

Ein altes Scheinproblem.

Von WOLFGANG KÖHLER, Berlin.

Wieso haben wir die Dinge der anschaulichen Welt vor uns, außerhalb von uns, da doch heute jedermann weiß, daß sie von Prozessen in unserem Inneren, im Zentralnervensystem, bedingt sind? Ein Psychologe wird in der Regel die einfache Auflösung dieses sonderbaren Problems sofort angeben können. Aber daß sie allgemein bekannt wäre, darf man nicht behaupten. Nicht nur ein Philosoph wie SCHOPENHAUER übernimmt die verkehrten Voraussetzungen jener Frage ohne Kritik und muß dann die kühnsten Annahmen machen, um sie zu beantworten. Viele der größten Physiologen, unter ihnen sogar HELMHOLTZ, haben an dieser Stelle keine volle Klarheit gefunden¹. MACH und AVENARIUS bemühten sich, die wissenschaftliche Welt von den Fehlern abzubringen, die schon in der Formulierung des Paradoxons liegen. Aber entweder müssen ihre Darlegungen recht unbekannt geblieben sein, oder sie haben das Problem noch nicht ausreichend aufgelöst². Denn vor wenigen Jahren noch warf ein bekannter Mediziner von neuem die Frage auf: „Wie kommt das an einen Organismus gebundene Bewußtsein überhaupt dazu, die Veränderungen seiner Sinnesorgane auf etwas außer ihm Befindliches zu beziehen?“ Alle Versuche einer Erklärung für diesen „Projektionszwang“ erschienen ihm zwecklos; denn hier liege eines der ewigen Rätsel vor, welche mit dem „Leib-Seele-Problem“ zusammenhängen. Man überzeugt sich leicht, daß jener Mediziner der Gegenwart nicht allein steht; er vertritt eher die Majorität der Naturforscher. Studierende vollends, auch solche der Naturwissenschaften, machen stets erst eine Art Revolution ihres Weltbildes durch, wenn man darangeht, das anscheinend so Merkwürdige in einen einfach übersehbaren Sachverhalt

¹ Aus den Grundlagen seiner Raumtheorie will HELMHOLTZ „eine wunderliche Folge“ ableiten: „— die im Raume vorhandenen Objekte erscheinen uns mit den Qualitäten unserer Empfindungen bekleidet. Sie erscheinen uns rot oder grün, kalt oder warm, riechen oder schmecken usw., während diese Empfindungsqualitäten doch nur unserem Nervensystem angehören und gar nicht in den äußeren Raum hinausreichen.“ (Die Tatsachen in der Wahrnehmung.)

² Ein durchaus klarer und in den wesentlichen Punkten korrekter Ansatz zur konkreten positiven Auflösung des Paradoxons wurde schon 1862 von EWALD HERING gegeben, wenigstens für die optische Wahrnehmung (auf S. 164—166 seiner Beiträge zur Physiologie); HERING äußert sich übrigens selbst sehr pessimistisch über das Verständnis, das seine Darlegungen bei seinen Zeitgenossen voraussichtlich finden würden.

umzuwandeln. Unter diesen Umständen erscheint es wohl angebracht, das Versehen, das in jene-Fragestellung steckt, noch einmal etwas ausführlicher zu korrigieren.

Wir haben den typischen Fall einer Schwierigkeit vor uns, die man selbst schafft, indem man auf einem richtigen Gedankenwege eine Strecke weit fortschreitet, ihn aber nicht konsequent zu Ende geht. Wenn auf einem Gebiet eine neue Erkenntnis durchgeführt wird, während auf einem Nachbargebiet unvermerkt eine frühere Erkenntnisstufe erhalten bleibt, so *müssen* sich Widersprüche ergeben. Der Weg, um den es sich im vorliegenden Falle handelt, ist durch die Entwicklung der Physik von GALILEI und NEWTON an unmittelbar vorgeschrieben. Konsequenterweise wird man sich auf eben diesen Weg der Naturwissenschaft begeben, um den Kern der entstandenen Schwierigkeit aufzudecken und sie zu beseitigen. Es wäre nicht viel gewonnen, wenn man nur durch philosophische Erwägung zeigen wollte, daß ein Irrtum vorliegen muß, während sich die Einzelwissenschaft auf *ihrem* Wege nach wie vor auf das alte Paradoxon geführt sähe.

Die Physik des späten Barock zerstört den naiven Realismus. Die Dinge, welche unabhängig vom Beobachter bestehen und Gegenstand objektiv gerichteter Forschung sein sollen, können unmöglich alle die bunten Eigenschaften haben, die die Umwelt in anschaulicher Betrachtung sicherlich aufweist. Der Physiker zieht also eine Menge sog. „Sinnesqualitäten“ ab, wenn er aus dem Anschaulichen herausarbeiten will, was er für objektiv hält. Ob die größten Köpfe der Zeit sich sofort darüber klar waren, daß notwendig sehr viel mehr geschehen muß, nämlich eine radikale Aufhebung der numerischen Identität von Anschauungsding und physischem Ding, wage ich nicht zu beurteilen. Bisweilen sieht es so aus, als wäre für sie das anschauliche Ding einfach das durch allerhand subjektive Zutaten ein wenig verfärbte physische Ding selbst, beide also im Grunde doch ein und dasselbe Existierende. Wie immer es mit dieser historischen Frage stehen mag, nach Elimination der „sekundären Qualitäten“ entwickelt sich die Physik so schnell, daß ihre Denkart alsbald auch auf das Verhältnis zwischen physischen Hergängen und Organismus übertragen werden muß. Denn ob z. B. eine Schallwelle auf eine Saite oder ob sie auf das menschliche Trommelfell fällt, das kann ja keinen Unterschied im Prinzip bedeuten. Von diesem Augenblick an scheint es kein Entrinnen vor dem Paradoxon zu geben. Anatomie, Physiologie und Patho-

logie lehren, daß über *einen* Punkt keine Zweifel mehr möglich bleiben. An die Abfolge physischer Vorgänge zwischen Ding und Sinnesorgan schließen sich weitere Hergänge an, die durch Nerven und Nervenzellen bis in bestimmte Hirnregionen fortgepflanzt werden; und irgendwo in diesen Regionen kommen Prozesse zustande, an deren Stattfinden die Anschauung überhaupt und damit auch das Vorhandensein von Anschauungsdingen gebunden ist. So wird ein physisches Ding, welches das Tageslicht anders reflektiert als seine Umgebung, der Ursprung einer langen Reihe sich sukzessive bestimmender Fortpflanzungs- und Umsetzungsvorgänge durch recht verschiedene Medien hindurch, bis am Ende ein Prozeßkomplex zustande kommt, den man als den physiologischen Träger des entsprechenden anschaulichen „Sehdinges“ bezeichnen kann. Da es offenbar unsinnig wäre, den Ausgangspunkt und eine so späte oder entfernte Phase dieser Wirkungsreihe miteinander zu identifizieren, so läßt diese geläufige Überlegung wohl *Ähnlichkeiten* irgendeines Grades zwischen dem Anschauungsding und seinem Partner in der physikalischen Umwelt zu; aber beide stellen jedenfalls mindestens so verschiedene Existenzen dar, wie es das physikalische Ding und der an ganz anderer Raumstelle verlaufende Hirnprozeß sind, von welchem das Vorhandensein des Anschauungsdinges unmittelbar abhängt. Wenn ich einen Schuß auf eine Scheibe abgebe, so wird niemand behaupten, man dürfe das Loch in der Scheibe mit dem Revolver identifizieren, von dem das Geschosß ausging. Genau ebensowenig kann natürlich das Anschauungsding mit dem physikalischen Ding identifiziert werden, von welchem die betreffenden Reize ausgegangen sind. Unter gar keinen Umständen hat das Anschauungsding etwas an der Stelle des physikalischen Raumes zu tun, wo sich das „zugehörige“ physikalische Ding befindet. Wenn es überhaupt an irgendeinem Punkt des physikalischen Raumes untergebracht werden soll, dann gehört es offenbar noch am ersten an die Stelle im Hirn, wo der unmittelbar zugehörige physiologische Prozeß abläuft. Man sieht bei SCHOPENHAUER, bei HELMHOLTZ, bei dem oben angeführten Mediziner und bei jedem, für den jenes Paradoxon besteht, auf den ersten Blick, daß sie gerade eine solche Lokalisation von Anschauungsdingen und anschaulichen Beschaffenheiten für die natürliche halten würden. Statt dessen aber haben wir die Anschauungsdinge ohne Zweifel vor uns, außerhalb von uns.

Es liegt nahe genug zu sagen, daß Bestandteile der anschaulichen Welt prinzipiell an *keinem* Ort der physikalischen Körperwelt lokalisiert gedacht werden dürfen, da anschauliche und physische Lokalisation inkommensurable Daten seien. Deshalb komme auch Lokalisation eines Anschauungsdinges im Innern des Gehirns nicht in Betracht. Man muß sich jedoch die Beantwortung unserer Frage nicht *zu* leicht machen. Eine solche rein negative These löst das nun vorliegende Problem

gewiß nicht auf. Denn dieses wird ja darin gefunden, daß die anschaulichen Dinge in einer bestimmten Lage doch *gerade relativ zu unserem Körper*, nur nicht *in ihm*, sondern *außerhalb* von ihm lokalisiert sind. So scheint die einfachste Erfahrung dem eben angeführten erkenntnistheoretischen Argument zu widersprechen. In der Tat findet man deshalb bei Biologen und sogar Philosophen die Annahme, daß das anschauliche Ding auf irgendeine Art („Projektionszwang“) wieder aus dem Körper hinaus in den physikalischen Außenraum und womöglich gerade an den Ort seines physikalischen Partners zurückverlegt werde. So phantastisch eine solche Vorstellung auch sein mag — man ist leider gewohnt, auf psychologischem Gebiet allerhand Hypothesen zuzulassen, wie sie in ähnlicher Verworrenheit auf rein naturwissenschaftlichem Gebiet niemand dulden würde. Auch fehlt es wohl nicht an solchen, die in einer so abenteuerlichen Leistung die Überlegenheit des Geistes über die beschränktere Natur ausgedrückt finden würden.

Zu dem erkenntnistheoretischen Satz von der Inkommensurabilität physikalischer und anschaulicher Lokalisation aber ist folgendes zu sagen. Angenommen, er sei absolut korrekt und die Anschauungsgesamtheit einer Person einfach deshalb im physikalischen Weltganzen nicht irgendwo bestimmt lokalisierbar, weil keinerlei direkte Feststellung über das Lokalisationsverhältnis von Anschauungsdaten und physischen Daten auch nur erdacht werden könne, dann folgt gerade daraus, daß wir uns die *Anschauungsgesamtheit* eines Menschen nach Belieben dort in der physischen Welt denken dürfen, wo uns das unser Vorstellen in irgendeiner Hinsicht erleichtern könnte. So ein Vorgehen wird bei konsequenter Durchführung niemals eine Unstimmigkeit ergeben können, gerade weil wir es in der Tat stets mit Relativlokalisierung entweder physischer Daten oder anschaulicher Gegebenheiten je unter sich, nie aber mit Lokalisation der einen relativ zu den anderen zu tun bekommen sollen¹. Nun ist nach unserer Grundauffassung die Anschauungsgesamtheit einer Person streng gewissen Prozessen im Zentralnervensystem dieser Person *zugeordnet*. Es wird also unsere Betrachtung und Ausdrucksweise einfacher gestalten, wenn wir im folgenden nicht neben Lokalisationsverhältnissen im physischen Raum die räumlichen Verhältnisse der anschaulichen Welt als Angelegenheiten ganz für sich behandeln, sondern uns die Anschauungsgesamtheit und ihre Teilgebiete mit denjenigen Hirnprozessen zur Deckung gebracht denken, die ihnen sicherlich wenigstens zugeordnet sind. Dieses Vorgehen präjudiziert nach dem Gesagten nichts; wer glaubt, aus Vorsicht dergleichen

¹ Ich kann mir ja auch die „Begriffspyramide“ der alten Logik oder das „Farbenoktaeder“ unbesorgt in beliebigen Raumgebieten lokalisiert denken, gerade weil die Quasiräumlichkeit jener die Deckung mit bestimmten „wirklichen“ Raumbereichen genau ebenso wenig ausschließt wie fordert.

vermeiden und die Anschauungsgesamtheit ständig in einem inkommensurablen Raum für sich vorstellen zu sollen, muß auch dabei zu genau demselben Ergebnis, derselben Auflösung des Paradoxons gelangen, wie sie sich für uns ergeben wird. Übrigens aber kommt es mir darauf an, zu zeigen, daß diese Auflösung auch dann vollkommen gelingt, wenn man mit HELMHOLTZ und so vielen Biologen sagt, die anschaulichen Gegebenheiten „gehörten nur unserem Nervensystem an“.

Der Anschauungsraum weist überall Beispiele des „Außereinander“ auf. Neben meinem Buch, außerhalb von ihm, liegt der Bleistift, noch weiter von beiden steht das Anschauungsding Tintenfaß da. Das kommt uns ganz natürlich vor. Der einzige Gedanke, der zur Auflösung jener sonderbaren Problemlage erforderlich ist, besteht nun darin, daß „mein Körper“, vor dem und außerhalb von dem die Anschauungsdinge wahrgenommen werden, selbst ein solches Anschauungsding neben anderen im gleichen anschaulichen Raume ist, und daß er auf keinen Fall mit dem Organismus als dem *physikalischen* Objekt identifiziert werden darf, welches von den Naturwissenschaften, Anatomie und Physiologie untersucht wird. Da man im Anfang, solange diese Unterscheidung noch nicht selbstverständlich ist und damit das Scheinproblem verschwindet, notwendig ein wenig von ihr verwirrt wird, so möge der Sachverhalt stufenweise erläutert werden: Wenn ich meine eigene Hand neben Bleistift und Tintenfaß halte, so reflektiert die Hand Licht und dieses reizt mein Auge, genau wie das bei den zwei anderen Objekten der Fall ist. In jenem Hirnfeld, das die physiologischen Korrelate unserer Anschauung (und nach unserer Konvention auch diese Anschauung selbst) enthält, spielen sich also nicht nur zwei Prozeßgesamtheiten ab, die den Außendingen Bleistift und Tintenfaß entsprechen, sondern noch eine dritte von generell durchaus gleicher Beschaffenheit, mit welcher das Auftreten des Anschauungsdinges Hand verbunden ist. Niemand wundert sich darüber, daß das Anschauungsding Bleistift außerhalb des anschaulichen Dinges Tintenfaß liegt. Aber genau ebensowenig kann man erstaunt darüber sein, daß die Hand als ein drittes Anschauungsding neben beiden und sie wieder *außerhalb* der Hand erscheinen. Die Prozesse in jenem Hirnfeld müssen unzweifelhaft irgendwelche Beschaffenheiten haben, auf Grund deren nicht nur die Anschauung überhaupt räumlich ist, sondern im besonderen ein bestimmtes Verhalten mehrerer Prozesse zueinander dem anschaulichen Neben- und Außereinander der zugehörigen Anschauungsdinge entspricht. Wenn dieses bestimmte Verhalten für die Prozesse von Bleistift und Tintenfaß vorliegt, dann im eben besprochenen Falle sicherlich genau so für beide in ihrer Beziehung zu dem „Hand-Prozeß“.

Wie ich aber da am Schreibtisch sitze, ist außer meiner Hand im etwas mehr peripheren Sehfeld

auch ein gutes Stück von beiden Armen und von meinem Oberkörper sichtbar. Offenbar sind da Arme und Oberkörper Anschauungsdinge genau so gut wie die Hand, oder auch wie Bleistift und Tintenfaß; sie sind genau auf dieselbe Art wie diese physikalisch-physiologisch durch retinale Abbildung und im Nervensystem daran anschließende Prozesse entstanden, folglich auch denselben Regeln der Relativlokalisierung unterworfen wie jene Objekte. Wenn es also verständliche Gründe dafür gibt, daß diese unter den Umständen unseres Beispiels außerhalb voneinander erscheinen, so liegen genau dieselben Gründe für ein Außereinander ihrer Gesamtheit und meines Körpers als eines Anschauungsdinges vor.

Um diese Sachlage noch etwas konkreter vorstellen zu können, führen wir eine Annahme ein, die sicherlich so nicht ganz zutrifft und nachher korrigiert werden muß: Wir wollen voraussetzen, daß dem anschaulichen Nebeneinander zweier Dinge wie Bleistift und Tintenfaß und ihrem konkreten anschaulichen Abstand einfach das Nebeneinander und der bestimmte Abstand der ihnen zugehörigen Hirnprozesse entspricht, kurz daß der Anschauungsraum und die räumliche Verteilung der unmittelbar zugehörigen Prozesse im Hirnfeld einander gewissermaßen geometrisch ähnlich oder daß sie sogar kongruent sind. Dann ergibt die Betrachtung des eben besprochenen Beispiels, daß sich jeweils an einer bestimmten Stelle des physikalischen Hirnfeldes der Prozeßkomplex für meinen Körper als Anschauungsding abspielt, daß rings um ihn die Prozesse für andere anschauliche Dinge stattfinden, und daß, wegen der gegenseitigen geometrischen Beziehungen dieser Prozesse, im Anschauungsraum überall Anschauungsdinge nebeneinander und dabei sie alle außerhalb eines (für mich) besonders wichtigen von ihnen liegen müssen, das ich „meinen Körper“ nenne.

Das ist der erste wesentliche Schritt zur Auflösung des Paradoxons. Wenn SCHOPENHAUER und nach ihm viele Naturforscher über die „Außenlokalisierung“ der Anschauungsdinge erstaunt waren, so lag das nur daran, daß sie eine Betrachtung, die ihnen für sonstige Objekte natürlich geworden war, nicht auch für den eigenen Körper durchführten, sondern für diesen die naive Identifikation oder Verwechslung von physikalischem Ding und Anschauungsding beibehielten. Aber wenn wir sagen, irgendein Ding stehe vor „uns“, so ist eben, was wir mit „uns“ bezeichnen, *nicht* der Organismus im physikalisch-physiologischen Sinn, sondern ein Anschauungsding neben anderen, das dieselbe Art Relativlokalisierung ihnen gegenüber aufweisen muß wie sie unter sich. Dabei hängen *beide*, die anderen anschaulichen Gegenstände wie das „Ich“ (im banalen anschaulichen Sinn), funktionell von bestimmten Prozessen im eigenen *physikalischen* Körper, und ebenso hängen von der Verteilung dieser Prozesse alle anschaulichen Relativlokalisierungen ab. Noch niemals aber hat jemand ein Anschauungsding relativ zu (außerhalb von)

seinem eigenen *physikalischen* Körper lokalisiert gesehen¹.

An dieser Stelle bleibt leicht ein Rest von Unbehagen übrig, weil nun zwar die anschaulichen Dinge verständlicherweise außerhalb des anschaulichen Ich liegen, aber doch jene wie dieses unserer Konvention zufolge *im* eigenen physikalischen Körper existieren. Nachher wird in dieser Hinsicht wohl jedes Bedenken verschwinden. Zunächst aber bedarf das bisher Ausgeführte einer Erweiterung und einer Korrektur.

Die Erweiterung wird dadurch notwendig, daß in unserer Anschauungswelt sehr viel mehr enthalten ist als nur Optisches. Die bisherige Erörterung blieb nur deshalb auf den optischen Gehalt des Anschauungsraumes beschränkt, weil wir wissen und an die Erkenntnis gewöhnt sind, daß die optischen Prozesse sich geordnet in *einem* physiologischen Feldzusammenhang abspielen, so daß die Anordnung des *optisch*-anschaulichen eigenen Leibes *neben* die übrigen gesehenen Anschauungsdinge etwas unmittelbar Zwingendes hat, wenn man einmal weiß, daß der anschauliche Körper nicht mit dem physikalischen Organismus identifiziert werden darf.

