nicht bei den Menschen- und Haustierzuchten ohne genaue genetische Prüfung —, können sie am leichtesten den Ausgangspunkt für tiefgreifende Veränderungen bringen. So lange ein Formenbestand isoliert bleibt, erleidet der Rasse- oder Arttyp keine bedeutenden Umwälzungen. Die Domestikationswirkungen sowohl bei Mensch wie Tier beruhen nicht nur auf den rassenhygienisch bedeutsamen Veränderungen der Lebenslage, sondern in erster Reihe auf den Einflüssen der großen Zahl und dem Eindringen fremder Formenelemente. Alle diese Einflüsse sind eine Folge der gesteigerten Lebensmöglichkeiten, bei dem Menschen aus verschiedenen wirtschaftlichen Entwicklungsgründen heraus und analog bei dem ihn begleitenden Haustier infolge reichlicher Ernährungsgrundlagen. Diese Erscheinungen bedingen innerhalb der Kulturländer eine ständige Verschiebung der Rassenmerkmale und „reine Formen“ lassen sich deshalb sowohl beim Menschen wie beim Haustier nur in den geographisch und verkehrstechnisch isolierten Gebieten während gewisser Perioden vorfinden.

Welche Folgen die Rasse Mischung beim Menschen, d. h. der zweifellos in allen Kulturländern eintretende Faktorenaustausch, haben kann, soll hier nicht erörtert werden. Sicher ist aber, daß beim Haustier die durch die Kombinationskreuzung erfolgende Mischung zu den wirksamsten Mitteln des züchterischen Fortschrittes gehört, freilich nur unter den besonderen Bedingungen der Domestikation. Betrachten wir die Gesamtheit der Einzel-eigenschaften, welche das Art- und Rassenbild formen, so läßt sich leicht beweisen, daß sie in ihrer Gesamtheit ebenfalls unter der Wirkung des Massengesetzes stehen. Die Abweichungen von dem typischen Artbild sind in einer geschlossenen Population selten und haben immer die Neigung, zu dem normalen Artbild zurückzukehren. Die Rasse als solche stellt also insgesamt eine variable Eigenschaft mit einem gesetzmäßig bestimmten, weil rechnerisch faßbaren, Spielraum vor. Nur sehr erhebliche Erschütterungen durch starke Beimengungen ursprünglich rassefremder dominanter Eigenschaften können das typische Bild verändern. Gerade dieser Fall, die starke Auslösung einer nicht

immer erwünschten Variabilität, liegt bei unseren modernen Haustierrassen vor. Ganz besonders tritt dieser Fall bei einer Neubildung einer Rasse durch heterogene Kreuzungen ein. Als Beispiel wurde das Ansbach-Triesdorfer Rind erwähnt, die gleiche Beobachtung ergibt sich aber bei jeder Neuzüchtung. Eine Gegenwirkung läßt sich nur durch die Inzucht, die Verwandtschaftspaarung, erzielen, die auch bei jeder neuen Rassebildung der Kombinationskreuzung folgt. Die starke Wirkung der Inzucht beruht immer auf der mehrfachen Paarung gleicher Merkmalskombinationen und der hieraus erfolgenden Beschränkung der gametischen Konstellationen. Sie ist also in ihrer Wirkung den Folgen einer Bestandsvermehrung der ganzen Population entgegengesetzt; nicht nur die Zahl der am Aufbau der ganzen Stammlinie beteiligten Ahnen wird durch die Inzucht herabgesetzt, sondern auch die Zahl der möglichen Faktoren im erblichen Sinne. In einer geschlossenen (isolierten) Population muß deshalb die Inzucht, wenn auch nicht im genealogischen, so doch praktisch im genetischen Sinne immer Platz greifen, weil die gleichen Anlagen für einzelne Eigenschaften immer wieder zusammentreffen müssen. Das ist lediglich eine Frage der rechnerischen Wahrscheinlichkeit. Die genealogische Verwandtschaft hat demgegenüber nur eine geringere Bedeutung. Es zeigt sich aber auch auf diesem Wege, daß in rein genetischer Hinsicht ein geschlossener Rassenbestand verhältnismäßig wenig Möglichkeiten zu einer eingreifenden Variabilität gibt und daß auch ungünstige Anlagen schwer ausgeschaltet werden können. Die Typ-treue, das Festhalten an dem gewohnten Artbild bzw. die Rassereinheit, bildet in diesem Falle also keineswegs einen erwünschten Zustand, und die ungünstigen Erfahrungen der Haustierzucht haben lange Zeit hindurch auch theoretisch zu einer völligen Verwerfung der Inzucht geführt.

Die kumulativen Wirkungen der Inzucht werden naturgemäß bei allen Merkmalen verstärkt, welche auf multiple Faktoren zurückzuführen sind. Diese Veranlassung einer Eigenschaft durch mehrere, teilweise sogar ungleichwertige Faktoren führt erst zu der Möglichkeit einer Aufspaltung und Formendifferenzierung innerhalb der Arten. Jede neue Form, ob sie nun spontane Varietät oder sonstwie bezeichnet wird, kann nur von wenigen Individuen ausgehen, d. h. zunächst von *einem* Elternpaar. Die allmähliche Ausbreitung einer solchen neuen Varietät bis zur Bildung einer neuen Rasse bedingt es, daß genetisch zwischen den Abkömmlingen der neuen Varietät hinsichtlich der betreffenden Eigenschaft kein Unterschied bestehen kann. Die künstliche Rassenbildung vermag dagegen durch Wiederholung der Kombinationskreuzung bei rein genetischer Entstehung der neuen Form ein zahlreicheres Ausgangsmaterial zu schaffen. In der Natur wird dieser Fall nur dann vorkommen, wenn veränderte Lebensbedingungen eine Veränderung der Keimanlagen selbst bei vielen Individuen einer Art hervorzurufen imstande ist.

Tritt dieser Fall nicht ein, so besteht auch in der Natur hinsichtlich der genetischen Zustände dieselbe Wirkung, die der Mensch bei der Fixierung einer Rasse willkürlich durch die Inzucht anstrebt.

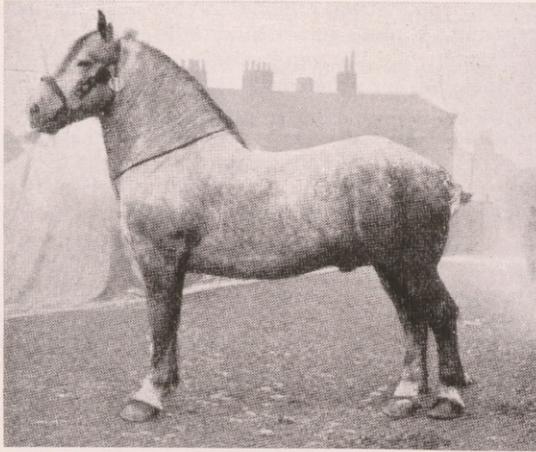


Fig. 7. Percheronhengst. (Nach Live Stock Journ.)

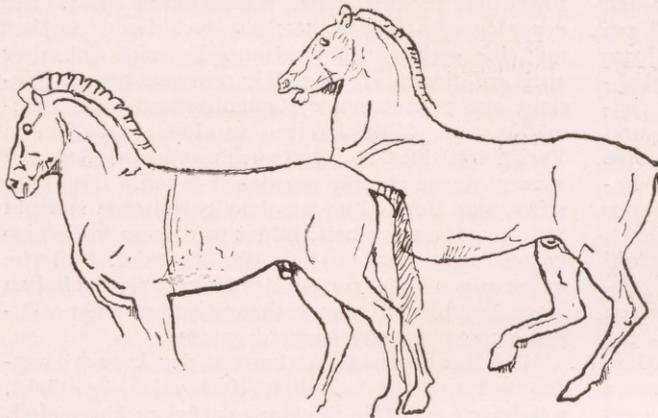


Fig. 8. Pferde vom Parthenonfries (nach SCHÖNBECK).
Die Reiterfiguren des Orig. sind fortgelassen.

Es ist dabei gleichgültig, ob wir die Verhältnisse bei den polygamen oder monogamen Arten betrachten. In jedem Falle wird durch diese zufällige Inzucht in der freien Natur eine weitgehende Aufspaltung der Artanlagen verhindert und das typische Bild der Form erhalten. Die gleichen Wir-

kungen sind ja auch beim Menschen zu bemerken, wo eine isolierte Population — z. B. in entlegenen Gebirgsorten — äußerlich eine sehr weitgehende Uniformität zeigt, die in den Hauptgebieten der Siedelungswanderung nie zu beobachten ist.

Wenn dergestalt das Rassenbild, d. h. das normale Zusammenspiel der verschiedenen Merkmale zu irgendeiner Zeit und an einem Ort, als Spiel der zufälligen Kombination dieser Zufallswirkungen zu betrachten ist, so fragt es sich, welche Bedeutung einem Rassestandard überhaupt zukommt. Gehen wir von den Erfahrungen der Tierzucht aus, so läßt sich leicht einsehen, daß gleiche Wirtschaftsbedingungen auch zu einer Kombination gleicher Merkmale führen. Der starke Bedarf an Fleisch und Fett in einem dicht besiedelten Wirtschaftsgebilde beispielsweise veranlaßt die Züchtung, die für diese Produktion bedeutsamen Merkmale unbeschadet ihrer systematischen Zugehörigkeit in einer Rasse zu kombinieren. Einen Hinweis hierauf geben nicht nur die oben wiedergegebenen Rassebilder des Berkshire- und des kurzköpfigen altgriechischen Schweins, sondern auch die folgenden Figuren eines modernen Percheronhengstes und der griechischen Pferde

vom Parthenonfries (Fig. 7 und 8). Übertragen wir diese durch die Lebensbedingungen des Menschen als Formgestalters hervorgerufenen Tendenzen auf die Natur und vor allen Dingen den Menschen selbst, so ergibt sich, daß das jeweilige Rassenbild durch die Umweltbedingungen beeinflusst wird. Es ist eine Funktion von Raum und Zeit und kann deshalb periodisch bei einer Wiederkehr der gleichen bedingenden Ursachen selbst wiederkehren, sofern die Anlagen selbst überhaupt noch vorhanden sind. Wie das Aussterben mancher Arten in den verschiedenen Erdzeitaltern beweist, können grundsätzliche Veränderungen der Umweltbedingungen ganz neue Entwicklungsrichtungen erzwingen. Es treten neue Kombinationen auf, ohne daß wir deshalb von einem „Rassetod“ im biologischen Sinne reden könnten, ebensowenig, wie es jemals

einen unveränderlichen Rassestandard geben könnte. Erst dieser würde einen „Rassetod“ im eigentlichen Sinne durch die Starrheit seiner Organisation bewirken können. Sowohl für die natürliche wie für die künstliche Auslese bedarf deshalb die Rasse einer ständigen Veränderung.

Zur Abfassung naturwissenschaftlicher und medizinischer Arbeiten.

Von E. KORSCHOLT, Marburg.

