

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Elfter Jahrgang.

23. Februar 1923.

Heft 8.

Über Steuerung von Funktionen im Tierkörper¹⁾.

Von O. Loewi, Graz.

Leben ist Bewegung. Die Bewegung braucht nicht sichtbar zu sein. Auch im äußerlich ruhenden Organismus gehen dauernd chemische Bewegungen vor sich, deren Gesamtheit man als Stoffwechsel bezeichnet. Hierbei werden Körpersubstanzen zersetzt, d. h. die Masse des energieliefernden Materials wird vermindert. Würde diese Zersetzung hemmungslos fortschreiten, dann würde der Organismus sich selbst schließlich zersetzen. Dazu kommt es aber unter normalen Bedingungen nicht; denn mit dem Abbau geht gleichzeitig ein Wiederaufbau einher. Dieses Neben- und Nacheinander ist gerade das Charakteristische des Lebens. Und zwar halten sich Abbau und Anbau das Gleichgewicht. Daraus geht hervor, daß die lebende Substanz offenbar das Bestreben hat, einen bestimmten Zustand aufrechtzuerhalten und in ihm zu verharren.

Auch wenn der Organismus durch Einwirkung von außen gezwungen wird, seine Zersetzungsvorübergehend zu vergrößern oder zu verkleinern, sucht er während und nach Abklingen der Einwirkung wieder seinen früheren Bestand zu erreichen. Was für den Stoffwechsel, gilt auch für die anderen Funktionen; auch sie sucht der Organismus auf einem bestimmten Stand zu erhalten und sucht Störungen auszugleichen. Er ist also nicht rein passiv, sondern höchst aktiv. Es soll nun versucht werden, darzutun, durch welche Einrichtungen der Organismus befähigt ist, diese Tendenz zu verwirklichen. Natürlich muß davon abgesehen werden, eine annähernde Vollständigkeit dessen, was in dieses Gebiet fällt, auch nur anzustreben. Sonst müßte auf den Mechanismus fast aller Äußerungen unsres somatischen und psychischen Lebens eingegangen werden; denn Leben bedeutet in einer Hinsicht eigentlich nichts anderes als einen dauernden Ausgleich von Abweichungen von einer mittleren Linie behufs Erhaltung des Organismus, sei es, daß diese Abweichungen durch unsere physiologische Organisation selbst oder durch Eingriffe von der Umwelt aus gesetzt werden.

Ich muß mich auf einzelne Beispiele beschränken, die von dem Gesichtspunkt aus ausgewählt sind, daß sie den Mechanismus der Steuerung, d. h. des Festhaltens oder Wiedererreichens der mittleren Linie möglichst klar erkennen lassen. Nach welchem Gesichtspunkte aber soll ich sie einteilen?

¹⁾ Vortrag, gehalten im naturwissenschaftlichen Verein für Steiermark am 13. Januar 1923.

Infolge der großen Ansprüche, die an den höheren Organismus gestellt werden, ist in ihm eine Arbeitsteilung eingetreten, derart, daß die verschiedenen Funktionen auf verschiedene Organe verteilt sind. Die einzelnen Organe sind keine selbständigen Organismen mehr, auf deren Erhaltung es um ihrer selbst willen ankäme; sie dienen vielmehr ausschließlich dem höheren Zweck, der Erhaltung des Gesamtorganismus. Die Größe ihres jeweiligen Bestandes ist darum ganz abhängig von der Größe ihrer Bedeutsamkeit für die Zwecke des Gesamtorganismus; braucht er das eine oder andere Organ zeitweise weniger, so kann er abbauen, andernfalls anbauen. Die Organe sind aber infolge der Arbeitsteilung auch in der Hinsicht unselfständig geworden, daß nur einzelne von ihnen, und zwar in wechselndem Grad, die Bedingungen zu ihrer Erhaltung und Funktion noch in sich tragen. Großenteils sind sie auf die Mitwirkung anderer Organe angewiesen, vor allem des Zentralnervensystems, teilweise auch der sog. innersekretorischen Organe. Aber auch diejenigen Organe, die aus sich allein funktionieren können, müssen als Teile des Ganzen kontrollierbar und regulierbar sein; Kontrolle und Regulation wird ebenfalls im wesentlichen durch das Zentralnervensystem und innersekretorische Organe geleistet. Die Bedeutung der innersekretorischen Organe soll nur gestreift werden, nachdem wir zwar sehr viel über die Wirkungsweise ihrer Sekrete, der sog. Hormone, wissen, aber außerordentlich wenig über den Mechanismus ihres regulatorischen Eingreifens. Danach gliedert sich der Stoff derart, daß an typischen Beispielen gezeigt werden soll, zunächst wie ein Organ ohne Mithilfe anderer, also gewissermaßen in Eigenregie, sich auf seinem Bestand erhalten kann. Ferner soll die Selbststeuerung von Organen gezeigt werden, die nur durch Mitwirkung außerhalb ihrer gelegener nervöser Apparate möglich ist, und schließlich soll der Mechanismus der regulierenden Tätigkeit des Zentralnervensystems erläutert werden.

Wir beginnen mit einer bestimmten Funktion des quergestreiften Muskels. Was wir bei dieser lernen, ist größter Verallgemeinerung fähig.

Wenn wir einen Arm heben, so ist der Vorgang dabei der, daß vom Bewußtseinszentrum aus die im Zentralnervensystem gelegenen Zentren der der Armhebung dienenden Muskeln erregt werden. Diese Erregung teilt sich im Weg der von diesem Zentrum ausgehenden Bewegungsnerven der Arm-muskulatur mit. Es verdient dabei Erwähnung, daß wir im allgemeinen uns nur des gewollten Erfolgs bewußt sind, nicht der zwischen Willen und Erfolg einzuschlagen-

den Wege. Gleichzeitig und zwangsläufig mit der Erregung der motorischen Armzentren kommt es zu einer solchen der gefäßweiternden Zentren für den Arm, so daß diesem die von der gesteigerten Muskelarbeit beanspruchte größere Menge von Nährmaterial und Sauerstoff zugeführt wird. Haben wir den Arm längere Zeit gehoben, so tritt Ermüdungsgefühl ein, und schließlich sind wir auch mit Aufbietung der letzten Reserven unserer Willensenergie nicht mehr imstande, ihn weiter hochzuhalten: der Wille scheitert am Widerstand der bei der Armhebung beteiligten Faktoren; sie sind ermüdet. Dann aber tritt nach kürzerer oder längerer Zeit wieder Erholung ein; der Arm kann wieder gehoben werden. Wodurch tritt die Erholung, d. h. die Wiederherstellung ein? Das können wir nur verstehen, wenn wir auch auf das Wesen der Ermüdung eingehen. Die Ermüdung betrifft sowohl die motorischen und gefäßweiternden Zentren als auch den Muskel selbst. Daß der Muskel selbst — und mit ihm wollen wir uns zunächst allein beschäftigen — auch ermüden kann, geht daraus hervor, daß, wenn wir einen Muskel isolieren und ihn direkt reizen, auch Ermüdung eintritt, d. h. weitergehende Reizungen werden nicht mehr mit Zuckungen beantwortet. Überläßt man den Muskel nun eine Zeitlang sich selbst, so antwortet er wieder; es ist Erholung eingetreten. Die mechanische Leistung des Muskels infolge der Reizung geschieht auf Kosten von chemischen abbauenden Zersetzung; es wird chemische in mechanische Energie umgewandelt. Auch der sog. ruhende Muskel ruht, wie wir sahen, nicht wirklich, sondern es gehen auch in ihm dauernd chemische Vorgänge, und zwar nebeneinander Abbau und Anbau, vor sich. Durch die Reizung wird der Abbau vergrößert. Was hat das für Folgen?

Beim Abbau werden zunächst einmal Produkte gebildet, die den weiteren Abbau verlangsamen oder aufheben; denn es ist keine Rede davon, daß etwa der den Reiz nicht mehr beantwortende Muskel kein abbaufähiges Material mehr hätte. Abbauhemmung durch beim Abbau entstehende Produkte ist auch sonst bekannt; hierher gehört z. B. die sog. Selbsthemmung der Hefegärung, die eintritt, wenn die aus dem Zucker gebildete Alkoholmenge einen bestimmten Grad erreicht hat. Damit ist zunächst einmal eine Gegenwehr gegen den weitergehenden Abbau von Seiten des Muskels gegeben. Wir haben aber noch eine weitere anzunehmen, um die Erholung verständlich zu machen. Dabei folgen wir den wohl allgemein angenommenen Anschauungen des großen Physiologen *E. Hering*. In dem Maße, wie ein stärkerer Abbau eintritt, fällt die Neigung zum weiteren Abbau, wächst die Neigung der lebenden Substanz zum Wiederanbau, um wieder abzunehmen in dem Maße, wie der frühere Zustand wieder erreicht wird, in welchem ein Gleichgewicht zwischen Ab- und Anbau besteht. Mit anderen Worten: durch den Abbau werden gleichzeitig für den

Anbau günstige Bedingungen geschaffen, und so kommt die Wiederherstellung zustande. Wir haben gesagt, daß das Nebeneinander von An- und Abbau für die lebende Substanz charakteristisch ist. In der Tat kennen wir meines Wissens keinen analogen Fall in der unbelebten Natur. Immerhin einen, der meines Erachtens bis zu einem gewissen Grad eine gewisse Ähnlichkeit hat: nämlich die reversible Katalysatorenwirkung. Es gibt Substanzen, Katalysatoren genannt, die den Abbau bestimmter Körper, anderseits den Wiederaufbau der Spaltprodukte zum ursprünglichen Ausgangsprodukt hochgradig beschleunigen. So spaltet Salzsäure das Äthylacetat in Äthylalkohol und Essigsäure, anderseits baut sie aus diesen beiden Produkten wieder Äthylacetat auf. Auch innerhalb des Organismus ist das Vorkommen solcher reversibler Katalysatorenwirkungen sicher nachgewiesen — in diesem Fall spielen die Fermente die Rolle der Katalysatoren — und es ist vielleicht mit einem gewissen Vorbehalt erlaubt, Abbau und Wiederaufbau auf analoge Vorgänge zurückzuführen, zumal auch die Richtung von deren Wirksamkeit dadurch bestimmt wird, ob mehr aufzubauendes oder abzubauendes Material im System gegeben ist. Mit dieser Annahme ist allerdings kein Analogon gegeben dazu, daß es sich bei den Vorgängen im Organismus um die Herstellung eines dynamischen Gleichgewichts handelt; denn die reversible Fermentwirkung findet ihr Ende in einem statischen.

Zusammenfassend ist nach allem zu sagen: der Muskel bringt sich nach Inanspruchnahme wieder auf seinen früheren Bestand an Material und Funktionstüchtigkeit dadurch, daß die Inanspruchnahme als solche die chemischen Bedingungen für die Wiederherstellung setzt.

Einen anderen Typus der Aufrechterhaltung der Funktion im eigenen Wirkungskreis werden wir nunmehr beim Herzen kennenlernen.

Das Herz übt die Funktion, die es im Organismus zu erfüllen hat, auch außerhalb des Organismus in vollkommener Weise aus, wofern nur die Flüssigkeit, mit der es gespeist wird, gewissen Bedingungen genügt. Die Funktion besteht darin, sich rhythmisch zusammenzuziehen und wieder zu erschaffen. Woher kommt dieser Rhythmus und was hat er zu bedeuten? Der Rhythmus kommt daher, daß die Herzkammer, der wesentliche motorische Apparat, von einer bestimmten, außerhalb ihrer gelegenen Stelle, dem sog. Venensinus, rhythmische Reize erhält. Das läßt sich sehr elegant und einfach dadurch beweisen, daß nach Abtrennung dieser Stelle die Kammer sofort stillsteht. Man kann sie dann wieder zum Schlagen bringen, wenn man sie selbst direkt z. B. elektrisch reizt. Soviel zum Verständnis des Folgenden, auf das es für unser heutiges Thema allein ankommt; die Kammer schlägt nicht nur rhythmisch, wenn sie rhythmisch, sondern auch, wenn sie, z. B. durch den konstanten Strom, ununterbrochen gereizt

wird; darin liegt der Ausdruck der Tendenz, sich zugunsten der Aufrechterhaltung des Bestandes und der Funktion unabhängig zu machen von Außenstörungen und der Befähigung dazu. Würde die Herzkammer auf den Dauerreiz dauernd sich kontrahieren, so würde sie einerseits ihrer physiologischen Funktion nicht genügen, andererseits, da der Kontraktion Zersetzungsliegen, eine Einbuße an Bestand erleiden. Welches ist aber der Mechanismus, der die Kammer befähigt, auf kontinuierlichen Reiz diskontinuierlich zu antworten? Die Prozesse, die der Zusammenziehung der Kammer zugrunde liegen, bewirken, daß während eines bestimmten Zeitabschnittes derselben die Kammer gänzlich unerregbar ist für Reize. So wird infolge der Selbsttätigkeit des Herzens gewissermaßen der kontinuierliche Reiz in einen diskontinuierlichen für das Herz umgewandelt.

Die Befähigung, zeitweise für Reize unerregbar, refraktär, zu werden, kommt nicht nur den Elementen der Herzkammer, sondern auch vielen anderen Zellen, z. B. innerhalb des Zentralnervensystems zu.

Es ist in hohem Maße wahrscheinlich, daß auch die Reizbildung im Venensinus Ausdruck der Umwandlung eines kontinuierlichen Reizes in einen diskontinuierlichen Reizerfolg ist, da kein Anhaltspunkt dafür vorliegt, daß die Reizerzeugung hervorrufenden Bedingungen rhythmisch wechseln.

In den beiden bisherigen Fällen haben wir Typen kennengelernt, wobei die Steuerung Folge der Organtätigkeit ist und im Organ selbst ohne die Zwischenkunft eines anderen sich vollzieht. Wir kommen nunmehr zu den weitaus häufigeren, wo die Steuerung zwar vom Organ ausgeht, aber ihren Weg über das Zentralnervensystem nimmt, um sich schließlich wieder am Organ selbst auszuwirken.

Dieser Mechanismus setzt also voraus, daß das Zentralnervensystem von den Bedürfnissen des Organs unterrichtet wird. Das ist denn auch der Fall, und zwar geschieht die Benachrichtigung durch gewisse Nerven, die sog. sensiblen oder rezeptorischen oder zentripetalen, die in den Organen beginnen und zum Zentralnervensystem ziehen. Ihre Anfänge in den Organen werden durch jegliche Änderung des Organes erregt, diese Erregung pflanzt sich im Nerven fort, wird dem Zentralnervensystem übermittelt und löst dort die entsprechende Reaktion aus. Alle Organe sind mit solchen Nerven versorgt und dadurch mit dem Zentralnervensystem in Verbindung.

Soviel mußte vorausgeschickt werden, um das Verständnis der unter Hineinziehung des Zentralnervensystems sich vollziehenden Steuerungen vorzubereiten, von denen wir zunächst die Tonustätigkeit des Muskels besprechen.

Die Bewegungsmuskulatur dient zwei Funktionen, erstens der Bewegung, zweitens der

Aufrechterhaltung einer gewissen Spannung, die man als Tonus bezeichnet. Dieser Tonus ist auch im äußerlich ruhenden Muskel vorhanden; dieser ist innerhalb der Norm nie völlig entspannt. Dieser Tonus wird nun derart reguliert, daß vom Muskel aus Erregungen zu dem Tonuszentrum gehen, so daß dieses einen dem jeweiligen Bedürfnis entsprechenden Tonus hervorruft; der Muskel selbst also verschafft sich den Tonus, den er braucht.

Fälle von Selbststeuerung wie die genannten sind ungemein häufig. Sie fallen unter die sog. propriozeptiven Reflexe, worunter man versteht, daß von einem Organ ausgehende, von dessen jeweiligem Zustand bestimmte sensible Erregungen zu den nervösen motorischen Apparaten des gleichen Organes ziehen und von dort eine Aktion im gleichen Organ auslösen. Auch die automatisch arbeitenden Organe scheinen dauernd derartige propriozeptive Reflexe auszulösen.

Diese Beispiele mögen genügen darzutun, wie die einzelnen Organe entweder selbst oder im Weg des propriozeptiven Reflexes befähigt sind, ihre Funktionen in der Norm und bei Störungen selbstständig zu steuern. Nun müssen aber, wie wir sahen, die Organfunktionen auch vom Zentralnervensystem kontrolliert und reguliert werden. Darauf haben wir nunmehr einzugehen. Die notwendige Benachrichtigung des Zentralnervensystems über die Organbedürfnisse kann, wie dies bei den propriozeptiven Reflexen der Fall ist, eine nervöse sein, es kann aber das Zentralnervensystem auch durch chemische und physikalische Veränderung des Blutes von ihnen erfahren. Die benachrichtigte Stelle sendet dann entweder über ihr unterstellte andere Zentren oder direkt — allenfalls noch im Weg innersekretorischer Drüsen — hemmende oder fördernde Erregungen an die Organe.

Zunächst soll ein Beispiel gebracht werden, wobei das Zentralnervensystem eine Störung auszugeregeln hat, von der es auf nervösem Weg erfährt hat.

Das Herz arbeitet am besten, wenn es einen Widerstand von einer bestimmten Größe zu überwinden hat. Nun kommen aber bereits innerhalb der physiologischen Breite, also im normalen täglichen Leben Umstände vor, die geeignet sind, den Widerstand größer oder kleiner zu machen, so daß die Herzaktivität sich fortwährend ändern müßte, um den wechselvollen Ansprüchen gerecht zu werden. Trinken wir z. B. kaltes Wasser, so führt dies direkt zu einer Zusammenziehung weiter Gefäßgebiete des Magendarmkanals; kommen wir in kalte Umgebung, so führt dies zu einer Zusammenziehung sämtlicher Gefäße der Körperoberfläche. Durch beides würde der Widerstand, den das Herz zu überwinden hat, gesteigert, wären nicht ausgleichende Einrichtungen getroffen, die die Widerstandssteigerung gar nicht in die Erscheinung treten lassen. Diese Ausgleichsvorrichtung besteht in folgendem: in der Hauptschlagader des

Körpers, der Aorta, nimmt ein sensibler Nerv, der sog. Nervus Depressor seinen Ursprung und läuft zum Gefäßnervenzentrum. Die Anfänge dieses Nerven sind nun äußerst empfindlich gegen Schwankungen des Blutdrucks. Sobald dieser nun infolge Verengerung eines Gefäßgebietes zu steigen beginnt, spürt das dieser Nerv und bewirkt einerseits eine entsprechende Erweiterung in den von der Verengerung nicht betroffenen Gefäßgebieten, andererseits im Weg der herzhemmenden Nerven gleichzeitig eine Verlangsamung des Herzschlags; durch beides wird der gesteigerte Blutdruck mehr an den normalen herangebracht.

Erfährt in diesem Fall das Zentralnervensystem durch einen sensiblen Nerven von einer Störung, so erfährt es in den nunmehr zu sprechenden durch veränderte chemische Zusammensetzung des Blutes davon und reguliert daraufhin entgegen.

Der Wechsel von Einatmung und Ausatmung vollzieht sich automatisch, d. h. ohne Zwischenkunft der Willkür. Die Atmungsfunktion ist aber der Willkür nicht völlig entzogen; wir können bekanntlich den Atem anhalten. Aber nur eine kurze Zeit. Und das ist verständlich. Wenn schon, wie wir sahen, der Wille gebrochen wird bei der Innervation der Muskelleistung durch den Widerstand der dabei beteiligten Apparate, um wieviel mehr muß das zugunsten der Erhaltung des Individuums der Fall sein bei einer lebenswichtigen Funktion, wie sie die Atmung darstellt. Wäre das nicht der Fall und könnten wir willkürlich Atmung oder gar Zirkulation durch willkürliche Beeinflussung der Herzaktion stillstellen, so wäre die willensbegabte Tierwelt zweifellos schon längst ausgestorben. Aber so wie durch die Muskelleistung selbst die Bedingungen hergestellt werden, die ihrer schädlichen Fortsetzung ein Ende setzen, so beenden auch die Folgen der willkürlichen Atemhemmung diese selbst. Steht nämlich die Atmung eine gewisse Zeit, so verarmt das Blut natürlich an Sauerstoff. Da dieser notwendig ist zur restlosen Verbrennung im Stoffwechsel entstehender Produkte, treten bei Sauerstoffmangel unvollkommen verbrannte Produkte, namentlich Säuren auf. Sobald diese nun eine gewisse Konzentration erreicht haben, reizen sie das Atemzentrum und zwingen es auch gegen den Willen des Individuums seine Tätigkeit wieder aufzunehmen.