Schall wird im allgemeinen weniger scharf, er wird aber doch auch im anschaulichen Raum lokalisiert. Ebenso spüre ich die Härte des Tisches unter meinen Händen (als Anschauungsdingen), also wieder im Anschauungsraum. Ein alter Streit betrifft die Beziehungen dieser anschaulichen Raumdaten anderer Provenienz zu denen des Sehens. *Ein* Tatbestand aber ist phänomenologisch jedenfalls gesichert: Ob scharf oder diffus lokalisiert, Schall tritt für uns an Orten desselben Anschauungsraumes auf, in dem wir (an gleichen oder anderen Orten) die anschaulichen Dinge *sehen*. Nur deshalb kann ich z. B. sagen, „daß es eben dort im Gebüsch raschelte“, und dabei einen Schallort auf die Lage eines optisch gegebenen Anschauungsdinges beziehen. Ganz ebenso spüre ich die Härte des Tisches, z. B. etwas links von der Stelle, wo das Anschauungsding Bleistift liegt, und lokalisiere damit einen Tastort relativ zu einem Sehort. Wer gewohnt ist, sein Urteil über Sachverhalte der Wahrnehmung durch sein Wissen über die peripheren Sinnesorgane bestimmen zu lassen, wird hier nicht sogleich zustimmen mögen, da die Sinnesorgane des Sehens, Hörens und Tastens voneinander getrennte Receptorenflächen darstellen, und sicherlich auch noch die primären Einmündungsgebiete der betreffenden Nerven in der Großhirnrinde voneinander getrennt sind. Was aber den ersten Punkt anbelangt, so sind auch die beiden Augen zwei peripher getrennte Sinnesorgane, deren

Reizung trotzdem optische Anschauung unzweifelhaft in *einem* Raumzusammenhang ergibt. Daß ferner die primären Einmündungsgebiete der einzelnen Sinnesnerven zugleich auch die *letzten* Stationen der sensorischen Prozesse seien, ist eine Annahme, für die eine rechte Begründung durchaus nicht vorliegt. Mit der unmittelbaren Erfahrung viel besser übereinstimmen würde jedenfalls die andere Hypothese, daß alle sensorischen Prozesse zuletzt in ein ihnen allen gemeinsames Feld einmünden und hier nach Maßgabe ihres Verhaltens zueinander in die Beziehungen kommen, welche die Grundlage ihrer Lokalisation in einem einzigen Anschauungsraum abgeben. Das ist die physiologische Wendung einer Ansicht, die früher einmal als nahezu selbstverständlich galt, und die in neuerer Zeit W. STERN wieder vertreten hat. Es wäre ein schlechtes Argument, wenn man einwenden wollte, daß doch nicht selten Diskrepanzen zwischen der Lokalisation eines Schalles und der Lage der gesehenen Schallquelle, daß ebenso Unstimmigkeiten zwischen dem Tastbild eines Gegenstandes und seiner Sehform beobachtet werden. Denn einmal folgt aus der eben erwähnten Annahme keineswegs, daß dergleichen nicht vorkommen dürfte; und dann setzt die Feststellung einer solchen Diskrepanz ja gerade voraus, daß Schallort und optische Lage der Schallquelle, daß Tastbild und Sehbild prinzipiell vergleichbare Beschaffenheit haben, da ich sie bei einer solchen Feststellung ja in der Tat miteinander *vergleiche*. Das Normale ist freilich, daß nicht nur die Lokalisation des Anschaulichen verschiedener Sinnesgebiete in ein und demselben Anschauungsraum geschieht, sondern dort überdies, im Groben wenigstens, dasjenige zusammenfällt, was zusammengehört, also der Ort des Schalles und der Ort der Schallquelle als eines Sehdinges usw. Es ist für unsere Frage nicht wesentlich, ob diese ungefähre „Angemessenheit“ in der anschaulichen Relativlokalisierung von Sehdingen, Schall und Gegenständen des Tastens zu einem Teil *anatomisch* begründet ist (wie die einheitliche Raumordnung des Sehens mit den beiden Augen), ob ein fast unvorstellbares Maß von *Lernen* die Orte von Schallen, Tastdingen u. s. f. in etwa angemessene Beziehung zu der einheitlichen Raumordnung der Sehwelt bringt, oder ob schließlich neben diesen beiden noch weitere Möglichkeiten der Erklärung in Betracht kommen. Sehr früh im menschlichen Individualleben besteht jedenfalls schon jene Zuordnung der Lokalisation. Und damit fügen sich die übrigen anschaulichen Daten dem einen Anschauungszusammenhang ein, der oben zunächst in seiner *optischen* Erstreckung vor dem *optisch* gegebenen Körper-Ich beschrieben wurde. Deshalb können wir uns auch die sensorischen Prozesse nicht-optischer Provenienz jeweils an denjenigen Stellen des oben betrachteten Hirnfeldes stattfindend vorstellen, wo sich die zugehörigen optischen Prozeßkomplexe abspielen (vgl. jedoch unten S. 400).

¹ Wenn hier von dem eigenen anschaulichen Ich die Rede ist, so bleibt die Persönlichkeit in einem tieferen Sinn zunächst ganz außerhalb der Diskussion. Wir sprechen hier von dem Ich, das gemeint ist, wenn wir sagen, „ich lege mich auf das Sofa“, „ich setze mich“, „ich gehe die Treppe hinunter“ usf.

Eine ganz entsprechende Erweiterung aber ist sogleich auch hinsichtlich der anschaulichen Konstitution unseres Körper-Ichs vorzunehmen. Für dieses und seine wechselnden Zustände sind Sinnesdaten außeroptischer Provenienz sogar zweifellos wichtiger als seine optische Erscheinung, die ja für uns selbst stets eine recht unvollkommene bleibt. Wie unsere anschauliche Umwelt sich durch Bestasten bereichert, dabei aber eine in hohem Maße korrekte Zusammenordnung von optischen Anschauungsdingen und Tastgegebenheiten in *einem* Anschauungsraum gewahrt bleibt, so gliedert sich, was wir von uns selbst durch Berührung spüren, im Groben richtig dem Sehding „eigener Körper“ an und ein. In dieselbe Region des anschaulichen Raumes wird, wieder hinreichend passend, eine Fülle von Daten eingezeichnet, die es im wesentlichen *nur* für den eigenen anschaulichen Körper und seine Glieder gibt, und über deren physiologische Fundierung in Sinnesorganen der Haut, der Muskeln, Gelenke usw. wir bisher nicht ganz vollständig unterrichtet sind: Das sind die (auch ohne Hinsehen) anschaulichen Lagen unserer Glieder, die gespürte Anstrengung oder Entspannung von Extremitäten und Körperregionen — wobei man fortwährend vermeiden muß, von der Betrachtung des Anschaulich-Unmittelbaren, das eben mit diesen Worten gemeint ist, in die der physikalisch-physiologischen Zustände und Änderungen in entsprechenden Teilgebieten des physischen Organismus hinüberzuleiten. Es versteht sich von selbst, daß als eine der wichtigsten Gruppen von anschaulichen Daten diejenige nicht vergessen werden darf, die Änderung und Bewegung des anschaulichen Körpers und seiner Glieder betrifft. Es ist bekannt genug, daß Erregungen der Vestibularnerven gewissermaßen die reinste Anschauung räumlicher Dynamik erzeugen. Und all dies tritt als Zustände und Hergänge in und an demselben anschaulichen Gebilde auf, für welches wir phänomenologisch ganz berechtigterweise einen einzigen Namen, nämlich den des Ich (im Alltagsinn) haben, ohne uns um die gewaltige Mannigfaltigkeit ganz verschiedener sensorischer Anlässe zu kümmern, die physiologisch fortwährend zu seiner Konstitution beitragen. So können wir wieder nur deshalb verfahren, weil alle diese Daten, welcher peripher-physiologischen Provenienz sie auch sein mögen, sich im allgemeinen so durchaus angemessen in *einem* Gebilde des Erlebnisraumes zusammenordnen. Die Anstrengung, welche ich eben in meinem rechten Arm spüre, indem ich die Faust balle, ist in dem Gebilde lokalisiert, das ich sehend meinen rechten Arm nenne, u. s. f. Wiederum wird auch die hirnpysiologische Konsequenz zu ziehen sein, daß die Daten aller dieser verschiedenen Sinnesorgane zur Bestimmung eines *einzigen* in sich geschlossenen Prozeßkomplexes führen, dessen anschauliches Korrelat eben „ich“ heißt. Deshalb wird hirnpysiologisch wie anschaulichphänomenologisch durch die „sensorische Heterogenität“ des anschaulichen Ich sowie der anschau-

lichen Umwelt gewiß nichts an dem Tatbestand geändert, daß das eine von den Bestandteilen des andern *umgeben* ist und keinerlei Grund besteht, weshalb die anschauliche Umwelt *im* anschaulichen Ich auftreten sollte. So etwas kommt wirklich nur in besonderen Fällen vor, wo es gerade aus dem Prinzip der normal angemessenen Einordnung aller Sinnesdaten in einen Anschauungszusammenhang folgt: Indem ich Speisen zu mir nehme, verspüre ich diese Anschauungsdinge, eben noch Gegenstände der anschaulichen Umwelt, gewiß einige Momente im Innern des anschaulichen Körper-Ichs, nämlich *im* Munde. Aber das hat natürlich nichts mit dem Paradoxon zu tun, von dem wir ausgingen, sondern bedeutet nur, daß in einem einheitlichen Anschauungsfeld (und entsprechend in einem einheitlich geordneten Hirnfeld) stetige Verschiebungen eines Anschauungsbildes (und ebenso des ihm zugrundeliegenden Hirnprozesses) von einem umgebenden Bereich in ein umschlossenes Sondergebiet (den Verband der Ich-Prozesse) hinein möglich sind.

Außer der eben gegebenen Erweiterung, von einer Betrachtung des nur optischen Sachverhalts zu der der Wahrnehmung überhaupt, erfordert die Auflösung des Paradoxons noch die Korrektur einer vereinfachenden, aber ernstlich gar nicht aufrecht zu erhaltenden Annahme, mit der bis hierher operiert wurde: Es ist unmöglich, daß die Lageverhältnisse im Anschauungsraum einfach geometrischen Lagebeziehungen der zugehörigen Prozesse im Hirnfeld entsprechen. G. E. MÜLLER hat bereits vor längerer Zeit darauf hingewiesen, daß so etwas schon deshalb nicht in Betracht kommt, weil z. B. der gesehene Raum sich wie ein recht gleichmäßiges Kontinuum verhält, während die zugehörigen Prozesse des Hirnfeldes anatomisch-geometrisch auf die beiden Hemisphären verteilt sind, und also nach dem rein geometrischen Prinzip etwas wie eine Lücke oder wenigstens eine grobe Zusammenhangsstörung durch diese Inhomogenität der geometrischen Prozeßverteilung bewirkt werden müßte. Dasselbe folgt aus der (ebenfalls von MÜLLER hervorgehobenen) sehr unregelmäßigen Einlagerung von Blutgefäßen zwischen die nervösen Gewebe. Von solchen Bedenken ganz abgesehen, hat der Anschauungsraum eine große Anzahl von Eigenschaften, die schlechterdings unverständlich bleiben müßten, wenn man voraussetzen wollte, daß sein Aufbau und seine Gliederung in jedem konkreten Fall von weiter nichts bestimmt würden als von rein geometrischen Beziehungen lokaler Einzelprozesse. Die neuere Wahrnehmungspsychologie hat wohl zwingend erwiesen, daß als physiologische Grundlage der anschaulichen Raumordnung nur Prozeßausbreitung in *funktionellem Zusammenhang*, sowie Abstufungen und Gliederungen in einem solchen Zusammenhang in Betracht kommen. Die physiologische Theorie des Anschauungsraumes müßte danach *dynamischen*, nicht geometrischen Charak-

ter haben. Die Symmetrieeigenschaften einer gesehenen Kreislinie z. B. würden nicht auf den nur geometrischen Beziehungen zwischen den Orten unabhängiger Einzelprozesse beruhen, sondern darauf, daß in einem ausgedehnten Prozeßganzen, das dem gesehenen Kreis zugrunde liegt, entsprechende Symmetrie des Funktionszusammenhanges besteht. Eine nähere Darstellung des Sachverhalts würde zu weit von unserem Wege abführen¹. Es wird genügen, wenn an einem Analogon aus der Elementarphysik gezeigt wird, wie sich von dieser veränderten Voraussetzung aus auch jene aus der Anatomie entspringenden Schwierigkeiten auflösen lassen.

Aus fadenförmigen Leitern sei ein dreidimensionales Netz oder Gitter gebildet, derart, daß die Leiter als die Kanten von lauter gleichen kleinen Würfeln angesehen werden können und folglich an den Ecken jedes solchen Würfels je 6 Fäden leitend miteinander verbunden sind, während die Fäden sonst in isolierenden Hüllen liegen. Wird ein solches Netz in einer bestimmten Weise mit den Polen einer Batterie verbunden, so kann die Verteilung der zustande kommenden stationären Strömung natürlich rein geometrisch dargestellt werden. Das ist aber ein recht äußerliches Verfahren, da ja für den Hergang reine Raumdaten sehr wenig bedeuten und die Strömungsverteilung sachgemäß auf *Leiterstrecken* bezogen werden muß. Rein geometrisch würde die stationäre Strömungsverteilung eine ganz andere, sie würde verzerrt werden, wenn das Netz „verbogen“, manche Fäden in Kurven gelegt würden usw.; zugleich jedoch würde, in Leiter- oder Widerstandstrecken gemessen, dieselbe Verteilung weiter bestehen wie zuvor. Ja, bei solcher Messung könnte man auch dann noch von derselben Verteilung sprechen, wenn manche der Fäden (zwischen zwei Verbindungspunkten) eine von den übrigen abweichende Länge, dabei aber denselben Widerstand hätten wie sie. Unter solchen Umständen würde es gewiß zu recht erheblichen Diskrepanzen zwischen einer Beschreibung der Strömung in rein geometrischen und einer solchen in den (allein adäquaten) funktionellen Koordinaten kommen können; in diesen würde eine bestimmte Strömungsverteilung z. B. als „homogen“ zu bezeichnen sein, während ihre Dichte, auf Quadratzentimeter bezogen, von einer Stelle zur anderen stark variierte.

Da die Unterscheidung von funktionellen und geometrischen Koordinaten sich auf andere Hergänge übertragen läßt, also nicht auf den Fall stationärer elektrischer Strömung beschränkt bleiben muß, kann sie wohl auf das Zentralnervensystem und insbesondere denjenigen Teil von ihm angewandt werden, dessen Prozesse jeweils der räumlichen Anschauungsordnung zugrunde liegen. Es leuchtet ein, daß dann nur funktionelle

Koordinaten verwandt werden dürfen und deshalb die von allerhand sekundären Faktoren mitbestimmte geometrisch-anatomische Lage der einzelnen leitenden Gebilde und Zellen relativ zueinander bedeutungslos wird. Damit verschwinden die von MÜLLER erörterten Schwierigkeiten. Im allergrößten wird man freilich immer noch Entsprechung von geometrisch-anatomischen und funktionellen Koordinaten des Systems voraussetzen können, da etwa funktionell nächstbenachbarte Gewebeteile meist auch geometrisch-anatomisch Nachbarn und funktionell voneinander sehr entfernte auch anatomisch durch eine gewisse Raumstrecke getrennt sein werden. Aber bis ins einzelne und bis zu strenger Entsprechung wird diese Übereinstimmung nicht gehen. Für die Auffassung der Geschehensordnung in einem solchen Feld wird sie stets belanglos sein, da es ja immer nur auf die funktionellen Koordinatenabmessungen ankommen kann.

Wenn ohne dieses Prinzip schon die Beziehung zwischen *optischer* Raumordnung und entsprechenden Hirnprozessen nicht verstanden werden kann, so wird es erst recht beachtet werden müssen, sobald wir die angemessene Zusammenordnung der Erscheinungen verschiedenster sensorischer Provenienz in einem Raumganzen physiologisch begreiflich machen wollen. (Das ist gegenüber der vereinfachenden Formulierung S. 398 zu bedenken.) Vielleicht am wichtigsten aber wird der gleiche Gesichtspunkt für das Verständnis des Aufbaues des anschaulichen Ich aus genetisch so sehr verschiedenartigem sensorischem Material sein. Wieder wird man erstlich nicht daran denken können, daß in dem betreffenden Hirngebiet die zugehörige Prozeßmannigfaltigkeit jeweils eine Art geometrische Kopie des anschaulichen Körpers darstellt, weil es eben auf die funktionellen Koordinaten ankommt, und diese auf die mannigfachste Weise „verzerrt“ und ungleichmäßig im Gehirnraum liegen können. An der Relativlokalisierung von anschaulichem Ich und anschaulicher Umgebung wird durch diese Korrektur des maßgebenden Koordinatensystems nicht das mindeste geändert. Das „Außerhalb“ und der wechselnde Abstand von anschaulichen Dingen relativ zum anschaulichen Körper ist nur wieder *funktionell*, als eine Abstufung im ausgedehnten Prozeßzusammenhang, begründet zu denken, welcher die rein geometrischen Verteilungen nur im Größten gemäß sein werden.

Hiernach schwindet wohl jeder Rest von Paradoxie aus der Lokalisation unserer anschaulichen Umwelt rings um uns. Was an anschaulicher Relativlokalisierung überhaupt vorkommen kann, bestimmt sich nach funktionellen Nachbarschaften und Abständen innerhalb der zugrunde liegenden nervösen Prozeßverteilungen. Daß diese als Gesamtheit im Innern der Gehirnhäute und des Schädels liegen, geht auf keine Art in jene Funktionszusammenhänge ein, kann also unmöglich in unserer Anschauung zum Ausdruck kommen,

¹ Vgl. jedoch WERTHEIMER, Über das Sehen von Bewegung (Drei Abhandlungen zur Gestalttheorie) und KÖHLER, Die physischen Gestalten. Beides Berlin, Verlag Dr. W. Benary.

deren Räumlichkeit ja nur auf jenen funktionellen Zusammenhängen beruht. Erst wenn man während seiner Überlegungen von einer Art Koordinatensystem in ein ganz anderes gerät, kann man hier noch Schwierigkeiten finden. Wenn das anschauliche Ich auf *einem* Prozeßkomplex, die anschauliche Umwelt auf *anderen* solchen Komplexen beruht, und die anschauliche Relativlokalisierung beider einem funktionellen Außereinander entspricht (wie es genau so dem Außereinander verschiedener anschaulicher Umweltdinge zugrunde liegt), dann geht die Rechnung ohne Rest auf.

Es wird gut sein, den Eindruck zu vermeiden, als führe die hier gegebene Darstellung zu weiter nichts als zur Beseitigung des alten Paradoxons. Bisher wurde aller Nachdruck darauf gelegt, daß für konsequentes Denken gerade die im allgemeinen getrennte Lokalisation von anschaulicher Umwelt und Ich natürlich und notwendig wird. In etwas anderer Hinsicht aber führen dieselben Überlegungen vielmehr zu einer funktionellen Gleichstellung und Verwandtschaft des anschaulichen Ich und der Anschauungsdinge, die man wieder nicht verstehen kann, solange dieses Ich noch nicht als ein Sondergebiet der Anschauungsmannigfaltigkeit erkannt ist. Physiologisch betrachtet stellen ja das Ich und die Umweltdinge Prozeßkomplexe in einem gemeinsamen Gehirnfeld dar, und es ist durchaus nicht notwendig, ja nicht einmal wahrscheinlich, daß diese Prozeßkomplexe funktionell vollkommen indifferent gegeneinander sind. Die Wahrnehmungspsychologie kennt eine große Reihe von gegenseitigen Beeinflussungen der anschaulichen Umweltdinge und -Hergänge. Formen, Größen und Richtungen von gesehenen Dingen z. B. können bei geeigneter Wahl der angrenzenden optischen Umgebung von dieser stark beeinflusst werden. Weil dann objektiv-physikalisch lauter unabhängige, gegeneinander praktisch indifferente Dinge, Formen oder Konturen vorliegen, also außerhalb des Organismus keine entsprechende Beeinflussung besteht, pflegt man die betreffenden Verzerrungen als „Täuschungen“ zu bezeichnen. Die Psychologie ist jedoch immer mehr zu der Erkenntnis gelangt, daß es sich *physiologisch* jedenfalls um echte Beeinflussungen optischer Prozeßkomplexe durch ihre Nachbarn im Feld handelt. Nach dem oben Ausgeführten kann man ja auch nicht erstaunt darüber sein, daß unter den Prozessen, die der anschaulichen Raumlagerung zugrundeliegen, intimere funktionelle Zusammenhänge bestehen als zwischen den einzelnen Dingen im physikalischen Raum, deren Formen, Größen usw. unter gewöhnlichen Umständen je unabhängig für sich bestehen. Besonders auffällige Beeinflussungen werden im Anschauungsraum vielfach dann beobachtet, wenn *Bewegungen* im Felde auftreten. Jedermann hat schon einmal bemerkt, daß z. B. der Mond, an dem Wolken vorbeiziehen, deutlich in Bewegung der entgegen-

gesetzten Richtung gerät. Man spricht in solchen Fällen von „induzierter“ Bewegung eines Anschauungsdinges, und kürzlich hat DUNCKER deren merkwürdige Eigenschaften bereits recht befriedigend aufklären können¹. Wenn nun das anschauliche Ich dem gleichen Feldzusammenhang angehört, in welchem Dinge der anschaulichen Umwelt einen solchen Einfluß aufeinander auszuüben vermögen, dann wird man erwarten dürfen, daß dieselbe Einwirkung, die z. B. der Mond von den ziehenden Wolken erfährt, unter geeigneten Umständen auch von starken Bewegungen der anschaulichen Umgebung auf das anschauliche Ich ausgeübt wird. Nun ist es ja bekannt und sogar ein beliebter Jahrmarktsscherz geworden, daß auffällige Drehungen der sichtbaren Umgebung gesetzmäßig zu Gegendrehungen des anschaulichen Ich führen, während doch der physische Organismus, etwa auf einem Stuhle, dauernd ruht. Die Einordnung des Prozeßkomplexes, der dem anschaulichen Ich zugrunde liegt, in den allgemeinen Feldzusammenhang der Prozesse für alles Anschauliche überhaupt macht diese Erscheinung im Prinzip durchaus verständlich.

Man lernt aus einem so einfachen Beispiel besonders eindringlich, daß der anschauliche Raum und der ihm zugrunde liegende physiologische Feldzusammenhang Eigenschaften aufweisen, die im physikalischen Raum nicht ebenso vorhanden sind. Insbesondere gibt es im Hirnfeld dynamische Beziehungen zwischen dem Prozeßkomplex des Ich und den Umgebungsprozessen, denen keine analogen Wirkungszusammenhänge zwischen dem physischen Organismus und seiner physikalischen Umgebung entsprechen. Ist man aber so weit gelangt, so muß man konsequenterweise alsbald außerordentlich viel weiter gehen. Denn aus Kontinuitätsgründen wird nun auch jede eigene Verhaltensweise, in der man auf einen Umgebungsbestandteil gerichtet ist, als der Ausdruck eines vektoriellen Zustandes oder Geschehens zwischen dem jeweiligen Prozeßkomplex des Ich und dem betreffenden Umgebungsprozeß aufgefaßt werden müssen. Je nach der aktuellen Beschaffenheit beider, von der ja solch ein vektorieller Zustand jedesmal bestimmt ist, werden dabei sehr verschiedene Gerichtetheiten auftreten können. Psychologische Daten wie „Aufmerken auf“, „Sich angezogen oder abgestoßen fühlen von“, „Zaudern vor etwas“ usw., welche im Erlebnisraum von einem Anschauungsding zum Ich oder umgekehrt gerichtet auftreten, müssen, will man folgerichtig vorgehen, dem entworfenen Schema einer Entsprechung von anschaulicher Ordnung und Funktionalzusammenhang im Hirnfeld eingegliedert werden. Eine konkretere Durchführung dieses Gedankens ist jedoch kaum möglich, ohne daß man dabei sogleich auch auf die mnemischen Erscheinungen eingeht, und würde deshalb zu weit von unserem Gegenstand fortführen.