Im 17. Jahrgang, S. 430 der „Naturwissenschaften“ berichtet deren Herausgeber über ein in deutscher Bearbeitung bei J. Springer erschienenes kleines Buch von G. H. SIMMONS und M. FISHBAIN: „Anleitung zur Niederschrift und Veröffentlichung medizinischer Arbeiten“. Der Inhalt dieses Buches ist sehr beherzigenswert und obwohl es sich in der Hauptsache an amerikanische

Autoren wendet, treffen die darin gegeißelten Übelstände, wie der Herausgeber ganz richtig bemerkt, auch für die in anderen Ländern erscheinenden medizinischen, aber nicht nur für diese, sondern ebenso für die naturwissenschaftlichen Arbeiten zu. Leider muß man den von den Verfassern des Buches wie von dem deutschen Bearbeiter (V. SALLE, Schriftleiter der Klinischen

Wochenschrift) und dem Berichterstatter (A. BERLINER, Herausgeber der Naturwissenschaften) erhobenen Vorwürfen über Stil, Aufbau, Ausdrucksweise, Art der Literaturbehandlung usw. auch für viele in deutscher Sprache abgefaßten medizinischen und naturwissenschaftlichen Arbeiten beistimmen. Dies alles ist in dem kleinen Buch in sehr zutreffender Weise klargelegt, wird in dem Bericht überdies noch deutlich unterstrichen und ebenfalls höchst zutreffend ergänzt. Darauf brauchte also nicht weiter eingegangen zu werden, wenn nicht, wie mir scheinen will, noch einiges recht nützliche beizufügen wäre.

Wenn jene Klagen von dem medizinischen auf das naturwissenschaftliche Gebiet übertragen wurden, so muß ich dem auch meinerseits zustimmen, aber freilich erweitert sich dadurch das an und für sich unermeßliche Gebiet dieses Schriftwerkes noch mehr und wenn ich einiges dazu sagen darf, so möchte ich mich in der Hauptsache auf das immer noch sehr weite Gebiet der Biologie, besonders auf ihre experimentelle Richtung beschränken, mit der ich seit langer Zeit recht viel zu tun habe.

In experimentellen Arbeiten, seien es medizinische, zoologische oder botanische, scheinen mir die gerügten Übelstände in besonders starkem Maß hervorzutreten oder vielleicht werden sie in ihnen dadurch noch auffälliger, daß diese Dinge in vielen Fällen an die Darstellungsweise etwas größere Anforderungen stellen, weil sie häufig an und für sich nicht ganz leicht zu verstehen sind. Um nur ein Beispiel herauszugreifen, so sind es die zur Zeit ungemein beliebten, in einem schon jetzt sehr ausbreiteten und sich täglich vermehrenden Schriftwerk behandelten Gliedmaßenverpflanzungen, die nach dieser Richtung gewisse Anforderungen an die Darstellungskraft des Autors, vielleicht auch nur an dessen guten Willen stellen. An diesem, möglicherweise auch an beiden fehlt es leider häufig. Jedenfalls ist es bei derartigen und manchen anderen experimentellen Arbeiten nicht selten ein Ding der Unmöglichkeit, aus der gegebenen Darstellung darüber ins Klare zu kommen, was der Verfasser beabsichtigt, wie er die vielleicht schon etwas unklare Absicht auszuführen gesucht und welches Ergebnis er schließlich erreicht hat. Man bemüht sich oft lange, dahinter zu kommen, gibt es aber am Ende, über den unnötigen Zeitverlust verärgert, als gänzlich unfruchtbar auf und legt die Arbeit höchst unbefriedigt beiseite. Das ist weder im Interesse der Sache, noch in dem des Verfassers. Hätte er die Arbeit mit mehr Überlegung niedergeschrieben und sich einer klareren Ausdrucksweise befleißigt, so wäre dies für ihn selbst wie für die Sache und damit für die Wissenschaft von größerem Nutzen gewesen.

Obwohl es kaum glaublich klingt, halten es manche Autoren, möglicherweise in vornehmer Erhabenheit über alles nach ihrer Meinung an „Systematik“ anklingende, nicht für notwendig, irgendwelche Mitteilung darüber zu machen, an welchem Objekt sie gearbeitet haben. Diese Angabe ist aber durchaus nicht überflüssig, denn selbst bei nahestehenden Arten können die Verhältnisse unter Umständen recht verschieden liegen, wie jeder weiß. Mit dem Suchen nach solchen und anderen nötigen Angaben, deren Vorhandensein man füglich erwarten sollte, die man aber nicht findet, vergeht ebenfalls viel Zeit, die sich besser verwenden ließe. Die Nachlässigkeit wird schließlich zur Rücksichtslosigkeit, wenn man in Betracht zieht, welche Hochflut von Schriften der sich mit einem weiteren Gebiet der Biologie Beschäftigende heute zu bewältigen hat.

Die Verfasser experimenteller biologischer Arbeiten sollten bedenken, daß sie nicht für sich selbst oder für ihre allernächsten Fachgenossen schreiben, die vielleicht noch ahnen, was gemeint ist, obwohl auch das in gewissen Fällen nicht ganz sicher erscheint und sollten sich bemühen, ihre Absichten und Ergebnisse in klarer, möglichst eindeutiger Weise kundzugeben. Statt dessen drücken sie sich nicht selten in so dunkler Weise aus, als wären sie der Meinung, die Sprache sei dazu bestimmt, die Gedanken zu verbergen. Bei wissenschaftlichen Darstellungen ist diese Methode jedoch weniger angebracht und sollte sich lieber nicht einbürgern. Nomina sunt odiosa, aber daß es auch anders geht, sieht man z. B. an den in jeder Beziehung nach Inhalt, Form und figürlicher Ausstattung ungemein klaren, geradezu mustergültigen Arbeiten von R. G. HARRISON, wie an denen von H. SPEMANN, um auch einen deutschen Autor zu nennen, der jenem Forscher nicht nachsteht und wie er Probleme der experimentellen Biologie behandelt, deren Darstellung gewiß nicht einfach war und einer genauen, sorgfältigen Überlegung bedurfte. Glücklicherweise gibt es noch viele andere, denen dies gelang, aber ihre Namen hier anzuführen, ist weder möglich, noch angebracht. Aus ihren Arbeiten läßt sich im Gegensatz zu den vorher bemängelten entnehmen, welche Art der Darstellung, abgesehen von der Forderung nach sprachlicher und gedanklicher Klarheit, am besten zu wählen ist:

1. Der Titel bezeichne bei möglichster Kürze den Inhalt der Arbeit, was durchaus nicht immer der Fall ist, was aber den für den Gegenstand Interessierten ihr Auffinden wesentlich erleichtert und infolgedessen sehr sachdienlich ist.
2. Kurze und klare Darlegung der zu behandelnden Frage in Beziehung und in Verbindung mit einer
3. Besprechung des Standes der bisherigen Kenntnisse.
4. Anführung und wenn nötig Beschreibung der Untersuchungsobjekte, Entwicklungszustände, Lebensbedingungen usw.
5. Art der Behandlung, Untersuchungsmethoden, Technik, Apparate, Instrumente usw.
6. Darstellung der Untersuchungen selbst in entsprechend übersichtlicher und zweckdienlicher Gliederung, wenn nötig unter Beziehung auf frühere eigene oder fremde Ergebnisse.
7. Besprechung der Ergebnisse im Vergleich mit dem Stand der bisherigen Kenntnisse.
8. Zusammenfassung der hauptsächlichsten Ergebnisse in wenigen kurzgefaßten Sätzen.

Im großen und ganzen wird man ungefähr in dieser Weise verfahren, aber natürlich konnte hier nicht alles für die Darstellung notwendige erwähnt werden, wie auch einzelne Arbeiten je nach ihrer Art manche Besonderheiten erfordern. Eine gewisse Übersichtlichkeit in der Anordnung des behandelten Stoffes ist immer erwünscht und erleichtert die Benützung der Arbeit; Hauptsache bleibt aber stets die Klarheit der ganzen Darstellung.

Ein wunder Punkt in sehr vielen medizinischen und naturwissenschaftlichen Arbeiten ist die Art der Literaturbehandlung. Besonders in medizinischen Fächern, aber auch auf einigen Gebieten der Naturwissenschaften hat man sich angewöhnt, im Schriftenverzeichnis den Namen des Verfassers (meist ohne Vornamen) und unter Weglassen des Titels der Arbeit nur die Zeitschrift mit Jahreszahl (ohne Bandzahl) anzugeben. Wenn dann die betreffende Arbeit im Text nur kurz erwähnt

wird, die Bandzahl fehlt und die Jahreszahl falsch angegeben oder verdreht ist, was häufig vorkommt, so ist die Arbeit oft nur mit großer Mühe und viel Zeitverlust oder überhaupt nicht aufzufinden; man kann dann bestenfalls vermuten, welchen Inhalts sie ist. Zu einem Unfug kann auch das Abkürzen der Titel zumal ausländischer Zeitschriften werden, die unter Umständen kaum mehr zu erkennen sind¹. Die Sparsamkeit, denn es soll sich dabei wohl um Raumersparnis handeln, wird auf Kosten der Genauigkeit viel zu weit getrieben, zumal wenn auf ein derartig stiefmütterlich behandeltes Schriftenverzeichnis am Schluß der Arbeit eine halbe oder beinahe ganze Seite leerer Raum folgt. Im Interesse des Ganzen und derjenigen, die zur Literaturbenützung gezwungen sind, und das pflegen doch die meisten Fachgenossen zu sein, wäre auch hierin Wandel zu schaffen.

Ein weiterer Übelstand betrifft die Erläuterung des Textes durch Abbildungen, seien es nun Tafeln oder Textfiguren. Die Verfasser schwanken in dieser Beziehung zwischen äußerst minutiöser Detailbehandlung und höchst oberflächlicher, nicht selten unzulässig salopper, von der Natur soweit wie möglich entfernter Darstellungsweise. Beides ist vom Übel, denn im ersteren Fall kommt das, was gezeigt werden soll, nicht recht zur Geltung und im letzteren Fall erfüllen die Abbildungen ihren Zweck, die Darstellung zu erläutern, überhaupt nicht. Dieser Zweck wird überdies durch eine die Abbildung erläuternde Unterschrift noch mehr gefördert, die nie fehlen sollte und neben der Abbildung selbst zum Verständnis des ganzen wesentlich beiträgt². Außerdem sollten die Abbildungen einer Arbeit stets in konsequenter Durchführung in derselben Weise aufgestellt werden, z. B. nicht einmal mit dem oberen Pol nach oben und das andere Mal diesen nach unten gerichtet oder ebenso das proximale Ende (einer Extremität z. B.) einmal nach oben und das nächste Mal nach unten, nachher aber wieder anders, wie man es häufig sieht. Zum besseren Verständnis trägt dies wirklich nicht bei.