Wir haben bisher ausgleichende Gegenregulationen kennengelernt, wobei das die Gegenregulation einleitende Organ von dem Bedürfnis danach auf nervösem oder chemischem Weg erfuhr. Der Vollständigkeit und Wichtigkeit halber haben wir nunmehr eine Gegenregulation zu besprechen, wobei der Anreiz zu dieser ein rein physikalischer ist. Für die Aufrechterhaltung der optimalen Funktion unserer Protoplasmas ist eine bestimmte Temperatur Vorbedingung. In der Tat schwankt in der Norm unsere Körpertemperatur nur innerhalb sehr enger Grenzen, etwa zwischen 36 und 37°, und sie bleibt auch innerhalb dieser Grenzen, gleichgültig, ob wir dem Organismus von außen Wärme zuführen oder entziehen, oder ob wir selbst mehr oder weniger Wärme produzieren, je nachdem, ob wir ruhen oder arbeiten, hungrig oder Nahrungsmittel verbrennen. Diese Aufrechterhaltung der Eigen temperatur ist Folge einer Regulation. An einer bestimmten Stelle des Gehirns befindet sich ein Zentrum, das temperaturempfindlich ist, für dessen Funktionsgrad also die jeweilige Bluttemperatur maßgebend ist. Steigt die Bluttemperatur, so werden von diesem Zentrum aus die ebenfalls im Gehirn gelegenen Apparate erregt, die der Wärmeabgabe dienen, so daß es zu einer gesteigerten Durchblutung der Haut und zu Schweißabgabe kommt. Ferner werden die Verbrennungen gedrosselt. Fällt die Bluttemperatur, so wird regulatorisch weniger Wärme durch die Haut abgegeben und der Stoffwechsel gesteigert. Diese Regulationen gehen so lange vor sich, bis die normale Bluttemperatur wieder erreicht ist. Unter den soeben mitgeteilten Tatsachen ist die von besonderer Wichtigkeit für uns, daß zu den Funktionen, die vom Wärmeregulationszentrum regulatorisch beeinflußt werden können, auch der Stoffwechsel gehört. Diese Tatsache zwingt dazu, kurz auf die Bedeutung einer innersekretorischen Drüse für die Regulationen einzugehen. Früher hatte man geglaubt, daß die bei Abkühlung bestehende Steigerung des Stoffwechsels ausschließlich Folge gesteigerter Muskelbewegung, des sog. Kältezitterns sei, die bei Überwärmung beobachtete Einschränkung des Stoffwechsels Folge auf das Mindestmaß verminderter Bewegungen. Durch neuere Untersuchungen hat sich aber ergeben, daß dem nicht so ist. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß die regulatorische Änderung des Stoffwechsels nicht mehr zustandekommt bei Tieren ohne Schilddrüse. Von der Schilddrüse ist es nun bekannt, daß ihre Aufgabe darin besteht, einen Stoff an das Blut abzugeben, der den Stoffwechsel anregt. Da andererseits die regulatorische Stoffwechseländerung bei schildrüsenlosen Tieren nicht mehr zustandekommt, müssen wir schließen, daß das Wärmeregulationszentrum den Stoffwechsel dadurch ändert, daß es die Schilddrüse zu je nachdem gesteigerter oder herabgesetzter Abgabe ihres Sekretes anregt. Das Regulationszentrum wirkt also nicht direkt auf den Stoffwechsel, sondern auf dem Weg über die Schilddrüse.

Ist in diesem Fall die Schilddrüse dem Nervensystem untergeordnet und arbeitet sie auf dessen Anregung, so geht aus anderen Erfahrungen hervor, daß die Schilddrüse, aber auch andere innersekretorische Organe ohne nervöse Impulse, also offenbar auf chemische Anregung hin regulatorisch ins Funktionsgetriebe eingreifen können. Auch hierfür möchte ich ein Beispiel anführen.

Zu den reparatorischen Prozessen nach Blutverlust gehört außer den schon oben angeführten auch der, daß in verhältnismäßig kurzer Zeit nach dem Blutverlust die roten Blutkörperchen an Zahl wieder zunehmen; der Blutverlust führt zu ihrer gesteigerten Bildung im Knochenmark. Die Blutneubildung bleibt aus oder ist nur geringfügig, wenn die Schilddrüse vorgängig herausgenommen war. Die O₂-Armut des Blutes reizt also nicht nur das Zentralnervensystem, sondern, wie übrigens in besonderen Versuchen nachgewiesen wurde, auch direkt die Schilddrüse, und diese regt dann die Blutneubildung an. Dieser Fall ist ein Beispiel für eine Regulation, bei der das Zentralnervensystem nicht beteiligt ist. Hofmeister verglich sie im Gegensatz zu den nervös übermittelten, die man gern mit Telegraphie vergleicht, mit drahtloser Telegraphie.

Alle Steuerungen, von denen wir bisher sprachen, kommen ohne Zwischenkunft unseres Bewußtseins zustande; die wenigsten der Bedürfnisse, die die Steuerungen auslösen, kommen überhaupt zum Bewußtsein, und dies ist ganz unbeteiligt an der Einleitung der Steuerung. Wir kommen nunmehr zu einigen Bedürfnissen, die uns zum Bewußtsein kommen und bei denen auch die Steuerung Sache unseres bewußten Eingreifens ist. Die Bedürfnisse werden uns bewußt durch sog. Allgemeingefühle, als da sind Hunger, Durst und Schläfrigkeit.

Wir besprechen zunächst den Hunger.

Zur Aufrechterhaltung seiner Funktionen braucht der Körper brennbares Material. Dies wird ihm in der Norm in Form der Nährungsmitte von außen zugeführt. Wird die Zufuhr an diesen gebremst oder aufgehoben, so kann der Körper noch eine nicht geringe Zeit weiterleben. Er lebt dann auf Kosten seines eigenen Bestandes an Brennmaterial. Dadurch wird sein Gesamtbestand vermindert, aber die lebenswichtigen Funktionen, vor allem die des Herzens und Gehirns, leiden dabei keine Einbuße. Das kommt daher, daß sie als dauernd betätigtes das notwendige Material sich selbst verschaffen, und zwar ist der Vorgang folgender: ein arbeitendes Organ braucht mehr als ein ruhendes. Dies Mehr verschafft es sich dadurch, daß bei der Arbeit Produkte gebildet werden, die zu einer Gefäßweiterleitung in ihm und damit zu einem größeren Blutzstrom führen; so wird ihm mehr O₂ und mehr Nährmaterial zugeführt. Da ferner, wie wir sahen, in dem Maße wie bei der Arbeit abgebaut wird, auch die Neigung zum Anbau wächst, wird das arbeitende Organ auf seinem Bestand bleiben. Wenn nun auch ohne oder bei zu geringer Zufuhr von außen der Körper noch weiter auf Kosten seines Bestandes existieren kann, ist doch die Reduktion des Bestandes nicht wünschenswert, und so kommt nun der Augenblick, wo der Körper ohne Zufuhr von außen

seinen Bestand angreifen müßte, in Form des Hungergefühls zum Bewußtsein.

Über den Mechanismus, wie das Hungergefühl zustande kommt, ist einiges bekannt. Zunächst wurde nachgewiesen, daß die volkstümliche Ausdrucksweise: „der Magen zieht sich vor Hunger zusammen“ oder „er knurrt vor Hunger“ vollberechtigt ist. Denn registriert man graphisch die Magenbewegungen, so findet man, daß dem Hungergefühl jedesmal eine starke Magenkontraktion vorhergeht. Diese Hungermagenkontraktionen kommen auch zustande, wenn der Magen vorher nervös völlig isoliert war und auch, wenn man Hungerblut einem satten Tier injiziert; sie kommen also auf chemischem Wege zustande, offenbar infolge des Auftretens chemischer Stoffe im Blut. Wahrscheinlich ist das Hungergefühl nicht nur die Folge der Magenkontraktion, sondern auch einer gleichzeitigen Wirkung der Stoffe auf das Gehirn.

Wir wenden uns nunmehr der Besprechung des Schlafes zu. Wenn wir auch gesehen haben, daß dem Zentralnervensystem als wesentlichem Regulator ein Großteil der Körperfunktionen unterstellt ist, ist es seinerseits doch ein Organ wie jedes andere und somit von den übrigen Organen ebenso abhängig wie diese von ihm. Das geht ja schon daraus hervor, daß das Ausmaß seiner regulierenden Tätigkeit ganz vom Zustand der Tätigkeit der Organe bestimmt wird. Aber auch seine sonstigen Eigenschaften sind denen der übrigen Organe analog. Wir haben bereits erwähnt, daß ebenso wie z. B. die Zellen des Herzens auch die des Zentralnervensystems in gereiztem Zustand refraktär gegen weitere Reize sind. Auch chemische Änderungen des Blutes wie O₂-Mangel äußern sich beim Zentralnervensystem analog wie an anderen Organen. So ist es verständlich, daß der Rhythmus zwischen Assimilation und Dissimilation wie anderen Organen, so auch dem Zentralnervensystem zukommt. Die Assimilationsperiode nennen wir Schlaf.

Der Schlaf stellt nicht etwa eine Ausschaltung sämtlicher Funktionen dar, wie die Narkose, sondern einen eigenartigen koordinierten Symptomenkomplex. Da derartige koordinierte Symptomenkomplexe in der Regel von einem Zentrum ausgehen, so ist man in der letzten Zeit, wie mir scheint, mit Recht, geneigt, ein eigenes Schlafzentrum anzunehmen. Die Ursache des Zustandekommens des Rhythmus von Wach- und Schlafzustand ist unbekannt. Nehmen wir ein Schlafzentrum an, so dürften für die rhythmische Tätigkeit analoge Zentreneigenschaften in Betracht kommen, wie wir sie bei anderen rhythmisch arbeitenden Zentren zum Teil besprochen haben.

Hunger, Durst und Schlaflust sind, wie wir sahen, Allgemeingefühle, die die im wesentlichen einzigen Bedürfnisse anzeigen, deren Befriedigung bis zu einem gewissen Grad nicht autonom

geschieht, sondern Sache unseres bewußten Ein greifens ist. Diese Bedürfnisse unterscheiden sich nun dem Anschein nach dadurch von den autonom regulierten, daß ihre Nichtbefriedigung nicht unmittelbar funktions- oder gar lebens bedrohend ist. Auf die Dauer allerdings ist Schlaf ebenso unentbehrlich wie die Zufuhr von Nahrung; hindert man Hunde künstlich längere Zeit am Schlaf, so gehen sie zugrunde. Aber die tägliche Erfahrung lehrt, daß man mit einem Minimum von Schlaf lange Zeit auskommt. Danach scheint es, als ob nur die Befriedigung nicht unmittelbar lebenswichtiger Bedürfnisse dem bewußten Willen überlassen ist, was mir persönlich neben anderem für die bescheidene Bedeutung des Bewußtseins für die Erhaltung des Individuums zu sprechen scheint.

Es sei nun noch erlaubt mit wenigen Worten auf die Steuerungen im psychischen Leben einzugehen. Es kann kaum zweifelhaft sein, daß, so wie das somatische auch unser psychisches Leben Ausdruck eines Strebens nach einem Gleichgewicht und Neigung zum Festhalten an einem solchen ist. Bewußt erstreben wir nur die Lust, die mit dem Gleichgewicht verbunden ist. Die wahre Ursache dieses Strebens nach Lust ist uns meist unbewußt; es ist die, daß die Lust die besten Bedingungen für unsere Leistungsfähigkeit setzt. Natürlich kann beim Eingehen auf die Bedeutung der Steuerung auf dem Gebiet der Psyche nur ganz unsystematisch vorgegangen und nur einzelnes herausgegriffen werden.

Das unbewußte Streben nach dem Gleichgewicht findet zunächst seinen Ausdruck in dem Instinkt, der unsere Neigungen und Abneigungen dirigiert; der eingepferchte Städter sucht das Freie, der Bauer umgekehrt die dumpfe Stube. Oder ein Beispiel von Pflüger anzuführen: bald flieht der Mensch das Geräusch und die Arbeit, bewußt ist ihm dabei nur, daß sie ihm widrig, bald sucht er sie auf, bewußt ist ihm dabei nur, daß er sich daran ergötzt. In Wirklichkeit bedarf er dort Ersatz für Verlust, hier der Verwandlung gestauter Energie in Arbeit; denn beides ist für die Gesundheit notwendig. Nach unserer Definition würde Gesundheit heißen: Bedingung für die Aufrechterhaltung des optimalen Funktions vermögens.

Daß sich auch nach schweren Affekten das Gleichgewicht meist wieder herstellt, ist bekannt. Ich greife gerade dies heraus, weil der Ausgleich eine ähnliche Erscheinungsweise zeigt, wie die somatischen Regulationen; ein tiefgehender Affekt bewirkt eine Art refraktärer Periode der Psyche, die man als Abstumpfung bezeichnet, so daß Einwirkungen, die beim Gleichgewichtigen das Gleichgewicht stören würden, hier eindruckslos bleiben.

Bei genauerem Hinschauen können wir erkennen, daß der geistige Habitus eines Menschen unbewußt der Ausdruck von Selbstschutzbestreben

ist; je weniger einer bedeutet, um so mehr sucht er es zu verbergen, indem er sich bemüht, anders zu erscheinen; würde er erscheinen, wie er ist, so würde die Verurteilung durch die Mitwelt sein Selbstvertrauen und damit seine Leistungsfähigkeit noch mehr schädigen. Darum gibt es kaum einen so glühenden Haß, wie demjenigen gegenüber, der unter den mühsam ausgebreiteten Schleier des Selbstschutzes schaut und, was er da von Armseligkeit findet, mitteilt; er zerstört ja damit gewissermaßen die Lebensmöglichkeit des betreffenden armen Teufels.

Auch unsere Leistungen auf rein geistigem Gebiet bedeuten nur einen Ausgleich; wir sprechen von der Stillung des geistigen Hungers. Bei verschiedenen Individuen ist dieser natürlich verschieden groß bis zum fast völligen Fehlen beim sog. saturen Menschen. Ich sage ausdrücklich fast völliges Fehlen; denn es gibt wohl so wenig wie im Somatischen im Psychischen einen statischen Zustand.

Wie bei den somatischen Funktionen durch die Betätigung in *einer* Richtung die Neigung zur entgegengesetzten entsteht und sich steigert bis zur Erreichung des Gleichgewichts, so scheint es auch im Geistigen zu sein; wir verlangen z. B. im Musikstück nach Auflösungen, ferner nach dem langsamem Satz einen schnellen. Wir verlangen ein gemischtes Konzertprogramm. Das Bedürfnis nach Rhythmus der Farbe und Linie, nach Kontrastwirkungen der Handelnden im Drama, sei als weiterer Beleg aus der Überfülle der möglichen hier angeführt.

Bezieht sich das zuletzt Gebrachte auf den Inhalt geistiger Schöpfungen, so sei schließlich noch ein Wort dazu gestattet, ob nicht in diesen Zusammenhang auch die Frage gehört nach dem, was uns überhaupt zu diesen Schöpfungen treibt, mit anderen Worten, was jene höchste Äußerung unseres Geistes, die wir als Kunst bezeichnen, mindestens in *einer* wesentlichen Hinsicht für uns bedeutet.

Wenn wir so geartet sind, daß wir dauernd einen Ausgleich anstreben müssen, so ist es begreiflich, daß es uns eine Lust sein und, da die Kunst Menschenwerk ist, zuversichtlich machen muß, wenn wir durch Menschenwerk das Gleichgewicht verwirklicht sehen, das wir erstreben, aber selten erreichen. Offenbar bedeutet aber der Kunstgenuss oft mehr als die bloße Befriedigung einer vielleicht überflüssigen oder unnötigen Lust. Denn wir sprechen geradezu von einer erlösenden, d. i. ausgleichenden Wirkung der Kunst, insbesondere der Musik. Dabei brauchen wir uns dessen, was nach Erlösung strebt, gar nicht bewußt zu sein. Wir wissen z. B. gar nicht, worauf die Musik in uns wirkt. Wenn wir sie aber als erlösend empfinden, muß es in uns uns unbewußt Unerlöste, also Störungen von solchen Seiten unseres Wesens geben, von deren Existenz wir nur dadurch erfahren, daß die Musik wirkt, d. h. erlöst oder ausgleicht.

Die im allgemeinen tiefere Wirkung von harmonischen Gehörs- als Gesichtsausdrücken mag mit der geringeren und selteneren Inanspruchnahme des Gehörorgans für harmonische Eindrücke und der daher größeren Neigung zu solchen zusammenhängen.

Auf weiteres das Psychische Betreffendes möchte ich nicht eingehen, da wir im Gegensatz zu den somatischen Regulationen hier den Mechanismus, wie die Regulation zustandekommt, nicht analysieren können. Ich glaubte aber die Psyche streifen zu müssen, um zu zeigen, daß hier offenbar die gleiche Gesetzmäßigkeit waltet wie beim Somatischen. Dabei bin ich mir voll bewußt, daß es sich zunächst einmal um Langerkanntes handelt. Schon Aristoteles dachte sich als Ziel des Lebens die *μερός τοῦ οὐκετίς*, d. h. die Erreichung der inneren persönlichen Mitte. Und schon Aristoteles sah in der Kunst, vorzüglich in der dramatischen und der Musik, das geeignetste Mittel, Störungen dieses Gleichgewichts vorzubeugen bzw. zu beheben. Vielleicht handelt es sich ferner bei diesen Dingen auch um Selbstverständliches. Denn die Psyche ist ja nicht unabhängig, sondern irgendwie an das Somatische und dessen Gesetzmäßigkeiten gebunden. Sie scheint uns nur während des geistigen Handelns frei, weil wir uns dabei der Existenz und Art der bestimmenden Faktoren nicht bewußt sind.

Fassen wir zum Schluß alles, was wir über das Wesen der Steuerungen im Organismus gehört haben, zusammen, so kommen wir zu folgendem Schluß: Die Abweichungen der lebenden Substanz von der mittleren Linie setzen selbst die Bedingungen zur Wiedererreichung derselben oder, mit Pflügers Worten ausgedrückt: die Ursache eines Bedürfnisses, also die Störung, ist die Ursache der Befriedigung des Bedürfnisses.

Der gegenwärtige Stand der geologischen Forschung¹⁾.

Die Bausteine der Erdkruste. Von E. Bederke, Breslau.

Die Methoden der Petrographie.

Von allen Zweigen der geologischen Wissenschaft ist der am wenigsten einheitliche, aber darum auch der vielseitigste in Problemstellung und Methode die Petrographie im weitesten Sinne. Wie die Stratigraphie und Tektonik ist sie von den praktischen Erfahrungen des Bergbaus ausgegangen, aber bald wurde sie in besonderer Weise Gegenstand spekulativer Naturbetrachtung. Der berühmte und berüchtigte Streit der Neptunisten und Plutonisten kennzeichnet hinreichend jene Periode. Eigentlich erst die Anwendung mikroskopischer Methoden auf die Gesteinswelt ließ eine wissenschaftliche Petrographie sich entwickeln

¹⁾ S. Die Naturwissenschaften 10, 782, 1922, und 11, 49, 1923.