¹ Psychol. Forschg 12 (1929).

Zur pflanzengeographischen Gliederung Kleinasiens.

Von K. KRAUSE, Berlin-Dahlem.

Bei der pflanzengeographischen Gliederung Kleinasiens unterscheidet man gewöhnlich in unmittelbarem Zusammenhang mit den Relief-eigentümlichkeiten und den dadurch bedingten klimatischen Verhältnissen des Landes folgende Bezirke: Zunächst den kolchischen Bezirk im nördlichen Kleinasien, der aufs stärkste beeinflusst wird durch reiche und ziemlich gleichmäßig über das ganze Jahr verteilte, vom Schwarzen Meer herkommende Niederschläge und deshalb im wesentlichen ein großes Waldgebiet darstellt, das in den dichten, feucht-üppigen Urwäldern am Südwestfuß des Kaukasus beginnt und bis über den Bosphorus hinaus zu verfolgen ist. Die in der Literatur bisweilen für den gleichen Bezirk gebrauchte Bezeichnung „pontisch“ verwendet man für seine botanische Charakterisierung besser nicht, da floristisch unter diesem Namen meist etwas ganz anderes, nämlich Steppenelemente der Länder nördlich des Schwarzen Meeres, verstanden wird. Einen weiteren Bezirk bildet das westliche Kleinasien, das typisches, im Sommer während der Hauptvegetationsperiode durch große Wärme und gleichzeitige Trockenheit, im Winter durch feuchte Milde ausgezeichnetes Mittelmeerklima besitzt und demzufolge auch ausgesprochene Mediterranflora aufweist, in der besonders die immergrünen, hartlaubigen Gebüsche der Macchien vorherrschen. Einen dritten Bezirk stellt das Innere dar, dessen von überragenden Randgebirgen umschlossene Hochflächen unter dem Einfluß des trocknen, kontinentalen Klimas meist von Steppen oder Wüstensteppen, stellenweise sogar von fast völlig vegetationslosen Salzwüsten bedeckt sind. Der vierte und letzte Bezirk endlich umfaßt das südliche und südöstliche Kleinasien, das, zwar auch zum Mittelmeergebiet in weiterem Sinne gehörig, doch floristisch in diesem eine, vor allem durch die hohen Gebirge der Tauruskette und ihre zahlreichen Endemiten bedingte Sonderstellung einnimmt.

Ein Vergleich dieser einzelnen Florenbezirke ergibt, daß sie untereinander zunächst weniger Beziehungen zu haben scheinen als zu Gebieten außerhalb Kleinasiens. So gehört das nördliche Anatolien, wie schon gesagt, dem kolchischen oder nach A. ENGLER südeuxinischen Florengebiet an, dessen Elemente vom Kaukasus an, am ganzen Südufer des Schwarzen Meeres entlang bis zum Istrandscha Dak¹ in der europäischen Türkei und noch weiter bis Bulgarien zu verfolgen sind. Das westliche Kleinasien weist so enge Beziehungen zu dem gegenüberliegenden Griechenland sowie

¹ Die türkische Bezeichnung für „Berg“ wird bisher in der deutschen Literatur oder auf deutschen Karten meist als „Dagh“ wiedergegeben. Da die neue, lateinische Buchstaben brauchende türkische Schreibweise „Dak“ ist, empfiehlt es sich, diese Form auch bei uns anzuwenden.

zu den vielen dazwischenliegenden Inseln auf, daß man es am besten, dem Vorschlage PHILIPPSONS folgend, mit diesen zu einem einheitlichen Florengebiet der Aegaeis zusammenfaßt. Die Hochsteppen des Inneren wiederum enthalten so viele besondere Elemente und sind floristisch wie auch physiognomisch so eng mit den Steppen des angrenzenden armenisch-iranischen Hochlandes verwandt, daß man sie eigentlich nur als einen Teil derselben ansehen kann. Es ist dabei im Grund gleichgültig, ob man das innere Anatolien noch wie ENGLER dem Mittelmeergebiet zurechnet, oder ob man es schon einer anderen, als zentralasiatisches Wüsten- und Steppengebiet zu bezeichnenden Florenprovinz zuteilen will, wie es GRISEBACH und RIKLI tun. Das südliche Kleinasien endlich läßt so viele Beziehungen zu der davorliegenden Insel Cypern erkennen, daß es ENGLER mit dieser zu der taurisch-cyprischen Unterprovinz vereinigt, der auch noch der Libanon zuzurechnen ist.

Trotz dieser zunächst recht auffälligen Verschiedenheiten zwischen den einzelnen Florenbezirken Kleinasiens treten aber doch auch Beziehungen und Ähnlichkeiten zwischen ihnen hervor, die sogar stärker zu sein scheinen, als man bisher meist angenommen hat. Schon HANDEL-MAZETTI¹ hebt bei seiner Schilderung der Vegetation des Sandschaks Trapezunt die mediterranen Einsprengungen hervor, die man dort findet, und auch ich habe mich auf einer Reise im Sommer 1926, die ebenfalls das pontische Kleinasien betraf, von ihrer Ausdehnung und Zusammensetzung überzeugen können. Es handelt sich bei diesen mediterranen Enklaven teils um größere, gewöhnlich ziemlich scharf abgegrenzte Bestände, die sich besonders auf stark exponierten Süd- und Südostabhängigen finden, teils um kleinere, manchmal überhaupt nur aus wenigen Individuen bestehende Kolonien von mediterranen Arten, die zerstreut innerhalb der unteren Buschwaldzone auftreten und ihr Vorhandensein gleichfalls fast immer besonderen, hauptsächlich in der Exposition liegenden Standortbedingungen verdanken. Ihre charakteristischen Bestandteile sind vor allem die bekannten, weit verbreiteten mediterranen Macchiensträucher, wie der rotfrüchtige Wachholder *Juniperus oxycedrus* L., *Cistus*arten, besonders *Cistus villosus* f. *tauricus*, der Erdbeerbaum, *Arbutus andrachne* L., die Myrte, *Myrtus communis* L., *Phillyrea media* L., der Lorbeer *Laurus nobilis* L., die Baumheide *Erica arborea* L., der Pfriemenginster *Spartium junceum* L., ferner *Pistacia palestina*, der Stechdorn *Paliurus aculeatus*, der Mäusedorn *Ruscus aculeatus* L. u. a. Auch die Pinie, *Pinus pinea* L., die im Kalanema Dere westlich von Trapezunt einen ziemlich großen geschlossenen Wald bildet, ist ein solcher mediterraner Vertreter im kolchi-

¹ Ann. d. k. k. Naturhist. Hofmuseums Wien 23, 6–212 (1909).

schen Florengebiet. Denn die Zweifel, die früher manchmal betreffs ihres kleinasiatischen Indigenats geäußert wurden, scheinen nach den Feststellungen von HANDEL-MAZETTI (l. c.) und neuerdings von BERNHARD¹ tatsächlich nicht zu Recht zu bestehen.

Wie aus den Arbeiten von RADDE, MEDWEDEW u. a. bekannt ist, treten gleiche mediterrane Inseln auch noch östlich von Kleinasien im südwestlichen Kaukasus auf, wo die größte von ihnen aus dem unteren Tschorochtale beschrieben ist. Aus dem nordwestlichen Kleinasien, dem alten Paphlagonien, liegen bisher noch keine genaueren botanischen Schilderungen vor und auch mir ist dieses Gebiet nicht aus eigener Anschauung bekannt. Doch scheinen auch hier ähnliche Verhältnisse zu herrschen. Denn aus einer Pflanzensammlung, die Prof. ALI RISA BEY² bei Zonguldak anlegte und die ich selbst durchsehen konnte, geht hervor, daß sich die oben genannten mediterranen Sträucher auch fast sämtlich in der Umgebung dieser Stadt finden, und ebenso sagt E. NOWACK in einer von FR. MARKGRAF³ herausgegebenen Arbeit über die Vegetationsverhältnisse Paphlagoniens: „Schon bei Songuldak, wo wir das erstmal die Schwarze Meerküste betraten, überraschte uns, die wir auf Grund der bisherigen Vegetationsschilderungen dies nicht erwarten konnten, eine prachtvoll üppige Mittelmeermacchie von *Laurus nobilis*, *Arbutus unedo*, *Myrtus communis*, *Erica arborea*, *Ilex aquifolius*⁴, *Phillyrea media* u. a.“ Endlich finden wir auch in dem Istrandcha Dak in der europäischen Türkei solche mediterranen Einsprengungen, die wohl Veranlassung dazu gegeben haben, daß dieses Gebiet von ADAMOVIC zur engeren Mediterranprovinz gerechnet wurde, ein Irrtum, auf den neuerdings J. MATTFELD hingewiesen hat.

Treten so eine ganze Anzahl mediterraner Elemente zum Teil sogar in geschlossenen Beständen in dem Bereich der kolchischen Flora auf, so finden wir umgekehrt verschiedene Arten des nördlichen Kleinasien in den Gebirgen der Südküste wieder. Dieses Vordringen von Vertretern der kolchischen Waldflora nach Süden ist bisher nur wenig beachtet und in der Literatur kaum behandelt worden. Erst in allerneuester Zeit hat W. SIEHE⁵ in einer Arbeit: „Dendrologische Wanderungen in Cilicien“ mit wenigen Zeilen auf diese Tatsache hingewiesen und auch einige Beispiele dafür angeführt. Sie sind nicht zahlreich, vor allem aus dem Grunde, weil wir über die Verbreitung vieler kleinasiatischer Pflanzen noch immer

nicht genügend unterrichtet sind, und weil besonders die Pflanzenwelt des südlichen Kleinasien nur recht wenig bekannt ist. Doch geben mir Beobachtungen, die ich auf eigenen, in den letzten vier Jahren unternommenen Reisen in Anatolien machen konnte, sowie Herbarstudien Gelegenheit, dieser Frage näherzutreten, und ich möchte deshalb im folgenden mehrere besonders charakteristische Vertreter der kolchischen Waldflora behandeln, die auch im südlichen Kleinasien vorkommen. Es sind dies zum Teil Arten, auf die schon SIEHE aufmerksam machte, zum großen Teil aber solche, die von ihm nicht genannt wurden.

Geradezu als Charakterpflanze des kolchischen Florengebietes kann die gelbblühende Alpenrose *Rhododendron flavum* (= *Azalea pontica*) gelten, die im ganzen nördlichen Kleinasien in Wäldern und Gebüsch von der Küste an bis über die Waldgrenze hinaus wächst. Sie ist neuerdings auch im südöstlichen Kleinasien, im cilicischen Taurus, in dem Tale des oberen Calycadnus festgestellt worden und bildet eins der schlagendsten Beispiele für die Florengemeinschaft zwischen Nord- und Südkleinasien. Ähnliches gilt für das rotviolett blühende *Rhododendron ponticum* L., das gleichfalls einen überaus charakteristischen, bis in den europäischen Istrandcha Dak zu verfolgenden Vertreter der kolchischen Waldflora darstellt und schon seit langem aus dem Libanon bekannt ist. Es ist sehr leicht möglich, daß auch diese Art noch im Taurus, der so vieles mit dem Libanon gemeinsam hat, nachgewiesen wird.

Eine andere überaus typische Art der kolchischen Wälder ist die orientalische Buche, *Fagus orientalis* Lipsky, die vom Kaukasus an durch das ganze nördliche Kleinasien und Thrazien bis nach Ostbulgarien verbreitet ist. Während sie im eigentlichen Pontus als Waldbaum meist erst in einer Höhe von etwa 750 m ü. M. beginnt und dann bis zur Waldgrenze, d. h. bis zu ca. 1900 m, aufsteigt kommt sie im westlichen Teile ihres Verbreitungsgebietes auch wesentlich tiefer vor und findet sich z. B. im Belgrader Wald nördlich von Konstantinopel schon in ganz geringer Höhe über dem Meere. Auch sie ist abseits ihres Hauptareals im südöstlichen Anatolien, im Amanus in der Nähe von Bagdsche, sowie weiter in der Gegend von Marasch festgestellt worden, wo sie ebenfalls Wälder bildet.

Wie die orientalische Buche verhält sich auch die Silberlinde *Tilia tomentosa* Moench (= *T. argentea* Desf.), die im nördlichen Kleinasien, meist in Laubmischwäldern, nicht selten ist und sich gleichfalls im Amanus wiederfindet. Sehr beachtenswert ist ferner die Verbreitung der kaukasischen Flügelnuß, *Pterocarya fraxinifolia* Lam., die im Kaukasus sowie den angrenzenden Gebirgen des nordöstlichen Kleinasien auftritt und neuerdings von W. SIEHE im cilicischen Taurus oberhalb Mersina an einem kühlen Wasserlauf bei ca. 500 m Meereshöhe entdeckt wurde.

Weiter ist für die Flora des ostkolchischen Gebietes der Buchsbaum, *Buxus sempervirens* L.,

¹ Tharandter Forstl. Jahrb. 79, 265 (1928).

² ALI RISA BEY et J. PALIBINE, Excursion botanique dans les environs de Zonguldak, Asie Mineure. in Monit. Jardin Bot. de Tiflis 50, 15–26 (1920).

³ FR. MARKGRAF, Plantae anatolicae Nowackianae, in Notizblatt Bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem 10, 359–377 (1928).

⁴ Das Zitat von *Ilex aquifolius* wäre in diesem Zusammenhang besser unterblieben.

⁵ Mitt. Dtsch. Dendrol. Ges. 1928, 85–92.

charakteristisch, der hier stellenweise in so ausgedehnten, fast reinen Beständen wächst, daß HANDEL-MAZETTI geradezu eine besondere *Buxus*-Region unterscheidet. Auch er kommt im südlichen Kleinasien vor und ist z. B. von E. NOWACK in den Gebirgen zwischen Adalia und Alaya beobachtet worden. Die Eibe, *Taxus baccata* L., kennen wir ebenfalls aus der ganzen nördlichen Türkei, wo sie, wenn auch nur zerstreut, vom Kaukasus an bis hin nach Bulgarien in Wäldern vorkommt. Auch sie tritt abseits ihres nordanatolischen, geschlossenen Areals im südlichen Kleinasien auf und wurde schon von KOTSCHY im cilicischen Taurus, sowie nach diesem von W. SIEHE unweit von Mersina und an einigen anderen, wenig zugänglichen Orten des cilicischen Taurus beobachtet. Ähnlich verhält sich die Bergrüster, *Ulmus montana* With., die, in Bergwäldern des nördlichen Kleinasien mehrfach festgestellt, so von BALANSA in Lasistan, von DINGLER am oberen Gjökdak in Bithynien, ebenfalls von KOTSCHY in der Tannenregion des cilicischen Taurus in einer Höhe von 1500—1650 m ü. M. nachgewiesen wurde. Auch die Esche, *Fraxinus excelsior* L., kennen wir in Kleinasien bisher einmal aus dem kolchischen Gebiet und dann in einem vorläufig noch ganz isolierten Vorkommen im Amanus. Die Haselnuß, *Corylus avellana* L., gleichfalls in Wäldern und Gebüsch am Südufer des Schwarzen Meeres nicht selten, wurde in der Gegend zwischen Harunije und Alexandrette gesammelt. Die Elsbeere, *Sorbus torminalis* Crantz, von Thrazien durch Paphlagonien und den Pontus bis hin zum Kaukasus vorkommend, tritt im cilicischen Taurus auf, allerdings in einer etwas abweichenden Form, die meist als besondere Varietät, *Var. pinnatifida* Boiss., bezeichnet wird. Die eigenartige kletternde Liliacee *Danaë racemosa* L. kommt außer in den Küstenländern am Schwarzen Meer und dem Kaukasus auch in höher gelegenen Eichenwäldern des Amanus vor; und neben all diesen Holzgewächsen gibt es auch noch eine ganze Anzahl sie begleitender krautiger Pflanzen, die sich in ihrer Verbreitung ebenso verhalten.

Handelt es sich bei den bisher genannten Arten hauptsächlich um solche, die bis jetzt nur aus dem nördlichen und südlichen bzw. südöstlichen Kleinasien festgestellt sind, so kennen wir noch einige andere, die auch in den dazwischenliegenden Gebieten nachgewiesen wurden. Dies gilt zunächst für die orientalische Heckenkirsche, *Lonicera orientalis* Lam., die in Wäldern und Gebüsch der pontischen und paphlagonischen Berge wiederholt gesammelt wurde, ebenso in Cilicien auftritt und auch mehrfach in den Gebirgen des inneren Anatoliens, z. B. am Erdschias Dak sowie im Sultan Dak bei Akschehir, festgestellt worden ist. Ähnlich verhält sich unser europäisches Pfaffenhütchen, *Evonymus europaeus* Scop., das in Laub- und Mischwäldern des kolchischen Florengebietes nicht selten ist, von KOTSCHY im cilicischen Taurus nachgewiesen wurde und dazwischen noch bei

Kaisarie auftritt. Auch einen Hornstrauch, *Cornus australis* C. A. Mey., kennen wir einmal aus dem ganzen nördlichen Kleinasien, dann aus den Gebirgen im Osten aus der Gegend von Kharput und endlich aus dem Südosten, aus dem Gebiet zwischen Harunije und Alexandrette, sowie aus dem Amanus. Eine ähnliche Verbreitung scheint auch *Myricaria germanica* (L.) Desv. zu besitzen, die bisher im Pontus, in Cappadocien und Cilicien nachgewiesen wurde. Nur aus dem nordöstlichen und mittleren, dagegen nicht aus dem südlichen Kleinasien kennen wir unsere gewöhnliche Birke, *Betula verrucosa* Ehrh., deren südlichster Standort in unserem Gebiet am Erdschias Dak ist. Es wäre sehr interessant, festzustellen, ob auch die Birke bis zum Taurus vorgedrungen ist. Da der Baum schon im nordöstlichen Anatolien eine große Seltenheit ist, erscheint sein Vorkommen so weit südlich allerdings wenig wahrscheinlich.

Die genannten Beispiele mögen zum Nachweis der Tatsache genügen, daß verschiedene, und zwar meist recht charakteristische Vertreter der kolchischen Flora auch in den Gebirgen des südlichen Kleinasien auftreten. Ihre Zahl ließe sich noch weiter vermehren, doch sind absichtlich einige zweifelhaft erscheinende Arten weggelassen worden. Vor allem gilt dies für die orientalische Fichte, *Picea orientalis* (L.) Link, die in den Gebirgen des nordöstlichen Kleinasien große ausgedehnte Wälder bildet und bis zur Waldgrenze emporsteigt. Auch sie wird von BOISSIER und diesem folgend von verschiedenen anderen Autoren aus dem Taurus und Antitaurus angegeben, doch habe ich sie selbst dort nie gesehen, kenne auch keine Belegexemplare anderer Sammler und möchte deshalb die Frage, ob sie tatsächlich dort vorkommt, am liebsten verneinen, zum mindesten aber noch unentschieden lassen. Auch das z. B. von GROTHE behauptete Vorkommen der kaukasischen Nordmannstanne, *Abies Nordmanniana* (Stev.) Spach, in der Gegend von Kaisarie, ist sehr zweifelhaft. Vielleicht liegt hier eine Verwechslung mit *Abies cilicica* Ant. et Kotschy vor.

Wie wir sehen, kann man im allgemeinen bei den Pflanzen, die das kolchische Gebiet und der Taurus miteinander gemeinsam haben, zwei Gruppen unterscheiden, einmal solche Arten, die nach unseren bisherigen Kenntnissen in den zwischen Kolchis und Taurus liegenden Gegenden völlig zu fehlen scheinen, und dann solche, die auch von dort wenigstens von einigen Standorten bekannt sind. Zu den ersteren gehören z. B. die orientalische Buche, die Flügelnuß, die Silberlinde, die pontischen Alpenrosen u. a., zu den letzteren die orientalische Heckenkirsche und das Pfaffenhütchen. Die Grenze zwischen den beiden Gruppen ist nicht scharf, schon deshalb nicht, weil die Vegetation der asiatischen Türkei, vor allem der im Osten liegenden armenischen und kurdischen Gebirge, sowie des Antitaurus noch viel zu wenig bekannt ist, um etwas Genaueres über die hier vorkommenden Gewächse sagen zu können. Gerade diese öst-

lichen Gebirgszüge sind aber für die Verbreitung der hier in Betracht kommenden Arten von größter Wichtigkeit, denn sie bilden eine deutliche Brücke zwischen den kolchisch-kaukasischen Gebirgen und denen der Tauruskette, und ihre gründliche floristische Durchforschung wird sicher noch manches ergeben, das das oben gesagte ergänzt. Immerhin bleibt die Tatsache bestehen, daß eine ganze Anzahl kolchischer Florenelemente auch im Taurus vorkommen, und es liegt die Frage nahe, wie ist diese Erscheinung zu erklären.