Was die Anfertigung der Zeichnungen anbetrifft, so sind brauchbare Abbildungen viel leichter herzustellen, als viele Autoren meinen. Es gehört nur etwas Überlegung und einige Übung dazu, die sich bei gutem Willen und un schwer erwerben läßt. Übrigens ist mittelst der heute vorzüglich ausgebildeten Reproduktionsmethoden so ziemlich alles gewünschte durch Textabbildungen zu er-

¹ Natürlich sind damit nicht jene sehr zweckdienlichen Abkürzungen der Zeitschriftentitel gemeint, wie sie in höchst dankenswerter Weise von der Vereinigung der Deutschen Medizinischen Fachpresse unter dem Titel „Periodica Medica“ II. Aufl. Berlin 1929 herausgegeben wurden (zu beziehen durch den Schriftführer der Vereinigung Berlin W 30, Viktoria-Luise-Platz 1). Im Gegenteil sind diese Abkürzungen sehr nützlich und empfehlenswert, da sie, wenn erst allgemein gebräuchlich, sowohl das Zitieren wie die Übersicht erleichtern.

² Dasselbe gilt für die *Tabellen*, denen stets eine sie kurz erläuternde, sachdienliche Überschrift beigegeben werden sollte.

reichen¹. Erläuterungen dazu wie zu der Literaturbehandlung und manches andere Methodische finden sich in dem eingangs erwähnten kleinen Buch, auf dessen Nützlichkeit immer wieder verwiesen sei.

Wenn ich trotzdem in dieser Angelegenheit das Wort nahm, so geschah es nicht aus Überhebung anderen Autoren gegenüber und nicht um mich als „Präzeptor“ aufzuspielen, sondern weil die Leichtfertigkeit in der Abfassung vieler medizinisch-naturwissenschaftlichen Arbeiten allmählich zu weit geht, übrigens nicht nur bei uns und in dem Heimatland jenes Buches, sondern überall. In dieser Beziehung befinden sich die Mediziner und Biologen aller Länder in einer seltenen, freilich nicht besonders erfreulichen Übereinstimmung. Vielleicht wird man sagen: Wer im Glashaus sitzt, soll nicht mit Steinen werfen, aber das nehme ich gern auf mich, wenn die vorstehenden Ausführungen ein wenig zur Besserung der besprochenen Übelstände beitragen könnten. Denn daß sie bestehen, unterliegt keinem Zweifel und ich glaube mich hierin mit zahlreichen und besonders mit solchen Fachgenossen in Übereinstimmung zu befinden, die genötigt sind, ein weites Literaturgebiet zu bearbeiten.

Leider bin ich aber noch immer nicht zu Ende, denn ich möchte gern noch ein Wort über die medizinischen und naturwissenschaftlichen Berichte sagen, für welche die genannten Übelstände, soweit sie dafür in Betracht kommen, vielfach in noch höherem Maße zutreffen. Es wird verlangt und ist auch notwendig, daß diese Berichte kurz gehalten werden. Trotzdem können sie die Hauptergebnisse der zu besprechenden Arbeit klar und verständlich wiedergeben; allerdings gehört auch hier eine gewisse Überlegung und der gute Wille dazu, denn daß die Forderung nach Klarheit und Verständlichkeit bei diesen Berichten stets erfüllt sei, wird man kaum behaupten wollen, sondern weit eher das Gegenteil. Der Bericht hat die Aufgabe, nicht nur auf die referierte Arbeit hinzuweisen, sondern ihren Hauptinhalt nach Möglichkeit kurz wiederzugeben und sie zwar nicht entbehrlich zu machen, aber doch bis zu einem gewissen Grad zu ersetzen, falls sich die Beschaffung der Originalarbeit als unmöglich erweist. Taugt der Bericht nichts, d. h. erfährt man aus ihm nicht, was der Verfasser des Originals beabsichtigte, an welchem Objekt er arbeitete, welchen Weg er zur Erreichung seines Zieles einschlug und zu welchem Ergebnis er gelangte, so hat der Bericht nur geringen oder gar keinen Wert, wenn die Arbeit selbst unzugänglich bleibt, was nicht selten der Fall ist.

Damit bin ich zwar nicht am Ende, denn es ließe sich noch viel zu dieser Angelegenheit sagen, doch fürchte ich, die Aufmerksamkeit der Leser mit diesen mehr formalen und doch nicht ganz überflüssigen Dingen schon über Gebühr in Anspruch genommen zu haben.

¹ Über das Problem der Abbildungen in wissenschaftlichen Zeitschriften äußert sich neuerdings H. PETERSEN [Klin. Wschr. 8, Nr 16, (1929)] in einem von instruktiven Abbildungen begleiteten Aufsatz, den ich leider erst jetzt bei der Korrektur dieser Ausführungen kennen lerne und auf den ich ebenfalls noch besonders hinweisen möchte.

Zuschriften.

Der Herausgeber bittet, 1. im Manuskript der *Zuschriften* oder in einem Begleitschreiben die Notwendigkeit einer raschen Veröffentlichung an dieser Stelle zu *begründen*, 2. die Mitteilungen auf einen Umfang von *höchstens* einer Druckspalte zu beschränken. Bei längeren Mitteilungen muß der Verfasser mit Ablehnung oder mit Veröffentlichung nach längerer Zeit rechnen.

Für die *Zuschriften* hält sich der Herausgeber nicht für verantwortlich.

Bemerkungen zum Versuch Thomsons.

Der in letzter Zeit gemachte Versuch von G. P. THOMSON (Proc. roy. Soc. Lond. **117**, 600 (1928)), sowie der frühere von Herrn DAVISSON und GERMER (Nature, **119**, 558 (1927)) legen die Existenz der DE BROGLIE-Wellen außerordentlich nahe, indem sie bei gebremsten Kathodenstrahlen Wellenzüge entdeckt zu haben scheinen, bei denen die Wellenlänge λ demselben Gesetz

$$\lambda = \frac{h \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{m_0 v}$$

gehört, das bei DE BROGLIE-Wellen gelten soll. So sehr auch der Begriff der Materiewellen bei der Theorie SCHRÖDINGERS sich als fruchtbar erwiesen haben mag, so läßt sich eine mit Überlichtgeschwindigkeit sich fortpflanzende Welle, die aber dabei keine Energie trägt, sehr schwer begreifen. Indessen zeigt es sich, daß die folgende, wohl noch unvollkommene Deutung der genannten Erscheinung sehr plausibel sei. Wenn man statt der photoelektrischen Gleichung EINSTEINS, die ja im Grunde der ENERGIESATZ ist, den ERHALTUNGSSATZ des Impulses wie unter gewissen Umständen zutreffend annimmt, dann erhält man

$$\frac{h\nu}{c} = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

oder, da es sich hier um die Lichtgeschwindigkeit handelt,

$$\lambda = \frac{h \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{m_0 v}$$

Diese Beziehung ist aber merkwürdigerweise gerade die, die im Experiment THOMSONS in Frage kommt und deutet wahrscheinlich darauf an, daß die Wellen Lichtwellen sind. Wie bekannt, gelten die beiden ERHALTUNGSSATZE in der COMPTONschen Theorie der Wechselwirkung zwischen Strahlung und Elektronen. Hier aber scheint der eine in unbekannter Weise den Vorzug zu haben gegen den anderen. Auch bleibt die Tatsache unverständlich, warum die Wellen abgelenkt sein sollen durch Einwirkung äußerer magnetischen bzw. elektrischen Felder.

Kalkutta, University College of Science, den
21. März 1929. S. C. KAR.

Einwirkung von Sauerstoffatomen auf Kohlenwasserstoffe.

In einer früheren Arbeit haben BONHOEFFER und der eine von uns (Z. physik. Chem., Haberband) gezeigt, daß Wasserstoffatome mit sämtlichen Kohlenwasserstoffen reagieren unter Emission der Swanbanden (C-C) und dem Spektrum der verbrennenden Kohlenwasserstoffe (C-H). Methan nimmt eine Sonderstellung ein, indem es nicht im mindesten reagiert.

Wir brachten nun Sauerstoffatome — ihre relativ große Lebensdauer war übrigens schon von anderer Seite auf physikalischem Wege mehrfach sichergestellt worden — in Reaktion mit Kohlenwasserstoffen. Es zeigte sich insofern eine Analogie mit den Wasserstoffatomen, als auch hier eine schnelle Reaktion mit sämt-

lichen untersuchten Kohlenwasserstoffen eintrat, wieder mit Ausnahme des Methans, das sich auch hier als indifferent erwies. Die Reaktionszone war als bläulich-violette Flamme erkennbar. Diese Färbung wurde von der CH-Bande hervorgerufen. Auch wurde eine starke Emission der OH-Banden festgestellt, die bei Blindversuchen vollständig ausfiel; es ist damit die Bildung des OH-Radikals in der Flamme nachgewiesen. Ferner zeigte es sich, daß die relative Intensität der CH-Banden gegenüber den OH-Banden von Benzol über Äthylen nach gesättigten Kohlenwasserstoffen ganz auffallend abnahm, entsprechend dem abnehmenden Kohlenstoffgehalt der Kohlenwasserstoffe. Von den Reaktionsprodukten ließ sich Kohlensäure leicht identifizieren.

Berlin-Dahlem, Kaiser Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie, den 31. Juli 1929.
P. HARTECK. U. KOPSCHE.

Messung des Leitvermögens der Erde für kurze elektrische Wellen.

Im Anschluß an kürzlich publizierte Arbeiten über den Einfluß des Erdbodens auf die Strahlung von Antennen (Ann. Physik 5. Folge, **1**, 723), ist eine Methode für die Messung des Leitvermögens der Erde entwickelt worden, die auf Strahlungsmessung beruht. Der Empfänger war hierzu auf etwa 15 m Höhe und 13 m horizontaler Entfernung vom Sender aufgehängt, während der Sender auf und ab bewegt wurde. Hierdurch entstehen Schwankungen in der Empfangsstärke, da der direkt empfangene Strahl mit dem reflektierten interferiert. Aufgenommen wurde also die Empfangsstärke als Funktion der Sendeantennenhöhe. Aus dieser Kurve läßt sich der (komplexe) Reflexionskoeffizient der Erde berechnen und hieraus wieder das Leitvermögen.

Der Sender war ein Kurzwellenröhrenoszillator, der 1,42 m Wellenlänge lieferte. Der hochfrequente Strom war mit 435 Perioden hundertprozentig moduliert.

Der Empfänger bestand aus einem Röhrendetektor mit Niederfrequenzverstärker (435 Hertz). Die letzte Verstärkerstufe war an einem Röhrenvoltmeter (Philipsröhre A 415 mit Hartmann & Braun Millivoltmeter max. 17 m. V) angeschlossen.

Bei einer Eichung ergab sich, daß die Empfangs-

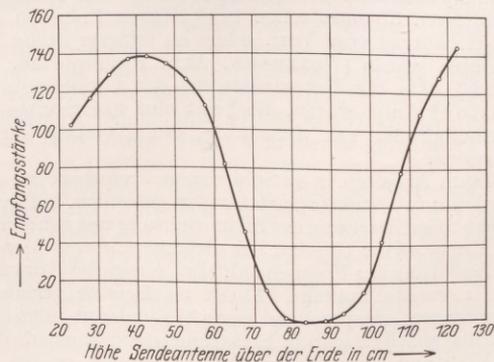


Fig. 1. Empfangsstärke als Funktion der Höhe der (horizontalen) Sendeantenne über der Erde.

stärke völlig linear mit der Senderstärke verlief. Durch Vorversuche haben wir uns davon überzeugt, daß Ausstrahlung und Empfang nur auf den Antennen stattfindend.