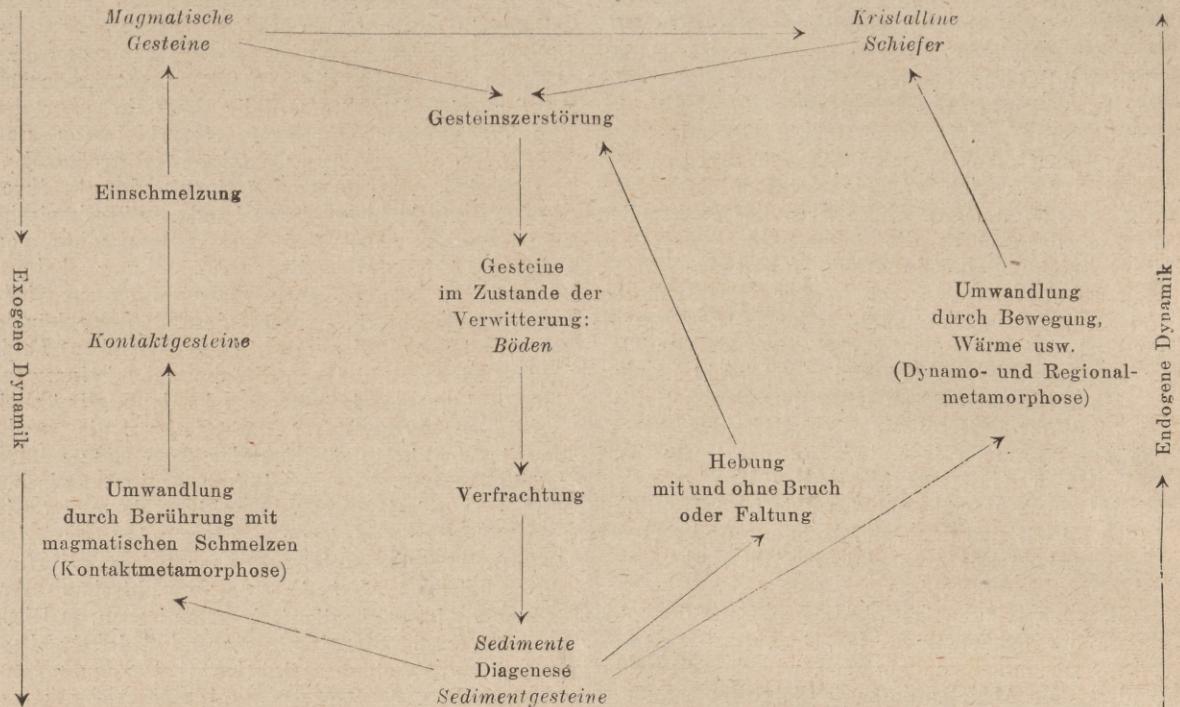
und zugleich einen ungeheuren Aufschwung nehmen. Die großartigen Fortschritte der petrographischen Erkenntnis, die die mikroskopische, die Dünnschliffpetrographie brachte und die an die Namen Rosenbuschs und Zirkels und ihrer Schüler geknüpft ist, haben die Grundlagen geschaffen zu der Auffassung und Systematik der Gesteinswelt, wie sie im großen und ganzen heute allgemein angenommen und anerkannt sind. Indessen liegt gerade in der mikroskopischen Methode eine Gefahr, die nicht immer recht gewürdigt worden ist, die Gefahr nämlich, über der Freude an der Erkenntnis des kleinsten und feinsten Aufbaus der Gesteine die großen Zusammenhänge zu vernachlässigen. Die in ihrer exakten Methode so bestechende mikroskopische Petrographie wurde oft zur Petrographie von Handstücken, deren Zusammenstellung keineswegs immer dem größeren Verbande gerecht wird; die petrographische Untersuchung führte häufig zu Ergebnissen, die mit der geologischen Felduntersuchung und ihren Erfahrungen keineswegs in Einklang stand. So erwuchs denn allmählich ein den Fortschritt der Erkenntnis recht empfindlich beeinträchtigender Gegensatz — ich möchte sagen — zwischen mineralogischer und geologischer Petrographie, der erst in den letzten Jahren überwunden werden konnte, nicht zuletzt unter dem Einfluß der dritten Methode petrographischen Arbeitens, der physikalisch-chemischen. Diese neue Methode, die als vorwiegend deduktiv theoretische den beiden induktiv arbeitenden gegenüberstand und von der „mineralogischen“ gewissermaßen den Stoff und von der „geologischen“ die Bedingungen nahm und verarbeitete, hat wesentlich dazu beigetragen, alte Gegensätze zu überbrücken und damit unsere gesamte Auffassung der Gesteinswelt wesentlich zu vereinheitlichen. Resorption und Assimilation stehen nicht mehr in unüberbrückbarem Gegensatz zur Differentiation, und nicht alle Gesteine mit der Textur der kristallinen Schiefer sind schlechtweg dynamometamorphe Gesteine — um nur zwei alte Streitpunkte herauszugreifen.

Über die großartigen Fortschritte, die gerade die physikalisch-chemische Methode der Petrographie gebracht hat, ist an dieser Stelle wiederholt von zuständiger Seite berichtet worden (vgl. P. Niggli, 1916 und 1921). In dieser Befreiung stehen vielmehr die geologischen Zusammenhänge im Vordergrund.

Der Kreislauf der Stoffe.

Wie alle anderen Naturprodukte sind auch die Gesteine in ihrer Gestaltung ebenso sehr von der stofflichen Zusammensetzung wie von den wirkenden Kräften abhängig. Ein Gestein ist nur unter ganz bestimmten Bedingungen beständig, mit seiner Umgebung im Gleichgewicht. Ändern sich diese Bedingungen, so strebt notwendigerweise auch das Gestein einem neuen

Gleichgewicht zu. Es ist ebenso sehr eine Forderung des Prinzips von der Erhaltung der Materie wie eine geologische Erfahrung, daß die Bildung und Umbildung der Gesteine großen Kreislaufvorgängen entspricht. Ein Schema, von H. Cloos entworfen, erläutert diesen petrographischen Stoffkreislauf aufs beste:



Die Gestaltung des Magmas.

Daß alle magmatischen Gesteine schließlich von einem ursprünglich homogenen Stammagma abzuleiten sind, ist eine allgemeine Annahme. Wann, wo und unter welchen Umständen die Spaltung in spezifisch zusammengesetzte Teilmagmen erfolgte, ist dagegen eine viel diskutierte Frage. Ob schon frühzeitig wesentlich unter dem Einfluß der Schwere eine Trennung in eine kieselsäurereiche Außenschale (Sal) und eine schwermetallreichere Innenschale (Sima) stattgefunden hat, oder ob auch heute noch mit einem universell homogenen Stammagma gerechnet werden darf, ist ein Problem, zu dem Geophysiker, Geologen und Petrographen noch eine weit auseinandergehende Stellung einnehmen. Die Sueß-Wiechertsche Tiefengliederung ist die Grundlage der Hypothese Wegeners von den Kontinentalverschiebungen geworden, und die Schweremessungen scheinen diese Grundlage zu befestigen. Andererseits weisen gewichtige geologische und petrographische Zusammenhänge zum mindesten auf Übergangszonen der Magmenschalen und auf einen mehr oder weniger schließen Aufbau des Magmas hin. Diese Auffassung fand ihren Ausdruck in der Gliederung der magmatischen Gesteine in blutsverwandte Sippen,

Magmenzone gehabt habe. Aber noch im Archai-kum sei die granitische Außenschale restlos erstarrt, und seit dem Algonium entstammen alle Intrusionen und Extrusionen dem allgemein verbreiteten homogenen basaltischen Magma.

Soweit aber die Ansichten über den Aufbau der Magmazone auseinandergehen mögen, in einem wesentlichen Punkte herrscht heute eine einstimmige Auffassung: *die endgültige Gestaltung eines in die Erdkruste eintretenden Mägmas ist eine Funktion der örtlichen geologischen Bedingungen, insbesondere des Bewegungszustandes des betreffenden Krustenabschnittes.* Auf dieser Erkenntnis beruht die innige Verknüpfung von Tektonik und Magmalaufstieg und -gestaltung. Nicht nur Ausbildung und Anordnung der sich bildenden Mineralien (Struktur und Textur der Gesteine) werden von diesen Bedingungen bestimmt, sondern auch die Art der Minerale selbst; magmatische Gesteine können selbst bei gleicher chemischer Zusammensetzung verschiedene Mineralassoziationen aufweisen. Am konsequentesten ist dieser Gedankengang von W. Hommel entwickelt worden: Alle Gesteinsformen sind lediglich unter verschiedenen geologischen Bedingungen entstandene Produkte eines und desselben Magmas. Die Ausscheidung ein-

zelner Molekelgruppen bzw. Minerale und die Trennung der ausgeschiedenen Bestandteile vom übrigen Schmelzfluß wirken besonders vielgestaltend auf das Magma ein. — Diese Auffassung zeigt unverkennbare Anklänge an die Kristallisations-differentiation *Bowens*, der in dem Absinken der zuerst ausgeschiedenen Mineralien die wesentliche Ursache der Differentiation der Magmen erblickt. *W. Hommel* hat diese Auffassung weiter ausgebaut und auch den übrigen geologischen Bedingungen einen weitgehenden Einfluß auf den Differentiationsverlauf eingeräumt: Abkühlungsgeschwindigkeit, Druckverhältnisse und der Bewegungszustand der Umgebung bestimmen die endgültige Gestaltung eines Eruptivgesteins. Einer „orthogenen“, den Alkalikalkgesteinen entsprechenden Reihe mit ruhigem langsamem Abkühlungsverlauf steht eine typisch durch den Monzonit vertretene „parogene“ Reihe mit relativ rascher, durch tektonische Bewegungen beeinflußter Abkühlung gegenüber. Eine Mittelstellung nehmen die syenitischen Gesteine ein. Diese Auffassung wird in besonderer Weise der tektonischen Stellung dieser Massen gerecht, denn ebenso wie die menzonitisch-tonalitischen¹⁾ Gesteine der periadriatischen Zone, deren Intrusionsmechanismus *W. Salomon* kennen gelehrt hat, sind auch viele Syenite der deutschen Mittelgebirge in eigentümlicher Weise an tektonische Grenz- und Bewegungszonen gebunden. Die Alkaligesteine erscheinen gewissermaßen nur als eine besondere Fazies gegenüber den „normal“ entwickelten Alkalikalkgesteinen und sind durch alle Übergänge mit ihnen verbunden. Zu einer in mancher Beziehung ähnlichen Einteilung kommt *P. Niggli* nach rein chemischen Gesichtspunkten, der der Alkalikalkreihe eine Alkalireihe mit Natronvormacht gegenüberstellt und die syenitisch-monzonitischen Gesteine als eine besondere Kalireihe zusammenfaßt. Ähnlich wie *W. Hommel* gesteht auch *F. v. Wolff* den geologischen Bedingungen, vor allem den Krustenbewegungen, einen wesentlichen Einfluß auch auf die stoffliche Gestaltung der Eruptivgesteine zu: in der Mineralzusammensetzung spiegelt sich die ganze Vorgeschichte eines Eruptivgesteins wieder.

Es ist also von ganz besonderer Bedeutung, die geologischen Bedingungen, vor allem den Bewegungszustand der Erdkruste während der Magmenförderung zu kennen. Geologisch bildet sich der Bewegungszustand der Erdkruste bei Eintritt eines Magmas vor allem in dem Verbande des Eruptivgesteins mit dem Nebengestein ab. *R. Lepsius* ganz besonders hat auf den wesentlichen Unterschied konkordanten und diskordanten Verbandes hingewiesen und dessen

¹⁾ Als Monzonit und Tonalit werden eigentümliche Übergangsglieder zwischen granitischen und dioritischen Gesteinen bezeichnet, für die u. a. das Zusammenvorkommen von Kalifeldspat und Kalknatronfeldspat bezeichnend ist.

Einfluß auf die endgültige Gestaltung der Intrusivgesteine betont. Die letzten Folgerungen hat erst *H. Cloos* gezogen auf der Grundlage des einheitlichen Gedankens: *Vulkanismus ist Tektonik mit hochplastischem Material*. Über seine granit-tektonische Methode und deren Bedeutung für die Tektonik ist bereits in dem Kapitel „Innere Dynamik“ eingehend berichtet worden. Hier soll ihre Bedeutung für die Petrographie gewürdigt werden.

Die beiden hauptsächlich unterschiedenen tektonischen Bewegungsarten, *Faltung* und *Bruchbildung*, kehren auch bei magmatischen Vorgängen wieder. Faltung schafft konkordante Räume auch für ein hinzutretendes Magma, und die Faltungsbewegungen werden notwendigerweise auch in dem erstarrenden Schmelzfluß abgebildet; es können somit Intrusivmassen primär zu „Gneisen“ gebildet werden, wenn ihre Intrusion mit der Faltung in ursächlichem Zusammenhang steht. Bruchbildung schafft diskordante Räume auch für das Magma, aber auch diese Bruchbildung erfolgt unter regional einheitlichen Druckwirkungen, die ihrerseits in den gerichteten Merkmalen auch der diskordanten Massive abgebildet werden. Mit Hilfe der Cloosschen Methode läßt sich durch Berücksichtigung aller gerichteten Merkmale einer Intrusivmasse der Bewegungszustand der Erdkruste während des Eindringens von Magmen rekonstruieren, und damit wird ein wesentlicher Faktor der Gestaltung magmatischer Gesteine der Bewertung zugänglich.

Neben allen äußeren Faktoren spielt aber bei der Gestaltung des Magmas eine spezifische Eigenschaft desselben eine außerordentlich wichtige Rolle, nämlich der *Gehalt an leichtflüchtigen Bestandteilen*. Die Bedeutung dieses lange Zeit vernachlässigten Faktors bei allen magmatischen Vorgängen hat *P. Niggli* überzeugend dargetan. Besonders wichtig geworden ist diese Erkenntnis für ein lange Zeit hindurch strittiges Gebiet in der Petrographie, für die Frage der *Injektion* und *Resorption* des Nebengesteins durch magmatische Gesteine. Unter Injektion versteht man das Eindringen des Magmas, namentlich der besonders leicht beweglichen Spaltungsprodukte desselben in die Fugen, Schichten und Klüfte des Nebengesteins. Es findet so eine Durchtränkung mit schmelzflüssigem Material statt, die schließlich zur völligen Auflösung und Einschmelzung, zur Resorption des Nebengesteins führen kann. Die Injektion erfolgt besonders auf den Bewegungsflächen des Nebengesteins, d. h. auf den Flächen, längs denen die Verschiebungen bei der Faltung oder Bruchbildung erfolgt sind bzw. erfolgen. Wenn also den mit schwerflüchtigen Stoffen gesättigten Dämpfen und Lösungen Gelegenheit gegeben wird, auf Bewegungsflächen zu entweichen, wird eine intensive Injektion des Nebengesteins eintreten müssen, die bis zur Bildung von Mischgesteinen gesteigert werden kann. Der Gasgehalt wird

dabei die Mobilität der Lösungen außerordentlich erhöhen. Selbst die Aufnahme leichtflüchtiger Bestandteile aus dem Nebengestein kann in demselben Sinne wirken, wie die Beobachtungen *E. Kaisers* von Granitgängen in Südwestafrika am Kontakt gegen dolomitische Kalke gezeigt haben. Dort hat die aus dem Dolomit aufgenommene Kohlensäure die Injektionskraft der granitischen Gänge neu belebt. Eine besondere Steigerung der Injektion ist die Resorption und Assimilation des Nebengesteins. Zahlreiche Intrusivmassen haben ihre endgültige Gestaltung und Zusammensetzung einer beträchtlichen Resorption und Assimilation von Nebengestein zu verdanken. Als ein besonderes Kennzeichen dieser hybriden Gesteine ist ihre wenig einheitliche, vielmehr in weiten Grenzen schwankende chemische und mineralogische Zusammensetzung anzusehen. Auch für diese Auffassung hat die physikalisch-chemische Betrachtungsweise die Möglichkeit bestätigt: das Magma wirkt als Lösungsmittel, das sich zu sättigen sucht (*P. Niggli*).

Nahezu ausschließlich eine Funktion des Gasgehalts der Magmen ist der Vulkanismus im engeren Sinne, die Bildung der Ergußgesteine mit ihren Nebenerscheinungen.

Mit der Bildung der Eruptivgesteine ist die Gestaltung des Magmas noch nicht abgeschlossen. An die liquidmagmatische Phase schließt sich die pneumatolytische und hydrothermale Phase an, wesentlich bedingt durch die leichtflüchtigen Bestandteile des Magmas. Als magmatische Restlösungen enthalten sie die selteneren Elemente in größerer Konzentration und werden dadurch von erheblicher praktischer Bedeutung für die Bildung nutzbarer Lagerstätten. Als Träger hochaktiver chemischer Reagentien wirken sie unter Umständen umbildend und zersetzend auf das in der liquidmagmatischen Phase gebildete Gestein und leiten damit die Gruppe von Vorgängen ein, die als Zerstörung und Umwandlung der Gesteine betrachtet werden soll.

Gesteinszerstörung. Boden- und Sedimentbildung.

Es ist durchaus nicht leicht zu sagen, wann die Bildung eines Gesteins abgeschlossen ist und seine Umbildung bzw. Zerstörung beginnt. Im Grunde genommen ist jedes Gestein nur im Augenblick seiner Entstehung mit seiner Umgebung im Gleichgewicht. Gelangen die unter mehr oder minder hohen Drucken und Temperaturen gebildeten magmatischen Gesteine in den Wirkungsbereich der Atmosphäre mit niedrigen Drucken und Temperaturen, so setzen notwendigerweise Umwandlungsvorgänge ein, wesentlich unter der Wirkung der Atmosphärlinen, insbesondere des Wassers. Bodenbildung bei Zersetzung an Ort und Stelle, Sedimentbildung bei Verfrachung und Ablagerung der Zersetzungspprodukte in einem der atmosphärischen Medien Luft, Wasser oder Eis. Böden, Trümmer- und Ausscheidungssedimente gehen als neue Gesteinsbildungen aus den Umwandlungs- und Umlage-

rungsprozessen hervor. Obgleich nun alle diese Vorgänge der Beobachtung meist unmittelbar, jedenfalls viel leichter zugänglich sind als die magmatischen Vorgänge, so sind sie darum z. T. nicht weniger problematisch. Der Grund dafür liegt wohl vor allem darin, daß man in diesen Erscheinungen lange Zeit etwas Selbstverständliches und darum Uninteressantes gesehen hat. Erst in letzter Zeit fing man an, auch hier Probleme zu sehen, die einer Bearbeitung würdig sind, und so gehört die systematische Untersuchung der Verwitterung, der Boden- und Sedimentbildung, die wissenschaftliche Bodenkunde und Sedimentpetrographie zu den jüngsten Zweigen der geologischen Wissenschaft. Es kann in diesem Rahmen nicht auf die zahlreichen Probleme der Boden- und Sedimentbildung eingegangen werden, dazu sind die Fragen zu mannigfaltig und der Stoff zu wenig einheitlich. Es können nur einige Punkte angedeutet werden, ohne den Fragekomplex auch nur im entferntesten zu erschöpfen.

Die Verwitterung und ihr unmittelbares Ergebnis, die Böden, werden jetzt nahezu ausschließlich als eine Funktion des Klimas angesehen. Die Hauptprodukte bei der Verwitterung und darum besonderer Gegenstand der Bodenkunde sind kolloide Substanzen, die Bodenkunde ist also zu einem guten Teil angewandte Kolloidchemie. Die geologische Seite der Verwitterung und Bodenbildung ist in neuerer Zeit besonders von *H. L. F. Harrassowitz*, *R. Lang* und *H. Stremme* bearbeitet worden. Ein immer noch viel diskutiertes Problem ist die Lateritbildung.

Wenn sich auch die meisten Stratigraphen mehr oder minder mit sedimentpetrographischen Fragen beschäftigt haben, so ist doch die Bedeutung einer systematischen Sedimentpetrographie erst von *J. Walther* betont worden. Um ihren Ausbau haben sich in Deutschland besonders *K. André* und *E. Philippi*, in Amerika *A. W. Grabau* verdient gemacht. Die Unsicherheit in vielen Fragen der Sedimentpetrographie ist nicht zuletzt in der Schwierigkeit begründet, den ganzen Komplex der variablen Bedingungen bei der Sedimentbildung zu übersehen und in Rechnung zu stellen. Außer dem Relief der Erdoberfläche zur Ablagerungszeit sind alle Faktoren des Klimas, insbesondere Temperatur, Menge und Verteilung der Niederschläge ebenso zu berücksichtigen wie der Zustand des Ablagerungsmediums, bei wäßrigen Lösungen vor allem die Konzentration, die Lösungsgenossen sowie endlich die Mitwirkung von Organismen. Häufig sind aber auch tektonische und vulkanische Erscheinungen von Einfluß auf die Gestaltung einer Ablagerung, und selbst die kosmische Herkunft gewisser Sedimente wird diskutiert.

Ein bezeichnendes Beispiel für die Schwierigkeit sedimentpetrographischer Fragen ist die immer noch nicht restlos geklärte Genesis eines weit verbreiteten fossilen Sediments, des dichten

Kalkes. Neuerdings wird an eine wesentliche Mitwirkung kalkabscheidender Bakterien gedacht. Für eine Reihe von Trümmer sedimenten wird selbst die Frage nach dem Transport- und Ablagerungsmedium diskutiert, so bei den Sandsteinen des Buntsandsteins, wo man neben kontinentaler, vorwiegend äolischer Entstehung auch marine Ablagerung auf Grund paläontologischen Materials verficht. Dem Bedürfnis, die Bildungsbedingungen einer Sedimentfolge in Zusammenhang mit den klimatischen Faktoren zu bringen, entspricht die Deutung, die *J. F. Pompeckj* dem Wechsel toniger und kalkiger Gesteine in den Juraprofilen gibt. Die wechselnde Sedimentation ist eine Funktion der wechselnden Niederschlagsverhältnisse, bei reichlichen Niederschlägen wird Ton, in niederschlagsarmen Zeiten Kalk abgelagert. Einen neuen sehr beachtenswerten Versuch, das in den Sedimenten einzelner Formationen reichliche Vorkommen an sich seltener Mineralien zu erklären, unternimmt *J. Samojloff*, der den Barium-, Strontium-, Vanadium-, aber auch den Kupfergehalt derartiger Mineralien auf die Skeletteile bzw. das Blut von Meeresorganismen der betreffenden Periode zurückführt. Auch die Bildung des Erdöls wird jetzt einheitlich als eine Zersetzung organischer Substanzen unter Luftabschluß angesehen. Der Verkohlung der höheren Pflanzen entspricht die Verölung der niederen fett- und eiweißhaltigen Pflanzen und Tierreste.