Die allgemeine Annahme¹ geht dahin, daß in vielen Teilen des Mittelmeergebietes die großen Vergletscherungen der Alpen durch Regenzeiten vertreten waren. Außerdem haben höchstwahrscheinlich sowohl Nordafrika wie der Orient noch in postglacialer Zeit mehrere feuchte Perioden durchgemacht, und selbst noch in geschichtlicher Zeit dürfte das Klima in diesen Ländern etwas feuchter gewesen sein als gegenwärtig. Zum Beweis dieser Annahme sei einmal auf die ältesten Überlieferungen des Orients hingewiesen, insbesondere auf die altorientalischen Sintflutsagen, und dann auf die von verschiedenen Autoren hervorgehobene Tatsache, daß die hohe Kultur, die sich in Griechenland und den Nachbargebieten nach den Perserkriegen entwickeln konnte, sowie das Dasein der vielen blühenden Städte in dem antiken Griechenland, in Vorderasien und Syrien nur möglich war, weil in diesen Ländern ein feuchteres Klima

¹ Vgl. darüber vor allem: H. GAMS und R. NORDHAGEN, Postglaciale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. München 1923. Siehe dort auch weitere Literatur.

herrschte als gegenwärtig. Und wenn z. B. LEONHARD¹ mit ausdrücklichem Hinweis auf Kleinasien sagt: „Für das Innere von Kleinasien ist mir ein Trockenerwerden wahrscheinlich, weil eine solche Reihe von Ansiedlungen, wie sie die antiken Reste im Inneren der Steppe bieten, heute nicht bestehen können“, so kann ich mich dieser Auffassung auf Grund eigener Beobachtung und Anschauung vollkommen anschließen. Jedenfalls ist ein Trockenerwerden des Klimas im Orient wohl eine Tatsache, die heute nicht mehr zu bezweifeln ist. Natürlich sind damit auch weitgehende Veränderungen der Vegetation verbunden gewesen. Hatten die reichlichen Niederschläge während und nach den großen Glacialperioden die Entwicklung einer üppigen, feuchtigkeitsliebenden Waldflora ermöglicht, so mußte diese mit Einsetzen größerer Trockenheit mehr und mehr zurückgedrängt werden. Sie war gezwungen, ihre südlichen Areale aufzugeben und sich nach Norden in das kolchisch-kaukasische Gebiet zurückzuziehen, wo sie noch zusagende Existenzbedingungen fand. Nur an besonders geeigneten Stellen konnte sie sich in ihren alten Verbreitungsgebieten, begünstigt durch gelegentliche postglaciale Klimaschwankungen und besondere lokale Verhältnisse, erhalten, und so sehen wir ihre Vertreter noch heute in kühlen, tief eingeschnittenen, meist nach Norden exponierten Gebirgstälern des Taurus oder Amanus als Reste einer einstmals weiter ausgedehnten Flora, als Relikte, die sich meist wohl bis auf die spätere Tertiärzeit zurückverfolgen lassen.

¹ R. LEONHARD, Paphlagonia. Berlin 1915, 223.

Besprechungen.

Handbuch der Experimentalphysik, herausgegeben von W. WIEN und F. HARMS unter Mitarbeit von H. LENZ. Band 7, 1. Teil: Kristallographische und strukturtheoretische Grundbegriffe von P. NIGGLI. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1928. XII, 317 S. und 131 Abbild. 17 × 24 cm. Preis geh. RM 30.50, geb. RM 32.50.

Die starke Entwicklung der experimentellen Methoden zur Erforschung der Kristallstruktur hat es notwendig gemacht, die zugehörigen theoretischen Grundlagen zu vertiefen, weiter auszubauen und mit den experimentellen Daten zu verknüpfen. Auf diese Weise wurde aus der zunächst rein formal mathematischen, geometrischen Strukturtheorie der Kristalle ein für die experimentelle Forschung unentbehrliches Hilfsmittel entwickelt.

Der Autor hat sich nun die Aufgabe gestellt, die geometrischen Grundlagen der Kristallberechnung und Kristallstrukturbestimmung zusammenfassend darzustellen. Die Grundlage bildet die SCHOENFLIESSCHE Theorie der Kristalle; nach dieser wird jeder Kristall als ein Diskontinuum angesehen (darin kommt die atomistische Struktur der Materie zum Ausdruck), dem eine Symmetriegruppe mit 3 nicht komplanaren Translationen (Translationsgitter) zukommt; es gibt gemäß BRAVAIS 14 verschiedene Translationsgitter und nach SCHOENFLIES 230 unterscheidbare Sym. Gruppen; sie bilden die strenge und erschöpfende Systematik der

Kristalle. Die charakteristischen Schwierigkeiten bei der Darstellung dieses Gebietes liegen nun gerade darin, daß es eine große, aber völlig bestimmte Anzahl (230) unterschiedener Fälle gibt. Entsprechend muß auch die Begriffsbildung und Darstellung detailreich gestaltet werden. Dem Autor ist es gelungen, die wichtigsten Grundzüge der Theorie in übersichtlicher Form zusammenzustellen. Besondere Sorgfalt ist auf die strenge Ableitung und Klarlegung der systematischen Symmetriehere und der darauf gegründeten modernen Begriffsbildung verwandt worden. Die Nomenklatur, welche auf dem ganzen Gebiet besonders im argen liegt, ist, soweit sachlich erforderlich, erläutert. Die zum Teil äußerst komplizierten geometrischen Verhältnisse sind an einem großen und gut ausgewählten Bildermaterial veranschaulicht. Ein ausführliches Literaturregister stellt den Zusammenhang mit den Einzelarbeiten der verschiedenen Forscher her.

Für den praktischen Gebrauch sind Tabellen ausgearbeitet, welche die verschiedenen Kristallberechnungen (Indizierung der Kanten und Flächen, Winkelberechnungen, Koordinatentransformationen, Strukturformeln usw.) wesentlich erleichtern. Die Tabellen zur röntgenographischen Strukturbestimmung sind hingegen in dem Buch nicht aufgenommen, sondern es wird auf die entsprechenden Werke verwiesen.

Dem Zwecke des Handbuchs Rechnung tragend, ist dieser Band als Nachschlagewerk für kristallo-

graphische und strukturtheoretische Grundbegriffe sehr gut geeignet und kann auf das wärmste empfohlen werden. Die Grundprinzipien sind klar formuliert und durch übersichtliche Darstellung praktisch zugänglich gemacht.

K. WEISSENBERG, Berlin-Dahlem.

Handbuch der Experimentalphysik, herausgegeben von W. WIEN und F. HARMS. Band 18: Wellenoptik und Polarisation. Photochemie. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1928. XIV, 674 S. und 271 Abb. 17×24 cm. Preis geh. RM 61.80, geb. RM 63.50.

Der vorliegende Band des Handbuchs der Experimentalphysik bringt in seinen einzelnen Abschnitten eine sehr gute Verbindung von Experiment und Theorie. Ausführlich bespricht R. LADENBURG die Bestimmungen der Lichtgeschwindigkeit von den ältesten Methoden der Astronomie bis zu den neuen Vorschlägen, die Lichtgeschwindigkeit mittels Kerr-Zelle und elektrischer Schwingungen zu messen (die letztere Methode ist, was der Verfasser übersehen hat, bereits 1925 von A. KAROLUS in Vorversuchen erprobt worden; Sächsische Akad. Leipzig).

Drei vortreffliche Kapitel rühren aus der Feder M. VON LAUES: die *Optik der bewegten Körper*, geordnet nach der Bewegung der Körper gegeneinander, nach gemeinsamer Drehbewegung und gemeinsamer Translationsbewegung, die *Spiegelung und Brechung des Lichtes* an der Grenze zweier isotroper Körper mit einer ganzen Reihe bisher erstmalig mitgeteilter Formeln der Spiegelung an absorbierenden Körpern, und *Interferenz und Beugung elektromagnetischer Wellen* (mit Ausnahme der Röntgenstrahlen). In diesem letzteren Abschnitt sind außer den klaren theoretischen Ableitungen die schönen Beugungsbilder, die wir hauptsächlich russischen und indischen Physikern verdanken, besonders hervorzuheben.

In ausführlicher Darstellung behandelt H. SCHULZ die Polarisation des Lichtes unter besonderer Berücksichtigung der handelsüblichen Apparate, die Krystall-optik, die accidentelle Doppelbrechung und die Rotationspolarisation bei isotropen Körpern. Ein Kapitel von 12 Seiten bringt die oft wenig beachteten flüssigen Krystalle in ihren charakteristischen Erscheinungen.

Der letzte Abschnitt des Buches: *Photochemie* von E. WARBURG, dessen Abdruck in diesem Band vom Herausgeber W. WIEN im Vorwort entschuldigt wird, betont hauptsächlich die experimentellen Ergebnisse. Schließlich sei noch die Beschreibung und die kritische Sichtung der Versuche zur relativistischen Rotverschiebung und der Lichtablenkung im Gravitationsfeld der Himmelskörper von K. F. BOTTLINGER hervorgehoben.

Der gesamte Band ist vom Verlag in Schrift, Zeichnung und photographischen Reproduktionen vortrefflich ausgestattet.

E. RUPP, Berlin.

Handbuch der Experimentalphysik, herausgegeben von W. WIEN und F. HARMS unter Mitarbeit von H. LENZ. Bd. 20, Teil 1: Physiologische Optik von A. KÖNIG. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1929. VII, 241 S. und 70 Abb. 17×24 cm. Preis geh. RM 22.—, geb. RM 23.60.

Ursprünglich hatte C. PULFRICH die Bearbeitung dieses Teiles übernommen, doch war bei seinem Tode erst ein geringer Teil (etwa $7\frac{1}{2}\%$ des vorliegenden Buches) vollendet und konnte für den Druck verwendet werden. Als A. KÖNIG für den so unerwartet abgerufenen Kollegen eintrat, hat er die Arbeit in einer völlig neuartigen Weise durchgeführt, die besondere Beachtung verdient.

Es handelt sich bei dem vorliegenden Werk eben

um einen eingehenden und umfangreichen Versuch, die gegenwärtigen Auffassungen in der Physiologischen Optik den Physikern nahezubringen, wie er in dieser Art zu neuerer Zeit von keinem Physiker versucht worden ist. Gewisse Teilgebiete wesentlich engerer Begrenzung sind freilich öfter schon gleichsam monographisch behandelt worden, und die Verfasser haben daraus gewisse Schlußfolgerungen für das Verständnis von Erscheinungen gezogen, die sich bei bestimmter Verwendung von optischen Geräten einstellen.

Geht man nunmehr auf Einzelheiten näher ein, so ist auf Physiker der Einfluß von HELMHOLTZENS Handbuch der physiologischen Optik so überwiegend gewesen, daß der weit größeren Mehrzahl der HERINGSche Standpunkt verhältnismäßig unbekannt geblieben ist. Hier versucht der Verfasser mit besonderem Nachdruck Abhilfe zu schaffen, indem er (S. 46) auf den grundlegenden Unterschied der Auffassung bei beiden großen Forschern hinweist. Während HELMHOLTZ mehr von den physikalischen Erscheinungen ausgeht, sind für HERING die Empfindungen das unmittelbar gegebene Wahre. Dementsprechend benutzt er auch eine andere, seiner Auffassung entsprechende Terminologie.

Dieser Unterschied wird bereits bei der Farbentheorie deutlich, wobei der Verfasser der Dreifarben-theorie von YOUNG 1802 (und HELMHOLTZ) (S. 105 bis 120) die HERINGSche Gegenfarbentheorie 1874 (S. 46, 120—125) gegenüberstellt und danach sogar noch kurz auf die Zonentheorie (S. 126—128) eingeht, bei der namentlich die Arbeiten von G. E. MÜLLER 1896/1925 und ÖHRWALL 1923 besprochen werden. Bei der Behandlung der Kontrasttheorie werden nicht nur die eindrucksvollen HERINGSchen Grundversuche dargestellt, sondern an zwei Stellen (S. 81, 101) bestimmte Anordnungen GOETHES mit seinen eigenen Worten beschrieben.

Jedem verständnisvollen Leser muß es sich aufdrängen, wieviel weiter man in den letzten Jahrzehnten besonders in der messenden Verfolgung der Erscheinungen gekommen ist. Namentlich fällt das bei der Untersuchung der Schwellen auf, und zwar sowohl der einfachen Schwellen wie der Unterschiedsschwellen für Helligkeit, Farbenton und Sättigung, sowie schließlich der zeitlichen Verhältnisse der Lichtverteilung.

Man wird es nach der Vorbildung des Verfassers natürlich finden, daß die Meß- und Versuchsgeräte besonders eingehend behandelt worden sind, und kann hier in erster Linie auf die Vorkehrungen zur Farbmessung, die Farbmischgeräte, die Flimmerphotometer und die Stereoskope¹ verweisen. Auch der heterochromen Photometrie ist ein großer Raum gewidmet worden. Dagegen hat der Verfasser die Anwendungen der Raumbildmessung auf die Stereogrammetrie und die militärischen Entfernungsbestimmungen für den ebenfalls von ihm zu bearbeitenden 2. Teil des 20. Bandes, die geometrische Optik, vorbehalten.

Im Hinblick auf die den Raumsinn behandelnden Abschnitte schließt sich der Verfasser verständlicher Weise F. B. HOFMANNs grundlegendem Werke an, doch ist er mit Rücksicht auf seinen Leserkreis nach verschiedenen Richtungen darüber hinausgegangen, so z. B. für die in neuerer Zeit wieder mehrfach behandelte Gestalt des scheinbaren Himmelsgewölbes und die Sehgröße von Sonne und Mond bei verschiedener Höhe über dem Horizont.

¹ Der Berichtende darf hier vielleicht auf die irrtümliche Bezifferung der Bilder 61 und 62 aufmerksam machen, die von Rechts wegen in der Reihenfolge 62 und 61 aufzuführen gewesen wären.

Bei einer großen Belesenheit hat der Verfasser auch die ausländischen Quellen — namentlich die in englischer Sprache — ausgiebig herangezogen (die Namen von ALLEN, MAC DOUGALL und SHERRINGTON seien an erster Stelle genannt) und hat auf diese Weise einen Erkenntniszuwachs geschaffen, dessen Verdienstlichkeit durchaus auf gleicher Stufe steht wie die obenerwähnte gründliche Behandlung der HERINGSCHEN Lehre.

Das eingehende Namens- und Sachverzeichnis läßt auf die große Menge der nutzbar gemachten Quellen schließen; diese finden sich — der Anlage des ganzen Werkes folgend — als Fußnoten mit besonders starker Beknappung. Wie zum Teil schon aus dieser Besprechung hervorgeht, sind neue und ausländische Arbeiten vorzugsweise berücksichtigt worden.

MORITZ VON ROHR, Jena.

FÖRSTERLING, K., *Lehrbuch der Optik*. Leipzig: S. Hirzel, 1928. XII, 610 S. und 193 Abb. 17 × 25 cm. Preis geh. RM 38.—, geb. RM 40.—.

Unserer Zeit ist das Bestreben eigen, das angesammelte Wissen in umfangreichen Handbüchern niederzulegen, wobei der Gesichtspunkt der Vollständigkeit und oft auch der der Aktualität ausschlaggebend ist für die Darstellungsweise. Der Studierende braucht aber statt Vollständigkeit Überblicke über gesichertes Wissen und die Fülle moderner Auffassungen in unserer Wissenschaft könnte ihn nur verwirren.

Die Atomphysik mit ihren ganz anderen experimentellen Methoden und ganz neuartigen theoretischen Auffassungen verlangt andere Lehrbücher in den Zeiten, da die Optik in der Hauptsache aus der Lehre von den optischen Instrumenten und aus der Kristalloptik bestand. Ein solches modernes Lehrbuch der Optik zu geben, ist Ziel des Verfassers, und die Darstellung und Einordnung neuer Forschungsergebnisse in das alte Gebäude der Lehre vom Licht ist sehr gut gelungen.

Der erste Abschnitt: Allgemeine Eigenschaften des Lichtes wird eingeteilt in Ausbreitung, Geschwindigkeit und Energie des Lichtes, um dann auf die Interferenzerscheinungen und auf die Polarisation des Lichtes überzugehen. Dieser Abschnitt enthält die klassischen Versuche über die Wellennatur des Lichtes.

Wie man das Licht als Wellenvorgang rechnerisch verfolgen kann, bringt der zweite Abschnitt: MAXWELLSche Theorie und Elektronentheorie der Elektrizität. Das Verhalten der Lichtwellen in materiellen Körpern bei Dispersion, Reflexion und Brechung wird zunächst allgemein dargestellt; dann folgen spezielle Anwendungen, wie Kristalloptik, natürliche aktive Körper, Magnetoptik und die Ausbreitung in inhomogenen Medien. Hier wäre ein Abschnitt Elektrooptik sehr erwünscht, wird doch der elektrische Kerr-Effekt nur mit wenigen Sätzen erwähnt. Eine strenge Theorie der Beugungsercheinungen wird nicht gegeben und es fragt sich, ob die im Anhang gebrachten Vorbereitungen zu einer solchen strengen Theorie, die Transformation der MAXWELLSchen Gleichungen auf krummlinige Koordinaten, für ein derartiges Lehrbuch so wichtig sind, um damit 20 Seiten anzufüllen. Den Abschnitt beschließt die Optik bewegter Körper, für die der Verfasser die nach seiner Meinung anschaulichere LORENTZsche Auffassung gewählt hat.

Die Theorie der Lichtemission des dritten Abschnitts bringt eine sehr gut gelungene knappe Übersicht über die Quantentheorie der Spektrallinien, über das BOHRsche Atommodell und über die DE BROGLIE-SCHRÖDINGERSche Wellenmechanik. Die BORN-HEISENBERGSche Fassung der Wellenmechanik wird nicht be-

handelt, da deren mathematische Hilfsmittel außerhalb der in diesem Lehrbuch vorausgesetzten liegen.

Die korpuskularen Eigenschaften des Lichtes werden in den Kapiteln: Wärmestrahlung und Strahlung der Atome dargestellt, worin die schönen experimentellen Gebiete der Resonanzstrahlung, der Fluoreszenz und Phosphoreszenz und des lichtelektrischen Effektes entschieden zu kurz beachtet werden. (10 Seiten gegenüber 35 + 20 Seiten Beugung des Lichtes und 45 Seiten Kristalloptik.) Hier wird auch die Bedeutung des COMPTON-Effektes kurz hervorgehoben.

Die praktische Optik, die Theorie der optischen Instrumente, ist in einem vierten und letzten Abschnitt verwiesen, bei knapper Form eine sehr klare Behandlung der Abbildeigenschaften und der spektroskopischen Apparate.

Aus dem Anhang ist besonders erwähnenswert die Formelzusammenstellung aus der Vektorrechnung.

Die schematischen Zeichnungen sind sehr gut gewählt. Wünschenswert wäre manchmal eine ausführlichere Darstellung von Versuchsanordnungen. Von einprägsamen Versuchsergebnissen sollten unbedingt photographische Reproduktionen gebracht werden. Der Studierende soll erfahren, wie typische Beugungsbilder aussehen, oder das Spektrogramm eines Serienspektrums oder Aufspaltungsbilder des ZEEMAN- und des STARK-Effektes.

Das Buch enthält eine Reihe kleiner Druckfehler, die sich leicht ausmerzen lassen. Von diesen sei das folgende erwähnt: Seite 461 steht: 2535 $\mu\mu$ und 1847 $\mu\mu$ (statt Å), auf der folgenden Seite erregt die Linie 253,7 $\mu\mu$ (besser $m\mu$), die Linie 253,6 $\mu\mu$ (der Studierende kann die Identität beider Linien nicht wissen) und weiter unten auf derselben Seite erregt 330,3 $\mu\mu$ die Linie 330,3 (letzte Zahl ohne Angabe der Einheit).

Im ganzen haben der Verfasser und der Verlag ein Buch geschaffen, das wirklich eine Lücke unserer Lehrbuch-Literatur ausfüllt und den „Drude“ weitgehend ersetzt.

E. RUPP, Berlin.

WEYL, H., *Gruppentheorie und Quantenmechanik*. Leipzig: S. Hirzel 1928. VIII, 288 S. 17 × 25 cm. Preis geh. RM 20.—, geb. RM 22.—.

Die mannigfaltigen, teils offen zutage liegenden, teils im Verborgenen wirkenden Wechselbeziehungen von Mathematik und Physik in der Entwicklung der abendländischen Wissenschaften bieten der geschichtlichen Betrachtung eine Reihe merkwürdiger Fragen und Aufgaben dar. Zu den erstaunlichsten Erscheinungen, für welche gerade die neuere Entwicklung Beispiele geliefert hat, gehört eine innere Konvergenz der Entwicklung, die sich darin zeigt, daß nicht nur Anregungen und Fragestellungen oder Antworten und Hilfsmittel zwischen Physik und Mathematik bewußt ausgetauscht werden, sondern daß die Mathematik mit rätselhafter Zielsicherheit im voraus gerade solche Aufgaben erregt, deren Lösung einige Jahrzehnte später zum unentbehrlichen Hilfsmittel für die Ausschöpfung neuer physikalischer Entdeckungen wird. Das Verhältnis der RIEMANNschen Geometrie zur EINSTEINSchen allgemeinen Relativitätstheorie ist ein Beispiel hierfür. Ein anderes Beispiel bietet das Verhältnis der *Gruppentheorie*, genauer: der *Darstellungstheorie der Gruppen*, zur neuen *Quantenmechanik*. Die grundlegenden Arbeiten über die mathematische Theorie (FROBENIUS, BURNSIDE, SCHUR) stammen aus den Jahren 1896—1908¹.

¹ Mit der weiteren Ausdehnung der Theorie haben sich die Mathematiker — besonders auch WEYL — bis zur Gegenwart beschäftigt.

Für die Quantenmechanik ist die Darstellungstheorie zuerst 1926 von E. WIGNER verwertet worden, und sie hat sich seitdem in wachsendem Maße als unentbehrliches Hilfsmittel für die Behandlung zahlreicher Fragen der Quantenmechanik erwiesen.