Das Ergebnis der Messung für Heideboden (Pflanzen entfernt) findet man in Fig. 1. Sofort nach der Messung wurde eine Bodenprobe mit Gleichspannung und 500 Per. auf spez. Widerstand nachgemessen. Während bei 1,42 m Welle die Leitfähigkeit σ mehr als 10^{-12} *EME* beträgt, wenn man als Brechungsindex

$$n^2 = \epsilon - \lambda k 6 \cdot \sqrt{-1}.$$

ϵ diel. const.,
 k Maßsystem const.,
 λ Wellenlänge

rechnet (Fig. 1) war sie:

bei Gleichsp. $0,89 \cdot 10^{-13}$ *EME*.
bei 500 Hertz $1,15 \cdot 10^{-13}$ *EME*.

Über Messungen mit anderen Bodenarten und Wellenlängen soll später berichtet werden.

Eindhoven, Naturkundig Laboratorium der N. V. Philips Gloeilampenfabrieken, Juli 1929.

M. J. O. STRUTT.

Umkehr des gleichgerichteten Detektorstromes bei sehr hohen Frequenzen.

Trotz der Angaben von SCHLEEDE und BUGGISH [Physik. Z. 28, 174 (1927)], daß bei schwacher Belastung und einwandfreien Versuchsbedingungen der gleichgerichtete Elektronenstrom einer Krystall-detektorkombination stets von der Metallspitze zum Krystall geht, ist das Problem der Stromrichtung keineswegs als endgültig gelöst zu betrachten. So vertritt REISSAUS [Physik. Z. 29, 223 (1928)] die gegenteilige Anschauung, daß nämlich auch der Krystall die Rolle einer „Spitze“ übernehmen kann, wenn eine stumpfe Nadel auf mikroskopisch feine Krystalleckchen, wie sie in haarfeinen Rissen der Krystalloberfläche vorhanden sind, aufgesetzt wird. In diesem Fall fließt der Elektronenstrom entgegengesetzt, d. h. vom Krystall zur Metallspitze. Ersichtlich kann unter diesem Gesichtspunkt eine Drehung der Stromrichtung nur bei verschiedenen Detektoreinstellungen vorkommen. Daß indessen auch diese Anschauung nicht allen Umständen gerecht zu werden vermag, zeigen die folgenden Beobachtungen:

Es ist bekannt, daß bei großen Energien, bei denen sich die Kontaktstelle stark erwärmt und das Krystallgefüge zerstört wird, eine Umkehr der Stromrichtung auftritt [COLLET, Ann. Physique 15, 265 (1921); FLOWES, Physic. Rev. 29, 445 (1909)]. Demgegenüber kann bei sehr hohen Frequenzen eine Umkehr des gleichgerichteten Stromes schon bei geringen Energien auftreten, worauf vom Verf. schon an anderer Stelle hingewiesen wurde [HOLLMANN, Ann. Physique 86, 129 (1928)]. Da die Detektorströme der Größenordnung von 10^{-6} Amp. waren, erscheint eine übermäßige Erwärmung oder gar Zersetzung des Krystalls ausgeschlossen.

Beim Arbeiten in verschiedenen Frequenzbereichen wurden nun Detektoreinstellungen gefunden, bei denen neben obiger Drehung der Stromrichtung mit zunehmender Energie eine Umkehr des gleichgerichteten Stromes bei Änderung der Frequenz auftrat, wie es die Kurve der Fig. 1 veranschaulicht. Fließt im Bereich geringerer Frequenzen, entsprechend einer Wellenlänge über etwa 4 m der gleichgerichtete Elektronenstrom normal, d. h. in Richtung Spitze—Krystall, so nimmt er bei Erhöhung der Frequenz zunächst bis auf Null ab, was bei der untersuchten Detektoreinstellung bei einer Welle

von 3,6 m der Fall ist. Bei weiterer Frequenzsteigerung nimmt der Strom den umgekehrten Verlauf mit umgekehrtem Vorzeichen, d. h. er fließt nunmehr vom Krystall zur Spitze. Die „kritische“ Wellenlänge, bei welcher der Detektorstrom Null wird, liegt nicht absolut fest, sondern wurde bei verschiedenen Einstellungen ein und desselben Krystalls zwischen 3 und 5 m gefunden.

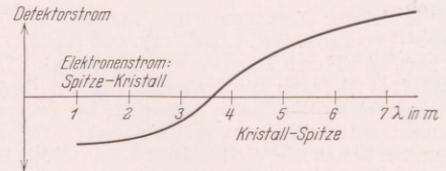


Fig. 1. Verlauf des Detektorstroms im Bereich hoher Frequenzen.

Die Erscheinung wurde an Bleiglanz und verschiedenen handelsüblichen Detektorkrystallen, nicht aber an synthetischem Krystall beobachtet. Ihre eigentliche Ursache festzustellen, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Darmstadt, Physikalisches Institut der Technischen Hochschule, den 8. August 1929. H. E. HOLLMANN.

Über die Massen von Proton und Elektron.

In dieser Zeitschrift wurde vor kurzem ein Versuch mitgeteilt¹, das Massenverhältnis $\mu = \frac{m_p}{m_e}$ von Proton und Elektron aus quantentheoretischen Überlegungen heraus aus den Größen h und c zu berechnen. In einer demnächst in der Zeitschrift für Physik erscheinenden Arbeit wird nun darüber hinaus der Versuch unternommen auch die Summe m_0 von m_p und m_e durch Zurückführung auf die Größen h , c und G (Gravitationskonstante) zu berechnen. Dadurch würde sich — die Möglichkeit dieser Überlegungen vorausgesetzt, die Möglichkeit eröffnen, nicht nur nach EDDINGTON² die Ladung, sondern auch die Massen der Elementarbausteine der Materie auf die Fundamentalgrößen der Quantentheorie und der Relativitätstheorie zurückzuführen.

Die Grundlage der neuen Überlegung bildet die von EDDINGTON³ eingeführte Hypothese, daß die Kinematik des Elektrons in einem 16-dimensionalen Raume spielt und die am Schlusse der letzten Mitteilung angedeutete „Hypothese der elementaren Unschärfe“. Auf Grund dieser Hypothesen wird die Behauptung aufgestellt, daß das Verhältnis des in üblicher Weise definierten Radius eines „Neutrons“ r_0 zu seinem „Gravitationsradius“ r_g gleich sei

$$(1) \quad y = \frac{r_0}{r_g} = \frac{\pi}{2} \cdot 16^{32},$$

wenn unter einem Neutron das schon in der letzten Zuschrift benutzte Gebilde verstanden wird, das aus einem Proton und einem Elektron besteht, die in unmittelbarer Berührung stehen (und das im übrigen mit dem Lichtquantum der kurzwelligsten Höhenstrahlung identisch ist).

Andererseits läßt sich zeigen, daß die Beziehung gilt

$$(2) \quad y = \frac{hc}{m_0^2 G}.$$

¹ R. FÜRTH, Diese Zeitschrift. 17, Heft 35, 1929.

² A. S. EDDINGTON, Proc. roy. Soc. Lond. 122, 358 (1929).

³ A. S. EDDINGTON, Proc. roy. Soc. Lond. 121, 524, 1928.

Setzt man in (2) die bekannten Werte⁴ der darin vorkommenden Konstanten ein, so erhält man

$$y = (5,33 \pm 0,03) \cdot 10^{38},$$

während aus (1) folgt

$$y = 5,34 \cdot 10^{38}.$$

Die Übereinstimmung ist innerhalb der Fehlergrenzen vollkommen, so daß sie in Anbetracht der außerordentlichen Größe der beiden Zahlenkonstanten wohl kaum auf einem Zufall beruhen dürfte.

In Ergänzung der früheren Mitteilung¹ sei noch erwähnt, daß mit Benutzung der Werte von BIRGE⁴ das Massenverhältnis μ sich aus Formel (5) zu

$$\mu = 1838,2 \pm 1,4$$

berechnet, während nach demselben Autor direkt aus spektroskopischen Beobachtungen folgt

$$\mu = 1838,3 \pm 1,$$

so daß die Übereinstimmung nunmehr eine vollkommene ist.

Prag, Institut für theoretische Physik der deutschen Universität, den 18. August 1929. REINHOLD FÜRTH.

Innere Konstitution und Abplattungskoeffizient der Erde.

Vor kurzer Zeit erschien in der Zeitschrift *Nature* 124, 15 (1929) ein interessanter Artikel von V. M. GOLDSCHMIDT, Oslo, über die Verteilung der chemischen Elemente. Indem Professor GOLDSCHMIDT alle bekannten Tatsachen geochemischer und seismischer Natur zusammenfaßt, gelangt er zu folgendem Bilde über den inneren Aufbau der Erde: Die Erde besteht aus vier konzentrischen Schalen, die durch Diskontinuitätsflächen getrennt sind, und deren Bestimmungsstücke aus der folgenden Tabelle ersichtlich sind:

Material	Dicke	Dichte
1. (Siderophiler) Eisenkern. . . .	3500 km	8—10
2. (Chalkophile) Sulphidoxidschale	1700 km	5—6
3. (Lithophile) Eklogitschale . . .	1100 km	3,6—4,0
4. Lithosphäre oder Erdkruste . .	60—120 km	2,8

Wir wollen in dieser Zuschrift darauf hinweisen, daß die von Prof. GOLDSCHMIDT angegebene Verteilung auch dem geophysikalischen Kriterium des *Abplattungskoeffizienten* stand hält. Bekanntlich werden von geodätischer Seite die folgenden Daten als beste Werte der Erdkonstanten angesehen: Radius der Erde 6366 km, mittlere Dichte $\rho = 5,52$, reziproker Abplattungskoeffizient $\frac{1}{q} = 296,7 \pm 0,6$. Um der Rechnung

⁴ Unter Benutzung der kritischen Werte der universellen Konstanten von R. T. BIRGE, Phys. Rev. Suppl. I, 1929.

einen bestimmten Fall zugrunde zu legen, nehmen wir als Dicke der Erdkruste den mittleren Wert von 90 km an und gelangen so zu den folgenden Radien der Diskontinuitätsflächen: $R_1 = 3500$ km, $R_2 = 5200$ km, $R_3 = 6276$ km. Die zwischen diesen Flächen liegenden Schalen wollen wir dann als *homogen* ansehen. Unter Wahrung der mittleren Dichte von 5,52 bleibt uns für die Wahl der Dichten der einzelnen Schalen noch

ein gewisser Spielraum. Den kleinsten Wert für $\frac{1}{q}$ erhält man, wenn man die Massen möglichst nach außen verlegt, soweit dies die von Prof. GOLDSCHMIDT gesteckten Grenzen zulassen. Für diesen Grenzfall erhält man $\rho_1 = 8,73$, $\rho_2 = 6,0$, $\rho_3 = 4,0$, und der Abplattungskoeffizient ergibt sich theoretisch zu rund $\frac{1}{q} = 282$,

was beträchtlich unterhalb des experimentellen Wertes liegt. Im entgegengesetzten Grenzfall, wenn die Massen möglichst nach dem Kern zu konzentriert werden, hat man $\rho_1 = 10,0$, $\rho_2 = 5,95$, $\rho_3 = 3,60$ und dies ergibt

als theoretisch höchsten Wert $\frac{1}{q} = 297,2 \pm 1,0$. Die Unsicherheit der theoretischen Zahl hat ihren Grund darin, daß wir in der Rechnung Quadrate von q vernachlässigt haben.