Eine ganz besonders häufig aufgeworfene Frage der Sedimentpetrographie ist endlich die, ob die heutigen Eigenschaften gewisser Sedimente ursprüngliche oder nachträglich erworbene sind. Die Genesis der Dolomite, zahlreicher schichtiger Erzlagerstätten und der Salzlager gehört hierhin. Es ist keineswegs immer ohne weiteres möglich, zu sagen, welche Eigenschaften eines Sediments noch der Diagenese, welche bereits der Metamorphose zuzuschreiben sind.

Die Metamorphose der Gesteine.

Im Gegensatz zu den durch exogene Einwirkungen hervorgebrachten Umbildungen der Gesteine bezeichnet die deutsche Geologie die Umwandlungen infolge endogener Kräfte als Metamorphose und die aus ihnen resultierenden Gesteine als metamorphe. Die wesentlichen Triebkräfte der Metamorphose sind einerseits die tektonischen Bewegungen der Erdkruste (dynamische Metamorphose), ferner die höheren Temperaturen und Drucke der tieferen Krustenteile (Tiefenmetamorphose) und endlich die Be- rührung durch magmatische Gesteine (Kontaktmetamorphose). Im allgemeinen hat man bisher die Erscheinungen der ersten beiden Gruppen als regional verbreitete Dynamo- bzw. Regionalmetamorphose scharf getrennt von der lokal begrenzten Kontaktmetamorphose. In neuerer Zeit ist man mehr und mehr zu der Erkenntnis gekommen, daß eine solche scharfe Trennung nur

dann möglich ist, wenn die Bewegungsvorgänge in den oberen Tiefenstufen der Kruste ohne Be- rührung mit magmatischen Schmelzen stattfinden — reine Dynamometamorphose, oder aber dann, wenn ein magmatisches Gestein auf ein ruhendes, unbewegtes Nebengestein unter statischen Bedingungen einwirkt — reine Kontaktmetamorphose. Je tiefer aber die dynamische Umwandlung vor sich geht, um so mehr steht sie unter der Einwirkung der Magmenzone, und häufig läßt sich eine Grenze von Dynamo- und Kontaktmetamorphose überhaupt nicht ziehen. Das ist nach unserer heutigen geologischen Auf- fassung ohne weiteres verständlich, denn die magmatischen Vorgänge unterliegen ebenso sehr den tektonischen Gesetzmäßigkeiten wie die Be- wegungen starrer Gesteinsmassen. Bei allen regional wirkenden tektonischen Ereignissen, die allein regional umwandelnd wirken können, wird notwendigerweise auch das Magma in die Be- wegung einbezogen und mit seinen Agentien die dynamische Umwandlung unterstützen und vollenden.

Die aus der Regionalmetamorphose hervor- gehenden Gesteine werden auch als kristalline Schiefer bezeichnet. Über die mechanischen Probleme der kristallinen Schiefer ist an dieser Stelle von zuständiger Seite berichtet worden (vgl. *O. H. Erdmannsdörffer* 1920). Man hat lange Zeit in der Schieferung eine Abbildung von Druckspannungen gesehen und die kristallinen Schiefer entstanden gedacht durch eine Neu- bzw. Umkristallisation unter gerichtetem Druck. Aber diese Auffassung kann nicht die Stoff- sonderung erklären, die in der überaus häufigen Lagertextur der kristallinen Schiefer zum Aus- druck kommt, z. B. in dem bänderartigen Wechsel von Glimmer- und Quarz-Feldspatlagen in ge- wissen Gneisen. Viel weiter kommen wir da- gegen, wenn wir mit *B. Sander* und *W. Schmidt* in den Schieferungsflächen Gleitflächen sehen, längs denen die kleinsten Verschiebungen inner- halb ihrer Gesteinsmasse, ihre Differential- bewegungen erfolgt sind. Nach ihnen ist also die Schieferung nicht eine Abbildung von Druckspannungen, sondern von Bewegungs- flächen. Bei der Faltung eines geschichteten Gesteinskörpers finden die Differentialbewegun- gen im allgemeinen längs der Schichtfläche statt: die Schichtfläche ist Bewegungsfläche. Bei der Umwandlung wird nun die Bewegungsfläche nach *W. Schmidt* kristallin abgebildet. Das verschie- dene Verhalten der einzelnen entstehenden und wachsenden Kristalle gegenüber der Bewegung bedingt eine Stoffsonderung nach den Schiefe- rungsflächen. Tafelige und blätterige Mineralien haben in der Schieferungsfläche selbst die besten Wachstums- und Gleitbedingungen. Infolge der neuen Stoffverteilung stellt die einzelne Schiefe- rungsfläche auch umgewandelter Schichtgesteine etwas Neues dar, aber in ihrer Lage im Raum sind die Schieferungsflächen zumeist in den

primär existierenden Unstetigkeitsflächen, den Schichtflächen vorgezeichnet. Schwieriger zu deuten ist die Umgestaltung ursprünglich massiger Gesteine zu kristallinen Schiefern. Hier müssen Unstetigkeitsflächen erst neu geschaffen werden. Bei der Durchbewegung werden solche Massen die Gleit- und Bewegungsflächen der benachbarten schichtigen Gesteine bei konkordantem Verbande als gleichsinnige, bei diskordantem als Transversalschieferung übernehmen, und die Um- und Neubildung der Mineralien wird sich dem Bewegungsflächensystem anpassen.

Vor allem aber sind keineswegs alle Gesteine mit der Textur der kristallinen Schiefer wirklich metamorphe, umgewandelte Gesteine, sondern viele sogenannte Gneise sind primär schiefrige Intrusivgesteine, insbesondere Granite. Ihre Intrusion ist an die Faltungstektonik des betreffenden Krustenabschnittes geknüpft, und sie haben ihre schiefrige Textur sogleich bei der Erstarrung erhalten. In der Schlußphase der Erstarrung können einem Granite unter Faltungstektonik Gleitflächen aufgezwungen werden, längs denen die Differentialbewegungen und die stoffliche Trennung der Mineralien erfolgen können bis zur Bildung der Schiefer- und Lagentextur. In vielen Gebieten der klassischen Folge Gneis, Glimmerschiefer, Phyllit haben wir den Gneis als einen primär schiefrigen Granit, die Glimmerschiefer als Ergebnis einer kombinierten Kontakt- und Bewegungsmetamorphose und die Phyllite der Außenzone als mehr oder minder rein dynamometamorphe Gebilde anzusehen. *Kontaktmetamorphose muß einem unter intensiver Faltungstektonik stehenden Gestein eine durchaus andere Textur geben als einem ruhenden Nebengestein.* Mineralbestand und Struktur ist ja bei Hörnfelsen und Glimmerschiefern ohnehin nahezu identisch.

Diese Anschauungen greifen auf Anregungen von E. Weinschenk zurück, der den „richtungslosen“ Intrusivmassen die unter Piezokristallisation primär gebildeten „Gneise“ und der normalen statischen Kontaktmetamorphose die Piézokontaktmetamorphose unter tektonischem Druck gegenübergestellt hat. Aber auch O. H. Erdmannsdörffer ist auf Grund seiner eingehenden Untersuchungen über Intrusivkontakte zu dem Ergebnis gekommen, daß durch kombinierte Kontakt- und Druckmetamorphose Gesteine vom Habitus kristalliner Schiefer entstehen können. Überhaupt haben gerade die Untersuchungen Erdmannsdörffers über Gesteinsmetamorphose die Grundlage geschaffen zu einem Ausgleich der verschiedenen widerstreitenden Meinungen. Die klassischen Untersuchungen H. Rosenbuschs über Kontaktmetamorphose z. B. haben nur deshalb zu anderen Ergebnissen geführt als die der französischen Petrographenschule — Barrois, Lacroix und Michel-Levy —, weil die geologischen Bedingungen in den verschieden untersuchten Gebieten verschiedene gewesen sind. Den wesentlichen Einfluß des Bewegungszustandes auf die Ausbildung von Kontaktgesteinen haben auch die Untersuchungen L. Milchs an Diabaskontakten gezeigt.

Jedenfalls ergibt sich, daß auch Art und Grad

der Metamorphose durch den Bewegungszustand der Erdkruste wesentlich mit bestimmt werden.

Von besonderer Bedeutung für den Verlauf der Gesteinsmetamorphose ist auch die Tiefenstufe, in der die Umwandlung vor sich geht. Diesem Umstande hat die von F. Becke eingeführte und von U. Grubenmann ausgebauten Gliederung der Erdkruste in Tiefenstufen Rechnung getragen. Dynamische und magmatische Vorgänge werden je nach der Tiefenstufe zu andern Produkten führen, jede Tiefenstufe weist die ihr eigentümlichen Mineralneubildungen auf. In der obersten Tiefenstufe werden unter vorwiegend dynamischen Einflüssen Gesteine phyllitischen Charakters geschaffen. Neben den aus Ton-schiefern gebildeten echten Phylliten finden wir hier zahlreiche Ergußgesteine, Porphyre, Keratophyre und Diabase fast bis zur Unkenntlichkeit umgewandelt vor. Eine mittlere Stufe ist besonders durch Glimmerschiefer gekennzeichnet, und die meist mit ihnen in konkordantem Verbande auftretenden „Gneise“, die sich als schiefrige Granite erweisen, deuten auf eine Unterstützung der dynamischen Umwandlung durch Agentien der Kontaktmetamorphose hin. Endlich in der untersten Tiefenstufe erlangen die magmatischen Kräfte ganz die Oberhand und erzielen eine vollständige Vergneisung. Injektion und Resorption sind weit verbreitet, Eruptiv-, Misch- und Sedimentgneise setzen in innigstem Verbande derartige Gebiete zusammen. Den „Phylliten“ als einer Konvergenzerscheinung der dynamischen Umbildung stehen die „Gneise“ als eine Konvergenzerscheinung der magmatischen Umbildung gegenüber, während die „Glimmerschiefer“ als Prototyp eines Produktes kombinierter Dynamo- und Kontaktmetamorphose gelten können. Es erübrigts sich zu betonen, daß ein Gestein auch mehrere Metamorphosen nacheinander durchmachen kann, so kann ein unter statischen Bedingungen gebildetes Kontaktgestein im Laufe seiner Geschichte einer dynamischen Umwandlung unterliegen, wie umgekehrt ein dynamometamorphes Gestein einer statischen Kontaktmetamorphose anheimfallen kann. Berücksichtigt man außerdem noch die Einflüsse der Tiefenstufen, so kommt man zu dem Vorhandensein polymetamorpher Gesteine, die eine ganze Reihe verschieden gerichteter Umwandlungen durchgemacht haben, und es ist auch eine rückschreitende Metamorphose möglich.

Die extremste magmatische Umformung ist die Einschmelzung. Es ist eine viel diskutierte Frage, wie weit durch Einschmelzung im großen, durch eine regionale Ein- bzw. Aufschmelzung gewissermaßen regenerierte Granite geschaffen werden können. In neuerer Zeit ist dieser Gedanke namentlich von Sederholm vertreten und von Gürich, Koenigsberger u. a. ausgebaut worden. Mit der Einschmelzung werden aber die Gesteinsmassen wieder dem Magma zugeführt, und der Kreislauf ist geschlossen.

Besprechungen.

Newcombs Astronomie für Jedermann. 4. vollkommen neu bearbeitete Auflage von R. Schorr und K. Graff der Hamburger Sternwarte. Jena, Gustav Fischer, 1922. VIII, 409 S., 89 Abbild., 1 Titelbild, 3 Tafeln und 3 Sternkarten. 14 × 22 cm.

Die „Populäre Astronomie“ von Newcomb-Engelmann, die „Astrophysik“ von Scheiner und Newcombs „Astronomie für Jedermann“ bilden seit langem das Dreigestirn der Standardwerke der deutschen populären astronomischen Literatur. Sie sind alle in der letzten Zeit in moderner, neu bearbeiteter Auflage erschienen. Die beiden ersten haben schon in diesen Blättern ihre Würdigung erfahren¹⁾. Es obliegt nun im folgenden eine Besprechung des dritten der genannten Werke.

Die vierte Auflage von Newcombs „Astronomie für Jedermann“ erscheint wie die erste vom Jahre 1907 aus der Feder zweier erprobter Forscher, der Professoren Schorr und Graff der Hamburger Sternwarte. Das Buch, im Gegensatz zu dem umfassenden Monumentalwerk der „Populären Astronomie“, vielfach unter dem Namen „Der kleine Newcomb“ bekannt, soll auch, wie im Vorworte betont wird, eine erste Einführung in die Astronomie darstellen und im Speziellen eine Vorstufe für das große Werk bilden.

In leichtfaßlicher Weise und formschöner Darstellung behandelt das erste Kapitel den Himmel und seine scheinbare Bewegung, das zweite die astronomischen Instrumente, hier auch die Grundlagen der Spektroskopie erläuternd. Wie auch schon in der Ausgabe von 1907 ist das Hauptgewicht auf die folgenden Ausführungen über die Sonne, Planeten und Kometen verlegt, welche in ihrer vorliegenden neuen Gestalt wohl eine mustergültige Darstellung in breiter erzählender Form darbieten. Zwei Bemerkungen seien hier eingestreut: Bei der Erwähnung der Titius-Bode'schen Reihe wäre vielleicht ein kurzer Hinweis auf die bessere Übereinstimmung des Gesetzes von Armellini mit der Beobachtung am Platze gewesen; bei der Besprechung des Mondes hätten wir gerne auch eine Andeutung der Anschauungen von Wegener gesehen. — Die Illustrationen sind vorzüglich und mit Bedacht ausgewählt, so z. B. die schönen Marszeichnungen von Antoniadi, Saturnphotographie von Barnard, moderne Kometenbilder.

Das Kapitel über die Fixsternwelt, das 1907 nur $\frac{1}{7}$ des Gesamtwerkes ausmachte, ist nunmehr auf Grund der modernen Erkenntnisse gänzlich neu bearbeitet und erweitert und umfaßt jetzt den vierten Teil des Buches. Referent hätte es gerne gesehen, wenn das Verhältnis noch günstiger für die Fixsternastronomie geworden wäre. Wohl sind Hertzsprungs und Russells Verdienste um die Riesen- und Zwergtheorie, die Kohlschütter-Adams Methode, die astronomischen Folgerungen aus der Relativitätstheorie, die Untersuchungen von Shapley, Arrhenius, Wilsing und Michelson besprochen, vielfach jedoch nur flüchtig gestreift worden; die Erwähnung der wichtigen Untersuchungen Sahas fehlt ganz, ja mit Bedauern müssen wir feststellen, daß selbst der Name Eddington im ganzen Werke nicht vorkommt. Da hätten wir lieber auf die Nennung etwa von Bouvard, Hencke oder Léonard verzichtet! Ohne den Umfang des Buches

¹⁾ Besprechung von Ludendorffs „Populäre Astronomie“, 6. Auflage, in N. W. 1922, Heft 14.

Besprechung von Scheiner-Graffs „Astrophysik“, 3. Auflage, in N. W. 1922, Heft 38.

erweitern zu müssen, ließe sich durch Kürzungen, beispielsweise der breiten Planetendarstellung, der Fixsternastronomie in einer Neuauflage der gebührende größere Raum zuweisen. Auch hier noch zwei kleine Bemerkungen: Die Bezeichnung „frühe, normale und spätere Sonnensterne“ auf S. 349 ist wohl nicht mehr so ganz passend. Begrüßenswert ist die Wahl der Normalparallaxe von 1",0, des Parsek oder der Sternweite, ebenso wie in Prof. Ludendorffs Buch. (Wir möchten nämlich die Behauptung in der Neuauflage der Scheinerschen „Astrophysik“ bezweifeln, daß sich nunmehr die Normalparallaxe von 0",1 eingebürgert hätte!)

Die Ausstattung des Buches ist ganz vorzüglich, sowohl Papier, Druck wie Wiedergabe der Illustrationen übertreffen da die erste Vorkriegsausgabe an Güte.

Bei einem wertvollen, viel gelesenen Werke muß bei gesteigertem Ansprache die Kritik einen strengeren Maßstab anlegen. Die hier vorgebrachten Einwände vermögen auch nicht den günstigen Allgemeineindruck des Werkes zu schmälern, das als erster Wegweiser in die Sternenwelt Hunderten schon treffliche Dienste geleistet hat und diesen Zweck in der vorliegenden Neubearbeitung sicherlich in noch verstärktem Maße erfüllen wird. W. E. Bernheimer, Wien.

Waibel, Leo, Winterregen in Deutsch-Südwest-Afrika

Eine Schilderung der klimatischen Beziehungen zwischen Atlantischem Ozean und Binnenland. Hamburgische Universität. Abhandlungen aus dem Gebiet der Auslandskunde (Fortsetzung der Abhandlungen des Hamburgischen Kolonialinstituts) Bd. 9, Reihe C. Naturwissenschaften Bd. 4. Hamburg, L. Friederichsen & Co., 1922. VI, 112 S., 1 Tafel und 6 Karten. 8°.

An die Tropen mit Regen bei höchstem Sonnenstande, wodurch in der Nähe des Äquators fast überall zwei Regenzeiten entstehen, die dann in höheren Breiten in eine einzige zusammenschmelzen, schließen sich nord- und südwärts die Gebiete der sogenannten Subtropen an. Sie bringen für die Westseiten der Kontinente Winterregen. Das für uns bekannteste Winterregengebiet ist das der europäischen Mittelmeerlande. Doch auch über den anderen Erdteilen finden wir das gleiche Prinzip der jährlichen Regenverteilung, so empfangen das Kapland, Südwestaustralien, Chile und Kalifornien Winterregen.

Über die jährliche Verteilung der Niederschläge im Kapland sind wir durch die Arbeiten der englischen Meteorologen gut unterrichtet. Mit der genaueren Bestimmung der Nordgrenze dieses Winterregengebiets, das mit seinen nördlichsten Ausläufern in das deutsche Schutzgebiet Südwestafrika hineinragt, beschäftigt sich die vorliegende Arbeit von L. Waibel. Im allgemeinen gehört Deutsch-Südwestafrika in das Gebiet der sommerlichen Niederschläge, nur im südlichen Namaland treten daneben Winterregen in solcher Stärke auf, daß sie für die Vegetation und für die Wirtschaft eine gewisse Bedeutung erlangen.

Die Arbeit zeichnet sich durch eine sehr übersichtliche, natürliche Gliederung und durch recht anschauliche Darstellung aus. Neben der geographischen Lage werden einleitend die Bedeutung der kalten Meeresströmung, die als Benguelaströmung aus polaren Breiten stammendes Meerwasser an der afrikanischen Westküste entlangführt, und die Oberflächengestaltung des Landes als die Voraussetzungen für die klimatischen Verhältnisse behandelt. Daran schließt sich eine Darstellung der allgemeinen Witterungsfaktoren,

gegliedert in: Luftdruck, Wind, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Seenebel, Wolken und Niederschläge, wobei vor allem die Beziehungen zwischen Meer und Land herausgearbeitet werden. Bei aller Anerkennung der Mühe und Sorgfalt, mit der der Verf. in das ihm vorliegende Material einzudringen versucht und eigene Beobachtungen dabei verwertet, muß aber doch festgestellt werden, daß es hierbei für den Meteorologen sehr störend wirkt, die neueren Anschauungen über die Luftdruck- und Windverhältnisse jener Gegenden im allgemeinen und die der Zyklen und Antizyklonen im besonderen nicht mit berücksichtigt zu sehen. Hätte der Verf. z. B. die Arbeiten von W. J. S. Lockyer über die Luftzirkulation auf der Südhemisphäre und die von F. Racson über den südlichen Zylkonengürtel mit verwertet, dann würde die Darstellung des Luftdruckes, der Winde und wohl auch der Temperatur eine wesentlich andere, dem heutigen Stande der Meteorologie mehr entsprechende Form bekommen haben. So wird der Klimatologe sich hauptsächlich an die Verarbeitung des Beobachtungsmaterials halten, die dadurch an Wert gewinnt, daß der Verf. reichlich aus eigener Anschauung schöpfen konnte. Selbstverständlich entstammen nicht alle Beobachtungen gleichen Perioden, und auch die Homogenität wird nicht immer gewahrt sein, so daß die Schlüsse häufig nur mit Vorsicht gezogen werden könnten.