Da bis vor kurzem die Darstellungstheorie der Gruppen ein wohl den meisten Physikern unbekanntes Gebiet gewesen ist, und da es entschieden nicht leicht war, aus den Originalabhandlungen selbst das Nötige zusammenzusuchen, so entspricht das WEYLSche Buch, in welchem diese Theorie mit ihren physikalischen Anwendungen dargestellt ist, einem dringenden Bedürfnis vieler Physiker. Das Buch bringt zugleich auch eine Übersicht der allgemeinen Grundlagen der Quantenmechanik, und ermöglicht so auch dem Mathematiker, die Rolle der Gruppentheorie in der neuen Physik zu würdigen. Aber auch der Physiker wird gern WEYLS überlegene Darstellung der physikalischen Gedanken der Quantenmechanik verfolgen. WEYL schließt sich rückhaltslos der statistischen Auffassung der Quantenmechanik an, die er mit bewunderungswürdiger Sicherheit der Auffassung vorführt, und zwar mit Einschluß ihrer höheren Verzweigungen, welche, wie die sog. „Überquantelung“, vielleicht noch nicht einmal schon als Gemeingut der Physiker angenommen werden können. Die Schnelligkeit, mit der ein vor kurzem noch der Quantentheorie fernstehender Verfasser sich in diese Gedankengänge einleben konnte, bildet einen eindrucksvollen Beweis für die logische Geschlossenheit und die Überzeugungskraft der neuen Theorie. —

Das erste Kapitel bringt die notwendigen elementaren Unterlagen aus der *Unitären Geometrie* (lineare Transformationen, Matrizen, Hauptachsentransformationen usw.). Die Mathematik der Matrizen wird hier durch die aus der Geometrie übernommenen Bilder in einer Weise aufgebaut, die durch ihre Anschaulichkeit und durch ihren vereinfachten Sprachgebrauch vorteilhaft von den bisherigen Darstellungen sich abhebt. Die vielen Indices, die sonst in der Behandlung dieses Gebiets mit seinen gruppentheoretischen Anwendungen auftreten, konnten hier fast überall vermieden werden. Das zweite entwickelt die Grundbegriffe der *Quantentheorie*: Von den DE BROGLIESchen Wellen und der SCHRÖDINGERSchen Gleichung aus gelangt der Verf. schnell zur abstrakten Formulierung der Quantenmechanik im Sinne der statistischen Transformationstheorie (DIRAC-JORDAN), bespricht das Beobachtungsproblem in seiner erkenntnistheoretischen Bedeutung (BOHR-HEISENBERG), bringt ferner das Wichtigste über HEISENBERGSche Matrizen, über Stoßvorgänge, Störungstheorie, Mehrkörperproblem, Richtungsquantelung, Vertauschungsregeln usw. Auch der Unterschied in der Statistik der „reinen Fälle“ und der „Gemische“ (v. NEUMANN-WEYL) wird erläutert. In mathematischer Beziehung fällt auf die besonders schöne Behandlung der Kugelfunktionen. Zuletzt folgt eine kurze Darlegung der Wechselwirkung eines Atoms mit dem gequantelten Strahlungsfeld (DIRAC).

Das dritte Kapitel berichtet dann, zu dem Hauptthema des Buches übergehend, über *Gruppen und ihre Darstellungen*. Entsprechend der Überschrift wird auf die allgemeine Theorie der Gruppen selbst, und zwar der diskreten wie bei der kontinuierlichen (LIE) eingegangen und dann die Darstellungstheorie entwickelt. Dabei kommen auch die Darstellungen im „Strahlenkörper“ zur Sprache, die WEYL als besonders wichtig für die Quantentheorie betrachtet.

Das vierte Kapitel bringt die *Anwendung der Gruppentheorie auf die Quantenmechanik*. Zunächst

wird die dreidimensionale *Drehungsgruppe* in ihren Beziehungen zur „inneren Quantenzahl“ und den diesbezüglichen Auswahl- und Intensitätsregeln und ferner zur Theorie des langsam bewegten Magnetelektrons (PAULI) betrachtet. Besonders durchsichtig und schön ist die Behandlung der Multiplettstruktur und der anomalen ZEEMAN-Effekte, in deren Theorie WEYL erfreuliche Vereinfachungen gegenüber der bisherigen Originalliteratur (WIGNER, v. NEUMANN) erzielt.

Im Zusammenhang mit der *Lorentzgruppe* wird die DIRACSche Relativitätsmechanik des Drehelektrons dargelegt. Im Mittelpunkt der Betrachtung steht die (unabhängig auch durch v. NEUMANN aufgedeckte) Tatsache, daß der DIRACSchen Theorie eine reduzierbare Darstellung vierten Grades der LORENTZ-Gruppe zugrunde liegt, deren irreduzible Bestandteile durch die Gruppe der komplexen linearen Transformationen in zwei Veränderlichen mit der Determinante 1 gegeben sind.

Die Darstellungstheorie der *Gruppe der Vertauschungen* ermöglicht (WIGNER) die vollständige Durchführung des DIRAC-HEISENBERGSchen Zerfalls in nichtkombinierende Termsysteme beim Mehrkörperproblem. Im Anschluß daran werden das Pauliverbot und der Aufbau des periodischen Systems der Elemente besprochen. Hernach gibt WEYL eine sehr übersichtliche Erläuterung der Theorie der „Überquantelung“ für die Materiewellen unter Berücksichtigung des Pauliverbotes (JORDAN-WIGNER) mit einem Ausblick auf das Problem einer systematischen Quantenelektrodynamik, auf welches die zu diesem Ideenkreis gehörigen Arbeiten (DIRAC, JORDAN-PAULI, JORDAN-KLEIN usw.) abzielen.

Ein letzter, als *Quantenkinematik* bezeichneter Absatz dieses Kapitels berichtet über WEYLS eigene Arbeit über den Zusammenhang der Quantenmechanik mit der Darstellungstheorie im Strahlenkörper.

Das letzte Kapitel entwickelt endlich die eingehende mathematische Theorie der *Darstellungen der symmetrischen Permutationsgruppe und der unitären Gruppe*. Die gemeinsame Behandlung dieser beiden Gruppen in ihren wechselseitigen Zusammenhängen erleichtert außerordentlich das Eindringen in ihre Theorie. Das wesentliche Ziel der Untersuchung ist einerseits die Bestimmung der Gruppencharaktere und andererseits der „Verzweigungsgesetze“, die für die genauere Untersuchung mannigfaltiger Probleme aus der Theorie der Atome, der Moleküle (Valenzbegriff) und der Kristalle wichtig sind (HEISENBERG, HEITLER, LONDON usw.). Die hier gebrachten Tatsachen, insbesondere die Charaktere der symmetrischen Permutationsgruppe, waren bislang nur den zum Teil schwer lesbaren mathematischen Originalbehandlungen zu entnehmen.

Alles in allem sicher nicht ein leicht verdauliches, aber bestimmt ein sehr lehrreiches und wertvolles Buch!

P. JORDAN, Hamburg.

HAAS, A., *Materiewellen und Quantenmechanik*. Zweite Auflage. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1929. 179 S. 13 × 20 cm. Preis geh. RM 7.—, geb. RM 8.—.

Das kurze Büchlein über dieses heute so aktuelle Thema enthält Vorlesungen, die HAAS an der Wiener Universität gehalten hat. Im einleitenden Kapitel wird auf die Probleme der Atommechanik hingewiesen, dann wird nach einer Erläuterung des FERMATSchen Prinzips, der Lorenztransformation und des Begriffs der Gruppengeschwindigkeit ausführlich auf die DE BROGLIESche Theorie und ihre experimentellen Bestätigungen eingegangen. Es folgt dann eine Einführung in die SCHRÖDINGERSche Eigenwert-

mechanik; das mathematische Problem der Bestimmung von Eigenwerten wird besonders erläutert, und danach als Beispiel der lineare Oszillator und der Rotator mit freier Achse behandelt. Die nächsten Kapitel bringen eine Schilderung der HEISENBERGSchen Ideen, hierbei werden die Grundbegriffe der Matrizenrechnung besonders erklärt. Auf das PAULISChe Prinzip und die Quantentheorie des Grundstoffsystems, auf die BOSEsche Statistik, sowie auf die FERMISChe Theorie der Gasentartung wird in den folgenden Kapiteln eingegangen; die SOMMERFELDSche Anwendung auf die Elektronentheorie der Metalle wird nur kurz erwähnt. Dann werden noch eine Reihe weiterer Anwendungen der neuen Quantenmechanik mit Literaturangaben angeführt, und zum Schluß wird die philosophische Bedeutung der neuen Mechanik für die Begriffe der Kausalität, der Materie und des Naturgesetzes überhaupt erörtert. Eine kurze kapitelweise Zusammenfassung des Gesamtinhaltes am Ende des Buches erhöht seine praktische Brauchbarkeit. Das HAASSche Buch ist keine erschöpfende Darstellung, es setzt keine hohen mathematischen Kenntnisse voraus, sondern es erklärt mit Geschick nur immer das Wesentliche der neuen Gedankengänge und sucht ihre Tragweite an Hand der wichtigen Anwendungen zu veranschaulichen. Deshalb wird es besonders für den Experimentalphysiker, der sich über die neuen quantenmechanischen Theorien informieren will, eine willkommene Einführung sein, wegen seiner elementaren klaren Darstellung wird es vielleicht sogar dem Studenten schon in den Anfangsemestern verständlich.

Knapp ein halbes Jahr nach der ersten Auflage ist jetzt schon die 2. Auflage dieses Büchleins herausgekommen. Folgende Veränderungen sind zu bemerken: Statt des Kapitels „weitere Anwendungen der Quantenmechanik“ sind 4 besondere Kapitel eingefügt worden: Die Einwirkung von Licht und Materiewellen auf Atome. — Die quantenmechanische Resonanz. — Die relativistische Verallgemeinerung der wellenmechanischen Grundgleichung. — Die DIRACSChe Theorie des Elektrons. — Es werden in diesen Kapiteln Gebiete behandelt, welche die Quantenmechanik in allerletzter Zeit aufgeklärt hat, so z. B. Ramann-Effekt, Photo- und Compton-Effekt, Elektronenstoß und Elektronenstreuung, homöopolare Bindung, Verhalten des Elektrons im elektromagnetischen Felde und Elektronenspin.

Nicht ganz zu der theoretischen Einstellung des Buches paßt das 5. Kapitel, in dem rein experimentelle Einzelheiten über Elektronenbeugung mitgeteilt werden, leider werden hier auch in der neuen Auflage ausführlich die DYMONDschen Experimente beschrieben, deren Ergebnisse durch Versuche von G. P. HARNWELL, Proc. U.S.A. Juli 1928) inzwischen stark in Zweifel gestellt sind.

Im ganzen zeichnet sich die neue Auflage wieder durch klare und anschauliche Schilderung aus, auch hier führt uns HAAS, ohne große mathematische Vorkenntnisse zu verlangen, in das Wesentliche der neuen quantenmechanischen Gedankengänge ein. Die schnelle Verbreitung der 1. Auflage hat gezeigt, wie groß der Bedarf gerade einer solchen Art der Darstellung der modernen Quantenmechanik ist, auch die 2. Auflage kommt einer starken Nachfrage entgegen und wird sich wieder besonders bei den Experimentalphysikern und auch bei den Studierenden großer Beliebtheit erfreuen.

OTTO KLEMPERER, Kiel.

THOMSON, J. J., *Beyond the electron*. Cambridge: University Press 1928. 43 S. 12 × 18 cm. Preis 2/6 Sh. In diesem Vortrag, den der Senior der englischen

Physiker im März 1928 vor einer studentischen Hörerschaft gehalten hat, schildert er die seit kurzem bekannten Experimente, welche die Beugung von Elektronen nach Art von Wellenstrahlung ergeben haben und erläutert uns diese erstaunliche Tatsache an Hand von eigenen neuen anschaulichen und geistreichen Vorstellungen. Er geht dabei von den Ergebnissen seines Sohnes, des Prof. G. P. THOMSON aus, und folgert, daß ein Elektron von einem „superdispersiven“ Medium unmittelbar umgeben ist, dessen Brechungsquotient wesentlich kleiner als 1 ist. In diesem Medium laufen die mit Überlichtgeschwindigkeit sich ausbreitenden Phasenwellen, die sich in bekannter Weise zu der Gruppengeschwindigkeit superponieren, welche den Energietransport vermittelt, also mit der Elektronengeschwindigkeit vorwärtsschreitet.

Die THOMSONSChe Theorie kommt so zu denselben Wellenlängen, wie die DE BROGLIE-SCHRÖDINGERSche Wellenmechanik, aber diese ist vor den Experimenten entstanden, hat die experimentellen Ergebnisse vorausgesagt, während die THOMSONSchen Hypothesen (welche man übrigens im Dezemberheft des Phil. Mag. in aller Ausführlichkeit auch mathematisch ausgebaut findet), in Anpassung an die vorliegenden Experimente aufgestellt worden sind. Wir müssen in ihnen den Versuch eines Meisters der alten klassischen Methoden sehen, welcher die neuen experimentellen Ergebnisse unter Umgehung der Quantenmechanik auf dem Boden von klassischen Vorstellungen zu deuten versucht, wobei er freilich Zusatzhypothesen machen muß, die nicht in der Natur dieser Erscheinungen begründet sind.

OTTO KLEMPERER, Kiel.

WEIGELT, J., *Die Pflanzenreste des mitteldeutschen Kupferschiefers und ihre Einschaltung im Sediment*.

Eine palökologische Studie. Fortschritte der Geologie und Paläontologie 1928, 6, Heft 19. Berlin: Gebr. Borntraeger 1928. IV, S. 395—592, 36 Taf. und 14 Fig. 16 × 25 cm. Preis RM 20.—.

Die *Palökologie* oder, wie heute meistens gesagt wird, *Paläobiologie* ist nach R. RICHTER die Wissenschaft von der ökologisch-phylogenetischen Deutung der fossil gegebenen paläontologischen Urkunden. Sie beschränkt sich also nicht darauf, die Fossilien möglichst genau zu beschreiben und in ein System einzuordnen, sondern sie will die Lebewesen der Vorzeit in ihrem Bau, ihrer Lebensweise wie ihrer Umwelt vor dem geistigen Auge wiederherstellen. Dabei wird die Lehre von Tod und Einbettung der Organismen besonders wichtig (*WEIGELTS Biostratonomie*), die, wenn sie das in der Gegenwart sich vollziehende Geschehen betrachtet, zur *Aktuopaläontologie* wird. Durch seine, die Wirbeltiere behandelnden Arbeiten auf diesen Gebieten ist WEIGELT auch über den Rahmen seiner Fachwissenschaft bekannt geworden, und man wird es ihm Dank wissen, daß er nun auch die *Pflanzenwelt des Kupferschiefers* in den Kreis seiner Untersuchungen gezogen hat. Über die Flora dieser Formation wissen wir verhältnismäßig wenig, obwohl ihre Reste in großer Zahl in den mitteldeutschen Bergbaugebieten von Mansfeld und anderwärts gefunden worden sind. Neue Funde allerdings sind infolge der geänderten Abbaubedingungen nicht in gleichem Maße zu erwarten. Das alte Material ist oft schlecht erhalten und zudem in zahlreichen Sammlungen zerstreut. Man weiß, wie schwer es oft fällt, den Besitz von Privatsammlern wissenschaftlich zu erfassen, um so beachtlicher ist es, daß WEIGELT mehr als 1000 Stücke durch die Hände gegangen sind, von denen etwa die Hälfte in seinem Buche zur Abbildung gelangen.

Im ersten Teil werden die Herkunft der Fossilien, ihre Verteilung in den einzelnen Schichten sowie die Art ihrer Einbettung und Erhaltung behandelt. All das ist für zahlreiche Fragen von Bedeutung, die mit der Entstehung des Kupferschiefers zusammenhängen. Für die Bewertung der Fossilien selbst leitet WEIGELT der Gedanke, „daß wir uns ein wahres Bild der pflanzlichen Organismen doch nur machen können, wenn wir die einzelnen überlieferten Fetzen und Trümmer in großer Zahl zusammenstellen und zu kombinieren versuchen“. Man wird die Richtigkeit dieses Satzes kaum bestreiten können, ohne dabei die Gefahr einer möglichen Willkür zu übersehen, die gar nicht zusammengehörige Dinge miteinander vereinigt. Aber schließlich läßt sich das subjektive Moment bei morphologisch-systematischen Gliederungen überhaupt nicht ganz ausscheiden. Sehr wichtig ist in dieser Beziehung für die pflanzlichen Fossilien, bei denen es sich ja häufig um isolierte Blätter oder Zweige handelt, die Veränderlichkeit der Blattgestalt, wie sie oft schon ein einzelner Baum erkennen läßt, oder die Heterophylie mancher Pflanzen. Die Endglieder einer solchen Reihe oder Jugend- und Altersblätter, Schatten- und Sonnenblätter sind dann oft derartig verschieden gestaltet, daß ihre Zusammengehörigkeit schier unglaublich schiene, sofern sie nur allein und isoliert vorhanden wären. Bei den Fossilien ist das aber nur zu häufig der Fall, nur ein sehr umfangreiches Material berechtigt dann zu solchen Zusammenfassungen, wie sie WEIGELT vorgenommen hat. Wir wollen auf die einzelnen Arten der Kupferschieferflora hier nicht des näheren eingehen. Sie besteht aus farnähnlichen Pflanzen (*Sphenopteriden*, *Callipteriden*, *Taeniopteriden*), einem Verwandten der paläozoischen *Calamiten*, der aber zu Unrecht als *Asterocalamites* bezeichnet wird, ferner einer *Ginkgoacee*; wenigstens stellt WEIGELT alle bald mehr, bald weniger zerschlitzten Blätter zu *Baiera digitata*. Die Hauptmasse der pflanzlichen Kupferschieferfossilien sind aber *Coniferenzweige* und -zapfen. Letztere werden zum Teil als neue Arten von „*Strobilites*“ beschrieben, über deren sonstige Zugehörigkeit man im übrigen nichts weiß. Einige Zweige werden, die früher als *Ullmannia frumentaria* und *U. selaginoides* beschrieben worden sind, deutet WEIGELT als Schatten- und Sonnentriebe einer Pflanze und vereinigt damit gewisse Zapfen, deren Bau mit *Podocarpus* verglichen wird. Auch die seit LÜCK bekannten und von ihm den Abietinen zugewiesenen Pollenkörner sollen dazu gehören. So entsteht aus sehr verschiedenen Einzelteilen die Rekonstruktion von *Archaeopodocarpus germanicus* als häufigstem Bestandteil des Kupferschieferwaldes. Die üblichen Nomenklaturregeln sind bei dieser Benennung unbeachtet geblieben.

Ob das an sich berechtigte „Kombinationsstreben“ hier nicht doch zu weit gegangen ist, wird ein Vergleich mit den übrigen Coniferenformen des Perm lehren müssen. Aber wenn auch eine künftige „Monographie der paläozoischen Coniferen“, wie ich glaube, zu einem abweichenden Ergebnis gelangen dürfte, so bleibt es doch ein Verdienst WEIGELTS, das Material in dieser gründlichen Weise zusammengetragen und der Auswertung überhaupt erst zugänglich gemacht zu haben. Manche seiner sorgfältigen Beobachtungen über Erhaltungsweise usw. sind leider zwischen den vielen Angaben und Beschreibungen der einzelnen Stücke recht versteckt. Hier wäre eine schärfere Scheidung, sei es auch nur durch die Wahl verschiedener Drucktypen, von großem Vorteil gewesen.

R. KRÄUSEL, Frankfurt a. M.

KOBER, L., *Der Bau der Erde, eine Einführung in die Geotektonik*. 2. Auflage. Berlin: Gebr. Borntraeger 1928. II, 500 S., 138 Abbild. und 2 Tafeln. 18 × 26 cm. Preis RM 27.60.

Es sei gleich zu Anfang betont, daß diese zweite Auflage des KOBERSCHEN Buches eine ganz intensive Umarbeitung, verbunden mit einer gewaltigen Vermehrung des tatsächlichen Materials aufweist. Beides ist dem Buche sehr zugute gekommen, da es wesentlich an Zuverlässigkeit und Durchdachtheit gewonnen hat. Die Fülle der verarbeiteten Literatur zwingt direkt Bewunderung ab.

Die Gliederung des Stoffes geht von der schon in der ersten Auflage vertretenen, hier aber wesentlich schärfer herausgearbeiteten Trennung von Kratogen, d. h. erstarrtem Dauerland, und Orogen, d. h. Zone der Gebirgsbildung aus. Die Abtrennung eines Ozeanogens erscheint demgegenüber nicht ganz konsequent, da es nach Ansicht des Verf. Elemente der beiden anderen vereinigt. Es sei der Inhalt der einzelnen Kapitel wiedergegeben: I. Die Erde — Grundprinzipien der vertikalen und horizontalen Gliederung und der geschichtlichen Entwicklung. II. Das Material — die Gesteine in ihrer gesetzmäßigen Verknüpfung mit den Elementen der Erdrinde. III. Die Bewegungen und IV. Gebirgsbildung — Analyse der typischen gebirgsbildenden Vorgänge innerhalb der einzelnen Rindenelemente. V. und VI. Einzelanalyse der Kontinente. VII. Analyse der ozeanischen Becken. VIII. Bau der Erde — Morphologische und tektonische Zusammenfassung, Überblick über die Schwereverhältnisse. IX. Meere und Kontinente — Überblick über die Theorien über die Ursachen des Gegensatzes beider (Permanenz, Kontinentalverschiebungen, Orogentheorie usw.). X. Gesetze und Theorien — Überblick über die Ansichten betr. der treibenden Kräfte der Gebirgsbildung.

„Die Zukunft gehört der Orogentheorie“, sagt KOBER, d. h. der von ihm ausgebauten Geosynklinaltheorie HAUGS. Die Erde besteht aus starren Schollen — den Kratogenen und aus beweglichen, um sie geschlungenen Kränzen — den Orogenen, die in periodischen gebirgsbildenden Prozessen an jene angeschlossen werden, d. h. erstarren. Die Ozeane sind nicht anders gebaut, sondern nur tiefliegende Teile derselben „Dyas“. Die gegenseitige Position war von Urbeginn die gleiche.