Man sieht, daß der zuletzt errechnete Wert von q innerhalb der Genauigkeitsgrenzen von Rechnung und Experiment mit dem gemessenen Abplattungskoeffizienten übereinstimmt. Dieser Koeffizient ist aber ein recht empfindliches Kriterium; für eine homogene Erde

von der Dichte 5,52 würde man $\frac{1}{q} = 232$ erhalten, und

es ist gar nicht leicht eine Verteilung zu finden, welche einen in der Nähe des experimentellen liegenden Wert ergibt. *Wir schließen hieraus, daß die Dichten der vier Erdschalen nicht erheblich von dem Wertsystem $\rho_1 = 10,0$, $\rho_2 = 5,95$, $\rho_3 = 3,6$, $\rho_4 = 2,8$ abweichen können*, vorausgesetzt, daß keine größere Korrektur an der Lage der Diskontinuitätsflächen anzubringen ist.

Auch für das Verhältnis der Hauptträgheitsmomente der Erde C und A erhält man unter dieser Voraussetzung ein brauchbares Resultat. Es folgt theoretisch $A : (C-A) = 305$ (mit einer aus den Vernachlässigungen folgenden Unsicherheit), während man aus astronomischen Beobachtungen $A : (C-A) = 304$ folgert.

Pasadena, z. Z. München, den 19. August 1929.

PAUL S. EPSTEIN.

Besprechungen.

DE BEER, G. R., *Vertebrate Zoology*. London: Sidgwick & Jackson, Ltd. 1928. XX, 505 S. und 185 Abbildungen. 14 × 22 cm. Preis 15 sh.

„Zoologie der Wirbeltiere? also wohl ein neues, kurz gefaßtes Lehrbuch der vergleichenden Anatomie!“ So wird man zunächst denken, würde aber damit dem Charakter des vorliegenden Werkes keineswegs gerecht werden. Denn es bringt weit mehr, als man in einer vergleichenden Anatomie zu finden gewohnt ist. Zwar nicht an Einzeltatsachen; im Gegenteil ist es einer der die Darstellung beherrschenden Gesichtspunkte, von dem allzu vielen Wissensstoff, den derartige Bücher dem Anfänger im allgemeinen zumuten, alles auszuscheiden, was nur Eigenwert besitzt. Dafür wird aber andererseits vieles gegeben, was man in den typischen Lehrbüchern dieses Gebietes vergeblich suchen wird. Ein Überblick über den Inhalt des Buches wird das sogleich erkennen lassen. Der Verfasser beginnt mit einer monographischen Darstellung

ausgewählter Wirbeltiertypen (S. 1—160) und behandelt als solche *Amphioxus*, *Petromyzon*, *Scyllium*, *Gadus*, *Ceratodus*, *Triton*, *Lacerta*, *Columba* und *Lepus*. Dann folgt ein entwicklungsgeschichtlicher Hauptteil (S. 161—236), in dem gleichfalls das Prinzip der Typendarstellung befolgt und so der Entwicklungsgang von *Amphioxus*, *Rana*, *Gallus* und *Lepus* geschildert wird. Jetzt erst folgt der vergleichend-anatomische Hauptteil im engeren Sinne, d. h. die vergleichende Darstellung der einzelnen Organsysteme (S. 237—414). Ihm schließt sich ein stammesgeschichtlicher Hauptteil an (S. 415—476), der mit Kapiteln allgemeinen Inhalts (Bedeutung physikalischer Faktoren für die Phylogenie) beginnt, dann die spezielle Stammesgeschichte der einzelnen Vertebratenklassen unter gewissenhafter Berücksichtigung des paläontologischen Materiales bringt und mit einem Sonderkapitel über die Stammesgeschichte des Menschen schließt. Den Schluß des Werkes bilden Erörterungen allgemeiner

Natur (S. 477—492), wie sie sich für den ergeben, der die vergleichende Anatomie der Wirbeltiere nicht nur um ihrer selbst willen treibt, sondern sie mit den Ergebnissen anderer biologischer Forschungsrichtungen zu verknüpfen strebt. Dieses Streben nach Verknüpfung ist das zweite leitende Merkmal — das erste war die Ausmerzung der allzu vielen, *nur* morphologischen Einzeltatsachen —, das den Charakter des Buches vom ersten bis zum letzten Worte beherrscht. Das ist in kurzen Zügen Inhalt und Charakter des Werkes. Vertieft man sich in die einzelnen Kapitel, so stellt man bei jedem mit Vergnügen fest, daß der Verfasser dank einem soliden Wissen auf *allen* Gebieten der Zoologie und einer besonderen Darstellungsgabe der selbst gewählten Aufgabe im vollen Umfange gerecht wird. So erscheint mir das Buch außerordentlich geeignet, bei dem jungen Studenten Interesse für den etwas spröden Stoff der vergleichenden Anatomie zu erwecken: er wird aus ihm spielend lernen, was er sich aus anderen Büchern mühsam herausuchen und einpauken muß. Auch der Fachzoologe wird es mit Genuß durchlesen und manche Anregung für den Unterricht gewinnen. E. MATTHES, Greifswald.

DACQUÉ, EDGAR, **Das fossile Lebewesen.** Eine Einführung in die Versteinerungskunde. (Verständliche Wissenschaft IV.) Berlin: Julius Springer 1928. VII, 184 S. und 93 Abb. 12,5 × 18,5 cm. Preis geb. RM4.80.

Ein ausgezeichnete Paläontologe schildert mit einfachen klaren Worten: das Rohmaterial der Ver-

steinerungskunde — die Versteinerung, Erhaltungsmöglichkeiten, Erhaltungszustände des Fossils, seine Präparation, seine Aufstellung — und seine Bearbeitung; er schildert nach der systematischen Bestimmung des versteinerten Tieres erst die Art und Weise, es als Zeitmarke zu betrachten — am gleichen Leitfossil die relative Gleichaltrigkeit verschiedener Ablagerungen festzustellen, an einem in vielen Formen wiederzufindenden Generaltypus eine besondere Epoche zu erkennen — und dann die Möglichkeit, das Fossil als Lebewesen zu rekonstruieren; er schildert tier- und pflanzengeographische Reiche der Vorwelt, ihr Klima, ihre Zusammenhänge; den Ablauf der Erdgeschichte in einander folgenden Epochen besonderer Lebensentfaltung; Gesetzmäßigkeiten in der Entwicklung vorweltlichen Lebens, und wie die Bedeutung der einzelnen eingeschränkt wird je mehr Material ans Tageslicht kommt; und er schildert zum Schluß die Entwicklung der Versteinerungskunde selbst aus mancherlei Einseitigkeiten zu der umfassenden Wissenschaft, die die Paläontologie heute ist. Von all ihren Zweigen ist in dem kleinen Buch die Rede. Es ist erstaunlich, was für eine Fülle von wirklichen Tatsachen und von sachlich dargelegten Problemen sich auf jeder der wenigen Seiten aneinander schließen. Das logische Folgen jedes Abschnittes, jedes Kapitels aus dem vorhergehenden, das man aus DACQUÉ'S philosophischen Schriften kennt, muß selbst in dieser Materialanhäufung fesseln.

T. EDINGER, Frankfurt a. M.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Am 8. Juni 1929 sprach Professor W. WOLFF (Berlin) in einer, gemeinschaftlich mit der Deutschen Geologischen Gesellschaft veranstalteten Sitzung über die **Bedeutung von Feinnivellements zur Erforschung der gegenwärtigen Erdkrustenbewegungen in Nordwest-Deutschland**, besonders im Küstengebiet.

Neuere Forschungen haben uns gelehrt, daß es auch in Gegenden, in denen Erdbeben kaum gespürt werden, einen dauernden Ruhezustand der Erdkruste nicht gibt. Die feinen Verschiebungen im Relief der Erdoberfläche machen sich zuweilen auch dem Laien bemerkbar, indem z. B. Kirchtürme entfernter Orte, die man früher von einem bestimmten Standpunkte aus sehen konnte, ohne Dazwischentreten eines Hindernisses unsichtbar werden oder, indem umgekehrt, Kirchtürme im Gesichtsfeld auftauchen, die früher unter dem Horizont verborgen waren. In der Gegend von Neißة ist ein solcher Fall von Professor BEHR genauer untersucht worden, und es hat sich herausgestellt, daß die betreffende Kirche auf einem Gebirgshorst liegt, der sich offenbar in aufsteigender Bewegung gegen den Grabeneinbruch des Neißetales befindet.

Ein anderes Beispiel bietet das Oberrheintal. Hier wies der südliche Teil des Rheins von Basel bis Kehl ein starkes Gefälle und entsprechende Erosionstätigkeit auf. In der mittleren Strecke von Kehl bis Philippsburg südlich von Speyer dagegen war das Gefälle gering, der Fluß lagerte seine Sedimente ab und durchströmte die Talebene in großen Windungen, die ihre Lage im Laufe der Zeit änderten, so daß manche Orte bald auf dem rechten, bald auf dem linken Ufer lagen. Weiter nördlich folgt wieder ein Erosionsgebiet mit stärkerem Gefälle. Durch die Rheinkorrektion, welche im vorigen Jahrhundert in energischer, 5 Jahrzehnte dauernder Arbeit durchgeführt wurde, ist ein ziemlich geradliniger Stromlauf geschaffen worden, und zahlreiche Mäanderwindungen wurden durchschnitten, deren Überbleibsel als tote Altwässer noch heute an

beiden Ufern erkennbar sind. Die Flußlänge erfuhr durch diese Regulierungsarbeiten eine Verkürzung von rund 100 km. Wie Professor WILSER in Freiburg jetzt nachgewiesen hat, ist jedoch der gewünschte Erfolg nicht völlig erreicht worden, weil offenbar eine Tendenz zur Wiederherstellung der ehemaligen Verhältnisse vorhanden ist. Die mittlere Zone zwischen Kehl und Philippsburg beginnt sich wieder in ein Überschwemmungs- und Aufschüttungsgebiet umzuwandeln, während die nördliche und südliche Zone von neuem eine Zunahme des Gefalles aufweisen, was auf Hebung des Bodens schließen läßt. Es handelt sich also offenbar um Bodenbewegungen der jüngsten geologischen Vergangenheit, die in der Gegenwart noch andauern. Wir haben in der Südstrecke Basel-Kehl eine Hebungszone vor uns, die von den benachbarten Gebirgen, Vogesen und Schwarzwald, beeinflußt wird. Der mittlere Teil dagegen liegt gerade dort, wo die südwest-nordöstlich von Zabern nach dem Kraichgau verlaufende Senkungszone den Rhein überquert. Das nördliche Hebungsgebiet aber liegt wiederum in der Gebirgszone Haardt-Odenwald. — Tektonische Bodenbewegungen üben auch auf manche Kunstbauten, insbesondere auf Eisenbahnstrecken bemerkbare Einfluß aus. An gewissen Senkungslinien erweist sich eine dauernde Nachschotterung der Bahndämme notwendig, über Verwerfungen sind oft auffällig viele Nachbesserungen notwendig.