Beachtung verdient die Schilderung der Seenebel, die durch die geringere Wassertemperatur an der Küste hervorgerufen, sich nicht nur auf den Küstenstrich beschränken, sondern oft auch landeinwärts reichen und vielleicht noch in den manchmal häufigen Nebeln des Hochlandsrandes wiederzufinden sind. Unter der Beschreibung der Hauptwolkenarten sind die als Nebelwolken mit geschlossener Frontlinie bezeichneten bemerkenswert. Neben den als Regen fallenden Niederschlägen werden mit Recht Tau und Nebelregen besonders betrachtet. Sie sind das ganze Jahr hindurch an der Küste häufig; Nebelregen bilden hier die Hauptmasse der Niederschläge. Im Binnenlande sind die Nebelregen während des Sommers selten und treten auch wegen der stärkeren Gewittertätigkeit aus Nordosten nicht mehr ganz rein auf, dagegen lassen sich im Winter, wo die Gewittertätigkeit nicht mehr stört, die Niederschläge wieder schärfer charakterisieren. Nach den neuesten Messungen ergibt sich nun, daß neben den schon lange bekannten Nebelniederschlägen im Winter auch stärkere meßbare Regen auftreten. Anzutreffen sind sie von 26° südl. Breite ab polwärts an der Küste, in der Namib und vor allem am Hochlandsrand. In der südlichen Namib und am Hochlandsrand bis in die Gegend von Aus sind die Winterregen sogar stärker als die Sommerregen. Aus dem Juni 1914 werden Mengen, die 50 und 60 mm übersteigen, angegeben. Es sind typische Depressionsregen, die als Folge der äquatorwärts gerichteten Verschiebung des Zylkonengürtels den Südrand von Deutsch-Südwestafrika streifen. Die als Ausnahme auftretenden Gewittererscheinungen entsprechen ganz den auch auf der nördlichen Erdhalbkugel vorkommenden Wintergewittern. Daß Reif und Schnee nicht unbekannte Erscheinungen besonders auf den hochgelegenen Teilen sind, kann nicht überraschen. Wenn gleichzeitig mit dem Winterregen im Süden Reif im Norden und in der Mitte des Gebietes notiert wird, so wird dies verständlich, sobald man zu der Vorstellung kommt, daß man es hier mit einem Vorstoß der „Polarfront“ zu tun hat. Schnee

kommt häufiger vor als bisher bekannt geworden war. Eine Schneedecke von mehreren Tagen, wie Ende Juli bis Anfang August 1915 in Aus dürfte aber zu den großen Seltenheiten gehören.

Der Hauptteil der Arbeit beschäftigt sich mit den Winterregen im besonderen, unter denen nur solche Regen verstanden werden, deren Wassergehalt durch westliche Winde vom Atlantischen Ozean herangeführt wird. Verspätete Sommerregen, die mit den Gewittern noch in den Übergangsmonaten aus Nordosten kommen, werden also ausgeschieden. Sehr eingehend besprochen wird das zeitliche und räumliche Auftreten der Winterregen, sowie ihre Bedeutung für den Haushalt der Natur und die Wirtschaft des Menschen. In diesem Bericht können nur einige Ergebnisse kurz angedeutet werden.

Küste und Binnenland empfangen nicht Jahr für Jahr im gleichen Verhältnis Winterregen. Am häufigsten treten diese im Juni auf. Ob sie, wie es nach der kurzen Beobachtungsreihe den Anschein hat, wirklich gewisse Monatstage bevorzugen, bedarf erst noch des Beweises. Die längeren Reihen aus dem Westen der Kapkolonie dürften hierüber schon Aufklärung geben. Die Schwankungen von Jahr zu Jahr sind beträchtlich und hängen natürlich mit der Lage des Gebietes an der Grenze zwischen Subtropenmaximum und Zylkonengürtel zusammen. Eine bestimmte Beziehung zwischen Sommerregen und Winterregen konnte ihrer ganz verschiedenen Entstehungsursachen wegen nicht nachgewiesen werden. Die Unterlage für die Feststellung des Verbreitungsgebietes der Winterregen bildet eine Karte, zu der die Reihen von 88 Regenmeßstationen nach vorsichtiger Reduktion auf die 11jährige Periode 1904—1914 benutzt wurden. Als Vergleichsreihen dienten die drei vollständigen Reihen von Lüderitzbucht, Aus und Warmbad. Nach dieser Karte gehört der größte Teil unserer ehemaligen Kolonie zu dem Gebiet, das keine oder doch nur unmeßbare winterliche Niederschläge empfängt. Die verhältnismäßig noch sehr geringe Menge von 5 bis 15 mm fällt im Bezirk Warmbad im Südosten, in der nördlichen Namib und über dem nördlichen Hochlandsrand. Über 15 mm Winterregen empfangen nur die südliche Namib und der südliche Hochlandsrand. Tsirub ist mit 80 mm die Station mit dem meisten Winterregen. Nach Süden über englischem Gebiet nimmt dieser dann schnell an Menge zu.

Für den Wasserhaushalt der Natur können solche geringen Mengen nicht von allzu großer Bedeutung sein, nur in der südlichen Namib ist ihre Wirkung schon zu verspüren. Bei stärkeren Güßen können die Reviere zum Laufen kommen. Für die Pflanzenwelt, die auch von den geringeren, sogar von den unmeßbaren Niederschlägen Nutzen zieht, ist die winterliche Regenmenge dagegen ausschlaggebend. Erst sie bedingt die immergrüne Vegetation der Küste, die wintergrüne Flora in der südlichen Namib, die von den sommerlichen Regen der nördlichen Gebiete nicht mehr erreicht wird, die wintergrünen Grasflächen am Hochlandsrand und auf den Hochlandsbergen selbst, schließlich im zentralen südlichen Namaland eine wenigstens gelegentlich zum Blühen kommende Halbstrauch- und Grasvegetation. Die wirtschaftliche Bedeutung der Winterregen für die Besiedlung ist nur in den Tsirubbergen, wo sie Farmwirtschaft ermöglichen, und im äußersten Süden mit dem winterlichen Weidebetrieb nachweisbar. Den Schluß der Arbeit bildet ein Vergleich mit der Westküste Südamerikas, wo die Verhältnisse ein getreues Spiegelbild zu Südafrika bieten.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß die Hamburgerische Universität in der Reihe ihrer Abhandlungen aus dem Gebiet der Auslandkunde für die vorliegende Arbeit eine sehr gute Ausstattung und reichlich Raum zur Verfügung stellte, so daß L. Waibel seine Gedanken in solcher Ausführlichkeit, unterstützt durch zahlreiche Tabellen und gut ausgeführte Karten, entwickeln konnte; bei den Schwierigkeiten, die sich heute der Drucklegung jeder wissenschaftlichen Arbeit entgegenstellen, eine sehr hoch einzuschätzende Tatsache.

K. Knoch, Berlin.

Baur, Franz, Die Veränderlichkeit der Temperatur aufeinanderfolgender Monate und die periodischen Schwankungen der Jahrestemperatur in Deutschland. Mitteilungen der Wetter- und Sonnenwarte St. Blasien-Höchenschwand, Heft 2. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn A.-G., 1922. 32 S. 4°.

Die vorliegende Untersuchung gehört zu jenen mit dem Anwachsen der meteorologischen Beobachtungsreihen immer häufiger gewordenen Untersuchungen, die sich die Erforschung der im Witterungsverlauf etwa vorhandenen mehrjährigen Perioden zum Ziel gesetzt haben. Der Verfasser geht dabei von der Veränderlichkeit der Temperatur *aufeinanderfolgender* Monate aus, die im Gegensatz zur Veränderlichkeit gleicher Monate bisher nur selten untersucht wurde.

Benutzt sind die Beobachtungen des fünfzigjährigen Zeitraums 1870—1919 von folgenden ziemlich gleichmäßig über Deutschland verteilten Stationen: Königsberg i. Pr., Berlin, Hamburg, Breslau, Leipzig, Münster i. W., Bamberg, Frankfurt a. M., München und Karlsruhe i. B. Als Mittelwerte, auf die die Abweichungen der einzelnen Monate bezogen wurden, wurden die meist schon von anderer Seite berechneten Mittel 1851—1910 gewählt. Sie dienten zunächst dazu, die mittlere Temperatur für Deutschland in den einzelnen Monaten zu berechnen. Die zwischen 18,0 ° im Juli und —0,7 ° C im Januar schwankenden Werte stellen naturgemäß etwas sehr Problematisches dar. Die Differenz der Abweichungen zweier aufeinanderfolgender Monate vom Normalwert wird als „zwischenmonatliche Veränderung“ und das Mittel aus einer Reihe solcher Differenzen als „zwischenmonatliche Veränderlichkeit“ der Temperatur bezeichnet. Sie hat als Mittel der Reihe 1870—1919 folgende Werte:

Januar	2,42	Juli	1,28
Februar	1,68	August	1,11
März	1,69	September	1,39
April	1,65	Oktober	1,69
Mai	1,46	November	2,13
Juni	1,51	Dezember	2,40

Jahr 1,70.

Der Jahresgang entspricht vollkommen dem der mittleren Veränderlichkeit, seine Zerlegung ergibt eine jährliche und halbjährliche Periode. Daß aber die mittlere Veränderlichkeit nicht allein ausschlaggebend ist, ergab das Studium der Erhaltungstendenz des Vorzeichens der Temperaturabweichung, worin ausgedrückt wird, ob im Durchschnitt auf zu warme Monate wieder zu warme oder umgekehrt auf zu kalte wieder zu kalte folgen. Diese Erhaltungstendenz wechselt von Monat zu Monat in ganz charakteristischer Weise. Die größte Erhaltungstendenz besteht vom Februar zum März und die geringste vom Mai zum Juni, den zweitgrößten Betrag erreicht sie zwischen Juli und August. Mit Hilfe der Korrelationsmethode ergibt sich aber, daß nur die größere Erhaltungstendenz vom Februar zum März nicht durch Zufall bedingt ist. Sie ist auch bei posi-

tivem Vorzeichen größer als bei negativem und gilt besonders, wenn man die März-Temperatur zum Winter in Beziehung setzt. In den Jahren 1870—1919 folgte in Deutschland auf einen zu warmen Winter in 78 % der Fälle auch ein zu warmer März. Für die überräumlich warmen und überräumlich kalten Monate und Jahreszeiten mit einer Temperaturabweichung, die den doppelten Betrag der mittleren Veränderlichkeit erreichte, wurde keine ausgesprochene Erhaltungstendenz nachgewiesen.

Dies sind in groben Umrissen die Tatsachen, die F. Baur über das Verhalten der Veränderlichkeit der Temperatur aufeinanderfolgender Monate feststellen konnte. Im zweiten Teile der Arbeit wird mit Hilfe der Fourierschen Analyse untersucht, ob die zwischenmonatliche Veränderlichkeit nicht auch längeren Perioden unterliegt. Zur Entscheidung der Reellität der Perioden wird dabei die als Schustersches Kriterium bekannte Verknüpfung der Wahrscheinlichkeitsrechnung mit der Fourierschen Analyse und ein von Ansel vorgeschlagenes Kriterium, das die Phase der Periode berücksichtigt, benutzt. Es ergab sich, daß die Perioden von 2, 2,5, 3,4, 4,5 und 5,5 Jahren Dauer reell sind. Unter der oben gegebenen Definition der zwischenmonatlichen Veränderlichkeit folgt aber, daß sie nur dann periodisch sein kann, wenn auch die Temperatur periodischen Schwankungen unterliegt. Dabei muß die Schwingungsdauer der Temperaturperioden doppelt so groß sein als die Perioden der zwischenmonatlichen Veränderlichkeit. Wir haben also mit Temperaturperioden von ungefähr 4, 5, 7, 9 und 11 Jahren zu rechnen. In den Temperaturabweichungen der einzelnen Monate konnten auch schließlich Perioden von ungefähr 2½, 4, 7 und 11 Jahren nachgewiesen werden, die 5- und 9jährigen mögen durch Überlagerung entstehen. Auf noch längere Perioden wird aus den 36 Jahrestemperaturabweichungen geschlossen und eine 18jährige und eine 36jährige Periode vermutet, ein Schluß, der aber bei der Kürze der Beobachtungsreihe wohl zu sehr durch bereits bekannte Perioden beeinflußt ist.

Sehr interessant ist schließlich auch der vom Verfasser unternommene Versuch, mit Hilfe der für kleinere Zeitabschnitte ermittelten Amplituden und Phasen der Temperaturperioden durch Extrapolation über den jeweils vorliegenden Zeitraum hinaus den Temperaturcharakter des nachfolgenden ersten, zweiten und dritten Jahres vorherzusagen, wobei die Haupttypen: sehr warm, warm, normal, kühl, kalt unterschieden wurden. Als Ergebnis stellt der Verfasser fest, daß unter den 57 gegebenen Vorhersagen nur 6, d. h. 16 % in vollständigem Gegensatz zu dem wirklich eingetretenen Temperaturnittel standen. Doch erscheint es mir nicht zulässig, bei der Beurteilung des Wertes dieser Prognosen jene Fälle unberücksichtigt zu lassen, in denen die Prognose nicht vollkommen eingetroffen ist. Vollständige Treffer erzielten nur 28 von 57 Prognosen. Der unbefangene Leser wird deshalb doch nicht ganz der Ansicht zustimmen können, daß die Voraussage des thermischen Charakters künftiger Jahre im Prinzip der Lösung nähergebracht sei, indem es gelang, mit einer verhältnismäßig kleinen Anzahl von Hilfsperioden die Temperaturschwankungen soweit darzustellen, um die Oszillationen für eine beschränkte Zahl von Jahren aus zurückliegenden Beobachtungen im voraus rechnerisch zu bestimmen. Wenn aber auch das Ergebnis noch nicht vollständig befriedigt, so ist es doch dankenswert, daß diese Untersuchung durchgeführt wurde. Jeder Weg, der zum Ziele einer brauchbaren

Prognose auf längere Zeit führen kann, muß sorgfältig geprüft werden, und so bedeutet auch die Arbeit von F. Baur einen schätzbareren Beitrag zur Untersuchung dieses so wichtigen Problems.

K. Knoch, Berlin.

Heide, C. von der, und F. Schmitthennner, Der Wein
(Weinbau und Weinbereitung, Chemie und Untersuchung des Weines.) Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1922. VI, 350 S. und 38 Abbildungen.

Das vorliegende Buch ist ein erweiterter Sonderabdruck des Abschnittes „Wein“ aus Muspratts Handbuch der technischen Chemie. Es gliedert sich in zwei Abschnitte: Den „Weinbau“ behandelt Schmitthennner, während v. d. Heide die „Weinbereitung“ bearbeitet. Durch die Zusammenarbeit der beiden Verfasser, die auf langjährige Erfahrung an der Geisenheimer Lehranstalt zurückblicken können, ist hier ein grundlegendes Werk entstanden, das von größtem Wert ist für jeden, der auf dem Gebiet des Weinbaus und der Weinbereitung zu tun hat, oder der sich über die damit zusammenhängenden biologischen und chemischen Fragen unterrichten will.

Im Abschnitt „Weinbau“ finden wir zuerst eine Übersicht über die verschiedenen Rebsorten. Die weit-aus wichtigste Art der Gattung Vitis — die einzige europäische — ist Vitis vinifera mit sehr vielen Variationen, die in jahrhundertelanger Kultur erprobt sind und von verschiedenem Wert für die einzelnen Lagen und Verwendungsarten sind. Erst in neuerer Zeit sind amerikanische Arten der Gattung wichtig geworden, etwa 6—8 Spezies, die zwar keinen brauchbaren Wein, z. T. sogar keine genießbaren Trauben liefern, aber wegen ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Schädlinge als Unterlage zur Ppropfung und als Ausgangsmaterial zur Züchtung von Wert sind.

Die Schädlingsbekämpfung ist beim Weinstock vielleicht von größerer Bedeutung als bei jeder anderen Kulturpflanze, ja es ist zweifellos, daß ohne die Erforschung der Lebenstätigkeit die Rebschädlinge und ohne ihre zielbewußte Bekämpfung der deutsche Weinbau bereits verschwunden wäre. Das vorliegende Buch gibt eine gute Übersicht über die wichtigsten Schädlinge des Weinbaus. In Deutschland überragen vier von ihnen alle anderen bei weitem an Wichtigkeit: zwei Pflanzen, Plasmopara (Peronospora) viticola, der Erreger der Blattfallkrankheit und Lederbeerenkrankheit, und Uncinula necator (= Oidium Tuckeri), der Pilz des Meltaus oder Äscherigs; und zwei Tiere, der Heu- und Sauerwurm, Conchyliis ambiguella (und Eudemis botrana) und die allbekannte Reblaus, Phylloxera vastatrix. Der Kampf gegen diese Schädlinge stellt der angewandten Biologie eine große Reihe von Aufgaben. Außer der seit Jahren geübten, aber immer noch längst nicht vollkommenen Methode der Bekämpfung mit chemischen Mitteln gewinnt in letzter Zeit ein neuer Weg Bedeutung. Man versucht, durch Kreuzung die guten Eigenschaften unserer einheimischen Reben mit der Krankheitsimmunität der amerikanischen Arten zu kombinieren. Das Ideal wäre eine gegen Reblaus, Peronospora und Oidium resistente Rebe mit den edlen Eigenschaften unseres europäischen Weinstocks. Es ist aus verschiedenen Gründen unwahrscheinlich, daß sich eine solche Idealrebe erzielen lassen wird. Doch kann man die Reblausfestigkeit bei der Züchtungsarbeit aus dem Spiel lassen, da es gelingt, die erzielten Bastarde auf reblausfeste Wurzeln von amerikanischen Arten — oder noch besser auf die von Bastarden von Amerikanern untereinander oder mit

Europäern — zu ppropfen. Solche Bastardierungen sind schon in sehr großer Zahl ausgeführt und auch über die für sie geeigneten Unterlagen liegen schon viele Untersuchungen vor. In Deutschland arbeiten die staatlichen Institute an diesen Fragen, da das Reblausgesetz dem einzelnen nicht gestattet, amerikanische Reben anzubauen. In Frankreich dagegen sind auch viele Privatunternehmen mit den Fragen der Rebzüchtung beschäftigt. Das vorliegende Buch gibt eine gute Einführung in diese Fragen.

Der von v. d. Heide bearbeitete Teil des Buches behandelt eingehend die Theorie und Praxis der Weinbereitung. Ausgehend von der Chemie der Traube und des Mostes finden die biochemischen Vorgänge der Gärung eine gründliche Darstellung. Die physiologische Tätigkeit von Organismen ist ja bei der Weinbereitung von der größten Bedeutung. Es handelt sich da nicht nur um die allbekannte Alkoholgärung, sondern um sehr verwickelte physiologische Leistungen der Organismen, die z. T. noch wenig durchschaut sind. So liefern die Hefen nicht nur den Alkohol, sondern je nach ihren Rassen in verschiedenem Maß: Glycerin, Bernsteinsäure und einen Teil der „Bukettstoffe“. Ihre Arbeit ist also für die Eigenschaften des Weines von sehr großer Bedeutung. Auch Bakterien sind im werdenden Wein an der Arbeit. Lange bekannt sind die unerwünschten Stoffwechselprodukte der Essig- und Milchsäurebakterien, deren Tätigkeit eine richtige Kellerbehandlung möglichst einzuschränken trachtet. Neuere Forschungen erst haben gelehrt, daß auch eine günstige Beeinflussung des Weines durch Bakterientätigkeit stattfindet. So wird der „biologische Säureabbau“ von Bakterien bewirkt, die die Apfelsäure in die weniger sauer schmeckende Milchsäure umsetzen, ein Vorgang, der bei der meist zu hohen Säure der deutschen Weine nach Möglichkeit unterstützt werden muß.

Den Schluß des Werkes bildet eine sehr eingehende Anweisung zur chemischen Analyse von Most und Wein nach den neuesten Verfahren. An diesem Gebiet hat der Verfasser durch zahlreiche eigene Arbeiten einen großen Anteil.

Einen ganz besonderen Wert erhält das Buch durch seine sehr eingehenden Literaturnachweise. Gerade für das hier in Frage kommende Gebiet sind sie von großer Bedeutung, weil die Literatur in vielen Zeitschriften, darunter auch manchen nicht wissenschaftlichen, verstreut ist.

Das Werk wird ohne Zweifel ein wichtiges Handwerkszeug vieler Biologen und Chemiker werden.

Walter Kotte, Freiburg i. Br.

Festschrift zum 50jährigen Jubiläum der Höheren Staatlichen Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau zu Geisenheim a. Rh. Mainz, Verlag der „Deutschen Wein-Zeitung“ und der Monatshefte „Wein und Rebe“, 1922. 734 S.