Es ist nur natürlich, daß der Autor seiner Theorie die Zukunft prophezeit. R. STAUB, der neuerdings auch eine große Zusammenfassung des Baues der Erde gegeben hat, wird das vermutlich auch tun, wenn er auch in vielem zu einem diametral entgegengesetzten Ergebnis kommt, indem er den Bau durch Kontinentalverschiebungen im Sinne WEGENERS zu klären sucht.

Das entbehrt nicht eines gewissen Interesses, da beide Verfasser im wesentlichen von der Alpengeologie ausgehen, innerhalb deren sie zu der gleichen Schule der „Nappisten strengster Observanz“ gehören, d. h. den Bau der Gebirge durch ad infinitum wiederholte Überschiebungen gewaltigsten Ausmaßes erklären. Allerdings sind bei beiden in der Ausdeutung des alpinen Mechanismus bedeutende und für die Gesamtaufassung bestimmende Unterschiede vorhanden. STAUB betont die auf ED. SUESS zurückgehende Theorie des einseitigen Vorschubes der Alpen nach Norden, während KOBER einen zweiseitigen Bau der alpinen Gebirge herauszuarbeiten sucht. Die STAUBSche Alpensynthese ist in mancher Richtung besser durchdacht und gründlicher fundiert als die KOBERS, bei dem ein Übergehen der prinzipiell wichtigen petrographischen Ergebnisse seiner ostalpinen Kollegen (SANDER, W. SCHMIDT, HERITSCH) auffällt.

Man kann indessen noch nicht sagen, daß eine Theorie absolut falsch, die andere durchaus richtig ist, und wenn schon in bezug auf das eigentliche Arbeitsgebiet beider Verfasser sich berechtigter Widerspruch regt, so gilt das für die außeralpinen Gebiete in verstärktem Maße. Am deutlichsten wird dieses non liquet dort, wo die Analyse der ozeanischen Räume einsetzt. Da man über diese nichts weiß, ist es ein Leichtes, in sie „Bögen“ im Sinne STAUBS oder „Orogene“ im Sinne KOBERS hineinzulegen; eine zwingende Beweiskraft kommt aber diesen Hypothesen nicht zu.

Der Referent, der sich, von anderen Tatsachenkomplexen ausgehend, mit ähnlichen Grundfragen beschäftigt hat, kann vielleicht als zu befangen gelten, um ein ganz objektives Urteil abzugeben. Methodisch scheint ihm das KOBERSche Buch einen gewissen Fortschritt dazustellen, insbesondere da es die aufgestellten Einheiten auch erdgeschichtlich zu begründen sucht. Daher decken sich auch die Begriffe Orogen und Kratogen weitgehend mit dem, was Referent als Geosynklinale und Block bezeichnet. In der weiteren Ausdeutung kann Ref. aber KOBER nicht folgen, da ihm die tieferen Ursachen des Gegensatzes labiler und stabiler Schollen in dieser Fassung unklar erscheinen und er daher die einfachere und in petrographischem Sinne „modernisierbare“ Rastvorstellung von Sialblöcken mit Simaunterlage vorzieht.

Um eine horizontale Beweglichkeit der Kontinentalschollen wird man, darin muß Referent WEGENER, ARGAND, STAUB, recht geben, kaum herumkommen, da, wie AMPFERER und andere mit Recht betont haben, die Kontraktionstheorie zur Erklärung der Massenverschiebungen nicht ausreicht. Referent hat auch 1921 mit aller Schärfe betont, daß die Deckentheorie diese Prämisse aufgeben müsse, um zu einem plausiblen Mechanismus zu gelangen und dürfte darin Recht behalten haben. KOBER übersieht einen Punkt, den in außeralpinen Gebieten vor allem CLOOS und der Referent in den letzten Jahren stärker herausgearbeitet haben — die Tatsache des Vorhandenseins von horizontalen Blockverschiebungen an sog. Horizontalflexuren (Sudetenrand, Lausitzer Störung, Rheintal). Schon früher hat HERITSCH darauf hingewiesen, daß solche Querverschiebungen auch in den Alpen nicht fehlen. Diese Bewegungselemente sind aber mit der Kontraktion unvereinbar, dagegen im Sinne von Blockverschiebungen der Kontinentalschollen durchaus verständlich.

Diese etwas weiter ausgreifenden Bemerkungen waren notwendig, um meine Einstellung zu dem KOBERSchen Buche zu präzisieren. Bei aller Anerkennung der enormen Arbeitsleistung, die in der Umarbeitung und Vertiefung dieser Neuauflage steckt, kann das Endresultat doch nicht als zwingend angesehen werden, da erstens die Ausgangsbasis der alpinen Faltung zu eng und subjektiv gefaßt ist, und da zweitens die weiteren Folgerungen zum Teil auf den Verhältnissen „dunkler Kontinente“ und noch dunklerer ozeanischer Räume fußen.

Eine kleine Berichtigung eines unverändert aus der ersten Auflage übernommenen Satzes sei noch gestattet (S. 76): „Man kann sagen, daß eine Formationsgruppe durchschnittlich nicht über die Mächtigkeit von 3000—4000 m hinausgeht. Mächtigkeiten von 10 oder gar 18 km . . . existieren primär nicht.“ Das ober-schlesische Obercarbon ist bis 6400 m mächtig, das darunterliegende Untercarbon dazu noch 1000—4000 m. Das Donezcarbon hat Mächtigkeiten von 10 bis 12 km.

S. VON BUBNOFF, Breslau.

RINNE, FR., *Gesteinskunde*. 10./11. Auflage. Leipzig:

Max Jänecke 1928. VII, 428 S. und 589 Abbildungen.

18 × 26 cm. Preis geh. RM 18.—, geb. RM 19.50.

Die neue Auflage dieses bewährten Lehrbuches erscheint besonders in ihrem allgemeinen Teil wesentlich ergänzt und verändert. Wie schon in den früheren Auflagen legt der Verfasser Wert auf die Hervorhebung der Zusammenhänge zwischen Geologie, Petrographie und Geophysik. Daher erfahren auch die geologischen Erscheinungsformen, die Lagerungsstörungen, Verwitterungserscheinungen usw., eine ausgiebige Darstellung. Die Studierenden der Naturwissenschaft, Forstkunde und Landwirtschaft, die Bergingenieure, Architekten und Bauingenieure, an die sich das Buch wendet, werden immer wieder auf die physiologischen Verhältnisse hingewiesen, die ein Gestein als das Produkt eines Zusammenwirkens chemischer und physikalischer Faktoren erscheinen lassen, die bei seiner Entstehung bedingend waren. Ein Produkt, das bei Änderungen des physikalisch-chemischen Gleichgewichtes, wie sie infolge von erdtektonischen und geophysikalischen Umständen eintreten, jederzeit bestrebt ist, sich den neuen Verhältnissen anzupassen. Durch diese Art der Darstellung werden Zusammenhänge zwischen scheinbar ganz verschiedenen Vorgängen aufgedeckt, denen gemeinsame physiologische Momente zugrunde liegen.

Der mehr technisch orientierte Leser findet zahlreiche Angaben über die technisch wichtigen Eigenschaften der Gesteine und die davon abhängige Verwertbarkeit zu den verschiedensten Zwecken; auch Geographen finden in diesem Buche manches Wissenswerte über die volkswirtschaftliche Bedeutung der Gesteinskunde; ein Kapitel, das sonst häufig vernachlässigt wird, trotzdem es geeignet ist, das Interesse und Verständnis für diese Wissenschaft allgemeiner zu verbreiten. Diesem Zweck mögen auch die zahlreichen sorgfältig ausgewählten Abbildungen dienen, die in ihrer Mehrzahl sehr gut wiedergegeben sind, abgesehen von einigen wenigen Dünnschliffphotographien.

Im Abschnitt über die Methoden der Gesteinsuntersuchung wird eine knappe Darstellung der optischen und mikrochemischen Untersuchungen, der Härte- und Schmelzproben, der Trennung der Gesteinsgemengteile und der Feststellung der Mengenverhältnisse derselben gegeben. Ausführlicheres zu bieten entsprach nicht dem Zweck des Buches, das sich ja nicht ausschließlich an praktisch arbeitende Petrographen wendet.

Die Entstehung der magmatischen Gesteine (Eruptivgesteine) wird an gut ausgewählten, instruktiven Erstarrungsschemata erläutert, wobei mit Recht auch solche aus dem Gebiete der Metallographie herangezogen werden, die durch ihre relative Einfachheit eine vorzügliche Einführung für die verwickelteren Verhältnisse bei erstarrenden, gasreichen Silikatschmelzen abgeben.

Wie schon in den früheren Auflagen der „Gesteinskunde“ werden auch hier die Eruptivgesteine in Plutonite und Vulkanite eingeteilt. Die Ganggesteine werden als Plutonitporphyre und Schizolithe den Plutoniten zugeordnet, im Gegensatz zu den Lehrbüchern von ROSENBUSCH, REINISCH u. a., in denen an einer Dreiteilung der Eruptiva festgehalten wird. Es werden nur die wichtigeren Gesteinstypen besprochen; viele seltene und unwichtigere, aber mit besonderen Namen versehene Gesteine, werden mit Recht weggelassen, da sie nur die klare Übersichtlichkeit der Systematik trüben und für die Anfänger das Studium erschweren würden.

Anschließend an die magmatischen Gesteine wird eine Übersicht der magmatischen Lagerstätten nach H. SCHNEIDERHÖHN gegeben. Es folgt die Beschreibung

der Meteoriten als außerirdische Gesteine, wobei wiederum auf die metallographischen Erstarrungs- und Umstehungsschemata der Systeme Eisen-Kohlenstoff und Eisen-Nickel näher eingegangen wird, deren letzteres die Grundlage zu einer natürlichen Systematik der Meteoriten abgibt.

Ausgiebig werden die Sedimentgesteine und ihre Entstehung besprochen, wobei besonders den Ausscheidungssedimenten, der Tektonik der Salzlagerstätten und den anderen nutzbaren Sedimenten erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt wird.

Die krystallinen Schiefer werden dagegen im Anschluß an das Spezialwerk von GRUBENMANN und NIGGLI nur kurz behandelt.

Allen Naturfreunden und allen denen, die irgendwie mit Gesteinen beruflich zu tun haben, wird das Buch ein ausgezeichnete Führer sein, aber auch die Fachpetrographen werden in ihm manche interessante Anregung finden.

A. RITTMANN, Neapel.

Abhandlungen zur praktischen Geologie und Bergwirtschaftslehre, herausgegeben von GEORG BERG.

Halle a. S.: W. Knapp 1927 und 1928. 16 × 24 cm. Bd. 11: FR. SCHLEH, *Eine Studie über den Braunjura β im nordöstlichen Schwaben und seine Eisenoolithflöze*. 42 S. u. 1 Taf. Preis RM 2.80.

Schichtigen Einlagerungen von Brauneisenkörnern im unteren Braunjura kommt eine große wirtschaftliche Bedeutung zu, gehören diesen Bildungen doch die Minnetalager Lothringens an. Im deutsch-schweizerischen, schwäbischen und fränkischen Jura finden sich diese Eisenerzlagerstätten ebenfalls, freilich in etwas höheren geologischen Horizonten und heute von geringerem industriellen Werte, wenn auch örtliche Wirtschaftszweige reichen Nutzen daraus zogen und heute noch ziehen, wie z. B. bei Wasseralfingen in Württemberg.

Die SCHLEHsche Studie gliedert nach gesteinskundlichen und nach Versteinerungsmerkmalen die Schichten und Flöze im nordöstlichen Schwaben und reiht sie dem Dogger β ein. In einem sich verflachenden Randmeere wurden primäre Eisenoolithe gebildet und in Strömungsrinnen zusammengeschwemmt. Im wesentlichen handelt es sich um vier weiter verbreitete Eisenflöze; aber während der ganzen Dogger- β -Zeit bildeten sich die Erze, kamen dabei aber immer nur lokal zur Anhäufung. Erzarme und erzreiche Lagen lösen sich räumlich und zeitlich ab. Ob der Eisengehalt durch Flüsse vom umgebenden Festland oder durch Thermalquellen herbeigeschafft wurde, bleibt unentschieden. Von wirtschaftlichen Berechnungen ist wegen mangelnder Unterlagen abgesehen.

Bd. 14: HANS HLAUSCHEK, *Aufgaben und Arbeitsweisen der Ölgeologie*. VII, 112 S. und 32 Abbild. Preis RM 8.—.

Das deutsche Schrifttum ist bisher arm an technischer Erdölliteratur. Um so mehr ist das Buch zu begrüßen, das aus praktischen Erfahrungen — allerdings nur in den kleinen europäischen Ölgebieten — alle Maßnahmen vom Aufsuchen, über Erschließen, Darstellen, Abschätzen und Inbetriebhalten von Ölländern schildert. „Die Aufgabe des Geologen in der Ölindustrie, das Risiko bei Bohrungen nach Möglichkeit zu vermeiden und die beste Ausnutzung der gefundenen Bodenschätze anzustreben, kann er nur dann erfüllen, wenn er das ganze Ölfeld, dem seine Arbeit gilt, als einheitlichen Organismus, als ein physikalisch-chemisches System ansieht, dessen Form und Gesetze er zu studieren hat, um ein anschauliches Gesamtbild über die geologischen, physikalisch-chemischen, technischen und wirtschaftlichen Verhältnisse zu gewinnen. Nur auf

Grund eines derartigen Überblickes wird er die mannigfaltigen Einzelprobleme der Praxis lösen können.“ Dazu ist das Buch ein Leitfaden.

Bd. 15: ROMAN GRENGG, *Über die Bewertung von natürlichen Gesteinen für bautechnische Zwecke*. VI, 64 S. Preis RM 6.60.

Der Verfasser, Professor der Mineralogie und Baustoffkunde II an der Techn. Hochschule Wien hat als Mitglied des Österreichischen Normenausschusses für Industrie und Gewerbe in über vier Arbeitsjahren eine Fülle von Erfahrungen zur Normung der natürlichen Gesteine gesammelt. „Die Abhandlung verfolgt den Zweck, die Prüfungsverfahren von im Bauwesen verwendeten Gesteinen unter Bedachtnahme auf die verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten zur Darstellung und damit auch der Vereinheitlichung näher zu bringen. Die nach dem Kriege notwendig gewordene Sparsamkeit verlangt eine genauere Kenntnis der technischen Eigenschaften der Gesteine und einen möglichst hohen Grad der Zuverlässigkeit diesbezüglicher Untersuchungen. Das Auftreten neuer Bauweisen, der Ersatz der durch den modernen Verkehr zermürbten Straßendecken durch den veränderten Verhältnissen angepaßte Beläge erforderte auch in den Prüfungsverfahren gewisse zeitgemäße Umstellungen. Den meisten Untersuchungen von Gesteinen, besonders denjenigen älteren Datums, haftet der Mangel an, daß der Prüfungsvorgang ohne Bedachtnahme auf das Vorkommen in der Natur und in die dort direkt ablesbaren Eigenschaften vorgenommen wurde. Während man sich im Laboratorium bemühte, aus dem übermittelten Gesteinsblock an möglichst vielen Probekörpern und mit großer Geschicklichkeit die Festigkeitswerte zu erhalten, war das Ergebnis schließlich praktisch von geringem Gewicht, da das Prüfgut alles eher als eine Durchschnittsprobe des betreffenden Vorkommens bedeutete.“ Daher werden erst nach eingehender Erörterung der Lagerstätte und Probenahme die Arbeitsvorgänge im Materialprüfungslaboratorium für gewachsenes Felsgestein, für Dachschiefer, Schotter und Sand, für Ton und Lehm ausführlich und kritisch dargestellt und schließlich Leitsätze für die Aufstellung von Prüfungszeugnissen gegeben.

Bd. 16: W. RINTISCH, *Beiträge zur Kenntnis der Gold-erzlagerstätten Kolumbiens, die Golderzgänge von Recreo*. IV, 40 S. und 16 Taf. Preis RM 3.50.

Die Erkundung der Bodenschätze Kolumbiens fand unter deutscher Leitung statt; einen kleinen Teil der zusammengebrachten umfangreichen Aufsammlungen bearbeitet die vorliegende mikroskopische Studie. Das Gold wurde in Körnchen und Blättchen in der Nähe von Sulfiden, Sulfosalzen des Kupfers, Bleis und Zinks oder mit diesen verwachsen oder gediegen in Quarz auf echten hydrothermalen Gängen einer intrusivmagmatischen Abfolge gefunden. Die Gangfüllung ist durch thermale Lösungen alkalischen Charakters eines in der Tiefe stecken gebliebenen sauren Eruptivgesteines verursacht, die Salze der Schwermetalle und Metalloide und Kieselsäure mit einem Überschuß an Schwefelwasserstoff und Kohlensäure in Gasform enthielten. Bildungszeit mesozoisch oder älter. Bildungstemperatur nach dem auftretenden Albit zu schließen anfänglich nahe der kritischen Temperatur des Wassers. Primäre Teufenunterschiede sind undeutlich, sekundäre gehen 50 m tief; die rasch fortschreitende Erosion verhindert die Herausbildung einer ausgesprochenen Oxydationszone. Die Aufbereitung ist bei der gegebenen Zusammensetzung des Roherzes äußerst schwierig, die Goldausbringung sehr gering, in einer Durchschnitts-

probe aus der oberen Sohle 22 g pro Tonne; in den Abgängen verblieben bisher 11 g Au und 25–30 g Ag pro Tonne.

Bd. 17: A. SCHLÜTER, *Das Pandermitvorkommen von Sultan Tschair*. IV, 57 S. und 18 Abbild. Preis RM 5.80.

Etwa 60 km südlich des Hafens Panderma an der Südküste des Marmarameeres liegen im alten Mysien die besonders während des Krieges bekannt gewordenen Schächte auf Pandermit, auf ein wasserhaltiges Calciumborat mit 50% Borsäuregehalt. In flacher Landschaft ist zwischen altem Gebirge ein kreisrundes Becken eingesenkt, das mit jungtertiären Süßwasserablagerungen aufgefüllt ist und über eine Barre mit dem pontischen Meer zeitweise in Verbindung stand. Dieser Ablagerung voraus ging hochentwickelte vulkanische Tätigkeit verbunden mit beträchtlicher Gebirgsbildung. Das 6 m mächtige Pandermitlager liegt über See-Mergeln mit dünnschichtigen Gipszonen und ist bedeckt von fluviatilen Geröllablagerungen, unter denen sich Gerölle von Pandermit finden, diese eingebettet in eine jüngere Pandermitschicht. Dann folgen wieder Gipse wie im liegenden. Unsere deutschen Zechsteinsalzlager enthalten zwar Bormineralien, aber als marine Eindampfungsrückstände; heißen Quellen in Nachwirkung vulkanischer Eruptionen entstammen die wirtschaftlich bedeutsamsten Borlagerstätten, die in Südkalifornien und in Chile. Die italienischen Soffionen und Fumarolen ebenso die Thermalwässer des Yellowstone-Parkes setzen heute noch Bor ab. Um aufsteigende Minerallösungen, um Bordämpfe in Gefolgschaft der jungtertiären agäischen Vulkane, muß es sich in Anbetracht der geologischen Position auch bei den Panderma-vorkommen handeln. Als Förderkanal kommt die das ganze Becken durchziehende Karadere Verwerfung in Betracht, der auch der Fluß heute folgt. Nur unterstreichen kann man die wiederholte Bemerkung des Verfassers, daß Anatolien ein an Mineralfundstätten zwar sehr reiches, aber an bauwürdigen Vorkommen verhältnismäßig armes Land ist.

J. L. WILSER, Freiburg i. Br.

Mitteilungen der badischen geologischen Landesanstalt. herausgegeben im Auftrag des Finanzministeriums. 10. Bd., 1. Heft. Freiburg i. B.: Herder & Co. 1928. 233 S., 17 Tafeln und 13 Textabbildungen. Preis geh. RM 15.—.

Das vorliegende Heft, das erste wieder seit dem Kriege, vorzüglich ausgestattet, gibt Zeugnis davon, wie vielseitig geologisch im Badischen Lande gearbeitet wird und läßt durchblicken, wieviel noch zu arbeiten wäre, ganz abgesehen von den Problemen des schwarzwäldischen Grundgebirges und des östlichen Schichtstufenlandes, die in den früheren Bänden einen breiten Raum eingenommen haben. Der vorliegende enthält als bemerkenswertesten Teil eine vielseitige Studie von J. SOELLNER „über essexitisch-theralthisch-monzonitische Tiefengesteine aus dem Kaiserstuhl und ihre Bedeutung für den geologischen Aufbau desselben, zugleich einen Überblick über die gesamten Entwicklungsphasen des ehemaligen Kaiserstuhlvulkanes“. In dieser neuartigen Darstellung werden alle Stadien einer vulkanischen Abfolge, vom Tiefengestein bis zur postvulkanischen Exhalation im Kaiserstuhl wiedergefunden und petrographisch belegt. Eine Abhandlung von L. ZOTZ beschreibt und bildet „die Fische der typischen Fischschiefer aus den Schächten der Kaliwerke Buggingen“ im südlichen Baden ab. Den Blei-Zinkerzgängen des südlichen Schwarzwaldes spürt H. HOLST nach mit „Drehwagemessungen im Schauinsland bei Freiburg i. Br. und deren geologische Auswertung“. Landesgeologe H. HASEMANN zeigt in „Geologie und Tektonik der Umgebung von Eberbach im Odenwald“, daß der dort bisher angenommene, aber schwer verständliche Muschelkalkgraben zugunsten eines Zechsteinaufbruches umgedeutet werden darf. FRENZTEN und SPEYER schließlich beschreiben „Riesenhirsche aus dem Diluvium des Oberheingebietes“, die in badischen Sammlungen aufbewahrt werden. Es ist sehr zu wünschen, daß dem vorliegenden Heft bald weitere folgen und daß auch die Herausgabe der geologischen Spezialkarten wieder aufgenommen wird.