Ähnliche Verhältnisse finden sich auch an einem Streckenabschnitt östlich von Berlin, wo bei der Treskow-Allee die auf dem Talsand liegenden Geleise dauernd gehoben und alle 2 Jahre nachgeschottert werden müssen.

Direkte Beweise für Bodenbewegungen haben nach SCHMIDT genaue Vermessungen in Oberbayern geliefert. Südöstlich von München hat man an einer Bruchlinie im Alpenrand Sinken um 82 mm in $\frac{1}{31}$ Jahren und an gewissen Stellen eine Westwärtsschiebung bis zu mehr als 2 m in 119 Jahren nachweisen können

Besonders auffallend und wichtig sind die Boden-senkungen längs der deutschen Nordseeküste. An der Dollartküste Ostfrieslands, nahe der holländischen Grenze, liegt das im Jahre 1605 eingedeichte Bunder Neuland 1,72 m, der 1682 eingedeichte Charlottenpolder dagegen nur 62 cm unter dem Mittelwasser. Wenn auch hier vielleicht nicht die ganze Differenz von 1,10 m in 77 Jahren auf Senkung zurückzuführen ist, so läßt sich doch sagen, daß die Polder im allgemeinen um so tiefer liegen, je älter sie sind.

Bei einer im Abbruch befindlichen Hallig im Jadebusen hat SCHÜRTE festgestellt, daß mittelalterliches, von *Triglochin maritima* überwachsenes Pflugland heute 1,8 m unter der Inseloberfläche und nur 0,3 m über Normal-Null liegt. Da diese Pflanze aber sehr empfindlich gegen Wurzelfeuchtigkeit ist, so muß der Boden dort früher höher gelegen haben.

An den Küsten des Wattenmeeres sind durch die Untersuchungen verschiedener heimatkundlicher Lokal-forscher, wie KRÜGER, SCHÜRTE, BUSCH u. a., Senkungen nachgewiesen worden, deren Ausmaß auf 19 bis 33 cm pro Jahrhundert berechnet wird. Von der einheitlichen Insel „Strand“ sind nach der zerstörenden Flut von 1634 nur die Inseln Nordstrand, Pellworm und einige Halligen übriggeblieben. Ein Teil des damals verlorenen Landes wurde 1866 als Morsumkoog eingedeicht. Ein in aufgeschlossenen Profilen weithin deutlich sichtbarer Humusstreifen läßt die Landoberfläche von 1634 ca. 1½ m unter der heutigen erkennen. Besonders beweiskräftige Aufschlüsse gibt es in der Nähe der Hallig Südfall. Im Wattenmeer sieht man bei Niedrigwasser die alte Feldereinteilung, Acker-furchen, Brunnen, Ruinen von Deichen und Schleusen und findet Waffen, Geräte und Scherben. Die alte Oberfläche liegt 86 cm, der Grundbalken einer Schleuse 1,53 m unter Normal-Null. Es soll sich hier um den sagenumwobenen Flecken Rungholt handeln, der nach der Überlieferung bei der Marcellusflut 1362 untergegangen ist.

Wir haben in diesen Senkungen offenbar das letzte Stadium eines Vorganges zu erblicken, der seit der Postglazialzeit im Gange ist. Damals, vor 15000 bis 20000 Jahren lag der Boden der südlichen Nordsee noch trocken und war mit dürrtigem Wald bedeckt. Eine Senkung um 40–20 m in der Übergangsperiode von der älteren zur jüngeren Steinzeit, gleichzeitig mit der Litorinasenkung der Ostsee, brachte die Überflutung durch das Meer. Dann erfolgte ein Stillstand der Bewegung, so daß in der Bronzezeit die Marschbildung beginnen konnte. Die ältesten Siedelungen lagen zu ebener Erde, woraus einzelne Forscher auf ein vorübergehendes Hebungstadium schließen wollen. Aber schon Plinius schilderte im 1. Jahrhundert n. Chr. die jetzt als Wurten oder Warfen bezeichneten Wohnhügel, welche in der Merovingen- und namentlich in der Karolinger Zeit stärker erhöht wurden, was für eine Senkung spricht.

Dringend notwendig ist die genaue Messung des Senkungsbetrages durch eine neutrale Untersuchungsmethode, also durch Präzisionsnivellement, das an einen als stabil zu betrachtenden Punkt des mitteldeutschen Berglandes anschließt, damit jene Fehler ausgeschlossen sind, welche durch Senkung von Pegeln und anderen Hafenbauwerken im Küstengebiet entstehen können. Durch ein solches, vom Reichsamt für Landesaufnahme ausgeführtes Nivellement, das von Haltern an der Lippe über Wesel nach Geldern geführt wurde, ließ sich feststellen, daß rechts des Rheins ein Senkungsfeld besteht, welches in 6 Jahren um 17,47 mm einsank, während links des Rheins der Ge-

birgshorst von Straelen sich in 2 Jahren um 11,19 mm gehoben hat, was 55 cm im Jahrhundert ausmachen würde.

1928 wurde auf Vorschlag der Preußischen geologischen Landesanstalt eine Nivellementsschleife eingemessen, die von Wallenhorst auf den Osning bei Osnabrück ausgeht und über Emden, Aurich, Jever, Wilhelmshaven, Oldenburg, Bremen, Delmenhorst, Vechta und Damme nach Wallenhorst zurückgekehrt. Der Schlußfehler dieses Präzisionsnivellements betrug noch nicht 1 mm. Ein weiterer Nivellementszug Bremen—Harburg—Cuxhaven—Wesermünde ist in Vorbereitung und verschiedene andere sind geplant.

Für die Anlage der diese Feinnivellements stützenden Festpunkte ist Lehm- und Tonboden nicht geeignet, weil in ihm durch Quellung jahreszeitliche Bewegungen veranlaßt werden, die 3 cm im Laufe des Jahres ausmachen können. Dagegen bieten Sande diluvialen Alters mit möglichst tief gelegenen Grundwasserspiegel eine gewisse Garantie für Unveränderlichkeit, wenn die Festpunkte unterirdisch in etwa 2¼ m Tiefe fundiert werden. Im Marschboden kann man in Bohrlöchern Rohre versenken, die mit Beton ausgefüllt eine feste Basis geben. Auf solche Weise läßt sich ein großzügiges Küstennivellement ausführen, das nach 10 Jahren wiederholt werden müßte.

Verschiedene morphologische Tatsachen deuten auf junge Bodenbewegungen des von diesem Nivellement im Raum zwischen Küste und Gebirge durchzogenen Geländes. So fließt z. B. die Hunte nicht nach Osten zur Weser, sondern nach Norden, wo sie ein höheres Gebiet in einem Durchbruchstal überqueren muß.

Ein geeigneter zweiter Anbindepunkt des Nivellements an den mitteldeutschen Gebirgsrahmen liegt auf dem Porphyrtal der Rotliegenden bei Flechtingen, nordwestlich von Magdeburg, weil diese Gebirgsscholle einigermaßen fest fundiert ist. Messungen der Schwere und der erdmagnetischen Vertikalintensität sprechen ebenfalls für diesen Punkt, der schließlich mit Wallenhorst in Verbindung zu bringen sein würde. Die deutschen Nivellements müßten außerdem eine Ergänzung von dänischer Seite bis an den schwedischen Gesteinskörper finden.

Auf dieser Grundlage entwickelte der Vortragende ein weitschauendes Programm für die planmäßige Erforschung der gegenwärtigen Krustenbewegungen in Norddeutschland, das, ausgehend von dem aktuellen Problem der Küstensenkung, in Zukunft das ganze innere Leben des deutschen Bodens erfassen und die oberflächliche Landesvermessung mit den fortwirkenden Elementen der Bodengestaltung in Verbindung bringen müsse.

Im Anschluß an den Vortrag schlug Geheimrat Soldan (Berlin) vor, mit den beabsichtigten Nivellements auch die Erfüllung dringender Forderungen der Wasserwirtschaft zu vereinigen, z. B. ein Nivellement des Mittellandkanals. Neben jedem Pegel muß ein im Diluvialsand fundierter Festpunkt angebracht werden. Der Tidenhub ist in der ganzen deutschen Bucht allmählich größer geworden. Allerdings können Pegel und Nivellements erst nach Jahrzehnten sichere Resultate ergeben und auch dann besteht keine Garantie, daß die Bewegungen im nächsten Jahrzehnt nicht vielleicht entgegengesetzt verlaufen. Er empfiehlt ferner, die ursprüngliche und die gegenwärtige Höhe der alten Deiche festzustellen und die archäologische Wissenschaft für die Untersuchung der bis in vorchristliche Zeit zurückreichenden ältesten Wurten, ihre erste Anlage und die späteren Erhöhungen zu interessieren, um auch von dieser Seite her Aufklärung über die Senkungsfrage zu erlangen.

O. BASCHIN.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Aus der Antrittsrede des neu in die Akademie eingetretenen Herrn Schrödinger¹. . . Die theoretische Physik setzt sich zum Ziel, aus der empirischen Mannigfaltigkeit der Erscheinungen allgemeine Züge oder Gesetzmäßigkeiten herauszulesen, derart, daß in der bunten Fülle des wirklich Erlebten jeder Einzelfall als Ausfluß dieser wenigen einfachen Gesetzmäßigkeiten erscheint, während die anfangs unüberblickbare Mannigfaltigkeit von Einzelfällen auf die völlig überblickbare Mannigfaltigkeit der Versuchsbedingungen zurückgeführt wird. Das typische, für die Gestaltung unserer Wissenschaft richtunggebende Beispiel einer solchen Erfassung des Geschehens durch Gesetze bildet die klassische Mechanik, welche das Verhalten eines Gebildes unter allen erdenklichen Umständen in wenige Grundgleichungen zusammenfaßt und das spezielle Verhalten im speziellen Fall auf die speziellen Anfangsbedingungen zurückführt, mathematisch gesprochen auf die speziellen Zahlenwerte der Integrationskonstanten.