Der stattliche, schön ausgestattete Band bringt eine Geschichte der bekannten Anstalt und eine große Reihe von Arbeiten aus ihrem Forschungs- und Lehrgebiet. Die Besprechung kann nur einige von ihnen herausgreifen. Der Weinbau nimmt den größten Raum ein; Wissenschaftler und Praktiker berichten über ihre Arbeiten, so daß das Buch eine gute Übersicht gibt über die augenblicklich wichtigsten Fragen des Weinbaus und der Weinbereitung. Biermann berichtet über Erfahrungen in neuzeitlicher Reberziehungsart und Laubbearbeitung sowie über die Versuche mit Anbau veredelter Reben, d. h. von Reben mit europäischem Stamm

auf reblaufester amerikanischer Unterlage. Ein langer Artikel *Kroemers* stellt die Reblauffrage im Rheingau dar. Über neuere Erfahrungen in der Bekämpfung der anderen wichtigsten Rebschädlinge (*Peronospora*, *Oidium*, *Heu-* und *Sauerwurm*) handelt eine Arbeit *Lüstners*. Mit einem Sammelreferat und mehreren Spezialarbeiten behandelt *v. d. Heide* die Biochemie der Weinbereitung. *Schmitthennner* berichtet über die Verwendung von Bakterienfiltern zur Weinentkeimung, *Elßmann* über Beobachtungen zur Entwicklungsphysiologie der Hefe. Von der Tätigkeit auf dem Gebiete des Obst- und Gartenbaus handeln Artikel *Junges* und *Glindemanns*. Ein ausführliches Verzeichnis der Veröffentlichungen der Angehörigen der Anstalt und ein Sachregister der von ihr herausgegebenen Jahresberichte bilden den Schluß.

Walter Kotte, Freiburg i. Br.

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Über das Element der Atomzahl 72.

Die Bohrsche Theorie des Atombaues ist nicht nur imstande, Rechenschaft von der Periodizität in den Eigenschaften der Elemente zu geben, wie sie im periodischen System zum Ausdruck kommt, sondern erklärt auch die an einzelnen Stellen des Systems auftretenden Abweichungen von dieser¹⁾. Die Theorie bringt bekanntlich das Auftreten von Unregelmäßigkeiten im periodischen System mit der Ausbildung von inneren Elektronengruppen in Verbindung. So wird das Auftreten der seltenen Erden mit der Ausbildung der 4quantigen Elektronenkonstellation von einer vorläufig abgeschlossenen Gruppe von 18 Elektronen — verteilt in drei Untergruppen — zu einer endgültig abgeschlossenen Gruppe von 32 Elektronen — verteilt in vier Untergruppen — in Verbindung gebracht, während welcher die Zahl der 5- und 6quantigen Elektronen sich nicht ändert. Aus seiner Theorie konnte *Bohr* schließen, daß beim Element Lu (71) die 4quantige Elektronengruppe bereits vollständig ausgebildet ist, und daß wir also erwarten müssen, daß beim nächsten Element (72) die Zahl der 5- und 6quantigen Elektronen um eins größer ist als bei den seltenen Erden. In der Sprache der Chemie bedeutet dies, daß das Element 72 nicht mehr zu den seltenen Erden gehört, sondern ein vierwertiges Element und homolog mit dem Zirkon ist²⁾.

¹⁾ Siehe *N. Bohr*, Zs. für Phys. 9, 1, 1922 sowie *N. Bohr* und *D. Coster*, Zs. für Phys. 12, 342, 1923.

²⁾ Daß man zwischen Tantal und den seltenen Erden ein Zirkonhomolog zu erwarten hat, wurde schon 1895 von *Julius Thomsen* vermutet (Zs. anorg. Chem. IX, 19). Neuerdings hat auch *Bury* (Journ. am. Chem. Soc. July 1921) in seinen an *Langmuir* anknüpfenden Betrachtungen über das periodische System darauf hingewiesen, daß man zwischen den dreiwertigen seltenen Erden und dem fünfwertigen Tantal ein vierwertiges Element zu erwarten hat. Die Auffassung, daß das Element 72 der Gruppe der seltenen Erden angehören sollte, ist dagegen in den meisten Darstellungen des periodischen Systems vertreten. Neuerdings bekam sie anscheinend eine Bestätigung durch die Mitteilung *Dauvilliers* (C. R. Mai 1922) der Beobachtung einiger sehr schwachen Linien in einer Röntgenspektrumaufnahme eines von *Urbain* dargestellten Präparats seltener Erden, die einem Element von Atomnummer 72 zugeschrieben wurden. Dieses Element wurde als identisch mit einer früher von *Urbain* in diesem Präparat vermuteten seltenen Erde *Celtium* angesehen. Diese Auffassung muß aber durch unsere Resultate als widerlegt betrachtet werden (vgl. Nature 20. Januar 1923).

Da die chemisch homologen Elemente sehr oft in der Natur gemeinsam auftreten, lag der Gedanke nahe, das Element 72 in Zirkonmineralien zu suchen. Wir haben zu diesem Zwecke eine größere Zahl Zirkonminerale verschiedener Herkunft sowie auch einige käufliche Zirkonpräparate röntgenspektroskopisch untersucht. In allen Fällen wurden Linien beobachtet, welche nur vom Element 72 hervorgerufen werden konnten.

Die Versuche ergaben, daß in allen untersuchten Zirkonmineralien etwa 5 bis 10 % vom Element 72 anwesend sind. Eine Schätzung der Konzentration des Elementes 72 in den verschiedenen Proben ermöglichte das folgende Verfahren: Man mischte zum Präparat eine bekannte Menge von Tantal (Ordnungszahl 73) und verglich die Intensität der Tantallinien mit denen des Elementes 72; man bestimmt demnach, welche bekannte Tantalkonzentration dieselbe Linienintensität hervorruft wie die unbekannte Menge des Elementes 72. In allen käuflichen Zirkonpräparaten wurde über 1 % des Elementes 72 gefunden, in einem sogar etwa 5 %.

Versuche zur Trennung des Elementes 72 von Zirkon führten einerseits zu von dem neuen Element völlig freien Zirkon, andererseits zu Präparaten, die etwa 50 % des Elementes enthielten. Dabei wurden die Methoden angewandt, die zur Trennung der vierwertigen Elemente gebräuchlich sind. Es ist uns bisher die Untersuchung von 9 Linien der L-Serie des Röntgenspektrums des Elementes 72 gelungen, nämlich der Linien α_1 , α_2 , β_1 , β_2 , β_3 , β_4 , γ_1 , γ_2 und γ_3 Linie (in *Siegbahns* Terminologie). Die Werte stimmen innerhalb 1 X Einheit (10^{-11} cm) mit den Werten überein, welche man durch Interpolation aus den Wellenlängentabellen des Lunder Institutes erhält. Auch die relative Intensität der Linien ist genau so, wie man dies nach Analogie mit dem Verhalten bei den nächstliegenden Elementen 71 und 73 erwarten möchte. Für das neue Element 72 wurde von uns der Name *Hafnium* vorschlagen. Eine ausführliche Beschreibung des benutzten Trennungsverfahrens der röntgenspektroskopischen Resultate sowie des Ergebnisses einer vorläufigen Atomgewichtsbestimmung werden bald in den Mitteilungen der Kopenhagener Akademie erscheinen.

Kopenhagen, Universitetets Institut for teoretisk Fysik, den 31. Januar 1923.

D. Coster. G. v. Hevesy.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Deutscher Ausschuß für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. Der Deutsche Ausschuß für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht, der bekanntlich aus Vertretern einer größeren Zahl wissenschaftlicher Gesellschaften und Vereine — Hochschulprofessoren und Schulmännern — besteht, hat seit 1914 mehrere Jahre lang keine Vollversammlung abgehalten, doch hat der engere geschäftsführende Ausschuß die Vorgänge im Erziehungs- und Bildungswesen aufmerksam verfolgt und sich durch eine Reihe von Schriften an der schon in der ersten Kriegszeit einsetzenden Reformbewegung beteiligt. Gegenüber der einseitigen Betonung der sogen. ethischen Unterrichtsfächer hat der Deutsche Ausschuß immer von neuem auf den Wert der mathematisch-naturwissenschaftlichen Bildung hingewiesen. Von den Schriften des Deutschen Ausschusses (2. Folge) sind seither erschienen: „Der mathematische Unterricht an den höheren Knabenschulen nach dem Kriege“ von *H. E. Timer-*

ding und „Der naturwissenschaftliche Unterricht an den höheren Schulen“ von F. Poske und R. von Hanstein. Vom ärztlichen Standpunkte behandelte A. Czerny in der Schrift „Die Erziehung zur Schule“ die Aufgabe des Elternhauses, schon im vorschulpflichtigen Alter die Kinder zur Ausdauer, zur Selbstständigkeit und zum Pflichtbewußtsein zu erziehen. Durch gewisse unerfreuliche Erfahrungen während der Kriegszeit angeregt, waren Verhandlungen mit angesehenen Sexualethikern und Vertretern der Gesellschaft zur Bekämpfung der Geschlechtskrankheiten gepflogen worden. Daraus ergaben sich die Schriften „Die Aufgaben der Sexualpädagogik“ von H. E. Timerding und „Sexuelle Erziehung im Lehrerseminar“ von P. Brohmer. Es wurde dabei nicht verkannt, daß die entscheidenden Mittel gegen Ausschweifungen auf geschlechtlichem wie auf anderen Gebieten in der Erstarkung des Willens und in der Bildung der Persönlichkeit liegen.

Im Juli 1916 erhielt der Deutsche Ausschuß vom preußischen Unterrichtsministerium den Auftrag, einen Lehrplanentwurf für den mathematischen Unterricht an den drei Gattungen von höheren Knabenschulen auszuarbeiten. Zahlreiche Besprechungen innerhalb des Ausschusses sowie mit anderen Vertretern des Faches führten zu Vorschlägen, die an die „Meraner Lehrpläne“ von 1905 anknüpften. Im Zusammenhange damit erschien in den Fachzeitschriften eine „grundätzliche Äußerung“ des Deutschen Ausschusses über die Stellung des mathematischen Unterrichts an den höheren Knabenschulen, als eine Abwehr der von Vertretern anderer Fachgruppen des Unterrichtswesens erhobenen Forderung, eine Kürzung des mathematischen Unterrichts vorzunehmen. Auch fand im Oktober 1916 zu Frankfurt a. M. eine gemeinsame Sitzung des Vorstandes des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts mit Mitgliedern des Deutschen Ausschusses statt, auf der eine Reihe von Leitsätzen zur Schulorganisation im allgemeinen und zur Unterrichtsgestaltung im besonderen beraten und beschlossen wurde. In ihnen war namentlich auch stärkere Pflege des biologischen Unterrichts bis in die obersten Klassen aller höheren Schulen gefordert und die Bedeutung der praktischen Erziehung zur Selbsttätigkeit betont.

Im September und Oktober 1917 unternahmen zwei Mitglieder des Deutschen Ausschusses, die Herren A. Gutzmer und W. Lietzmann, auf Veranlassung des preußischen Unterrichtsministeriums eine Studienreise, um die Anwendungen von Mathematik und Physik im Heeresdienst sowohl in der Heimat wie an der Front kennen zu lernen. Sie erstatteten darüber einen Bericht auf einer Tagung der Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Mathematik und Physik im November 1917, worauf in einer Entschließung erklärt wurde, daß aus den Erfahrungen des Weltkrieges sich die offenkundige Notwendigkeit ergebe, für die allgemeine Verbreitung exakt-wissenschaftlicher Kenntnisse und der Einsicht in ihre praktische Verwendbarkeit noch eingehender und umfassender vorzusorgen als bisher.

Wenige Monate darauf, im Mai 1918, fand zum erstenmal wieder eine Gesamtsitzung des Deutschen Ausschusses, ebenfalls in Göttingen, statt. Dort wurde an erster Stelle das Verhältnis des erdkundlichen zum mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht, unter Beteiligung führender Vertreter der Erdkunde, behandelt. Der Deutsche Ausschuß beschloß, für die Durchführung des erdkundlichen Unterrichts an allen drei höheren Schulen einzutreten mit dem

ausdrücklichen Vorbehalt, daß die nötig werdende Vermehrung der Erdkundestunden nicht auf Kosten des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts erfolgen dürfe. Die besonderen Vorschläge für den Unterricht fanden ihre Darstellung in der Schrift „Die Stellung der Erdkunde im Rahmen der Allgemeinbildung“ von P. Wagner. In derselben Sitzung wurden mit Vertretern der Göttinger Universität die Maßnahmen erörtert, die zur tatkräftigen und wirksamen Förderung der aus dem Felde zurückkehrenden Studierenden ins Auge zu fassen seien. Die vorgeschlagenen Maßnahmen sind nachmals in beträchtlichem Umfange verwirklicht worden.

Bald nach Beendigung des Krieges trat die Einheitsschulbewegung in den Vordergrund des allgemeinen Interesses. Der geschäftsführende Ausschuß nahm dazu im Juli 1919 in einer Reihe von Leitsätzen Stellung, in denen namentlich gefordert wurde: die geplante Grundschule darf höchstens vierjährig sein; an einer deutschen Oberschule müssen Mathematik und Naturwissenschaften stärker betrieben werden als am bisherigen Lehrerseminar; für den Besuch der Universitäten und Technischen Hochschulen ist eine Erziehung zum wissenschaftlichen Denken erforderlich, die der bisher an höheren Lehranstalten erlangten nicht nachsteht; die Bedeutung der niederen und höheren technischen Fachschulen wird voll anerkannt und für ihren Besuch eine Vorbildung entsprechend der bisher auf den Realschulen erworbenen gefordert; an etwa einzurichtende pädagogische Hochschulen sollen auch Vertreter der Mathematik und der Naturwissenschaften als Dozenten berufen werden; zur Beratung über die endgültige Gestalt des Einheitsschulwesens sind Vertreter praktischer Berufe, namentlich auch Ärzte, heranzuziehen. —

Auf der Reichsschulkonferenz im Juni 1921 war der Deutsche Ausschuß durch seinen Vorsitzenden H. Timerding vertreten; außer ihm nahmen von Mitgliedern des Deutschen Ausschusses noch W. Lietzmann und F. Poske an der Konferenz teil und traten dort für die Interessen des realistischen Unterrichts ein.

Gelegentlich der Naturforscherversammlung in Nauheim im September 1920 hatte eine Beratung des geschäftsführenden Ausschusses mit den dort anwesenden Mitgliedern des Deutschen Ausschusses stattgefunden. Es wurde beschlossen, in eine Neubearbeitung der Meraner Lehrpläne einzutreten, wofür durch die bereits erwähnte Bearbeitung der mathematischen Lehrpläne schon der Anfang gemacht war. Die dazu eingesetzte Kommission hat die Arbeit in enger Fühlungnahme mit einem weiteren Kreise von Fachmännern ausgeführt. Die „Neuen Lehrpläne für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht an den höheren Lehranstalten“ sind im Herbst 1922 als Heft 8 der Schriften des Deutschen Ausschusses im Verlag von B. G. Teubner erschienen. Sie unterscheiden sich von den Meraner Plänen in der Mathematik namentlich durch eine für alle Klassen durchgeführte Pflege des Zeichnens und Messens, ferner in einer Einbeziehung der Elemente der Infinitesimalrechnung auch auf der Oberstufe der Gymnasien und einer entsprechenden Erweiterung der Funktionsbetrachtungen auf den vorhergehenden Stufen. Auf die Beziehungen zur Wirklichkeit und die praktischen Anwendungen wird mehr Nachdruck gelegt als früher, desgleichen auf eine schärfere Erfassung des Größenbegriffs. In den Naturwissenschaften sind die praktischen Schülerübungen auf allen Gebieten und in allen Schulgattungen als verbindliche Teile des Unterrichts behandelt und ein-

gehende Vorschläge für deren Aufteilung auf die einzelnen Fächer gemacht. Für die Oberstufe der hum. Gymnasien sind vier naturwissenschaftliche Stunden gefordert, damit auch ein bescheidenes Maß chemischer und biologischer Kenntnisse übermittelt werden kann. Auch für die Naturwissenschaften kommt in den vorliegenden Plänen die Beziehung zur Wirklichkeit und die Erziehung zur Wirklichkeit und die Erziehung zum Wirklichkeitsdenken stärker als früher zur Geltung, was besonders in der vermehrten Pflege der technischen und wirtschaftlichen Seite, der Heimatkunde und in der Gesundheitspflege seinen Ausdruck findet.

Die „Neuen Lehrpläne“ erstrecken sich zunächst auf die drei älteren Formen höherer Schulen. Nicht minder wichtig aber war die Aufgabe, Pläne für die im Entstehen begriffenen neuen Schultypen der neunstufigen deutschen Oberschule und der an die Volksschule anschließenden Aufbauschule zu schaffen. Schon im Jahre 1920 hat der Deutsche Ausschuß im Auftrage der obersten preußischen Unterrichtsbehörde mathematische Lehrplanvorschläge für diese neuen Schulgattungen entworfen; er hat sich ferner in Eingaben an verschiedene deutsche Schulbehörden scharf gegen eine einseitig literarische Auffassung des Begriffs „Deutsches Bildungsgut“ gewendet und die Anerkennung der realistischen Bildungselemente als wertvoller deutscher Kulturgüter gefordert. Ohne angemessene Einschränkung des bisher üblichen fremdsprachlichen Betriebes aber sei dieses Ziel auf der deutschen Oberschule unerreichbar. Dementsprechende Lehrplanentwürfe für die Gesamtheit des mathematischen, naturwissenschaftlichen und erdkundlichen Unterrichts sind im Jahre 1921 den deutschen Regierungen überreicht worden. Die Grundzüge dieser Entwürfe haben auch in die erwähnte Schrift über „Neue Lehrpläne“ Aufnahme gefunden. Endlich ist einiges Grundsätzliche zur Reform des höheren Mädchenschulwesens und zur Frage der Gabelung des Unterrichts auf der Oberstufe der höheren Lehranstalten angeschlossen worden.

Die Frage des Lehrplans der Grundschule ist ebenfalls vom Deutschen Ausschuß mit Männern der Volksschule beraten worden. Der Deutsche Ausschuß hat seine darauf bezüglichen Forderungen im Januar 1921 in einer vom preußischen Unterrichtsministerium einberufenen Konferenz vertreten und sich namentlich gegen jede Überspannung der Ziele im Deutschen auf Kosten der realistischen Fächer gewendet. Auch in dieser Hinsicht hat der Deutsche Ausschuß Vorstellungen bei den Unterrichtsbehörden erhoben. Verbunden hiermit ist die Frage der Reform des gesamten Volksschulunterrichts und die noch schwierigere Frage der künftigen Ausbildung der Volksschullehrer. Hier wird besonders darauf hinzuwirken sein, daß stets eine hinreichende Zahl realistisch ausgebildeter Volksschullehrer vorhanden ist. Der Deutsche Ausschuß hat besondere Richtlinien hierfür entworfen und eine Beteiligung von seiner Seite an der weiteren Bearbeitung des Gegenstandes in die Wege geleitet.

Es wird aus dem Mitgeteilten ersichtlich sein, wie vielseitig die Tätigkeit des Deutschen Ausschusses in den letzten Jahren gewesen ist und wie unentbehrlich sein weiteres Fortbestehen ist, wenn die Sache der realistischen Bildung nicht Schaden leiden soll. Die Förderung dieser Bildung bedeutet nicht ein einseitiges Fachinteresse, sondern eine nationale Notwendigkeit. Der Ausgang des Wirtschaftskampfes, den wir zu führen haben, hängt zu einem erheblichen Teil davon ab, in welchem Maße unser Volk gelernt haben wird, reali-

stisch zu denken, d. h. die Dinge rein sachlich zu beurteilen und sachgemäß zu behandeln. Zur Erreichung dieses Ziels mitzuwirken ist die vornehmste Aufgabe jedes realistischen Unterrichtes.