J. L. WILSER, Freiburg i. Br.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

In der Sitzung der **Berliner Anthropologischen Gesellschaft** vom 20. April 1929 war der nach Angabe des Vorsitzenden, Geh. Rat VIRCHOW, im Jahre 1822 geborene Indianerhäuptling WHITE HORSE EAGLE mit seiner Frau als Gast anwesend. In vollem Feder- und Perlschmuck und mit gesticktem Lederwams angetan, begrüßte der einem 70er gleichende Mann in ausdrucksreicher, von würdigen und starken Gesten mimisch wirkungsvoll unterstrichener Rede in gutem Englisch die Gesellschaft, in der er von Freundschaft und Hochachtung und Versöhnung sprach. VIRCHOW hob mit Recht hervor, wie die Anwesenden hier einen lebendigen Eindruck von der indianischen Häuptlingsberedsamkeit erhalten hätten, die wir aus den Indianergeschichten des vorigen Jahrhunderts kennen. — FINDEISEN berichtete von seinem einjährigen Aufenthalt in Sibirien, bei welchem er die **Ostjaken am Jenissei** studiert hat. Diese Völkerschaft besteht nur noch aus 600 Köpfen; bei der letzten Hungersnot mag ein Drittel des Stammes umgekommen sein, während dieser Zeit seien wohl die Hälfte der Angehörigen aller Eingeborenstämme erlegen. Dieses Volk hat als *Jägervolk* seine Arbeitszeit im Winter, wo alle Männer und auch ein Teil der Frauen auf breiten Fellschneeschuhen, mit denen sie auch im Walde vorwärts kommen, dem Wild, namentlich Eichhörnchen, nachstellen. Die Dörfer zeigen überall die

ausgespannten Felle von Renttier und Elch, die mehr zum eigenen Gebrauch dienen; das Fell der Pelztiere, auch des dort schon seltenen und sehr teuren Zobels (ein Fell kostet an Ort und Stelle 30–300 Rubel), ist Handelsartikel und wird von der Sowjethandelsniederlassung, dem Sibtor, aufgekauft. Im Sommer ruht die Arbeit, dafür blüht die Geselligkeit, mit großem Verbrauch von gekauften und heimlich selbstdestilliertem Branntwein. Nur etwas Fischfang wird im Sommer getrieben, an selbsttätigen Angeln, an denen sich hauptsächlich die bis 2 Meter langen Störe festbeißen. Die Ostjaken am Jenissei scheinen keine anthropologisch reine Rasse zu sein. FINDEISEN unterscheidet mongoloide Gesichter, indianische Gesichter und einen dritten paläoasiatischen Stamm mit starken Augenbrauen und fliehender Stirn. Ihre Wohnung bilden kegelförmige Zelte, im Sommer mit Birkenrinde oder gewebtem, eingekauften Stoff belegt, im Jagdgebiet im Winter aus mehr Stangen fester gefügt und mit Erde bedeckt, sonst große Erdhütten. Der Strom wird mit großen Wanderbooten, bis 7 Meter lang, befahren, das Land mit Gepäckhundsclitteln, neben denen die Ostjaken auf ihren Schneeschuhen einhergehen. Das Grab wird mit dem Kreuz versehen, daneben aber doch die zerbrochenen Geräte, das Messer mit abgebrochener Spitze, der Topf mit eingeschlagenem Boden, die Klei-

der zerrissen, niederlegt. Ein männlicher wohlgesinnter Hauptgott herrscht über die Menschen, dem Meere zu aber eine mächtige böse Göttin, welche die seelenartigen Geister, welche die Menschen begleiten, in ihre Gewalt zu bekommen sucht und sie verzehrt. Daneben gibt es kleinere, zum Teil das Haus schützende Götter, deren einer durch einen Zederzweig auf jeder Hütte außen als anwesend angedeutet wird. Überirdische und medizinische Vermittlung besorgen die Schamanen, mit Kleid und Schmuck, die ein Renttier darstellen, und mit einer Trommel ausgerüstet. Das heilige Renttier fliegt dem Schamanen voraus in den Himmel hinauf, sein Verlust ist der Tod des Schamanen, nur auf schwierige Weise könnte ein anderer Zauberpriester das Renttier des anderen wieder zur Erde bringen und ihm das Leben zurückgeben. Die Schamanen stammen meist aus Familien, aus denen früher schon ein Schamane hervorgegangen ist. Die Vorbereitungszeit der Schamanen dauert jahrelang. Während der ersten zwei Jahre gehen sie in Gedanken und unter merkwürdigen Handlungen, von den anderen gemieden, gewissermaßen „verrückt“ einher, bis sie durch Verleihung der Trommel kleine Schamanen werden. Ehe sie die wahre Würde und ihr volles Kleid erhalten, dauert es wieder Jahre. Um jeden Menschen bewegt sich ein kleines, nur dem Schamanen sichtbares Geisterwesen. Der Schamane kann es schädigen, dann leidet der Mensch, und kann es wieder heilen, dann wird der Mensch wieder gesund. Die böse Göttin verzehrt diese Seelenwesen, dann stirbt der Mensch, aber man kann sie wieder herausbekommen, sie schließen sich dann anderen Menschen an, Menschen- oder Bären: der Bär ist nämlich kein Tier, sondern ein Wesen mit menschlicher Seele in Tiergestalt, bei der Tötung eines Bären sieht man zu, ob nicht an seinem Fell erkennbar ist, zu welcher Familie er einmal als Mensch gehört hat.

LEDEN hielt einen Vortrag über **Eskimoleben in Ostgrönland**. Die Eskimos sind die glücklichsten Menschen der Erde, wenn sie sich noch im Urzustande befinden, mit ihren alten Jagdmethoden, die ihnen so viel Wild verschaffen, daß sie auf den Fischfang, der unendlich ergiebig sein könnte, sich gar nicht verlassen. Haifische fangen sie, aber nur der Leber wegen, die ihnen Tran liefert. Die gegen menschliches Leid außerordentlich mitfühlenden Eskimos haben keine Empfindung für die Grausamkeit, die sie begehen, wenn sie dem lebendigen Haifisch die Leber heraus schneiden und den Fisch dann wieder schwimmen lassen: er lebt ja im Wasser und hat kein Blut! Grönland könnte viele Tausende von Menschen ernähren. Die Regierung duldet keine Ansiedlung von Weißen; die früher dort angesiedelten Wikinger hatten Hunderte von Rindern und Tausende von Schafen; sie gingen erst zugrunde, als die Verbindung mit dem Stammlande (nach der dänischen Eroberung Norwegens) aufhörte und Brennmaterial und andere Stoffe nicht mehr importiert wurden; von Fleisch und Fett und Fisch konnten die Weißen nicht leben wie die Eskimos, deren einziges Gemüse Gras ist. Die Eskimos treiben keine Viehzucht, obwohl es in dem riesig großen Grönland sehr möglich wäre, das bei weitem nicht bloß eine Eiswüste ist, sondern eine reiche Vegetation, namentlich in den Fjorden, in unendlich großen Landstrichen besitzt. Auch solche Eskimo, die nie mit Weißen in Berührung gekommen waren, haben eine Erinnerung an weiße Menschen, „Menschen, die keine Augenbrauen haben“. Die Zahl der Eskimos beläuft sich wohl auf 15000. Seehunde gibt es in Menge; wo Eis ist, sind Seehunde. Neben dem Haifisch fängt man den Narwal, kleine Arten anderer Wale. Das Jagdboot ist der Kajak, im hohen

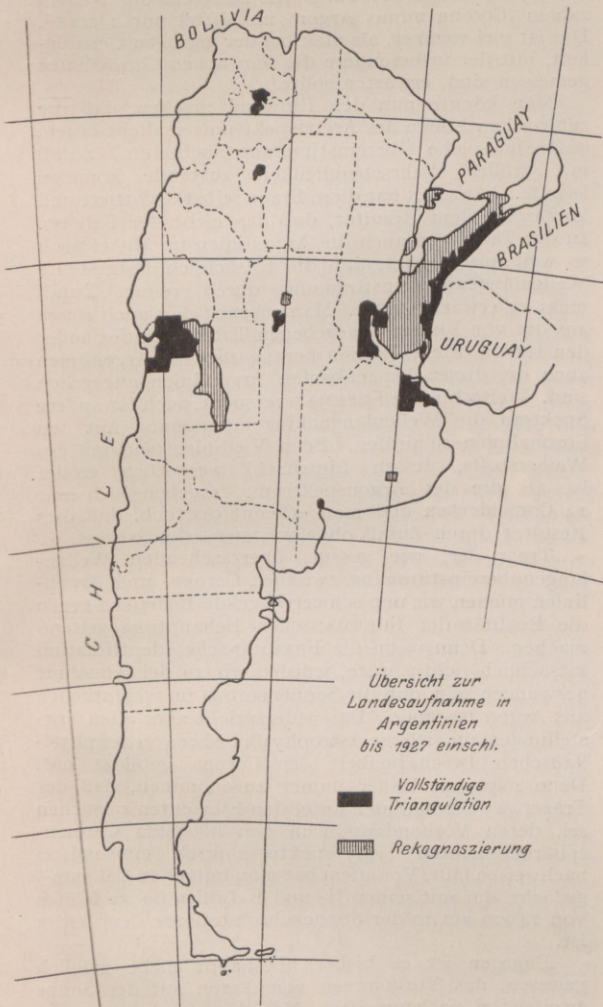
Wellengang legen sie sich mit dem Boote um gegen die Sturzwellen und richten sich dann wieder auf. Früher wohnten sie im Sommer in festen Steinhäusern, im Winter gingen sie der Beute nach und ließen die Sommerhäuser auslüften. Die Kleidung war früher luftig, bei den Frauen mit breiter Öffnung zwischen Körperbekleidung und Beinkleidern, so daß die Oberschenkel zum Teil nackt waren. Jetzt wohnen sie, wo die Zivilisation eingedrungen ist, das ganze Jahr in ihren Häusern, die nun nicht mehr einige Monate lang gelüftet werden. Wo keine Krankheit war, herrscht jetzt die Tuberkulose. In der Wohnung und im Sommer gingen sie fast nackt, jetzt tragen sie Unterkleider, Pelz und zum Teil gewebte Kleider darüber, die gesunde Hautlüftung ist verloren. Nicht baden und waschen, sondern der Luft ausgesetzt sein hielt sie sauber und gesund. Jetzt schwitzen sie in den Kleidern, sind schmutzig und haben Ungeziefer. LEDEN schreibt der Tätigkeit der Missionare und der Händler viel Schuld an dem Verfall zu. Die Rasse ist noch rein, wo die Zivilisation nicht hingedrungen ist, Ehebruch kommt kaum vor, und die Frauen lehnen die Verbindung mit den Weißen ab. Die Zivilisation schafft Proletariat. Das alte Jägervolk war viel unabhängiger. Wo sie die Waffen der Zivilisation angenommen haben, sind die alten Jagdwohnheiten mit den alten Leuten ausgestorben. Bleibt dann die Zufuhr aus, etwa weil die Walfänger im abgeweideten Gebiet nicht mehr anlegen, so sind sie dem Hungertode ausgesetzt, und so sind ganze Stämme ausgestorben. Die Haut der Eskimos ist schön, wo sie noch so ist wie im Urzustande, wo die Luft sie rein erhielt. Sie ist am Körper weißer als die der Indianer, wenn auch Gesicht und Hände ebenso dunkel sind wie bei diesen. Die Haare sind blauschwarz. Bei den kanadischen Eskimos findet man viel indianerähnliche Typen. Mischung mit Europäern verbessert die Rasse nicht etwa, die Mischlinge sind keine zufriedenen Menschen. Die Eskimos machen ihre eigenen Lieder, oft nur Gesang ohne Text. Wirkliche Schimpfworte gibt es in der Eskimosprache nicht. Sie streiten oft witzig und schlagfertig, fechten oft Zweikämpfe aus, aber nicht mit Waffen, sondern mit Tanz und Liedern. Im Anschluß an beide Vorträge wurden mit dem Grammophon Lieder der Ostjaken, Burjäten, Eskimos und Indianer, zum Teil in gutem Rhythmus, mit Refrain und gefälliger Melodie vorgeführt. LEDEN hebt die Ähnlichkeit der Eskimo- und der indianischen Lieder durch ganz Amerika hervor. F. PINKUS.

Von der Landesaufnahme in Argentinien. Die kartenmäßige Aufnahme einer so großen Erdfläche, wie sie Argentinien (mit rund 2,8 Millionen qkm) darstellt, das doch erst seit wenigen Dezennien sich solchen Kulturaufgaben auf weite Sicht widmen kann, hat naturgemäß mit allerhand Schwierigkeiten zu kämpfen, die ein rasches Vorgehen derartiger Arbeiten illusorisch machen. Neben dem Raum als solchen, mit den riesigen Flächen unberührter Naturlandschaft und ohne Wege, kommen da besonders noch zwei Dinge in Betracht: 1. der Mangel an genügend zahlreichen ausgebildeten Personal; 2. der Mangel an ausreichenden Geldmitteln — denn derartige Arbeiten in Neuland sind selbstverständlich viel kostspieliger als in Europa, und allzugroßes Verständnis für solche erst zukünftigen Generationen Nutzen bringenden Unternehmungen¹

¹ Man wird kaum eine übertriebene Schätzung machen, wenn man annimmt, daß noch mindestens 150 Jahre vergehen werden, ehe die Aufnahme vollständig durchgeführt sein wird (rund 20000 qkm im Jahre).

besteht natürlich bei den argentinischen Haushaltskommissionen zur Zeit noch nicht.

So ist es kein Wunder, daß die Präzisionsaufnahme erst verhältnismäßig kleine Areale bisher bewältigen konnte (vgl. Skizze¹).



Übersicht zur Landesaufnahme in Argentinien bis 1927 einschl.

■ Vollständige Triangulation
▨ Rekognoszierung

¹ Die bei einem Heeresinstitut selbstverständlich vorhandenen militärischen Gesichtspunkte in der Verteilung der Arbeitsgebiete treten deutlich auf der Karte hervor: Genaue Kenntnis der Grenzgebiete gegen Brasilien und Chile.

Es bestehen zwei Staatsbehörden in Argentinien, die sich mit der Landesaufnahme befassen: 1. die *topographische Aufnahme* wird von dem Generalstab zugehörigen *Instituto Geográfico Militar* in Buenos Aires ausgeführt¹; 2. die *geologische Aufnahme* gehört zum Bereich der *Dirección General de Minas, Geología é Hidrología* (beim Ackerbauministerium) ebenfalls in Buenos Aires, über deren Arbeit ich früher schon einmal berichtet habe².

Hier möchte ich also kurz einmal auf die letzten Arbeiten des militärgeographischen Instituts eingehen, wozu mir das kürzlich erfolgte Erscheinen des VI. Bandes seiner Jahresberichte³ Anlaß gibt. Dieser starke Großquartband gibt Rechenschaft über die im Jahre 1927 geleistete Arbeit in 3 Hauptabschnitten: 1. Aufzählung der Arbeiten im Felde; 2. Veröffentlichungen des Instituts; 3. Informationen. Unter den grundlegenden astronomischen Arbeiten verdient erwähnt zu werden eine neue, mit den besten Mitteln ausgeführte Längenmessung zwischen dem geodätischen Institut in Potsdam (wo zu diesem Zwecke eine argentinische Kommission weilte) und dem Observatorium in Córdoba zur Kontrolle der früheren Messung vom Jahre 1884, wobei sich nun für diese letztere ein Fehler von etwas mehr als einer Zeitsekunde herausstellte.

Die Arbeiten im Felde (54 Abteilungen waren tätig) umfaßten im Jahre 1927 folgende Unternehmen: Triangulation erster Ordnung (Hauptpunkte) 20 000 qkm; Triangulation zweiter Ordnung 12 000 qkm; Präzisionsnivellement 1923 km mit 248 eingemessenen Fixpunkten.

Für die Manöver des gleichen Jahres wurden in der Provinz Mendoza 22 000 qkm flüchtig aufgenommen, wobei zum ersten Male der GAUSS-KRÜGERSCHE Quadratnetzentwurf benutzt wurde; damit verbunden wurde eine magnetische Vermessung des gleichen Gebietes.

Auch der Luftphotogrammetrie wird seitens der Leitung des Instituto Geográfico Militar größte Beachtung geschenkt, denn es wird beabsichtigt, dieselbe in großem Maßstab in das Arbeitsgebiet des Instituts aufzunehmen. Zu diesem Zwecke soll vorläufig eine Kommission nach Europa reisen, um dort die neusten Apparate kennenzulernen und für das Institut zu erwerben.

Die kartographische Anstalt des Instituts hat im Jahre 1927 sechzig Blätter fertiggestellt, die technisch zum Teil auf hoher Stufe stehen; überhaupt darf man zusammenfassend sagen, daß die Arbeiten des argentinischen militärgeographischen Instituts, und so auch das „Anuario“, in bezug auf Druck und Graphik dem Lande durchaus Ehre machen.

F. KÜHN.

¹ Vgl. P. GAST: Landesaufnahme der arg. Rep. Z. f. Vermessungswesen 43, Stuttgart 1914, S. 553 ff.

² F. KÜHN, Geologische Landesaufnahme in Argentinien. Z. Ges. f. Erdk. Berlin, 1912, 463—466..

³ Anuario del Instituto Geográfico Militar. Volumen 6. Buenos Aires 1928.

Astronomische Mitteilungen.

Argon in der Sonnencorona? Das Licht der Sonnencorona zeigt bei spektraler Zerlegung erstens ein kontinuierliches Spektrum, das, wie insbesondere die Untersuchungen von LUDENDORFF¹ gezeigt haben, in seiner Intensitätsverteilung sehr nahezu mit dem Sonnenspektrum übereinstimmt, und zweitens ein Emissionslinienspektrum, das im Spektralbereich von 6000 bis

3000 ÅE. etwa 45 Linien aufweist. Bei 13 dieser Linien ist aber nach CAMPBELL und MOORE², DYSON³ sowie DAVIDSON und STRATON⁴ die Zugehörigkeit zur Sonnencorona mehr oder weniger zweifelhaft. Andere

² W. W. CAMPBELL und J. H. MOORE, Lick-Observ. Bull. Nr. 318.

³ F. W. DYSON, Phil. Trans. Roy. Soc. London A, 206, 403 (1906).

⁴ C. R. DAVIDSON und F. J. M. STRETTON, Mem. Roy. Astr. Soc. 64, 16 (1927).

¹ H. LUDENDORFF, Sitzgsber. preuß. Akad. Wiss., Physik.-math. Kl. 5, 83 (1925).

Linien werden insbesondere von DAVIDSON und STRATTON⁵ als Linien der hohen Chromosphärenschichten aufgefaßt und auf Grund der Wellenlängenübereinstimmung den Spektren von Ti^+ , Fe und Se^+ zugeordnet. Es bleibt dann eine Liste von 16 Linien, deren Zugehörigkeit zur Corona unzweifelhaft ist. Der Ursprung dieser Linien, von denen die bekannteste die grüne Coronalinie bei $\lambda = 5302,8 \text{ \AA}$. ist, hat sich bisher nicht aufklären lassen und man hat dieselben daher zeitweilig einem auf der Erde unbekanntem hypothetischen Elemente „Coronium“ zugeschrieben, eine Hypothese, die natürlich heutzutage abgelehnt werden muß. Nach dem großen Erfolg der von BOWEN⁶ gegebenen Erklärung für den Ursprung der Nebellinien lag die Vermutung nahe, daß es sich auch bei den Coronalinien um „verbotene“, von metastabilen Zuständen ausgehende Übergänge bekannter Atome oder Ionen handeln könne. In der Sonnencorona sind ja die physikalischen Bedingungen sehr wahrscheinlich so, daß man das Auftreten solcher verbotener Linien erwarten kann. Die Dichte der Coronamaterie ist sicher außerordentlich gering, so daß die Zeiten zwischen zwei Zusammenstößen sehr groß und wohl sicher größer als die Lebensdauern der etwa vorhandenen metastabilen Atome sein werden. Allerdings ist zu bedenken, daß diese metastabilen Atome unter dem Einfluß der intensiven Sonnenstrahlung stehen und aus dieser bestimmte Frequenzen absorbieren können. Es würde also sehr wahrscheinlich die Lebensdauer solcher metastabilen Atome nicht durch die Zeit zwischen zwei Zusammenstößen, sondern durch die Zeit bestimmt sein, innerhalb deren ein solches metastabiles Atom im Mittel einmal absorbiert. Um nun zu prüfen, ob sich die Coronalinien als „verbotene“ Linien irgend eines der bekannten Atompektren deuten lassen, haben BOWEN und MENZEL⁶ eine Liste sämtlicher aus den bisher bekannten Spektren berechenbaren, von metastabilen Anfangszuständen ausgehenden, „verbotenen“ Linien aufgestellt. Obwohl diese Liste etwa 1000 Linien enthält, hat sich keine Coronalinie auf diese Weise identifizieren lassen.

Bei dieser Sachlage muß es überraschen, wenn in einer kürzlich erschienenen Arbeit J. M. FREEMAN⁷ den Versuch unternimmt, eine große Zahl der Coronalinien und zwar nicht nur solche aus der Reihe der gesicherten, sondern auch solche aus der Reihe der zweifelhaften, als Linien aus dem Bogenspektrum des Edelgases Argon zu deuten. Von den 45 Linien werden 32 identifiziert und zwar erfolgt diese Identifikation bei 22 Linien auf Grund der Wellenlängenübereinstimmung mit beobachteten Linien des Argonspektrums und bei 10 Linien auf Grund der Übereinstimmung mit den aus den MEISSNERSCHEN⁸ Termwerten berechneten Wellenlängenwerten für solche Coronalinien, die „verbotenen“ Übergängen entsprechen sollen. Unter der ersten Gruppe von 22 Linien befinden sich 12 Linien, die von MEISSNER⁸ in das Schema der Argonserien eingeordnet sind und zwar handelt es sich durchweg um höhere Serienglieder⁹. Zur Gruppe der verbotenen Linien gehören insbesondere solche, die als Kombinationen zwischen s- und d-Termen gedeutet werden. Die

Anfangszustände für diese Linien sind nicht metastabil. Wenn wir nun zu diesem Resultat kritisch Stellung zu nehmen versuchen, so muß zunächst anerkannt werden, daß die Wellenlängenübereinstimmung zwischen Coronalinien und Argonlinien überraschend gut ist. Für die erwähnten 22 Linien ist z. B. die Differenz der Wellenzahlen (Corona minus Argon) im Mittel nur 2 cm^{-1} . Das ist viel weniger, als man bei der geringen Genauigkeit, mit der insbesondere die schwachen Coronalinien gemessen sind, erwarten sollte.