Man hat lange Zeit hindurch versucht, nicht nur die Methode der klassischen Mechanik, sondern sie selbst auf die ganze Physik auszudehnen, wohl um ihrer Einfachheit und mathematischen Durchsichtigkeit willen; man hat versucht, alle Erscheinungen durch mechanische Modelle zu begreifen. Davon ist man längst zurückgekommen und heute um so mehr, da die neueste Phase der Quantentheorie die klassische Mechanik auf den Rang einer ersten Näherung herabdrückt. Eine der brennendsten Fragen, die uns in diesem Zusammenhang heute beschäftigen, ist die, ob mit der klassischen Mechanik auch ihre Methode aufzugeben sei, der Grundsatz, daß feste Gesetze im Verein mit den zufälligen Anfangsbedingungen das Geschehen im Einzelfall eindeutig bestimmen. Es ist die Frage nach der Zweckmäßigkeit des unverbrüchlichen Postulates der Kausalität.

Praktisch hatte man auf die Kausalität allerdings schon im Rahmen der klassisch-mechanischen Naturerklärung verzichten müssen. Mir persönlich ist diese Tatsache mit einem tiefen Jugendeindruck bei der Antrittsvorlesung FRITZ HASENÖHRLS verknüpft, des allzufrüh durch den Krieg uns Entrissenen, dem ich die Grundlage meiner wissenschaftlichen Persönlichkeit danke. Es würde, so erklärte uns HASENÖHRL, nicht gegen die Naturgesetze verstoßen, wenn dieses Stück Holz sich plötzlich ohne erkennbaren Grund in die Luft erhebe. Nach der mechanischen Naturerklärung ist ein solches Wunder als Umkehrung des entgegengesetzten Vorganges nicht unmöglich, es ist nur außerordentlich unwahrscheinlich. Aber die Wahrscheinlichkeitsauffassung der Naturgesetze, die HASENÖHRL bei diesen Worten im Auge hatte, verstößt noch nicht wirklich gegen das Kausalitätspostulat. Die Unbestimmtheit entspringt dabei nur aus der praktischen Unmöglichkeit, den Anfangszustand eines aus Billionen von Atomen zusammengesetzten Körpers genau festzustellen. Heute dagegen werden Zweifel an der eindeutigen Bestimmtheit des Naturgeschehens in ganz anderem Sinne laut. Die Schwierigkeit bei der Feststellung des Anfangszustandes soll nicht nur eine praktische, sondern eine prinzipielle sein, sie soll nicht nur für ein kompliziertes Gebilde, sondern schon für das einzelne Atom oder Molekül vorliegen. Da das prinzipiell nicht Beobachtbare für den Naturforscher als Naturforscher nicht existiert, ist der Sinn dieser

¹ Sitzungsberichte der Preuß. Akademie der Wissenschaften. Öffentliche Sitzung vom 4. Juli 1929.

Meinung: schon der Zustand des Elementargebildes liegt nicht in solcher Weise fest, daß eine ganz bestimmte Einwirkung ein ganz bestimmtes Verhalten des Gebildes nach sich zieht.

FRANZ EXNER (dem ich für ungewöhnlich große Förderung persönlichen Dank schulde) war der erste, der die Möglichkeit und die Vorzüge akausalere Naturauffassung in den Vorlesungen erörterte, die er 1919 publiziert hat. Seit 1926 ist die Frage durch die Quantentheorie unter neuem Gesichtspunkt aufgerollt. Sie scheint in der Tat von grundlegender Wichtigkeit. Aber ich glaube nicht, daß sie in dieser Form jemals beantwortet werden wird. Es handelt sich bei dieser Frage meines Erachtens nicht um eine Entscheidung über die wirkliche Beschaffenheit der Natur, wie sie uns entgegentritt, sondern über die Zweckmäßigkeit und Bequemlichkeit der einen oder der anderen Einstellung unseres Denkens, womit wir der Natur gegenüber treten. HENRI POINCARÉ hat ausgeführt, daß wir auf den wirklichen Raum ebensowohl die Euklidische wie eine beliebige nicht-Euklidische Geometrie anwenden dürfen, ohne eine Widerlegung durch Tatsachen befürchten zu müssen. Aber die physikalischen Gesetze, die wir finden, sind Funktion der Geometrie, die wir anwenden, und es kann sein, daß die eine Geometrie verwickelte, die andere weit einfachere physikalische Gesetze herbeiführt. Dann ist die eine Geometrie bequem, die andere unbequem, ohne daß doch die Worte „richtig“ oder „falsch“ am Platze wären. Ähnlich dürfte es sich mit dem Postulat der unverbrüchlichen Kausalität verhalten. Es sind wohl kaum Erfahrungstatsachen denkbar, welche endgültig darüber entscheiden, ob das Naturgeschehen in Wirklichkeit absolut determiniert oder partiell unbestimmt ist, sondern höchstens darüber, ob die eine oder die andere Auffassung einen einfacheren Überblick über das Beobachtete erlaubt. Selbst bis zu dieser Entscheidung ist wohl noch eine lange Frist. Sind wir doch auch hinsichtlich der Geometrie der Welt nur um so unsicherer, seitdem wir uns mit POINCARÉ unserer Wahlfreiheit bewußt geworden sind.

Aus der Erwiderung des Sekretars Herrn Planck. . . Heute ist es namentlich der von Ihnen angedeutete folgenschwere Gedanke, ob nicht die gegenwärtige Krisis der theoretischen Physik vielleicht auch dazu führen könnte, zugleich mit der klassischen Theorie auch das Kausalitätsgesetz seiner strengen Gültigkeit zu entkleiden, der zu einer näheren Erörterung auffordert. Und da Sie dem besagten Gedanken nicht nur nicht ablehnend, sondern eher, wie mir scheint, mit einer gewissen wohlwollenden Neutralität gegenüberstehen, so kann ich doch der Verlockung nicht widerstehen, hier einmal meinerseits mit einigen Worten für die streng kausale Physik eine Lanze einzulegen, selbst auf die Gefahr hin, daß ich Ihnen als ein engherziger Reaktionär erscheine. Dazu treibt es mich um so mehr, als wir es ja hier mit einer Angelegenheit zu tun haben, die nicht allein die Physik angeht, und die, wenn sie nicht von der Physik befriedigend erledigt wird, sich weit über deren Grenzen hinaus vielleicht recht verhängnisvoll auswirken könnte.

Die Frage, ob die Gesetzmäßigkeiten, auf die wir in der Natur stoßen, im Grunde sämtlich nur Zufallscharakter besitzen, also statistischer Art sind, läßt sich auch folgendermaßen formulieren: sollen wir die Erklärung für die tatsächlich allenthalben auftretende Unsicherheit und Ungenauigkeit, die jeder einzelnen physikalischen Beobachtung anhaftet, stets nur in

speziellen Eigentümlichkeiten des jeweils vorliegenden Falles suchen, sei es in der komplizierten Beschaffenheit des betrachteten physikalischen Objektes, sei es in der Unvollkommenheit der benutzten Meßgeräte einschließlich unserer Sinnesorgane, oder sollen wir die Unsicherheit weiter rückwärts verlegen in die Fassung der elementaren Grundgesetze der Physik?

Zunächst stimme ich Ihnen darin völlig bei, daß diese Frage im Grunde eine Frage der Zweckmäßigkeit ist. Denn eine jede physikalische Theorie ist ein Gerüst, das sich der Geist des Forschers nach freiem Ermessen, so gut er es eben vermag, zurechtzimmert, und wenn dasselbe seinen Zweck, ein möglichst getreues Abbild der Natur vorzustellen, auch noch so gut erfüllt, so wird man doch niemals beweisen können, daß es keiner Verbesserung fähig wäre.

Aber das Gerüst bedarf auf jeden Fall eines festen Grundes, wenn es nicht in der Luft stehen soll, und wenn das Postulat der unverbrüchlichen Kausalität sich nicht mehr wie bisher als Grundlage eignen sollte, so liegt doch zunächst einmal die Gegenfrage nahe, was denn nun für die „akausale“ Physik als Grundlage eingeführt werden soll. Denn ganz ohne irgendeine Voraussetzung läßt sich doch überhaupt keine physikalische Theorie entwickeln, es sei denn, daß man die bloße Registrierung einzelner Beobachtungstatsachen schon als eine Theorie ausgeben wollte.

Doch ich will hier nicht einmal so weit gehen, eine Beantwortung dieser Frage zu verlangen. Es würde mir auch ganz genügen, wenn nur irgendein zwingender Grund dafür angegeben werden könnte, daß die kausale Physik nicht ausreicht, um den Tatsachen der Erfahrung gerecht zu werden, daß also vielleicht der Rahmen, in den sie die Naturereignisse erfassen will, zu eng gespannt ist. Nun weist aber gerade das Beispiel, welches Sie von Ihrem der Wissenschaft zu früh entlassenen Lehrer FRITZ HASENÖHRL angeführt haben, nach der entgegengesetzten Richtung. Denn daß die Atome eines Holzklotzes bei ihren schnellen unregelmäßigen Bewegungen zufällig einmal gerade alle nach oben fliegen, ist vom Standpunkt der kausalen Physik nicht nur nicht unmöglich, sondern sogar innerhalb eines hinlänglich langen Zeitraumes mit einiger Wahrscheinlichkeit zu erwarten, und gerade die experimentelle quantitative Bestätigung derartiger Schwankungsgesetze bedeutet in meinen Augen eine ausgezeichnete Stütze zugunsten des Postulates der strengen Kausalität mit dessen Hilfe sie ja doch abgeleitet worden sind.

Einen Punkt gibt es allerdings in der bisherigen

Physik, der einer Revision bedarf, und dieser Punkt ist es vermutlich auch, der den ganzen Zweifel an der Zuverlässigkeit des Kausalgesetzes hervorgerufen hat. Wir müssen künftig die bisher stets stillschweigend gemachte Voraussetzung fallen lassen, daß wir die Bedingungen, welche einen Vorgang kausal determinieren, auch stets experimentell bis zu einem prinzipiell unbeschränkten Grade von Genauigkeit verwirklichen können. Diese Voraussetzung ist in der Tat mit den Gesetzen der Quantenmechanik nicht vereinbar. Aber das ist in der exakten Naturwissenschaft durchaus nichts Unerhörtes. In der Biologie z. B. nimmt man es als etwas ganz Selbstverständliches hin; und doch arbeitet die Biologie durchaus mit dem Postulat der strengen Kausalität. Ja ich glaube nicht zu weit zu gehen, wenn ich behaupte, daß in der Biologie die eigentliche Wissenschaft erst da anfängt, wo das Kausalgesetz in sie eingeführt wird.

So wird es, wie mir scheint, auch in der Physik künftig darauf ankommen, die Frage nach den Bedingungen, welche den Verlauf eines Naturvorganges eindeutig kausal bestimmen, grundsätzlich getrennt zu halten von der weiteren Frage, ob und inwieweit diese Bedingungen experimentell zu verwirklichen sind.

Wenn wir bedenken, daß bei neuartigen Problemen eine passende Formulierung der Aufgabe bekanntlich oft schon den halben Weg zu ihrer Lösung bedeutet, so dürfen wir hoffen, daß, von diesem Standpunkt aus gesehen, manche gegenwärtige Schwierigkeit sich einmal lösen und vielleicht auch manche Meinungsdivergenz sich als ein bloßer Streit um Worte entpuppen wird.