F. Poske.

Beitrag zur Geschichte der Relativitätstheorie. Es dürfte kaum allgemein, ja nicht einmal in dem engeren Kreise der Fachgelehrten bekannt sein, daß bereits in der Mitte des 17. Jahrhunderts durch den vorwiegend als geistreichen Schriftsteller und Hudegen, aber gar nicht als Physiker bekannten Franzosen Cyrano de Bergerac die Relativitätstheorie der Bewegung schon mit einer für die damaligen Verhältnisse überraschenden Klarheit ausgesprochen wurde. Die höchst merkwürdige und überraschende Stelle findet sich in dem nach seinem Tode (1655) herausgegebenen: „Fragment de Physique“, ist also vor Newton erschienen, denn Newton, geb. 1647, war damals erst acht Jahre alt. Ich zitiere nach den von P. L. Jacob herausgegebenen *Oeuvres de Cyrano de Bergerac* (Paris, Adolphe Delahaye 1858) Band I. Hier findet sich unter Kapitel V die im folgenden in deutscher Übersetzung wiedergegebene Betrachtung. In dieser im übrigen wörtlich getreuen Übersetzung habe ich der größeren Deutlichkeit wegen, ohne dadurch den Sinn zu ändern, einige Worte beigefügt. Diese Beifügungen sind durch eckige Klammern ersichtlich gemacht.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß Cyrano de Bergerac schon damals, und zwar, wie er ausdrücklich hervorhebt, „im Gegensatz zur allgemeinen Ansicht“ den Begriff eines absoluten Raumes verwirft. In einem früheren Kapitel führt er nämlich aus, daß es keinen leeren Raum geben könne, und daß Raum und Materie zwei identische Begriffe sind. Es ist auch ganz besonders interessant, daß er als Beispiel für die Relativität der Bewegung nicht etwa eine gleichförmige geradlinige, sondern eine Rotationsbewegung anführt. Sogleich führt er aber das von ihm selbst vorgebrachte Kriterium ad absurdum, daß man nämlich jenen Körpern am ehesten noch die *wirkliche* Bewegung zuschreiben könne, in denen die „Ursache“ der Bewegung liegt. Hierzu benutzt er das Beispiel eines gegen den Strom schwimmenden Mannes, der bezüglich der Flußufer als röhrend zu betrachten ist, obgleich die „Ursache der Bewegung“ doch diesem Manne zuzuschreiben ist. Im übrigen möge der Originaltext besser als alle Kommentare sprechen.

Sehr bemerkenswert sind auch zwei weitere Äußerungen, die sich im Kapitel VII finden, wo von der Verlangsamung der Bewegung die Rede ist. Dort findet sich eine an sich etwas unklare, aber immerhin überraschende Gleichsetzung der Wirkung der schweren und tragen Masse. Ferner wird dort nach einer in ihren Details nicht ganz klaren Deduktion in überraschend einfacher und klarer Weise der Impuls- und Energiesatz ausgesprochen.

Fragment de Physique.

Kapitel V. Über die Bewegung und Ruhe.

Nachdem ich ernstlich über die Natur der Bewegung nachgedacht habe, scheint es mir, daß alles, was wir sagen können, um die Kenntnis zu erklären, die wir von ihr haben, darin besteht, zu sagen, daß sie der Übergang eines Körpers von der Nachbarschaft gewisser Dinge in die Nachbarschaft anderer Dinge ist. Und damit entferne ich mich ein wenig von der allgemein verbreiteten Ansicht, welche die Bewegung

als den Übergang eines Körpers von einem Ort zu einem anderen Ort definiert, weil diese [Ansicht] annimmt, daß alle Körper in einer Ausdehnung oder einem Raum, von dem sie tatsächlich verschieden sind, eingefügt sind, so daß, indem man dieser Ausdehnung auch einzelne Teile zuerkennt, man annimmt, daß der bewegte Körper successive an den Ort versetzt wird, in dem er enthalten ist. Dieser Gedanke wäre vernünftig, wenn das, was er voraussetzt, wahr wäre. Da wir aber diese vorgebliche Ausdehnung negieren, weil sie die Materie selbst ist, so sind wir gezwungen, diese Beweglichkeit mit Bezug auf die Teile der Materie zu betrachten und nicht von jenem eingebildeten Ort, der keine Teile hat, da er ja keine Ausdehnung hat. Sich bewegen also heißt, sich von gewissen Teilen eines Körpers trennen, um sich an den Teilen eines andern Körpers anzufügen. Und da jede Trennung wechselseitig ist, d. h. daß ein Körper sich nicht von einem anderen Körper trennen kann, ohne daß dieser sich gleichzeitig von ihm trennt, so folgt daraus, daß man nicht wahrnehmen könnte, daß ein Körper sich mit Bezug auf einen andern bewege, ohne daß dieser andere Körper sich mit Bezug auf den ersten bewege und demzufolge, wenn ich in der Welt eine Pirouette um meine eigene Achse mache, oder wenn ich, ohne mich zu rühren, auf denselben Orte verharre (was wieder dasselbe ist¹⁾), so folgt daraus, daß die Teile der Welt, die mich umgeben, sich von gewissen Teilen meiner Körperoberfläche trennen und sich anderen Teilen anfügen — so folgt daraus, sage ich, dasselbe, wenn ich mich in der Welt um meine Achse gedreht habe, wie wenn alle Teile der Welt sich um mich herum bewegt hätten. *Man kann daher nicht aussprechen, daß das Eine sich eher bewegt als das Andere, wenn man nicht noch gewisse Voraussetzungen annimmt, von denen die beste, die man machen kann, wohl die ist, daß man die Bewegung jenem Körper zuschreibt, in dem die Ursache der Trennung [von der Mitwelt] liegt, und dem andern die Ruhe.* Deswegen wird man, wenn ein Mensch in der Welt eine Pirouette macht, sagen, daß dieser Mensch sich bewegt und nicht die Welt, weil er die Ursache der Trennung ist. Trotz dieser Regel [ist es schwer] den bewegten Körper vom unbewegten zu unterscheiden, wenn ein Mann in einem Schiffe von der Strömung des Wassers und der Luft davongetragen wird und er sich doch nicht von den benachbarten Körpern, die ihn umgeben, trennt, oder wenn [daneben] ein anderer in einem Flusse ebenso viel Kraft aufwendet, um gegen den Strom hinaufzuschwimmen, wie der Strom Kraft aufwendet, um ihn nach abwärts zu ziehen. Denn obwohl er immer gegenüber derselben Gegend am Ufer verbleibt, muß er sich doch unablässig bewegen, da er sich doch fortwährend von gewissen Teilen des Wassers trennt, um sich andern anzufügen und die Ursache dieser Trennung in ihm liegt. Trotzdem kann man sagen, daß dieser Schwimmer unbewegt ist, wenn man ihn mit den Partien des Ufers vergleicht, zu denen er immer in der gleichen Lage ist und bewegt, mit Rücksicht darauf, daß er sich von einem bestimmten Orte des Schiffs bordes entfernt. Aber wie man wissen kann, ob man das Recht hat, einem Körper Ruhe oder Bewegung zuzuschreiben, indem man ihn eher mit einem

entfernten Ding vergleicht, als mit dem, welches ihn unmittelbar umgibt, das lasse ich dahingestellt sein. In jedem Fall ist dies nur eine Namensfrage und es heißt eigentlich, pedantischerweise nur über ein Façon de parler disputieren, welcher, wenn jemand sie gebraucht, ohne sich näher zu erklären, man nicht gezwungen ist, eher die eine Interpretation zu geben als die andere.

Kapitel VII.

Von der Verlangsamung der Bewegung.

Wir erkennen verschiedene Grade von Geschwindigkeit in der Bewegung und gleichzeitig verschiedene Grade der Kraft (Stärke), mit welcher ein Körper gegen einen bestimmten Ort hinstrebt, welche „Schwere“ heißt, wenn sie gegen die Erde gerichtet ist. Obwohl man sich dieses Namens nicht bedient, um die Wirkung aller möglichen Bewegungen zu erklären, so hängt dies doch immerhin von unserem Gutdünken ab, denn wir erkennen keinen Unterschied zwischen der Wirkung einer durch eine Kanone gegen eine Stadtmauer geschleuderten Kugel und der Wirkung, die diese Kugel ausübt, wenn sie von oben nach unten fällt, weil bei diesen beiden Zusammenstreffen die Wirkung der Kugel darin besteht, einen Druck auf den Körper auszuüben, den sie auf ihrem Wege findet

. . . . So wird man verstehen, wieso die Bewegung eines Körpers sich in dem Maße verlangsamen muß, wie er sie andern mitteilt, Welch letztere fortfahren werden, sich zu bewegen, bis auch sie ihre ganze Bewegung andern Körpern mitgeteilt haben.

Aus dieser Erklärung ist es leicht, zu schließen, daß in der „Welt“ die Bewegung weder abnimmt noch zunimmt, weil es sich erweist, daß, was ein Körper daran verliert, von einem andern Körper in Besitz genommen wird. Ing. Biach, Wien.

Die Nordlichterscheinungen und die sich anschließenden Probleme. (Vortrag von C. Störmer auf dem Mathematiker-Kongreß zu Helsingfors 1922.) Eine befriedigende Erklärung des Nordlichtphänomens ist erst im Laufe der letzten 20 Jahre gegeben worden. Sie ist im wesentlichen eine Frucht der Arbeiten norwegischer Physiker, denen der Norden des eigenen Landes, nahe der Zone maximaler Nordlichthäufigkeit, Gelegenheit zu Beobachtungen bot. Man kann in der Geschichte der Nordlichtforschung drei Zweige unterscheiden, die sich im Laufe der Entwicklung gegenseitig anregen: Der erste bezieht sich auf die Beobachtung der Erscheinungen. 1892 gelang es Brendel und Baschin an der bekannten Beobachtungsstation Bossekop (Lappland) unter Benutzung farbenempfindlicher Platten die ersten brauchbaren Nordlichtphotographien zu erzielen. Seitdem wurden stereophotogrammetrische Verfahren ausgebildet; gleichzeitige Aufnahmen von zwei um mehrere Kilometer voneinander entfernten Standpunkten aus geben Struktur, Helligkeitsverteilung und räumliche Lage des Polarlichts. Die zeitlichen Veränderungen sind neuerdings kinematographisch festgehalten worden (Störmer 1913; Expositionszeit des Einzelbildes etwa 2 Sekunden). Spektroskopische Beobachtungen und Aufnahmen geben Aufschluß über die Natur der leuchtenden Gase. — Die beiden anderen Zweige beziehen sich auf die Erklärung des Nordlichts, und zwar entweder experimentell durch Nachahmung in den bekannten Terrella-Experimenten Kr. Birkelands (Verhalten von

¹⁾ Hierunter ist vermutlich zu verstehen, daß ein auf der Erde ruhender Körper mit Rücksicht auf die Umdrehung der Erde ohnedies in 24 Stunden eine Pirouette macht. (Anmerkung des Übersetzers.)

Kathodenstrahlen in der Nähe einer magnetisierten Kugel) oder *theoretisch* durch Berechnung der Bahnen elektrischer Teilchen, die von der Sonne ausgehen und in den Bereich des Magnetfeldes der Erde gelangen.

In dem hier zu besprechenden Vortrag gibt Störmer einen kurzen Überblick über die Entwicklung und den heutigen Stand der Polarlichtforschung, namentlich — seinem eigenen Arbeitsgebiet entsprechend — über den zuletzt genannten theoretischen Zweig. Poincaré hatte — im Anschluß an ein Birkelandsches Experiment — gezeigt, daß ein elektrisches Teilchen unter der Wirkung eines Magnetpols spiralförmig auf dem Mantel eines Rotationskegels läuft, dessen Spitze in dem Magnetpol liegt; hierin liegt das Urbild des den erdmagnetischen Kraftlinien parallelen „Nordlichtstrahls“. Störmer stellt für die Nordlichttheorie das folgende allgemeine Problem auf: „In einem gewissen Moment sei im Raum zwischen Sonne und Erde eine Verteilung von Strömen elektrischer Teilchen gegeben; wie entwickelt sich das Phänomen und das entsprechende elektromagnetische Feld, wenn man die gegenseitigen elektromagnetischen Wirkungen zwischen den Strömen, der Sonne und der Erde in Betracht zieht?“ Zunächst ist die Aufgabe nur unter stark vereinfachenden Voraussetzungen (elektrisches Teilchen im Felde eines Elementarmagneten) in Differentialgleichungen umgesetzt. Es gelingt zwar nicht, diese Gleichungen vollständig zu lösen, aber das Studium eines ersten Integrals und einzelner, durch numerische und graphische Integration gewonnener Bahnkurven wirft ein Licht auf gewisse Ergebnisse der Birkelandschen Experimente. Die Theorie erklärt auch — selbst in dieser idealisierten Form — viele wesentliche Züge der beobachteten Nordlichterscheinungen, z. B. die Existenz zweier Zonen maximaler Nordlichthäufigkeit, die die magnetischen Pole der Erde umgeben, ferner die vorzugsweise ost-westliche Erstreckung der Nordlichtbögen, die starke Veränderlichkeit der Erscheinung, Form und Lage der Strahlen usw. Jedoch besteht eine Schwierigkeit: selbst bei der Annahme schnellster Kathodenstrahlen würde die erwähnte Zone maximaler Nordlichthäufigkeit nur wenige Grad Abstand von der magnetischen Erdachse haben, während dieser Radius in Wirklichkeit etwa 20° — 25° beträgt. Erst durch die Berücksichtigung eines korpuskularen Ringstroms, der die Erde in der Ebene des magnetischen Äquators in weitem Abstand umkreist, gelang es Störmer, die wirkliche Lage der Maximalzone zu erklären; das gleichzeitige Auftreten von Polarlichtern außerhalb dieser Zone und erdmagnetischer Störungen wird als Wirkung von Veränderungen dieses Ringstroms gedeutet¹⁾.

Aus der Lage und Lichtverteilung in den Nordlichtstrahlen lassen sich Schlüsse auf die Höhe und Zusammensetzung der Atmosphäre ziehen. Die verhältnismäßig scharfe *untere Grenze* der Nordlichterscheinungen in etwa 90 km Höhe sowie die stärkere Leuchtkraft der untersten Teile der Strahlen will Störmer dahin deuten, daß in 95—120 km Höhe der Übergang von der unteren Sauerstoff-Stickstoff-Atmosphäre in die obere Wasserstoff-Helium-Atmosphäre stattfindet. Die Spitzen der Strahlen des Nordlichts vom 22. bis

¹⁾ Über die aus erdmagnetischen Beobachtungen folgenden Beweise für die Existenz dieses Ringstroms, den von Birkeland herrührenden experimentellen Nachweis und die daraus für die Erklärung des Saturnrings und anderer kosmischer Erscheinungen gezogenen Schlüsse vergl. A. Nippoldt, Erdmagnetismus, Erdstrom und Polarlicht (Sammlung Göschen), 3. Aufl., Berlin 1921.

23. März 1920 erreichten Höhen von 600 km und brachten dadurch die erste sinnfällige Kunde von diesen entfernten Teilen unserer Atmosphäre.

Zum Schluß erwähnt Störmer die überraschende Ähnlichkeit zwischen den Bahnen von Kathodenstrahlen im Felde eines Magneten und der Gestalt der Sonnenkorona; er erklärt sie durch die Annahme eines — dem Erdfelde ähnlichen — magnetischen Feldes der Sonne, das die Bahnen der von der Sonne ausgesandten, die Korona erzeugenden Kathodenstrahlen beeinflußt. Allerdings ergibt diese Überlegung für die Sonnenoberfläche ein Feld von nur etwa 10^{-7} Gauß, während Hale aus dem Zeeman-Effekt 20—50 Gauß findet.

J. Bartels.

Der Sonnenschein in Deutschland. Der Klima-Atlas von Deutschland, in welchem G. Hellmann die geographische Verbreitung der wichtigsten klimatischen Elemente unseres Vaterlandes in der konzentrierten Form von Isorythmenkarten zur Darstellung gebracht hat¹⁾, sucht man vergeblich nach einer Karte der Isohelien (Linien gleicher Sonnenscheindauer). Über die Gründe, die zu dieser Unterlassung geführt haben, verbreitet sich Hellmann jetzt ausführlicher in einer Akademieabhandlung²⁾. Der Hauptgrund liegt in der Unvollkommenheit der gebräuchlichen Registrierapparate (Sonnenscheinautographen Campbell-Stokes), die keine streng vergleichbaren Werte liefern, welche die Konstruktion von Isohelien ermöglichen würden. Immerhin gelang es aus dem umfangreichen Material mit aller Vorsicht einige Ergebnisse abzuleiten. Zur Verwertung kamen nur lange Beobachtungsreihen von 20 bis 25 Jahren aus dem Zeitraum 1891 bis 1915. Die Mittelwerte sind für jede Tagesstunde jedes Monats in Tabellen wiedergegeben, und zwar für die Stationen Berlin, Bremen, Breslau, Brocken, Celle, Dirschau, Erfurt, Geisenheim, Helgoland, Hohenheim bei Stuttgart, Jena, Karlsruhe, Kassel, Kiel, Kolbergermünde, Magdeburg, Marburg, Marggrabowa, Meldorf, Nesserlandschleuse bei Emden, Niesky, Poppelsdorf bei Bonn, Potsdam, Rostock, Samter, Schlanstadt und Schneekoppe. Den Stundenmitteln und deren Summen sind noch für jeden Monat hinzugefügt die Werte für die mittlere Dauer in Stunden wie in Prozenten der möglichen Dauer, die mittlere, größte und kleinste Zahl der sonnenlosen Tage, die größte stündliche Summe, größte und kleinste monatliche wie jährliche Summe sowie die mittlere Dauer in den Stunden 9 a bis 12 a und 12 a bis 3 p.

Schließlich ist noch die mittlere Dauer des Sonnenscheins für die Stunden 9 a bis 3 p in Stunden wie in Prozenten der Jahressumme angegeben und aus letzteren Werten der heliographische Koeffizient in der Weise berechnet worden, daß man den Quotienten bildet, der das Verhältnis der beobachteten mittleren Sonnenscheindauer eines Monats zu jener ausdrückt, welche diesem Monat bei einer ganz gleichförmigen Verteilung über das Jahr zukommen würde. Ist also der heliographische Koeffizient größer als eins, so erhebt sich die Sonnenscheindauer über den Durchschnitt, was naturgemäß im Sommerhalbjahr regelmäßig der Fall ist.

¹⁾ Klima-Atlas von Deutschland. Bearbeitet von G. Hellmann und G. von Elsner, H. Hense und K. Knoch. (Veröffentlichungen des Preußischen Meteorologischen Instituts Nr. 312.) 63 Kartenseiten, 40 S. Text. Berlin 1921. — Vergl. Die Naturwissenschaften, Berlin 1921, Jahrgang 9, Heft 45, S. 931—932.

²⁾ Die Sonnenscheindauer in Deutschland von G. Hellmann. Sitzungsber. d. Preußischen Akad. d. Wiss., Physikal.-math. Klasse, Berlin 1922, S. 266—293.

Das Jahresmittel der täglichen Sonnenscheindauer beträgt durchschnittlich etwa $4\frac{1}{2}$ Stunden, im Westen weniger als im Osten. Auf den Gipfelstationen, Brocken und Schneekoppe, sinkt es auf 3,6 Stunden. Zieht man nur die Sonnenscheindauer von 9^h a. m. bis 3^h p. m. in Betracht, um die störenden Einflüsse der geographischen Lage (geographische Breite und Beeinflussung des freien Horizontes durch das Gelände) auszuschalten, so ergeben sich Durchschnittswerte zwischen 2,15 (Brocken und Schneekoppe) und 2,75 (Sänter) Stunden.

In ganz Deutschland haben in der kalten Jahreshälfte die drei Stunden nach Mittag mehr Sonnenschein als die drei vorhergehenden, so daß also im Winter als Sonnenseite nicht der Süden, sondern Süd-südwest zu gelten hat. Als größte Jahressumme kann man rund 2000 Stunden (Geisenheim 2050) annehmen, als kleinste im Nordosten 1300, im Westen 1100 Stunden. Die Veränderlichkeit der Sonnenscheindauer ist verhältnismäßig am größten im Winter, am kleinsten im Sommer. Die mittlere Zahl der Tage ohne meßbaren Sonnenschein beträgt in Jena 68, auf dem Brocken 126, an den übrigen Orten meist 80 bis 88 Tage im Jahre. Ein Monat ohne jeden Sonnenschein ließ sich an keiner Station feststellen, doch hatte Rostock ein einziges Mal im Dezember 29 sonnenlose Tage; im Gegensatz dazu gab es in Marburg, Kassel und Potsdam im Oktober einmal 31 Tage mit Sonnenschein.

Auf die sonstigen zahlreichen interessanten und wichtigen Einzelheiten, wie z. B. die Mängel der Registrierapparate und die Auswertung der Aufzeichnungen, die Häufigkeit des Eintretens der Stufenwerte, die Beziehungen der Sonnenscheindauer zur Bewölkung, die Ausnahmestellung der Großstädte und andere Feststellungen methodologischer Natur einzugehen, ist im Rahmen dieses kurzen Hinweises nicht möglich.