Man könnte nun den Einwand machen, daß die zahlreichen Linien des Argonspektrums so dicht liegen, daß eine solche Übereinstimmung auch durch Zufall mit großer Wahrscheinlichkeit zustande kommen könnte. FREEMAN hat diese Frage selbst diskutiert und kommt zu dem Resultat, daß das nicht der Fall ist. In der Tat liegen auch die Argonlinien im Mittel noch so weit auseinander, daß die tatsächlich festgestellte Wellenlängenübereinstimmung durch reinen Zufall nicht zu erwarten wäre. Man erkennt dies auch sofort aus der von FREEMAN gegebenen Tabelle, in der außer den für die Identifikation herangezogenen Argonlinien auch die diesen benachbarten Argonlinien angegeben sind. Weiterhin hat FREEMAN versucht, auch für andere Spektren die Wellenlängenübereinstimmung mit den Coronalinien zu prüfen. Beim Viellinienspektrum des Wasserstoffs, dessen Linienzahl wesentlich größer ist als die des Argonspektrums, ergeben sich nur 14 Coincidenzen und man erkennt deutlich, daß dies Resultat durch Zufall ohne weiteres erklärbar ist.

Trotz der, wie gesagt, überraschenden Wellenlängenübereinstimmung zwischen Corona- und Argonlinien müssen wir nun schwerwiegende Bedenken gegen die Realität der FREEMANSCHEN Behauptung geltend machen. Denn wenn die FREEMANSCHEN Identifikation tatsächlich richtig wäre, würden wir zu der Annahme gezwungen sein, daß die Sonnencorona im wesentlichen aus Argon bestünde. Das widerspricht aber allen Vorstellungen, die sich die Astrophysik bisher von der physikalischen Beschaffenheit der Corona gebildet hat. Denn man hat bisher immer angenommen, daß der Träger der Coronalinien unter den Elementen zu suchen sei, deren Vorhandensein in den höchsten Chromosphärenschichten sich spektroskopisch einwandfrei nachweisen läßt. Vor allem hat man immer an Calcium¹⁰ gedacht, das mit seinen H- und K-Linien bis zu Höhen von 14000 km in der Sonnenchromosphäre beobachtet ist.

Dagegen ist es bisher überhaupt nicht möglich gewesen, das Vorkommen von Argon auf der Sonne zweifelsfrei nachzuweisen. Man könnte dagegen einwenden, daß besondere Anregungsbedingungen das Auftreten der Argonlinien im FRAUNHOFERSCHEN Spektrum und im Spektrum der Chromosphäre verhindern, jedoch ist hierfür kein Grund einzusehen, da z. B. Helium, dessen Anregungsspannungen denen des Argon ähnlich sind, im Chromosphärenspektrum sehr stark auftritt.

Aber selbst wenn man zugeben wollte, daß die Coronalinien Argon sind, so bliebe es völlig unverständlich, weswegen gerade diese Linien des Argonspektrums auftreten sollten, die FREEMAN mit den Coronalinien identifiziert. Wie schon erwähnt, handelt es sich um höhere Serienglieder des Argonspektrums. Diese Linien sind bei normalen Anregungsbedingungen schwach gegenüber den in dasselbe Spektralgebiet

durch folgende zwei Übergänge entstehen $\nu = 2p_4 - 9s_4$ und $2p_5 - 7s_1''$. (Termbezeichnungen nach K. W. MEISSNER l. c.)

¹⁰ A. PANNEKOEK, Bull. Astr. Inst. Netherlands 1922, Nr 21.

⁵ S. Naturwiss. 16, 13 (1928).

⁶ J. S. BOWEN und D. H. MENZEL, Publ. Astr. Soc. Pac. 40, 322 (1928).

⁷ J. M. FREEMAN, Astrophys. J. 68, 177 (1928).

⁸ K. W. MEISSNER, Z. Physik 39, 172 (1926) und 40, 839 (1927).

⁹ Für den Kenner der spektroskopischen Bezeichnungen sei erwähnt, daß es sich z. B. um folgende Linien handelt: $\nu = 1s_3 - 6p_{10}$, $1s_4 - 5p_7$, $1s_4 - 4p_3$, $2p_{10} - 10d_5$, $2p_6 - 6s_5$. Die grüne Coronalinie soll

fallenden Hauptlinien des Spektrums. Es ist nicht im entferntesten einzusehen und wird auch von FREEMAN nicht erklärt, weswegen gerade diese ausgefallenen Linien des Argonspektrums im Coronaspektrum auf-treten sollten, während alle normalen starken Linien fehlen. Außerdem ist die Intensitätsverteilung der betreffenden Argonlinien bei normalen Anregungsbedingungen eine ganz andere als die der Coronalinien, mit denen sie identifiziert werden.

Diese Argumente, die sich noch durch weitere vermehren ließen, sind unseres Erachtens so schwerwiegend, daß sie trotz der guten Wellenlängenübereinstimmung den Ausschlag gegen die FREEMANSche Behauptung geben. Wir können nicht glauben, daß die Sonnencorona im wesentlichen aus Argon besteht und daß dies Argon sich in so merkwürdiger Weise spektroskopisch bemerkbar macht. Wenn wir uns auf diesen ablehnenden Standpunkt stellen, müssen wir aber eine Erklärung für die merkwürdige Wellenlängenübereinstimmung zwischen den Corona- und Argonlinien geben. Wie ist ein derartiger Zufall möglich? Die Erklärung möchten wir in folgender Richtung suchen. Wie schon PANNEKOEK¹¹ gezeigt hat, treten zwischen einer Reihe von Linienpaaren des Coronaspektrums Frequenzdifferenzen auf, die zufällig oder auf Grund eines Gesetzes, das wir bisher nicht angeben können, mit Frequenzdifferenzen zwischen Linienpaaren des Calciumspektrums übereinstimmen. Sobald dies bei zwei Spektren der Fall ist, ist die Wahrscheinlichkeit, auch Linien gleicher Wellenlänge zu finden, nicht mehr so klein, wie wenn das nicht der Fall ist. Darin sehen wir die Erklärung für diesen so unwahrscheinlichen Zufall.

Die endgültige Entscheidung über die Richtigkeit oder Unrichtigkeit der FREEMANSchen Hypothese kann natürlich nur das Experiment und zwar die möglichst genaue Wellenlängenmessung der Coronalinie erbringen. Hierzu dürfte die am 9. Mai dieses Jahres stattfindende Sonnenfinsternis von verhältnismäßig langer Dauer der Totalität (5,1 Min.) günstige Gelegenheiten geben.

W. GROTRIAN.

Die periodischen Schwankungen des Siriusbegleiters. Nachdem INNES den Begleiter des Sirius als Doppelstern gesehen hat (vgl. Naturwiss. 17, 156), ist es von Interesse, festzustellen, ob dem Siriusbegleiter seine Ausnahmestellung bezüglich der Dichte und besonders der daraus folgenden und mit Wahrscheinlichkeit nachgewiesenen Rotverschiebung weiter zugeschrieben werden kann. Die Frage läßt sich entscheiden durch die schon früher (vgl. Astron. Nachr. 5137) vermuteten periodischen Schwankungen des Siriusbegleiters in seiner Bahn. Um sicher zu sein, daß es sich bei den gefundenen Schwankungen um einen realen Vorgang handelt, können nur solche Reihen von Normalörtern verwendet werden, deren mittlerer Fehler den Betrag der vermuteten Amplitude (in meiner früheren Zusammenstellung etwa 0"1) nicht überschreitet. Zunächst kommen nur die Jahre in Frage, in denen der Abstand zwischen dem Hauptsterne A und dem Begleiter B + C 7" und darüber beträgt. Bei kleinerem Abstände stört die Helligkeit von A zu sehr, die Beobachtungen werden besonders schwierig und daher auch spärlich, so daß der mittlere Fehler der Jahresmittel stark anwächst. Ferner habe ich nur die Beobachter berücksichtigt, deren systematische Meßfehler bekannt sind. Es sind dies (vgl. AITKEN, Lick Obs. Bull. 316): O. STRUVE, HALL, HOLDEN, BURNHAM, HOUGH, YOUNG, AITKEN, HUSSEY, BARNARD, OLIVIER, COMSTOCK, FOX, JONKHEERE. Endlich wurden nur diejenigen Jahre mitgenommen, für welche Resultate

von mindestens 3 solcher Beobachter vorliegen. Dadurch wird das zu verwendende Material zwar sehr beschränkt, es bleiben aber doch noch 2 genügend lange Reihen, und zwar von 1874 bis 1887 und von 1907 bis 1918 übrig. Die Abweichungen im Positionswinkel wurden in Bogensekunden am Orte des Begleiters umgerechnet. Den berechneten Örtern liegen folgende Elemente zugrunde: $T = 1894,13$, $P = 49^{\text{a}},890$, $n = -7^{\text{o}},216$, $e = 0,590$, $a = 7'',57$, $i = 43^{\text{o}},30$, $\omega = 145^{\text{o}},69$, $\Omega = 42^{\text{o}},70$.

Der Inhalt der nachstehenden Tabelle ist durch die Überschrift der Spalten hinreichend verständlich. mittleren Fehler möchte ich nur der ΔP -Kurve der Gruppe 1 Beweiskraft für die Doppelsternnatur des Begleiters beimessen, immerhin können aber auch die anderen Kurven teilweise zur Ergänzung dienen. Sämtliche Kurven zeigen Perioden von etwa 3 bis 4 Jahren. Die Phasenverschiebung der beiden Kurven von

Datum	ϱ Beob.	Mittl. Fehler " $\pm 0,01$	ϱ Rech.	B - R $\Delta\varrho$ " $\pm 0,01$	P Beob.	Mittl. Fehler " $\pm 0,01$	P Rech.	B - R ΔP " $\pm 0,01$
1874,18	11,29	11	11,23	+ 6	59,4	12	59,5	- 2
1875,22	11,18	5	11,15	+ 3	56,9	2	57,5	- 12
1876,19	11,20	3	11,06	+ 4	55,7	2	55,6	+ 2
1877,19	10,85	11	10,91	- 6	54,2	10	53,6	+ 12
1878,12	10,84	19	10,74	+ 10	51,6	2	51,7	- 2
1879,08	10,67	6	10,52	+ 15	49,8	9	49,8	+ 2
1880,17	10,18	12	10,23	- 5	47,9	5	47,9	+ 14
1881,18	9,92	6	9,90	+ 2	45,8	7	45,8	+ 17
1882,12	9,58	4	9,56	+ 2	42,7	3	42,7	+ 5
1883,14	9,27	1	9,13	+ 14	39,3	3	39,3	- 5
1884,20	8,72	6	8,62	+ 10	36,4	3	36,4	0
1885,19	8,12	5	8,08	+ 5	33,6	4	33,6	+ 10
1886,15	7,45	1	7,51	- 6	29,7	2	29,7	+ 5
1887,19	6,89	13	6,79	+ 10	24,3	2	24,3	+ 2
1907,03	7,73	1	7,71	+ 2	100,7	8	101,1	- 5
1908,19	8,39	4	8,19	+ 20	96,2	7	96,6	- 6
1909,14	8,62	3	8,56	+ 6	92,6	1	93,3	- 10
1910,11	9,03	6	8,91	+ 12	89,7	3	90,5	- 13
1911,11	9,34	2	9,25	+ 9	87,5	6	87,4	+ 2
1912,08	9,60	9	9,50	+ 10	85,1	3	84,7	+ 7
1913,07	9,89	3	9,84	+ 5	82,3	3	82,2	+ 7
1914,14	10,17	8	10,13	+ 4	79,4	3	79,6	- 4
1915,05	10,47	2	10,37	+ 10	77,9	7	77,5	+ 7
1916,04	10,67	4	10,58	+ 9	75,2	7	75,3	- 2
1916,97	10,74	5	10,76	- 2	74,0	2	74,1	- 2
1918,07	10,97	6	10,91	+ 6	71,2	6	71,0	+ 4

In den Fig. 1 und 2 ist der Verlauf der Differenzen $B - R$ graphisch dargestellt. Mit Rücksicht auf die

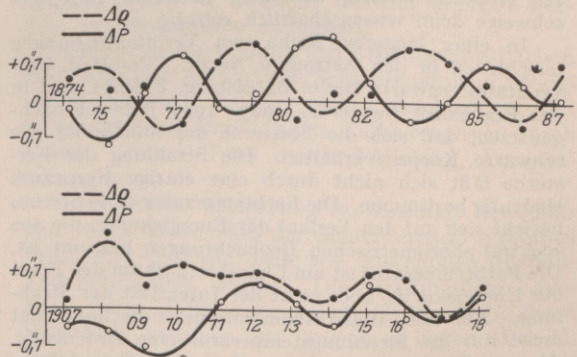


Fig. 1 und 2. Periodische Schwankungen des Siriusbegleiters B in Positionswinkel und Abstand.

Reihe 1-2 ist nur zum Teil durch die Änderung des Positionswinkels bedingt. Sollte sie reell sein, so wäre anzunehmen, daß beim Periastrondurchgange das System B-C starke Änderungen erlitten hat oder ein weiterer Körper D vorhanden ist.

Wichtig ist, daß eine Periode von $1\frac{1}{2}$ oder 2 Jahren, wie INNES sie vermutet, in beiden Reihen nicht an-

¹¹ A. PANNEKOEK, l. c.

gedeutet ist. Eine solche Periode würde sich bei den von INNES beobachteten Distanzen von 1–2 Bogensekunden auch nicht vereinbaren lassen mit der Gesamtmasse des Systems, das etwa 1 Sonnenmasse beträgt. Nehmen wir aus der ΔP -Kurve der Reihe 1 die Periode zu 4 Jahren und die maximale Amplitude zu $0'',1$ an, so ergibt sich der Abstand der beiden Komponenten zu rund $1''$ und die Massen derselben zu $m_b = 0,9$ und $m_c = 0,1$ Sonnenmassen (Parallaxe = $0'',38$). Die Bahngeschwindigkeiten (Kreisbahn vorausgesetzt) sind $v_b = 1,9$ und $v_c = 16,7$ km/sec. Nach diesen Ergebnissen behält demnach der Begleiter B, wenn man die Annahme aufrecht erhält, daß er nur in eigenem Lichte leuchtet, eine ungewöhnlich große Dichte (nur 10% Abnahme) und die Rotverschiebung kann selbst bei großer Exzentrizität der B–C-Bahn und einer Neigung von 90° nicht durch die Bahnbewegung erklärt werden. Die beiden bisher vorliegenden Messungen der Rotverschiebung liegen zudem 3 Jahre auseinander; sie fallen daher nicht beide in dieselbe Phase maximaler Radialgeschwindigkeit, es sei denn, daß eine Periode von $1\frac{1}{2}$ Jahren vorhanden wäre, die aber mit der bekannten Masse und den von INNES beobachteten Distanzen gänzlich unvereinbar ist.

B. MEYERMANN.

Die Temperaturstrahlung der Fixsterne. Unsere Kenntnisse von der Strahlung der Fixsterne haben in der jüngsten Zeit eine wertvolle Bereicherung erfahren durch die von den Astrophysikern mit Spannung erwartete Veröffentlichung über „Stellar Radiation measurements“ von EDISON PETTIT und SETH B. NICHOLSON (Astrophys. J. 68, 279 (1928)). Thermoelektrische Messungen an Fixsternen sind bereits früher von W. W. COBLENTZ angestellt worden; die Reduktion der Beobachtungen ist nicht so sauber durchgeführt, daß man eine tiefgründige Untersuchung über die Strahlung der Fixsterne auf sie aufbauen könnte. In dieser Beziehung hat man an den Messungen von PETTIT und NICHOLSON kaum etwas auszusetzen, wenn auch vollkommenere Instrumente und verbesserte Beobachtungsmethoden uns noch weitere Fortschritte in der Genauigkeit erhoffen lassen. Die Verwertung der Messungen zur Temperaturbestimmung der Fixsterne ist indes nicht einwandfrei; PETTIT und NICHOLSON haben zwangsläufig eine Übereinstimmung der Temperaturen aus verschiedenartigen Beobachtungselementen erreichen wollen, was nicht notwendig war, geschweige denn wissenschaftlich zulässig ist.

In einer längeren Reihe von Veröffentlichungen (erschienen in den Astronom. Nachr., Veröff. d. Universitätssternwarte Berlin-Babelsberg, Z. Phys. und in den Erg. exakt. Naturwiss. 1923–1929) habe ich nachgewiesen, daß sich die Fixsterne nur annähernd wie schwarze Körper verhalten. Die Strahlung der Fixsterne läßt sich nicht durch eine einzige Konstante eindeutig bestimmen. Die Farbtemperatur eines Sternes bezieht sich auf den Verlauf der Energiekurve, die aus spektral-photometrischen Beobachtungen bekannt ist. Die Farbtemperatur ist ein Charakteristikum der Form der Energiekurve, aber nicht der Intensität der Strahlung. Für die stellarastronomische Forschung hat meist nur die Strahlungstemperatur eine Bedeutung. Als solche bezeichnet man diejenige Temperatur, welche ein schwarzer Körper haben muß, um die Strahlung in gleicher Intensität zu emittieren wie der Stern. Bei schwarzer Strahlung entspricht der Emission jeder Schwingungszahl die gleiche Temperatur; bei nicht schwarzer Strahlung gehören zu den einzelnen Wellenlängen oder auch zu größeren oder kleineren Spektralbereichen mehr oder weniger verschiedene

Strahlungstemperaturen. Je nachdem man bolometrische, visuelle oder photographische Helligkeiten gemessen hat, unterscheidet man die Strahlungstemperatur der bolometrischen, der visuellen und der photographischen Helligkeit.

Die Temperaturen der mittleren Sonnenstrahlung sind: bolometrisch 5775° , photographisch 5835° , visuell 6075° .

Bei der Sonne sind große Unterschiede zwischen den verschiedenen Arten von Strahlungstemperaturen vorhanden; es würde sinnlos sein, aus dem photographischen Farbenindex, das ist die Differenz der photographischen und visuellen Helligkeit, oder aus dem Wärmeindex, das ist die Differenz der visuellen und bolometrischen Helligkeit, eine gemeinsame Temperatur abzuleiten. Beispielsweise würde der mit obigen Strahlungstemperaturen berechnete photographische Farbenindex der Sonne zu der gemeinsamen Temperatur 5040° , der Wärmeindex zu der Temperatur 8750° gehören. Die hohen Werte der von PETTIT und NICHOLSON aus dem Wärmeindex bestimmten Temperaturen für die Fixsterne der mittleren Spektraltypen sind daraus zu erklären, daß die Sterne gleichwie die Sonne eine hohe visuelle Strahlung besitzen. Die Empfindlichkeitsfunktion des Auges hat nur insofern eine Bedeutung, als an die visuellen Harvardhelligkeiten Korrekturen anzubringen sind, um die beobachteten Helligkeiten auf ein fundamentales durch Rechnung festgelegtes photometrisches System zu beziehen. Die maximale Empfindlichkeit der visuellen Harvardhelligkeiten liegt bei $\lambda 534 \mu\mu$, die in dem von mir durch Rechnung festgelegten photometrischen System bei $\lambda 552 \mu\mu$.

Die Strahlungstemperaturen der Fixsterne lassen sich auf direktem Wege berechnen, wenn man den scheinbaren Halbmesser des Sternes kennt. PEASE hat auf dem Mt. Wilson-Observatorium die scheinbaren Halbmesser von sieben Sternen interferometrisch bestimmt. In der folgenden Tabelle stehen die Strahlungstemperaturen der bolometrischen, der photographischen und der visuellen Strahlung.

Stern	T_b	T_{ph}	T_v
	Grad	Grad	Grad
Sonne	5775	5835	6075
Arcturus	4210	4150	4170
Aldebaran	3870	3620	3740
Betelgeuze	3260	3070	3060
Antares	3260	3050	3080
β -Pegasi	3120	3060	3080
α -Herculis A	3300	2740	2620
σ -Ceti A (Max.)	2240	—	2330
σ -Ceti A (Min.)	1800	—	1500

Die verschiedenen Arten von Strahlungstemperaturen sind merklich voneinander verschieden. Bei der Sonne ist die Strahlungstemperatur der visuellen Helligkeit, bei den Sternen vom späten Spektraltypus die der bolometrischen Helligkeit am größten. Das scharfe Umbiegen der Kurve, welche die Beziehung zwischen dem Wärmeindex und der Wasserzellenabsorption (Helligkeitsunterschied nach den thermoelektrischen Messungen mit und ohne Wasserzelle) zur Darstellung bringt, bei den langperiodischen Veränderlichen, ist auf die relativ niedrige Strahlungstemperatur der visuellen Helligkeit für diese Sterne zurückzuführen, die wahrscheinlich durch starke Titanoxydbanden in dem visuellen Bereich des Spektrums bedingt ist. Die rückwärtige Berechnung des scheinbaren Halbmessers der Sterne mit der aus dem Wärmeindex oder aus der Wasserzellenabsorption bestimmten Temperatur und der bolometrischen Helligkeit muß zu Widersprüchen mit den beobachteten Werten führen. ALFRED BRILL.