Und jetzt komme ich mit meinem letzten und stärksten Argument. Das ist der Hinweis auf die Erfolge, die in der geschilderten Richtung bereits erzielt worden sind. Hier kann ich mich angenehmerweise auf ein einziges glänzendes Beispiel beschränken, nämlich auf die Resultate Ihrer eigenen Arbeiten. Denn Sie sind es gewesen, der zuerst gezeigt hat, wie die raumzeitlichen Vorgänge in einem atomaren Gebilde in der Tat vollständig determiniert werden können, allerdings nur unter der Voraussetzung, daß man als Elemente derselben nicht wie bisher die Bewegungen der Massenpunkte, sondern die Materiewellen ansieht, und wie die rätselhaften diskreten Eigenwerte der Energie des Gebildes mit absoluter Genauigkeit aus der von Ihnen aufgestellten Differentialgleichung zuzüglich der natürlichen Randbedingungen sich berechnen lassen, wobei die Frage nach dem physikalischen Sinn der Materiewellen zunächst noch ganz offen bleiben kann.

Astronomische Mitteilungen.

Linien-Intensitäten in Nebelspektren. Die eigentlichen Nebel sind kosmische Gebilde, deren Spektrum völlig verschieden von dem anderer Objekte — der Fixsterne, der Spiralnebel — ist. Abgesehen davon, daß wir es bei den Spektren der diffusen und der planetarischen Nebel meist mit Emissionslinien zu tun haben, treten in ihnen auch die sog. Nebellinien auf, deren Ursprung lange Zeit ein Rätsel war; man konnte kein Element durch Laboratoriumsversuch diesen Linien zuordnen und sprach daher aus Notbehelf von den Linien des „Nebulium“, bis Untersuchungen BOWENS ionisierten Sauerstoff als Erreger dieser Linien ergaben. (Über diese Arbeit wie über den Begriff eines diffusen und planetarischen Nebels vgl. Naturwiss. 16, 177 und 197: W. GROTRIAN, Über den Ursprung der Nebellinien.) Die Besonderheit der Nebelspektren ist natürlich eine Folge der besonderen physikalischen Verhältnisse dieser kosmischen Gebilde. Eine Untersuchung

der Intensität der Spektrallinien verspricht daher Aufschlüsse über die Natur der Nebel. Eine solche Untersuchung hat H. H. PLASKETT mit Hilfe des Spiegelteleskopes des Viktoria-Observatoriums (Kanada) vorgenommen und berichtet darüber in Circular 335 des Harvard College Observatory.

Mit Hilfe der „Keilmethode“ bestimmte er die Helligkeitsverhältnisse der Spektrallinien von 8 Nebeln. Diese Methode¹, von MERTON und NICHOLSON erfunden, sei kurz skizziert. Das Licht des zu untersuchenden Objektes fällt auf die Seite ab eines Photometerkeiles (vgl. Fig. 1); es muß mit gleichmäßiger Intensität auffallen, was gewisse Korrektionslinsen im Strahlengang des Fernrohrs nötig macht. Nach dem Durchgang durch

¹ Vgl. Publ. of the Dominion Astrophys. Obs. Vol. II, Nr. 12, The Wedge method and its application to astronomical spectrophotometrie.

den Keil wird das Licht durch ein Prisma spektral zerlegt und photographiert. Die photographische Platte zeigt dann für ein kontinuierliches Spektrum etwa das Bild von Fig. 2. Die obere Begrenzung c der Schwärzung hängt von der Verteilung der Intensität des Lichtes mit der Wellenlänge ab, denn durch den Keil wird natürlich das Licht einer gewissen Wellenlänge an einer um so tieferen Stelle (näher bei a) vollständig absorbiert, je schwächer es ist. Die Höhe h_2 , bei der für die Wellenlänge λ eine bestimmte Schwärzung erreicht wird, ist somit ein Maß für die Intensität des Spektrums



Fig. 1.

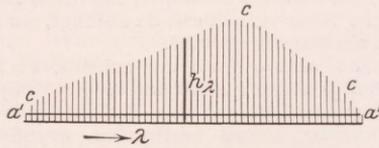


Fig. 2.

bei der Wellenlänge λ . Mit Hilfe dieser Methode bestimmte H. H. PLASKETT die relativen Intensitäten der Spektrallinien von 7 planetarischen Nebeln und dem Orionnebel. Die endgültigen Zahlen seiner Untersuchung gibt folgende Tabelle:

Ele-Wellen- mentlänge	NGC 1976	NGC 2440	NGC 3242	IC 3568	IC 4593	NGC 6790	NGC 7027	NGC 7662
NII 6584	-	-	-	-	-	-	26	-
H α 6563	40	-	-	-	-	-	58	-
N $_1$ 5007	33	-	-	-	-	-	118	-
N $_2$ 4959	12,7	44	32	-	14,4	-	42	32
H β 4861	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
HeII 4686	-	6,2	2,4	-	-	-	3,8	6,0
OIII 4363	-	-	0,9	1,6	-	1,4	2,2	1,9
H γ 4340	4,8	3,5	4,1	4,8	5,6	3,9	3,4	3,9
H δ 4102	1,9	-	1,8	2,0	2,6	1,1	1,5	1,9

Die Zahlen, die die Intensität ausdrücken, sind stets auf die Linie H β der Balmerreihe des Wasserstoffes bezogen, die willkürlich gleich 10,0 angenommen wurde.

Aus dem gewonnenen Beobachtungsmaterial zieht PLASKETT nun folgende Schlüsse: 1. Die Wasserstofflinien der Balmerreihe werden in Nebeln durch Ionisation und folgende Wiedervereinigung des Elektrons mit dem Ion angeregt (recombination). Diese erfolgt in einem höheren Energieniveau, von welchem das Elektron in das Grundniveau unter Emission einer Balmerlinie zurückkehrt². Diese Art Anregung der Balmerreihe folgt aus dem Verhältnis der Intensitäten der einzelnen Wasserstofflinien, dem Intensitätsabfall von H α zu H β zu H γ , der z. B. für den Orionnebel 10,0 zu 4,8 zu 1,9 beträgt. Würde die Anregung der Wasserstoffatome zu höheren Energiestufen in anderer Weise, z. B. durch unelastischen Elektronenstoß erfolgen, so ergibt sich aus Laboratoriumsversuchen, daß ein weit rascherer Abfall der Intensitäten der Balmerlinien vorliegen müßte. Werden hingegen diese Spektrallinien durch Wiedervereinigung von H $^+$ -Ionen und Elektronen emittiert, so stimmt der beim Laboratoriumsversuch gemessene Intensitätsabfall mit dem bei den Nebeln beobachteten überein. 2. Die Intensitäten der Balmer-

linien, die bei dieser Art der Anregung auftreten, erlauben den Bruchteil von Atomen zu berechnen, die ein Elektron in einem bestimmten Energieniveau fangen. Von der Anzahl der Atome in solchem Zustand sendet ein gewisser Bruchteil spontan Licht aus und geht dadurch zu einem niedrigeren Energieniveau über. Die Übergangskoeffizienten, die dies zahlenmäßig ausdrücken, lassen sich theoretisch berechnen. Somit kann man rückwärts aus den Linienintensitäten errechnen, welcher Teil von der Gesamtheit der Atome Elektronen in einem bestimmten Energieniveau gefangen hat. Das Ergebnis weicht stark ab von dem, was man theoretisch auf Grund der KRAMERSschen Theorie zu erwarten hätte. Da sich beim im Laboratorium bestimmten Intensitätsverhältnis der Balmerlinien bei Anregung durch Wiedervereinigung die gleiche Abweichung von der Theorie ergibt, kommt PLASKETT zu dem Ergebnis, daß die Theorie von KRAMERS, die auf dem Korrespondenzprinzip beruht, zu revidieren sei. 3. Die Linien N $_2\lambda$ 4959 und HeII λ 4686 zeigen einen bemerkenswerten Zusammenhang mit dem Intensitätsabfall der Wasserstofflinien. Der Abfall der Balmerreihe ist besonders groß zusammen mit starker Intensität der Linie N $_2$, HeII λ 4686 tritt hingegen zwar auch nur bei starkem Intensitätsabfall auf, aber nicht immer, so daß schnelles Abnehmen der Balmerreihe für das Auftreten dieser Linie nur als notwendige, nicht aber als hinreichende Bedingung angesprochen werden kann. Das Beobachtungsmaterial wird dabei zur Prüfung dieser Erscheinung durch Messungen von SCHEINER und WILSING für den Nebel NGC 6790 (N $_2$ = 48) und WRIGHT für den Nebel IC 3568 (N $_2$ = 25) ergänzt. Auch nach WRIGHT tritt He II λ 4686 bei NGC 1976, 6790 und IC 3568, 4593 überhaupt nicht auf. Diese Erscheinung bestätigt BOWENS Hypothese, daß die „verbotenen“ Linien N $_1$ und N $_2$ von zweifach ionisiertem Sauerstoff durch Elektronenstoß erzeugt werden, während He II λ 4686 seine Anregung wie die Balmerlinien einer Wiedervereinigung in höherem Energieniveau verdankt. Große Elektronengeschwindigkeiten, wie sie bei starkem Intensitätsabfall der Balmerreihe vorhanden sind, sind aber dann nur für die Erzeugung von N $_1$ und N $_2$ auch hinreichende Bedingung. Nun läßt sich sogar noch ein experimenteller Nachweis für die Anregung von N $_2$ aus Elektronenstößen erbringen. Es läßt sich theoretisch berechnen, wie oft unter den physikalischen Bedingungen im Nebel 7027 ein O $^{++}$ Ion N $_1$ oder N $_2$ ausstrahlt, nämlich nur ungefähr alle 2 Jahre, da nur wenig Elektronenstöße auch wirklich zur Linienemission führen. Nun kann aber auch aus der bekannten Entfernung und Ausdehnung des Nebels dessen Masse berechnet werden, ferner nach üblichen Schätzungen, wieviel davon doppelt ionisierter Sauerstoff ist, und somit folgt aus der experimentell bekannten Energie einer Linienemission und der beobachteten Gesamtintensität von N $_1$ und N $_2$ in NGC 7027, wie oft das einzelne Ion dort an der Linienemission beteiligt ist. Es ergibt sich 1,7 Jahre, also der Theorie entsprechend. Natürlich ist diese Bestätigung eine äußerst rohe, da ja unsere Kenntnisse über Entfernung und Dichte des Nebels wenig gesichert sind.

Somit betrachtet PLASKETT seine Untersuchung als eine Bestätigung von BOWENS Theorie der Nebuliumlinien, obwohl er sich beträchtliche Schwierigkeiten in der Erklärung verschiedener Einzelheiten nicht verhehlt, die aber vorerst nur theoretisch geklärt werden können.

H. C. FREIESLEBEN.

² Vgl. Zanstra Aph. J. 65, 50 (1927).