O. B.

Kohlenoxyd im Tabakrauch. (Henry E. Armstrong, Brit. med. journ. Nr. 3208, S. 992—993, 1922.) Verf. untersuchte den Rauch von Zigarren und Zigaretten, um einen Einblick zu gewinnen, in welchem Maße giftige Gase, speziell Kohlenoxyd, vorhanden sind. Die Blutprobe zum Nachweis von CO kann erst nach Reinigung des Rauches mit Watte, rauchender Schwefelsäure und konzentrierter Natronlauge erfolgen. Beim Rauchen verschiedener Zigarettenarten oder von Pfeifen durch „künstliches“ Saugen wurde festgestellt, daß 80 % Luft durch die Zigaretten, 50 % durch Pfeifen, 30 % durch Zigarren gesaugt werden. Da der gefundene CO-Gehalt sehr niedrig war, wurde der gereinigte Rauch nach Gautier über erhitztes Jodpentoxyd geleitet und das dabei frei werdende Jod durch Titration bestimmt. Der CO-Gehalt ist stark von der Geschwindigkeit des Rauchens abhängig. Bei raschem Ansaugen der Luft werden Ausdehnung und Temperatur der glühenden Masse gesteigert, mehr CO gebildet. Im allgemeinen enthält Zigarettenrauch zwischen 0,5—1 % CO. In einer weiteren Versuchsreihe wurde der im Munde angesammelte Rauch direkt analysiert. Alte, abgelagerte Zigarren lassen Luft leicht durchtreten. So erklären sich die niederen CO-Werte. Die Dichte und Festigkeit der Zigarrenwickelung sowie die Geschwindigkeit des Rauchens sind hierbei neben der Länge der glühenden Masse bestimmende Faktoren. Rasche Raucher erzeugen demnach vielmehr CO. Von einer zu $\frac{1}{2}$ gerauchten Durchschnittszigarette betrug das gebildete Rauchvolumen 0,303 Kubikfuß, mit 7 % CO-Gehalt. 1 Kubikfuß Kohlengas enthält soviel CO wie 4 Zigarren. Beim Inhalieren des Zigarettenrauches

dringen vermutlich flüchtige Destillationsprodukte weiter vor als beim Zigarettenrauchen, weswegen leicht Übelsein auftritt. Bei Zigarettenrauchern finden sich oft Zeichen von CO-Absorption im Blute. Ein Freund des Verf. hatte 5 % CO im Blute, ein anderer ebenso starker Zigarettenraucher hatte mutmaßlich wegen intensiven Gas- und allgemeinen Stoffwechsels kein CO im Blute.

Schübel, Würzburg.

Astronomische Mitteilungen.

Die Entfernung der kugelförmigen Sternhaufen. Der Streit um die neuen Anschauungen über den Aufbau des Sternsystems ist noch immer nicht abgeschlossen, doch hat sich die Diskussion in der letzten Zeit fast ausschließlich darauf zugespitzt, ob die von Shapley zur Messung der Entfernung der Kugelhaufen benutzte Skala der Größenordnung nach richtig ist. Zur Entscheidung dieser Frage sind zwei Punkte wichtig:

1. Gilt ein und dieselbe „period-luminosity curve“ gleicherweise für lang- und kurzperiodische Cepheiden und sowohl in den Sternhaufen wie in der kleinen Magellanwolke, für die sie ursprünglich abgeleitet wurde?
2. Ist der Nullpunkt dieser Kurve, d. h. die Ausgangsordinate für die absoluten Helligkeiten, richtig festgelegt?

In einer Reihe von Bemerkungen, zusammengefaßt unter dem Titel „Notes bearing on the distances of clusters“ (Harvard Circular 237), nimmt Shapley neuerdings Stellung zu diesen Fragen und zu der Kritik, die an seinen Arbeiten geübt wurde. Dabei liegt das Hauptgewicht auf der Widerlegung der Einwände Kapteyns und van Rhijns¹⁾, die weitauft die wichtigsten und am meisten beachteten in der letzten Zeit vorgebrachten sind. K. und v. Rh. hatten bekanntlich auf Grund der aus den EB abgeleiteten mittleren Parallaxen von 14 kurzperiodischen Cepheiden den Nachweis führen zu können geglaubt, daß diese sämtlichen Sterne uns verhältnismäßig nahe ($\bar{\pi} = 0''\cdot065$) und daher als Zwerge ($M = +4,0$) zu betrachten seien. Es ergäbe sich daraus eine Nullpunktskorrektion der Shapleyschen „period-luminosity curve“ um mehr als vier Größenklassen, d. h. eine Verkleinerung des ganzen Shapleyschen Systems im Maßstab 1 : 8. Shapley zeigt nun, daß die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der von Kapteyn vorgeschlagenen Methode — Berechnung der $\bar{\pi}$ aus den v -Komponenten der EB — nicht zutreffen: die τ -Komponenten, welche die Spezialbewegungen der Sterne repräsentieren, sind nicht klein gegenüber den v -Komponenten, wie es der Fall sein müßte, wenn letztere in der Hauptsache als Reflex der Sonnenbewegung gedeutet werden dürften. Sie sind vielmehr von gleicher Größe, was offenbar Kapteyn entgangen ist, da er die τ gar nicht berechnete. Shapley findet $\bar{\pi} = 0''\cdot047$, während $\bar{v} = 0''\cdot048$ ist. Man kommt damit aber im Gegensatz zu den großen Parallaxen Kapteyns zu einer Trift rasch bewegter, absolut sehr heller Sterne, deren Zielpunkt:

$$R. A. = 147^\circ \pm 15^\circ; \text{Decl.} = -57^\circ \pm 9^\circ$$

$$\mu_t = +0''\cdot039 \pm 0\cdot008 \text{ entspr. } 220 \text{ km/sec}$$

sich deckt mit dem von Strömer (Mt. Wilson Contr. 210) für alle Sterne mit großen Geschwindigkeiten gefundenen. Diese Anschauung wird bestätigt durch

¹⁾ Siehe Naturw. 1922, Heft 24.

die Radialgeschwindigkeiten, die man für 5 der Sterne kennt und die der Reihe nach — 50, — 196, — 51, — 193, — 74 km, im Mittel 113 km betragen. Vergleicht man diese mittlere Radialgeschwindigkeit, die *Shapley* auf 100 km reduziert, um ja nicht zu hoch zu greifen, mit der entsprechenden mittleren τ -Komponente, $\bar{\tau} = 0''031$ (nicht $0'',0031$, wie versehentlich a. a. O. S. 4 steht), so findet man als mittlere Parallaxe $\bar{\pi} = 0'',00147 \pm 0'',00039$, und dieser Wert ist nur 1.8 ± 0.5 mal so groß als der von *Shapley* früher angegebene und gibt keine Veranlassung, die absolute Helligkeit der kurzperiodischen Cepheiden wesentlich kleiner als 0 anzunehmen.

In einer zweiten Notiz weist *Shapley* darauf hin, daß bis jetzt in mindestens 6 Sternhaufen und in der Magellanwolke das gleichzeitige Vorkommen lang- und kurzperiodischer Cepheiden festgestellt sei und daß überall die Bedingungen der „period-luminosity curve“ erfüllt seien.

Die dritte Notiz gilt dem Nachweis der Identität der Lichtkurven typischer Cepheiden in der Magellanwolke und isolierter galaktischer. In ein- und dieselbe Figur sind die beobachteten Helligkeiten der Magellan-Cepheiden (Periode 6,3 bzw. 127,0 Tage) und die durch lineare Transformation der Phase und Amplitude diesen Verhältnissen angepaßten Lichtkurven zweier entsprechenden galaktischen Cepheiden (Periode 5,8 bzw. 102,8 Tage) eingezzeichnet. Die Kurven genügen vollkommen den Beobachtungen.

In der vierten Notiz zeigt *Shapley*, daß, wie schon kurz in Harvard Bulletin 765 angezeigt (siehe den Schluß des oben zitierten Referats), die von Miß *Leavitt* in der Magellanwolke aufgefundenen 25 Cepheiden mit Perioden über einem Tag und 13 mit Perioden unter einem Tag durch ein- und dieselbe „period-luminosity curve“ dargestellt werden. Ein gleiches gilt für 5 langperiodische und 90 kurzperiodische Cepheiden in ω Centauri. An dieser Stelle wird nun auch noch eine Prüfung des Nullpunkts der Kurven angeschlossen. Für 17 langperiodische Cepheiden haben *Kapteyn* und *van Rhijn* eine mittlere Parallaxe von $0'',0029$ gefunden, die sich auf $0'',0026$ verringert, wenn man der zugrunde gelegten Sonnengeschwindigkeit (19,5 km) den heute besten Wert (21,5 km) zuerteilt. Die absolute Helligkeit ist dann im Mittel — 2,6, während sich aus *Shapleys* Kurve zu der entsprechenden Periode (7,6 Tage) der Wert — 2,7 ergibt. Die Übereinstimmung ist vollkommen und zeigt, im Verein mit der nachgewiesenen Kontinuität der Kurve für lang- und kurzperiodische Cepheiden, von neuem, daß die letzteren Sterne im Mittel nicht schwächer als nullter Größe absolut sind.

Eine letzte Notiz vergleicht endlich noch die in den letzten Jahren direkt gewonnenen Parallaxen für 14 galaktische Cepheiden mit den Werten, die *Shapley* für diese Sterne angegeben hatte. *Adams'* spektroskopische Parallaxen stimmen Stern für Stern mit *Shapleys* Werten überein, was aber nur sehr bedingt beweiskräftig ist, da ihnen in gewisser Beziehung gleiche Voraussetzungen zugrunde liegen. Um so überzeugender wirkt die Gegenüberstellung mit trigonometrischen Parallaxen, nicht im einzelnen, weil bei der Kleinheit der Werte die Beobachtungsfehler sich zu stark geltend machen, sehr wohl aber im Mittel. *Shapleys* Parallaxen geben im Mittel $0'',0049 \pm 0.0009$, die trigonometrischen Parallaxen, je nachdem man sie wegen systematischer Fehler korrigiert oder nicht: $0'',0039 \pm 0.0020$ bzw. $0'',0058 \pm 0.0018$. Die entsprechenden absoluten Hellig-

keiten aus den trigonometrischen Parallaxen sind -3.3 ± 2.3 bzw. -1.1 ± 0.7 , der eine Wert etwas größer, der andere um ein Geringes kleiner als *Shapleys* Wert — 2,0.

Faßt man den Gesamteindruck der vorliegenden Arbeit zusammen, so muß man sagen, daß *Shapley* mit großem Geschick sein Gebäude verteidigt und sich bemüht, es immer mehr zu festigen, die da und dort noch Angriffe herausfordernden Lücken immer sicherer zu überbrücken. Wenn auch vielleicht das letzte Wort in diesen Fragen noch nicht gesprochen ist, so wird es doch schweren Geschützen bedürfen, um das Bauwerk wirksam zu erschüttern.

Das Milchstraßensystem. In *Nature* Nr. 2764/65, 1922, gibt *Shapley* eine allgemeine Zusammenstellung seiner Ansichten über das Milchstraßensystem. Da der Aufsatz in seinem Hauptteil nichts enthält, was den Lesern der Naturwissenschaften nicht schon aus den verschiedenen Referaten der letzten Jahre bekannt wäre, seien hier nur aus dem letzten Abschnitt, „incidental results“, einige Bemerkungen herausgegriffen.

1. Aus der Unabhängigkeit der Farben der Sternhaufensterne von der Entfernung folgt, daß die selektive Absorption des Lichtes im interstellaren Raum kleiner als 1 % ist beim Durchlaufen einer Strecke von 1000 Lichtjahren.

2. Das Licht zeigt keinerlei „Alterserscheinungen“, d. h. es erweist sich nach den Tausenden von Jahren, die es unterwegs ist, noch durchaus von denselben Eigenschaften wie das im Laboratorium erzeugte ganz „junge“ Licht.

3. Die Lichtgeschwindigkeit ist innerhalb $1 : 10^9$ konstant für Teile des Spektrums, die um 20 % in Wellenlänge sich unterscheiden.

4. Die Entwicklung der Sternhaufen erfolgt außerordentlich langsam; 200 000 Jahre spielen noch keine merkliche Rolle. Da *Eddington* für die Entwicklung der Riesensterne starke Veränderungen innerhalb 50 000 Jahren ableitet, wenn nur die Schwerekontraktion berücksichtigt wird, ist der Schluß zu ziehen, daß bei der Sternentwicklung noch große andere Energiequellen zur Verfügung stehen müssen, die wohl im Innern der Atome zu suchen sind.

5. *Eddington* und *Jeans* finden, daß große absolute Leuchtkraft auch stets mit großer Masse verbunden sei. Die Untersuchungen an den Sternhaufen lassen dies Resultat dahin erweitern, daß, je größer die Masse, desto langsamer die Entwicklung sei.

6. Die hellsten Sterne zeigen die stärkste Konzentration nach der Mitte des Haufens zu, wie es sein muß, wenn sie die größeren Massen haben.

7. Das entfernteste Objekt ist NGC 7006 mit 200 000 Lichtjahren und Cepheiden von der 19. scheinbaren Größe.

8. Die neu aufgefundenen kurzperiodischen Cepheiden in der Magellanwolke bestätigen die „period-luminosity“-Kurve und die hohe Leuchtkraft auch dieser typischen Cluster-Variablen.

9. Die Annahme, daß die Spiralnebel koordinierte Milchstraßensysteme seien, läßt sich auf Grund der *Shapleyschen* Vorstellungen nicht halten, und ihr widersprechen vor allem auch *van Maanens* Untersuchungen über die inneren Bewegungen dieser Nebel.

10. Das häufige Auftreten neuer Sterne im Andromedanebel ist vielleicht eine Folge der häufigen Begegnungen dieses rasch bewegten Nebels mit Milchstraßesternen.

11. Das Strahlungsgleichgewicht der Sonne scheint außerordentlich stabil zu sein im Vergleich zu anderen Sternen. Nach Baileys Untersuchungen erschien in jedem der letzten 30 Jahre mindestens 15 neue Sterne, die im Maximum heller als 10. Größe waren. Während aus dieser Zahl hervorgeht, daß im Laufe von etwa 10⁹ Jahren durchschnittlich jeder Stern des Milchstraßensystems mindestens einmal als neuer Stern aufgeleuchtet haben müßte, beweisen die geologischen Verhältnisse der Erde, daß jedenfalls für unsere Sonne in dieser Zeit keine solchen umwälzenden Ereignisse stattgefunden haben.

Unsichtbare Sonnenflecke. Durch die Arbeiten des Mt. Wilson Solar Observatory in den letzten Jahren ist wohl die Natur der Sonnenflecke als magnetischer Wirbelstürme in der Sonnenatmosphäre einwandfrei nachgewiesen. Dabei war aufgefallen, daß weitaus der größte Teil der beobachteten Sonnenflecke (61 % von 1915—1917) paarweise aufraten, mit entgegengesetzten magnetischen Feldern, während ein Teil des Restes zum mindesten eine Tendenz zur Bipolarität erkennen ließ. Es erwuchs die Frage, ob nicht überhaupt alle Flecke bipolar und nur gelegentlich die Komponenten teilweise unsichtbar seien? In einer kurzen Notiz (Proc. N. A. S. 8, 168/70, 1922) berichtet Hale über die dahin zielenden Versuche. Die Erhöhung der photographischen Kontraste durch Verwendung ultravioletten Lichtes hatte nicht zum Erfolg geführt, dagegen gelang der Nachweis magnetischer Felder an Stellen der Sonnenoberfläche, an denen kein Fleck oder nur ein unipolarer zu sehen war, mit Hilfe des Zeeman-Effektes. Beobachtet wurde die Eisenlinie $\lambda 6173$, die in starken Feldern großer Flecke als weites Triplet erscheint. In schwachen Feldern wird sie nur verbreitert, und ihre Zeemanaufspaltung kann nachgewiesen werden durch Auslöschung entweder des roten oder violetten Randes durch ein Nicolsches Prisma und ein $\frac{1}{4}\lambda$ -Plättchen. Bei der Suche nach unsichtbaren Flecken wurde noch ein $\frac{1}{2}\lambda$ -Plättchen vorgeschaltet, das durch einen Motor hin und her gedreht wurde und auf diese Weise eine periodische Veränderung der durch Zeeman-Effekt beeinflußten Linien hervorrufen mußte. Auf diese Weise gelang es, Felder von einer Intensität bis herab zu 200 Gauß nachzuweisen. Die schönste Stütze fand die Theorie von den unsichtbaren Sonnenflecken dadurch, daß in einer Reihe von Fällen der zuerst auf magnetischem Wege nachgewiesene Fleck nach ein oder zwei Tagen auch optisch in Erscheinung trat. Die hohe Bedeutung der Beobachtungsmethode ist darin zu suchen, daß sie uns die Flecken gewissermaßen bis näher an ihren Ursprung heran zu verfolgen, d. h. das magnetische Störungsfeld, das sie darstellen, über einen größeren Bereich seines Lebens zu beobachten gestattet.

Spektroskopische Parallaxen der A-Sterne. In den bisherigen Verzeichnissen spektroskopischer Parallaxen sind nur vereinzelte A-Sterne enthalten. Der Grund liegt darin, daß einerseits die A-Spektren wegen ihres geringen Linienreichtums und des oft sehr verwaschenen Aussehens der Linien einer quantitativen Festlegung der Typen nach der Methode von Kohlschütter-Adams Schwierigkeiten bereiteten, andererseits auch noch nicht sehr viele zuverlässig auf anderem Wege bestimmte Parallaxen von A-Sternen zur

Verfügung standen, um die notwendigen Eichungskurven aufzustellen. Beider Schwierigkeiten scheint man aber jetzt Herr geworden zu sein, nach einer Mitteilung von Adams und Joy (Proc. N. A. S. Vol. 8, p. 173/176): *A method of deriving the distance of the A-type stars.* Der Untersuchung sind 109 Sterne von B9 bis F2 zugrunde gelegt, deren Parallaxen drei verschiedenen Quellen entnommen sind:

1. Trigonometrische Parallaxen verschiedener Beobachter;
2. sogen. *dynamische* Parallaxen aus einer noch nicht publizierten Arbeit Russells, berechnet nach der für Doppelsterne gültigen Formel $\pi = \frac{a''}{\sqrt{m P^2}}$

wo a'' die Halbachse der Bahn, P die Umlaufszeit, m die Summe der Massen beider Komponenten ist, über welche bestimmte hypothetische Annahmen gemacht werden müssen;

3. Parallaxen von Haufensternen aus der Arbeit von Rasmussen (siehe Naturw. 1922, Heft 38). Diese liefern die zuverlässigsten Werte.

Die Einordnung der Spektren in die Unterabteilungen B9, A0, A1, ... nach der Intensität der Linien mußte darauf Rücksicht nehmen, daß bei den frühesten Typen ein Unterschied gemacht werden muß, je nachdem die Linien scharf oder verwaschen sind. Dieser Unterschied verschwindet etwa bei A6. Es ergibt sich der folgende eindeutige Zusammenhang zwischen dem Spektraltypus und der absoluten Helligkeit:

	Anzahl	M	M (A7)
B9	9	+ 0,83	$2,4 \pm 0,5$
A0	14	1,09	$2,4 \pm 0,5$
A1	12 (4)	0,91 (0,15)	$2,0 \pm 0,7$ ($2,4 \pm 0,2$)
A2	12 (7)	1,59 (0,51)	$2,4 \pm 1,0$ ($2,2 \pm 0,7$)
A3	7 (8)	1,59 (1,18)	$2,2 \pm 0,5$ $2,3 \pm 0,1$
A4/5	11	2,10	$2,6 \pm 0,5$
A6/7	11	2,24	$2,3 \pm 0,7$
A8/9	10	2,58	$2,3 \pm 1,2$
F0/2	4	2,82	$2,3 \pm 0,9$

Die eingeklammerten Werte beziehen sich auf Sterne mit scharfen Linien und bestätigen die auch anderweitig gemachten Feststellungen, daß die Schärfe der Linien ein Kriterium für größere absolute Helligkeit ist.

Reduziert man die aus den Parallaxen abgeleiteten absoluten Helligkeiten der einzelnen Sterne mit Hilfe der aus den Zahlen M der Tabelle gewonnenen Kurven (Abszisse: Spektraltypus; Ordinate: absolute Helligkeit M) auf die Helligkeit des mittleren Typus A7, so erhält man die Zahlen M (A7) der Tabelle mit ihren wahrscheinlichen Fehlern, aus denen die Brauchbarkeit der Methode erhellt, vor allem, wenn man bedenkt, daß der größte Teil der Unsicherheiten noch von den ungenauen Parallaxenwerten herröhrt.

Die Methode hat bis jetzt nur noch zu keinem befriedigenden Ergebnis geführt bei den Sternen mit der sogen. *c*-Charakteristik (z. B. *a Cygni*).

Kienle.